

Editores

Valmore Bermúdez-Pirela

Yaneth Herazo-Beltrán

Aspectos Básicos en Obesidad

Aspectos básicos en obesidad

Autores:

©Paola Valero
©Aida Souki
©Naiet Josefina Arráiz Rodríguez
©Carem Prieto Fuenmayor
©Climaco Cano-Ponce
©Julio Acosta Martínez
©Mervin Chávez Castillo
©María Elena Sánchez
©Hazel Ester Anderson Vásquez
©William Plua Marcillo
©Luisandra González Inciarte
©Johanna Alcivar Alcivar
©Hazel Barboza Zambrano
©Valmore Bermúdez-Pirela
©Marilyn García Peña
©Edna Aldana-Rivera
©Carmen Carrero
©María Alejandra Orostegui-Santander
©Yaneth Herazo-Beltrán
©Yisel Pinillos-Patiño
©Lilibeth Sánchez-Guette
©Maricela Torres-Anaya
©Luisa Galeano Muñoz

Aspectos básicos en obesidad / editores Valmore Bermúdez-Pirela, Yaneth Herazo-Beltrán; Paola Valero [y otros 22] -- Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar, 2018.

186 páginas; figuras, cuadros; 16 x 24 cm

ISBN: 978-958-5430-77-8

1. Obesidad 2. Obesidad -- Aspectos psicológicos 3. Trastornos depresivos 4. Trastornos del metabolismo I. Bermúdez-Pirela, Valmore, editor-autor II. Herazo-Beltrán, Yaneth, editor-autor III. Valero, Paola IV. Souki, Aida V. Arráiz Rodríguez, Naiet Josefina VI. Prieto Fuenmayor, Carem VII. Cano Ponce, Climaco VIII. Acosta Martínez, Julio IX. Chávez Castillo, Mervin X. Sánchez, María Elena XI. Anderson Vásquez, Hazel Ester XII. Plua Marcillo, William XIII. González Inciarte, Luisandra XIV. Alcivar Alcivar, Johanna XV. Barboza Zambrano, Hazel XVI. García Peña, Marilyn XVII. Aldana-Rivera, Edna XVIII. Carrero, Carmen XIX. Orostegui-Santander, María Alejandra XX. Pinillos-Patiño, Yisel XXI. Sánchez-Guette, Lilibeth XXII. Torres-Anaya, Maricela XXIII. Galeano Muñoz, Luisa XXIV. Tit.

616.398 A838 2018 Sistema de Clasificación Decimal Dewey 21ª edición

Universidad Simón Bolívar – Sistema de Bibliotecas

Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Simón Bolívar, Colombia.

Grupos e Institutos de investigación:

Altos Estudios de Frontera (ALEF), Universidad Simón Bolívar, Colombia. Muévete Caribe, Universidad Simón Bolívar, Colombia.
Grupo de Investigación en genética, Universidad Simón Bolívar, Colombia
Instituto de Investigaciones Endocrino – Metabólicas “Dr. Félix Gómez”. Universidad del Zulia, Venezuela.
Instituto de Investigaciones Clínicas. Universidad del Zulia, Venezuela.
Hospital Psiquiátrico de Maracaibo. Maracaibo, Venezuela.

ISBN: 978-958-5430-77-8

Impreso en Barranquilla, Colombia. Depósito legal según el Decreto 460 de 1995. El Fondo Editorial Ediciones Universidad Simón Bolívar se adhiere a la filosofía del acceso abierto y permite libremente la consulta, descarga, reproducción o enlace para uso de sus contenidos, bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

©Ediciones Universidad Simón Bolívar Carrera 54 No. 59-102

<http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/edicionesUSB/dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co>
Barranquilla y Cúcuta

Producción Editorial

Conocimiento Digital Accesible. Mary Barroso, Lisa Esobar.

Municipio Santa Rita del Estado Zulia- Venezuela. Apartado postal 4020. Correo electrónico: marybarroso27@gmail.com, conocimiento.digital.a@gmail.com

Junio del 2018
Barranquilla



Made in Colombia

Como citar el libro

APA

Aida-Souki, Arráiz-Rodríguez, N.J., Prieto-Fuenmayor, C.,...Cano-Ponce, C. (2018). *Aspectos básicos en obesidad*. Barranquilla, Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar.

VANCOUVER

Aida-Souki, Arráiz-Rodríguez N.J., Prieto-Fuenmayor C.,...Cano-Ponce, C. *Aspectos básicos en obesidad*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar. 2018. p 186.

4

INDICADORES UTILIZADOS EN LA PRACTICA CLÍNICA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA OBESIDAD

**Hazel Ester Anderson Vásquez⁹, William Plua Marcillo¹⁰,
Luisandra González Inciarte¹¹, Johanna Alcivar Alcivar¹²,
Hazel Barboza Zambrano¹³, Valmore Bermúdez-Pirela¹⁴ y
Marilín García Peña¹⁵**

⁹Licenciada en Nutrición y Dietética por la Universidad del Zulia, Venezuela. Especialista en Nutrición Clínica por la Universidad del Zulia, Venezuela. Magister Scientiarum en Nutrición y Dietética Humana por la Universidad de Granada, España. Magister Scientiarum en Obesidad por la Universidad de Alcalá de Henares, España. DEA en Nutrición y Metabolismo por la Universidad de Córdoba, España. Doctorado en Nutrición y Metabolismo por la Universidad de Córdoba, España. Doctora Honoris Causa de la Facultad de Medicina por la Universidad del Zulia, Venezuela. Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-8780-4332>. e-mail: bazelanderason2001@gmail.com.

¹⁰Médico Cirujano por la Universidad Estatal de Guayaquil, Ecuador. Especialista en Cirugía General por la Universidad Estatal de Guayaquil, Ecuador. Cursante Doctorado en Ciencias de la Salud por la Universidad del Zulia, Venezuela. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7287-6066>. e-mail: wepm22@hotmail.com

¹¹Licenciada en Nutrición y Dietética por la Universidad del Zulia, Venezuela. Especialista en Nutrición Clínica por la Universidad del Zulia, Venezuela. DEA en Nutrición y Metabolismo por la Universidad de Córdoba, España. Cursante del Doctorado en Ciencias de la Salud por la Universidad del Zulia, Venezuela. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7224-8326>. e-mail: luisandragonzalez@gmail.com

¹²Médico Cirujano por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Máster en Nutrición Humana y Dietética aplicada por la Universidad Complutense de Madrid, España. Cursante Doctorado en Ciencias Humanas por la Universidad del Zulia, Venezuela. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8357-7746>. e-mail: jokys5@live.com.

¹³Médico Cirujano por la Universidad del Zulia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3519-6168>. e-mail: bazel.mbz@gmail.com

¹⁴Médico Cirujano por la Universidad del Zulia, Venezuela. Magister Scientiarum en Epidemiología por la Universidad del Zulia, Venezuela. Magister Scientiarum en Metabolismo Humano por la Universidad del Zulia, Venezuela. Magister Scientiarum en Endocrinología por la Universidad de Alcalá de Henares, España. DEA en Nutrición y Metabolismo por la Universidad de Córdoba, España. Doctor en Ciencias Médicas por la Universidad del Zulia, Venezuela. Doctor en Nutrición y Metabolismo por la Universidad de Córdoba, España. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1880-8887>. e-mail: v.bermudez@unisimonbolivar.edu.co

¹⁵Licenciada en Enfermería por el Instituto de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba. Especialista de Enfermería Materno Infantil por la Universidad de Ciencias Médicas de las Tunas, Cuba. Cursante Doctorado en Ciencias de la Salud por la Universidad del Zulia, Venezuela. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8284-0710>. e-mail: marilibajesus94@gmail.com

Palabras clave

Obesidad, composición corporal, diagnóstico, estado nutricional, grasa corporal.

Resumen

La obesidad se caracteriza por un aumento de la adiposidad y del peso corporal, está asociada a trastornos metabólicos que traen consigo comorbilidades que disminuyen la calidad de vida y aumentan la tasa de mortalidad. Para la correcta evaluación del obeso se debe estimar el porcentaje de grasa corporal así como su distribución, por métodos indirectos o doblemente indirectos. Para medir la composición corporal se utilizan métodos precisos y costosos tales como: la hidrodensitometría, absorciometría de rayos X, resonancia magnética nuclear y tomografía axial computarizada y métodos con mayor variabilidad en su validez, pero menos costosos y con mayor aplicación práctica: la bioimpedancia eléctrica y la antropometría. Entre las variables antropométricas utilizadas tenemos el peso corporal, la estatura y la circunferencia de cintura, realizándose con ellas, combinación de indicadores para medir el riesgo cardiovascular y cardiometabólico. También se aplican ecuaciones matemáticas para calcular el porcentaje de grasa corporal tomando como base el edad, sexo, IMC, espesor de los pliegues, perímetros corporales o la energía de los alimentos consumidos. El diagnóstico del estado nutricional debe reflejar el grado de obesidad, su distribución regional y el riesgo cardiovascular o cardiometabólico. En el presente trabajo se realiza una revisión al respecto que permita en la práctica clínica un diagnóstico preciso de la obesidad para lograr un mejor tratamiento clínico y nutricional.

CLINICAL INDICATORS FOR OBESITY DIAGNOSIS

Keywords

Obesity, body composition, diagnosis, nutritional status, body fat.

Abstract

Obesity is characterized by an increase in adiposity and body weight, it is associated with metabolic disorders that bring with them comorbidities that decrease the quality of life and increase the mortality rate. For the correct evaluation of the obese, the percentage of body fat as well as its distribution must be estimated by indirect or doubly indirect methods. To measure body composition, precise and costly methods are used such as Hydrodensitometry, X-ray absorptiometry, nuclear magnetic resonance and computerized axial tomography and methods with greater variability in their validity, but less expensive and with greater practical application: electric bioimpedance and anthropometry. Among the anthropometric variables used, we have body weight, height and waist circumference, using a combination of indicators to measure cardiovascular and cardiometabolic risk. Mathematical equations are also applied to calculate the percentage of body fat based on age, sex, BMI, thickness of the folds, body perimeters or the energy of the food consumed. The diagnosis of nutritional status should reflect the degree of obesity, its regional distribution and cardiovascular or cardiometabolic risk. In the present work, a review is made in this regard that allows an accurate diagnosis of obesity in clinical practice to achieve a better clinical and nutritional treatment.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad compleja, multifactorial crónica originada por la interacción de los factores genéticos y los sociales entre ellos los patrones de alimentación, enlaces culturales y estilos de vida (Campoverde, Añez, Salazar, Rojas y Bermúdez, 2014; Walters, Serrano-García, y Echegaray, 2007). Está asociada con el incremento de riesgo para padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer (Garg, Maurer, Reed y Selagamsetty, 2014); así como también aumentadas las causas de mortalidad, constituyéndose por lo tanto, en un problema de salud pública a nivel mundial (WHO, 2014).

