



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD

LICENCIATURA EN NUTRICIÓN HUMANA

PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL

INFORME FINAL

**Evaluación del tejido adiposo visceral estimado por DXA en mujeres
activas mayores de 60 años**

Nombre de la estudiante:

Gretel Itzel Hernández Silvestre

Matrícula: 2192036250

Asesor Interno:

M. en C. María del Consuelo Velázquez Alva

Febrero, 2024

Dedicatoria

A mi madre, que a pesar de mis fallas nunca dejó de amarme ni de creer en mí.

A mi abuela, que ha vivido noventa y cinco años con la esperanza de ver cómo todos aquellos por quienes dio su vida hacemos realidad nuestros anhelos.

¡Dios te guarde y te preserve con nosotros

por muchos años más,

mi querida Lolita!

Agradecimientos

A mi asesora de servicio social, María del Consuelo Velázquez Alva, por todos sus consejos, por todos esos años de sabiduría que generosamente comparte con nosotros.

A mis compañeros, Angeles y David, gracias por sostenerme cuando mis propias fuerzas no fueron suficientes, sin su apoyo no lo hubiera logrado.

A todas las personas que participaron en la realización de este proyecto, mis más sinceras e infinitas gracias.

Contenido

Abreviaturas	5
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Índice de gráficas	9
Resumen	10
1. Introducción	12
2. Antecedentes	16
3. Marco teórico	22
3.1 <i>Generalidades del tejido adiposo</i>	22
3.2 <i>Clasificación del tejido adiposo</i>	24
3.2.1 Clasificación del tejido adiposo por su función biológica	24
3.2.2 Clasificación del tejido corporal y regional	27
3.3 <i>Factores que intervienen en la distribución del tejido adiposo y del VAT</i>	31
3.3.1 Edad	31
3.3.2 Sexo	32
3.3.4 Actividad física y ejercicio	34
3.3.5 Alimentación	36
3.4 <i>Fisiopatología de la adiposidad visceral</i>	37
3.4.1 Lipotoxicidad	37
3.4.2 Hipoxia intracelular	39
3.4.3 Inflamación	39
3.4.4 Resistencia a la insulina	40
3.4.5 Papel del tejido adiposo visceral en el envejecimiento	41
3.5 <i>Cuantificación del VAT como parte de un estudio de composición corporal</i>	41
3.2.1 Tomografía computarizada (CT)	44
3.2.2 Resonancia Magnética Nuclear (MRI)	47
3.2.3 Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA)	50
3.2.4 Análisis de Impedancia Bioeléctrica (BIA)	54
3.2.5 Antropometría	55
4. Objetivos	59
5. Justificación	60
6. Material y método	61

6.1 Muestra	61
6.2.1 Criterios de inclusión	61
6.2.2 Criterios de exclusión:	62
6.2 Antropometría	62
6.3 Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA)	63
6.4 Análisis estadístico	64
7. Resultados	65
7.1 Características de la muestra	65
7.2 Antropometría	68
7.2.1 Índice de masa corporal	68
7.2.2 Circunferencia de cintura	68
7.2.3 Índice de Cintura-Cadera	68
7.2.3 Índice de Cintura-Estatura	68
7.3 Absorciometría de energía Dual de Rayos X (DXA)	74
7.3.1 Medidas generales de adiposidad	74
7.3.2 Estimación del tejido adiposo visceral (VAT)	74
7.3.3 Evaluación del riesgo cardiometabólico mediante la medición de la masa de VAT	79
7.4 Análisis de correlación de variables	82
8. Discusión	84
9. Limitaciones del estudio	88
10. Actividades realizadas	89
11. Objetivos y metas alcanzadas	90
12. Conclusión	91
13. Recomendaciones	92
14. Referencias	93
Anexos	104

Abreviaturas

%GC: Porcentaje de grasa corporal

AM: Adulto/a mayor / adultos mayores

AT: *Adipose tissue* (Tejido adiposo)

ATP III: *Adult Treatment Panel*

ATP: *Adenosine Triphosphate* (Trifosfato de adenosina)

BAT: *Brown adipose tissue* (Tejido adiposo marron)

BIA: *Bioelectrical impedance analysis* (Análisis por impedancia bioeléctrica)

CC: Circunferencia de cintura

CONAPO: Consejo Nacional de Población

CT: *Computed tomography* (Tomografía computarizada)

DE: Desviación estándar

DMT2: Diabetes Mellitus Tipo 2

DXA: Absorciometría de Energía Dual de Rayos X

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

FA: *fatty acid* (ácido graso)

Fig: Figura

FMI: *Fat mass index* (Índice de masa grasa)

GC: Grasa corporal

HIIT: *High intensity interval training* (Entrenamiento interválico de alta intensidad)

HU: unidad de Hounsfield

ICC: Índice cintura cadera

ICE: Índice cintura-estatura

IDF: *International Diabetes Federation* (Federación Internacional de Diabetes)

IL6: Interleuquina 6

IMC: Índice de masa corporal

ISAK: *International Society for the Advancement of kinanthropometry* (Sociedad Internacional para el desarrollo de la cineantropometría)

L4: Cuarta vértebra lumbar

L5: Quinta vértebra lumbar

MRI: *Magnetic resonance imaging* (Imagen de resonancia magnética)

OMS: Organización mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PET/CT: *Positron emission tomography/ Computed tomography* (Tomografía por emisión de positrones)

SAT: *Subcutaneous adipose tissue* (tejido adiposo subcutáneo)

TAT: *Total adipose tissue* (Tejido adiposo total)

TG: Triglicéridos

TNF- α : Factor de necrosis tumoral alfa

UCP1: *Uncoupling protein one* (Proteína desacoplante 1)

VAT: *Visceral adipose tissue* (tejido adiposo visceral)

VO: *Visceral obesity* (obesidad visceral)

WAT: *White adipose tissue* (Tejido adiposo blanco)

Índice de tablas

Tabla 1	Estudios que midieron VAT con DXA en personas mayores de 60 años.....	18
Tabla 2	Valores de referencia para el VAT en personas mayores de 60 años.....	19
Tabla 3	Clasificación del tejido adiposo propuesta por Shen y cols.	28
Tabla 4	Porcentaje de grasa corporal en hombres y mujeres	33
Tabla 5	Recomendaciones de actividad física.....	35
Tabla 6	Diferencias entre los métodos para el análisis de la composición corporal y del VAT ...	44
Tabla 7	Clasificación del peso corporal de acuerdo con el IMC	55
Tabla 8	Clasificación del riesgo cardiovascular con base en la CC	57
Tabla 9	Clasificación del riesgo cardiovascular con base en el ICC	58
Tabla 10	Datos de escolaridad de las participantes	66
Tabla 11	Medidas antropométricas de las participantes	69
Tabla 12	Prevalencia de sobrepeso y obesidad	70
Tabla 13	Evaluación de la circunferencia de cintura	71
Tabla 14	Prevalencia de obesidad abdominal con base en el ICC	72
Tabla 15	Prevalencia de obesidad abdominal con base en el ICE	73
Tabla 16	Valores promedio de indicadores de adiposidad obtenidos con DXA	75
Tabla 17	Valores promedio de indicadores de adiposidad obtenidos con DXA	76

Índice de figuras

Fig 1 Sitios de localización del tejido adiposo y grasa en individuo con obesidad	23
Fig 2 Tipos de adipocitos.....	26
Fig 3 Clasificación del tejido adiposo visceral	30
Fig 4 Tipos de distribución de la grasa regional	32
Fig 5 Mecanismos de expansión del tejido adiposo	38
Fig 6 Tomografía computarizada de la región androide	45
Fig 7 Representación visual de la segmentación automática y multicorte de una tomografía de cuerpo entero	47
Fig 8 Resonancia magnética de la región ginoide.....	49
Fig 9 Equipo DXA	51
Fig 10 Examen de composición corporal mediante DXA.....	52
Fig 11 Diagrama de flujo del estudio	66

Índice de gráficas

Gráfica 1	Escolaridad de las participantes	67
Gráfica 2	Prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles.....	67
Gráfica 3	Prevalencia de sobrepeso y obesidad con base en el IMC.....	70
Gráfica 4	Evaluación de riesgo cardiovascular de con base en la CC.....	71
Gráfica 5	Prevalencia de obesidad abdominal con base en el índice cintura-cadera.....	72
Gráfica 6	Prevalencia de obesidad abdominal con base en el índice cintura-estatura.....	73
Gráfica 7	Histograma de la masa de tejido adiposo visceral.....	76
Gráfica 8	Histograma del volumen del tejido adiposo visceral.....	77
Gráfica 9	Histograma del área de tejido adiposo visceral.....	78
Gráfica 10	Porcentaje de mujeres con valores de masa de VAT (g) superiores al punto de corte propuesto por Meredith- Jones.....	80
Gráfica 11	Porcentaje de mujeres que presentaron valores de masa de VAT (g) superiores al punto de corte propuesto por Lundblad.....	81
Gráfica 12	Análisis de correlación entre variables antropométricas y la masa de VAT	78

Resumen

Antecedentes: El tejido adiposo visceral (VAT, del inglés *visceral adipose tissue*) es un componente metabólicamente activo que se relaciona con diversas patologías crónicas como Diabetes Mellitus Tipo 2, síndrome metabólico y enfermedad cardiovascular. El papel de este tejido durante el envejecimiento es poco conocido, aunque se ha observado que su acumulación aumenta con la edad. No obstante, las técnicas para su cuantificación precisa son poco accesibles en la práctica nutricional. La Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA) puede ser utilizada para determinar la cantidad existente de VAT.

Objetivo: Evaluar la cantidad del tejido adiposo visceral derivado de un análisis de composición corporal con Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA) en un grupo de mujeres mayores de 60 años físicamente activas y determinar el grado de correlación con parámetros antropométricos: circunferencia de cintura (CC), índice de masa corporal (IMC), índice cintura-cadera (ICC) e índice cintura-estatura (ICE).

Material y métodos: Los valores de VAT se obtuvieron mediante un escaneo de cuerpo entero con un equipo Hologic Discovery QDR-DXA. Las mediciones antropométricas se realizaron siguiendo protocolos estandarizados. Todos los datos fueron procesados con el *software* JMP.

Resultados: Participaron un total de 124 mujeres (edad promedio: 69.9 ± 6.8 años). Se obtuvieron los siguientes valores promedio para las tres magnitudes estudiadas. masa de VAT: 779.18 ± 255.11 g; volumen de VAT; 842.11 ± 275.88 cm³ y área de VAT: 161.59 ± 52.93 cm².. El 50% de las participantes tenía sobrepeso y el 26.6%, obesidad (IMC promedio: 27.1 ± 3.8 kg/m²). La prevalencia de obesidad abdominal fue del 61% y del 85% para el ICC y el ICE, respectivamente. Respecto a la CC, el 79% presentaba riesgo cardiovascular incrementado (87.7 ± 9.1 cm). Con un IC del 95%, la CC ($r=0.79$, $p<0.0001$), el ICE ($r=0.76$, $p<0.0001$) y el IMC ($r=0.72$, $p<0.0001$) demostraron ser mejores que el ICC ($r=0.38$, $p<0.0001$) para predecir el exceso de masa de VAT (g) estimado con DXA.

Conclusión: Este trabajo contribuye al estudio de la composición corporal y de la obesidad en población adulta mayor. Se encontraron altos valores de VAT en la muestra estudiada, a pesar de que las participantes mantienen un estilo de vida activo. Se necesitan valores de referencia para el VAT, estimado por DXA, específicos para población mexicana mayor de 60 años.

1. Introducción

El envejecimiento puede ser entendido, desde un punto de vista biológico, como la acumulación de daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo, que lleva a un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, a un mayor riesgo de enfermedad y finalmente a la muerte. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1) añade que los cambios producidos durante esta etapa no son lineales ni uniformes y que suelen estar asociados a otras transiciones vitales que no necesariamente se traducen en dependencia (física o económica), discapacidad o enfermedad. El envejecimiento, al igual que cualquier otra etapa de la vida, puede representar una ventana de oportunidades para los adultos mayores (AM)..

La oportunidad de vivir una vida larga y saludable debería ser posible en todos los países. Por ese motivo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró el periodo 2021-2030 como la Década del Envejecimiento Saludable (2).

La importancia de esta iniciativa radica en un fenómeno demográfico conocido como “envejecimiento poblacional”. En 2019, el número de personas de 60 años o más era de 1,000 millones, cifra que aumentará a 1,400 millones en 2030 y casi se duplicará en 2050, alcanzando los 2,100 millones. Los AM constituyen el grupo de edad que más rápido crece en el mundo. En 2020, la población de AM ya había superado en proporción y número a la de niños menores de cinco años a nivel global y, para 2050, habrá superado también a la de adolescentes y jóvenes de entre 15 y 24 años, según lo reportado por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU (3).

Aunque en la región de América Latina y el Caribe el envejecimiento poblacional no ha ocurrido a un ritmo tan acelerado como en otras partes del mundo, se estima que el grupo de AM representará el 16.7% de la población de esta región en 2030 (4) y ascenderá hasta el 38.2% en 2100 (3), con una proporción mayor de mujeres que de hombres.

En México, también se puede observar un proceso continuo de envejecimiento, Mientras que la población general creció a una tasa de 1.3% entre 2010-2020, la población de AM de 65 años y más lo hizo a una tasa de 4.1 %. Este comportamiento resultaría en la duplicación de esta población en diez años (5). De hecho, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) (6) estimó que, para 2030, 15 de cada 100 mexicanos a nivel nacional tendrán 60 años o más. Es importante destacar la heterogeneidad estatal y municipal con la que ocurre este proceso, por ejemplo, Oaxaca será en 2030 el estado más envejecido (con 44 AM por cada 100 habitantes), mientras que Nuevo León será el menos envejecido (con 4 AM por cada 100 habitantes).

El envejecimiento poblacional tiene varias implicaciones tanto para los individuos y sus familias como para los gobiernos de cada país y la sociedad en general, pues el incremento en la proporción de AM respecto a la población en general se traduce en un incremento en la demanda de servicios de salud, seguridad social, movilidad, accesibilidad y recursos humanos para cuidado y asistencia.

A nivel biológico, el envejecimiento es un proceso complejo que se acompaña de cambios morfológicos y fisiológicos en todos los tejidos, entre los que destacan los relacionados con la composición corporal. A medida que envejecemos, la masa magra total disminuye, mientras que la masa grasa aumenta, principalmente en la región abdominal-visceral. La pérdida de masa muscular esquelética en AM se relaciona con una reducción de la fuerza y la capacidad funcional (sarcopenia), así como con una mayor morbilidad y

mortalidad. Por otro lado, se sabe que existe una relación entre la acumulación de masa grasa intrabdominal y la resistencia a la insulina, que a su vez está ligada a la diabetes tipo II (DT2) y a la enfermedad cardiovascular (7).

Por estas razones, la obesidad se ha convertido en un importante predictor de las enfermedades crónicas que afectan, en gran medida, a las personas mayores en todo el mundo.

La forma más utilizada de definir la obesidad es a partir del índice de masa corporal (IMC) (*Ver apartado 3.2.5*), no obstante, la principal característica fenotípica de la obesidad es el aumento del tejido adiposo y no del peso *per se* (*Ver apartado 3.5*).

En 2016, más de 1900 millones de adultos mayores de 18 años tenían sobrepeso (IMC ≥ 25 kg/m²). De estos, más de 650 millones se clasificaban en la categoría de obesidad (IMC ≥ 30 kg/m²). Según los últimos datos publicados por la Organización Mundial de la Salud, las prevalencias de sobrepeso y obesidad entre adultos son del 39% y 13%, respectivamente (8). Un IMC alto puede conducir al síndrome metabólico, que está altamente asociado con la diabetes tipo 2 y la enfermedad cardiovascular; sin embargo, existen subgrupos de individuos que no presentan este fenotipo (9) y las personas con un IMC normal, pero con un porcentaje de grasa corporal (%GC) elevado, tienen un mayor riesgo de enfermedad cardiometabólica y mortalidad.

Según datos de la ENSANUT (10), en 2020, la prevalencia de sobrepeso/obesidad en AM mexicanos fue de 74.5%, mientras que la de obesidad abdominal, definida como una circunferencia de cintura (CC) ≥ 80 cm en mujeres y ≥ 90 cm en hombres, fue de 87.7%. Este estudio mostró que las mayores prevalencias, tanto de obesidad como de obesidad abdominal, fueron observadas en AM menores de 80 años, en mujeres y en quienes residen en áreas urbanas.

Por otro lado, los padecimientos crónicos más prevalentes en esta población fueron: hipertensión arterial (42.4%), hipercolesterolemia (25.5%), diabetes (25.1%) e hipertrigliceridemia (21.4%).

Como se verá más adelante, la evidencia reciente ha determinado una estrecha relación entre el aumento de la edad, la obesidad abdominal, (especialmente con la que se debe a una acumulación excesiva de tejido adiposo visceral) y los padecimientos crónicos antes mencionados.

En este contexto, la medición de la adiposidad visceral con técnicas adecuadas e instrumentos precisos ayudaría a comprender mejor la prevalencia de los trastornos asociados con el envejecimiento y la obesidad; identificar a las personas en riesgo y diseñar estrategias de intervención dirigidas a mejorar la calidad de vida de los AM.

2. Antecedentes

En 1947 (11), el endocrinólogo francés Jean Vague (1911-2003) describió los dos principales morfotipos de la obesidad: androide/abdominal y ginoide/glútea, además intuyó que el primero se relacionaba con mayor riesgo de las patologías que hoy asociamos con el síndrome metabólico (12,13)

A partir de la década de los 80s, se comenzó a aceptar la idea de que algunos aspectos de la obesidad, como hiperinsulinemia, hipertrigliceridemia y mayor riesgo cardiovascular, también podían estar presentes en individuos con peso normal (14). Desde entonces, ha crecido el interés por el estudio de la distribución regional de los depósitos grasos y de las funciones del tejido adiposo en lugar de centrar la atención únicamente en el peso, el IMC o a la cantidad total de GC (9).

Durante la década de los 90s, se hizo más evidente que niveles elevados de grasa abdominal- visceral, es decir, aquella que se aloja en la región del tronco y aquella que se acumula alrededor de los órganos internos, tenían una mayor correlación con desórdenes metabólicos (15). Sin embargo, los únicos métodos para delimitar con precisión los depósitos regionales de grasa eran las técnicas de imagen a través de múltiples cortes o la disección de cadáveres; todos ellos con importantes limitaciones para fines de investigación (*Ver apartado 3.5*). Fue por este motivo que comenzaron a buscarse métodos más accesibles y seguros para la cuantificación de la adiposidad localizada en esta región (16).

Estudios posteriores se dedicaron a identificar y describir las funciones secretoras y reguladoras del tejido adiposo (AT del inglés *Adipose Tissue*), con lo que se logró que se reconociera como un órgano endocrino (17) y se estableció que el tejido adiposo visceral

(VAT, del inglés *Visceral Adipose Tissue*) presenta mayor actividad metabólica que otros tipos de AT, por lo que está más implicado en los procesos patológicos (17,18).

El papel del VAT durante el envejecimiento constituye un área de interés muy novedosa (19), ya que su acumulación excesiva está muy relacionada con la inflamación crónica de bajo grado (20), condición frecuentemente observada en padecimientos que afectan a los AM, tales como: hipertensión arterial (21), Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) (22), enfermedad cardiovascular (23), enfermedad de hígado graso (24), enfermedad renal crónica (25,26), sarcopenia (27–29) y algunos tipos de cáncer, especialmente de mama (30) y de colón (31).

El estudio de la grasa visceral con Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA) en sujetos de edad avanzada comenzó a realizarse a principios de los 2000s (32). Actualmente, es posible cuantificar la cantidad de VAT con bastante precisión con este método (33,34). En Estados Unidos se crearon valores normativos por edad y sexo (35), sin embargo, no existen valores de referencia universalmente aceptados para el VAT, como sí los hay para clasificar el sobrepeso y la obesidad en adultos con base en el IMC (8).

En nuestro país, muy pocas investigaciones han estudiado los aspectos clínicos relacionados con la obesidad (36) o evaluado la presencia de obesidad abdominal-visceral en el AM (10,37,38), generalmente, determinada por antropometría.

En población europea mayor de 60 años, ya se han establecido valores de referencia para el VAT estimado por DXA (*Tabla 2*). En la *Tabla 1* se muestra un resumen de los estudios que han medido los depósitos de VAT en AM con este método, la cual se elaboró a partir de una revisión de la literatura científica más reciente (2015 a la actualidad).

Tabla 1 Estudios que midieron VAT con DXA en personas mayores de 60 años

Autor/ Año / País	Técnica / Población de estudio	Resultados			Referencia	
		Unidad de medida	Valores de VAT			
			M	H		
<i>de Santana et al (39)</i> 2019 <i>Brasil</i>	Hologic QDR 4500 A DXA Hombres y mujeres de 65 años o más			<i>n= 516</i>	<i>n= 323</i>	Ofenheimer, A., Breyer-Kohansal, R., Hartl, S., Burghuber... Reference values of body composition parameters and visceral adipose tissue (VAT) by DXA in adults aged 18–81 years—results from the LEAD cohort. 2020. Eur J Clin Nutr, 74(8), 1181–1191.
		Masa (g)	Murieron	529.9 (330.6)	723.8 (316.3)	
			Sobrevivieron	663.6 (270.3)	644.7 (274.9)	
		Volumen (cm ³)	Murieron	572.8 (357.4)	782.4 (341.9)	
			Sobrevivieron	713.8 (293.7)	696.3 (298.1)	
		Volumen (cm ²)	Murieron	109.9 (68.5)	150.0 (65.6)	
Sobrevivieron	137.4 (56.0)		137.6 (57.2)			
<i>Spadaccini et a (40)</i> 2020 <i>Italia</i>	Hombres y mujeres de 65 a 100 años (80.9 ±7.5)	N= 795		<i>n=569</i>	N= 226	Spadaccini D, Perna S, Peroni G, D'antona G, Iannello G, Faragli A, et al. DXA-Derived Visceral Adipose Tissue (VAT) in Elderly: Percentiles of Reference for Gender and Association with Metabolic Outcomes. Life. 2020 Sep 1. 10(9):1–15
		Masa (g)		902.0 (617.97)	1399.32 ± 840.71)	
<i>Ofenheimer Et al (41)</i> 2020 <i>Austria</i>	Lunar Prodigy DXA Hombres y mujeres de 18 a 81 años)			<i>n= 1448</i>	<i>n= 1331</i>	Ofenheimer, A., Breyer-Kohansal, R., Hartl, S., Burghuber... Reference values of body composition parameters and visceral adipose tissue (VAT) by DXA in adults aged 18–81 years—results from the LEAD cohort. 2020. Eur J Clin Nutr, 74(8), 1181–1191.
		Masa (g)	60-70 años	1904 (914)	1053 (628.1)	
			70-82 años	1709.2 (948.5)	116.2 (665.8)	
		Volumen (cm ³)	60-70 años	2037.7 (888)	1146.7 (631.3)	
70-82 años	2160 (941.3)		1215.5 (669.1)			
<i>Lundbland Et al (42)</i> 2021 <i>Noruega</i>	Lunar GE DXA Hombres y mujeres 40 a 84 años (80% tenía 60 años o más)	N= 21,083		<i>n=2152</i>	<i>n=1523</i>	Lundblad MW, Jacobsen BK, Johansson J, De Lucia Rolfe E, Grimsgaard S, Hopstock LA. Reference Values for DXA-Derived Visceral Adipose Tissue in Adults 40 Years and Older from a European Population: The Tromsø Study 2015-2016. J Obes. 2021.
		masa (g),	M (DE)	936.7 (632.5)	1660.9 (876)	
			mediana (25p-75p)	823 (444 - 1302.5)	1578 (1004 - 2222)	
		VAT index	M (DE)	0.35 (0.24)	0.53 (0.28)	
			mediana (25p-75p)	(0.32 (0.16 - 0.49)	0.51 (0.33 - 0.071)	
		%	M (DE)	37.1 (13.6)	60.2 (14.2)	
mediana (25p-75p)	37.8 (28.3-46.7)		61,2 (52.0-69.9)			

M: Mujeres; H: Hombres

Los datos se presentan como Media (DE) excepto para Lundbland *et al* que también muestra la mediana y el mínimo y máximo entre paréntesis.

