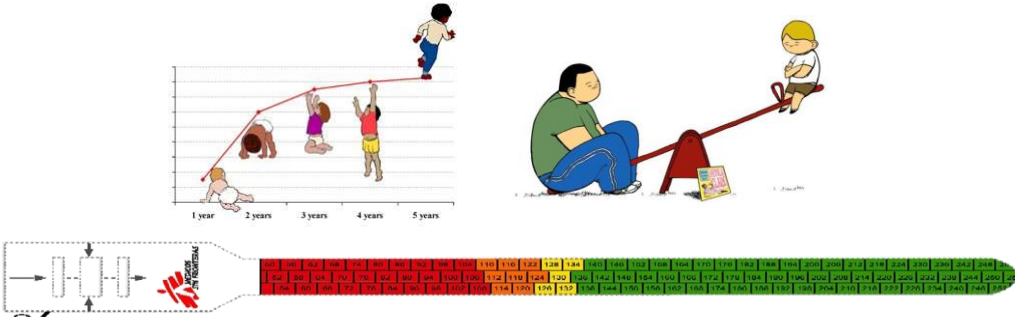


Evaluación del estado nutricional.
Composición corporal.

Destino de los nutrientes en el organismo

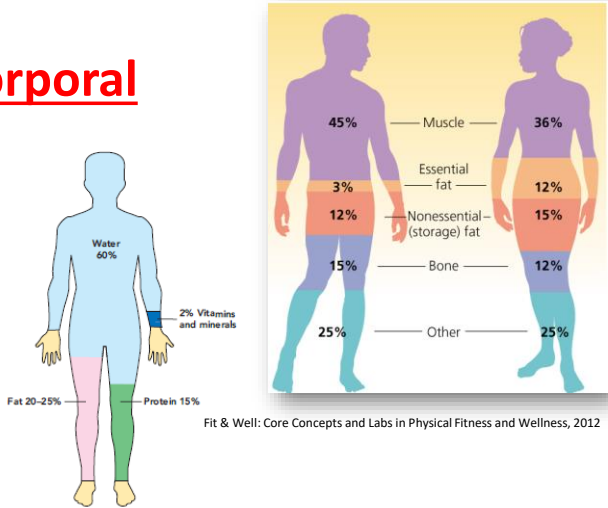


Ángeles Carbajal Azcona - carbajal@ucm.es
<https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/> - <https://www.ucm.es/innovadieta/>
<https://www.ucm.es/innovadieta/composicion-corporal>

1

Valoración del Estado Nutricional

- Dieta
- **Composición Corporal**
- Bioquímica
- Inmunología
- Clínica



Fit & Well: Core Concepts and Labs in Physical Fitness and Wellness, 2012

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

2

Composición Corporal

Cuantificar las reservas corporales → determinan las necesidades nutricionales

La proteína, el calcio, ... que comemos, ¿a dónde van?
Exceso de energía sobre lo gastado, ¿a dónde va?

“El organismo es producto de su propia nutrición”

(Grande y Keys, 1987)

"Dime lo que comes y te diré quién eres"
"Fisiología del gusto" (1825)
Anthelme **Brillat-Savarin** (1755-1826).
Gastrónomo francés

Valorar: estado nutricional, crecimiento, desarrollo, homeostasis del agua, situaciones de enfermedad (malnutrición, obesidad, osteoporosis, ..)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

3

Composición corporal

- 1) La incidencia de diversas enfermedades puede estar relacionada con el modelo antropométrico (distribución de la grasa, talla, ...) (ej. ECV, HTA, DM2, cáncer de mama, endometrio, colon, ...).
- 2) Las características antropométricas están relacionadas con la ingesta y metabolismo energéticos, eficacia metabólica, actividad física, Ej. IMC puede estar relacionado con la composición en macronutrientes de la dieta y con la energía total ingerida.
- 3) La CC es importante a lo largo de toda la vida: exposición presente o pasada.

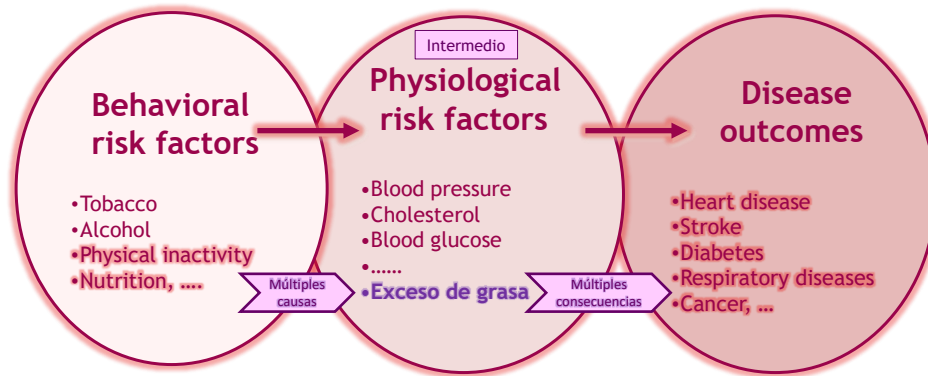
<http://epic.iarc.fr/about/anthropometry.php>

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

4

The causal chain explains the risk factor approach for surveillance of non communicable diseases

The WHO STEPwise approach to Surveillance of noncommunicable diseases (STEPS)
http://www.who.int/ncd_surveillance/en/steps_framework_dec03.pdf



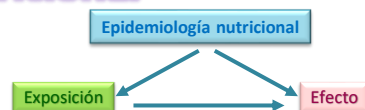
Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

5

Valoración de la composición corporal en epidemiología nutricional

Triple papel:

1. Como medida indirecta del estado nutricional, de la exposición actual y pasada (*exposure*).
2. Como medida del efecto (*outcome*), del estado nutricional, de la enfermedad, del riesgo.
3. Búsqueda del mejor marcador predictor de enfermedad crónica (EC) (ej. caracterización del fenotipo de EC, de obesidad) para:
 - Estudiar su relación con la salud
 - Identificar grupos de riesgo
 - Identificar puntos de corte.

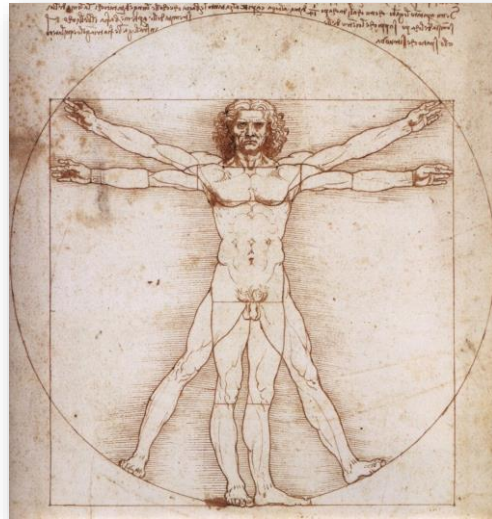


Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

6

Un poco de historia

Hombre de Vitruvio
("Canon de las proporciones humanas")
1492. Leonardo da Vinci
34,2 x 24,5 cm. Galería de la Academia de Venecia



Razón "Áurea", Canon de perfección
Redescubrimiento de las proporciones matemáticas
del cuerpo humano → uno de los mayores logros
del Renacimiento

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

7

Un poco de historia

Alemania

1850s: Justus von Liebig (1803-1873)

- Demostró que el cuerpo humano contiene muchas de las sustancias que hay en los alimentos.
- "Los líquidos del organismo tienen más Na y menos K que los tejidos"

Adolf Magnus-Levy (1865-1955)

1906. Concepto de Masa libre de grasa (MLG)

En él se basan diversas técnicas modernas de determinación de composición corporal.

Ludwig Feuerbach (1804-1872), filósofo, antropólogo

Los individuos y sus mentes no son más que productos de su entorno;

'der Mensch ist was er ist' (*el hombre es lo que come*) y reclama mejores alimentos para mejorar a la especie humana.

http://es.encyarta.msn.com/text_761567631_1/Ludwig_Feuerbach.html

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

8

Justus von Liebig (Darmstadt, 1803 - Múnich, 1873)

En su tratado: "*La química orgánica en sus aplicaciones a la fisiología y la patología*" (1842) aparece por primera vez la palabra "Metabolismo" (*Stoffwechsel*)



Early drawing of Liebig's chemistry lab at the University of Giessen

<http://www.liebig-museum.de/>

<http://www.sportsci.org/news/history/liebig/liebig.html>

<http://www.nndb.com/people/875/000100575/>



Faculty - Agricultural Sciences, Nutritional Sciences and Environmental Management

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

9

Establece 5 hechos:

- El carbono y el hidrógeno que se oxidan en el organismo durante el proceso respiratorio proceden de los tres componentes orgánicos fundamentales de la materia viva: hidratos de carbono, grasas y proteínas. "principios inmediatos"
- La energía producida en el organismo es consecuencia de la oxidación de estos componentes contenidos en los alimentos.
- Las oxidaciones tienen lugar en todo el organismo, en todas las células.
- Todos los tejidos del cuerpo están formados por proteínas, grasas e hidratos de carbono y, por tanto, la leche humana también estaba compuesta por idénticos componentes.
- Clasifica los alimentos en dos grupos:
 - *Alimentos respiratorios*, combustibles para suministrar energía (alimentos NO nitrogenados).
 - *Alimentos plásticos*, para formar parte de las propias estructuras corporales (alimentos nitrogenados).
- Importancia de la proteína en el crecimiento de plantas, animales y humanos.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

10

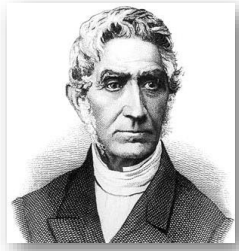
1865, fundó la “Compañía Liebig de Extracto de Carne”, aplicando un procedimiento de su invención para preparar extractos cárnicos.