En este orden de ideas, la obesidad fue definida por Braquinsky (2003) como el exceso en el porcentaje de tejido adiposo corporal, frecuentemente acompañado de exceso de peso cuya magnitud y distribución condicionan la salud del individuo. En la actualidad, la Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos (AAEC) y el Colegio Americano de Endocrinología (ACE), (Garvey et al, 2016, Jeffrey et al, 2016) han propuesto el término enfermedad crónica basada en la adiposidad, lo que incorpora el impacto en la salud que puede relacionarse con la cantidad, distribución y / o función del tejido adiposo, considerando sus implicaciones clínicas y sociales.

Por este motivo, desde el punto de vista clínico nutricional, es necesaria la medición del cuerpo humano, ya que permite estimar la composición corporal del individuo, que permita un diagnóstico del estado nutricional correcto y la aplicación de la terapéutica adecuada; asimismo, una evaluación longitudinal permitirá monitorear los cambios en la enfermedad, conocer la eficacia del tratamiento clínico y nutricional y la aplicación de medidas preventivas (Gallagher, Shaheen y Zafar, 2008), por lo que la presente revisión tiene como objetivo describir la metodología utilizada para evaluar la composición corporal en la obesidad con la finalidad de proporcionar las evidencias que fundamenten su diagnóstico acertado.

COMPOSICIÓN CORPORAL

Grasa corporal total

Debido a que los depósitos del tejido adiposo difieren en su actividad metabólica y el riesgo metabólico, se han logrado grandes avances a través de la medición de la composición corporal con resonancia magnética tanto en niños, como adultos. El tejido adiposo se clasifica en: tejido adiposo subcutáneo (TAS), tejido adiposo intermuscular (TAI), el tejido adiposo visceral (TAV), el tejido adiposo epicárdico (TAE), el tejido adiposo intermuscular (TAI) y el tejido adiposo de la médula ósea (TAMO). También se han evaluados los lípidos intramiocelulares (LIMC) y los intrahepáticos (LIH) mediante espectroscopia con resonancia magnética (Gallagher et al, 2008).

Distribución de la grasa corporal

La grasa es un componente del cuerpo humano que se acumula como reserva de tejido adiposo o graso, se considera un órgano endocrino e influye en la composición corporal. El tejido adiposo total es la suma de tejido adiposo, generalmente excluyendo la médula ósea y el tejido adiposo de la cabeza, manos y pies (Pérez, Cabrera, Varela y Garaulet, 2010).

En el organismo existen 2 tipos de tejido adiposo: el tejido adiposo blanco (TAB) que almacena reservas energéticas en forma de grasa y se considera en la actualidad un órgano endocrino que secreta numerosos factores con funciones autocrinas, paracrinas y endocrinas, y el tejido adiposo marrón (TAM) cuya función es la oxidación de lípidos para producir calor (Esteve, 2014).

Grasa subcutánea

El tejido adiposo subcutáneo varía según el sexo y la raza, es la capa que se encuentra entre la dermis y la aponeurosis y fascia de los músculos, incluye el tejido mamario. Está conformado por los siguientes sub-depósitos: femoral glúteo, abdominal, tronco, brazos y piernas (Yim et al, 2008).

En el abdomen, la grasa subcutánea puede subdividirse en dos compartimentos distintos: 1) El tejido adiposo subcutáneo superficial (TASS), el grosor de esta capa es lo que normalmente se mide utilizando los lipocalibres y combinando los datos obtenidos de los distintos pliegues antropométricos, da idea aproximada de la grasa subcutánea total. 2) El tejido adiposo subcutáneo profundo (TASP), el cual actúa como aislante térmico, es el más susceptible de aumentar su grosor en la obesidad, principalmente en las regiones periumbilical, paralumbar, glútea y caderas (Pérez et al, 2010).

Se ha demostrado que una mayor distribución de adiposidad en la región femoral glútea, medida por DEXA, tiene un efecto protector cardiovascular en las mujeres menopáusicas (Van et al, 2005). También se

ha reportado, que la grasa subcutánea ventral (alrededor del ombligo) es superior en el hombre y se correlaciona positivamente con el IMC, lo que indica que la grasa subcutánea abdominal aumenta con el grado de obesidad, de forma paralela. Últimamente se ha postulado que la grasa subcutánea superficial es la de mayor impacto metabólico mientras que no se alcancen valores significativamente elevados de grasa visceral y subcutánea profunda (Piernas, 2008).

Grasa visceral

El tejido adiposo viscerales el tejido adiposo dentro del tórax, abdomen y pelvis. Está conformado por sub-depósitos que tienen ubicaciones anatómicas y actividades fisiológicas diferentes, tales como: los epiploides, mesentéricos y peritoneales (Yim et al, 2008).

La grasa intraabdominal, visceral o perivisceral se encuentra dentro de las paredes óseas y musculares del abdomen, por tanto, para su medición no es posible el uso de las técnicas antropométricas de pliegues cutáneos o el perímetro de cintura, sino que es necesario un estudio con técnicas de imagen o diámetros (Pérez et al, 2010).

Este tipo de grasa intra-abdominal se puede subdividir en: Tejido adiposo intraperitoneal (TAI): corresponde al territorio tributario de la vena porta-hepática, e incluye la grasa omental y la grasa mesentérica y el tejido adiposo extraperitoneal (TAEx): corresponde al territorio tributario de las venas cavas, e incluye la grasa retroperitoneal, que se encuentra entre el peritoneo y la fascia transversal que cubre la cara profunda de los músculos del abdomen, y que incluye la grasa pararenal y la perirrenal (Sheng et al, 2003).

El contenido de grasa visceral es un marcador de adiposidad corporal clínicamente relevante, relacionado con la resistencia a la insulina, diabetes, hiperlipidemias y aterosclerosis. Los métodos óptimos para su medición son la tomografía computarizada, absorciometría de rayos X (DEXA) o resonancia magnética (RM) (Gallagher, Shaheen y Zafar, 2008). También puede ser determinada por otros indicadores útiles y menos costosos como los son: la

circunferencia de la cintura, el diámetro sagital abdominal, los índices cintura-estatura, conicidad y de adiposidad visceral (Yim et al, 2010; Vila et al 2016).

Grasa epicárdica

Se le considera como un tejido adiposo torácico ubicado entre el miocardio y el pericardio. Las reservas adiposas metabólicamente activas se encuentran en las proximidades de las arterias coronarias epicárdicas (Mazurek et al, 2003). Puede ser medido por TAC, existen evidencias crecientes sobre su asociación con la enfermedad arterial coronaria aterosclerótica (Sato et al, 2017).

Se ha reportado que la grasa epicárdica libera adipoquinas inflamatorias que pueden conducir a una disminución de la sensibilidad a la insulina, además generan un estado de vasoconstricción persistente, aumento de la rigidez, y el debilitamiento de la pared coronaria, factores que pueden contribuir a la formación de placas ateroscleróticas (Salazar et al 2016).

Grasa intermuscular

Es el tejido adiposo que se encuentra entre los haces musculares, y está distribuido en todo el cuerpo y se ha sugerido que puede estar vinculado con el metabolismo de la glucosa (Song et al, 2004).

Grasa en médula ósea

Se vincula con baja densidad ósea, tiene correlación inversa con la densitometría ósea independientemente de la edad, peso, grasa corporal total y menopausia (Griffith et al, 2008).

MODELOS DE COMPOSICIÓN CORPORAL

En la práctica clínica de acuerdo a los componentes químicos del cuerpo se han desarrollado tres modelos compartimentales de acuerdo a sus componentes (Andreoli, Garaci, Pio y Guglielmi, 2016):

1.- Modelo de dos componentes

Es el modelo más utilizado, creado por Albert R. Behnke (1.942), quien consideraba el cuerpo humano conformado por dos componentes: la grasa con una densidad estable de 0.900 g / cm^3 y la masa corporal magra con una densidad de 1.095 g / cm^3 (Tobia, Lawrence y Siri, 1956).

2.- Modelo de tres componentes

Este modelo fue desarrollado por Siri (1.956). Consideró que el cuerpo puede estar compuesto por cuatro componentes principales: agua, proteínas, minerales y glucógeno, infirió que en condiciones habituales se mantienen estables entre si, pero muchos factores pueden variar sus proporciones. Siri asignó una densidad a un componente combinado de masa residual (1.565 g / cm^3), que refleja la densidad de las proteínas (1.34 g / cm^3) y los minerales (3.00 g / cm^3).

3.- Modelo de cuatro o más componentes o modelos multicompartimentales

En 1.992, Wang y cols sugirieron que la composición corporal podía dividirse en cinco niveles, modelos que se han expandido con los recientes avances tecnológicos. La masa muscular es una parte de la masa libre de grasa y puede ser cuantificada en un modelo de 5 niveles con una complejidad de nivel atómico anatómico. En este nivel se ubican la composición corporal medida con tomografía computarizada, la resonancia magnética por imágenes, la ultrasonografía, DEXA, análisis por impedancia bioeléctrica (Andreoli et al, 2016).