Tabla 2 Valores de referencia para el VAT en personas mayores de 60 años
(Continúa)

Autor/ Año / País	Técnica / Población de estudio	Resultados				Referencia		
		Unidad de medida	Valor de referencia para VAT					
			M	H				
Lundblad et al (42) 2021 Noruega	GE Lunar Prodigy DXA	VAT (g)	≥ 1,134	≥1,859	Lundblad MW, Jacobsen BK, Johansson J, De Lucia Rolfe E, Grimsgaard S, Hopstock LA. Reference Values for DXA-Derived Visceral Adipose Tissue in Adults 40 Years and Older from a European Population: The Tromsø Study 2015-2016. J Obes. 2021.			
	Hombres y mujeres 40 a 84 años (80% tenía 60 años o más)	VAT <i>índice</i> ,	≥0.44	≥0.55				
		%, VAT	≥40.3	≥61.2				
Meredith-Jones et al (43) 2020 Reino Unido	GE Lunar Prodigy DXA Hombres y mujeres 18-66 años	VAT (g) (Riesgo cardiometabólico incrementado ≥40 años)	≥ 800	≥ 1200	Meredith-Jones K, Taylor R, Brown R, Cooke R, Vlietstra L, Manning P, et al. Age- and sex-specific visceral fat reference cutoffs and their association with cardio-metabolic risk. J Obes 2021 45:808–17			
Ofenheimer et al (41) 2020 Austria	GE Lunar Prodigy DXA Hombres y mujeres de 18 a 81 años	VAT (g)	p 90	p 97	p 90	p 97	Ofenheimer, A., Breyer-Kohansal, R., Hartl, S., Burghuber... Reference values of body composition parameters and visceral adipose tissue (VAT) by DXA in adults aged 18–81 years-results from the LEAD cohort. 2020. Eur J Clin Nutr, 74(8), 1181–1191.	
			60 años	1568	1808	2976.1		3713.9
			65 años	1630	1878	3105.7		3820.5
			70 años	1645	1894	3207.1		3897.3
			75 años	1634	1876	3344.0		4037.7
			80 años	1614	1848	3530.3		4254.7
* Swainson et al(44) 2020 Reino unido	Lunar iDXA Hombres, mujeres y atletas de 18 a 83 años	VAT (g)	p 97.5	p 99	p 97.5	p95.5	Swainson MG, Batterham AM, Hind K. Age- and sex-specific reference intervals for visceral fat mass in adults. Int J Obes (Lond) . 2020 Feb 1; 44(2):289–96.	
			60 años	2956	3665	6246		7955
			65 años	3027	3747	5960		7443
			70 años	2941	3647	5241		6403
			75 años	2686	3350	4200		5009
			80 años	2276	2867			

Tabla 2 Valores de referencia para el VAT en personas mayores de 60 años
(Continuación)

Spadaccini <i>et al</i> (40) 2020 Italia	GE Lunar Prodigy DXA		p75	p90	p75	p90	Spadaccini D, Perna S, Peroni G... DXA-Derived Visceral Adipose Tissue (VAT) in Elderly: Percentiles of Reference for Gender and Association with Metabolic Outcomes. Life. 2020. 10(9):1-15
	Hombres y mujeres de 65 a 100 años (80.9 ±7.5)	VAT (cm ³)	1178	2277	1769	3048	

En 2019, de Santana *et al* (39) publicaron un estudio en el que se evaluaron medidas de composición corporal que incluyeron masa, volumen y área del VAT, mediante DXA en 839 adultos mayores de 65 años residentes en Brasil. En la *Tabla 1* se muestra un resumen de los resultados (media y desviación estándar) concernientes al VAT. Los autores clasificaron a los sujetos en dos grupos: los que murieron durante el estudio y los que sobrevivieron al final. Los hombres que fallecieron durante el estudio tenían una mayor cantidad de VAT que los que sobrevivieron, por lo que la masa (g) de VAT se correlacionó directamente con la mortalidad en hombres mayores. En las mujeres ocurrió lo contrario, aquellas que fallecieron tenían una masa de VAT menor que las que sobrevivieron.

En Italia, Spadaccini *et al* (40) realizaron, en 2020, un estudio en personas de edad avanzada (de 65 a 100 años, edad media de 80.9 ±7.5) donde se midieron los depósitos de VAT mediante DXA. Los autores también presentan valores percentilares de referencia por sexo (p5, p25, p50, p75 y p95) para esta población. En la *Tabla 2* se pueden ver los valores de los percentiles 70 y 95 para el volumen del VAT (cm³) y en la *Tabla 1* los datos descriptivos de la masa VAT expresada en gramos.

En 2020 Ofenheimer *et al* (41) publicaron medidas de adiposidad visceral y valores de referencia (p3, p10, p50 p90 y p91), estratificados por grupos de edad (18 a 81 años) y sexo, derivados de un gran estudio longitudinal en población austriaca. En la *Tabla 1* se

muestran las medias y desviaciones estándar (DE) de masa (g) de VAT en adultos mayores de 60 años y en la *Tabla 2* los límites de referencia (p90 y p97) propuestos por estos autores.

Lundblad *et al* (42) propusieron valores de referencia y valores umbrales únicos para población europea mayor de 40 años en 2021. Cabe señalar que más del 80% de los participantes de este estudio tenían más de 60 años, por lo que fue incluido en esta revisión. En la *Tabla 1* se muestra un resumen de los resultados obtenidos para los tres indicadores que ellos utilizaron (masa en gramos, VAT_{index}, y % de VAT). En la *Tabla 2* se muestran los límites de referencia propuestos para población europea de 40 a 84 años.

En Reino Unido, Meredith-Jones *et al* (36) estudiaron la masa del VAT como predictor de niveles elevados de lípidos en sangre y presión arterial, con lo cual pudieron calcular que una masa igual o superior a 800 g en mujeres y a 1200 g en hombres se asociaba con estos factores de riesgo cardiometabólico (*Tabla 2*). Por su parte, Swainson *et al* (37) desarrollaron intervalos de referencia para esta población. En la *Tabla 2* se presentan las medianas de VAT (g) para los percentiles p97.5 y p99. No se incluyeron valores descriptivos debido a que estos datos no se estratificaron por edad.

Es importante mencionar que la literatura revisada señala que dichos valores son aplicables únicamente en sujetos similares a la población de estudio y cuando se utiliza el mismo dispositivo y protocolo de estimación. La falta de valores de referencia para el VAT es un aspecto que se debe considerar en investigaciones futuras. Hasta donde se sabe, el presente estudio es el primero en reportar valores absolutos de VAT estimado por DXA en adultas mayores mexicanas que tienen un estilo de vida activo.

3. Marco teórico

El tejido adiposo (AT, del inglés *Adipose Tissue*) ha sido descrito como un órgano endocrino que desempeña un papel fundamental en la homeostasis metabólica (45).

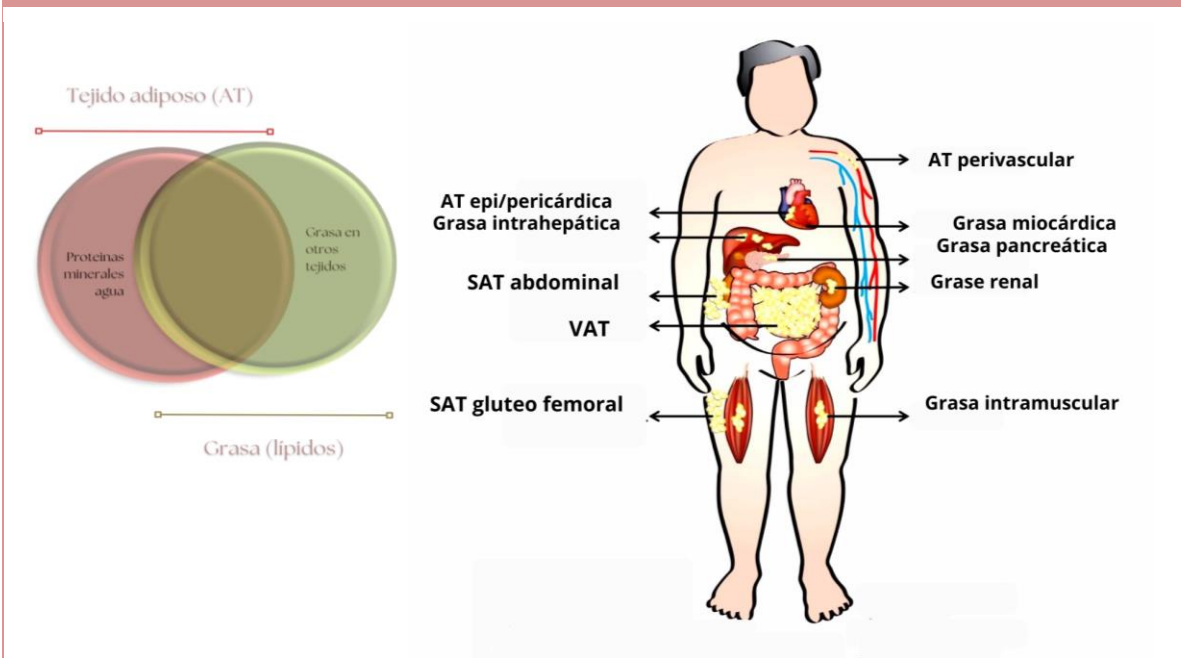
El AT se distribuye en múltiples depósitos en todo el cuerpo, en los que desempeña diversas funciones altamente especializadas (46). Se ha demostrado que existe una relación entre la distribución de la grasa en determinados depósitos con la aparición de enfermedades metabólicas que conllevan a una disminución de la esperanza de vida, los más perjudiciales son los que se localizan en la parte central y superior del cuerpo (47). Cada vez hay más evidencia que sugiere que la medición del VAT es un marcador de riesgo independiente de morbilidad y mortalidad cardiovascular y metabólica (48,49).

3.1 Generalidades del tejido adiposo

Coloquialmente, al AT se le suele llamar “grasa”, sin embargo, es importante señalar que se trata de componentes distintos (50,51). La grasa se encuentra principalmente en el AT, pero también está presente en otros tejidos, especialmente en condiciones patológicas como en la obesidad (*Fig 1*). Para fines de esta investigación, los términos “grasa” y “tejido adiposo” se utilizarán indistintamente.

Desde el punto de vista histológico, el AT es un tejido conectivo laxo compuesto principalmente por células almacenadoras de grasa denominadas adipocitos (47), pero también están presentes otros tipos celulares, incluidos los preadipocitos, fibroblastos, células inmunitarias (macrófagos, leucocitos, eosinófilos, células T, entre otros), células endoteliales, células nerviosas y células vasculares que interactúan entre sí, contribuyendo a las funciones principales de cada depósito (52).

Fig. 1 Sitios de localización del tejido adiposo y grasa en individuo con obesidad



AT tejido adiposo; SAT tejido adiposo subcutáneo; VAT tejido adiposo visceral

Izquierda: Se muestra la relación entre el AT y la grasa (lípidos). El AT está formado principalmente por grasa (66 a >80%) pero también por agua, proteínas y minerales (20%). La grasa se almacena principalmente en el AT, pero también puede estar presente en otros tejidos.

Fuente: traducido y adaptado del estudio de Shen *et al*, referencia (50)

Derecha: Se muestran algunos depósitos de AT y sitios donde la grasa suele acumularse de forma ectópica en individuos con obesidad.

Fuente: imagen traducida del artículo de Bastien *et al*, referencia (53)

Una de las principales funciones del AT es actuar como reservorio de energía, ya que puede almacenar el excedente energético de la ingesta dietética a través del proceso de **lipogénesis** y liberarlo gradualmente durante el ayuno mediante la **lipogenólisis** (52). Por lo tanto, se podría decir que el AT modula el metabolismo sistémico mediante la absorción de glucosa y ácidos grasos (FA, del inglés *fatty acid*), pero también lo hace y mediante la secreción de moléculas bioactivas (52,54). El AT se encuentra altamente vascularizado e innervado, la presencia de varios capilares le permite liberar un gran número de citoquinas

(hormonas, proteínas de la matriz extracelular, factores vasoactivos y de crecimiento), que influyen en una variedad de procesos fisiológicos y fisiopatológicos (47,54). Dichas citoquinas se sintetizan dentro de los propios adipocitos del AT, por lo que reciben el nombre de adipoquinas.

Generalmente, una vez concluidas las etapas de desarrollo, el AT se expande mediante procesos de hipertrofia de células ya existentes. Sin embargo, cuando responde al exceso de energía, también tienen lugar procesos de hiperplasia en sujetos con obesidad (51). De hecho, el número de adipocitos puede aumentar hasta cinco veces con respecto al número original determinado después de la adolescencia (55).

3.2 Clasificación del tejido adiposo

En esta sección se abordará la definición clásica del AT basada en las características morfológicas de sus células más abundantes (adipocitos) y, posteriormente, se describirán los compartimientos anatómicos de AT más relevantes para el estudio de la composición corporal (subcutáneo y visceral) ya que, como se mencionó anteriormente, dependiendo de su ubicación, los depósitos de AT presentan propiedades y funciones distintas.

3.2.1 Clasificación del tejido adiposo por su función biológica

Tradicionalmente, se distinguen dos principales tipos de AT con diferencias bioquímicas y morfológicas bien establecidas (*Fig 2*): el **tejido adiposo marrón** (BAT, del inglés, *Brown adipose tissue*) y el **tejido adiposo blanco** (WAT, del inglés *White adipose tissue*) (56). Existe un tercer tipo de AT, denominado beige o “*brite*”, que presenta características de ambos (57).

3.2.1.1 Tejido adiposo marrón

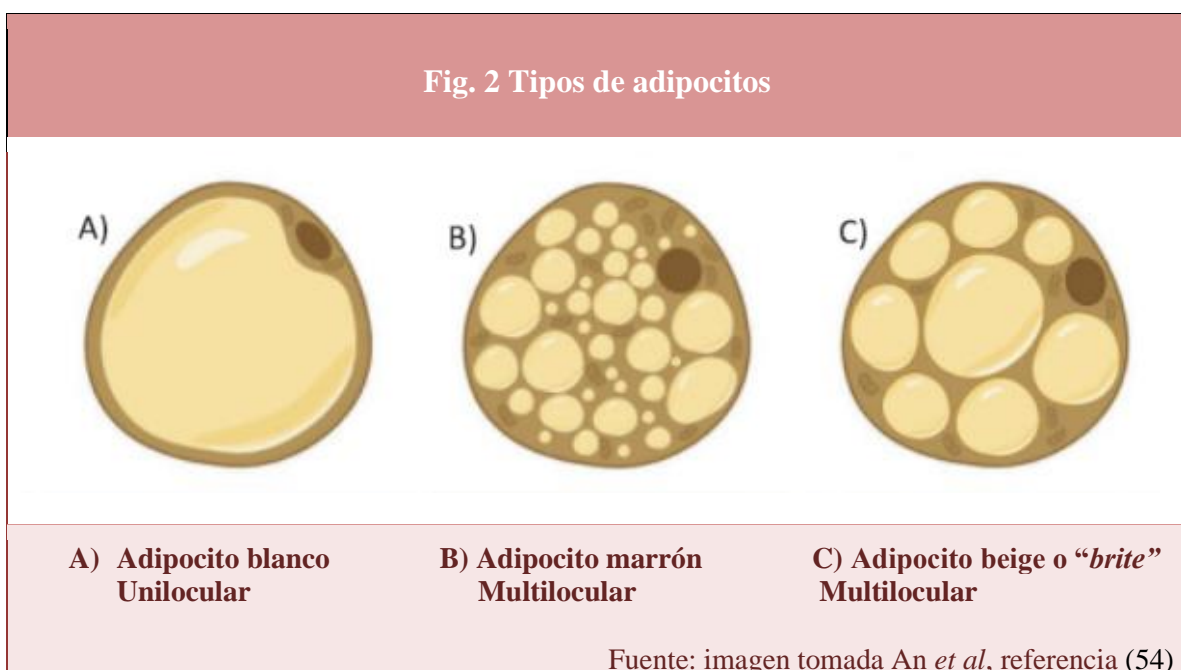
El BAT, también llamado *grasa parda* o **multilocular**, se caracteriza por presentar adipocitos con un gran núcleo central, amplio citoplasma y muchas mitocondrias redondeadas con crestas muy juntas y bien desarrolladas. Los citocromos presentes en sus numerosas mitocondrias, les confieren el color rojizo oscuro característico (51). Los FA presentes en los adipocitos marrones se usan directamente por el tejido en el que están almacenados, pero, en situaciones críticas, también pueden ser movilizados y utilizados por otros tejidos (17).

Los adipocitos marrones cumplen una función termorreguladora, que se logra a través de la proteína desacoplante 1 (UCP-1 del inglés: *Uncoupling protein one*) ubicada dentro de las mitocondrias (57). Esta proteína permite que, en la cadena de transporte de electrones, la energía se disipe en forma de calor en lugar de producir ATP. Esta propiedad es especialmente importante para los bebés, por lo que el BAT puede representar hasta el 5% del peso corporal al nacer, y se localiza principalmente entre las escápulas, en las axilas, en la nuca y alrededor de los grandes vasos del tronco. Durante el primer año de vida, la mayor parte del BAT se transforma en AT blanco o beige (17). Anteriormente, se pensaba que el BAT desaparecía por completo en la adultez, pero los estudios con tomografía por emisión de positrones (PET/CT) han demostrado que hay adipocitos marrones dispersos la parte inferior del cuello y en las áreas supraclaviculares (52). Se estima, que por cada 100-200 adipocitos blancos, existe uno marrón en individuos delgados en la región visceral (51).

3.2.1.2 Tejido adiposo blanco

Es el tipo de AT más abundante en el cuerpo y el lugar donde se almacena la mayor cantidad de exceso de calorías consumidas. Cabe mencionar que se trata de un tejido heterogéneo y que sus diferentes localizaciones determinan su identidad metabólica y funcional (47). La presencia de estímulos ambientales, como la exposición al frío o el ejercicio intenso, puede conducir a un aumento de la actividad termogénica del AT beige (pardeamiento), mientras que un balance energético positivo, con el subsecuente aumento de la GC y la necesidad de sitios para su almacenamiento, facilitaría la conversión de AT beige en WAT (blanqueamiento) (58).

Los adipocitos blancos, a diferencia de los marrones y los beige, suelen ser de gran tamaño (pueden tener un diámetro superior a las 100 micras), tienen un núcleo más pequeño, pocas mitocondrias y presentan escasa vascularización e inervación (17). Se le suele llamar unilocular porque los lípidos se almacenan en una sola gota de gran tamaño que desplaza los organelos hacia la periferia (*Fig 2*).



El WAT controla una amplia variedad de procesos metabólicos y homeostáticos. Las principales funciones del WAT se pueden resumir de la siguiente manera:

- Sintetizar lípidos a partir de excedentes de hidratos de carbono o proteínas
- Responder a estímulos hormonales y nerviosos
- Secretar hormonas (leptina, adiponectina, resistina, entre otras)
- Actuar como reservorio de energía
- Amortiguar y sostener órganos (p. ej. los de las órbitas oculares o en la zona glútea o alrededor de los riñones)

En los niños, el WAT se distribuye uniformemente alrededor del cuerpo en una capa fina. En la adultez, este tejido tiende a acumularse en ciertas zonas (*ver apartado 3.3*), de modo que se puede distinguir entre dos compartimentos principales: el tejido adiposo subcutáneo (SAT, del inglés *subcutaneous adipose tissue*) y el tejido adiposo visceral (VAT).

3.2.2 Clasificación del tejido corporal y regional

La principal limitación de la clasificación anatómica tradicional es que no incluye otros depósitos, por ejemplo, el AT intramuscular o el AT de la médula ósea. Por este motivo, en 2003, Shen *et al* (50) propusieron una clasificación del AT corporal total que es capaz de distinguir entre regiones (incluso aquellas más discretas) y sus las propiedades funcionales (*Tabla 3*).

Tabla 3 Clasificación del tejido adiposo propuesta por Shen y cols. (2003)

Compartimiento de AT	Definición
AT total	Suma de tejido adiposo, excepto el de la médula ósea y el AT en la cabeza, las manos y los pies.
AT subcutáneo	Capa que se encuentra entre la dermis y las aponeurosis y fascias de los músculos. Incluye tejido adiposo mamario
AT subcutáneo superficial	Capa que se encuentra entre la piel y un plano fascial en la parte inferior del tronco y en la zona glúteo-muslo.
AT subcutáneo profundo	Capa que se encuentra entre la fascia muscular y un plano fascial en la parte inferior del tronco y en las áreas de los glúteos y los muslos.
AT interno	Tejido adiposo total menos tejido adiposo subcutáneo.
AT visceral	Tejido adiposo dentro del tórax, el abdomen y la pelvis.
AT interno no visceral	Tejido adiposo interno menos tejido adiposo visceral.
AT intramuscular	Tejido adiposo dentro de un músculo (entre fascículos).
AT perimuscular	Tejido adiposo dentro de la fascia muscular (fascia profunda), excluyendo el tejido adiposo intramuscular.
AT intermuscular	Tejido adiposo entre los músculos.
AT adiposo paraosseal	Tejido adiposo en la interfase entre el músculo y el hueso (p. ej., paravertebral).
Otro AT no visceral	Tejido adiposo orbitario; Tejido adiposo aberrante asociado con condiciones patológicas (p. ej., lipoma).

AT: tejido adiposo. El tejido adiposo visceral entraría en la categoría de tejido adiposo interno, diferenciándose de otros componentes no viscerales.

Fuente: Traducido y adaptado del estudio de Shen *et al*, referencia (50)

3.2.2.1 Tejido adiposo subcutáneo (SAT)

El SAT es el tipo de WAT más abundante en el cuerpo (alrededor del 80%), pero es poco activo metabólicamente. El SAT del tronco inferior y de la región glúteo-femoral presenta un plano fascial delgado que lo divide en dos porciones (50):

- **tejido adiposo subcutáneo superficial:** se distribuye de manera uniforme alrededor de la circunferencia del abdomen: Este tipo de SAT ha sido asociado con efectos protectores sobre la homeostasis energética
- **tejido adiposo subcutáneo profundo:** se concentra en la mitad posterior

Existen diferencias morfológicas y fisiológicas entre ambos tipos de SAT, el primero tiene una función amortiguadora y sirve como aislante térmico, mientras que el segundo puede llegar a ser tan metabólicamente activo como el VAT.

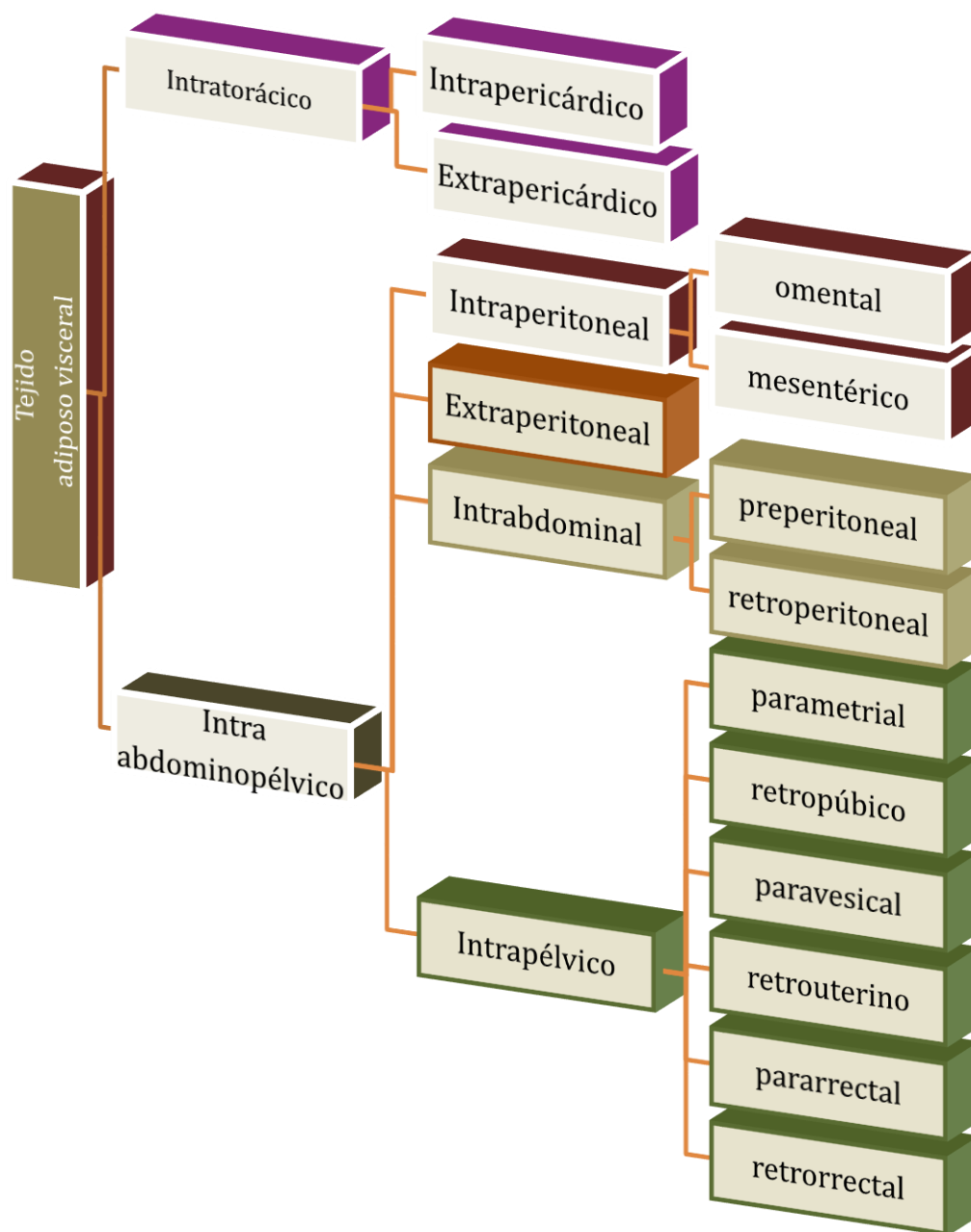
3.2.2.2 Tejido adiposo visceral (VAT)

El VAT, aunque es menos abundante que el SAT (5-10% de la cantidad corporal total), es metabólicamente más activo, por lo que tiene mayor correlación con diversas patologías (*ver apartado 3.4*). En la literatura, era bastante común encontrarlo como tejido adiposo intraperitoneal y subdividirlo en mesentérico y omental (*Tabla 3*).

La palabra “víscera” se refiere a los órganos alojados en las cavidades corporales (intratorácica, intraabdominal e intrapélvica). La mayoría de los investigadores informan que el VAT corresponde al AT abdominal, o bien, a la suma del AT de las cavidades intrabdominal e Intrapélvica (50).