1869, se comercializa en EEUU "el alimento soluble del Barón von Liebig": sustituto de la leche materna.



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

11



1871

LAJ Quetelet (1796-1874)

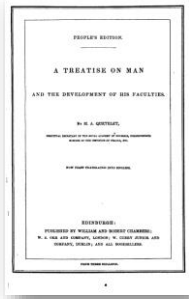
(astrónomo y matemático belga)

Índice de Quetelet

peso (kg) / talla² (m)

Quizás el primer investigador en analizar las mediciones humanas de forma estadística

Carter JEL, & Heath BH (1990). Somatotyping - Development and Applications. Cambridge: Cambridge University Press



Sur l'homme et le développement de ses facultés. Essai d'une physique sociale, Quetelet, 1835

<https://archive.org/details/surhommeetled00quet>

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k81570d.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

12

1953. Keys y Brozek: densitometría

Fidanza, Keys, Anderson: densidad de la grasa = 0.90 g/cm^3

1963. Brozek, Grande, Anderson y Keys: desarrollan el modelo bicompartimental

1972. Keys y col. Nuevo nombre: IMC

1992-actualidad

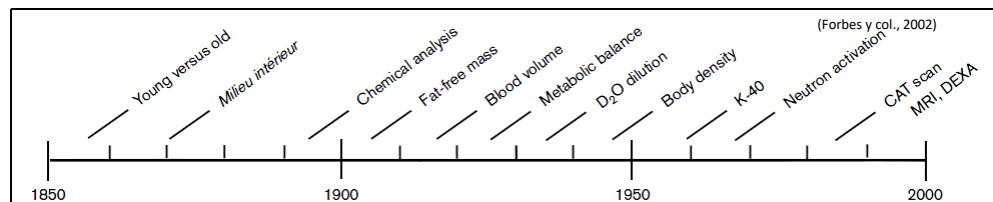
DEXA (Absorciometría con rayos X de doble energía)

BIA (Análisis de bioimpedancia eléctrica)

Pletismógrafo de desplazamiento de aire (Bod Pod)

Tomografía computarizada de cortes múltiples

Figure 1. Schema of progress in body composition principles and techniques during the last century and a half



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

13

Métodos de estudio de la composición corporal

➤ Directos:

- Análisis químico de la carcasa
- Activación de neutrones in vivo

➤ Indirectos:

- Densitometría: Hidrodensitometría
- Dilución isotópica o química
- Contaje de K^{40}
- Activación de neutrones
- Técnicas visuales (TC, RM, ...)
- DEXA (Absorciometría con rayos X de doble energía),

➤ Doblemente indirectos (ej. estimar grasa a partir de densidad y fórmulas):

- Antropometría (IMC, pliegues, ...)
- Determinación de metabolitos (excreción de Creatinina)
- BIA, ...

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

14

Método directo: análisis de cadáveres

Schwann, 1843

.....

Widdowson y Forbes, 1940s – 1950s

“Hombre de Minnesota”

Composición corporal (%)

(3 cadáveres, sexo masculino, 35 años, peso = 65.4 kg)

(Keys y Brozek, 1953; Brozek, Grande, Anderson y Keys, 1963)

MLG: masa libre de grasa; MC: masa celular

	“Referencia”	MLG	MC
Agua	62.4%	73.8%	72.7%
Proteína	16.4	19.4	25.7
Grasa	15.3	-	-
Mineral óseo	4.8	5.6	-
Otros minerales	1.1	1.2	1.6
% peso total	100	84.7	63.9

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

15

Métodos indirectos: compartimentación del cuerpo

Modelo II, molecular o Tetra-compartmental

Peso = MG + agua + proteína + minerales

Combustibles metabólicos disponibles

Wang y col., The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. Am J Clin Nutr. 1992 Jul;56(1):19-28.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

16

Composición corporal a **nivel molecular** (hombre de referencia, 70 kg)

		Cantidad (kg)	Cantidad (% Peso)
Agua	- Extracelular	18	26
	- Intracelular	24	34
Lípidos	- Esenciales	1.5	2.1
	- No esenciales	12	17
Proteína		10.1	14.4
Minerales		3.7	5.3
H de C		0.5	0.6
Total		69.8	99.4

(Gibney, 2002; Deurenberg y Roubenoff, 2002)

¿Cuál es la reserva energética de esta persona?

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

17

Composición corporal a **nivel tisular** (hombre de referencia, 70 kg)

	kg	% peso corporal
Músculo	28	40
Tejido adiposo	15	21.4
Sangre	5.5	7.9
Hueso	5	7.1
Piel	2.6	3.7
Hígado	1.8	2.6
Total	57.9	82.7

(Gibney, 2002; Deurenberg y Roubenoff, 2002)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

18

Métodos indirectos: conceptos y reglas

1) Relación entre compartimentos

Tej. adiposo → adipocitos → lípidos → carbono (77%)

Tejido adiposo → 80-87% de lípidos
1 adipocito = 0,4-0,6 mg de grasa
1 adipocito subcutáneo = 1,2 mg de grasa

(Oria y col., 2002)
<http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol25/sup1/pdf/26s108.pdf>

Wishnofsky M. Caloric Equivalents of Gained or Lost Weight *Am J Clin Nutr* 1958 6: 5 542-546.
<http://ajcn.nutrition.org/content/6/5/542.full.pdf+html>

Conceptos y reglas: Importantes en el desarrollo de técnicas de valoración de CC

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

19

Métodos indirectos: compartimentación del cuerpo

Peso, talla, ...

Cambios en 1 compartimento → cambios en el resto

Wang y col., The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992 Jul;56(1):19-28.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

20

Métodos indirectos: conceptos y reglas

2) Composición corporal y relaciones bastante constantes

- En cada persona
- Entre personas

Tej. adiposo → 80-87% lípidos
 77% de grasa es C
 16% de proteína es N

Midiendo 1 componente → estimar otros

3) Densidad conocida y constante

- Masa grasa: 0,9 g/cc
- Masa libre de grasa: 1,1 g/cc



Más variable:

- Cantidad de masa ósea
- Hidratación

Niños: 1,08 g/mL
 Adultos: 1,1 g/mL
 Tejido muscular: 1,0643 g/mL
 (Oria y col., 2002)

4) El agua corporal "solo" se encuentra en la MLG y su grado de hidratación es de 73%

Conceptos y reglas: Importantes en el desarrollo de técnicas de valoración de CC

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

21

Métodos de estudio de la composición corporal

➤ Directos:

- Análisis químico de la carcasa
- Activación de neutrones *in vivo*

Se basan en el modelo bicompartimental

➤ Indirectos:

- Densitometría: Hidrodensitometría
- Dilución isotópica o química
- Contaje de K⁴⁰
- Activación de neutrones
- Técnicas visuales (TC, RM, ...)
- DEXA (Absorciometría con rayos X de doble energía),

➤ Doblemente indirectos (ej. estimar grasa a partir de densidad y fórmulas):

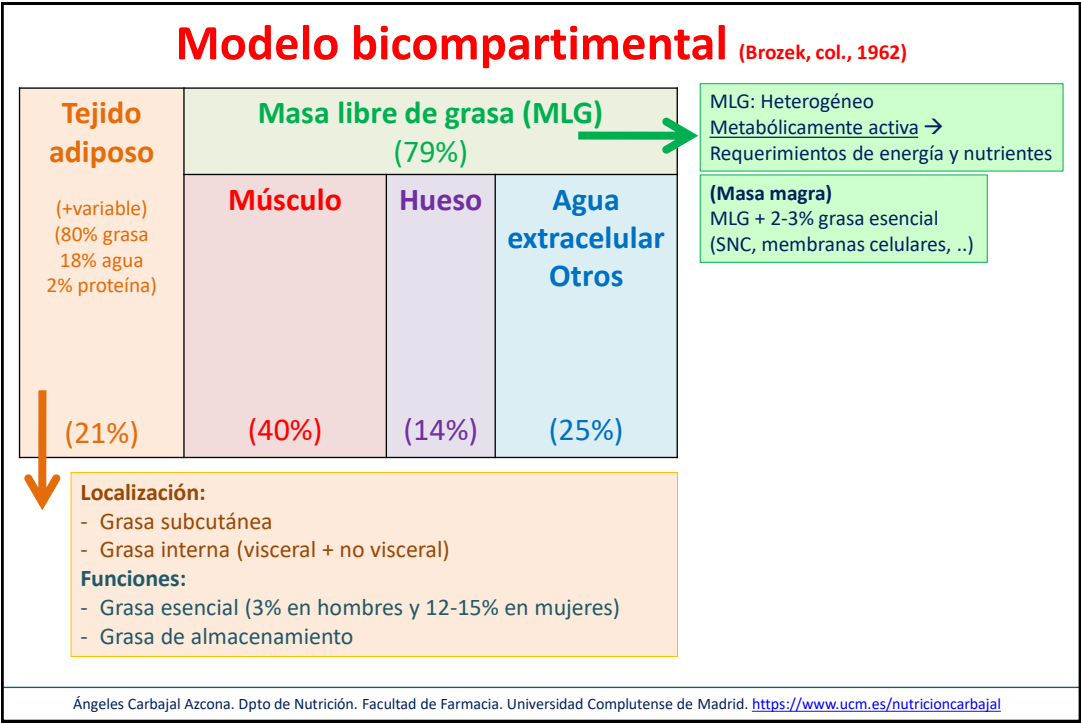
- Antropometría (IMC, pliegues, ...)
- Determinación de metabolitos (excreción de Creatinina)
- BIA, ...