Evaluación de la composición corporal

La evaluación de la composición corporal, en la actualidad posee diversos modelos, métodos y técnicas y su selección depende del área de interés, de los recursos disponibles, los objetivos y el grado de precisión y

exactitud que requiera el estudio que se va a realizar. En este sentido si se van a realizar estudios de gran precisión, deben utilizarse la densitometría, DEXA, RM o tomografía computarizada (TC) o la hidrodensitometría, es decir modelos de 3 o 4 componentes; si los estudios son de campo se utilizan modelos de 2 componentes, utilizando métodos como la bioimpedancia o la antropometría (Aristizábal, Restrepo y Estrada, 2007)

La antropometría es el método más utilizado para estimar la composición corporal, por ser más rápido, menos costoso y seguro. En este sentido, los métodos de evaluación de la composición corporal, constituyen una herramienta fundamental para la evaluación y control del peso corporal en la obesidad; sin embargo, cada medida e indicador tienen su propia significancia antropométrica y tiene diferente respuesta al ser comparada con la medida gold estándar del riesgo biológico verificable.

Entre ellos tenemos: a) Los métodos antropométricos disponibles para medir el estado de salud, b) Los métodos para estimar el porcentaje de grasa corporal, incluyendo métodos indirectos a través de los pliegues subcutáneos, tales como las ecuaciones de Brozek (Brozek, Grande, Anderson y Keys, 1963), Health-Carter (Carter y Heath, 1990) y la de Siri (1993) o directos como la impedancia bioeléctrica (Diniz, Coelho, Kruze, Siqueira y Silva, 2012).

Por otra parte también se evalúa el riesgo para otras morbilidades. Se considera que la cintura y la talla son las medidas más fuertemente asociadas al infarto del miocardio y al riesgo cardiometabólico (Vilas et al, 2016). Entre los índices que se utilizan como predictores de riesgo cardiovascular, cuando el IMC se utiliza como principal criterio para definir la obesidad, se encuentran: la circunferencia de cintura (CC), el índice cintura/cadera (ICC), el índice de adiposidad visceral (IAV) (Yusuf et al, 2005; Doménech, Gómez, Ros, García y Canteras, 2018). También aquí se incluyen los indicadores volumétricos tales como: el índice cintura/estatura (ICE), la ectomorfia (expresión de volumen por unidad de altura), y el índice de conicidad (IC) (dependiente de cintura, peso y talla) (Martin et al, 2017).

MÉTODOS INDIRECTOS DE ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Absorciometría dual de rayos X (DEXA)

Se considera el estándar de oro para medir la composición corporal, debido a su menor costo y alta correlación con los métodos de la resonancia magnética y tomografía computarizada (Ball, Altona, y Swan, 2004). La composición corporal segmentaria se mide mediante DEXA a través de la definición de las regiones o zonas a estudiar, que se pueden establecer automáticamente por el aparato o manualmente por el observador (Moreira, Oliveira y De Paz, 2018).

La hidrodensitometría

Es un método de referencia para determinar la composición corporal, cuyo elemento central es la determinación del volumen corporal, ya que la densidad se obtiene de dividir el peso entre el volumen. Para la determinación del volumen, el pesaje hidrostático es el más utilizado por su alta precisión.

La hidrodensitometría asume varios supuestos: a) Que el cuerpo se puede fraccionar en dos componentes: masa grasa con una densidad de 0,900 g/ml y la masa libre de grasa con una densidad de 1,100 g/ml. b) Que la densidad es aditiva y constante c) Que la persona que se está evaluando solo difiere en la proporción de grasa con el modelo de referencia (Aristizábal, Restrepo y Estrada, 2007).

La tomografía axial computarizada

La tomografía axial computarizada (TAC) se fundamenta en el uso de un escáner de emisión de rayos-X a través del sujeto. Junto con la resonancia magnética nuclear (RMN), la TAC es considerada el método más preciso para medir la cantidad y distribución del músculo y del tejido adiposo en el

cuerpo (Ayvaz y Cimen, 2011). Una de las mayores ventajas de esta técnica es que permite medir la grasa infiltrada en el músculo esquelético (Costa, Alonso, Patrocinio Candia-Luján y Paz, 2015). Además, tiene gran precisión ($r^2=0,99$) y repetitividad (coeficiente de variación entre 1,2% y 4,3%), proporciona mayor información sobre los músculos, tejido adiposo y órganos que otros métodos como DEXA o impedancia bioeléctrica (BIA) (Thibault, Genton y Pichard, 2012). Las desventajas de este método tienen que ver con la exposición del paciente a una elevada dosis de radiación y es muy costoso.

MÉTODOS DOBLEMENTE INDIRECTOS PARA MEDIR LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Impedancia bioeléctrica

Es un método que se fundamenta en la conducción de la corriente eléctrica de baja intensidad a través de electrodos fijos por los tejidos corporales, donde los tejidos con células cilíndricas alargadas, ricas en líquidos y electrolitos, tales como el tejido muscular esquelético, son altamente conductores, al contrario los tejidos con células globulares y poco líquido como el tejido adiposo, presentan una alta resistencia a la conductividad eléctrica (Di Somma, Vetrone y Maisel, 2014), razón por la cual es inversamente proporcional al contenido de agua libre y de masa libre de grasa (Kotler, Burastero, Wang and Pierson, 1996).

Este método estima el contenido de agua corporal total a partir del índice de bioimpedancia para luego calcular los porcentajes de masa libre de grasa y de grasa corporal (National Institutes of Health Technology, 1996; Castillo-Martínez, 2016). Existen diferentes técnicas para su medición entre ellas: mano mano, mano pie (tiene mayor precisión) y pie-pie (báscula de bioimpedancia, es la más utilizada) (Gualdi and Toselli, 2002). Se ha reportado que con la técnica pie-pie la corriente eléctrica atraviesa principalmente el segmento inferior del cuerpo y el superior es subvalorado; por otra parte, la posición de pie puede generar una acumulación de líquidos en las extremidades inferiores (Nuñez, Gallagher, Visser, Pisunyer, Wang and Heymsfield, 1996).

Para asegurar la exactitud de predicciones de la bioimpedancia, los sujetos deben seguir estrictamente las siguientes recomendaciones: Evitar la ingesta de comidas o bebidas en las 4 horas previas al estudio, no realizar ejercicios extenuantes 12 horas antes, vaciar la vejiga 30 minutos antes del test, no consumir alcohol 48 horas antes, no tomar diuréticos 7 días antes, no realizar durante la fase lútea, retirar todo elemento metálico del cuerpo y no utilizar una camilla metálica (Alvero et al, 2010).

Antropometría

La antropometría consiste en la evaluación de las diferentes dimensiones corporales y en la composición global del cuerpo, siendo la más utilizada en la práctica clínica. La antropometría permite evaluar de forma económica y accesible no solo la grasa corporal total (GCT) sino también su distribución regional. Los parámetros a utilizar son el peso, la estatura, y el perímetro de cintura, aunque la información más completa se obtiene de su uso combinado.

Entre las variables antropométricas utilizadas en la obesidad, dependiendo de su objetivo tenemos (Ravasco, Anderson y Mardones, 2010): medidas corporales como el peso corporal y la estatura; para evaluar la obesidad global el más utilizado es el índice de masa corporal (IMC). Para estudiar la distribución de la grasa corporal los más utilizados en la práctica clínica son: la circunferencia del cuello (CCu) la relación cintura-cadera (RCC) y el índice de adiposidad corporal; y como indicadores de la obesidad abdominal se emplean más frecuentemente: la circunferencia de la cintura (CC), la relación cintura-estatura (ICE), el índice de adiposidad visceral (IAV) y el diámetro abdominal sagital (DAS).

MEDIDAS CORPORALES

Peso

El peso corporal representa la suma de todos los compartimientos de cada nivel de la composición corporal; se considera un dato fundamental dentro de la evaluación antropométrica, ya que es una variable utilizada por varios indicadores para determinar el estado nutricional, se ha reportado que

puede variar con la raza, el género, la edad y por la composición corporal (Martin y Hernández, 2013). Ganancias modestas ($\geq 5\text{kg}$) después de los 18 años de edad en mujeres y de los 20 años en los hombres, aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y Diabetes Mellitus tipo 2, independientemente del IMC inicial (Lecube et al, 2017).

Estatura

La estatura o altura o talla es una de las medidas requeridas para la evaluación de la composición corporal de un individuo ya que se emplea en el cálculo de parámetros clínicos y nutricionales como el índice de creatinina/talla, área de superficie corporal, gasto energético basal y especialmente en el índice de masa corporal (IMC) (Rezende et al, 2009)

Para su estimación se han reportado fórmulas en la literaturas obtenidas de medidas aisladas de los segmentos del cuerpo o de la asociación de varias medidas antropométricas, tales como la longitud del brazo, talla rodilla (Chumlea et al, 1994; Chumlea et al, 1998; Brown, Feng y Knapp, 2002) o por el método recumbente (Grays et al, 1985). Se ha reportado que la técnica más precisa y concordante es la medida evaluada con un estadiómetro, un instrumento que mejora la precisión de la medición al ser comparado con las medidas tomadas con una cinta métrica (Ferreira-Melo, Salles, Vieira y Ferreira, 2017).

INDICADORES DE DISTRIBUCIÓN DE LA GRASA CORPORAL

Indicador global

Índice de masa corporal

Creado por Adolph Quetelet (Eknoyan, 2008), es un indicador que se calcula como la masa corporal dividida por la altura al cuadrado (kg / m^2). Presenta una capacidad limitada para discriminar el componente graso de riesgo cardiovascular, y no expresa en forma adecuada una distribución volumétrica de la masa corporal ni de la grasa abdominal (López et al, 2016).

El IMC no refleja de la distribución de la grasa corporal, tampoco establece diferencias entre masa magra (MM) y MG, se debe considera edad, género, origen étnico, musculatura, y estado de hidratación y es un mal indicador en sujetos de baja estatura, edad avanzada, atletas, pacientes con pérdida reciente de peso relacionada a la patología actual, con retención hidrosalina o gestantes (Lecube et al, 2017).

Se han estudiado otros índices tales como el BMIfat (IMC ajustado a la grasa) propuesto por Mialich et al. (2011) se calcula mediante la siguiente ecuación: $[(3 * \text{peso (kg)} + 4 * \text{masa grasa (\%)}) / \text{altura (m)}]$, Los rangos propuestos por Mialich et al. (2014) para la clasificación del estado nutricional en este índice de adiposidad es: 1.35 a 1.65, riesgo nutricional para desnutrición; > 1.65 a ≤ 2.0 , peso normal y > 2.0 obesidad (Silva, Mialich, Hoffman y Jordao, 2017).

