

La obesidad: más allá del IMC

Karen Schlosser Montes¹, Marcela Barillas Basterrechea¹

¹Escuela de Nutrición, Universidad Francisco Marroquín

Fecha de envío: 12/05/2024

Fecha de aceptación: 22/07/2024

Fecha de publicación: 30/11/2024

Citación: Schlosser Montes, K., Barillas Basterrechea, M. La obesidad: más allá del IMC. *Rev. Fac. Med.* 2024, Nov.; 2(2), III Época: 19-30.

DOI: <https://www.doi.org/10.37345/23045329.v2i2.126>

Correo electrónico: karensm@ufm.edu

ISSN: 2304-5329 | 2304-5353

RESUMEN

Introducción: Por mucho tiempo el índice de masa corporal (IMC) se ha utilizado por los trabajadores de la salud como un estándar para clasificar el estado nutricional, la cantidad de grasa y el riesgo de padecer enfermedades metabólicas; sin embargo, cada vez se reconocen más sus limitaciones.

Objetivo: El objetivo de este trabajo era identificar si el IMC es un indicador confiable del estado de grasa corporal en adultos guatemaltecos.

Metodología: Para determinar esto, se analizaron los datos de 781 adultos que asistieron a la clínica de Nutrición de Salud de la Universidad Francisco Marroquín (UFM) entre 2022 y 2023. **Resultados:** Se encontró que el IMC subestimó el estado de grasa corporal en al menos un 10 % de sujetos con respecto de la clasificación, según los índices de adiposidad medidos por DXA. Por otra parte, se encontró que la circunferencia de la cintura se correlacionó de forma significativa con el tejido adiposo visceral para mujeres y hombres ($r=0.8608$; $p<0.0001$ y $r=0.8242$; $p<0.0001$, respectivamente).

Conclusión: Por esta razón, se concluyó que, a pesar de que el IMC es una herramienta valiosa, su uso debe ser complementado y contextualizado con otras mediciones para una evaluación más exacta del estado de salud de un individuo.

Palabras clave: composición corporal, índice de masa corporal, circunferencia de la cintura

Obesity: beyond BMI

ABSTRACT

Introduction: Body Mass Index (BMI) has long been used by healthcare workers as a standard for classifying nutritional status, body fat content, and risk of metabolic disease, but its limitations are increasingly recognized. **Objective:** The objective of this study was to identify whether BMI is a reliable indicator of body fat status in Guatemalan adults or not. **Methods:** To determine this, data from 781 adults attending the Francisco Marroquín University (UFM) Nutrition clinic between 2022 and 2023 were analyzed. **Results:** It was found that BMI underestimated body fat status in at least 10% of subjects with respect to classification according to adiposity indexes measured by DXA. Moreover, waist circumference was found to correlate significantly with visceral adipose tissue for women and men ($r=0.8608$; $p<0.0001$ and $r=0.8242$; $p<0.0001$, respectively). **Conclusion:** For this reason, it was concluded that, although BMI is a valuable tool, its use should be complemented and contextualized with other measurements for a more accurate assessment of an individual's health status.

Keywords: body composition, Body Mass Index, waist circumference

ABREVIATURAS

- **IMLGA:** Índice de masa libre de grasa en región apendicular [en inglés, *Appendicular Lean Mass Index (ALMI)*]. Se refiere a la cantidad de masa libre de grasa en los miembros superiores e inferiores con respecto de la estatura.
- **DXA:** Absorciometría dual de rayos X [en inglés, *Dual X-ray Absorptiometry*]
- **CC:** Circunferencia de la cintura
- **IMG:** Índice de masa grasa [en inglés, *Fat Mass Index (FMI)*]. Se refiere a la cantidad de masa grasa con respecto de la estatura.
- **IMC:** Índice de masa corporal
- **ISAK:** *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*
- **IMLG:** Índice de masa libre de grasa [en inglés, *Lean Mass Index (LMI)*]. Se refiere a la cantidad de masa libre de grasa total con respecto de la estatura.
- **TAV:** Tejido adiposo visceral [en inglés, *Visceral Adipose Tissue (VAT)*]. En este trabajo se usará la medición de TAV en área (cm²).