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

22



23

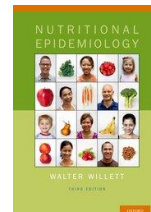


24

Lean body mass is considered to be the body component that is not adipose and is, therefore, more metabolically active. Lean body mass is, of course, extremely heterogeneous as it includes bone, muscle, extracellular water, nervous tissue, various organs, and all cells other than adipocytes. If the lean body mass (weight) is known, the adipose component can be calculated as the difference between the lean and total body mass.

These compartments correspond closely, but not exactly, to adipose and lean body mass for the reasons noted previously. The distinction, however, does not appear to be of major practical importance as lipid comprises only about 2% of the lean body mass (Sheng and Huggins, 1979).

(Willett, 2012 - Nutritional Epidemiology)



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

25

Principales funciones del tejido adiposo:

- Almacenamiento de energía, Reserva energética,
- Amortiguación-protección ósea,
- Aislamiento térmico,
- Endocrinas (función inmune, regulación de la ingesta y gasto energético, función vascular, ...)
- Fuente de células madre adultas

(Moreno y col., 2002; Vázquez-Vela y col., 2008; Pérez y col., 2010)

Reflexiona sobre:

- Tejido adiposo, conquista evolutiva
- Tejido adiposo subcutáneo y visceral
- Tejido adiposo blanco y marrón
- Adipogénesis

¿Qué significa?

- Thrifty genotype
- Thrifty phenotype

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

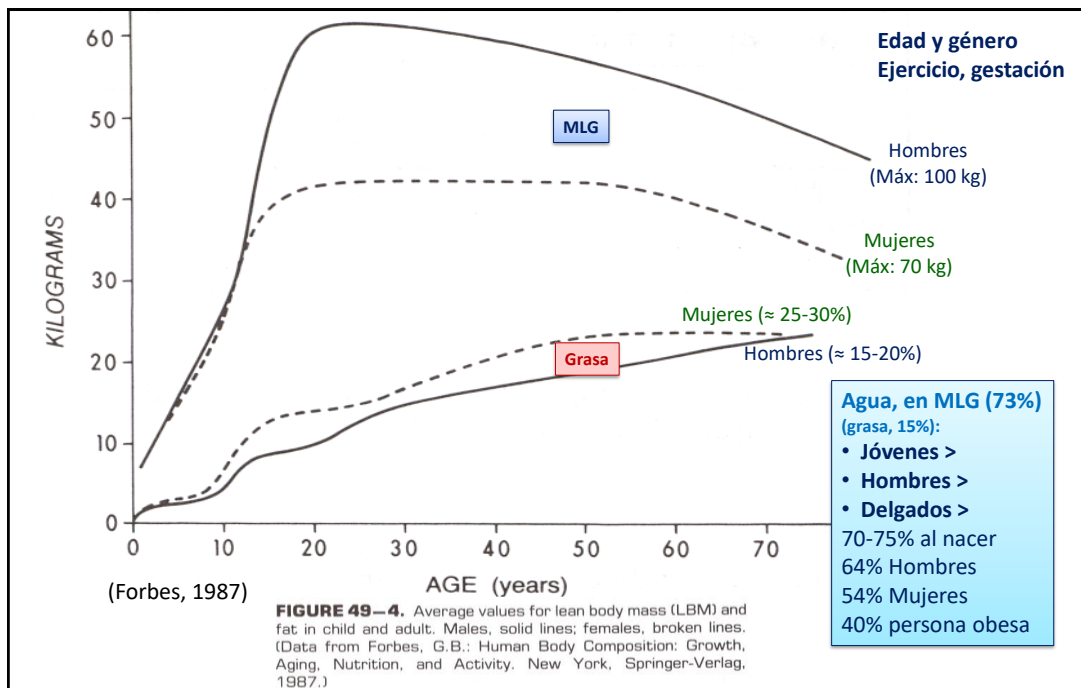
26

Compartimentos:

- Genética
- Edad
- Género
- Actividad física
- Situación fisiológica (ej. Gestación)
- Hormonas (ej. Menopausia)
- Ingesta de energía y reservas corporales

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

27



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

28

Composición corporal

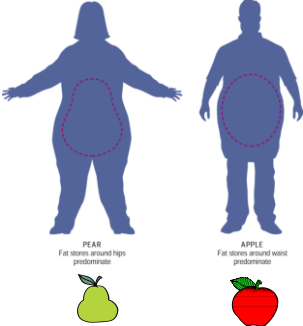
(Shils y col., 1994)

	Neonato	Chico, 10 años	Chica, 10 años	Adulto
Peso (kg)	3.4	31	32	70
MLG (kg)	2.9	27	26	55
(%)	85	87	81	79
Grasa (kg)	0.5	4	6	15
(%)	15	13	19	21

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

29

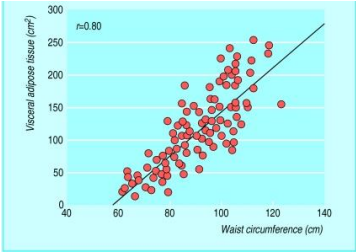
Distribución de grasa (género, edad, estado nutricional, hormonas, genes, sedentarismo, ...)



Grasa abdominal:

- Subcutánea
- Intra-abdominal:
 - Retro-peritoneal (25%)
 - Visceral o intra-peritoneal (75%):
 - ↑ triglicéridos
 - ↑ LDL
 - ↑ PCR
 - ↓ HDL
 - ↑ riesgo de diabetes 2
 - ↑ riesgo síndrome metabólico, ECV, HTA, cáncer,

(SEEDO, 1996, 2000; OMS, 1998)	Valores de referencia	
Circunf cintura / Circunf cadera	Hombres	Mujeres
Riesgo aumentado	>1	>0.85
Riesgo muy aumentado		>0.90
Circunferencia cintura (cm)		
Riesgo aumentado	> 102 cm	> 88 cm



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

30

Visceral Fat Compared to SBC or RTP Fat for Disease Risk

Lowest Risk

Moderate Risk

Highest Risk

SBC — RTP — VSC

Subcutaneous (SBC) - Retroperitoneal (RTP) – Visceral (VSC) fat

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

31

CENTRAL ILLUSTRATION: Metabolically Healthy Obese and Incident Cardiovascular Disease

Normal Weight
Metabolically Healthy

- BMI 18.50-24.99 kg/m²
- No Dyslipidemia
- No Hypertension
- No Type 2 Diabetes

Obese
Metabolically Healthy

- BMI ≥30.00 kg/m²
- No Dyslipidemia
- No Hypertension
- No Type 2 Diabetes

↓

Cardiovascular Disease

49% Increased Risk of
Coronary Heart Disease

7% Increased Risk of
Cerebrovascular Disease

96% Increased Risk of
Heart Failure

Caleyachetty, R. et al. J Am Coll Cardiol. 2017;70(12):1429-37.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

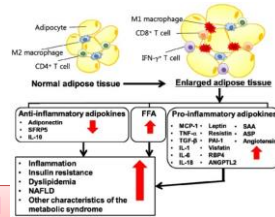
32

Obesidad y grasa visceral asociadas con:

- Resistencia a la insulina
- Diabetes mellitus
- Hipertensión
- Dislipemia
- Enfermedad coronaria
- Enf. cerebrovascular (stroke)
- Alteraciones vesícula biliar
- Alteraciones hepáticas
- Algunos tipos de cáncer
- Cambios endocrinos
- Alteraciones psicosociales
- Apnea del sueño
- Osteoartritis

Asociadas con incremento de masa grasa

Asociadas con un incremento en la actividad metabólica (secreción) de adipocitos



>1.900 mill. people (>18 y) overweight
of whom 500 mill. obese

[Int J Mol Sci. 2014 Apr; 15\(4\): 6184–6223](https://doi.org/10.3390/ijms15046184)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

33

Ingesta de energía

Teóricamente:

Tejido adiposo: ≈ 7 kcal/g

MLG: ≈ 1.1 kcal/g

Déficit de 700 kcal:

- Obeso: ≈ 100 g de grasa
- Delgado: ≈ 700 g de MLG

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

34

Métodos de estudio de la composición corporal

➤ **Directos:**

- Análisis químico de la carcasa
- Activación de neutrones *in vivo*

➤ **Indirectos:**

- Densitometría: Hidrodensitometría
- Dilución isotópica o química
- Contaje de K⁴⁰
- Activación de neutrones
- Técnicas visuales (TC, RM, ...)
- DEXA (Absorciometría con rayos X de doble energía),

➤ **Doblemente indirectos** (ej. estimar grasa a partir de densidad y fórmulas):

- Antropometría (IMC, pliegues, ...)
- Determinación de metabolitos (excreción de Creatinina)
- BIA, ...