INDICADORES DE DISTRIBUCIÓN DE LA GRASA CORPORAL

Circunferencia del cuello

La circunferencia del cuello es un indicador de la distribución de la grasa en la parte superior del cuerpo, se le considera como un buen indicador de la distribución de la grasa ectópica. Se ha demostrado que esta grasa subcutánea puede conferir un riesgo adicional para alteraciones metabólicas más allá de la adiposidad abdominal y la grasa corporal total. Los puntos de corte son de 32 a 40cm como normal en hombres y 29 a 34 cm en mujeres. Un valor por encima de los rangos de normalidad mostraría obesidad (Joshiyura et al, 2016).

Índice cintura cadera

El índice cintura-cadera está determinado por la división entre dichas circunferencias. El valor obtenido indica la distribución regional de la grasa (androide o ginoide). Valores por encima de 1,00 para los hombres y 0,85 para las mujeres expresan una obesidad de tipo androide, la cual es considerada como factor de riesgo cardiovascular (Rosales, 2012). Esta medida debe tomarse hasta un IMC $< 35 \text{kg/m}^2$

Se ha reportado que la asociación entre la ICC y la obesidad abdominalal ser comparado con otros indicadores antropométricos, tales como IMC, IAV y CC tuvo una menor correlación con el tejido adiposo visceral (Barreira et al, 2012; Gradmark et al, 2010; Roriz et al, 2011) .

INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS DE OBESIDAD ABDOMINAL

Circunferencia de la cintura

Es el principal parámetro clínico utilizado en la evaluación indirecta de la grasa visceral incrementada en la obesidad, ya que mide la distribución abdominal de grasa, por la ubicación anatómica del tejido adiposo, por lo que personas con un IMC normal, pueden poseer una circunferencia de cintura alterada, mostrando riesgos metabólicos y obesidad (Garvey et al, 2016).

Según la ATP III Guidelines At-A-Glance Quick Desk Reference (2001), se considera como referencia: Hombres con una CC \geq 94 cm y mujeres con una CC \geq 80 cm tienen pre obesidad abdominal y riesgo incrementado de comorbilidad; hombres con una CC \geq 102 cm y mujeres con una CC \geq 88 cm tienen obesidad abdominal y alto riesgo de comorbilidad.

Recientes estudios, analizaron la influencia de los fenotipos metabólicos usando análisis de conglomerados de dos pasos, en 1.902 sujetos de ambos sexos del Estudio sobre prevalencia del síndrome metabólico en la ciudad de Maracaibo a través de la construcción de las curvas ROC para en la selección de los puntos de corte de la CC, reportaron que los puntos de corte obtenidos fueron 91,50 cm para las mujeres (sensibilidad 93,4%, 93,7% de especificidad) y 98.15 cm para las mujeres (sensibilidad 96%, 99,5% de especificidad), indicando que la antropometría sola no es un buen indicador (Bermúdez et al., 2015).

Relación cintura-estatura

Esta relación se obtuvo dividiendo la circunferencia de cintura por la estatura ambas medidas en centímetros. El punto de corte utilizado para ambos sexos fue 0,50 (Ashwell et al, 2012).

También se ha considerado el índice cintura umbilical-talla (ICUT) dividiendo cintura umbilical entre la talla, mantienen mayor validez antropométrica y exactitud diagnóstica como indicadores de obesidad. Se ha reportado que estos índices identifican mejor a los varones con riesgo de infarto agudo y son los más recomendables para valorar la obesidad abdominal en todas las estrategias de control y promoción de la salud coronaria (Martin et al, 2017).

Diametro abdominal sagital

El diámetro abdominal sagital (DAS) Se considera que es un indicador antropométrico que presenta buena correlación con trastornos metabólicos asociados a la obesidad como la resistencia a la insulina (Vila et al, 2016). Para realizar este método se coloca al sujeto en posición supina con las rodillas inclinadas sobre una superficie plana y firme. La evaluación se hace tras una espiración normal, entre la distancia entre el dorso en contacto con la superficie y el punto más elevado del abdomen, entre la última costilla y la cresta ilíaca. Se utiliza un equipo marca CESCORT con los siguientes puntos de corte: > de 19,3cm para las mujeres y >de 20,5 cm para los hombres (Vásquez et al, 2010).

Índice de adiposidad visceral

El índice de adiposidad visceral (VAI) es un método que evalúa la distribución y función del tejido adiposo, creado con el objetivo de ser utilizado como un marcador simple en la práctica clínica de la disfunción del tejido adiposo que indirectamente refleja el riesgo cardiometabólico. Aunque fue creado para una población caucásica, se ha validado su uso con otras razas, además es específico en cuanto al género (Amato and Giordano, 2014).

Presenta una alta correlación con la grasa visceral medida por resonancia magnética, además de la asociación con riesgo cardiometabólico (Amato et al, 2014), síndrome metabólico (Cheng et al, 2016), diabetes e hipertensión (Ferreira, Segheto, Da Silva, Pereira y Longo, 2018).

Se realiza mediante las siguientes ecuaciones (Amato et al, 2010):

Hombres: $[(CC/ 39.68 + (1.88 \times IMC)] \times (TG/ 1.03) \times (1,31/c-HDL)$
 Mujeres= $[(CC/ 36.58 + (1.89 \times IMC)] \times (TG/ 0.81) \times (1,52/c-HDL)$
 CC: circunferencia de cintura expresada en cm, IMC: índice de masa corporal en Kg/m², TG: Triacilglicéridos y HDL: Lipoproteínas de alta densidad en mmol/L.

Tabla 1.
Puntos de corte del Índice de adiposidad visceral estratificado por edad para identificación de la disfunción del tejido adiposo (DTA)

Grupos de edad	DTA ausente	DTA leve	DTA moderada	DTA severa
< 30 años	≤ 2,52	2,53-2,58	2,59-2,73	>2,73
≥ 30-<42 años	≤ 2,23	2,24-2,53	2,54-3,12	>3,12
≥42-<52 años	≤ 1,92	1,93-2,16	2,17-2,77	>2,77
≥52-<66 años	≤ 1,93	1,94-2,32	2,32-3,25	>3,25
≥66 años	≤ 2	2,01-2,41	2,42-3,17	>3,17

Tomado de: Calogero Amato C and Giordano C (2014) Visceral Adiposity Index: An Indicator of Adipose Tissue Dysfunction International Journal of Endocrinology Volume 2014, Article ID 730827:1-7.

Índice de adiposidad corporal

El índice de adiposidad corporal (IAC) propuesto por Bergman et al (2011) con la finalidad de medir la grasa corporal. En estudios realizados con DEXA ha mostrado mayor correlación ($r = 0,85$; $p < 0,001$) con el porcentaje de grasa corporal (%GC) en ambos géneros que el IMC, de acuerdo con los estudios Beta-Gene realizado con 1733 mexicanos y en el estudio TARA en 223 afroamericanos.

Su ecuación matemática es $IAC = [(PC, \text{ en cm}) / ((\text{altura, en m})^{1,5} - 18)]$. El punto de corte para identificar mujeres y hombres obesos fue propuesto de acuerdo a la relación entre el porcentaje de grasa corporal y el IMC realizado por Gallagher et al (2000) para la población blanca: >39 para mujeres y >25 para

hombres entre 20 y 39 años, y >49 para mujeres y > de 27 en hombres entre 40 y 59 años de edad.

También se ha utilizado el BAIFels o índice de adiposidad corporal para el estudio longitudinal de Fels, desarrollado por Johnson et al (2012) quienes lo obtuvieron usando la fórmula: $[1.26 \times (\text{circunferencia de la cadera}) / \text{estatura}^{1.4}) * 1.26 - 32.85]$. Los valores propuestos por la OMS de porcentaje de grasa corporal para la clasificación de la obesidad se consideran para BAIFels, es decir, 25% para hombres y 35% para mujeres (Silva et al, 2017).

Fórmulas matemáticas para estimar la masa grasa

Ante la dificultad de disponer de mediciones reales del porcentaje de masa grasa del sujeto obeso, se han desarrollado y validados diversas fórmulas matemáticas que pueden utilizarse en la clínica diaria. En este sentido, la fórmula desarrollada en población española, el CUN-BAE (Estimador de Adiposidad Corporal de la Clínica Universidad de Navarra), basada en el IMC, el sexo y la edad (Gómez-Ambrosi, 2012):

$$- 44,988 + (0,503 \times \text{edad}) + (10,689 \times \text{sexo}) + (3,172 \times \text{IMC}) - (0,026 \times \text{IMC}^2) + (0,181 \times \text{IMC} \times \text{sexo}) - (0,02 \times \text{IMC} \times \text{edad}) - (0,005 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) + (0,00021 \times \text{IMC}^2 \times \text{edad})$$

donde sexo masculino equivale a 0 y sexo femenino a 1, y la edad se expresa en años.

Esta ecuación de predicción ha sido desarrollada a partir de una muestra de 6,123 sujetos de ambos sexos con una amplia gama de adiposidad corporal, desde la delgadez constitucional hasta la obesidad extrema, y de todas las edades adultas (18-80 años), y ha sido validado en dos cohortes grandes que representan todas las edades y grupos ponderales y el % GC estimado por esta fórmula matemática puede ser útil cuando se estudian los factores de riesgo cardiometabólico (Gómez-Ambrosi, 2012).

Pliegues cutáneos

El método de espesor de los pliegues cutáneos (EPC), es un método doblemente indirecto por ser validado a través del pesaje hidrostático, para la detección y control del tejido adiposo (Whitehead, Eklund and Williams, 2003). Es un método simple, de bajo costo y práctico que permite el análisis de la masa corporal total en dos compartimientos: masa grasa y masa corporal magra, ya que la evaluación se realiza a partir de la estimación de la densidad corporal (DC) generada a partir de las ecuaciones de regresión direccionadas a diferentes grupos específicos (niños, adultos, deportistas) (Garrido et al, 2012) o generalizadas según el género (Aristizabal, Restrepo y Amalia, 2010), entre ellas tenemos: Durnin y Womersley, Pollock de 3DC, Pollock de 7 DC y Petrosky (Cyrino et al, 2003). A mayor suma de pliegues cutáneos, menor es la densidad del sujeto y mayor la proporción de grasa corporal (Aristizabal et al 2010). Este método no se considera fiable en índices de masa corporal mayores a 30 kg/m².