INTRODUCCIÓN

La composición corporal es la proporción de grasa, masa libre de grasa y hueso del cuerpo de un individuo. La masa magra incluye músculos, huesos, piel, órganos internos y agua corporal. La masa grasa está formada principalmente por grasa corporal (grasa subcutánea) y grasa interna esencial que rodea los órganos (grasa visceral o intraabdominal). La composición corporal proporciona información importante sobre el posible riesgo de una persona de padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes ⁽¹⁾ y cáncer ⁽²⁾. Existen factores que afectan la composición corporal, como por ejemplo la genética, el estilo de vida, la salud, la enfermedad y los estados hormonales, entre otros ⁽²⁾. Para la mayoría de las personas, la masa magra sufre una reducción importante con la edad, mientras que la grasa corporal aumenta con el paso de los años, incluso si el peso corporal no cambia ⁽³⁾. La composición corporal puede medirse de varias formas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el uso de mediciones antropométricas, debido a que se han correlacionado con mediciones indirectas y son de bajo costo, portátiles y aplicables en cualquier lugar para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición corporal. Reflejan el estado nutricional y permiten medir los cambios de un individuo a través del tiempo ⁽⁴⁾. Las mediciones antropométricas suelen incluir la estatura, el peso, los pliegues y las circunferencias. Estas medidas se comparan después con estándares de referencia para evaluar el estado nutricional y el riesgo de padecer diversas enfermedades.

Otro método habitual para medir la composición corporal es el análisis de impedancia

bioeléctrica (BIA), que utiliza la resistencia del flujo eléctrico a través del cuerpo para estimar la grasa corporal. La BIA se ha convertido en un método muy utilizado para estimar el porcentaje de grasa corporal. El uso de esta técnica se basa en el principio de que la conductividad de un impulso eléctrico es mayor a través del tejido libre de grasa que a través del tejido graso ⁽¹⁾. En el método de BIA de frecuencia única, se hace pasar una corriente de 50 kHz entre electrodos de superficie colocados en la mano y el pie. Algunos instrumentos utilizan otros sitios como electrodos pie-pie y mano-mano. El sistema pie-pie suele emplearse para uso doméstico; sin embargo, en la mayoría de los casos no proporciona valores brutos de resistencia y reactancia. La BIA multifrecuencia utiliza diferentes frecuencias (0, 1, 5, 50, 100, 200 y 500 kHz). En general, esta impedancia no mejora la estimación de la composición corporal en comparación con la impedancia monofrecuencia, pero puede proporcionar una estimación exacta y precisa del agua corporal total y el agua extracelular; que se ve limitada cuando se utiliza un instrumento monofrecuencia (50 Hz). A pesar de su fácil uso técnico y su alta reproducibilidad, la BIA puede dar lugar a estimaciones menos precisas en situaciones en las que el equilibrio hidroelectrolítico esté alterado. Otros factores que pueden afectar los resultados son la alimentación, la actividad física intensa y la ingesta de alcohol y líquidos antes de la evaluación, los estados de deshidratación o de retención de líquidos, el uso de diuréticos y el ciclo menstrual ⁽⁵⁾.

El IMC es una medida que se utiliza para evaluar si una persona tiene un peso saludable en relación con su estatura. Se calcula dividiendo el peso de una persona

en kilogramos entre el cuadrado de su altura en metros, y es una herramienta muy utilizada debido a su simplicidad y bajo costo. Se divide en diferentes categorías que representan diferentes rangos de peso y el riesgo asociado a cada uno. Sus valores se clasifican en: bajo peso (IMC <18.5 kg/m²), peso normal (IMC 18.5-24.9 kg/m²), sobrepeso (IMC 25-29.9 kg/m²), obesidad grado I (IMC 30-34.9 kg/m²), obesidad grado II (IMC 35-39.9 kg/m²) y obesidad grado III (IMC ≥40 kg/m²) ^(6,7).