Tanto el SAT como el VAT se correlacionan con el riesgo metabólico, sin embargo, se ha demostrado que la adiposidad visceral está fuertemente relacionada con la inflamación crónica de bajo grado y una función metabólica perjudicial (20).

Fig. 3 Clasificación del tejido adiposo visceral



El tejido adiposo visceral (VAT) es un subtipo de tejido adiposo interno. Puesto que en el cuerpo humano existen tres cavidades viscerales, es razonable distinguirlo a partir de ellas. Aunque algunos autores sugieren que los depósitos de VAT intrabdominal e intrepélvico deben estudiarse juntos. A su vez, el VAT puede subclasificarse en zonas o recibir la denominación del órgano adyacente.

Fuente: adaptado del estudio de Shen *et al*, referencia (50)

3.3 Factores que intervienen en la distribución del tejido adiposo y del VAT

Muchos factores como la edad, el sexo, el origen étnico, el genotipo, el estado de salud, el perfil hormonal, la dieta, el nivel de actividad física, el nivel de estrés, el consumo de medicamentos, nicotina o alcohol influyen en la composición corporal. A continuación, se describirán los principales factores que afectan la cantidad de AT corporal total y su distribución regional, con especial énfasis en aquellos que tienen un mayor efecto sobre el VAT.

3.3.1 Edad

En los recién nacidos, la GC es del 14-16% y, como se mencionó anteriormente, hasta el 5% de su peso puede estar constituido por BAT (17). En los niños y niñas con peso saludable, el WAT generalmente se distribuye de manera uniforme en el depósito subcutáneo (51). Existe mucha variabilidad y pocos estudios que han cuantificado el aumento de AT subcutáneo y visceral durante la infancia, pero se sabe que el tejido adiposo intrabdominal (visceral) aumenta significativamente en la pubertad, principalmente en niños, mientras que el SAT aumenta considerablemente en niñas, especialmente en la región glúteo-femoral (alrededor de las caderas y los muslos) y en las glándulas mamarias (59).

Tanto el IMC como el %GC aumentan progresivamente en la edad reproductiva (alrededor de %2 al %5), en cambio, a partir de los 60 años, estas medidas se estabilizan o comienzan a disminuir (60). Sin embargo, el AT puede estar distribuido de forma variable entre individuos con el mismo IMC. Además de la edad, el origen étnico puede ser un factor determinante de la distribución de la grasa corporal (61). En la *Fig. 4* se presenta una ilustración de los principales tipos de distribución del AT en humanos.

Fig. 4 Tipos de distribución de la grasa regional



Tren inferior: almacenamiento de grasa alrededor de los glúteos, las caderas y los muslos.
Subcutánea abdominal: almacenamiento de grasa subcutánea alrededor del estómago y el tórax.
Cobertura general: acumulación de grasa en brazos, mama, muslos, glúteos, zona lumbar y mama.
Visceral: depósito de grasa intraabdominal entre órganos como los intestinos, el estómago, el hígado y el páncreas, que se asocia con consecuencias para la salud.

Fuente: Traducido del estudio de Foster *et al*, referencia (62)

3.3.2 Sexo

Las diferencias sexuales, tanto en la cantidad total como en la distribución regional de la GC, han sido demostradas en estudios observacionales de gran representatividad (60,61,63,64). En general, se asume que las mujeres presentan un %GC mayor que los hombres (*Tabla 4*) y una distribución de AT predominantemente subcutánea en la parte inferior del cuerpo (*Fig 4*).

Tabla 4 Porcentaje de grasa corporal en hombres y mujeres

	Bajo	Normal	Sobrepeso	Obesidad
Hombres (%)	<11	Entre 11 y 20.9	Entre 21 y 24.9	≥25
Mujeres (%)	<15	Entre 15 y 25.9	Entre 26,0 a 31,9	≥32

Fuente: Adaptado de Forbes G, 1987, referencia (65)

Como referencia, un hombre de 70 kg tiene alrededor de 15 kg de AT, lo que representa 21% de la masa corporal. Sin embargo, los hombres presentan en promedio cantidades de masa grasa androide mayor que las mujeres (60). En otras palabras, los hombres tienden a acumular grasa en la región abdominal (61,63) en el compartimento visceral en todos los grupos de edad (20,43,44) . Incluso, en adultos jóvenes y sanos, se ha encontrado que los hombres tienen en promedio dos veces más VAT que las mujeres (64).

En sujetos de mayor edad, esta diferencia suele persistir, aunque de forma más atenuada. Esto puede deberse a cambios hormonales específicos relativos al sexo que con el envejecimiento conducen a mayores cantidades de acumulación de grasa visceral.

3.3.2.1 Influencia de las hormonas sexuales

Como se ha mencionado, las mujeres suelen tener mayor cantidad de SAT que los hombres, almacenado preferentemente en el depósito glúteo-femoral. Sin embargo, durante el climaterio ocurren cambios en la composición corporal de la mujer que favorecen el aumento del peso y la redistribución del AT (66). Esto se debe a que la distribución de la grasa también está influenciada por las concentraciones de estrógenos y testosterona.

Los esteroides sexuales juegan un papel central en la diferenciación, proliferación y desarrollo de los adipocitos, ya sea directamente, o indirectamente a través de la modulación de la respuesta a otras hormonas, incluyendo catecolaminas e insulina (67). El AT abdominal en hombres se caracteriza por una mayor hipertrofia de los adipocitos, mientras que las mujeres muestran mayor hiperplasia del SAT en la parte inferior del cuerpo (55). Este efecto está mediado por los receptores de estrógenos presentes en los adipocitos del SAT femenino, el cual promueve la proliferación, mientras que la testosterona la disminuye.

En un estudio longitudinal en mujeres de mediana edad, Lovejoy *et al* (68) encontraron que el VAT empezó a aumentar inclusive 4 años antes de la menopausia, al mismo tiempo que el estradiol circulante disminuía y que la hormona folículo estimulante (FSH) sérica aumentaba. En otro estudio en el que participaron mujeres mexicanas de 40 a 55 años (69), se encontró que aquellas que habían atravesado por la menopausia tenían concentraciones de lípidos plasmáticos (colesterol total y LDL) y valores de VAT más altos que las premenopáusicas con el mismo IMC, por lo que se concluyó que el incremento de VAT en esta etapa es independiente del aumento de peso corporal en mujeres de mediana edad.

3.3.4 Actividad física y ejercicio

En el estudio de Lovejoy, también se observó una disminución de la actividad física que se acompañó de la disminución del gasto energético y de la oxidación de los FA (68). Por lo tanto, las intervenciones sobre el estilo de vida continúan siendo la estrategia más viable para reducir el impacto negativo del aumento de VAT asociado a la edad.

La OMS define la actividad física como “cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía” (70). Tomando en

cuenta esta definición, cualquier actividad que implique movimiento e involucre un gasto energético mayor al del estado en reposo hace referencia a actividad física, incluidos los momentos de ocio o las actividades ocupacionales de las personas. Si bien, la actividad física, tanto moderada como intensa, mejora la salud, es importante diferenciarla del ejercicio físico estructurado. En la *tabla 5* se muestran las recomendaciones de actividad física para adultos y adultos mayores. Para mejorar la funcionalidad física y prevenir caídas, en estos últimos, se recomienda incorporar actividad física variada y multicomponente, que enfatice el equilibrio funcional y el entrenamiento de fuerza a intensidad moderada o mayor, tres o más días a la semana.

Tabla 5 Recomendaciones de actividad física	
Tipo de actividad	Recomendación semanal
Actividad física aeróbica de intensidad moderada	150 a \geq 300 minutos
Actividad física aeróbica de alta intensidad	75 a \geq 150 minutos
Actividades de fortalecimiento muscular a intensidad moderada o mayor que involucren todos los grupos musculares	\geq 2 días
Fuente: elaboración con base en la Organización Mundial de la Salud (70)	

Muchos autores han analizado el efecto de diferentes modalidades de ejercicio sobre el VAT. En sujetos con sobrepeso y obesidad, el ejercicio aeróbico de moderado a intenso parece ser más efectivo que el ejercicio de baja intensidad o el ejercicio de fuerza (71,72). La evidencia reciente resalta el hecho de que el ejercicio puede inducir una disminución del

VAT aún en ausencia de pérdida de peso (p. ej. con una dieta hipocalórica), pero que dicho efecto es dependiente de la dosis (73).

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) es otra estrategia eficaz para disminuir los depósitos de masa grasa, incluidos los de la masa grasa abdominal y visceral, (74), incluso en mujeres pre y perimenopausicas (75).

Es importante señalar, que la evidencia reunida hasta el momento señala que el ejercicio se asocia con la reducción del VAT con o sin pérdida de peso y tiene beneficios adicionales como la conservación de la masa muscular (76). No obstante, los estudios en AM son escasos. Un estudio chileno (77) comprobó que las mujeres de entre 60 a 75 años que eran físicamente activas presentaban valores antropométricos, que se correlacionan bien con la adiposidad visceral (IMC y CC), menores que las que eran físicamente inactivas. En este estudio se categorizó a un sujeto (mujer) como físicamente activo si realizaba al menos 20 minutos de actividad física de alta intensidad, 3 veces por semana o al menos 30 minutos de actividad física de moderada intensidad, 3 a 5 veces por semana por un tiempo mínimo de 6 meses.

3.3.5 Alimentación

El aumento en la ingesta dietética de grasas saturadas, disminución de proteínas y fibra se relaciona con un aumento en la acumulación de VAT (68). Las intervenciones sobre el estilo de vida que inducen un balance energético negativo continúan siendo la estrategia de elección para reducir la grasa almacenada en este compartimiento (76). Este balance energético negativo se puede lograr a partir del aumento del gasto energético por ejercicio (o actividad física) o con una reducción de las calorías diarias consumidas (dieta hipocalórica). Se han estudiado diversos enfoques dietéticos y su impacto en la adiposidad visceral.

Algunas investigaciones han demostrado que las comidas densas en nutrientes (reducción de azúcar y sodio y aumento de proteínas y fibra), restringidas en calorías y espaciadas uniformemente a lo largo del día (alrededor de cuatro tiempos de comida por día) que proporcionan de 20 a 40 g de proteína producen una pérdida significativa de peso, masa grasa y grasa visceral al tiempo que minimizan la pérdida de músculo (78,79).

Por otra parte, se sabe que el consumo excesivo de alimentos ricos en carbohidratos, combinado con patrones alimentarios occidentales, contribuye al aumento de la incidencia del síndrome metabólico. En ensayos aleatorizados se ha demostrado que la alimentación restringida en el tiempo, mejor conocida como “ayuno intermitente”, con o sin dieta baja en carbohidratos es útil para reducir la grasa visceral y mejora el síndrome metabólico (80).

3.4 Fisiopatología de la adiposidad visceral

La deposición anormalmente alta de VAT es conocida como **obesidad visceral** o central (VO, del inglés *Visceral Obesity*). Nuevas investigaciones han reportado la asociación entre el VAT y diversas manifestaciones de problemas de salud, como colitis, cáncer, pancreatitis, depresión y enfermedades coronarias y hepáticas, en adultos de mediana edad y AM (81). Además, un estudio aleatorizado reciente (82) demostró que la acumulación anormal de VAT aumenta el riesgo de susceptibilidad, hospitalización y severidad del COVID 19. Lo anterior se puede explicar a través de varios mecanismos que se describirán a continuación.

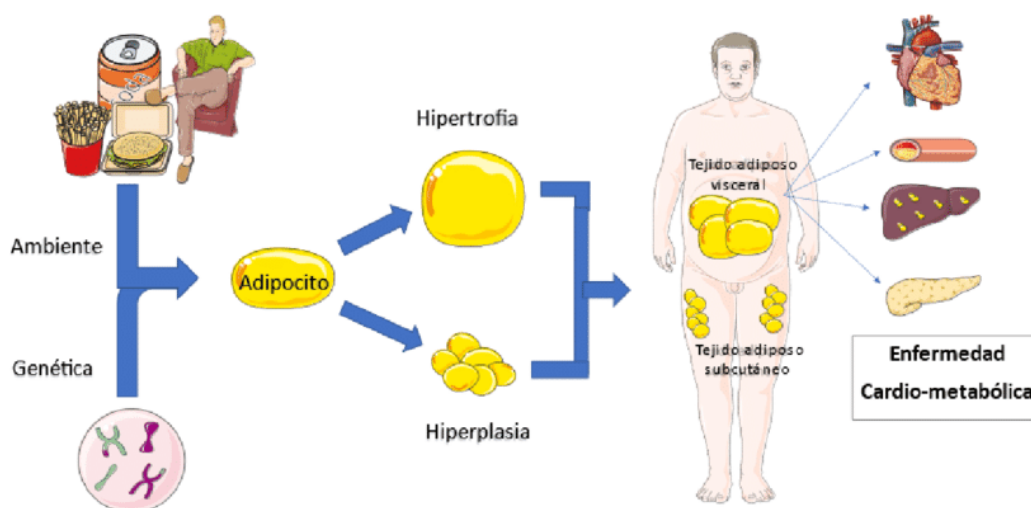
3.4.1 Lipotoxicidad

A diferencia del SAT, el VAT se caracteriza por adipocitos de mayor tamaño poco sensibles a la insulina. Como se mencionó en el apartado 3.2, estos se expanden mediante

procesos de hipertrofia, por lo que su capacidad para almacenar FA es limitada. Por otra parte, el SAT es capaz de adaptarse al balance energético positivo expandiéndose mediante procesos de hiperplasia. Esto se traduce en una mayor liberación de FA libres en el VAT que no ocurre en el SAT (Fig. 5). Sin embargo, cuando existe disfunción en el SAT, también puede haber un exceso de VAT y depósito de grasa ectópica (53).

La liberación de ácidos grasos del VAT se drenan hacia la vena porta que va directo al hígado (62,81)

Fig. 5 Mecanismos de expansión del tejido adiposo



Ante un balance energético positivo (una dieta hipercalórica, rica en carbohidratos simples y grasas saturadas acompañada de sedentarismo), el SAT responde generando nuevos adipocitos para poder almacenar el exceso de energía. Sin embargo, la capacidad hiperplásica del VAT es limitada, por lo que se produce un proceso de hipertrofia hasta que, eventualmente, los ácidos grasos se desbordan y se liberan hacia la circulación portal, dando como resultado depósitos de grasa ectópica en el hígado y otros órganos. Este fenómeno recibe el nombre de “lipotoxicidad”

Fuente: Imagen extraída del estudio de Nieto *et al*, referencia (9)

La exposición crónica del hígado a concentraciones elevadas de FA libres promueve la gluconeogénesis hepática, ya que proporcionan una fuente continua de energía y sustrato; también reduce las enzimas implicadas en la oxidación de los ácidos grasos lo que produce

un aumento del almacenamiento y síntesis de TG en el hígado. Además, se disminuye degradación de la insulina hepática lo que provoca hiperinsulinemia sistémica y resistencia hepática a la insulina (62). Todo lo anterior ayuda a entender, al menos en parte, la relación entre la VO y la DMT2.

3.4.2 Hipoxia intracelular

Cuando los adipocitos se expanden (ya sea por hipertrofia o por hiperplasia) también hay un aumento en la demanda de oxígeno, lo que promueve la angiogénesis (18). El VAT se caracteriza por una capacidad limitada para generar nuevos vasos sanguíneos, lo que conlleva a bajas concentraciones tisulares y celulares de oxígeno (hipoxia) que contribuye a la disfunción de varios organelos como el retículo endoplasmático o las mitocondrias. Esto a su vez promueve la disfunción de los órganos y la respuesta inflamatoria.

3.4.3 Inflamación

La obesidad se asocia con un proceso inflamatorio crónico de baja intensidad, ya que existe un aumento de los niveles circulantes de citoquinas proinflamatorias como TNF- α e IL6 (ambas secretadas por el AT) y de proteínas de la fase aguda como la proteína C reactiva (83).

Como se mencionó en el apartado 3.1, el AT no es un tejido homogéneo y, además de adipocitos, también está compuesto por células inmunitarias que regulan la respuesta inflamatoria. Las citoquinas proinflamatorias son secretadas por expansión adipocitaria hipertrófica (propia del VAT) contribuyendo al desarrollo de enfermedad cardiometabólica debido a una respuesta endotelial vascular en el plasma y la transformación de macrófagos M2 (antiinflamatorios) a M2 (proinflamatorios) (9,53).

Por otra parte, la disfunción mitocondrial conlleva una sobreproducción de especies reactivas de oxígeno que, a su vez, incrementa en la producción de citoquinas inflamatorias (83).

3.4.4 Resistencia a la insulina

El término lipotoxicidad hace referencia a los efectos deletéreos del exceso de los FA y la acumulación de la grasa ectópica (ver apartado 3.4.1) que provocan muerte celular (apoptosis) o disfunción orgánica. Originalmente, el término se utilizó para describir los efectos destructivos de la acumulación excesiva de grasa en el metabolismo de la glucosa, pero también causa deficiencias funcionales en varias vías metabólicas, tanto en el tejido adiposo como en los órganos periféricos, como el hígado, el corazón, el páncreas y los músculos (84).

Las células β -pancreáticas responden de forma bifásica a la acumulación anormal de lípidos. En primera instancia, se produce una proliferación de las células β en los islotes que se traduce en un aumento de la secreción de insulina; esta combinación de cambios provee la producción de insulina suficiente para mantener los niveles de glucosa estables. En un segundo estadio, las células β cargadas de lípidos desarrollan alteraciones mitocondriales graves con daño en el ADN que excede a la capacidad de los mecanismos reparadores, como consecuencia aumenta la tasa de apoptosis rebasando la tasa de replicación con pérdida neta de células β , y con un declive en la producción de insulina (85).

Por otro lado, las adipocinas proinflamatorias secretadas por los macrófagos presentes en el AT, y en mayor cantidad por el VAT (TNF α , IL-6), inhiben la señalización de la insulina y causan resistencia a esta hormona (84).

Además de su evidente asociación con la DMT2, la resistencia a la insulina y la inflamación crónica de bajo grado están muy relacionadas con las patologías de sistema cardiovascular. Los mecanismos moleculares que explican esta asociación son complejos, pero, en síntesis, se sabe que la resistencia a la insulina y la inflamación producen disfunción endotelial que conduce a la aparición y desarrollo de aterosclerosis (86).

3.4.5 Papel del tejido adiposo visceral en el envejecimiento

Como se describió anteriormente, la obesidad abdominal-visceral es un factor de riesgo importante para enfermedades relacionadas con la edad que disminuyen la esperanza de vida, como la resistencia a la insulina, la DMT2, las enfermedades cardiovasculares, los accidentes cerebrovasculares, el síndrome metabólico y la muerte; así como a varios tipos de cáncer, incluidos los cánceres de próstata, mama, hígado, riñón, colon, ovario y endometrio. Sin embargo, los riesgos de la obesidad abdominal no solo se limitan a los trastornos metabólicos, sino también al deterioro cognitivo, la enfermedad de Alzheimer y la discapacidad (87).

Por diversos motivos, los AM realizan menos actividad física y tienen un gasto energético basal menor que las personas jóvenes, esto puede contribuir a la acumulación excesiva de VAT, la cual es un sello distintivo del envejecimiento en humanos, ya que se debe principalmente a desequilibrio a largo plazo en la ingesta y el gasto de energía. En el siguiente apartado se describen los principales métodos medir este compartimiento.

3.5 Cuantificación del VAT como parte de un estudio de composición corporal

Para determinar la cantidad existente de VAT, generalmente es necesario realizar un análisis de la composición corporal del individuo. Esto se logra a través de técnicas y procedimientos

cada vez más diversos (88,89). El conocimiento de estas técnicas es importante para los profesionales de la salud, quienes deben considerar las ventajas y desventajas a la hora de elegir la más acorde con las necesidades del paciente, ya que los cambios medidos en la composición corporal están muy relacionados con el estado de salud del sujeto y del aumento o la disminución del riesgo de desarrollar enfermedades crónico-degenerativas (90). Los métodos utilizados para conocer la composición corporal en humanos se clasifican en: **métodos directos, indirectos y doblemente indirectos** (65).

El método directo es la disección de cadáveres (91,92). Los métodos indirectos comprenden varias técnicas, tales como resonancia magnética nuclear (MRI), tomografía computarizada (CT), DXA y pletismografía por desplazamiento de aire (Bod-Pod) (93,94). Entre los métodos doblemente indirectos se destacan la antropometría y la impedancia bioeléctrica (BIA) (95).

La medición del tejido adiposo (tanto visceral como subcutáneo), a través de métodos indirectos, se puede cuantificar o estimar en términos absolutos en las siguientes magnitudes físicas:

- **Área:** Es la cantidad de VAT o SAT reportada en términos de superficie que se expresa en centímetros cuadrados (cm^2). Involucra dos dimensiones.
- **Volumen:** Es la cantidad de VAT o SAT reportada en términos de tamaño (espacio ocupado) que se expresa en centímetros cúbicos (cm^3). Abarca tres dimensiones.
- **Masa:** Es la cantidad de VAT o SAT reportada en términos de materia contenida dentro de un volumen que se expresa en gramos (g). A diferencia del volumen, la masa de tejido adiposo toma en cuenta la densidad asumida del tejido de interés(93).

Como se explicará más adelante, la mayoría de los estudios reportan la medición del área de VAT a nivel de las vértebras lumbares 4 y 5 (L4-L5) (96), aunque no existe un consenso sobre la región idónea para cuantificar este tejido (94). Por este motivo, es importante que se consideren los diferentes protocolos utilizados antes de realizar comparaciones directas entre estudios (50).

Tanto los métodos indirectos como los doblemente indirectos mencionados anteriormente pueden ser utilizados para la estimación del VAT *in vivo*, diferenciándose entre sí por su especificidad, precisión, reproducibilidad, costos y nivel de correlación con el único método directo que existe (90).

Las técnicas de imagen (CT y MRI) se consideran el “estándar de oro” para la valoración cuantitativa del VAT (71,96) pero su uso en la práctica clínica está limitado por el alto costo, la exposición a la radiación (CT) y la falta de disponibilidad de MRI, ya que solo se encuentra en centros clínicos especializados. Por otra parte, con ayuda de un *software* especial, los modelos recientes de DXA son utilizados para este propósito, generalmente con fines de investigación. En la práctica clínica rutinaria, existen modelos de BIA que pueden ayudarnos a tener una noción aproximada de la cantidad existente de VAT, aunque son mucho menos precisos y deben ser validados en poblaciones específicas (71). La antropometría es el método más asequible, pero también el menos preciso. En la *Tabla 6* se resumen las principales diferencias entre estos cuatro cinco métodos y posteriormente se describirán sus fundamentos de forma breve, con énfasis en su viabilidad para evaluar el VAT.

Tabla 6 Diferencias entre los métodos para el análisis de la composición corporal y del VAT

Método	Accesibilidad	Precisión	Seguridad	Duración (min)	VAT
CT	Muy baja	Muy alta	Radiación ++	20-30	Muy precisa +
MRI	Muy baja	Muy alta	No radiación	30-60	Muy precisa
DXA	Baja	Alta	Radiación +	<10	Precisa
BIA	Media	Media	No radiación	5	Estimativa
Antropometría	Alta	Baja	No radiación	5	Aproximada

CT: Tomografía Computarizada; **MRI:** Imagen por Resonancia Magnética; **DXA:** Absorciometría de Energía Dual de rayos X; **BIA:** Análisis de Impedancia Bioeléctrica y **VAT:** Tejido adiposo visceral (capacidad de predicción)

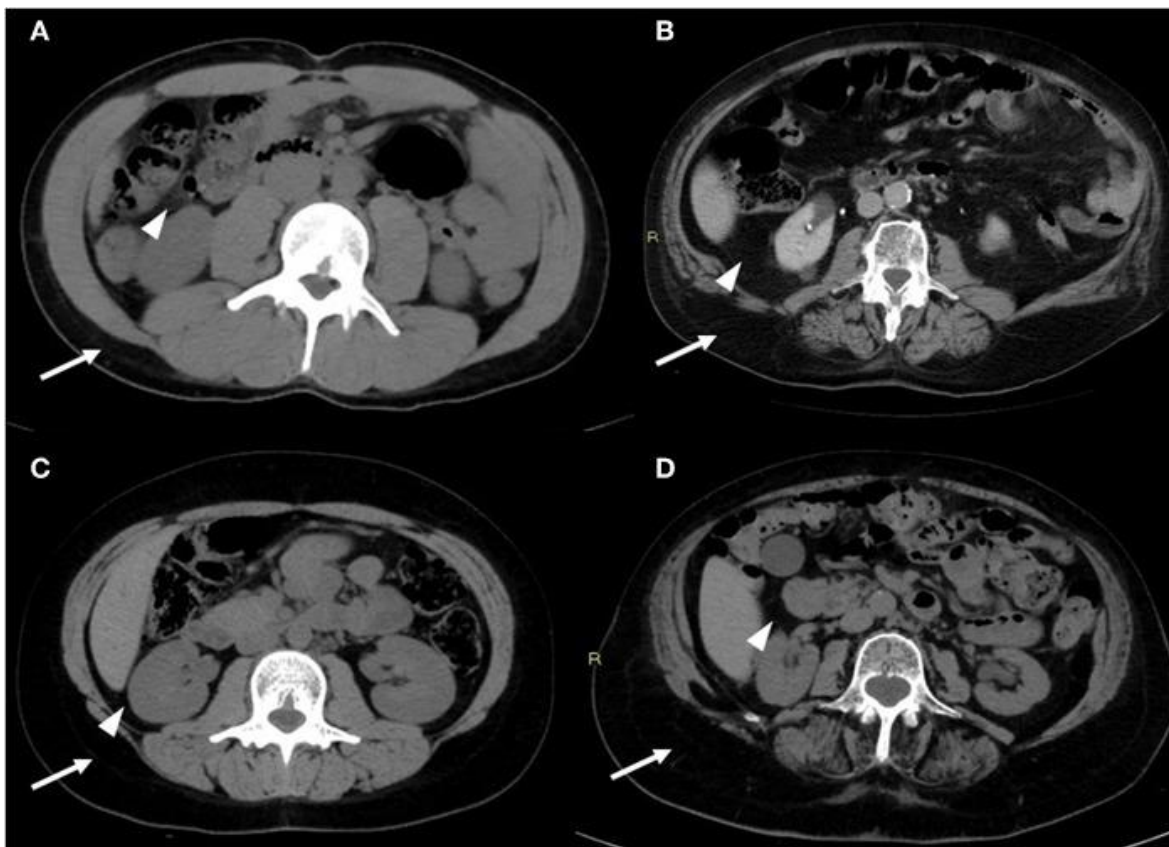
Fuente: elaboración propia con base en los estudios de Casanova (2003), referencia (93); Shuster *et al* (2012), referencia (94); Moreira *et al* (2015), referencia (95) y Ponti *et al* (2019), referencia (96)

3.2.1 Tomografía computarizada (CT)

La CT se utilizó por primera vez en 1979 para determinar el área muscular de la sección transversal de un brazo y en 1982 para medir la grasa abdominal (95). La técnica se basa en la emisión de un haz de rayos X que se atenúa al pasar por los diferentes tejidos del cuerpo (51). Los rangos específicos de las unidades de Hounsfield (HU) son la medida radiográfica básica utilizada para descifrar entre diferentes tejidos (94). La intensidad de salida del rayo-

X es monitoreada por una serie de detectores que codifican la señal para producir una imagen visual con diferentes tonos de gris, como se observa en la *Fig. 6*.