Se basan en el modelo bicompartimental

Caros
Molestos para el encuestado
Laboriosos
Equipos y personal muy especializado
→ Uso limitado en epidemiología

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

35

Modelo bicompartimental (Brozek, col., 1962)

Tejido adiposo (+variable) (80% grasa 18% agua 2% proteína) (21%)	Masa libre de grasa (79%)		
	Músculo (40%)	Hueso (14%)	Agua extracelular Otros (25%)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

36

Hidrodensitometría

Medir la densidad total del cuerpo y estimar las **proporciones de grasa y MLG** de densidad conocida

Alta relación entre la densidad y la masa grasa

1º) Pesar al sujeto en el aire (Peso real: Pr)

2º) Pesar al sujeto en el agua (Pa)

3º) Calcular la densidad corporal



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

37

Hidrodensitometría

Medir la densidad total del cuerpo y estimar las **proporciones de grasa y MLG** de densidad conocida

Alta relación entre la densidad y la masa grasa

1º) Pesar al sujeto en el aire (Peso real: Pr)

2º) Pesar al sujeto en el agua (Pa)

3º) Calcular la densidad corporal

Pr = 75 kg (aire)

Pa = 3 kg (agua)

Vol. corporal aparente = peso agua desplazada → Pr – Pa = 72.000 cm³

densidad = masa / volumen

d_T = 75.000 g/ 72.000 cm³ = 1,0416 g/cm³

Se asume que:

- d grasa = 0,90 g/cm³
- d magra = 1,10 g/cm³

Siri (1956)
% grasa = 495/ D_T – 450 = **25,2%**
Grasa = %grasa/100 * peso = 19 kg
MLG = peso – grasa = 56 kg

Brozek y col. (1963)
% grasa = 457/ D_T – 414 = **24,7%**

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

38

Valores de referencia de grasa corporal (%)

(SEEDO, 1996, 2000; OMS, 1998)

Grasa corporal (%)	Hombres	Mujeres
Normopeso	12 – 20	20 – 30
Sobrepeso	21 – 25	31 – 33
Obesidad	> 25	> 33

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

39

Técnicas de dilución**Determinación de agua corporal total**

Reglas:

- 1) El agua se distribuye “sólo” en la MLG
- 2) La hidratación de la MLG es del 73%
- 3) La MLG es relativamente constante entre individuos

$$\text{MLG} = \text{agua total} / 0,73$$

$$\text{Grasa} = \text{peso} - \text{MLG}$$

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

40

Técnicas de dilución

Determinación de agua corporal total

Sustancia:

- Administración oral o IV
 - Inocua
 - Distribución:
 - Sólo en agua corporal
 - Homogénea
 - Rápida
 - Hasta el momento de equilibrio, ni el agua, ni el marcador, se metabolizan
-
- Deuterio (^2H)
 - Tritio (^3H)
 - ^{18}O

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

41

Masa magra (MM)

Puede estimarse a partir del K corporal total:

- El K se encuentra fundamentalmente en la masa magra
- Su concentración es conocida y constante
- Mujeres: 2,2 – 2,5 g/kg de MM
- Hombres: 2,4 – 2,7 g/kg de MM
- Se miden las radiaciones del isótopo $^{40}\text{K} \rightarrow 0,012\%$ del K total
- Contador de K (Espectrometría de rayos gamma)
- Personal entrenado
- Problema:
 - 20% del tejido adiposo no es grasa y tiene K
 - K varía con hidratación, edad, género

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

42

Masa ósea

12-15% peso

18% MLG

50% agua – 50% proteína + minerales

Absorciometría (SPA, DPA, DEXA)
(contenido de minerales es proporcional
a la cantidad de energía absorbida)

SPA: Absorciometría de fotones de energía única

DPA : Absorciometría de fotones de doble energía

DEXA : Absorciometría de rayos X de doble energía

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

43

Métodos de estudio de la composición corporal

➤ Directos:

- Análisis químico de la carcasa
- Activación de neutrones *in vivo*

➤ Indirectos:

- Densitometría: Hidrodensitometría
- Dilución isotópica o química
- Contaje de K⁴⁰
- Activación de neutrones
- Técnicas visuales (TC, RM, ...)
- DEXA (Absorciometría con rayos X de doble energía),

Se basan en el modelo bicompartimental

- No invasivos
- Sencillos
- Rápidos
- +/- económicos
- Exactos

➤ **Doblemente indirectos** (ej. estimar grasa a partir de densidad y fórmulas):

- Antropometría (IMC, pliegues, ...)
- Determinación de metabolitos (excreción de Creatinina)
- BIA, ...

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

44

Masa muscular

20% proteína (reserva de aminoácidos)
40% del peso y 50% MLG
Disminuye con la edad: sarcopenia

Creatinina urinaria

Metabolito de la creatina (98% está en músculo)

Orina de 24 horas

1 g / 24 h → 20 kg de masa muscular ($r = 0.87$ vs densitometría)

Balance cero (cuidado con dietas hiperproteicas, malnutrición o ejercicio intenso)

3-metilhistidina urinaria

mayor variabilidad individual ($r = 0.79$)

Masa muscular = $(0.118 * \text{unidad/día de 3-Mhistidina}) - 3.45$

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

45

Antropometría

Estudio de las dimensiones morfológicas humanas mediante mediciones: tamaño, proporción, composición, maduración y función con el objeto de entender el crecimiento, ejercicio, rendimiento y la nutrición (Ross, 1982).

Es una técnica de estudio basada en el Modelo Bicompartimental: GC + MLG

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

46

Antropometría

- Peso
- Talla / envergadura / altura hasta la rodilla
- Longitud del tronco, piernas, ..
- Pliegues cutáneos
- Circunferencias corporales
- Diámetros corporales
- Índices
- Etc.

Estimar:

- Crecimiento
- Velocidad de crecimiento
- Adiposidad y distribución de la grasa
- Cambios en la composición corporal
-

- Método objetivo, no invasivo
- Medidas sencillas, rápidas y económicas
- Reflejan cambios en estado nutricional a largo plazo
- Instrumentos de precisión y calibrados
- Antropometristas entrenados
- Manual de procedimientos
- Localización exacta de la medida
- Tablas de referencia / población
- Puntos de corte

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

47

Antropometría



Estadiómetro con balanza

Plícometro o lipocalibre

Cinta antropométrica

Lápiz dermatográfico

Antropómetro o Paquímetro

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

48

¿Quién tiene en España abundantes datos antropométricos?

Metropolitan Life Insurance Company (1863)
Aseguradora más grande en EEUU

España:
Estudio enKid

Growth reference data for 5-19 years



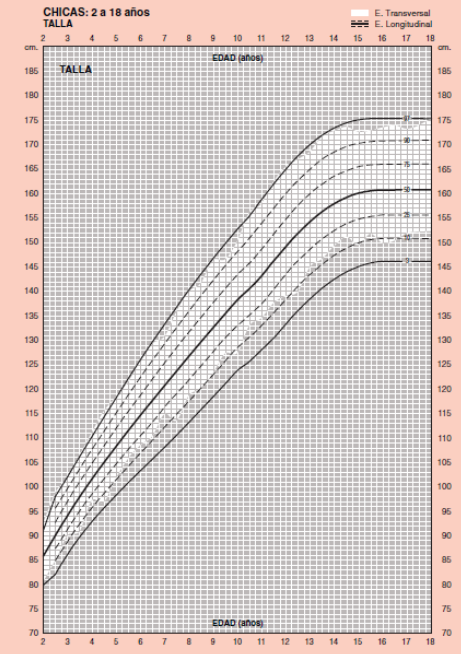
<http://www.who.int/growthref/en/>

(Curvas y tablas de crecimiento. Sobradillo y col., 2004)
<https://www.ucm.es/innovadieta/composicion-corporal>

CHICAS: 2 a 18 años

TALLA

— E. Transversal
— E. Longitudinal



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

49

Antropometría

Precisión

Estadiómetro	1 mm
Báscula	100 g
Cinta métrica	1 mm
Compás antropométrico	1 mm
Antropómetro	1 mm
Lipocalibre o plicómetro	0,2 mm

Medidas en el lado no dominante

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

50

Peso



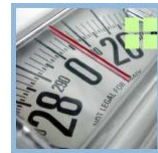
- Generalmente se usa en combinación con la talla u otras medidas de CC.
- Los cambios en el peso a lo largo del tiempo se pueden emplear como marcador de cambios en la CC. **Peso ganado en el adulto (18-55 años) generalmente refleja incremento de grasa corporal.**
- Peso al nacer, predictor de riesgo
- Peso actual, mejor predictor de riesgo de DM2.
- Peso pasado, mejor predictor de riesgo de ECV (fase preclínica más larga).