La distribución de la grasa corporal es un importante factor de riesgo de las enfermedades relacionadas crónicas no transmisibles. El exceso de grasa abdominal se asocia con un mayor riesgo de enfermedades cardiometabólicas. La grasa abdominal es un factor de riesgo independiente, incluso cuando el IMC no está aumentado, y es predictivo de comorbilidades y mortalidad. La circunferencia de la cintura (cc) se utiliza a menudo como marcador sustitutivo de la masa grasa abdominal, ya que se correlaciona con la masa grasa abdominal (subcutánea e intraabdominal) y se asocia con el riesgo de enfermedad cardiometabólica ⁽⁸⁾. La National Cholesterol Education Program (NCEP), *Adult Treatment Panel III* (NCEP ATP III) considera que los hombres y las mujeres con un perímetro de cintura superior a 102 cm y 88 cm, respectivamente, presentan un mayor riesgo de enfermedad cardiometabólica ⁽⁹⁾. En 2005, la Federación Internacional de Diabetes (FID) publicó nuevos criterios para definir el síndrome metabólico. Los umbrales del perímetro de la cintura son inferiores a las recomendaciones del ATP III; tiene valores específicos para cada etnia. Según la FID, en la población centroamericana se puede asumir obesidad

central y riesgo aumentado de enfermedades cardiovasculares cuando el perímetro de cintura es mayor a 90 cm y 80 cm en hombres y mujeres respectivamente ⁽¹⁰⁾. En individuos con un IMC superior a 35 kg/m² no es necesario medir el perímetro de cintura ⁽¹¹⁾.

El perímetro de la cintura y el de la cadera son medidas comúnmente utilizadas para determinar el tamaño corporal abdominal y gluteofemoral, respectivamente. Se ha demostrado que un mayor perímetro de la cintura está estrechamente relacionado con la morbilidad y la muerte prematura, mientras que existen algunas pruebas de que un mayor perímetro de cadera podría ser un factor protector ⁽¹²⁾. Dadas sus relaciones opuestas con la salud metabólica, el cociente entre el perímetro de la cintura y de la cadera se conceptualizó como una medida global de la obesidad y se propuso como una forma de captar la distribución de la grasa corporal. Estudios publicados en la década de 1990 sugieren que el perímetro de la cintura por sí solo puede ser una herramienta más útil y precisa en adultos y niños ⁽¹³⁾.

La absorciometría dual de rayos X (DXA) es considerada el estándar de oro para estimar la composición corporal, incluyendo la masa grasa y la masa libre de grasa. El DXA es capaz de determinar la composición del cuerpo humano discriminando tres compartimentos diferentes, basándose en sus propiedades específicas de atenuación de los rayos X: el contenido mineral óseo, el tejido adiposo y el tejido libre de grasa. Con esta tecnología pueden obtenerse varios índices de adiposidad, entre ellos están el índice de masa grasa (IMG) y el tejido adiposo visceral (TAV) ⁽¹⁴⁾.

La circunferencia de la pantorrilla se puede utilizar como una herramienta de detección de masa muscular baja. Los valores de corte del perímetro de la pantorrilla de <34 y <33 cm para hombres y mujeres, respectivamente, han sido propuestos por el consenso *Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) 2019* para detectar casos de sarcopenia ⁽¹⁵⁾.

La dinamometría, por su parte, es una herramienta para predecir la funcionalidad del músculo esquelético. Una dinamometría débil se asocia con un mayor riesgo de fracturas, caídas, desnutrición y deterioro cognitivo ⁽¹⁶⁾.