Fig. 6 Tomografía computarizada de la región androide



Imágenes por tomografía computarizada CT que muestran cortes transversales de la región androide en hombres y mujeres de diferente edad. El tejido graso se observa de un color oscuro y el tejido no graso (músculos y órganos) de color claro. Las puntas de flecha indican el tejido adiposo visceral (VAT) y las flechas el tejido adiposo subcutáneo (SAT) A) Hombre joven B) Adulto mayor C) Mujer joven y D) Adulta mayor

Fuente: Imagen extraída del estudio de Ponti *et al*, referencia (96)

Con una CT de corte axial simple se obtiene una medición del área de VAT a una distancia determinada, generalmente en el espacio entre L4 y L5 (aunque también puede tomarse a nivel del ombligo, L1 o L3). (32). Es importante considerar el punto de referencia en el que se hará el corte porque el resultado puede verse alterado. Por ejemplo, en personas con obesidad mórbida, el abdomen presenta gran cantidad de grasa subcutánea, produciendo un pliegue que hace que el ombligo se desplace y las diferencias del valor de la grasa visceral pueden ser muy grandes en cada nivel (51).

Usando imágenes de alta resolución, se pueden reconstruir los volúmenes tisulares, incluyendo el del VAT (93). Esto se logra a partir de una CT de cortes múltiples de cuerpo entero (*Fig. 7*). Aunque este proceso es más preciso, también es más laborioso y requiere más tiempo (94).

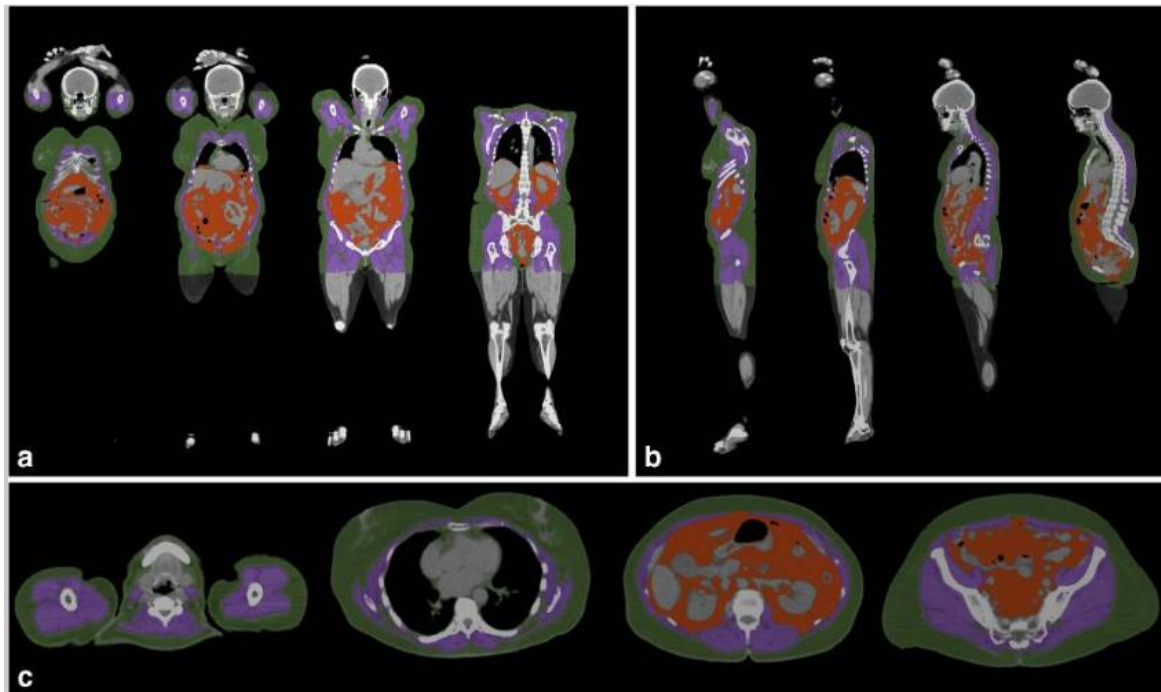
La tomografía por emisión de positrones (PET/ CT, por sus siglas en inglés: *Positron Emission Tomography*) es más rápida y precisa que la TC convencional (97) También se han desarrollado algoritmos que permiten la medición semi-automática de los vóxeles del VAT que después son trasladados a cm^3 .

La CT ha demostrado una mejor precisión en la determinación del VAT que la MRI. Desafortunadamente, el uso de radiación ionizante la coloca en desventaja (93).

Es muy importante comprobar y delimitar correctamente los territorios de estudio, ya que la grasa de otro depósito, como puede ser el muscular, o artefactos como el disco intervertebral, pueden añadirse al VAT, provocando que no se aprecie bien en la imagen.

Fig. 7 Representación visual de la segmentación automática y multicorte

de una tomografía de cuerpo entero



Los vóxeles de los diferentes tejidos se destacan por colores: rojo (tejido adiposo visceral), verde (tejido adiposo subcutáneo), morado (músculo)
a) vista frontal, b) vista sagital y c) vista axial

Fuente: Tomada del estudio de Decazes *et al* (97)

3.2.2 Resonancia Magnética Nuclear (MRI)

La MRI proporciona imágenes muy similares a la TC con la diferencia de que el tejido graso presenta una tonalidad clara. Ambas técnicas tienen una precisión similar en comparación con el análisis químico (32).

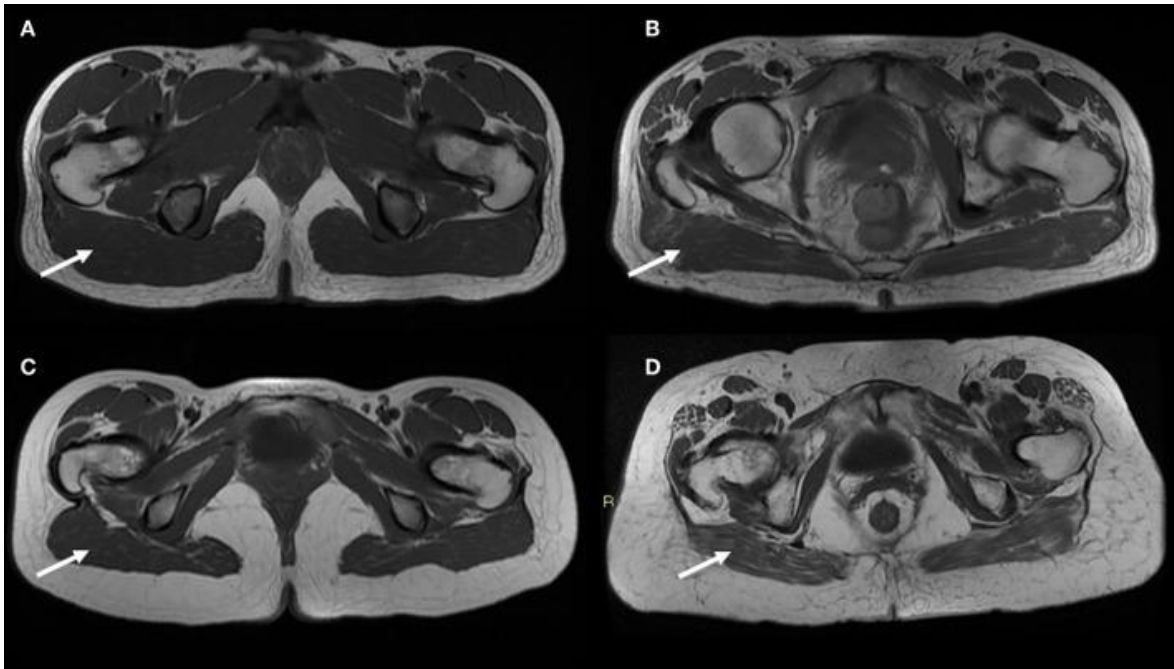
MRI es una técnica no destructiva y no invasiva, que tiene como principio fundamental el comportamiento de ciertos núcleos atómicos en presencia de un campo magnético, creado por un imán cilíndrico de gran tamaño y con un diámetro interno lo suficientemente grande como para albergar un cuerpo humano (98). La medición de la composición corporal se basa en las diferentes propiedades magnéticas de los núcleos de hidrógeno contenidos en el agua y la grasa (96). A medida que los espines nucleares vuelven a la dirección del campo magnético externo, emiten señales de radiofrecuencia que se combinan para formar una imagen.

Al igual que en la TC, la precisión relativa de la medición de la MRI se obtiene mediante el uso de técnicas multicorte. La cantidad de datos generados por la MRI de cuerpo entero requiere un análisis complejo, generalmente no factible manualmente. Para mayor precisión, se deben realizar 10 o más cortes a la vez, cubriendo un área del cuerpo de aproximadamente 40 cm (99).

Una diferencia fundamental entre la resonancia magnética y otras técnicas indirectas es que la medición del volumen por RMI se puede calibrar en términos absolutos. Por lo tanto, la distribución y el contenido tisular son las únicas fuentes posibles de errores (89).

Una de las principales ventajas de esta técnica es que no emplea radiación, pero el análisis requiere más tiempo, por lo que no sería viable para personas que padecen claustrofobia. En medicina, la principal aplicación de la MRI es la detección de tejidos dañados o enfermos. Además de cuantificar con precisión la cantidad de VAT, la MRI sirve para evaluar la infiltración grasa en el músculo asociado con el envejecimiento (*Fig. 8*) (96)

Fig. 8 Resonancia magnética de la región ginoide



Cortes de imagen resonancia magnética de la región ginoide que muestran cambios musculares relacionados con la edad en ambos sexos. Las flechas señalan la mala calidad muscular provocada por la infiltración de grasa. Se observa que el tejido adiposo subcutáneo es más grande en la región ginoide en una adulta mayor (D) en comparación con una mujer joven (C); por el contrario, la representación del compartimento subcutáneo en la misma región es la misma tanto para un hombre joven (A) como para un adulto mayor (B).

Fuente: Imagen tomada del estudio de Ponti *et al*, referencia (96)

3.2.3 Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA)

La evaluación de la composición corporal total mediante DXA se ha utilizado cada vez más, tanto en la práctica clínica como en la investigación, ya que proporciona una combinación óptima de precisión, accesibilidad y seguridad (88). Es reconocido por muchos investigadores como el “estándar de oro” para estimar la composición corporal en la práctica clínica (39). DXA utiliza un modelo de tres compartimientos para proporcionar una medición rápida y no invasiva de la composición regional y de todo el cuerpo, mediante la transmisión de rayos X de baja energía (93).

El análisis por Absorciometría inició en la década de los 60s, cuando se utilizaba la Absorciometría de un solo fotón (SPA: *single photon absorciometry*) para obtener valores estimados de contenido óseo a nivel periférico (100). Veinte años después, se introdujeron las técnicas de doble fotón y posteriormente se empezaron a utilizar equipos que empleaban el isótopo Ca^{153} con emisiones a dos niveles de energía que permitieron obtener la densidad mineral ósea del esqueleto axial (columna y cadera). También se introdujeron las primeras técnicas de estimación de la composición corporal con estos métodos(65).

Actualmente, en lugar de isótopos se usa una fuente de rayos X de doble energía como emisor de fotones, lo que permite producir imágenes de mejor calidad y el tiempo y la cantidad de exposición a radiación es mínima.

El fundamento básico DXA para la composición corporal es que los fotones emitidos (rayos X) sufren atenuaciones diferentes dependiendo de la composición mineral, espesor y densidad del tejido que atraviesan, por lo que es posible analizar tres compartimientos: masa mineral ósea, masa grasa y masa magra de los tejidos blandos (95).

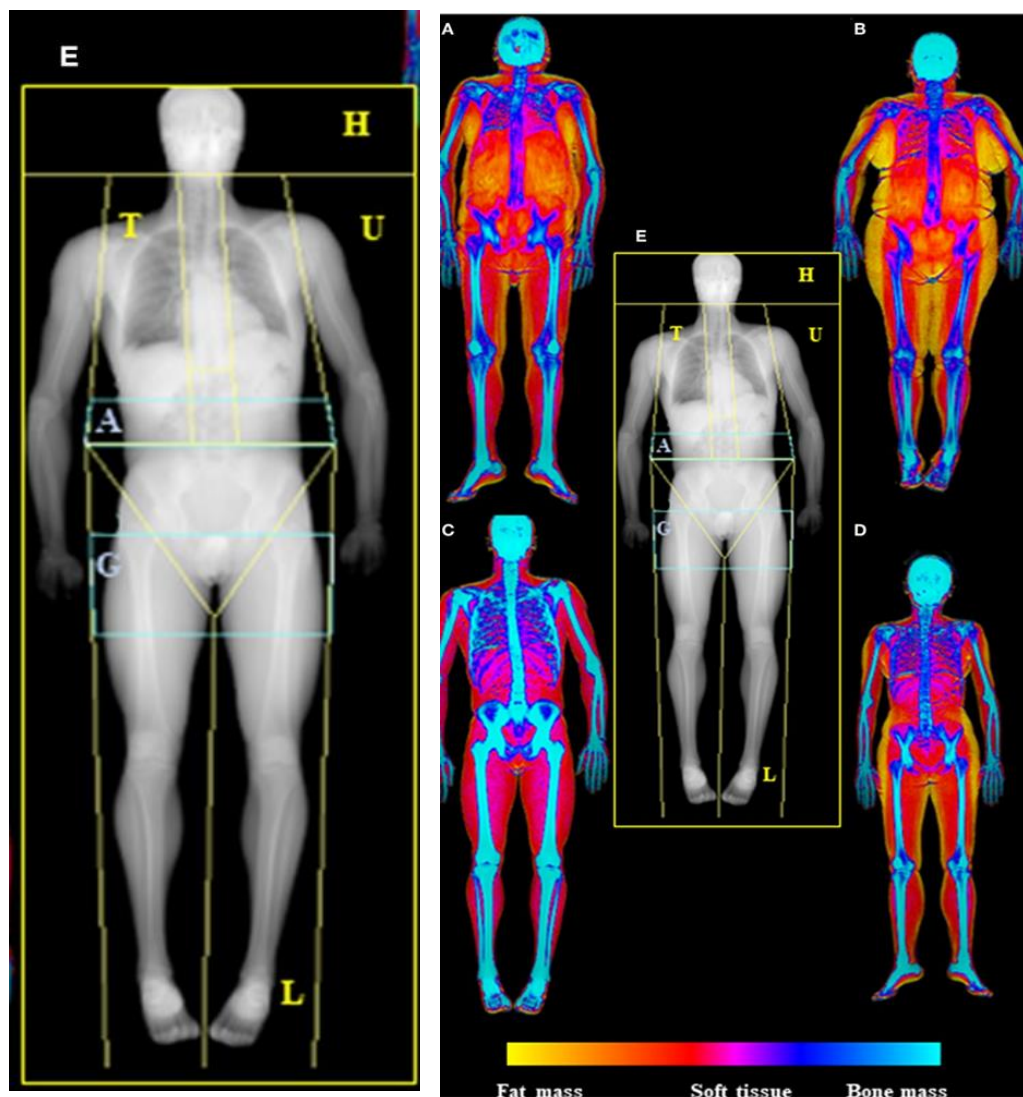
El equipo de exploración de DXA consiste en una mesa donde el sujeto permanece en decúbito supino con las extremidades en aducción a lo largo del cuerpo; dispone también de un brazo móvil lateral en donde está situada la fuente de rayos X que realiza el barrido del cuerpo y el detector de la radiación emergente (*Fig. 9*). Todos los cambios que sufre el haz de rayos X al atravesar el cuerpo son registrados en un detector externo que, mediante un sistema informatizado y un software con algoritmos específicamente desarrollados, analiza estos cambios creando un mapa de píxeles, cuantificándolos y usándolos; además, para proporcionar imágenes de la región anatómica analizada, que pueden variar según la versión de software que se utilice (101).

Fig. 9 Equipo DXA



Fuente: Página oficial de Hologic
<https://www.hologic.com>

Fig. 10 Examen de composición corporal mediante DXA



A la izquierda y en el centro (E) se representa el mapa esquelético de la exploración de todo el cuerpo mediante DXA, destacando los segmentos específicos para la evaluación de la composición corporal (cabeza-H, tronco-T, extremidades superiores-U, extremidades inferiores-L), con las dos regiones de "alta importancia metabólica" representadas por las regiones ginoides (G) y androides (A). En el lateral se representan los mapas de tejidos blandos de la exploración DXA de cuerpo entero, desde la masa grasa (amarillo) hasta la masa ósea (azul). Se visualiza un hombre de edad avanzada (A) y uno joven (C); mientras que a la derecha se visualiza una mujer de edad avanzada (B) y una joven (D). Estas imágenes permiten observar el aumento de la masa grasa en el envejecimiento.

Fuente: Tomado y traducido del estudio de Ponti *et al*, referencia (96)

Una de las ventajas de DXA es que se puede usar en todo el rango de edad ya que la exposición a radiación es mínima y se aplica rápida y fácilmente. Un solo escaneo de todo el cuerpo proporciona valores totales y regionales para cada compartimiento (89) (*Fig. 10*).

Una de las limitaciones de esta técnica es que el análisis supone una hidratación constante del tejido blando magro (73 %), pero la hidratación varía con la edad, el sexo y la enfermedad. Por otra parte, DXA es incapaz de discriminar entre VAT y SAT, por lo que la estimación de este compartimiento se logra utilizando algoritmos desarrollados como CoreScan (GE Healthcare, Madison, Wisconsin) (102), con ecuaciones que predicen el área de tejido adiposo visceral, la relación VAT-SAT y la masa de tejido adiposo visceral. Este enfoque ha proporcionado una estimación accesible de VAT que ha demostrado una validez aceptable frente a los métodos estándar de referencia (103). No obstante, la precisión de las mediciones de masa VAT varía con el IMC, y se debe tener precaución cuando se evalúan adultos con obesidad.

El VAT se mide a partir de la región androide (*ver Fig. 10*) (99). La línea inferior de esta región se dibuja justo en el borde superior de la cresta ilíaca, mientras que la línea superior está al 20% de la distancia entre la cresta ilíaca y el borde inferior del mentón que regularmente coincide con el borde de la última costilla (103). Primero se establece la grasa subcutánea lateral de esta región mediante el *software* y posteriormente se resta para obtener el VAT. Dependiendo del modelo y fabricante del dispositivo DXA, el VAT puede estar expresado en términos de masa, área y/o volumen.

Las comparaciones de DXA con MRI han demostrado que sus estimaciones de VAT están altamente correlacionadas y pueden utilizarse como un importante predictor de mortalidad en personas mayores (39,104).

3.2.4 Análisis por Impedancia Bioeléctrica (BIA)

La técnica BIA se utiliza para predecir la composición corporal en función de las propiedades conductoras eléctricas del cuerpo. El dispositivo BIA puede ser monofrecuencia, cuando opera a 50 kHz o multifrecuencia, cuando se utiliza una amplia gama de frecuencias (95).

El principio de BIA es que el tejido magro, compuesto por agua y electrolitos, es un buen conductor eléctrico, mientras que la grasa es un mal conductor. BIA no es un método de referencia debido a la dependencia de supuestos específicos, por ejemplo, utiliza un factor de hidratación del 73% y que utiliza ecuaciones de predicción que deben ser validadas en poblaciones específicas (89) .

La principal ventaja de esta técnica es que puede proporcionar estimaciones rápidas y relativamente económicas (69). Además, no compromete la seguridad del paciente, puesto que no utiliza radiación.

La estimación por impedancia del área de grasa visceral se ha realizado mayoritariamente en personas jóvenes (105), donde la proporción de VAT ≥ 100 cm² era pequeña. Por lo tanto, las ecuaciones de regresión tienen que ser adaptadas para personas de mayor edad o que tengan una mayor proporción de grasa visceral (102). No obstante, en los últimos años se han diseñado protocolos para la estimación del VAT en población adulta mayor mediante BIA (19).

3.2.5 Antropometría

Las mediciones antropométricas de la circunferencia de la cintura (CC), el índice cintura-cadera (ICC) y el índice cintura-estatura (ICE) son mucho más rentables para la estimación de la adiposidad visceral (90). De esta forma, un índice de adiposidad total como el IMC o el %GC, puede mejorarse cuando se adicionan estas medidas.

3.2.5.1 Índice de masa corporal (IMC)

El IMC se calcula dividiendo el peso entre la estatura al cuadrado. Es el indicador más común utilizado para diagnosticar la obesidad, de acuerdo con la clasificación de la OMS que se observa en la siguiente tabla:

Tabla 7 Clasificación del peso corporal de acuerdo con el IMC	
IMC (kg/m²)	Diagnóstico
<18.5	Bajo peso o desnutrición
18.5 a 24.9	Peso normal o normopeso
25 a 29.9	Sobrepeso
30 a 34.9	Obesidad Grado I
35 a 36.9	Obesidad Grado II
≥ 40	Obesidad Grado III

Fuente: Criterios de la Organización Mundial de la Salud, referencia (8)

El IMC se correlaciona fuertemente con la grasa corporal total y las comorbilidades asociadas con el exceso de grasa corporal. Sin embargo, aunque es económico y fácil de obtener, no puede distinguir entre grasa y masa corporales magra y mucho menos VAT. De hecho, a pesar de que el IMC se utiliza con mucha frecuencia en la práctica clínica, cuando se compara con otras medidas de adiposidad derivadas, por ejemplo, de un escáner de composición corporal mediante DXA como el índice de masa grasa (FMI: del inglés: *Fat Mass Index*), se ha observado que el IMC puede sobrestimar la adiposidad en algunos grupos y sobrestimarla en otros (60,61,63).

Como se mencionó en el apartado 3.3, las mujeres suelen tener un %GC mayor que los hombres, aún con el mismo IMC. En adultos mayores, el IMC tiende a subestimar la adiposidad por la pérdida de masa muscular y densidad ósea, tal como ocurre en la obesidad sarcopénica (88).

Por lo tanto, para la estratificación de obesidad y evaluación del riesgo cardiometabólico, en un examen clínico de rutina, el IMC debería considerarse en combinación con otras medidas antropométricas como la CC, cuando no está disponible un método más preciso como DXA.

Por último, se debe considerar que un IMC $<23 \text{ kg/m}^2$ no es recomendable en población adulta mayor.

3.2.5.2 Circunferencia de cintura (CC)

La CC ha mostrado buena correlación con el riesgo de enfermedad cardiovascular y la mortalidad, es sencillo y económico. La CC se mide con una cinta no estirable con una precisión de 0,1 cm, en posición de pie, tras una leve espiración(18).

Los puntos de corte más utilizados para determinar obesidad abdominal con la CC son los propuestos por el *National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III (ATP-III)*, los cuales corresponden a 102 cm en hombres y 88 cm en mujeres (106). La Federación Internacional de Diabetes recomienda que se apliquen puntos de corte específicos para cada población (107), por ejemplo, en población asiática se sugieren los puntos de corte de 85 cm en hombres y 80 cm en mujeres para predecir el riesgo de diabetes e hipertensión.

Además, tampoco existe un consenso sobre el sitio óptimo para tomar la medición. Los protocolos más utilizados son:

- a. Punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca (OMS) (108)
- b. Parte más estrecha de la cintura (ISAK) (109)

La medición de la CC es un indicador útil a la hora de evaluar el riesgo cardiovascular(110). Aunque no se han establecido puntos de corte específicos para población adulta mayor, los criterios utilizados en población mexicana son los siguientes.