(Roche, 1984; Hu, 2008; Willett, 2012)

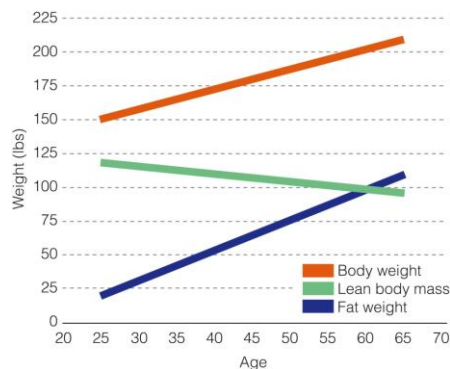
Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

51

Peso ganado en el adulto (18-55 años) generalmente refleja incremento de grasa corporal



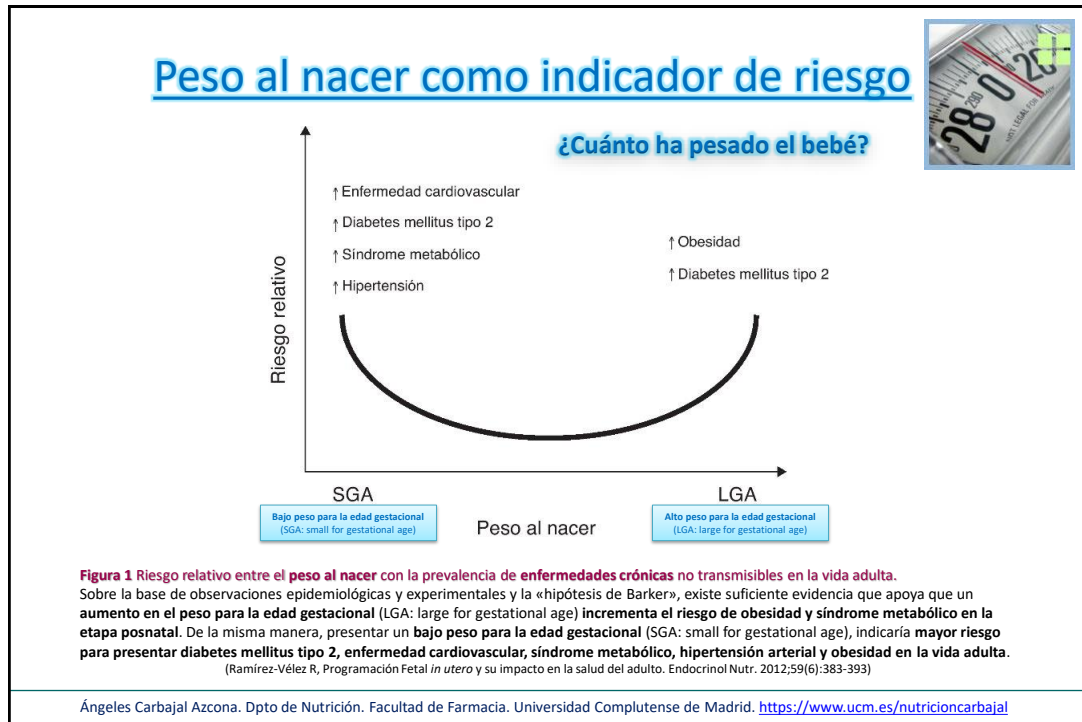
- Fat gain after 25 yrs
 - 1 to 2 lbs weight gain per year
 - ½ lb lean tissue lost per year
- Body composition reassessment periodically because of the effects of negative caloric balance on lean body mass.



<http://faculty.harford.edu/faculty/eavgusti/Health%20103%20-%20Wellness/PdfHandout/chapter4handout.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

52



53

Talla

Uso de talla y otras medidas de tamaño corporal

Ventajas:

- La talla parece tener una relación lineal directa con la masa magra (más que exponencial), por lo que puede usarse como una primera aproximación de la masa magra en estudios epidemiológicos.
- Medida más estable que el peso en el adulto.
- En estudios Ca-Co, la talla no está afectada por la enfermedad ni por el tratamiento.

(Brinkley y col., 1971; Waard, 1975; Micozzi, 1985; Berkey et al., 2009; Willett, 2012)



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

54

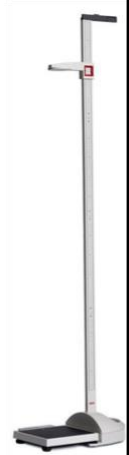
Talla

Uso de talla y otras medidas de tamaño corporal

Ventajas:

- Refleja influencia de la dieta [cantidad de energía y calidad (proteína animal, lácteos, cinc)] en el **pasado remoto**, en las **primeras etapas de la vida**, durante el **crecimiento** (difícil de medir por otros métodos).
- **Estudios ecológicos:** Analizar la posible relación entre la talla adulta (marcador de ingesta de energía en la infancia) y las diferencias internacionales en el riesgo de cáncer. Un estudio observó una fuerte correlación ($r = 0.68$) entre la talla media a los 18 años y la incidencia de cáncer de mama en diferentes países.

(Brinkley y col., 1971; Waard, 1975; Micozzi, 1985; Berkey et al., 2009; Willett, 2012)



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

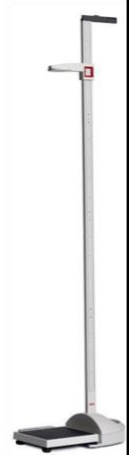
55

Talla

Marcadores de exposición en la infancia

- Talla: potencial marcador de exposición en la **infancia**.
- Longitud de la pierna: marcador de crecimiento antes de la **pubertad**, muy sensible a factores ambientales (periodo de crecimiento más rápido).
- Talla sentado: como el crecimiento del tronco puede continuar, puede ser un **indicador de disponibilidad energética antes de los 20 años**.

(Brinkley y col., 1971; Waard, 1975; Micozzi, 1985; Berkey et al., 2009; Willett, 2012)



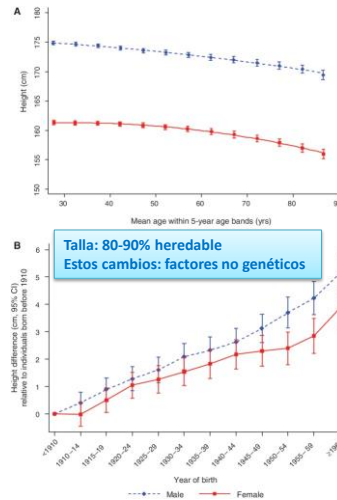
Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

56

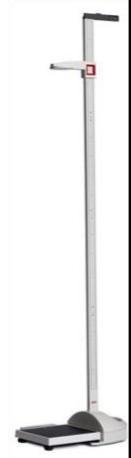
Talla

- Puede reflejar un amplio rango de exposiciones (genética, calidad dieta, circunstancias fetales, sociales, físicas,).
- En las personas mayores hay que tener en cuenta la menor talla por compresión de la columna y otras alteraciones (asociación talla-mortalidad debido a causalidad inversa) (Medida alternativa: envergadura) .

(Willett, 2012)



Int J Epidemiol. 2012 Oct; 41(5): 1419-1433



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

57

Índice de Masa Corporal (IMC) Índice de Quetelet

$$\text{peso (kg)} / \text{talla}^2 (\text{m})$$

Índice de adiposidad Índice de riesgo

- Marcador de estado nutricional global
- Marcador de deficiencia crónica de energía
- Permite localizar grupos de riesgo (probabilidad de ser obeso)
- Útil para comparar entre poblaciones
- Alta correlación con circunferencia de cintura ($r=0,90$) y de cadera ($r=0,88$) pero baja con relación cintura/cadera ($r=0,43$) (Stevens y col., 2008)

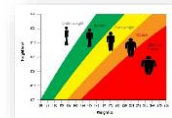
Sur l'homme et le développement de ses facultés. Essai d'une physique sociale, Quetelet, 1835

<https://archive.org/details/surhommeetled00quet>

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k81570d.pdf>

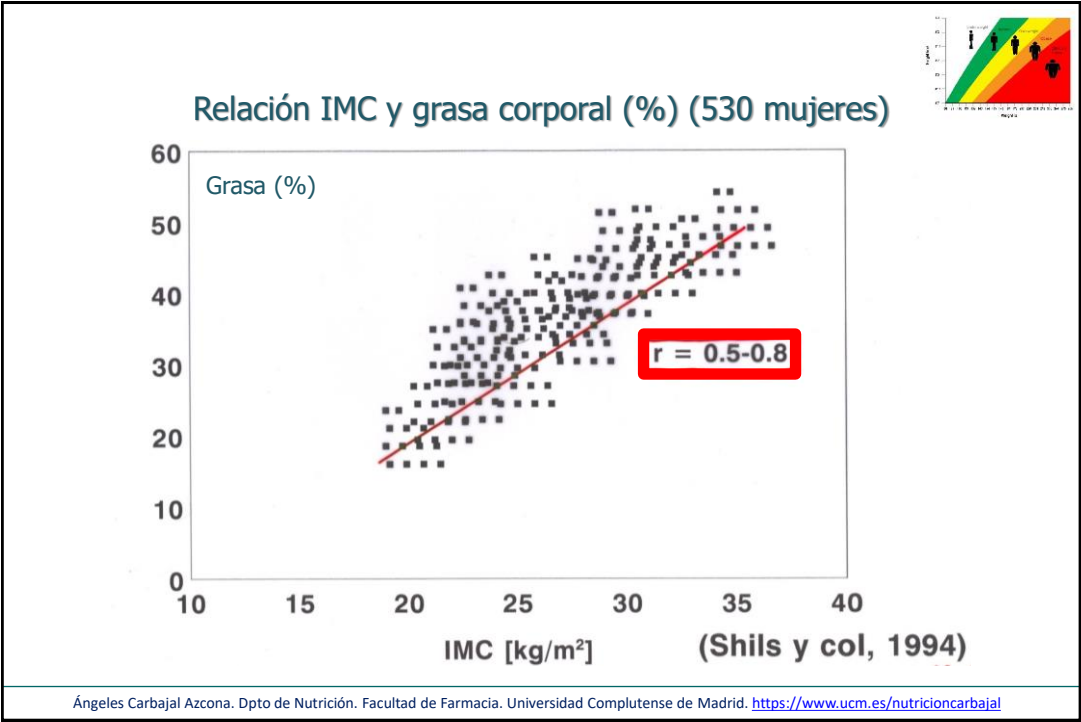
Quetelet's index (W/H^2) as a measure of fatness" (Garrow y Webster, 1985)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4030199>