Entre los factores que pueden afectar las medidas del EPC comprenden el tipo de adipómetro o el calibre o calíper del pliegue cutáneo. Existen modelos de calibres mecánicos tales como: Lange, Harpenden, Sanny, Cescord y entre los digitales: Prime visión. Sin embargo, aunque son pocos los adipómetros validados científicamente por pesaje hidrostático, se ha reportado una buena correlación entre el calíper digital y el método de BIA y DEXA (Beam y Szymanski, 2010). Otros autores han reportado que tanto los mecánicos como los digitales son precisos, eficientes y válidos (Fernández et al, 2017).

ECUACIONES ANTROPOMÉTRICAS PARA EL CÁLCULO DE LA MASA GRASA. APLICACIÓN EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

Ecuaciones para masa grasa:

Primer método:

1.- Primero calcular la densidad corporal:

Utilizar la Ecuación de Jackson y Pollock, 1978 y 1980.

$$Dc \text{ hombres} = 1,17615 - 0,02394 * \log(PI_{Tri} + PI_{Sub} + Li_{Ileoc} + PI_{Abd} + PI_{MA} + PI_{Pect} + PI_{AxiM}) - 0,00022 * (E) - 0,0075 * (P_{Abd}) + 0,02120 * (P_{Anteb}).$$

$$Dc \text{ Mujeres} = 1,112 - 0,00043499 * (\sum 7 \text{ pligues}) + 0,00000055 * (\sum 7 \text{ pligues})^2 - 0,00028826 * \text{Edad}.$$

Dc= densidad corporal, PI_{Tri}: Pliegue del tríceps en mm, PI_{Sub}: Pliegue subescapular en mm, PI_{Ileoc}: Pliegue ileocrestal en mm, PI_{Abd}: Pliegue abdominal en mm, PI_{MA}: Pliegue del muslo anterior en mm, PI_{Pect}: Pliegue pectoral en mm, PI_{AxiM}: Pliegue axilar medio en mm, P_{Abd}: Perímetro abdominal en cm, P_{Anteb}: Perímetro antebrazo en cm, E: Edad en años,

$$\sum 7 \text{ pligues} (PI_{Tri} + PI_{Sub} + Li_{Ileoc} + PI_{Abd} + PI_{MA} + PI_{Pect} + PI_{AxiM})$$

2.-Cálculo del porcentaje de grasa corporal para hombres y mujeres con la ecuación de Siri de 1961

$$\text{Grasa (\%)} = (4,95 / Dc) - 4,5 \text{) } \times 100 \text{ Masa grasa (kg)} = (\% \text{Masa grasa} * \text{peso(kg)}) / 100$$

La escala de clasificación del porcentaje de grasa corporal calculado se obtiene a través de la adaptación de la tabla de Pollock y Wilmore (1.993): Excelente (<10%) superior al promedio (11 -13%) promedio (14-16%) inferior al promedio (17 -20%) bajo (>20%).

Segundo método:

1.- Ecuación de Pollock, Wilmore y Fox (1990) para hombres:

$$Dc (S3) = 1,10938 - (0,0008267 \times S3) + (0,0000016 \times (S3)^2) - (0,0002574 \times \text{edad})$$

$$\text{Donde } S3 = Pc \text{ pecho} + Pc \text{ abdomen} + Pc \text{ muslo} = 4,7\text{mm.}$$

Con la densidad obtenida se calcula el porcentaje de grasa corporal utilizando la ecuación de Siri o de Brozeckcuya expresión matemática es:

$$\text{Ecuación de Siri: \% grasa corporal} = [(4,95 / \text{densidad}) - 4,5] \times 100$$

$$\text{O Ecuación de Brozeck: \% grasa corporal} = [(4,57 / \text{densidad}) - 4,142] \times 100$$

Tercer método:

3.- La ecuación de Deurenberg (1.991) permite el cálculo del porcentaje de grasa corporal a partir del IMC y su expresión matemática para mayores de 15 años es:

$$\% \text{ de grasa corporal} = (1,2 * \text{IMC}) + (0,23 * \text{edad}) - (10,8 * \text{sexo}) - 5,4$$

donde sexo = 1 para varones y sexo = 0 para mujeres.

4.- La ecuación de Deurenberg (1.991) permite el cálculo del porcentaje de grasa corporal a partir de la circunferencia de cintura y su expresión matemática para mayores de 15 años es:

La ecuación de Deurenberg para varones:

$$\% \text{ grasa corporal} = (0,567 * \text{CC -cm-}) + (0,101 * \text{edad}) - 31,8$$

y para mujeres:

$$\% \text{ grasa corporal} = (0,439 * \text{CC -cm-}) + (0,221 * \text{edad}) - 9,4$$

5.- La ecuación de Deurenberg con circunferencia de cintura y pliegue de tríceps para varones:

$$\% \text{ grasa corporal} = (0,353 * \text{CC -cm-}) + (0,756 * \text{PT -mm-}) + (0,235 * \text{edad -años-}) - 26,4$$

y para mujeres:

$$\% \text{ grasa corporal} = (0,232 * \text{CC -cm-}) + (0,657 * \text{PT -mm-}) + (0,215 * \text{edad -años-}) - 5,5.$$

Donde CC: circunferencia de cintura, PT: pliegue de tríceps.

Clasificación del estado nutricional para la determinación de composición corporal a través de sumatoria de pliegues y rango de edad. % de masa grasa: Normal: 20-30% , sobrepeso: 31-33% y obesidad >33% (OMS) (Navarrete et al, 2016).

En este orden de ideas, la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE, 2010) realizó un documento de Consenso para la estimación de la composición corporal en diferentes grupos de población, incluyendo obesos, mediante métodos antropométricos y de bioimpedancia eléctrica, teniendo en cuenta las ecuaciones obtenidas con métodos multicompartimentales validadas (Alvero et al, 2010). Este grupo considera que en la obesidad, la toma de pliegues no es adecuado, por lo que sugiere la fórmula de Weltman basadas en perímetros corporales, y comprende:

Hombres:

$$\text{Masa grasa: } \%GC = 0.31457 * (\text{Pabd. medio}) - 0.10969 * (\text{Peso}) + 10.8336$$

Donde: %GC: Porcentaje de grasa corporal; PAbd en cm; Peso en kg; PAbd medio: Perímetro abdominal medio: Sumatorio de PAbd1 +PAbd2; PAbd1: entre últimas costillas y cresta ilíaca, en cm y por la parte anterior entre xifoides y ombligo; PAbd2: a nivel de crestas ilíacas y por delante a nivel del ombligo en cm.

Masa libre de grasa:

$$MLG = 0,0008858*(H^2) - 0,02999*(R) + 0,42688*(P) - 0,07002*(E) + 14,52435$$

Donde: H: Talla en cm; P: Peso en kg; R en ohmios; E: Edad en años

Mujeres:

$$\text{Masa grasa: \%GC} = 0,11077 (\text{Pabd. medio}) - 0,17666 (\text{Talla}) + 0,14354(\text{peso}) + 51,03301$$

Donde: %GC: Porcentaje de grasa corporal; PAbd en cm; Talla en cm; Peso en kg; PAbd medio: Perímetro abdominal medio: Sumatorio de PAbd1 +PAbd2: PAbd1: entre últimas costillas y cresta ilíaca, en cm y por la parte anterior entre xifoides y ombligo; PAbd2: a nivel de crestas ilíacas y por delante a nivel del ombligo en cm.

Masa libre de grasa:

$$MLG = 0,00091186*(H^2) - 0,01466*(R) + 0,2999*(P) - 0,07012*(E) + 9,37938$$

Donde: H: Talla en cm; P: Peso en kg; R en ohmios; E: Edad en años.

MÉTODOS BASADOS EN EL USO DE ENERGÍA

Biología e Fisiología Modellística del la Nutrizione Umana (BFMNU).

El método BFMNU fue creado por Pietro Marco Boselli (2004), es una fórmula matemática aplicable a cualquier persona sin importar la condición fisiopatológica, se considera un método alternativo de los métodos basados en la energía, que permite predecir los cambios de la composición corporal en respuesta a la ingesta energética a través de la alimentación, factor muy

importante en el manejo de la dietoterapia de la obesidad.

Para su cálculo utiliza la medida de longitudes y circunferencias para el volumen (V), la superficie (S) y pseudoespesor (Sp), considerando el cuerpo como un conjunto de sólidos geométricos; a través de estas variables estructurales. La composición corporal se puede calcular de la siguiente manera (Rondini, Olearo, Soriano and Boselli, 2018):

$$- M_w = - 3.2169 + 26.925 * S - M_p = + 0.2559 + 0.1179 * V$$

$$- M_l = + 0.0194 * S p^{4,7355} - M_g = 0.003606 + 0.004539 * M_t$$

Donde M_w : masa corporal del agua, M_p : masa corporal de proteínas, M_l : masa corporal de lípidos, M_g : masa corporal de carbohidratos y M_t : masa corporal total, expresado en kg. S es el área de la superficie corporal en m^2 , V es el volumen expresado en dm^3 y Sp es el pseudo grosor en cm.

Mediante el uso del software DIES4, diseñado específicamente para la aplicación del modelo BFMNU se puede determinar la velocidad constante relacionada con cada componente se puede determinar con las siguientes ecuaciones:

$$- K_m [h^{-1}] = - (1/24) \ln [(M_c - M_a) / M_c] - K_E [h^{-1}] = - (1/24) \ln [(E_c - E_a) / E_c]$$

Donde M_c es la masa corporal y M_a es la masa de los alimentos (ambos expresados en kg), E_c es la energía total corporal (expresada en kcal), correspondiente a la suma de las masas corporales de los nutrientes multiplicadas por el calor específico respectivo, y E_a es la energía de los alimentos (kcal) proporcionada a través de la dieta.