Tabla 8 Clasificación del riesgo cardiovascular con base en la CC		
Riesgo	Mujeres	Hombres
Bajo	<80 cm	<90 cm
Incrementado	80-88 cm	90-102 cm
Alto	≥88 cm	≥102 cm

Fuente: Federación Internacional de Diabetes para el diagnóstico de síndrome metabólico, referencia (107) y Guías ATP III, referencia (106)

3.2.5.3 Índice cintura-cadera (ICC)

El ICC es un buen indicador de la distribución regional de la grasa, pero se ha cuestionado su utilidad para predecir el exceso de adiposidad abdominal.

Este índice se calcula dividiendo la circunferencia de la cintura entre la circunferencia de la cadera. Un ICC alto (*Tabla 9*) sugiere un mayor riesgo de problemas de salud relacionados con la obesidad. Cabe mencionar que la precisión del ICC en la evaluación de la grasa visceral disminuye a medida que aumenta el grado de obesidad.

Tabla 9 Clasificación del riesgo cardiovascular con base en el ICC		
	Mujeres	Hombres
Riesgo incrementado / distribución de grasa tipo androide /obesidad abdominal	≥ 0.85	≥ 0.9

Fuente: Organización Mundial de la Salud, referencia (108)

3.2.5.3 Índice cintura-altura (ICE)

Se ha documentado que el ICE es un fuerte predictor de adiposidad intraabdominal y se le ha propuesto como un mejor criterio de obesidad debido a que es fácil de implementar y tiene menos variabilidad en sus puntos de corte que la CC o el ICC. Se establece un único punto de corte de normalidad que es igual para hombres y mujeres (≤ 0.50) (111,112).

4. Objetivos

- **Objetivo General:**
 - Evaluar la cantidad del tejido adiposo visceral derivado de un análisis de composición corporal con Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA) en un grupo de mujeres mayores de 60 años físicamente activas y determinar el grado de correlación con parámetros antropométricos
- **Objetivos específicos:**
 - Medir el peso, la estatura y la circunferencia de cintura y cadera
 - Calcular el índice de masa corporal, la índice cintura-cadera y el índice cintura-estatura
 - Reportar los siguientes valores de VAT
 - Masa (g)
 - Área (cm²)
 - Volumen (cm³)

5. Justificación

Los adultos mayores son un grupo especialmente vulnerable debido a la frecuencia con que llegan a presentar patologías crónicas degenerativas como hipertensión, diabetes, dislipidemia y cardiopatías. A largo plazo, estas condiciones repercuten en su calidad de vida y aumentan el riesgo de mortalidad.

Se ha observado que la aparición de estas comorbilidades está relacionada con la obesidad y, más específicamente con la obesidad abdominal-visceral. En las mujeres, los cambios hormonales que ocurren durante el climaterio las hacen más proclives a acumular tejido adiposo visceral en la vejez, debido a la pérdida del factor protector de los estrógenos que se expresa en una distribución regional de grasa corporal de tipo ginoide.

Por otro lado, la medición precisa del tejido adiposo visceral por técnicas de imagen, como la tomografía computarizada o la resonancia magnética, no se encuentra disponible en la práctica clínica rutinaria. La Absorciometría de Energía Dual de Rayos X es más accesible y ha demostrado ser mucho más precisa que las medidas e índices antropométricos regularmente usadas para evaluar el tejido adiposo visceral. Sin embargo, los estudios en población adulta mayor que precisan de esta tecnología son, hasta donde se sabe, inexistentes.

Conocer los patrones de distribución regional de la grasa corporal y obtener medidas absolutas del tejido adiposo visceral mediante DXA podría servir, en un futuro, para identificar de forma más sensible a los sujetos en riesgo y evaluar los resultados de las intervenciones sobre el estilo de vida dirigidas a minimizar los daños asociados al envejecimiento y a la obesidad.

6. Material y método

6.1 Muestra

Se realizó un estudio de corte transversal, analítico, descriptivo y correlacional en un grupo de mujeres mayores de 60 años residentes de la Alcaldía Coyoacán de la Ciudad de México.

La muestra se seleccionó por conveniencia entre los asistentes a un centro de entretenimiento físico y de actividades sociales al sureste de la Ciudad de México. Dicho centro deportivo cuenta con apoyo gubernamental y es gratuito para personas mayores de 60 años. Los datos obtenidos se reclutaron a partir de agosto de 2022 hasta abril de 2023. Se colocó un anuncio en la entrada y se registraron aquellas mujeres que estaban interesadas en realizarse una evaluación de composición corporal a través de la técnica DXA, para lo cual se les pidió que acudieran a las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, edificio G tercer piso en una fecha y hora determinadas. Las participantes fueron seleccionadas de acuerdo con los siguientes criterios:

6.2.1 Criterios de inclusión

- Sexo femenino
- 60 años o más
- Ser miembro activo del club recreativo en un periodo no menor a tres meses
- Realizar actividad física forma regular, definida como un mínimo de 150 minutos por semana
- Capacidad para la movilidad: ser independientes
- Aceptar la participación voluntaria en el estudio mediante la firma de una carta de consentimiento informado

6.2.2 Criterios de exclusión:

- Tener antecedentes recientes de caída y/o fractura
- Ingreso hospitalario en los últimos seis meses por cualquier causa
- Padecer afecciones graves como las siguientes:
 - Padecimientos cardiovasculares
 - Enfermedad cerebrovascular
 - Insuficiencia cardíaca, renal, hepática o respiratoria
 - Enfermedad de Parkinson
 - Neuropatía diabética
 - Artritis reumatoide en etapa avanzada
 - Deterioro cognitivo severo
- Signos de edema, discapacidad física o que portaran algún tipo de prótesis ortopédica que interfiriera con las mediciones

6.2 Antropometría

Se realizaron las siguientes mediciones antropométricas siguiendo el protocolo de la Sociedad Internacional de Avances de Cineantropometría (ISAK) (98):

- Peso (Kg)
- Estatura (cm)
- Circunferencia de cintura (cm)
- Circunferencia de cadera (cm)

Todas las medidas fueron tomadas por un antropometrista certificado en el nivel 1 del protocolo ISAK sin zapatos y con la menor cantidad de ropa posible. Los instrumentos utilizados incluyeron:

- Una báscula de piso digital marca SECA modelo 813
- Un estadímetro portátil SECA modelo 213
- Una cinta metálica flexible de fibra de vidrio

La circunferencia de cintura se midió considerando la parte más estrecha de la cintura. A continuación, se calcularon los siguientes índices antropométricos:

- Índice de masa corporal (kg/m^2)
- Índice cintura-cadera (cm/cm)
- Índice de cintura estatura (cm/cm)

6.3 Absorciometría de Energía Dual de Rayos X (DXA)

Se pidió a cada una de las participantes que llegaran al laboratorio de Actividad Física Edificio G, tercer piso) de la universidad con ropa deportiva ligera, sin cremalleras ni adornos metálicos, joyas (relojes, aretes, collares y anillos), pasadores, monedas y llaves para evitar interferencia con las mediciones del equipo. Las exploraciones de cuerpo entero fueron llevadas a cabo por un técnico con experiencia, con un absorciómetro de haz de abanico QDR-Wi marca Hologic, siguiendo las instrucciones del manual de usuario proporcionado por el fabricante. El análisis de todos los exámenes se realizó con el *software* Hologic Discovery versión 13.5.3.2:5.

El técnico inspeccionó cada imagen y realizó las correcciones necesarias para garantizar la obtención de resultados confiables y de alta calidad. El equipo DXA fue calibrado con un *phantom* por la mañana antes de cada sesión de mediciones.

Se pidió a cada participante que se colocara dentro del campo de escáner del equipo en decúbito supino, utilizando la línea media como referencia, con los brazos estirados a los lados del cuerpo. Posteriormente, se les dio la instrucción de mantener los pulgares de los pies en estrecho contacto. En algunos casos, fue necesario colocar una cinta para sujetar la punta de los pies si la paciente no era capaz de mantener esta posición durante los seis minutos que duró cada estudio.

Las variables de interés de cada exploración fueron la masa del VAT expresada en gramos (g), el volumen de VAT expresado en (cm³) y área de VAT expresada en (cm²).
(Anexo 2)

6.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa JMP 17 para Windows. Para variables continuas, los datos se presentan como valores promedio y desviación estándar (\pm). Los datos categóricos se presentan como %.

Se calculó el coeficiente de Pearson (r) para medir el grado de correlación entre las variables antropométricas y la masa de VAT expresada en gramos. Se estableció un valor de $p < 0,05$ (Intervalo de confianza del 95%)

7. Resultados

7.1 Características de la muestra

En este estudio, participaron 124 mujeres con una edad promedio de 69.91 ± 6.82 años (valor mínimo 60 y valor máximo 90). En la *Fig 11* se presenta el diagrama de flujo que describe los pasos que se siguieron para seleccionar la muestra: 192 personas se interesaron por participar, de las cuales, 152 cumplieron con los criterios de inclusión. Solo 125 se presentaron al examen de composición corporal por DXA y una fue excluida por sesgo de VAT. El 34.6% ($n=43$) estaban casadas; el 22.6% eran viudas ($n=28$), el 12.9% divorciadas ($n=16$) y el 29.9% solteras ($n=37$) (*Gráfica 1*).

Las participantes tenían un elevado grado de escolaridad, el 40.3 % contaba con estudios de licenciatura o posgrado; el 33% con estudios a nivel medio superior (preparatoria); el 25.8 % tenía estudios básicos y solo una participante no contaba con educación académica formal (*Tabla 10*).

Como se observa en la *Gráfica 2*, la enfermedad crónica más prevalente fue la hipertensión (41.4%, $n= 52$), seguida de la osteoporosis (17.7%, $n= 22$). La prevalencia DMT2, osteoartritis y enfermedad tiroidea fue del 13.7% ($n=17$).

La mayoría de las participantes (90%) negó el consumo actual de tabaco. Del 10 % que sí fumaban, mencionaron que el número máximo de cigarros que fumaban al día era 20. Cuando se les preguntó si consideraban que habían fumado más de 100 cigarros en su vida, el 40.1% respondió afirmativamente. El 4.8% admitió la presencia de alcoholismo.

Fig. 11 Diagrama de flujo del estudio

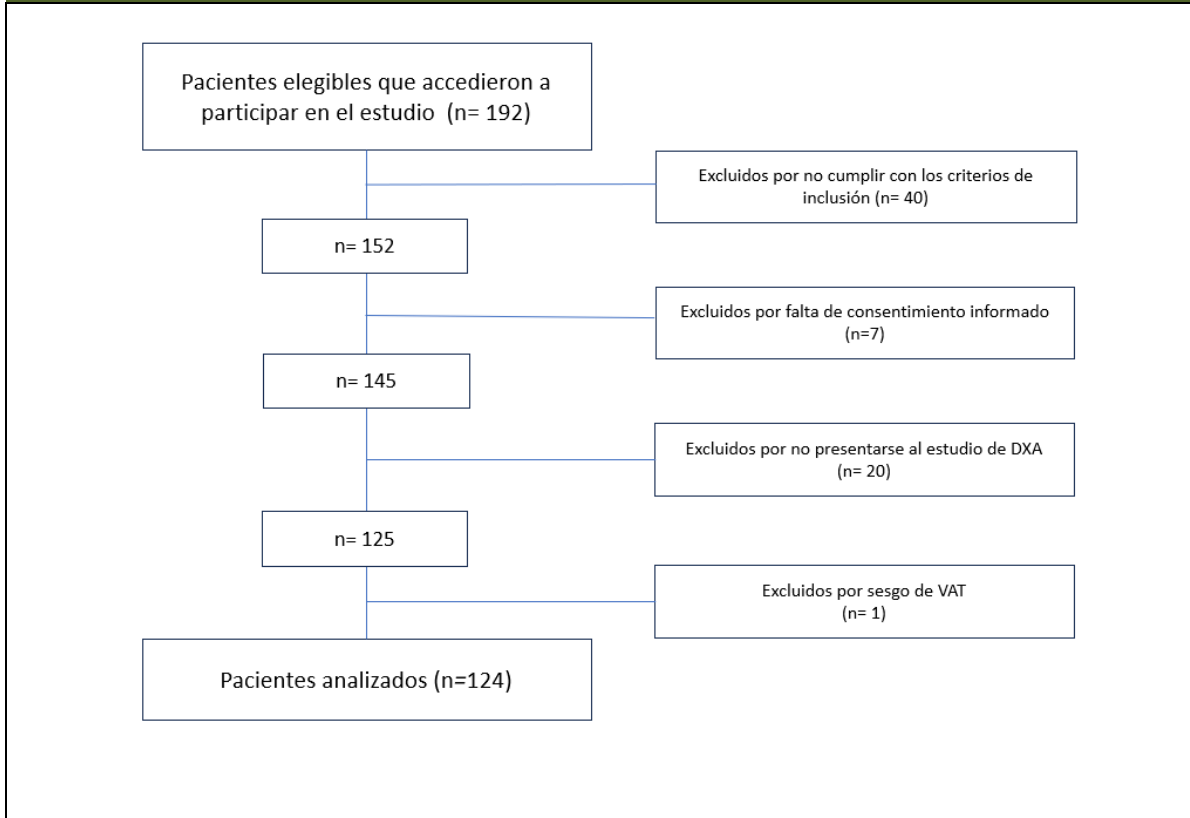
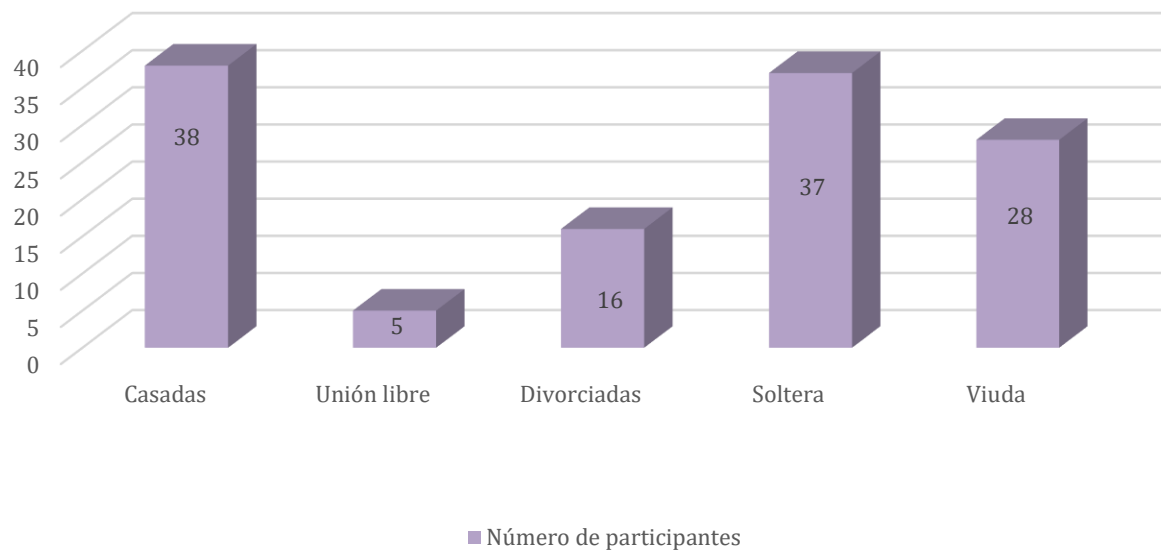


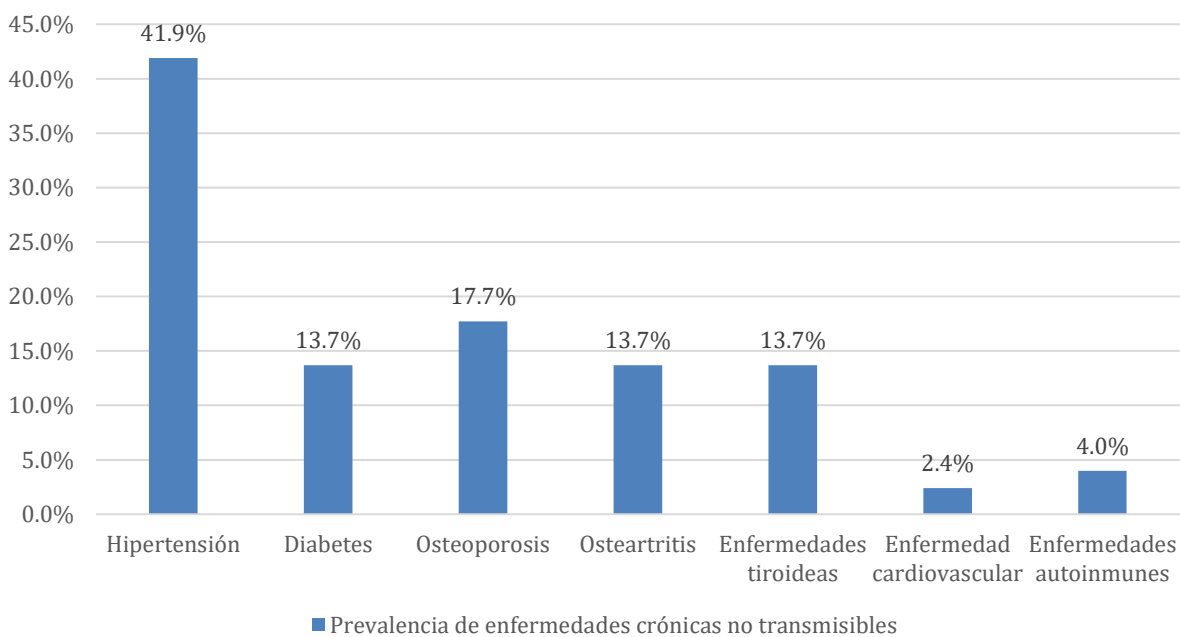
Tabla 10 Datos de escolaridad de las participantes

Nivel	<i>n</i>	%
Ninguna	1	0.08
Primaria Trunca	2	1.61
Primaria terminada	4	3.22
Secundaria Trunca	9	7.26
Secundaria Terminada	17	13.71
Preparatoria trunca	12	9.68
Preparatoria Terminada	29	23.39
Formación Universitaria Trunca	7	5.64
Formación Universitaria Terminada	34	27.4
Posgrado	9	7.26
Total	124	100

Gráfica 1 Estado civil de las participantes



Gráfica 2 Prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles



7.2 Antropometría

La estatura y el peso promedio de las mujeres que participaron fue de 153.2 ± 5.7 cm y 63.9 ± 10.9 kg, respectivamente (*Tabla 11*).

7.2.1 Índice de masa corporal

El IMC se categorizó de acuerdo con los criterios de la OMS (*Ver apartado 3.2.5*). Como se muestra en la *Gráfica 3*, la mitad de las participantes tenía sobrepeso (50.0%, $n=62$), el 27.4% tenía peso normal ($n=34$) y el 22.6% tenía obesidad ($n=28$).

7.2.2 Circunferencia de cintura

La circunferencia de cintura se categorizó de acuerdo con el nivel de riesgo cardiovascular (*Ver Capítulo 3.2.5.2*) El 20.9% tenía bajo riesgo ($CC < 79$ cm, $n=26$); el 32.2% tenía riesgo incrementado ($CC \geq 80 < 87$ cm, $n=40$) y el 46.8% tenía alto riesgo ($CC \geq 88$ cm, $n=58$), como se muestra en la *Tabla 13* y en la *Gráfica 4*.

7.2.3 Índice de Cintura-Cadera

La prevalencia de obesidad abdominal ($ICC \geq 0.85$) fue de 61.3% ($n=76$). El 38.7% restante mostró una distribución regional de grasa tipo ginoide (*Tabla 14, Gráfica 5*).

7.2.3 Índice de Cintura-Estatura

La prevalencia de obesidad abdominal ($ICE > 0.5$) fue de 85.5% ($n=106$). El 14.5% restante se clasificó como normal (*Tabla 15, Gráfica 6*).

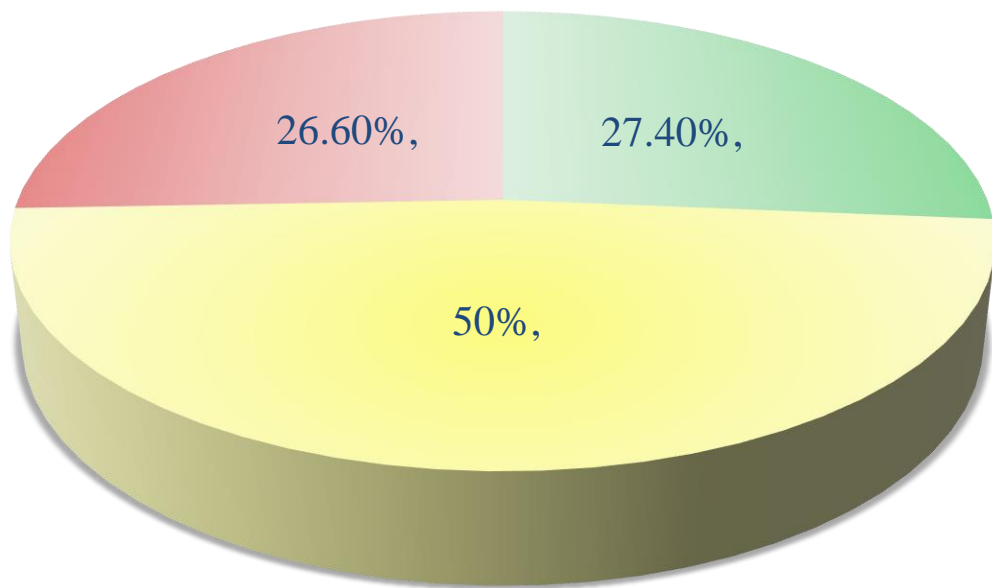
Tabla 11 Medidas antropométricas de las participantes

<i>n</i> = 124	Media ± DE	Valor mínimo	Valor máximo
Estatura (cm)	153.0 ± 5.9	137.7	167.0
Peso (kg)	63.4 ± 9.9	45.6	95.4
IMC (kg/m²)	27.1 ± 3.8	19.3	36.8
Circunferencia de cintura (cm)	87.7 ± 9.1	69.5	107.8
Circunferencia de cadera (cm)	101.6 ± 8.9	81.6	128.0
Índice cintura-cadera	0.86 ± 0.05	0.74	1.0
Índice cintura-estatura	0.57 ± 0.06	0.45	0.71

Tabla 12 Prevalencia de sobrepeso y obesidad

	IMC (kg/m ²)	<i>n</i>	%
Peso normal	< 25	34	27.4
Sobrepeso	≥25 ≥ 30	62	50
Obesidad	≥ 30	28	22.6
Total		124	100.0

Gráfica 3 Prevalencia de sobrepeso y obesidad con base en el IMC



■ Peso normal ■ Sobrepeso ■ Obesidad

Tabla 13 Evaluación de la circunferencia de cintura

	CC (cm)	<i>n</i>	%
Riesgo bajo	<79	26	21.0
Riesgo incrementado	≥80<87	40	32.2
Alto riesgo	≥88	58	46.8
Total		124	100.0

Gráfica 4 Evaluación de riesgo cardiovascular de con base en la CC

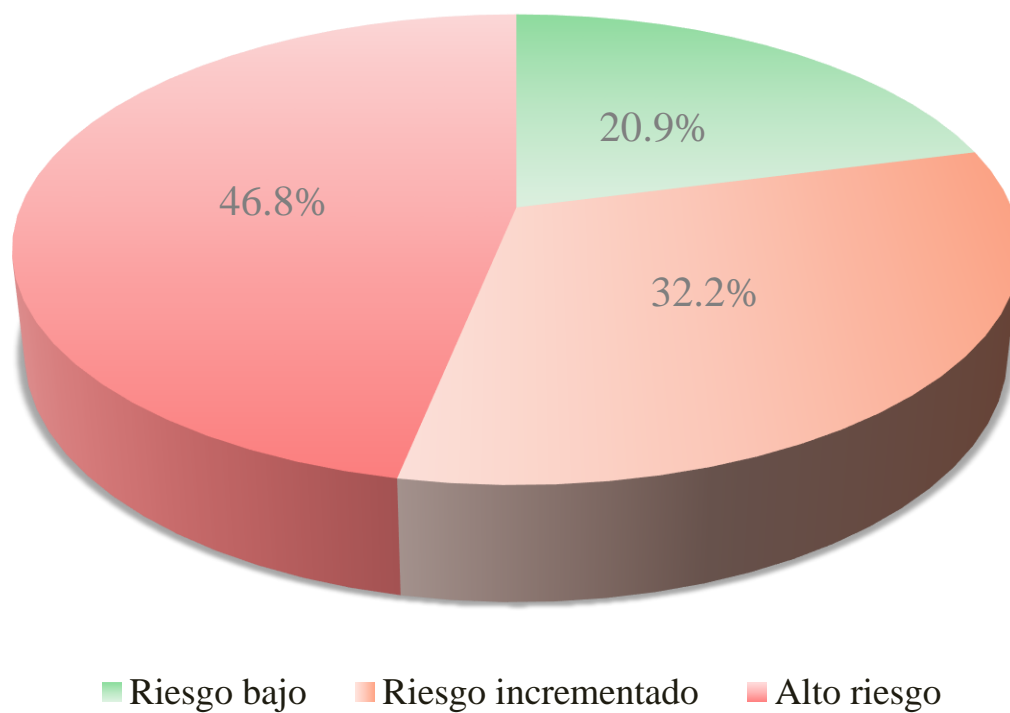


Tabla 14 Prevalencia de obesidad abdominal con base en el ICC

	Valor	<i>n</i>	%
Distribución de grasa tipo ginoide	<0.85	48	38.7
Obesidad abdominal	>0.85	76	61.3