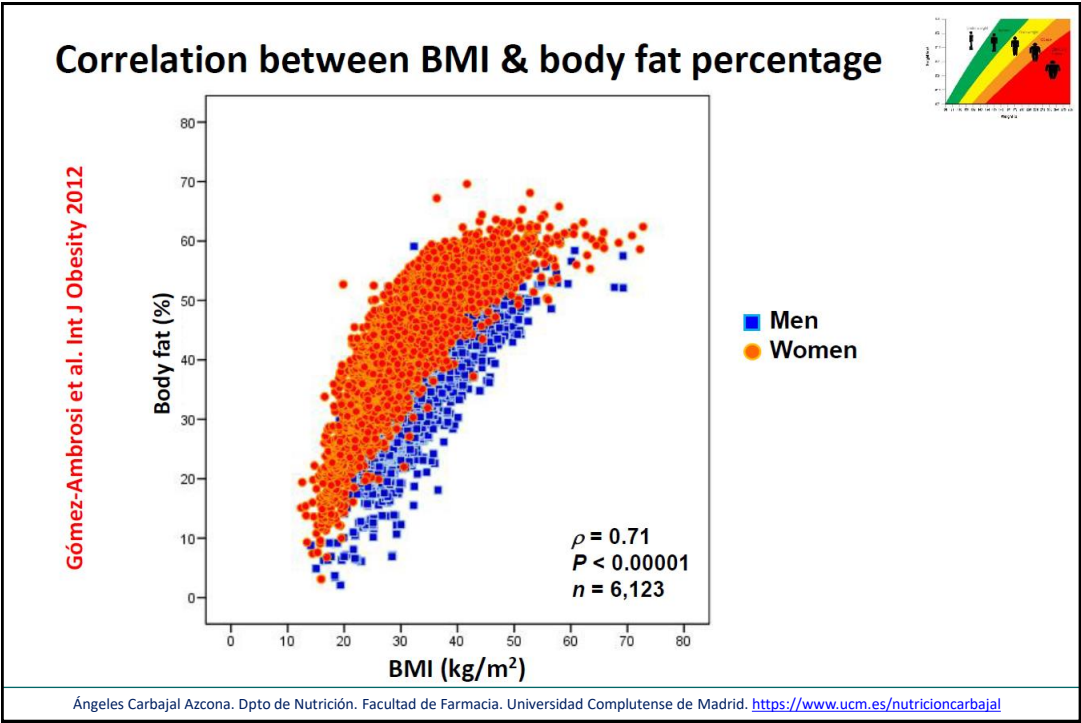


Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

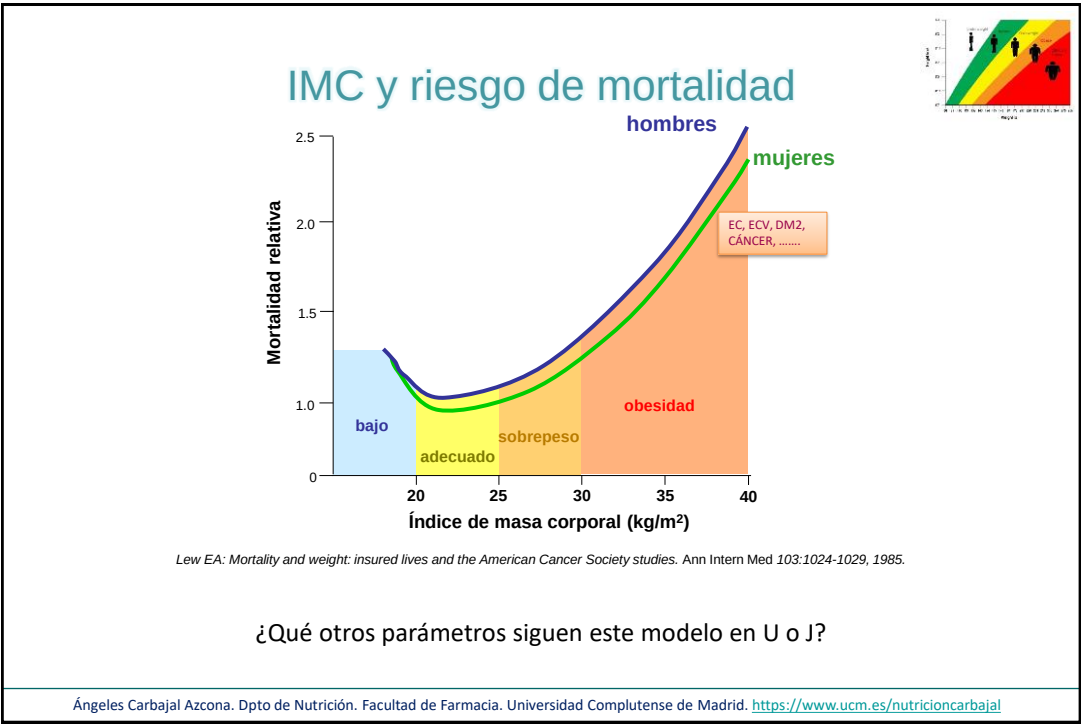
58



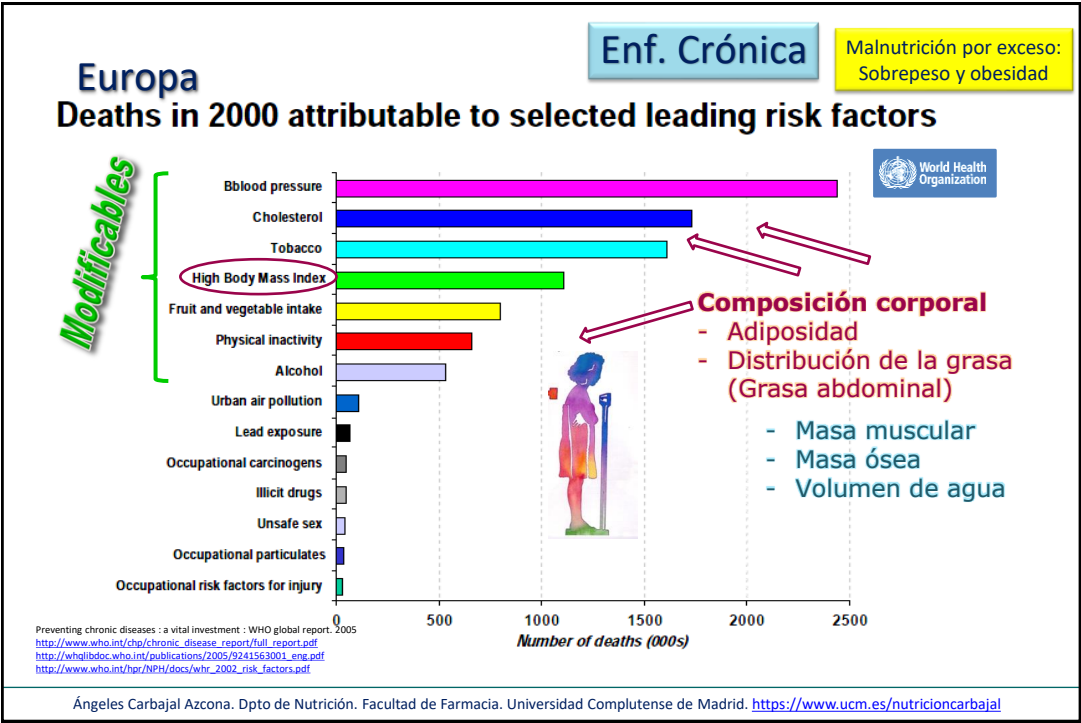
59



60

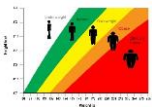


61



62

Índice de masa corporal





Culturista:
Peso = 100 kg
Talla = 1,75 m

Gimnasta:
Peso = 45 kg
Talla = 1,50 m

¿Cuál es el IMC en ambos casos?

Pero, ...

- No discrimina entre músculo y tejido adiposo.
- Aunque se correlaciona con la cantidad de grasa, no es una medida directa de adiposidad.
- No valora adiposidad regional.
- Diferencias en grupos étnicos.
- Puntos de corte?

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

63

Criterios SEEDO para definir la obesidad en grados según el índice de masa corporal (IMC) en adultos

Categoría	Valores límite de IMC (kg/m²)
Peso insuficiente	< 18,5
Peso adecuado	18,5-24,9
Sobrepeso grado I	25,0-26,9
Sobrepeso grado II (preobesidad)	27,0-29,9
Obesidad de tipo I	30,0-34,9
Obesidad de tipo II	35,0-39,9
Obesidad de tipo III (mórbida)	40,0-49,9
Obesidad de tipo IV (extrema)	≥ 50

Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica
Jordi Salas-Salvadó, Miguel A. Rubio, Montserrat Barbany, Basilio Moreno y Grupo Colaborativo de la SEEDO. Med Clin (Barc)2007;128(5):184-96
www.seedo.es/images/site/documentacionConsenso/Consenso_SEEDO_2007.pdf

IMC adecuado según edad (NRC, 1989)

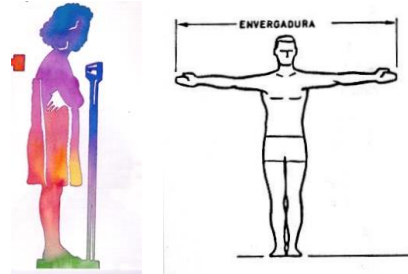
Edad (años)	IMC [peso (kg)/talla² (m)]
19 – 24	19 – 24
25 – 34	20 – 25
35 – 44	21 – 26
45 – 54	22 – 27
55 – 65	23 – 28
>65	24 – 29

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

64

Antropometría

- Peso
- Talla / envergadura / altura hasta la rodilla
- Pliegues cutáneos
- Circunferencias corporales
- Diámetros corporales
- Índices

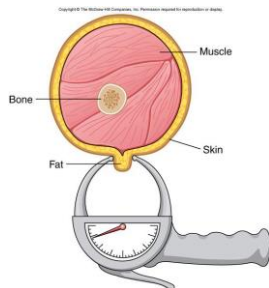


Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

65

Plicometría

Medición de pliegues cutáneos → Plicómetro o Lipocalibre



© David Young-Wolff/PhotoEdit Inc.