El objetivo de esta investigación era determinar si el IMC es un indicador confiable de grasa corporal en adultos guatemaltecos. Para esto se compararon varias mediciones antropométricas con los resultados de DXA.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo, comparativo, retrospectivo y de corte transversal con los datos de pacientes de Nutrición de la clínica Salud UFM. Se incluyeron los datos de 781 adultos que asistieron entre enero de 2022 y diciembre de 2023. Se excluyeron los sujetos que no tuvieran los datos completos. Es importante resaltar que el 52 % de los participantes fueron referidos de clínicas privadas de obesidad en el país.

A cada paciente se le tomó el peso usando un analizador corporal de impedancia bioeléctrica de multifrecuencia marca TANITA modelo MC780U con capacidad de 270kg y precisión de 0.1 kg. La talla fue medida usando el modelo 213 del estadiómetro SECA con rango hasta 230 cm y precisión de

0.1 cm. Se utilizó cinta métrica metálica marca Lufkin Executive Thinline modelo W606PM con rango de medición hasta 200 cm y precisión de 0.1 cm para tomar las circunferencias. La fuerza de agarre fue medida usando un dinamómetro manual digital marca CAMRY modelo EH101 con capacidad de 90 kg y precisión de 0.1 kg. Por su parte, a cada individuo se le realizó un análisis de cuerpo completo por medio de DXA con el densitómetro de Hologic Horizon modelo Wi S/N 304418M.

A todos los sujetos se les proporcionó la misma indicación de llegar en ayunas y sin haber realizado ningún entrenamiento físico para evitar diferencias asociadas al estado de hidratación. Las mediciones antropométricas fueron realizadas por estudiantes, y supervisadas y confirmadas por profesionales de la nutrición certificadas por ISAK. Todos los sujetos firmaron el consentimiento informado previo a ser atendidos.

RESULTADOS

Los datos antropométricos y de composición corporal se muestran para cada sexo. La muestra estuvo conformada por un 58.3 % de mujeres y un 41.7 % de hombres. El promedio de IMC en ambos grupos se ubicó en la clasificación de sobrepeso ⁽⁷⁾. La circunferencia de la cintura promedio también se observó por encima del punto de corte de riesgo para mujeres y hombres, según los criterios de la FID ⁽¹⁰⁾. En cuanto a los índices de adiposidad, el índice de masa grasa promedio mostró en el grupo de mujeres exceso de grasa (9.1-13 kg/m²) y en el grupo de hombres, obesidad I (9.1-12 kg/m²) ⁽¹⁴⁾. Ambos grupos también mostraron exceso de grasa visceral ⁽¹⁷⁾. Por otra parte, los índices de masa libre de grasa mostraron que ambos sexos tenían en promedio el índice de masa libre de grasa por debajo del rango saludable, mientras que el índice de masa libre de grasa apendicular promedio se clasificó como saludable en los dos grupos ⁽¹⁸⁾.

Tabla 1. Características demográficas de los pacientes (n=781)

Variable	Mujeres (n=455)	Hombres (n=326)	p ^a
	x (DE) mín., máx.	x (DE) mín., máx.	
Edad	44.61 (14.43) 18, 87	44.62 (15.22) 18, 81	0.9926
Talla (m)	1.60 (0.06) 1.41, 1.83	1.74 (0.07) 1.48, 1.91	<0.0001
IMC (kg/m ²)	27.89 (6.22) 15.8, 58	29.67 (6.27) 17.9, 66.3	0.0001
Cc (cm)	86.83 (14.15) 60, 137.5	100.99 (15.23) 68, 155	
Cp (cm)	37.24 (3.98) 26, 53	38.98 (3.95) 27.5, 56.4	
IMG (kg/m ²)	12.27 (4.70) 4.13, 46.2	10.53 (4.70) 3.32, 42.3	
TAV (cm ²)	132.55 (70.65) 20.4, 372	170.42 (77.88) 41.1, 478	
IMLG (kg/m ²)	14.68 (2.21) 4.8, 23.2	18.17 (2.30) 12.6, 30.8	
IMLGA (kg/m ²)	6.28 (1.31) 3.74, 17.04	8.16 (1.34) 5.29, 17.8	
Dinamometría (kg)	24.28 (6.21) 8.3, 55	38.87 (9.09) 13.7, 71.6	