Para los cálculos se toman en cuenta la edad, masa corporal inicial y final, la talla, IMC inicial y final. Para los datos sobre el consumo de alimentos se usa el protocolo de BFMNU que incluye que el sujeto realice un registro diario del consumo de los alimentos y la excreta durante tres días incluyendo dos días de la semana y uno de fin de semana, no necesariamente deben ser

consecutivos. Se debe anotar el peso de cada alimento o bebida consumida, el volumen de la orina y el peso de las heces. También incluye el consumo diario de alimentos de su dieta usual antes del tratamiento dietético evaluado por BFMNU, que es el producto del consumo diario de alimentos medidos por la masa de los alimentos y su contenido energético (Rondini et al, 2018; Gustavsen and Rickertsen, 2011):

Finalmente, se establece la relación propuesta por Boselli (Finkelstein, Zhen, Nonnemaker and Todd, 2010):

$Mc\% = (E_1\% - E_2\%) / E_2\%$, donde

- $Mc\% = 100 * (\text{masa corporal final} - \text{masa corporal inicial}) / \text{masa corporal inicial}$

- $E_1\% = 100 * ([\text{energía de la nueva dieta} \pm \text{energía basal obtenida de la variación de la actividad física}] - \text{energía de la dieta habitual}) / \text{energía de la dieta habitual}$.

- $E_2\% = 100 * (\text{energía de la nueva dieta} - \text{energía de la dieta habitual}) / \text{energía de la dieta habitual}$

Mc es la masa corporal y Ma es la masa de alimentos (ambos expresados en kg), Ec es la energía total contenida en el cuerpo (kcal), correspondiente a la suma de las masas corporales multiplicadas por el calor específico respectivo, y Ea es la energía de los alimentos (kcal) contenido en la comida introducida con la dieta.

Evaluación de la obesidad sarcopénica

El envejecimiento se ha relacionado con la obesidad sarcopenia que es un término que implica la relación del aumento de la masa grasa o peso corporal con una disminución de la masa muscular (Romero et al, 2017), asociada a efectos deletéreos y limitación física, así como un riesgo aumentado para alteraciones metabólicas y riesgo cardiovascular (Zamboni et al, 2008).

Se usan cuatro escalas (Gomez-Cabello et al, 2016): 1 (composición muscular y grasa normal), 2 (alta grasa corporal y masa muscular normal), 3 (baja masa muscular y grasa normal) y 4 (obesidad sarcopenia: alta grasa corporal y baja masa muscular).

Se ha reportado que el uso aislado del peso corporal o el IMC para el diagnóstico de esta enfermedad relacionada con la edad puede conducir a error en el diagnóstico, por lo que debería incluir una serie de métodos como la medición de la grasa corporal, el índice de la masa muscular esquelética (MMEE/talla²) e idealmente la fuerza muscular (fuerza de presión). (Trouwborst et al, 2018).

Diagnóstico del estado nutricional

La Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO, 2016) (Lecube et al, 2017) promueve el uso de clasificaciones de obesidad que unen descriptores antropométricos, incluyen el análisis de la composición corporal por bioimpedancia, DEXA, RMN y TAC; consideran como datos antropométricos mínimos el peso, la estatura, CC e IMC; así como el uso de fórmulas matemáticas desarrolladas en población española específicamente, la ecuación CUN-BAE (Gómez-Ambrosi, 2012) para calcular el porcentaje de grasa corporal. Para los descriptores antropométricos utiliza la clasificación de Edmonton para la obesidad.

El American College of Endocrinology / American Association of Clinical Endocrinology (Garvey et al, 2016) para el diagnóstico del estado nutricional y el tratamiento clínico nutricional, une descriptores antropométricos y clínicos basándose en el concepto de diagnóstico relacionado a la enfermedad crónica utilizando escalas para determinar el diagnóstico y medir el riesgo cardiovascular (Tablas 3 y 4).

Finalmente, La Sociedad Latinoamericana de Obesidad sugiere además de DEXA, bioimpedancia, ecotomografía, TAC y plestimografía por desplazamiento (BODPOC), el uso de medidas antropométricas tales

Tabla 2
Clasificación de Edmonton para la obesidad (Padwal et al, 2011)

Etapas	Factores cardiometabólicos	Factores mecánicos/funcionales
0	Sin factores de riesgo	Sin deterioro funcional
1	Factores de riesgo subclínico (prediabetes, síndrome metabólico, enfermedad de hígado graso no alcohólico)	Limitaciones y deterioro leve del bienestar (por ejemplo: disnea en esfuerzos moderados, dolores ocasionales, disnea, fatiga)
2	Enfermedad metabólica: diabetes tipo 2, hipertensión, Síndrome de apnea hipoapnea del sueño	Limitaciones y deterioro moderado del bienestar
3	Enfermedad cardiovascular: infarto de miocardio, accidente cerebrovascular.	Limitación y/o deterioro significativo del bienestar
4	Enfermedad incapacitante	Limitación y/o deterioro grave del bienestar

Tabla 3.
Escala para medir el riesgo cardiovascular según el IMC y perímetro abdominal (Garvey et al, 2016)

Categoría	IMC		Perímetro abdominal	
	IMC (kg/m ²)	Riesgo comorbilidad	Hombre: ≤40 p (102 cm) Mujer ≤ 35 p (88 cm)	Hombre: ≥40 p (102 cm) Mujer ≥35 p (88 cm)
Bajo peso	<18,5	Bajo pero otros problemas		
Normal	18,5-24,9	Promedio		
Sobrepeso	25-29,9	Aumentado	Aumentado	Alto
Obesidad I	30-34,9	Moderado	Alto	Muy alto
Obesidad II	35 -39,9	Severo	Muy alto	Muy alto
Obesidad III	>40	Muy severo	Extremadamente alto	Extremadamente alto

IMC>Índice de masa corporal. P> pulgadas.

Fuente>AAACE/ACE Obesity CPG, EndocrPract. 2016;22(Suppl 3).

Tabla 4.
Diagnóstico, clasificación de la obesidad y niveles de tratamiento y prevención para las enfermedades crónicas del American College of Endocrinology / American Association of Clinical Endocrinology (Garvey et al, 2016)

Categoría	IMC	Componente clínico	Prevención/tratamiento
Normal (sin complicaciones)	<25	No obesidad	Primaria
Sobrepeso (Estadio 0)	≥25	Sin complicaciones	Secundaria
Obesidad (Estadio 0)	≥30	Sin complicaciones	Secundaria
Obesidad estadio 1	≥25	1 o más complicaciones relacionadas con la obesidad leves/moderadas*	Terciaria
Obesidad estadio 2	≥25	1 o más complicaciones relacionadas con la obesidad graves*	

IMC: índice de masa corporal.

*Prediabetes, diabetes, síndrome metabólico, hipertensión arterial, dislipemia aterogénica (hipertrigliceridemia y/o c-HDL bajo), enfermedad renal crónica, trastornos de la conducta alimentaria, esteatosis hepática, síndrome de ovarios poliquísticos, discapacidad/inmovilidad, alteraciones psicológicas/estigmatización.

como: IMC, CC, ICC y pliegues cutáneos. Para los criterios clínicos utiliza la clasificación de Edmonson (Padwal et al, 2011). Sugieren la clasificación de la obesidad basados en los fenotipos de la obesidad: 1) Obesos con peso Normal, 2) Obesos Metabólicamente con peso Normal, 3) Obesos Metabólicamente Sanos y 4) Obesos Metabólicamente NO Sanos (De Lorenzo et al, 2016), consideran que se requieren más estudios al respecto (Gomez et al, 2014).

Abreviaturas

BIA: Impedancia bioeléctrica.

BFMNU: Biología e Fisiología Modellistica della Nutrizione Umana.

BMIfat: IMC ajustado a la grasa.

BAIFels: índice de adiposidad corporal para el estudio longitudinal de Fels

CC: Circunferencia de cintura.

CUN-BAE: Estimador de Adiposidad Corporal

de la Clínica Universidad de Navarra.

DC: Densidad corporal.

DEXA: Absorciometría de rayos X y doble energía

EPC: Espesor de los pliegues cutáneos.

GCT: Grasa corporal total.

IAC: Índice de adiposidad corporal.

IAV: Índice de adiposidad visceral.

IC: Índice de conicidad.

ICC: Índice cintura-cadera (ICC)

ICE: Índice cintura-estatura

ICUT: índice cintura umbilical-talla.

IMC: Índice de masa corporal.

MMEE: Masa muscular esquelética.

RMN: Resonancia magnética nuclear.

TAC: Tomografía axial computarizada.

TAS: Tejido adiposo subcutáneo.

TASS: Tejido adiposo subcutáneo superficial.

TASP: Tejido adiposo subcutáneo profundo.

TAI: Tejido adiposo intermuscular.

TAV: Tejido adiposo visceral.

TAE: Tejido adiposo epicárdico.

TAE_x: Tejido adiposo extraperitoneal.

TAI: Tejido adiposo intraperitoneal.

TAI: Tejido adiposo intermuscular.

TAMO: Tejido adiposo de la médula ósea.

LIMC: Lípidos intramiocelulares.

LIH: Lípidos intrahepáticos.

Cómo citar este capítulo

APA

Vásquez, H.A., Plua, W., González, L., Alcivar, J., Barboza, H., Bermúdez-Pirela, V., y Peña-LE, M. (2018). Indicadores utilizados en la práctica clínica para el diagnóstico de obesidad. En Bermúdez-Pirela, V., y Herazo-Beltrán, Y (Ed.), *Aspectos básicos en obesidad* (pp.96-133). Barranquilla, Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar.

VANCOUVER

Vásquez HA, Plua W, González L, Alcivar J, Barboza H, Bermúdez-Pirela V, Peña-LE M. Indicadores utilizados en la práctica clínica para el diagnóstico de obesidad. (Editores.), *24 Aspectos básicos en obesidad*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar; 2018. Pp. 96-133.