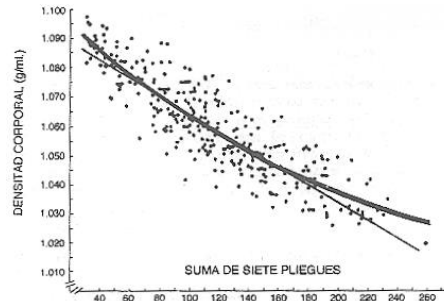
Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

66

Plicometría

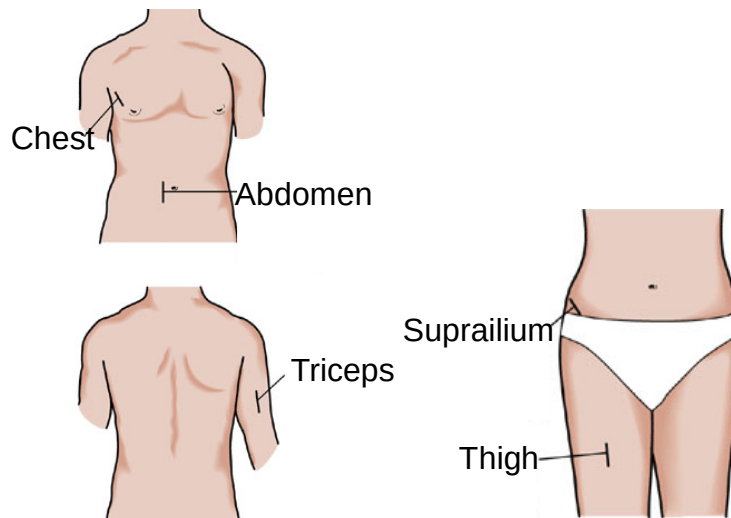
- Los pliegues corporales permiten estimar la cantidad de grasa subcutánea
- Relación entre grasa subcutánea ($\approx 50\%$) y grasa corporal
- Relación: pliegues y **densidad corporal** $\rightarrow$ % GC = **adiposidad**

- Tricipital
- Bicipital
- Subescapular
- Suprailíaco
- Superior del muslo
-



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

67

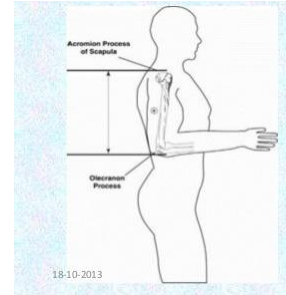
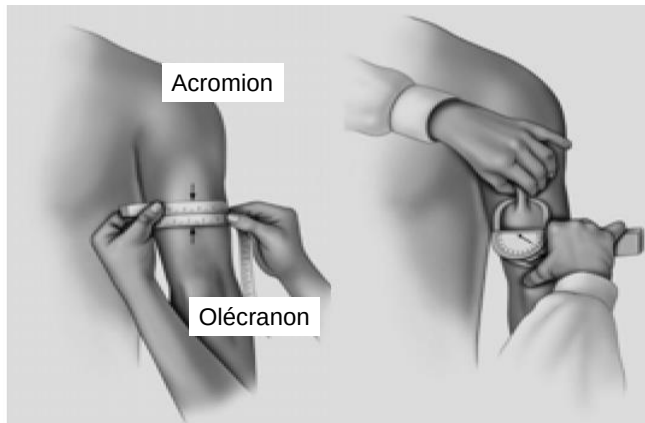


© 2005 Wadsworth - Thomson

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

68

Pliegue tricipital → mejor correlación con grasa total



- Técnica de campo habitual
- El lipocalibre ejerce una presión constante de 10 g/mm²
- Las zonas de medida elegidas para la evaluación son representativas del espesor medio del tejido subcutáneo

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

69

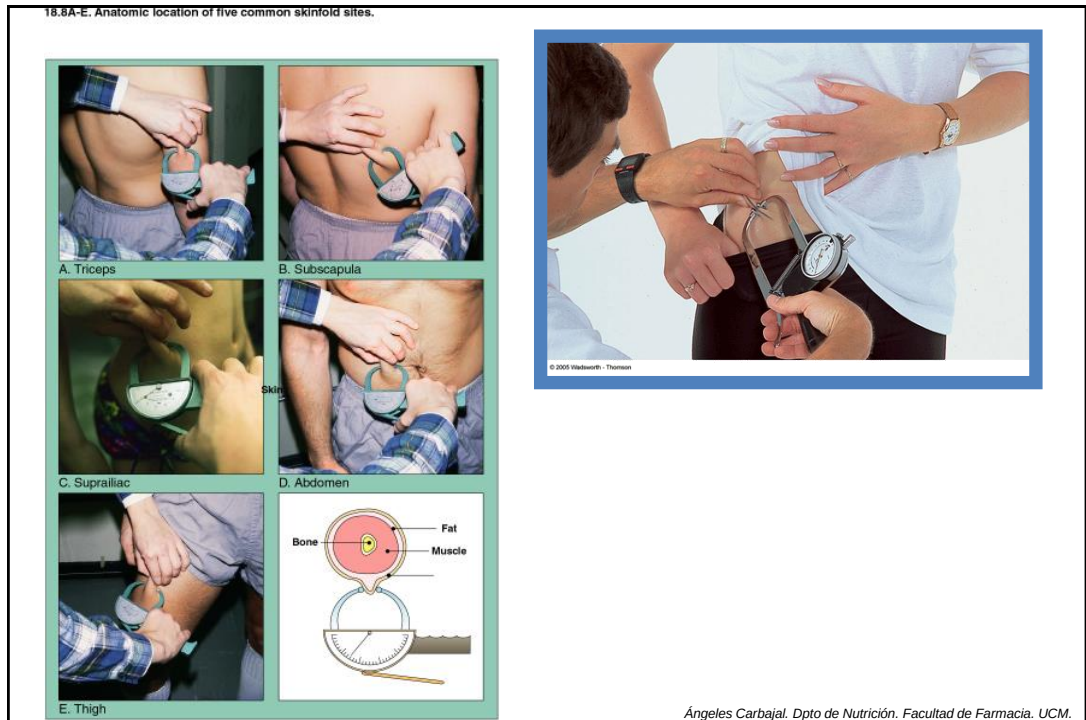
Measurement of body fat



- Determination of body density by weighing in air and in water
 - the ultimate standard, but obviously not a routine technique
- Determination of total body water or potassium
 - Fat contains no water and no potassium
- Imaging techniques (Xray, ultrasound)
- Measurement of electrical conductivity
 - fat does not conduct electricity
 - currently a research technique only, but becoming routine
- Measurement of skinfold thickness
 - routine technique using standard skinfold calipers
 - four sites:
 - over the triceps
 - over the biceps
 - sub-scapular
 - supra-iliac

Presentation copyright © 2002 David A Bender and some images copyright © 2002 Taylor & Francis Ltd

70



71

Cálculo de grasa y MLG

[Durnin JV](#), [Womersley J](#). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. [Br J Nutr](#). 1974 Jul;32(1):77-97.

1º edad y peso (kg)

2º triceps + biceps + subesc + suprail = A

3º fórmula según sexo y edad (20-29 años)

hombre ---> $D = 1.1631 - 0.0632 \times \log A$

mujer -----> $D = 1.1599 - 0.0717 \times \log A$

4º $\text{grasa (kg)} = \text{peso (kg)} \times [4.95/D - 4.5]$

5º $\text{MLG (kg)} = \text{peso (kg)} - \text{grasa (kg)}$

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

72

Vol. 32

Body fat and skinfolds

Página 1 de 1

9.