^a No se muestran los valores p para las mediciones que tienen puntos de corte distintos por sexo

Cabe destacar que más del 60 % de mujeres y casi el 80 % de los hombres tuvieron el IMC por arriba de lo considerado normal, y de estos, la mitad se clasificaron con sobrepeso y la otra mitad con obesidad. Al comparar los valores de IMC con los del IMG medidos por DXA, se observó una diferencia importante en la que el IMG mostró mayor proporción de mujeres y hombres con exceso de grasa (12 % y 10 %, respectivamente). Es importante resaltar que en ambos grupos fueron casi 8 de cada 10 sujetos los que tenían exceso de tejido adiposo visceral. Estos resultados coinciden en el grupo de hombres con los de circunferencia de la

cintura. En el caso de las mujeres, la circunferencia de la cintura mostró un 14 % menos mujeres clasificadas con exceso de grasa en el área central.

Se encontraron correlaciones positivas significativas entre el IMC y los indicadores de adiposidad medidos por DXA: IMG y TAV en mujeres ($r=0.9046$; $p<0.0001$ y $r=0.4521$; $p<0.0001$, respectivamente) y también en hombres ($r=0.8333$; $p<0.0001$ y $r=0.7148$; $p<0.0001$, respectivamente). Adicionalmente, se calculó la relación entre el TAV y la cc, se obtuvo para mujeres y hombres $r=0.8608$; $p<0.0001$ y $r=0.8242$; $p<0.0001$, respectivamente.

Tabla 2. Clasificación porcentual de pacientes en IMC e indicadores de adiposidad

Interpretación para IMC	Parámetro ^a								Interpretación para IMG, TAV y Cc ^b
	IMC (kg/m ²)		IMC (kg/m ²)		TAV (cm ²)		Cc (cm)		
	M	H	M	H	M	H	M	H	
Bajo	2	1	1	0	-	-	-	-	Déficit de grasa
Normal	35	21	25	11	22	22	36	25	Normal
Sobrepeso	30	40	37	32	78	78	64	75	Exceso de grasa
Obesidad	32	39	37	57	-	-	-	-	Obesidad

^a: M=mujeres; H=hombres

^b: Para la grasa visceral y la circunferencia de la cintura solamente aplica la interpretación de normal y exceso

Los resultados porcentuales de la funcionalidad muscular medida a través de la dinamometría mostraron que la mayoría de los sujetos tuvo adecuada fuerza de agarre en la mano dominante. Sin embargo, al evaluar el IMLG por medio de DXA fue evidente que 6 de cada 10 mujeres y 5 de cada 10 hombres estaban clasificados por debajo del rango saludable. Cabe mencionar que el 100 % de los sujetos con IMLG clasificado como exceso

tenían obesidad, por lo que se puede atribuir a un proceso adaptativo del sujeto obeso.

Se encontraron correlaciones positivas significativas para mujeres y hombres entre el IMC y el IMLG: $r=0.7838$; $p<0.0001$ y $r=0.8231$; $p<0.0001$, respectivamente. Por otra parte, el IMLG y los resultados de la dinamometría presentaron una relación significativa también: $r=0.1404$; $p=0.0023$ en el grupo de mujeres y $r=0.2184$; $p=0.0002$ en el grupo de hombres.