REFERENCIAS

- Alvero Cruz JR, Cabañas Armecilla MD, Herrero de Lucas A, MartínezRiazo L, Moreno Pascual C et al (2010). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). versión 2010. *Archivos de Medicina del Deporte*. Vol XXVII. (129): 220-344.
- Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitttabile S, Midiri M, et al (2010). Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*;33:920-2. DOI: 10.2337/dc09-1825.
- AmatoMC, GiordanoC (2014). Visceral adiposity index: An indicator of adipose tissue dysfunction. *Int J Endocrinol*:1-7. DOI: 10.1155/2014/730827.
- Andreoli A, Garaci F, PioCafarelli P, Guglielmi G., (2016). Body composition in clinical practice *European Journal of Radiology* 85 (2016) 1461–1468
- Aristizábal, Juan Carlos; Restrepo, María Teresa; Estrada, Alejandro(2007). Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica, *Biomédica*, ;27 (2) junio: 216-224.
- Aristizabal J, Restrepo M, Amalia L (2008). Validation by hydrodensitometry of skin-fold thickness equations used for female body composition assessment. *Biomédica*; 28(3):404-13.
- Ayvaz G, Çimen AR (2011). Methods for Body Composition Analysis in Adults. *The OpenObesity Journal*. 2011;3:62-9
- Ball SD, Altena TS, Swan PD (2004). Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. *Eur J Clin Nutr*;58(11):1525-31.
- Barreira T, Staiano A, Harrington D, Heymsfield S, Smith S, Bouchard C, et al (2012). Anthropometric correlates of total body fat, abdominal adiposity, and cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of men and women. *Mayo ClinProc*. May; 87(5): 452–460.
- Beam J, Szymanski D (2010). Validity of 2 skinfold calipers in estimating percent body fat of college-aged men and women. *J Strength Cond Res*;24(12):3448-56.

- Bermúdez V, Rojas J, Salazar J, Añez R, Toledo A, Bello L, Apruzzese V, González R, Chacín M, Cabrera M, Cano C, Velasco M, López-Miranda J (2015) Sensitivity and Specificity Improvement in Abdominal Obesity Diagnosis Using Cluster Analysis during Waist Circumference Cut-Off Point Selection. *J Diabetes Res*:750265. doi: 10.1155/2015/75026
- Boselli PM. *Biologia-Fisiologia Modellistica della Nutrizione Umana*. Milan: EdiErmes; 2004.
- Braguinsky, J. (2003). *La obesidad hoy: Develando ciertos enigmas, revelando otros*. Accedido el 20 de mayo de 2018 en <http://www.fac.org.ar/1/revista/04v33n1/tcvc/tcvc03/braguins.PDF>.
- Brown JK, Feng JY, Knapp TR (2002). Is Self-Reported Height or Arm Span a More Accurate Alternative Measure of Height? *Clin Nurs Res*;11(4):417-32.
- Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A (1963). Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci*;110:113-40.
- Campoverde, ME; Añez, R; Salazar, J; Rojas, J; Bermúdez, V. (2014). Factores de riesgo para obesidad en adultos de la ciudad de Cuenca, Ecuador *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, vol. 9, núm. 3, 2014, pp. 1-10.
- Carter JEL, Heath BH (1990). *Somatotyping: Development and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Castillo-Martínez L, Santillan-Díaz C, Orea-Tejeda A, Gómez-Martínez MA, Bernal-Ceballos F, Lozada- Mellado M (2016). Body composition changes assessed by bioelectrical impedance and their associations with functional class deterioration in stable heart failure patients. *Nutr Hosp* 2016;33:623-628
- Costa Moreira O., Alonso-Aubin D.A., Patrocinio de Oliveira C.A., Candia-Luján R, Paz J.A (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas *Arch Med Deporte*; 32(6):387-394
- Cyrino E, Okano A, Glaner M, et al (2003). Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras cutâneas para a análise da composição corporal. *Rev Bras Med Esp*;9(3):145-9.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Andi F, Martin

- FC et al. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis in Older People *Age and Ageing* 2010; 39: 412–423.
- Chen G-P, Qi J-C, Wang B-Y, Lin X, Zhang X-B, Zhao J-M, et al (2016). Applicability of visceral adiposity index in predicting metabolic syndrome in adults with obstructive sleep apnea: a cross-sectional study. *BMC Pulm Med*;16. DOI: 10.1186/s12890-016-0198-0
- Chumlea WMC, Guo SS, Steinbaugh ML (1994). Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility impaired or handicapped persons. *J Am Diet Assoc*;94(12):1385-8.
- Chumlea WMC, Guo SS, Wholihan KMS, et al (1.998). Stature prediction equations for elderly non-hispanic white, non-hispanic black, and mexican-american person developed from NHANES III data. *J Am Diet Assoc* 1998;98(2):137-42.
- De Lorenzo A, Soldati L, Sarlo F, Calvani M, Di Lorenzo N, Di Renzo L (2016) “New Obesity Classification Criteria as a Tool for Bariatric Surgery Indication” *World Journal of Gastroenterology* 2016 January 14; 22 (2): 618- 703
- Deurenberg P, Wetstrate JA, Seidell JC (1991). Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex- specific prediction formulas. *Br J Nutr* 1991; 65: 105-114.
- Diniz Araujo ML, Coelho Cabral P, Kruze Grande de Arruda I, Siqueira Tavares Falcao AP, Silva Diniz A (2012). Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with anthropometric indicators. *Nutr Hosp*; 27(6):1999-2005.
- Di Somma S, Vetrone F, Maisel AS (2014). Bioimpedance Vector Analysis (BIVA) for diagnosis and management of acute heart failure. *Curr Emerg Hosp Med Rep*; 2:104-11.
- Doménech-Asensi G, Gómez-Gallego C, Ros-Berruezo G, García-Alonso FJ, Canteras-Jordana M. Critical overview of current anthropometric methods in comparison with a new index to make early detection of overweight in Spanish university students: the normalized weight-adjusted index. *Nutr Hosp* 2018;35:359-367 DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1189>
- Eknoyan G. Adolphe Quetelet (1796-1874) -the average man and indices of

- obesity. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23(1):47-51.
- Esteve Ràfols M (2014). Tejido adiposo: heterogeneidad celular y diversidad funcional. *Endocrinol Nutr.* 2014;61(2):100—112.
- Fernandes Filho J, Caniuqueo Vargas A, Duarte Rocha CC, Hernández Mosqueira C, Roquetti Fernandes P, Fernandes da Silva S, Ramirez-Campillo R, Quiroz Sievers G. Evaluación y comparación de cinco calibres de pliegues cutáneos. *Nutr Hosp* 2017;34:111-115 DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.985>.
- Ferreira-Melo AP, Salles RK, Vieira FGK, Ferreira GM. Comparative analysis of height estimation methods in hospitalized adults and elders. *Nutr Hosp* 2017;34:116-121 DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.986>
- Ferreira FG, Segheto W, Da Silva DCG, Pereira PF, Longo GZ (2018). Visceral adiposity index associated with behavioral and inflammatory parameters in adults: a population based study. *Nutr Hosp*; 35:326-331 DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1325>.
- Finkelstein EA, Zhen C, Nonnemaker J, Todd JE. Impact of targeted beverage taxes on higher- and lower-income households. *Arch Intern Med* 2010;170:2028-34.
- Gallagher D, Shaheen I, Zafar K (2008). State-of-the-art measurements in human body composition: A moving frontier of clinical importance. *Int J Body Compos Res*; 6:141-8.
- Garg SK, Maurer H, Reed K, Selagamsetty R (2014). Diabetes and cancer: Two diseases with obesity as a common risk factor. *Diabetes Obes Metab*;16(2):97-110.
- Garrido-Chamorro R, Sirvent-Belando J, González-Lorenzo M, et al (2012). Skinfold sum: reference values for top athletes. *Int J Morphol*; 30(3):803-9.
- Garvey WT, Garber AJ, Mechanick JI, Bray GA, Dagogo-Jack S, Einhorn D, et al 2014. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology position statement on the 2014 advanced framework for a new diagnosis of obesity as a chronic disease. *Endocr Pract*; 20: 977-89.
- Gomez Cuevas R et. al. (2014). Segundo Consenso Latinoamericano de Obesidad. Versión corta. Recuperado:<http://www.svemonline.org/>

wpcontent/uploads/2017/01/segundo_consensio_latinoamericano_de_obesidad.pdf

- Gómez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, Luzardo L, Juez-Bengoechea A, Mata E, et al. Prevalence of overweight and obesity in non-institutionalized people aged 65 or over from Spain: The elderly EXERNET multi-centre study. *Obes Rev* 2011;12(8):583-92.
- Gray DS, Crider JB, Kelley C, et al (1985). Accuracy of recumbent height measurement. *J Parenter Enteral Nutr*; 9(6):712-5.
- Gómez-Ambrosi J, Silva C, Catalán V, Rodríguez A, Galofré JC, Escalada J, et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care*. 2012; 35: 383-8
- Gualdi-Russo ET, Toselli S (2002). Influence of various factors on the measurement of multifrequency bioimpedance. *Homo*; 53:1-16.
- Gustavsen GW, Rickertsen K. The effects of taxes on purchases of sugar-sweetened carbonated soft drinks: a quantile regression approach. *Appl Econ* 2011;43:707-16.
- Gradmark A, Rydh A, Renstro F, De Lucia-Rolfe E, Sleigh A, Nordstro P, et al (2010). Computed tomography-based validation of abdominal adiposity measurements from ultrasonography, dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry. *Br J Nutr*;104 (4): 582-8.
- Griffith JF, Yeung DK, Tsang PH, et al (2008). Compromised bone marrow perfusion in osteoporosis. *J. Bone Miner Res*;23:1068-75.
- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12:175-81.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978;40:497-504.
- Jeffrey I. Mechanick, Daniel L. Hurley, and W. Timothy Garvey (2016) Adiposity-based chronic disease as a new diagnostic term: American Association of Clinical Endocrinologists and the American College of Endocrinology Position Statement. *Endocrine Practice* In-Press. doi: <http://dx.doi.org/10.4158/EP161688.PS>.
- Joshiyura K, et al (2016). Neck Circumference May Be a Better Alternative to Standard Anthropometric Measures. *J of Diab Res*; 1 (6): 8-16.

- Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson RN Jr (1996). Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex and disease. *Am J Clin Nutr*. 1996;64 (Suppl.3):489-97.
- Lecube A, Monereo S, Rubio MA, Martínez-de-Icaya P, Marti A, Salvador J, Masmiquel L, Goday A, Bellido D, Lurbe E et al (2017). Prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad. Posicionamiento de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad de 2016. *Endocrinol Diabetes Nutr*; 64Supl 1:15-22 - DOI: 10.1016/j.endonu.2016.07.002
- López-Fuenzalida A, Valdés-Badilla P, Herrera-Valenzuela T, Rodríguez Canales C, Reyes Ponce A, Arriaza Ardiles E, Durán Agüero S. Variaciones en el estado nutricional y su reflejo en la composición corporal en mujeres chilenas con síndrome metabólico. *Nutr Hosp* 2016; 33:616-622.
- Martín-Castellanos A, Cabañas Armesilla MD, Barca Durán FJ, Martín Castellanos P, Gómez Barrado JJ. Obesidad y riesgo de infarto de miocardio en una muestra de varones europeos. El índice cintura-cadera sesga el riesgo real de la obesidad abdominal. *Nutr Hosp* 2017;34:88-95 DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.982>.
- Mazurek T, Zhang L, Zalewski A, et al (2003). Human epicardial adipose tissue is a source of inflammatory mediators. *Circulation* 2003;108:2460-6.
- Moreira OC, Oliveira CEP, de Paz JA. Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) reliability and intraobserver reproducibility for segmental body composition measuring. *Nutr Hosp* 2018;35:340-345 DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1295>
- Moreno M, Gómez Gandoy V, Benito J, Y Antoranz González, M J. (2001). Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. *Revista Española de Salud Pública*, 75(3), 221-236.
- Navarrete Espinoza, Eduardo, Mateluna Palomo, Daniela, & Sandoval Urrea, Patricio. (2016). Clasificación del estado nutricional basada en perfiles antropométricos del personal silvoagropecuario femenino de un sector del centro-sur de Chile. *Ciencia & trabajo*, 18(55), 42-47. National Institutes of Health Technology. NIH Consensus statement.

- Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. December 12-14, 1994. *Nutrition*. 1996;12:749-62.
- Navarrete Espinoza, E, Mateluna Palomo, D y Sandoval Urrea, P. (2016). Clasificación del estado nutricional basada en perfiles antropométricos del personal silvoagropecuario femenino de un sector del centro-sur de Chile. *Ciencia & trabajo*, 18(55), 42-47.
- Nuñez CH, Gallagher D, Visser M, Pisunyer F, Wang Z, Heymsfield SB. Bioimpedance analysis: evaluation of leg-to-leg system based on pressure contact foot-pad electrodes. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29:524-31.
- Padwal RS, Pajewski NM, Allison DB, Sharma (2011). Using the Edmonton obesity staging system to predict mortality in a population-representative cohort of people with overweight and obesity. *CMAJ*; 183(14): E1059-66.
- Pérez Miguelsanz, M.^a J., Cabrera Parra, W., Varela Moreiras, G. y Garaulet, M.. (2010). Distribución regional de la grasa corporal: Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutrición Hospitalaria*, 25(2), 207-223.
- Piernas C, Hernández-Morante JJ, Canteras M, Zamora S, Garaulet M (2008). New computed tomography-derived índices to predict cardiovascular and insulin-resistance risks in overweight/obese patients. *Eur J Clin Nutr* 29 October; doi:10.1038/ejcn.2008.47
- Pollock ML, Wilmore, JH (1.993). Exercícios na saúde e na doença. 2 ed. Rio de Janeiro: *Medsj*, 1993.
- Ravasco P, Anderson H, Mardones F (2010). Métodos de valoración del estado nutricional in: Libro blanco de la desnutrición en Iberoamérica. *NutrHospSupl*; 3(3):57-66: ISSN (Versión electrónica): 1699-5198.
- Rezende FAC, Rosado LEFPL, Franceschini SCC, et al (2009). Avaliação da aplicabilidade de formulas preditivas de peso e estatura em homens adultos. *Rev Nutr*; 22(4):443-51.
- Romero Blanco C, Artiga González MJ, Cabanillas Cruz E, CasajúsMallén JA, Ara Royo I, Aznar Laín S (2017). Obesidad sarcopénica en mujeres mayores: influencia del polimorfismo I/D de la enzima convertidoradeangiotensina. *Nutr Hosp*; 34:1099-1104

- Rondini G, Olearo B, Soriano del Castillo JM, Boselli PM (2018). The BFMNU method as an alternative to the methods in use based on energy: study of the correlation between food energy and body mass. *Nutr Hosp*; 35:346-350.
- Rosales R (2012). Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos, una revisión. *Nutr Hosp*; 27(6):1803-1809.
- Roriz A, Oliveira C, Moreira A, Eickemberg M, Medeiros J, Sampaio L (2011). Methods of predicting visceral fat in adults and older adults: a comparison between anthropometry and computerized tomography. *Arch Latinoam Nutr*; 61 (1): 5-12.
- Salazar J, Luzardo E, Mejias J C, Rojas J, Ferreira A, Rivas/Rios J R, Bermudez V (2016). Epicardial Fat: Physiological, Pathological, and Therapeutic Implications. *Cardiology Research and Practice* Volume 2016, Article ID 1291537. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1291537>
- Shen W, Wang ZM, Punyanita M, Lai J, Sinav A, Oral JG, Imielinska C, Ross R, Heymsfield SB (2003). Adipose tissue Quantification by imaging methods: a proposed classificatio. *Obesity Res* 2003; 11: 5-16.
- Siri WE. The gross composition of the body. *Adv Biol Med Phys* 1956;4: 239-80.
- Silva BR, Mialich MS, Hoffman DJ, Jordao AA. BMI, BMIfat, BAI or BAIFels – Which is the best adiposity index for the detection of excess weight? *Nutr Hosp* 2017;34:389-395 DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.366>.
- Siri WE.(1993) Body-composition from fluid spaces and density - Analysis of methods (reprinted from techniques measuring body-composition, p. 223-244, (1961). *Nutrition* 1993; 9(5):481-91.
- Song MY, Ruts E, Kim J, et al (2004). Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. *Am J Clin Nutr*;79:874–80.
- Thibault, R; Genton, L; Pichard, C (2012). Body composition: why, when and for who? *Clin Nutr* ;31(4):435-47.
- Tobia C.A., Lawrence J.H., Siri W.E. (1956) The gross composition of the body *Advances in Biological and Medical Physics*, Vol 4, Academic Press, New York, pp. 239–280

-
- Trouwborst I , Verreijen A , Memelink R , Massanet P , Boirie Y, Weijs P and Tieland M.(2018) Exercise and Nutrition Strategies to Counteract Sarcopenic Obesity. *Nutrients*, 10, 605; doi:10.3390/nu10050605.
- Vasques AC, Rosado L, Rosado G, Ribeiro RC, Franceschini S, Geloneze B (2010). Indicadores antropométricos de resistência à insulina. *Arq Bras Cardiol*; 95(1):14-23.
- Van Pelt RE, Jankowski CM, Gozansky WS, et al (2005). Lower-body adiposity and metabolic protection in post-menopausal women. *J Clin Endo Meta* 2005;90:4573–8.
- Vila Nova LP, Araújo Tavares de Sá CM, Freire Clementino da Silva MC, Lustosa MF, Batista de Medeiros RA, Calado Brito D, De Araújo Burgos MGP (2016). Asociación de los indicadores antropométricos y de composición corporal en la predicción de la resistencia a la insulina en pacientes con enfermedad de las arterias coronarias. *Nutr Hosp*;33:825-831
- Walters Pacheco, K Z., Serrano-García, I, y Echegaray, I. (2007). Obesidad: el reto de su invisibilidad en el siglo XXI. *Revista Puertorriqueña de Psicología*, 18, 82-106.
- Whitehead J, Eklund R, Williams A (2003). Using skinfold calipers while teaching body fatnessrelated concepts: Cognitive and affective outcomes. *J Sci Med. Sport*; 6(4):461-76.
- WHO (2014). Global status report on non communicable diseases 2014: Attaining the nine global non communicables diseases targets; a shared responsibility. Geneve: *World Health Organization*; 2014. p. 298.
- Yim JY, Kim D, Lim SH, Park MJ, Choi SH, Lee CH, et al (2010). Sagittal abdominal diameter is a strong anthropometric measure of visceral adipose tissue in the Asian general population. *Diabetes Care*; 33:2665-70.
- Yim JE, Heshka S, Albu JB, et al (2008). Femoral-gluteal subcutaneous and intermuscular adipose tissues have independent and opposing relationships with CVD risk. *J Appl Physiol* 2008;104:700–7.
- Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, et al (2005). Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet* ;366;1640-9.

Zamboni, M.; Mazzali, G.; Fantin, F.; Rossi, A.; Di Francesco, V. (2008) Sarcopenic obesity: A new category of obesity in the elderly. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*;18: 388–395.

La obesidad es una enfermedad crónica caracterizada por un aumento de la grasa corporal expresada como una expansión del volumen del tejido adiposo por encima de los niveles considerados normales para la edad, sexo y etnicidad. Con frecuencia, la acumulación de grasa en las personas con obesidad ocurre de forma ectópica en órganos como el músculo y el hígado, lugares donde es capaz de producir alteraciones metabólicas como la resistencia a la insulina.

La Organización Mundial de la Salud, ha catalogado a la obesidad como un problema de salud pública en el ámbito mundial, que ha alcanzado proporciones epidémicas, reconociéndola como la enfermedad metabólica más frecuente en el ser humano. De hecho, su prevalencia se ha triplicado desde 1975 al 2016, de forma que para este último año había más de 1900 millones de personas con sobrepeso y más de 650 millones eran portadores de esta enfermedad.

Aunque anteriormente se consideraba un problema de países de altos ingresos, en la actualidad, la obesidad también es muy frecuente en muchos países de ingresos bajos y medianos. Esto ha llevado a que la OMS, diseñara la estrategia mundial para la prevención y control de las enfermedades no transmisibles, que constituye un mapa para el establecimiento de iniciativas de vigilancia, prevención y tratamiento de enfermedades como la obesidad, pero que a pesar de su claridad, no ha recibido la atención suficiente por parte de los gobiernos y la colectividad en general con el propósito de lograr un alto impacto en la prevención de la obesidad.