Gráfica 5 Prevalencia de obesidad abdominal con base en el índice cintura-cadera

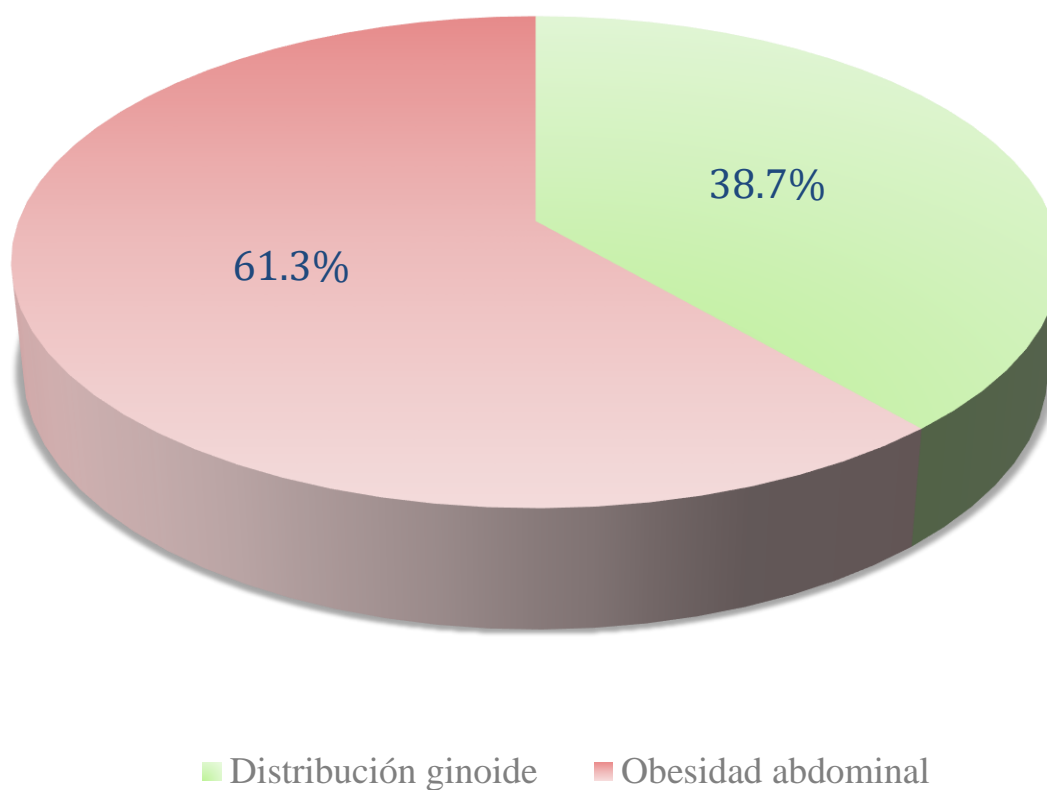
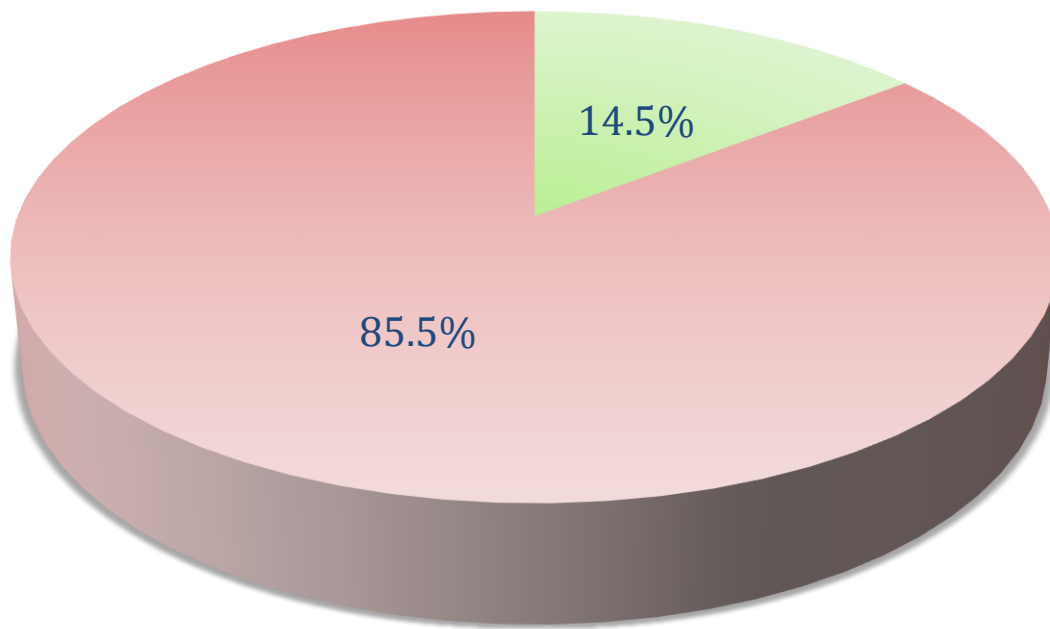


Tabla 15 Prevalencia de obesidad abdominal con base en el ICE

	Valor	<i>n</i>	%
Normal	≤ 0.5	18	14.5
Obesidad abdominal	> 0.5	106	85.4

Gráfica 6 Prevalencia de obesidad abdominal con base en el índice cintura-estatura



■ Normal ■ Obesidad abdominal

7.3 Absorciometría de energía Dual de Rayos X (DXA)

7.3.1 Medidas generales de adiposidad

El valor promedio de la grasa corporal total fue de 28.2 ± 7.1 kg y el de %GC fue de 43.8 ± 4.9 %. También se registraron las siguientes medidas relativas: índice de masa grasa, y el ratio androide/ginoide. En la *Tabla 16* se muestran el resumen de los datos descritos anteriormente.

7.3.2 Estimación del tejido adiposo visceral (VAT)

El valor promedio de la masa del VAT fue de 779.18 ± 255.11 g; el valor promedio del volumen del VAT fue de 842.11 ± 275.88 cm³ y el valor promedio del área del VAT fue de 161.59 ± 52.93 cm² (*Tabla 16*).

La distribución de los datos de estas tres variables se muestra en las *Gráficas 7-9*

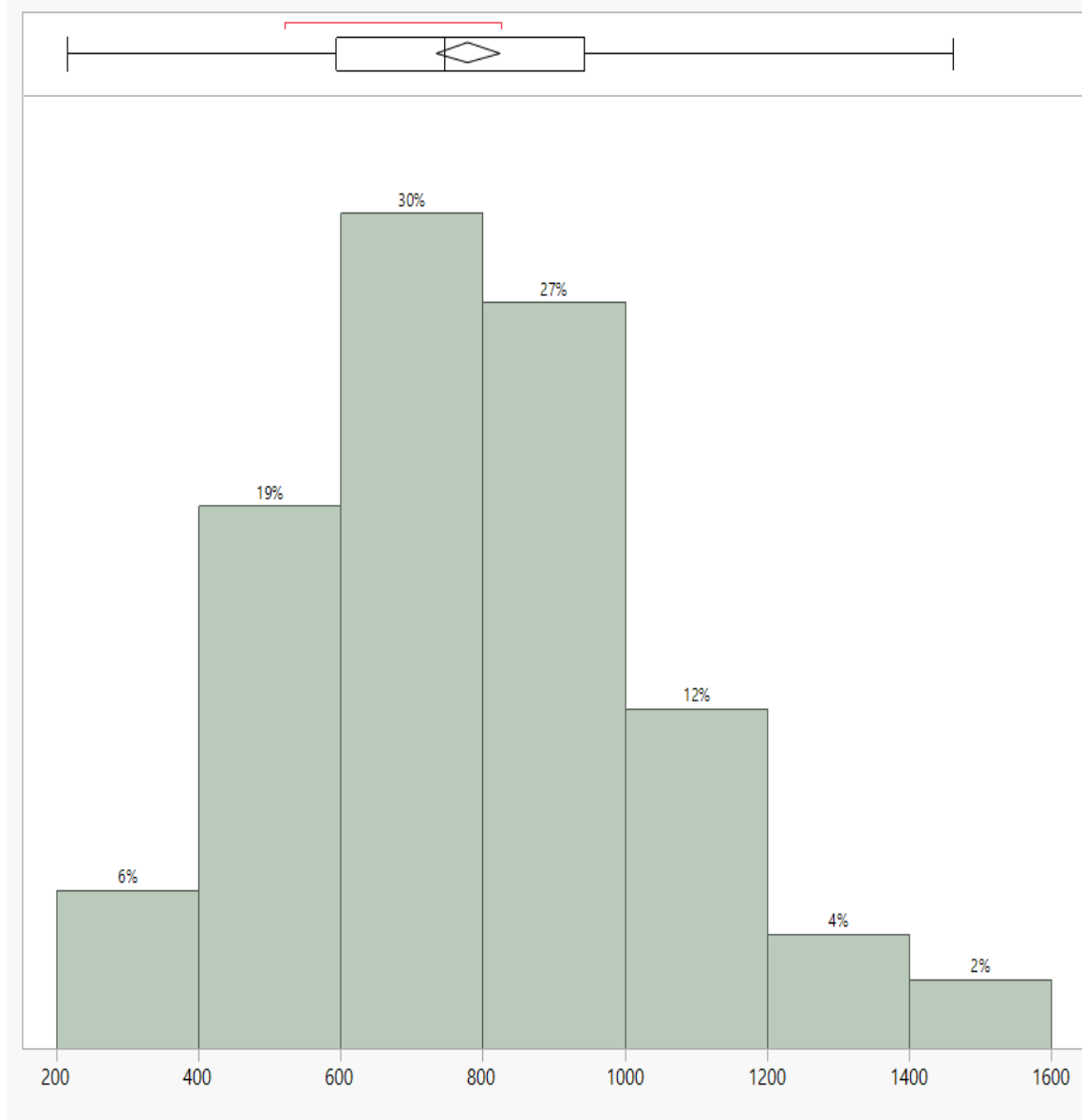
Tabla 16 Valores promedio de indicadores de adiposidad obtenidos con DXA

	MEDIA ± DE	MÍNIMO	MÁXIMO
Masa grasa total (g)	28,244.5 ± 7,193.07	15446.6	57162.9
Grasa corporal (%)	43.84 ± 4.89	30.8	53.7
Índice de masa grasa (Kg/m²)	11.86 ± 2.69	6.4	18.8
Relación androide/ginoide	1.00 ± 0.12	0.61	1.31

Tabla 17 Valores promedio del tejido adiposo visceral (VAT) obtenidos con DXA

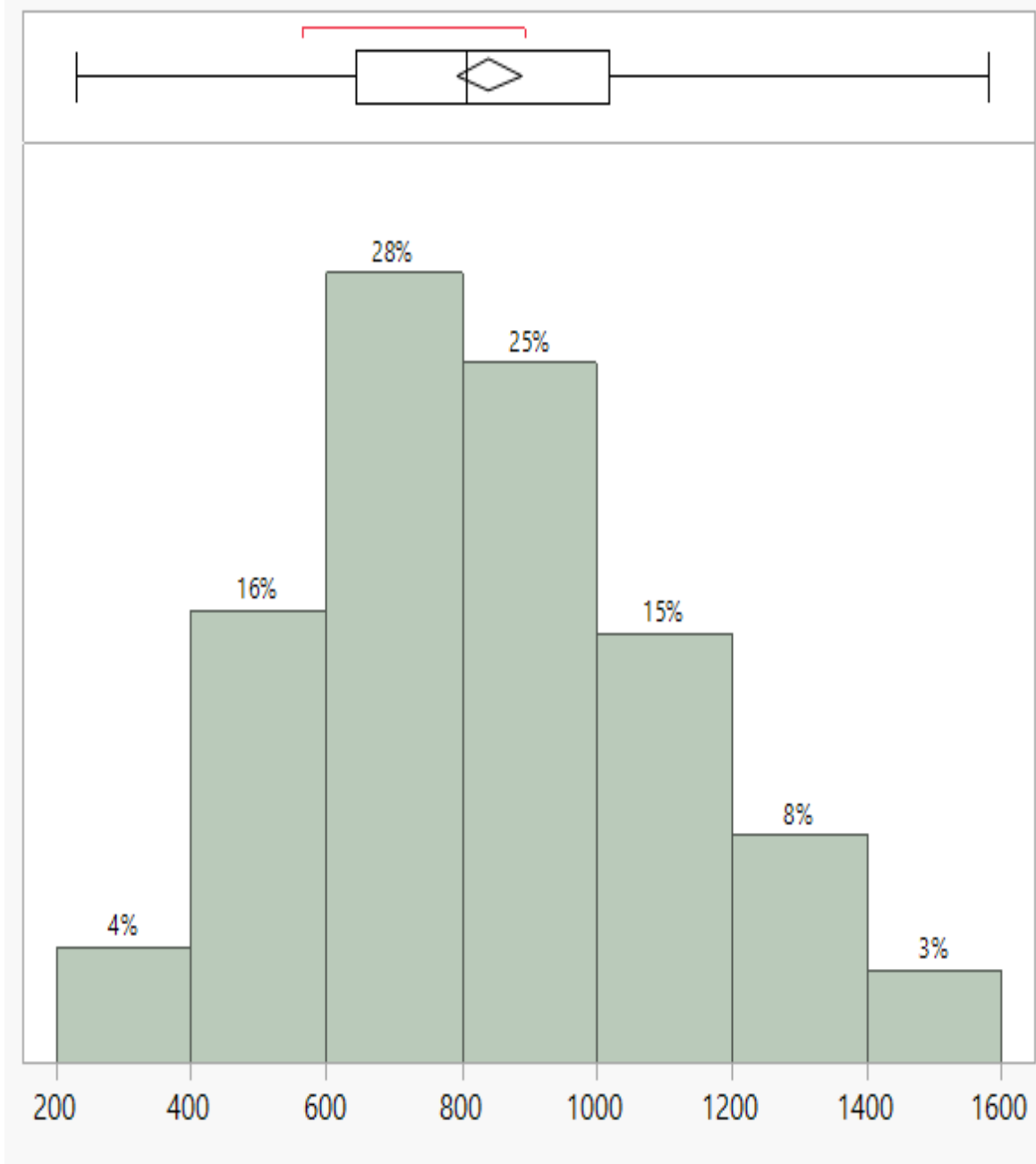
	MEDIA ± DE	MÍNIMO	MÁXIMO
VAT masa (g)	779.18 ± 255.11	213	1462
VAT volumen (cm³)	842.11 ± 275.88	231	1581
VAT área (cm²)	161.59 ± 52.93	44.3	303

Grafica 7 Histograma de la masa de tejido adiposo visceral



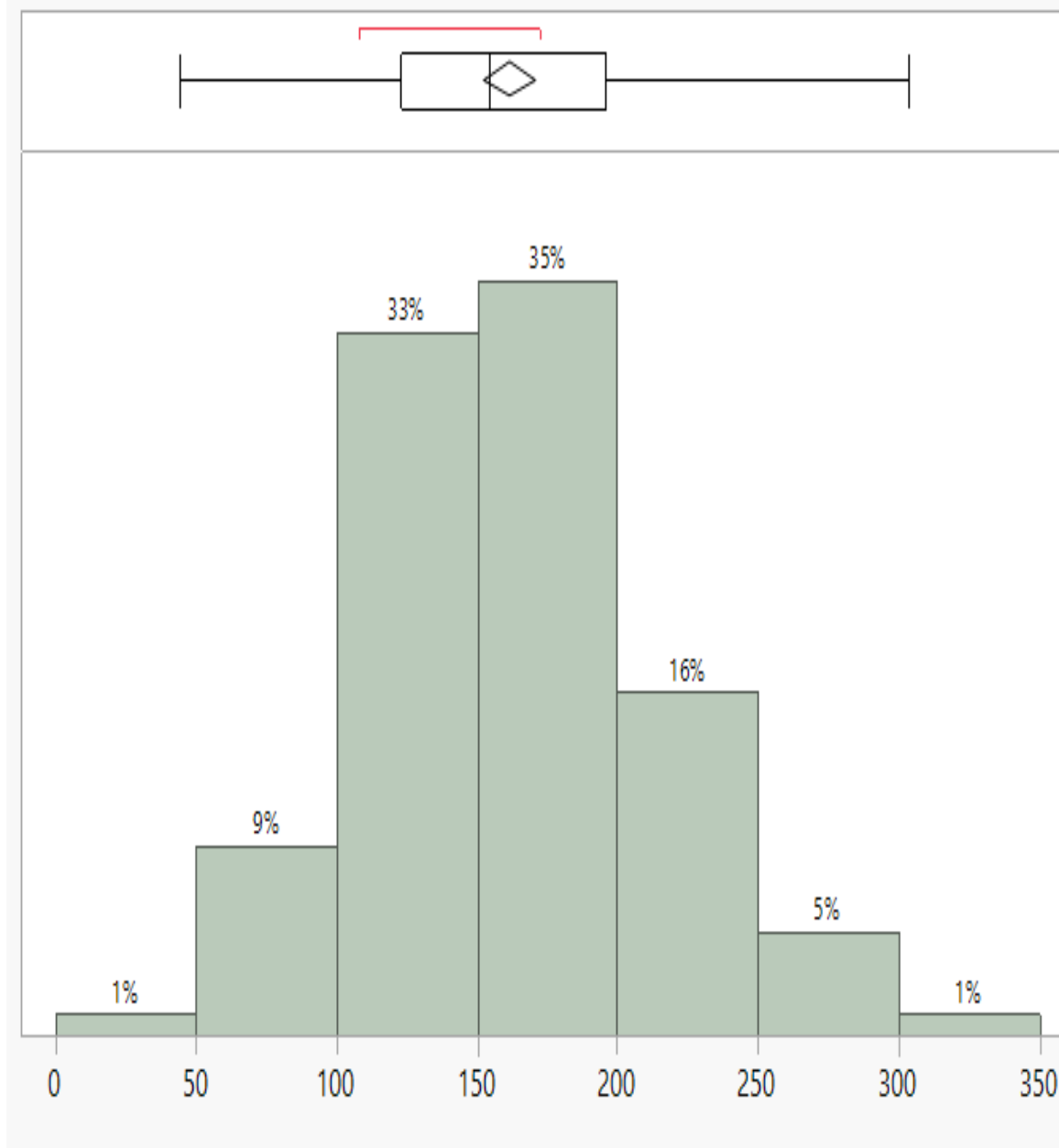
En el eje X se presentan los rangos de masa de VAT expresada en gramos (de 200 a 1600 g) y, en el eje Y, el porcentaje de mujeres que se ubicaron dentro de cada rango. Como se observa, el 57% de las participantes se ubicaron en un rango de 600 a 1000 g de masa VAT.

Grafica 8 Histograma del volumen del tejido adiposo visceral



En el eje X se presentan los rangos de volumen de VAT expresado en centímetros cúbicos (de 200 a 1600 cm³) y, en el eje Y, el porcentaje de mujeres que se ubicaron dentro cada rango. De forma similar al VAT expresado en términos de masa, el 53% de las participantes se ubicaron en un rango de 600 a 1000 cm³ de VAT. Una minoría se encuentra en los extremos de la gráfica con 200 y 1600 cm³.

Grafica 9 Histograma del área de tejido adiposo visceral



En el eje X se presentan los rangos de área de VAT expresada en centímetros cuadrados (de 0 a 350 cm²) y, en el eje Y, el porcentaje de mujeres que se ubicaron dentro cada rango. Esta fue la magnitud que más variación presentó respecto a la distribución de los datos, aunque se trata de la misma medida. El 68% de las participantes se ubicó en un rango de 100 a 200 cm². Solo el 1% se encontraba en los extremos de la gráfica con menos de 50 y más de 300 cm².

7.3.3 Evaluación del riesgo cardiometabólico mediante la medición de la masa de VAT

Para evaluar el riesgo cardiometabólico incrementado por acumulación excesiva de VAT, se utilizaron los puntos de corte propuestos por Meredith-Jones *et al* en 2020 (43) y Lundblad *et al* en 2021 (42). Las prevalencias de exceso de VAT determinadas a partir de estos puntos de corte fueron muy diferentes entre sí.

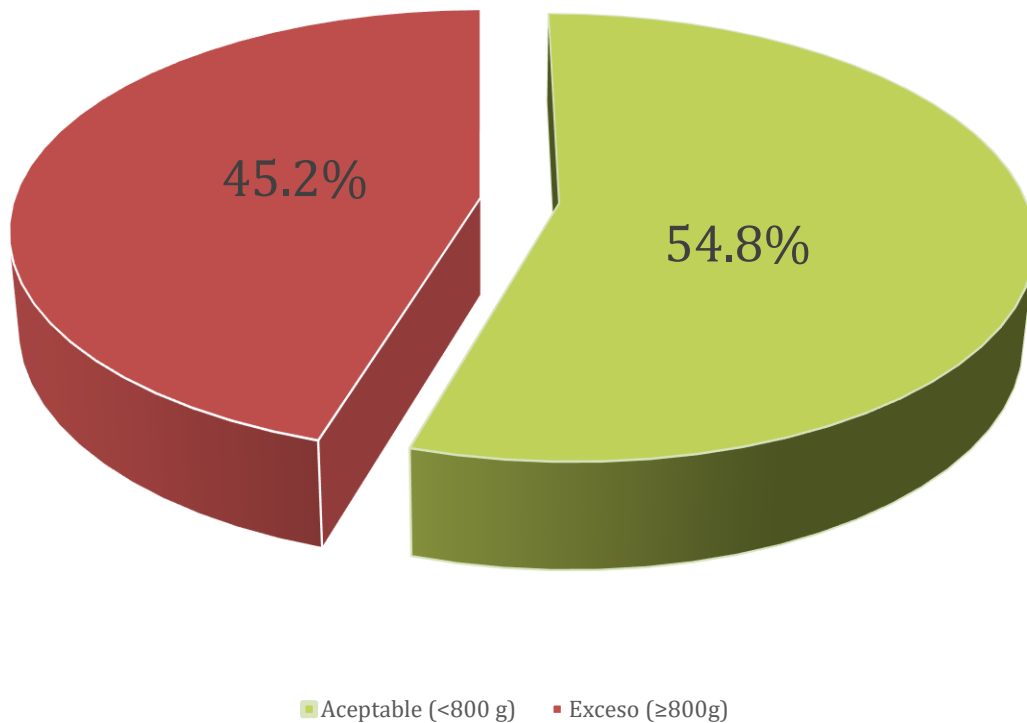
En la *Gráfica 10* se puede observar que el 54.8 % de las participantes (n=68) tenían menos de 800 g de masa VAT. Por encima de este valor, se incrementa significativamente el riesgo cardiometabólico, de acuerdo con los hallazgos reportados por Meredith *et al* (43). El 45.2 % (n=56) tuvo una acumulación de masa VAT (g) superior a los 800 g.

Por otra parte, Lundblad *et al* (42) determinaron que el riesgo cardiometabólico, en adultos mayores de 40 años, aumenta a partir de los 1,134 g. El 18.5 % de las participantes (n=23) se encontraron por encima de este valor, mientras que el 81.4% (n=101) obtuvieron cantidades más bajas (*Gráfica 11*).

Valores umbrales de masa VAT recomendados por Meredith-Jones (Reino Unido)		
	Mujeres	Hombres
<40 años	700 g	1000 g
≥40 años	800 g	1200 g

Fuente: referencia (43)

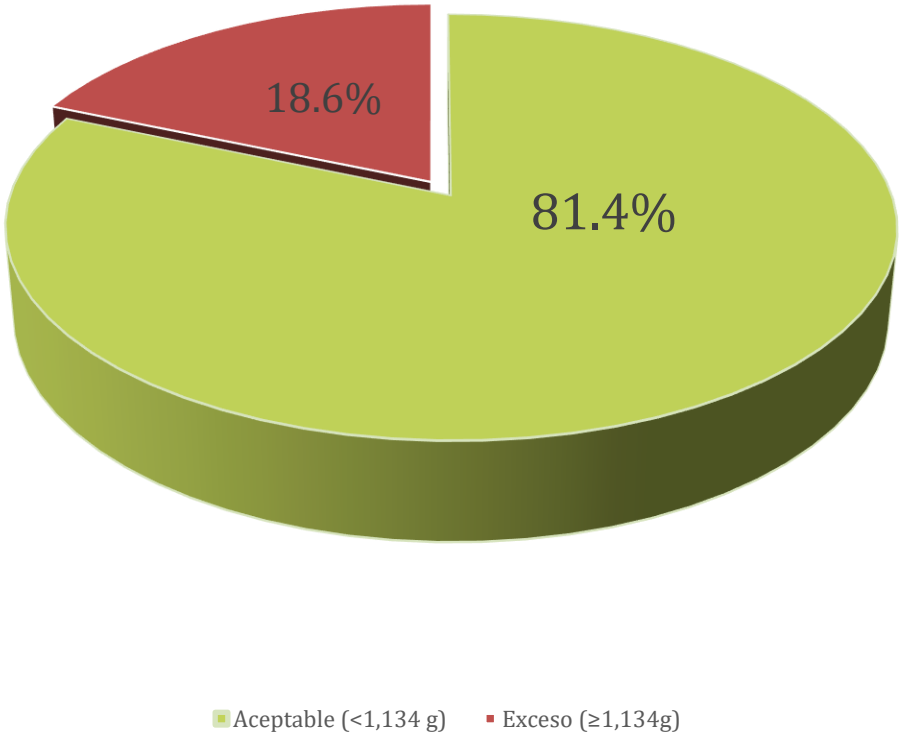
Gráfica 10 Porcentaje de mujeres con valores de masa de VAT (g) superiores al punto de corte propuesto por Meredith- Jones



Valores umbrales de masa VAT (g) recomendados por Lundblad <i>et al</i> (Noruega)		
	Mujeres	Hombres
≥40 años	≥ 1,134	≥1,859

Fuente: referencia (42)

Gráfica 11 Porcentaje de mujeres que presentaron valores de masa de VAT (g) superiores al punto de corte propuesto por Lundblad



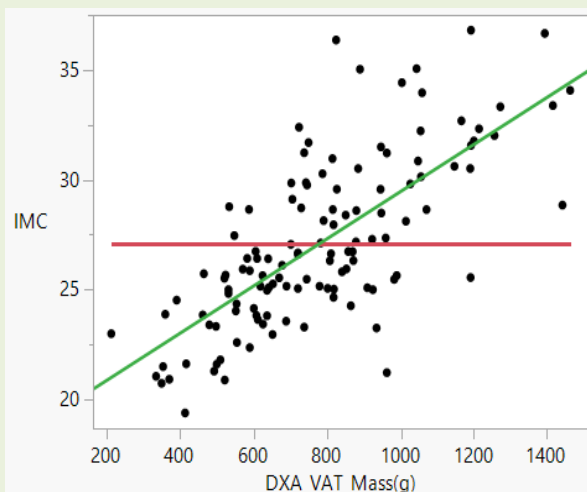
7.4 Análisis de correlación de variables

Primero se llevó a cabo un análisis de varianza para determinar la relación entre diferentes variables antropométricas (IMC, CC, ICC e ICE) con el valor de la masa del VAT (g) determinado por DXA.