Tabla 3. Clasificación porcentual de pacientes en los indicadores de masa libre de grasa (cantidad y funcionalidad)

Interpretación para dinamometría	Parámetro ^a						Interpretación para IMLG e IMLGA ^b
	Dinamometría (kg)		IMLG (kg/m ²)		IMLGA (kg/m ²)		
	M	H	M	H	M	H	
Débil	16	21	62	50	21	8	Déficit
Normal	81	73	31	30	79	92	Normal
Fuerte	2	6	7	19	-	-	Exceso

^a: M=mujeres; H=hombres

^b: Para la grasa visceral y la circunferencia de la cintura solamente aplica la interpretación de normal y exceso

DISCUSIÓN

En el grupo de adultos estudiados, se encontraron correlaciones positivas significativas entre el IMC y los índices de adiposidad medidos por DXA. Adicionalmente, hubo correlaciones positivas significativas entre la circunferencia de la cintura y el tejido adiposo visceral. No obstante, al analizar los resultados porcentuales, se evidenció que el IMC subestima la cantidad de grasa con respecto de las mediciones por DXA. Es de reconocer que el IMC es una medida sumamente práctica y accesible dada su sencillez para medir y calcular, que además cuenta con reconocimiento y homogeneidad a nivel global, lo que simplifica las comparaciones entre diversos estudios y poblaciones. Y, a pesar de que no debe ser empleado este indicador como un pronóstico inequívoco de patologías, se reconoce una relación directamente proporcional entre su aumento y el riesgo de padecer varias enfermedades ⁽¹⁹⁻²¹⁾. La grasa visceral se considera metabólicamente más dañina que el tejido adiposo subcutáneo y es notoriamente difícil de medir con precisión en un entorno

clínico ⁽²²⁾. Una limitación importante del IMC es que no toma en cuenta la distribución de grasa en el cuerpo de la persona, por lo que puede subestimar el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes ⁽²³⁾. Los resultados de este trabajo mostraron que la circunferencia de cintura se correlacionó positivamente con los niveles de grasa visceral de los adultos y se encontró que el 64 % de mujeres tenían esta medida por encima de 80 cm y el 75 % de hombres, por encima de 90 cm. Los resultados de TAV por medio de DXA fueron similares. Esto significa que la circunferencia de cintura podría ser un buen predictor de exceso de grasa visceral y, por lo tanto, de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Lo importante que debe tomarse en cuenta es que, si bien las mediciones antropométricas son la forma más sencilla y económica de medir la composición corporal, requieren de técnicas de medición precisas para ser válidas ⁽¹⁾.

Por otra parte, queda claro que el IMC no es útil para reflejar el estado de masa libre de grasa. Esto va de la mano con el hecho de que el IMC no toma en cuenta la

composición corporal, es decir, no diferencia entre la masa muscular y la grasa corporal. Por lo tanto, dos personas pueden tener el mismo IMC, pero con composiciones diferentes; una puede ser musculosa y la otra puede tener niveles de grasa corporal por encima de lo saludable. Esto es especialmente relevante en el caso de los deportistas, quienes podrían ser clasificados con sobrepeso u obesidad utilizando esta herramienta, a pesar de tener valores adecuados de masa muscular y grasa corporal. Como resultado, el IMC puede llevar a conclusiones incorrectas sobre la salud y el estado nutricional de las personas que tienen una gran cantidad de músculo y un bajo porcentaje de grasa corporal ⁽²³⁾.

CONCLUSIONES

Al comparar el IMC con los indicadores del análisis de cuerpo completo por medio de DXA, se determinó que el IMC puede ser considerado una herramienta práctica y accesible para tener una idea general del estado de grasa en adultos guatemaltecos. Sin embargo, es importante reconocer sus limitaciones, ya que tiende a subestimar la cantidad de grasa, no determina la cantidad de grasa visceral y no refleja el estado del músculo de las personas. Por esta razón, usar solamente este indicador para determinar el estado nutricional y de grasa de un individuo puede llevar a conclusiones erróneas. Por lo anterior, se recomienda que, toda vez esté dentro de las posibilidades del paciente, se pueda referir para evaluar su composición de cuerpo por medio de DXA. En caso no sea posible, a partir de los resultados de este estudio, se recomienda agregar la medida

de circunferencia de cintura para complementar al IMC y proporcionar un panorama más completo de la salud metabólica y el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de la licenciatura en Nutrición Clínica de la UFM que realizaron las pruebas y las mediciones a los pacientes durante 2022 y 2023, en especial a María Inés Rivera, quien se dedicó con excelencia a diseñar y organizar la base de datos.

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses con terceros. Los autores declaran no tener vínculo alguno con compañías farmacéuticas productoras o comercializadoras. No hubo patrocinio alguno para efectuar el presente estudio.

REFERENCIAS

- ¹ Messiah, S. Body Composition. In: Gelman, M.D., (eds.). *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. Reference work entry. Springer, Cham. 2020, Oct.; 276-278. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39903-0_728
- ² Park, J., Morley, T.S., Kim, M., Clegg, D.J., Scherer, P.E. Obesity and cancer--mechanisms underlying tumour progression and recurrence. *Nat Rev Endocrinol*. 2014, Aug.; 10(8): 455-465. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2014.94>
- ³ Institute of Medicine (US) Committee on Military Nutrition Research; Marriott, B.M., Grumstrup-Scott, J., editors. Body composition and physical performance: Applications for the Military Services. Washington (DC): National Academies Press (US); 1990; 1. Introduction and background. DOI: <https://doi.org/10.17226/2031>
- ⁴ World Health Organization (WHO). Anthropometry in measuring nutritional status: A guide for health and development workers. Geneva: World Health Organization. 2011.
- ⁵ Savegnago Mialich, M., Faccioli Sicchieri, J.M. & Jordao Junior, A.A. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Clinical Nutrition*. 2014, Jan.; 2(1): 1-10. DOI: <https://doi.org/10.12691/ijcn-2-1-1>
- ⁶ Baral, P., Shrestha, R., Shrestha, R.N., Banstola, D., Prajapati, R. A study of height, weight and body mass index in Nepalese. *Journal of Gandaki Medical College-Nepal*. 2021; 14(2): 88-92. DOI: <https://doi.org/10.3126/jgmcn.v14i2.40021>
- ⁷ Mohajan, D., Mohajan, H.K. Body mass index (BMI) is a popular anthropometric tool to measure obesity among adults. *Journal of Innovations in Medical Research*. 2023, Apr.; 2(4): 25-33. <https://www.paradigm-publishing.org/jimr/article/view/578>
- ⁸ Klein, S., Allison, D.B., Heymsfield, S.B., Kelley, D.E., Leibel, R.L., Nonas, C., et al. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from shaping America's health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, the Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2007, Jun.; 30(6): 1647-1652. DOI: <https://doi.org/10.2337/dc07-9921>
- ⁹ Huang, P.L. A comprehensive definition for metabolic syndrome. *Disease Models & Mechanisms*. 2009, May; 2(5-6): 231-237. <https://doi.org/10.1242/dmm.001180>
- ¹⁰ International Diabetes Federation. The IDF Consensus worldwide definition of the Metabolic Syndrome. Belgium, IDF, 2006; 1-7. <https://sites.pitt.edu/~super1/Metabolic/IDF1.pdf>
- ¹¹ Seagle, H.M., Wyatt, H.R., & Hill, J.O. Chapter 24 - Obesity: Overview of Treatments and