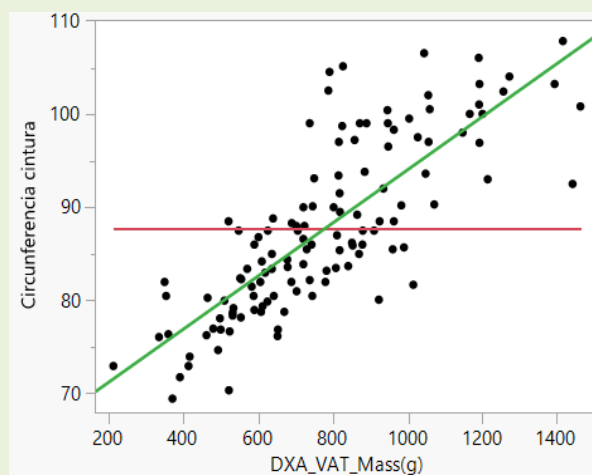
Posteriormente, se realizaron los análisis de correlación lineal simple (r) con un intervalo de confianza (IC) al 95 %. Se encontró que la CC, el ICE y el IMC fueron las variables que presentaron la mayor correlación con la masa del VAT. En contraste, el ICC mostró una menor correlación (*Tabla 17*).

Tabla 17 Correlación de cuatro medidas antropométricas con la masa (g) de VAT		
	r	p valor
Peso	0.66	<0.0001
CC	0.79	<0.0001
IMC	0.72	<0.0001
ICC	0.38	<0.0001
ICE	0.76	<0.0001

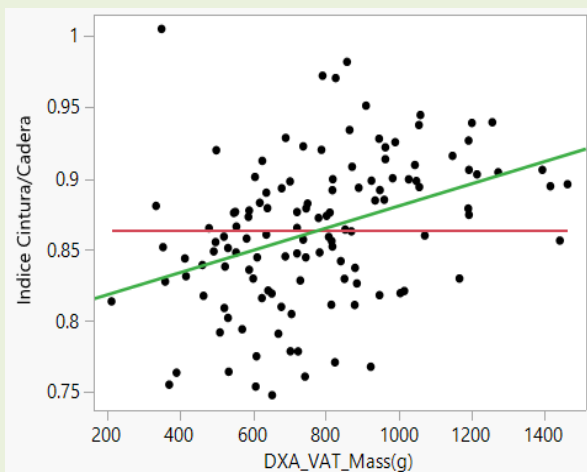
Graficas 12 Análisis de correlación entre variables antropométricas y la masa de VAT



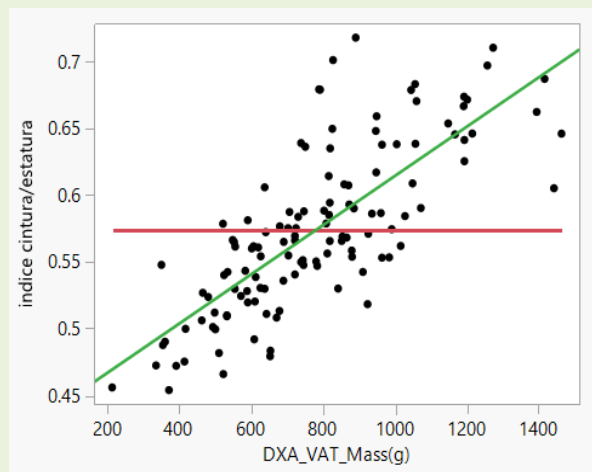
a) $r = 0.72$; $p < 0.0001$ (IC=95%)



b) $r = 0.79$; $p < 0.0001$ (IC=95%)



c) $r = 0.38$; $p < 0.0001$ (IC=95%)



d) $r = 0.76$; $p < 0.0001$ (IC=95%)

IMC: Índice de masa corporal; VAT: Masa de tejido adiposo visceral expresada en gramos

- a) Correlación entre el IMC y el VAT; b) Correlación entre la CC y el VAT; c) Correlación entre el ICC y el VAT y d) Correlación entre el ICE y el VAT

8. Discusión

El presente estudio se diseñó con un corte transversal para obtener información sobre el tejido adiposo visceral (área, volumen y masa) en un grupo de mujeres mayores de 60 años que tienen un estilo de vida activo. Además, se obtuvieron medidas antropométricas como peso, estatura y circunferencia de cintura y cadera, los cuales se utilizaron para calcular el índice de masa corporal, el índice cintura-altura y el índice cintura-cadera, respectivamente.

Hasta hace pocos años, no se contaba con datos descriptivos ni valores de referencia para el VAT en población adulta mayor, ya que las técnicas rentables para su cuantificación son relativamente recientes. Los valores reportados en esta investigación fueron mayores que los que se han encontrado en poblaciones de 20 a 30 años (64) lo que confirma la hipótesis de que tanto el porcentaje como la cantidad absoluta de VAT aumentan con la edad (20,35,40–44)

El valor promedio de los valores de masa VAT fue mayor que el reportado por Swainson *et al* (44) (779.18 g vs 635.2 g) en Reino Unido, pero menor que los valores de Lundbland *et al* en Noruega (42) y Ofenheimer *et al* en Austria (41) (779 g vs 936.7 g y 1805.5 g, respectivamente). De forma general, las mujeres evaluadas en este trabajo presentaron valores promedio de VAT inferiores a los reportados en población estadounidense (35), italiana (40), austriaca (41) y noruega (42); pero ligeramente superiores a los encontrados en población inglesa (43,44) y brasileña (39).

Algunos autores, sostienen que el VAT aumenta hasta los 70 años y después disminuye (41,42,44). Por el contrario, no se encontró asociación estadística entre la acumulación de masa o volumen de VAT y la edad. Aunque se observaron valores más bajos en mujeres de edad más avanzada, los datos en este rango de edad eran escasos.

Respecto a las medidas antropométricas más utilizadas para evaluar la acumulación excesiva de tejido adiposo visceral, la masa del VAT se asoció de forma positiva con índices antropométricos como el IMC ($r=0.72$, $p<0.0001$; IC 95%), el ICE($r=0.76$, $p<0.0001$; IC 95%) y la circunferencia de cintura ($r=0.79$, $p<0.0001$; IC 95%), siendo ésta última la que demostró tener el mayor grado de correlación con la cantidad de masa de VAT en la región androide. Por el contrario, el ICC obtuvo la correlación más baja ($r=0.38$, $p<0.0001$). Estos hallazgos corresponden con la declaración de posición de la *International Atherosclerosis Society and the International Chair on Cardiometabolic Risk Working Group on Visceral Obesity* (49), la cual manifiesta que la CC por sí sola es mejor predictor del VAT que el ICC. El ICE también demostró ser un buen indicador de exceso de adiposidad visceral.

Según los resultados obtenidos en el presente estudio, el índice de cintura-estatura (ICE) también puede ser un buen predictor de riesgo cardiovascular asociado al exceso de VAT, tal como concluyen Ashwell *et al* (111) y Corona Meléndez *et al* (112).

En este contexto, se debe de considerar la distribución regional de la grasa, ya que ésta es muy variable incluso entre personas con el mismo IMC. Se ha reportado que el VAT es un predictor independiente de resultados adversos de salud (15,22,113), ya que es metabólicamente más activo que el tejido adiposo subcutáneo y se ha asociado con la resistencia a la insulina el SM (29,40,62,80,114), la ECV (43,64,115) y varios tipos de cáncer (30,31,94). Asimismo, el valor de VAT derivado de DXA se ha validado con resonancia magnética y tomografía computarizada (32,99,102,116).

No existen valores de referencia universalmente aceptados para el VAT. Algunos estudios ya mencionados han presentado valores normativos (35) pero existe la necesidad de la obtención de valores de referencia específicos para la edad, el sexo y el origen étnico. De hecho, como se mencionó, existen más publicaciones al respecto provenientes de países

Europeos (40–44). Solo se encontró un estudio en Estados Unidos (35) y uno en latinoamericana realizado en Brasil (39).

Se encontró que solo el 18.5% de la muestra ($n= 23$) se encontraban por encima del umbral sugerido por Lundbland *et al* (42), el cual corresponde a $\geq 1,134$ g. Sin embargo, tomando como referencia el estudio de Meredith-Jones *et al* (43), el 45% ($n= 56$) se encontraba por encima del umbral sugerido por estos autores (800g).

Para promover una vida saludable es necesario complementar la actividad física con una alimentación completa y balanceada en todas las etapas de la vida. A pesar de que la mayoría de las mujeres que participaron en este estudio tenía un IMC mayor al recomendado por la OMS, los valores de VAT fueron menores que los reportados por otros estudios, lo que podría estar relacionado con la práctica de actividad física regular y un estilo de vida activo. No obstante, debe considerarse que la mayoría de las investigaciones citadas utilizaron un modelo DXA distinto (marca Ge HealthCare, Lunar o iDXA) al del presente estudio (Marca Hologic, Discovery Wi) y que las características de las poblaciones diferían de la nuestra. Por ejemplo, en el estudio italiano de Spadaccini *et al* (40), participaron mujeres de edad avanzada (edad promedio 81.42 ± 7.51 vs 69.9 ± 6.8 años) y algunas padecían síndromes geriátricos severos como fragilidad o demencia, en comparación con esta muestra mexicana, donde la mayoría de las participantes se encontraban en aparente buen estado de salud. En general, las mujeres europeas tenían una estatura mayor y un peso e IMC proporcionalmente más alto que las mexicanas. En conjunto, todos estos factores podrían contribuir a las diferencias encontradas en las mediciones de VAT. Esto resalta la necesidad de crear valores de referencia específicos para nuestra población y de la estandarización de los protocolos de medición.

El ICC mostró menor correlación con la masa total de VAT estimada por DXA que el peso corporal total, el IMC y la CC. Estos hallazgos sugieren que el uso del IMC en combinación con la CC podría ser más útil que el ICC durante la práctica clínica, o cuando no se cuenta con métodos más precisos para la estimación del tejido adiposo visceral como DXA, ya que son fáciles de obtener, económicos y no invasivos.

Es importante mencionar que en México no existen datos de mediciones de VAT derivados de DXA que pudieran servir de referencia para los resultados obtenidos en este trabajo. La importancia de obtener estos valores de VAT se debe resaltar, ya que éstos forman parte de factores de riesgo cardiovascular (113,114) así como de mayor mortalidad (39,48,104) que deben ser considerados en la creciente población de AM.

9. Limitaciones del estudio

Dentro de las limitaciones de esta investigación se encuentran las siguientes:

- Las comparaciones realizadas entre los valores promedio de VAT presentados en el presente informe y los de otros autores se basan únicamente en la observación, pues no se realizaron comparaciones estadísticas formales. La interpretación de los datos de DXA estuvo limitado por la falta de valores de referencia para las variables de interés en población mexicana mayor de 60 años.
- El pequeño tamaño de la muestra y la selección por conveniencia de las participantes descarta la posibilidad de utilizar los valores reportados como referencia para evaluaciones futuras.
- Los resultados no se compararon con datos de mujeres físicamente inactivas ni con sujetos de sexo masculino.
- No se consideraron otros factores que pudieran influir en los resultados como la alimentación, la calidad de sueño, el origen étnico o en los niveles de estrés.
- Las evaluaciones del riesgo cardiovascular asociado a la masa del VAT basadas en valores umbrales para población europea podrían no ser adecuadas para mujeres mexicanas, por lo que deben ser consideradas con precaución.

10. Actividades realizadas

Para la realización de este proyecto se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Propuesta del tema (noviembre de 2022) y revisión de la literatura científica para la elaboración del protocolo de investigación y del presente informe.
- Visitas al centro deportivo y social Rosario Iglesias Rocha, ubicado al sureste de la Ciudad de México, en donde se invitó a los miembros a participar de manera voluntaria en el presente estudio.
- Acompañamiento a los participantes durante su estancia en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco para las evaluaciones pertinentes, las cuales fueron realizadas en la “Unidad de nutrición, composición corporal y gasto de energía”, ubicado en el edificio G-203 y en el “Laboratorio de actividad física”, edificio G, tercer piso. También se brindó asesoría durante la lectura de la carta de consentimiento informado previo a las evaluaciones (*Anexo I*)
- Aplicación de cuestionarios socioeconómicos y test para la evaluación geriátrica integral.
- Evaluación del estado de nutrición que incluyó una breve entrevista con las participantes, encuestas de consumo de alimentos (R24) y de actividad física, toma de medidas antropométricas (peso, estatura, circunferencia de cintura y cadera), entre otras.
- Elaboración y clasificación de expedientes.
- Entrega de resultados y asesoría nutricional a las participantes de este estudio.
- Captura de datos y análisis estadístico en el programa JMP Statistical Discovery,
- Elaboración del informe final.

11. Objetivos y metas alcanzadas

Fue posible alcanzar el objetivo general de este trabajo, el cual consistía en evaluar la cantidad de tejido adiposo visceral derivado de un análisis de composición corporal con Absorciometría de Energía Dual de Rayos X en mujeres mayores de 60 años físicamente activas. Los datos obtenidos se correlacionaron con medidas antropométricas obteniendo.

Asimismo, se cumplieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar los siguientes índices antropométricos
 - índice de Masa Corporal
 - relación cintura/cadera
 - relación cintura-estatura
- Reportar los siguientes valores de VAT
 - Masa (g).
 - Área (cm²)
 - Volumen (cm³).

12. Conclusión

Los valores del tejido adiposo visceral obtenido por DXA en esta investigación no pueden ser comparados directamente con los reportados en estudios previos, debido principalmente a las diferencias metodológicas y de las poblaciones estudiadas. Sin embargo, hasta donde se sabe, este trabajo es el primero en reportar VAT en población de mujeres adultas mayores mexicanas con estilo de vida activo que utiliza una metodología previamente validada con técnicas de imagen, por lo que contribuye al estudio de la obesidad y de la composición corporal en este grupo de edad. La prevalencia de sobrepeso y obesidad en esta muestra fue alta, lo que se corresponde con altos valores de VAT encontrados en la mayoría de las participantes. Por lo tanto, el estudio del VAT no debe ser discriminado como biomarcador del estado de salud, aún en sujetos que mantienen un estilo de vida activo, y deben considerarse otras variables, como los hábitos de alimentación, la calidad del sueño, el consumo de tabaco y alcohol o los niveles de estrés. En conclusión, el estudio del VAT determinado mediante DXA es relevante por su correlación con patologías crónicas frecuentes durante el envejecimiento y debe ser considerado en investigaciones futuras.

13. Recomendaciones

- Para futuras investigaciones, se recomienda incluir una muestra de mayor tamaño, a fin de obtener valores de referencia específicos para población mexicana, estratificados por grupos de edad y sexo.
- Debe tenerse en consideración que la interpretación de los datos de un análisis de composición corporal solo es posible cuando se utiliza el mismo instrumento y protocolo de medición. Los resultados de un análisis de composición corporal con DXA pueden variar dependiendo del fabricante, el modelo, el protocolo y la experiencia de técnico que lo realiza.
- Se requieren estudios comparativos para comprender los efectos de diferentes modalidades de ejercicio, hábitos alimenticios y otros factores que puedan influir en los valores del tejido adiposo visceral.
- Se recomienda el monitoreo constante del tejido adiposo visceral como parte del proceso de evaluación nutricia.
- Es de gran importancia que los profesionales de la salud incorporen el hábito de la medición de la circunferencia de cintura o el índice-cintura altura como biomarcador del riesgo cardiovascular en el primer nivel de atención.
- Se debe fomentar un estilo de vida saludable en pacientes de todas las edades, con especial énfasis en mantener valores adecuados de tejido adiposo visceral en lugar de centrarse únicamente en el peso corporal o el IMC, ya que una estrategia dietética inadecuada podría ser perjudicial para la salud del paciente.

14. Referencias

1. World Health Organization. Ageing and health [Internet]. 2022 [cited 2022 Dec 9]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
2. United Nations. Progress report on the United Nations Decade of Healthy Ageing 2022-2023. 2023.
3. United Nations. Population size, growth and age structure. In: World Population Prospects 2019 Highlights. 2019. p. 5–22.
4. Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Las personas mayores en América Latina y el Caribe [Internet]. 2014 [cited 2023 Jan 28]. Available from: <https://www.cepal.org/es/infografias/personas-mayores-america-latina-caribe>
5. Rodríguez M. Envejecimiento poblacional en México: heterogeneidad municipal y condiciones asociadas. In: La situación demográfica de México [Internet]. 2021. p. 87–104. Available from: <http://www.gob.mx/conapo>
6. Consejo Nacional de Población (CONAPO). Proyecciones de la población de los municipios de México, 2015-2030. 2019.
7. Beaufre Áre B, Morio B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. Eur J Clin Nutr [Internet]. 2000;54:48–53. Available from: www.nature.com/ejcn
8. World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. 2021 [cited 2023 Mar 2]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
9. Nieto M, Palacios M. Alteraciones moleculares en el individuo metabólicamente obeso con peso normal. Rev Latinoam de Hipertens [Internet]. 2022;17(2):185–97. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/362778103>
10. Salinas-Rodríguez A, Cruz-Góngora VD la, Manrique-Espinoza B. Condiciones de salud, síndromes geriátricos y estado nutricional de los adultos mayores en México. Salud Publica Mex. 2020;62(6):777–85.
11. Vague J. Sexual differentiation. A determinant factor of the forms of obesity: 1947. Obes Res. 1996;4(2):201–3.
12. Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: A factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease 1956. Obes Res. 1996;4(2):204–12.

13. Vialettes B. Jean Vague (1911-2003) : Un exemple de sérendipité au service de la nutrition et de la diabétologie. *Med des Mal Metab* [Internet]. 2015 May 1 [cited 2023 Nov 16];9(3):355–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1957255715300924>
14. Ruderman NB, Schneider SH, Berchtold P. The “metabolically-obese,” normal-weight individual. *Am J Clin Nutr*. 1981;34(8):1617–21.
15. Ruderman N, Chisholm X, Schneider S. The metabolically Obese, Normal Weighth Individual Revisited. *Diabetes*. 1998;47(5):699–713.
16. Clasey JL, Bouchard C, Teates CD, Riblett JE, Thorner MO, Hartman ML, et al. The use of anthropometric and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) measures to estimate total abdominal and abdominal visceral fat in men and women. *Obes Res* [Internet]. 1999 [cited 2023 Apr 13];7(3):256–64. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/j.1550-8528.1999.tb00404.x>
17. Valenzuela A, Sanhueza Julio. El tejido adiposo: algo más que un reservorio de energía. *Grasas y Aceites*. 2009 Oct;60(5):437–50.
18. Hernández-Sandoval G, Rivera-Valbuena J, Serrano R, Villal D, Abbate M, Acosta L, et al. Adiposidad visceral, patogenia y medición. *Rev Venez Endocrinol Metab* [Internet]. 2017 Nov [cited 2023 Aug 6];15(2):70–7. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102017000200002
19. Perna S, Faragli A, Spadaccini D, Peroni G, Gasparri C, Al-Mannai MA, et al. Predicting visceral adipose tissue in older adults: A pilot clinical study. *Clin Nutr* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2023 Aug 8];41(4):810–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35263690/>
20. Varghese M, Song J, Singer K. Age and Sex: Impact on adipose tissue metabolism and inflammation. *Mech Ageing Dev*. 2021 Oct 1;199.
21. Seravalle G, Grassi G. Obesity and hypertension. *Pharmacol Res* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2024 Feb 10];122:1–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28532816/>
22. Jung SH, Ha KH, Kim DJ. Visceral fat mass has stronger associations with diabetes and prediabetes than other anthropometric obesity indicators among Korean adults. *Yonsei Med J* [Internet]. 2016 May 1 [cited 2023 Feb 10];57(3):674–80. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4800358/>
23. Neeland IJ, Ross R, Després JP, Matsuzawa Y, Yamashita S, Shai I, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2024 Feb 11];7(9):715–25. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S2213858719300841/fulltext>

24. Domínguez Ruiz B, González Vergara C, Figueroa García J. Comparación de tejido adiposo visceral y subcutáneo de pacientes con esteatosis hepática en población mexicana por tomografía axial computarizada. *Acta Médica Grupo Ángeles*. 2023;21(3):222–6.
25. Tsai MS, Shaw HM, Li YJ, Lin M Te, Lee WT, Chan KS. Myeloperoxidase in chronic kidney disease: role of visceral fat. *Nephrology [Internet]*. 2014 [cited 2024 Feb 10];19(3):136–42. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24330098/>
26. Kataoka H, Nitta K, Hoshino J. Visceral fat and attribute-based medicine in chronic kidney disease. Vol. 14, *Front Endocrinol*. Frontiers Media S.A.; 2023.
27. Kim TN, Park MS, Ryu JY, Choi HY, Hong HC, Yoo HJ, et al. Impact of visceral fat on skeletal muscle mass and vice versa in a prospective cohort study: The Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *PLoS One*. 2014 Dec 17;9(12).
28. Bian AL, Hu HY, Rong YD, Wang J, Wang JX, Zhou XZ. A study on relationship between elderly sarcopenia and inflammatory factors IL-6 and TNF- α . *Eur J Med Res*. 2017 Jul 12;22(1).
29. Peña Ordóñez G. Sarcopenia del adulto mayor relacionada a obesidad y síndrome metabólico [Tesis para obtener el título de doctora en Ciencias de la Salud]. [Estado de México]: Universidad Autónoma del Estado de México; 2018.
30. Kim MS, Choi YJ, Lee YH. Visceral fat measured by computed tomography and the risk of breast cancer. *Transl Cancer Res*. 2019 Sep 1;8:1939–49.
31. Nagata N, Sakamoto K, Arai T, Niikura R, Shimbo T, Shinozaki M, et al. Visceral abdominal fat measured by computed tomography is associated with an increased risk of colorectal adenoma. *Int J Cancer*. 2014 Nov 15;135(10):2273–81.
32. Snijder MB, Visser M, Dekker JM, Seidell JC, Fuerst T, Tylavsky F, et al. The prediction of visceral fat by dual-energy X-ray absorptiometry in the elderly: a comparison with computed tomography and anthropometry. *Inter J Obes [Internet]*. 2002;26:984–93. Available from: www.nature.com/ijo
33. Kaul S, Rothney MP, Peters DM, Wacker WK, Davis CE, Shapiro MD, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity*. 2012;20(6):1313–8.
34. Maskarinec G, Shvetsov YB, Wong MC, Garber A, Monroe K, Ernst TM, et al. Subcutaneous and visceral fat assessment by DXA and MRI in older adults and children. *Obesity*. 2022 Apr 1;30(4):920–30.
35. Hirsch KR, Blue MNM, Trexler ET, Smith-Ryan AE. Visceral adipose tissue normative values in adults from the United States using GE Lunar iDXA. *Clini Physiol Funct Imaging [Internet]*. 2019 Nov 1 [cited 2024 Jan 7];39(6):407–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31449721/>

36. Castro-Martínez M, Liceaga-Craviotto G, Alexanderson-Rosas G, Bolado-García V, d'Hyver-Wiechers C, Durán-Salgado M, et al. Consenso de expertos en prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad en el adulto mayor y en casos especiales. *Med Int Méx.* 2016;32(1):58–88.
37. Shama-Levy T, Cuevas-Nasu L, Mundo-Rosas V, Morales-Ruán C, Cervantes-Turrubiates L, Villalpando-Hernández S. Estado de salud y nutrición de los adultos mayores en México: resultados de una encuesta probabilística nacional. *Salud Publica Mex.* 2008;50(5):383–9.
38. Osuna-Padilla IA, Verdugo-Hernandez S, Leal-Escobar G, Osuna-Ramirez I. Estado nutricional en adultos mayores mexicanos: Estudio comparativo entre grupos con distinta asistencia social. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2015;19(1):12–20.
39. de Santana FM, Domiciano DS, Gonçalves MA, Machado LG, Figueiredo CP, Lopes JB, et al. Association of Appendicular Lean Mass, and Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue With Mortality in Older Brazilians: The São Paulo Ageing & Health Study. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2023 Jan 4];34(7):1264–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30866105/>
40. Spadaccini D, Perna S, Peroni G, D'antona G, Iannello G, Faragli A, et al. DXA-Derived Visceral Adipose Tissue (VAT) in Elderly: Percentiles of Reference for Gender and Association with Metabolic Outcomes. *Life* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2023 Aug 8];10(9):1–15. Available from: [/pmc/articles/PMC7554982/](https://pmc/articles/PMC7554982/)
41. Ofenheimer A, Breyer-Kohansal R, Hartl S, Burghuber OC, Krach F, Schrott A, et al. Reference values of body composition parameters and visceral adipose tissue (VAT) by DXA in adults aged 18–81 years—results from the LEAD cohort. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2020 Mar 2 [cited 2023 Aug 7];74(8):1181–91. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41430-020-0596-5>
42. Lundblad MW, Jacobsen BK, Johansson J, De Lucia Rolfe E, Grimsgaard S, Hopstock LA. Reference Values for DXA-Derived Visceral Adipose Tissue in Adults 40 Years and Older from a European Population: The Tromsø Study 2015-2016 [Internet]. Vol. 2021, *J Obes.* Hindawi Limited; 2021 [cited 2022 Nov 2]. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/job/2021/6634536/>
43. Meredith-Jones K, Taylor R, Brown R, Cooke R, Vlietstra L, Manning P, et al. Age- and sex-specific visceral fat reference cutoffs and their association with cardio-metabolic risk. *Inter J Obes.* 2021 Jan 20;45(4):808–17.
44. Swainson MG, Batterham AM, Hind K. Age- and sex-specific reference intervals for visceral fat mass in adults. *Inter J Obes.* 2020 Jun 14;44(2):289–96.