- Interventions. In: Coulston, A.M., Boushey, C.J., Ferruzzi, M. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease* (Third Edition), Academic Press, 2013; 445-464. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391884-0.00024-X>
- ¹² Cameron, A.J., Romaniuk, H., Orellana, L., Dallongeville, J., Dobson, A.J., Drygas, W., *et al.* Combined Influence of Waist and Hip Circumference on Risk of Death in a Large Cohort of European and Australian Adults. *J Am Heart Assoc.* 2020, Jul.; 9(13): e015189. DOI: <https://doi.org/10.1161/jaha.119.015189>
- ¹³ Taylor, R.W., Jones, I.E., Williams, S.M. & Goulding, A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2000; 72(2): 490-495. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.490>.
- ¹⁴ Messina, C., Albano, D., Gitto, S., Tofanelli, L., Bazzocchi, A., Olivieri, F.M., *et al.* Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: from basics to new tools. *Quant Imaging Med Surg.* 2020, Aug.; 10(8): 1687-1698. DOI: <https://doi.org/10.21037/qims.2020.03.02>
- ¹⁵ Kawakami, R., Miyachi, M., Sawada, S.S., Torii, S., Midorikawa, T., Tanisawa, K., *et al.* Cut-offs for calf circumference as a screening tool for low muscle mass: WASEDA'S Health Study. *Geriatr Gerontol Int.* 2020, Oct.; 20(10): 943-950. DOI: <https://doi.org/10.1111/ggi.14025>
- ¹⁶ Bohannon, R.W. Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clin Interv Aging.* 2019, Oct.; 14: 1681-1691. DOI: <https://doi.org/10.2147/cia.s194543>
- ¹⁷ Zhang, X., Chen, Q., Sun, X., Wu, Q., Cheng, Z., Lv, Q., *et al.* Association between deposit of abdominal adipose tissues and metabolic abnormality in a Chinese population. *Research Square.* 2021, Aug. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-818177/v1>
- ¹⁸ Walowski, C.O., Braun, W., Maisch, M.J., Jensen, B., Peine, S., Norman, K., *et al.* Reference Values for Skeletal Muscle Mass - Current Concepts and Methodological Considerations. *Nutrients.* 2020, Mar.; 12(3): 755. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12030755>
- ¹⁹ Endalifer, M.L., Diress, G. Epidemiology, predisposing factors, biomarkers, and prevention mechanism of obesity: a systematic review. *Journal of Obesity.* 2020, May; 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/6134362>
- ²⁰ Luo, Y.N., Huang, W.Z., Liu, X.X., Markevych, I., Bloom, M.S., Zhao, T., *et al.* Greenspace with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies up to 2020. *Obesity reviews.* 2020, Nov.; 21(11): e13078. DOI: <https://doi.org/10.1111/obr.13078>
- ²¹ Safaei, M., Sundararajan, E.A., Driss, M., Bou-lila, W., Shapi'i, A. A systematic literature review on obesity: Understanding the causes & consequences of obesity and reviewing various machine learning approaches used to predict obesity. *Comput Biol Med.*

2021, Sep.; 136: 104754. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2021.104754>

- ²² Gulsin, G.S., Brady, E.M., Swarbrick, D.J., Athithan, L., Henson, J., Baldry, E., *et al.* Rationale, design and study protocol of the randomised controlled trial: Diabetes Interventional Assessment of Slimming or Training to Lessen Inconspicuous Cardiovascular Dysfunction (the DIAS-TOLIC study). *BMJ Open*. 2019, Mar.; 9(3): e023207. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023207>
- ²³ Willett, K., Jian, R., Lenart, E., Spiegelman, D., Willett, W. Comparison of Bioelectrical Impedance and BMI in Predicting Obesity-Related Medical Conditions. *Obesity (Silver Spring)*. 2006, Mar.; 14(3): 480-490. DOI: <https://doi.org/10.1038/oby.2006.63>



Copyright © 2024 Karen Schlosser Montes y Marcela Barillas Basterrechea

Esta obra se encuentra protegida por una licencia internacional [Creative Commons 4.0 \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Usted es libre de: **Compartir** – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** – remezclar, transformar y construir a partir del material. La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia. Bajo los siguientes términos: **Atribución** – Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la [licencia](#), e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente. **No comercial** – Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual** – Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. **No hay restricciones adicionales** – No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. [Texto completo de la licencia](#)