45. Eckel J. Adipose Tissue: A Major Secretory Organ. In: *The Cellular Secretome and Organ Crosstalk* [Internet]. Academic Press; 2018 [cited 2023 May 16]. p. 9–63. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128095188000027>
46. Zwick RK, Guerrero-Juarez CF, Horsley V, Plikus M V. Anatomical, Physiological, and Functional Diversity of Adipose Tissue. Vol. 27, *Cell Metabolism*. Cell Press; 2018. p. 68–83.
47. Unamuno X, Gema F, Victoria C. Adipose tissue. In: *Encyclopedia of Endocrine Diseases* [Internet]. 2nd ed. Elsevier; 2018 [cited 2025 May 16]. p. 370–84. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128012383651632>
48. Saad RK, Ghezzawi M, Horanieh R, Khamis AM, Saunders KH, Batsis JA, et al. Abdominal Visceral Adipose Tissue and All-Cause Mortality: A Systematic Review. *Front Endocrinol*. 2022 Aug 22;13.
49. Neeland IJ, Ross R, Després JP, Matsuzawa Y, Yamashita S, Shai I, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019 Sep 1;7(9):715–25.
50. Shen W, Wang ZM, Punyanita M, Lei J, Sinav A, Kral JG, et al. Adipose Tissue Quantification by Imaging Methods: A Proposed Classification. *Obes Res*. 2003 Jan 1;11(1):5–16.
51. Perez-Miguelsanz J, Cabrera-Parra W, Varela-Moreiras G, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutr Hosp* [Internet]. 2010 [cited 2023 May 29];25(2):207–23. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v25n2/revision3.pdf>
52. Luo L, Liu M. Adipose tissue in control of metabolism. Vol. 231, *J Endocrinol*. BioScientifica Ltd.; 2016. p. R77–99.
53. Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* [Internet]. 2014 Jan [cited 2023 Jan 3];56(4):369–81. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033062013002028>
54. An SM, Cho SH, Yoon JC. Adipose Tissue and Metabolic Health. Vol. 47, *Diabetes Metab J*. Korean Diabetes Association; 2023. p. 595–611.
55. Tchoukalova YD, Votruba SB, Tchkonina T, Giorgadze N, Kirkland JL, Jensen MD. Regional differences in cellular mechanisms of adipose tissue gain with overfeeding. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010 Oct 19;107(42):18226–31.
56. Cinti S. The adipose organ. In: *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. Churchill Livingstone; 2005. p. 9–15.

57. Rosen ED, Spiegelman BM. What we talk about when we talk about fat. Vol. 156, Cell. Elsevier B.V.; 2014. p. 20–44.
58. Cohen P, Spiegelmanb BM. Cell biology of fat storage. Vol. 27, Mol Biol Cell. American Society for Cell Biology; 2016. p. 2523–7.
59. Ramos-Ibañez N. Tejido adiposo intra-abdominal: crecimiento, evaluación y su asociación con el desarrollo de problemas metabólicos en niños y adolescentes. Bol Med Hosp Infant Mex [Internet]. 2009;592–501. Available from: www.medigraphic.com
60. Imboden MT, Welch WA, Swartz AM, Montoye AHK, Finch HW, Harber MP, et al. Reference standards for body fat measures using GE dual energy x-ray absorptiometry in Caucasian adults. PLoS One [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2023 Feb 5];12(4). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5384668/>
61. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual energy X-ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. PLoS One. 2009 Sep 15;4(9).
62. Foster MT, Pagliassotti MJ. Metabolic alterations following visceral fat removal and expansion. Adipocyte. 2012 Oct;1(4):192–9.
63. Coin A, Sergi G, Minicuci N, Giannini S, Barbiero E, Manzato E, et al. Fat-free mass and fat mass reference values by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) in a 20–80 year-old Italian population. Clinical Nutrition [Internet]. 2008 Feb 1 [cited 2023 Sep 5];27(1):87–94. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261561407001884>
64. Miazgowski T, Kucharski R, Sołtysiak M, Taszarek A, Miazgowski B, Widecka K. Visceral fat reference values derived from healthy European men and women aged 20-30 years using GE Healthcare dual-energy x-ray absorptiometry. PLoS One [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2024 Jan 7];12(7). Available from: [/pmc/articles/PMC5500349/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5500349/)
65. Forbes GB. Human Body Composition. New York, NY: Springer New York; 1987. 343 p.
66. Ambikairajah A, Walsh E, Tabatabaei-Jafari H, Cherbuin N. Fat mass changes during menopause: a metaanalysis. Vol. 221, Am J Obstet Gynecol. Mosby Inc.; 2019. p. 393-409.e50.
67. Gavin KM, Bessesen DH. Sex Differences in Adipose Tissue Function. Vol. 49, Endocrinol Metab Clin North Am. W.B. Saunders; 2020. p. 215–28.
68. Lovejoy JC, Champagne CM, De Jonge L, Xie H, Smith SR. Increased visceral fat and decreased energy expenditure during the menopausal transition. Int J Obes (Lond) [Internet]. 2008 Jun [cited 2023 Nov 5];32(6):949. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2748330/>

69. Díaz-Martínez A, Basurto-Acevedo L, Vega-García S, Saucedo-García R. Evaluación de tejido adiposo visceral y de la concentración de lípidos en mujeres pre y postmenopáusicas. *Ginecol Obstet Mex* [Internet]. 2016;84(5):294–300. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2016/gom165d.pdf>
70. World Health Organization. Physical activity [Internet]. 2022 [cited 2023 May 23]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
71. Fernández Vázquez R, Correas-Gómez L, Carnero EÁ, Ramón J, -Cruz A, Cruz A. Importancia clínica, métodos diagnósticos y efectos del ejercicio físico sobre la grasa visceral. *Arch Med Deporte*. 2014;31(6):414–21.
72. Ismail I, Keating SE, Baker MK, Johnson NA. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obes Rev*. 2012 Jan 26;13(1):68–91.
73. Recchia F, Leung CK, Yu AP, Leung W, Yu DJ, Fong DY, et al. Dose-response effects of exercise and caloric restriction on visceral adiposity in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. Vol. 57, *Br J Sports Med*. BMJ Publishing Group; 2023. p. 1035–41.
74. Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of High-Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. Vol. 48, *Sports Med*. Springer International Publishing; 2018. p. 269–88.
75. Dupuit M, Maillard F, Pereira B, Marquezi ML, Lancha AH, Boisseau N. Effect of high intensity interval training on body composition in women before and after menopause: a meta-analysis. *Exp Physiol*. 2020 Sep 21;105(9):1470–90.
76. Ross R, Soni S, Houle SA. Negative energy balance induced by exercise or diet: Effects on visceral adipose tissue and liver fat. Vol. 12, *Nutrients*. MDPI AG; 2020.
77. Concha-Cisternas Y, Valdés-Badilla P, Guzmán-Muñoz E, Ramírez-Campillo R. Comparación de marcadores antropométricos de salud entre mujeres de 60-75 años físicamente activas e inactivas. *Rev Esp Nutr Hum Diet* [Internet]. 2017 [cited 2023 May 14];21(3):256–62. Available from: doi:10.14306/renhyd.21.3.367
78. Arciero PJ, Ormsbee MJ, Gentile CL, Nindl BC, Brestoff JR, Ruby M. Increased protein intake and meal frequency reduces abdominal fat during energy balance and energy deficit. *Obes*. 2013 Jul;21(7):1357–66.
79. Arciero PJ, Poe M, Mohr AE, Ives SJ, Arciero A, Sweazea KL, et al. Intermittent fasting and protein pacing are superior to caloric restriction for weight and visceral fat loss. *Obesity*. 2023 Feb 1;31(S1):139–49.

80. He M, Wang J, Liang Q, Li M, Guo H, Wang Y, et al. Time-restricted eating with or without low-carbohydrate diet reduces visceral fat and improves metabolic syndrome: A randomized trial. *Cell Rep Med*. 2022 Oct 18;3(10).
81. Moreira VC, Silva CMS, Welker AF, Da Silva ICR. Visceral Adipose Tissue Influence on Health Problem Development and Its Relationship with Serum Biochemical Parameters in Middle-Aged and Older Adults: A Literature Review. *J Aging Res [Internet]*. 2022 [cited 2022 Nov 5]; Available from: <https://doi.org/10.1155/2022/8350527>
82. Chen L, Sun X, Han D, Zhong J, Zhang H, Zheng L. Visceral adipose tissue and risk of COVID-19 susceptibility, hospitalization, and severity: A Mendelian randomization study. *Front Public Health*. 2022;
83. Monzur F, Alvear C, Alayón A. Adipocitos, obesidad visceral, inflamación y enfermedad cardiovascular. *Revista Colombiana de Cardiología*. 2010;207(213):17.
84. Yazıcı D, Sezer H. Insulin resistance, obesity and lipotoxicity. In: *Adv Exp Med Biol*. Springer New York LLC; 2017. p. 277–304.
85. Sámano JM, Victoria P, Durán T, Antonio M, Oropeza J. Los ácidos grasos y la lipotoxicidad: implicaciones metabólicas. a Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, UNAM. 2013;56.
86. González Chávez A, Malanco Hernández LM, De Jesús Sánchez Zúñiga M, Elizondo Argueta S, Navarro Zarza JE, Rosillo Rodríguez S. Inflamación y resistencia a la insulina: Mecanismos para el desarrollo de la disfunción endotelial y aterosclerosis. 2006.
87. Huffman DM, Barzilai N. Role of Visceral Adipose Tissue in Aging. *Biochim Biophys Acta [Internet]*. 2009 Oct [cited 2022 Nov 5];1790(10):1117. Available from: </pmc/articles/PMC2779572/>
88. Kuriyan R. Body composition techniques [Internet]. Vol. 148, *Indian Journal of Medical Research*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2018 [cited 2023 Mar 4]. p. 648–58. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6366261/>
89. Lemos T, Gallagher D. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes [Internet]*. 2017 [cited 2023 Oct 31];24(5):2010–4. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5771660/>
90. Mathew DE, Jayakaran JAJ, Hansdak SG, Iyadurai R. Cost effective and adaptable measures of estimation of visceral adiposity. *Clin Epidemiol Glob Health*. 2023 Sep 1;23:101362.
91. Abate N, Burns D, Peshock RM, Garg A, Grundy SM. Estimation of adipose tissue mass by magnetic resonance imaging: validation against dissection in human cadavers¹. *Journal of Lipid Research*. 1994;35:1490–6.

92. Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lyons W, Gallagher D, Ross R. Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol* [Internet]. 1998 [cited 2023 Jun 29];85(1):115–22. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1998.85.1.115>
93. Casanova Román M. Técnicas de valoración del estado nutricional. *VOX PAEDIATRICA*. 2003;11(1):26–35.
94. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. <http://dx.doi.org/10.1259/bjr/38447238> [Internet]. 2014 Jan 28 [cited 2022 Nov 5];85(1009):1–10. Available from: <https://www.birpublications.org/doi/10.1259/bjr/38447238>
95. Moreira OC, Alonso-Aubin DA, Patrocinio De Oliveira CE, Candia-Luján R, De Paz JA. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte*. 2015;32(6):387–94.
96. Ponti F, Santoro A, Mercatelli D, Gasperini C, Conte M, Martucci M, et al. Aging and Imaging Assessment of Body Composition: From Fat to Facts. *Front Endocrinol*. 2020 Jan 14;10(861):10–7.
97. Decazes P, Eude F, Tonnelet D, Amyar A, Modzelewski R, Vera P, et al. Automatic multislice segmentation of visceral adipose tissue from CT of PET/CT by using a dense V-Network. *J Digit Imaging* [Internet]. 2019 [cited 2023 Nov 1];60(supplement 1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6456643/>
98. Lustgarten MS, Fielding RA. ASSESSMENT OF ANALYTICAL METHODS USED TO MEASURE CHANGES IN BODY COMPOSITION IN THE ELDERLY AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR USE IN PHASE II CLINICAL TRIALS. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2011 [cited 2024 Jan 28];15(5):368. Available from: [/pmc/articles/PMC3376910/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3376910/)
99. Crabtree CD, Lafountain RA, Hyde PN, Chen C, Pan Y, Lamba N, et al. Quantification of human central adipose tissue depots: An anatomically matched comparison between DXA and MRI. *Tomography*. 2019 Dec 1;5(4):358–66.
100. Allen MR, Krohn K. Skeletal Imaging. *Basic and Applied Bone Biology*. 2014 Jan 1;93–113.
101. Lorente Ramos RM, Azpeitia Armán J, Arévalo Galeano N, Muñoz Hernández A, García Gómez JM, Gredilla Molinero J. Dual energy X-ray absorptimetry: Fundamentals, methodology, and clinical applications. *Radiologia*. 2012;54(5):410–23.
102. Meredith-Jones K, Haszard J, Stanger N, Taylor R. Precision of DXA-Derived Visceral Fat Measurements in a Large Sample of Adults of Varying Body Size. *Obes* [Internet]. 2018 Mar

1 [cited 2023 Aug 7];26(3):505–12. Available from:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/oby.22108>

103. Mohammad A, De Lucia Rolfe E, Sleight A, Kivisild T, Behbehani K, Wareham NJ, et al. Validity of visceral adiposity estimates from DXA against MRI in Kuwaiti men and women. *Nutr Diabetes*. 2017 Jan 9;7(1).
104. Murphy RA, Register TC, Shively CA, Carr JJ, Ge Y, Heilbrun ME, et al. Adipose tissue density, a novel biomarker predicting mortality risk in older adults. *J Gerontol* . 2014 Jan;69(1):109–17.
105. Nagai M, Komiya H, Mori Y, Ohta T, Kasahara Y, Ikeda Y. Estimating Visceral Fat Area by Multifrequency Bioelectrical Impedance. *Diabetes Care* [Internet]. 2010 May [cited 2023 Aug 6];33(5):1077. Available from: </pmc/articles/PMC2858179/>
106. Fedder DO, Koro CE, L GJ. New National Cholesterol Education Program III Guidelines for Primary Prevention Lipid-Lowering Drug Therapy Projected Impact on the Size, Sex, and Age Distribution of the Treatment-Eligible Population [Internet]. 2002. Available from: <http://www.circulationaha.org>
107. International Diabetes Federation. The IDF consensus worldwide definition of the METABOLIC SYNDROME. 2006.
108. World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation. World Health Organization; 2011. 39 p.
109. International Society for Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometric assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2001. 133 p.
110. De La Fuente R, Carballo Martinez R, Fernández-Britto E, Guilarte Díaz S, Albert-Cabrera M. Circunferencia de la cintura con sobrepeso e hipertensión arterial en adultos. *Rev Habanera de Cienc Medicas* [Internet]. 2012;2012(5):650–64. Available from: <http://scielo.sld.cu650>
111. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2012 Mar 23;13(3):275–86.
112. Corona-Meléndez JC, Torres-Made LM, Bañuelos-Contreras EJ, Flores-Montes JR, Medina-Ruiz E. Abdominal circumference and waist-height ratio as obesity criteria in metabolic syndrome. *Medicina Interna de Mexico*. 2022 Mar 1;38(2):235–47.
113. Shen F, Guo C, Zhang D, Liu Y, Zhang P. Visceral adiposity index as a predictor of type 2 diabetes mellitus risk: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2023 Apr;

114. Lu YC, Lin YC, Yen AMF, Chan WP. Dual-energy X-ray absorptiometry-assessed adipose tissues in metabolically unhealthy normal weight Asians. *Scientific Reports* 2019 9:1 [Internet]. 2019 Nov 27 [cited 2023 Aug 7];9(1):1–10. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-53557-9>
115. Franssens BT, Hoogduin H, Leiner T, van der Graaf Y, Visseren FLJ. Relation between brown adipose tissue and measures of obesity and metabolic dysfunction in patients with cardiovascular disease. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2017 Aug 1;46(2):497–504.
116. Bea JW, Chen Z, Blew RM, Nicholas JS, Follis S, Bland VL, et al. MRI based validation of abdominal adipose tissue measurements from DXA in postmenopausal women. *J Clin Densitom* [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2023 Aug 7];25(2):189. Available from: </pmc/articles/PMC8799761/>

Anexos

Anexo 1. Formato de consentimiento informado

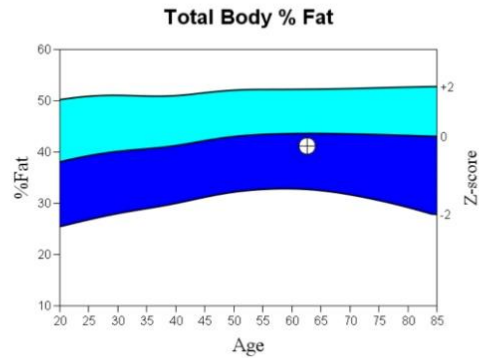
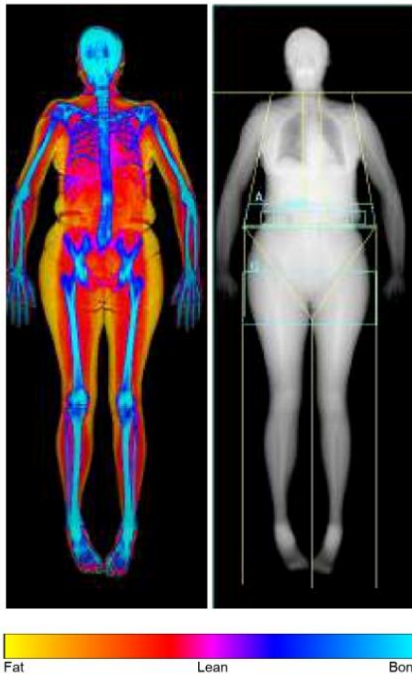
<div data-bbox="630 552 711 615"></div> <p data-bbox="297 621 667 636">UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO</p> <p data-bbox="370 642 594 657">LICENCIATURA EN NUTRICIÓN HUMANA</p> <p data-bbox="256 663 708 695">TÍTULO: Evaluación geriátrica integral en adultos mayores funcionales del Centro social y deportivo "Rosario Iglesias Rocha"</p> <p data-bbox="362 722 602 737">CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO</p> <p data-bbox="253 766 391 781">NOMBRE DEL PACIENTE</p> <p data-bbox="253 808 711 823">_____</p> <p data-bbox="253 814 500 829">EDAD..... SEXO.....FECHA.....</p> <p data-bbox="253 835 675 850">DOMICILIO.....</p> <p data-bbox="253 856 675 871">TEL.....</p> <p data-bbox="253 877 711 909">Yo....., en pleno uso de mis facultades mentales y mi calidad de participante:</p> <p data-bbox="253 915 573 930">Manifiesto mi libre voluntad para aceptar ser parte de este trabajo.</p> <p data-bbox="253 936 711 968">Se me ha comunicado detalladamente la información relacionada al mismo, así como el derecho de cambiar mi decisión en cualquier momento antes de su inicio.</p> <p data-bbox="253 974 643 989">Me comprometo a proporcionar información completa y veraz que se me solicite.</p> <p data-bbox="253 995 703 1010">Otorgo mi autorización para que me sean practicados los siguientes estudios y cuestionarios:</p> <ul data-bbox="272 1016 711 1108" style="list-style-type: none">a. Cuestionario de características sociodemográficas generales.b. Mediciones antropométricas (peso, estatura, circunferencias: media de brazo, cintura, cadera, pantorrilla y pliegue cutáneo tricipital).c. Determinación de fuerza muscular (Dinamometría).d. Prueba corta de rendimiento físico (Velocidad al caminar, pruebas de levantarse de la silla y de equilibrio). <p data-bbox="253 1115 711 1157">Así mismo, se me ha invitado para complementar la evaluación nutricional con otros estudios; para lo cual deberé de asistir a la UAM-Xochimilco (Unidad de composición corporal y gasto de energía) en el día y la hora indicados para las siguientes actividades:</p> <ul data-bbox="272 1163 651 1209" style="list-style-type: none">a. Responder un cuestionario de consumo de lácteosb. Análisis de composición corporal (Impedancia bioeléctrica: Equipo <i>In-body</i>)c. Toma de muestra de sangre	<p data-bbox="898 548 1357 590">Entiendo que los resultados del estudio me serán entregados de forma personal para conocer mi estado de nutrición, así como si tengo o no pérdida de fuerza muscular y como me encuentro en mi desempeño físico.</p> <p data-bbox="898 596 1357 632">En el caso de que asiste a los estudios complementarios en el campus de la universidad también me serán entregados los siguientes resultados:</p> <ol data-bbox="917 638 1338 684" style="list-style-type: none">1. Saber si consumo la cantidad suficiente de lácteos que necesito2. Datos de composición corporal (Porcentaje de grasa corporal y masa libre de grasa)3. Concentración en sangre de vitamina D (Suficiente o insuficiente) <p data-bbox="898 690 1338 705">De acuerdo con los resultados recibiré recomendaciones nutricionales de manera individual</p> <p data-bbox="938 751 1029 783">Nombre y firma del participante</p> <p data-bbox="1162 751 1321 783">Nombre completo y firma de la profesora responsable del estudio</p> <p data-bbox="927 821 1040 835">_____</p> <p data-bbox="1179 821 1308 835">_____</p> <p data-bbox="1057 873 1195 919">Nombre completo y firma del estudiante que encuestó al participante</p> <p data-bbox="1062 957 1187 972">_____</p>
---	---

Anexo 2. Hoja de resultados del escáner de cuerpo completo realizado con el equipo DXA

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA-XOCHIMILCO CALZADA DEL HUESO 1100 MEXICO, DF 04960

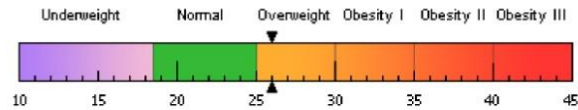
Telephone: 01(55)54837000

Name: [REDACTED]	Sex: Female	Height: 164.4 cm
Patient ID: UAMX0004303	Ethnicity: Hispanic	Weight: 70.5 kg
DOB: 17 September 1959		Age: 62



Source: 2008 NHANES Hispanic Female

World Health Organization Body Mass Index Classification
BMI = 26.1 WHO Classification Overweight



BMI has some limitations and an actual diagnosis of overweight or obesity should be made by a health professional. Obesity is associated with heart disease, certain types of cancer, type 2 diabetes, and other health risks. The higher a person's BMI is above 25, the greater their weight-related risks.

Body Composition Results

Region	Fat Mass (g)	Lean + BMC (g)	Total Mass (g)	% Fat	T-score	% Fat Z-score
L. Arm	1482	1957	3439	43.1	0.1	-0.6
R Arm	1388	2108	3497	39.7	-0.3	-1.1
Trunk	14640	19532	34172	42.8	0.6	-0.2
L Leg	4946	6807	11752	42.1	-0.2	-0.5
R Leg	5271	7069	12340	42.7	-0.1	-0.4
Subtotal	27728	37473	65201	42.5	0.3	-0.4
Head	1025	3490	4514	22.7		
Total	28753	40962	69715	41.2	0.3	-0.5
Android (A)	2415	3033	5448	44.3		
Gynoid (G)	5036	6384	11420	44.1		

Scan Date: 20 May 2022 ID: A0520220Q
 Scan Type: a Whole Body
 Analysis: 14 July 2022 18:36 Version 13.5.3.2
 Auto Whole Body
 Operator: DPS
 Model: Discovery Wi (S/N 86508)
 Comment:

Adipose Indices

Measure	Result	T-score	Z-score
Total Body % Fat	41.2	0.3	-0.5
Fat Mass/Height ² (kg/m ²)	10.6	0.0	-0.6
Android/Gynoid Ratio	1.01		
% Fat Trunk/% Fat Legs	1.01	0.8	0.3
Trunk/Total Fat Mass Ratio	0.12	0.6	-0.2
Est. VAT Mass (g)	678		
Est. VAT Volume (cm ³)	733		
Est. VAT Area (cm ²)	141		

Lean Indices

Measure	Result	T-score	Z-score
Lean/Height ² (kg/m ²)	14.4	-0.6	-0.7
Appen. Lean/Height ² (kg/m ²)	6.24	-0.2	-0.1

Est. VAT = Estimated Visceral Adipose Tissue