Table 9. The equivalent fat content, as a percentage of body-weight, for a range of values for the sum of four skinfolds (biceps, triceps, subscapular and supra-iliac) of males and females of different ages

Skinfolds (mm)	Males (age in years)				Females (age in years)			
	17-29	30-39	40-49	50+	16-29	30-39	40-49	50+
15	4.8	—	—	—	10.5	—	—	—
20	8.1	12.2	12.2	12.6	14.1	17.0	19.8	21.4
25	10.5	14.2	15.0	15.6	16.8	19.4	22.2	24.0
30	12.9	16.2	17.7	18.6	19.1	21.8	24.5	26.6
35	14.7	17.7	19.6	20.8	21.1	23.7	26.4	28.5
40	16.4	19.2	21.4	22.9	23.4	25.5	28.2	30.3
45	17.7	20.4	23.0	24.7	25.0	26.9	29.6	31.9
50	19.0	21.5	24.6	26.5	26.5	28.2	31.0	33.4
55	20.1	22.5	25.9	27.9	27.8	29.4	32.1	34.6
60	21.2	23.5	27.1	29.2	29.1	30.6	33.2	35.7
65	22.2	24.3	28.2	30.4	30.2	31.6	34.1	36.7
70	23.1	25.1	29.3	31.6	31.2	32.5	35.0	37.7
75	24.0	25.9	30.3	32.7	32.2	33.4	35.9	38.7
80	24.8	26.6	31.2	33.8	33.1	34.3	36.7	39.6
85	25.5	27.2	32.1	34.8	34.0	35.1	37.5	40.4
90	26.2	27.8	33.0	35.8	34.8	35.8	38.3	41.2
95	26.9	28.4	33.7	36.6	35.6	36.5	39.0	41.9
100	27.6	29.0	34.4	37.4	36.4	37.2	39.7	42.6
105	28.2	29.6	35.1	38.2	37.1	37.9	40.4	43.3
110	28.8	30.1	35.8	39.0	37.8	38.6	41.0	43.9
115	29.4	30.6	36.4	39.7	38.4	39.1	41.5	44.5
120	30.0	31.1	37.0	40.4	39.0	39.6	42.0	45.1
125	30.5	31.5	37.6	41.1	39.6	40.1	42.5	45.7
130	31.0	31.9	38.2	41.8	40.2	40.6	43.0	46.2
135	31.5	32.3	38.7	42.4	40.8	41.1	43.5	46.7
140	32.0	32.7	39.2	43.0	41.3	41.6	44.0	47.2
145	32.5	33.1	39.7	43.6	41.8	42.1	44.5	47.7
150	32.9	33.5	40.2	44.2	42.3	42.6	45.0	48.2
155	33.3	33.9	40.7	44.6	42.8	43.1	45.4	48.7
160	33.7	34.3	41.2	45.1	43.3	43.6	45.8	49.2
165	34.1	34.6	41.6	45.6	43.7	44.0	46.3	49.6
170	34.5	34.8	42.0	46.1	44.1	44.4	46.6	50.0
175	34.9	—	—	—	44.5	44.8	47.0	50.4
180	35.3	—	—	—	—	45.2	47.4	50.8
185	35.6	—	—	—	—	45.6	47.8	51.2
190	35.9	—	—	—	—	45.9	48.2	51.6
195	—	—	—	—	—	46.2	48.5	52.0
200	—	—	—	—	—	46.5	48.8	52.4
205	—	—	—	—	—	—	49.1	52.7
210	—	—	—	—	—	—	49.4	53.0

In two-thirds of the instances the error was within $\pm 3.5\%$ of the body-weight as fat for the women and $\pm 5\%$ for the men.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

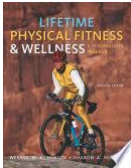
Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974 Jul;32(1):77-97.

**Espesor medio de pliegues cutáneos (mm)
(para estimar % de grasa)**

	Hombres	Mujeres
Bicipital	4.1	6.5
Tricipital	8.5	14.6
Subescapular	10.6	12.0
Supraíliaco	12.6	10.2
Suma	35.8	43.3

73

Skinfold Technique: Percent Fat Estimates for Women



Sum of 3 Skinfolds	Age at Last Birthday								
	22 or Under	23 to 27	28 to 32	33 to 37	38 to 42	43 to 47	48 to 52	53 to 57	58 and Over
23- 25	9.7	9.9	10.2	10.4	10.7	10.9	11.2	11.4	11.7
26- 28	11.0	11.2	11.5	11.7	12.0	12.3	12.5	12.7	13.0
29- 31	12.3	12.5	12.8	13.0	13.3	13.5	13.8	14.0	14.3
32- 34	13.6	13.8	14.0	14.3	14.5	14.8	15.0	15.3	15.5
35- 37	14.8	15.0	15.3	15.5	15.8	16.0	16.3	16.5	16.8
38- 40	16.0	16.3	16.5	16.7	17.0	17.2	17.5	17.7	18.0
41- 43	17.2	17.4	17.7	17.9	18.2	18.4	18.7	18.9	19.2
44- 46	18.3	18.6	18.8	19.1	19.3	19.6	19.8	20.1	20.3
47- 49	19.5	19.7	20.0	20.2	20.5	20.7	21.0	21.2	21.5
50- 52	20.6	20.8	21.1	21.3	21.6	21.8	22.1	22.3	22.6
53- 55	21.7	21.9	22.1	22.4	22.6	22.9	23.1	23.4	23.6
56- 58	22.7	23.0	23.2	23.4	23.7	23.9	24.2	24.4	24.7
59- 61	23.7	24.0	24.2	24.5	24.7	25.0	25.2	25.5	25.7
62- 64	24.7	25.0	25.2	25.5	25.7	26.0	26.2	26.4	26.7
65- 67	25.7	25.9	26.2	26.4	26.7	26.9	27.2	27.4	27.7
68- 70	26.6	26.9	27.1	27.4	27.6	27.9	28.1	28.4	28.6
71- 73	27.5	27.8	28.0	28.3	28.5	28.8	29.0	29.3	29.5
74- 76	28.4	28.7	28.9	29.2	29.4	29.7	29.9	30.2	30.4
77- 79	29.3	29.5	29.8	30.0	30.3	30.5	30.8	31.0	31.3
80- 82	30.1	30.4	30.6	30.9	31.1	31.4	31.6	31.9	32.1
83- 85	30.9	31.2	31.4	31.7	31.9	32.2	32.4	32.7	32.9
86- 88	31.7	32.0	32.2	32.5	32.7	32.9	33.2	33.4	33.7

Body density is calculated based on the generalized equation for predicting body density of women developed by A. S. Jackson, M. L. Pollock, and A. Ward and published in *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12 (1980): 175-182. Percent body fat is determined from the calculated body density using the Siri formula.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

74

Sum of 3 Skinfolds		Age at Last Birthday									
		22 or Under	23 to 27	28 to 32	33 to 37	38 to 42	43 to 47	48 to 52	53 to 57	58 and Over	
23- 25	9.7	9.9	10.2	10.4	10.7	10.9	11.2	11.4	11.7		
26- 28	11.0	11.2	11.5	11.7	12.0	12.3	12.5	12.7	13.0		
29- 31	12.3	12.5	12.8	13.0	13.3	13.5	13.8	14.0	14.3		
32- 34	13.6	13.8	14.0	14.3	14.5	14.8	15.0	15.3	15.5		
35- 37	14.8	15.0	15.3	15.5	15.8	16.0	16.3	16.5	16.8		
38- 40	16.0	16.3	16.5	16.7	17.0	17.2	17.5	17.7	18.0		
41- 43	17.2	17.4	17.7	17.9	18.2	18.4	18.7	18.9	19.2		
44- 46	18.3	18.6	18.8	19.1	19.3	19.6	19.8	20.1	20.3		
47- 49	19.5	19.7	20.0	20.2	20.5	20.7	21.0	21.2	21.5		
50- 52	20.6	20.8	21.1	21.3	21.6	21.8	22.1	22.3	22.6		
53- 55	21.7	21.9	22.1	22.4	22.6	22.9	23.1	23.4	23.6		
56- 58	22.7	23.0	23.2	23.4	23.7	23.9	24.2	24.4	24.7		
59- 61	23.7	24.0	24.2	24.5	24.7	25.0	25.2	25.5	25.7		
62- 64	24.7	25.0	25.2	25.5	25.7	26.0	26.2	26.4	26.7		
65- 67	25.7	25.9	26.2	26.4	26.7	26.9	27.2	27.4	27.7		
68- 70	26.6	26.9	27.1	27.4	27.6	27.9	28.1	28.4	28.6		
71- 73	27.5	27.8	28.0	28.3	28.5	28.8	29.0	29.3	29.5		
74- 76	28.4	28.7	28.9	29.2	29.4	29.7	29.9	30.2	30.4		
77- 79	29.3	29.5	29.8	30.0	30.3	30.5	30.8	31.0	31.3		
80- 82	30.1	30.4	30.6	30.9	31.1	31.4	31.6	31.9	32.1		
83- 85	30.9	31.2	31.4	31.7	31.9	32.2	32.4	32.7	32.9		
86- 88	31.7	32.0	32.2	32.5	32.7	32.9	33.2	33.4	33.7		

Skinfold Technique: Percent Fat Estimates for Men under 40

Sum of 3 Skinfolds		Age at Last Birthday									
		19 or Under	20 to 22	23 to 25	26 to 28	29 to 31	32 to 34	35 to 37	38 to 40		
89- 91	24.4	24.7	25.1	25.4	25.8	26.1	26.5	26.8			
92- 94	25.1	25.5	25.8	26.2	26.5	26.9	27.2	27.5			
95- 97	25.8	26.2	26.5	26.9	27.2	27.6	27.9	28.3			
98- 100	26.6	26.9	27.3	27.6	27.9	28.3	28.6	29.0			
101- 103	27.3	27.6	28.0	28.3	28.6	29.0	29.3	29.7			
104- 106	27.9	28.3	28.6	29.0	29.3	29.7	30.0	30.4			
107- 109	28.6	29.0	29.3	29.7	30.0	30.4	30.7	31.1			
110- 112	29.3	29.6	30.0	30.3	30.7	31.0	31.4	31.7			
113- 115	30.0	30.3	30.7	31.0	31.3	31.7	32.0	32.4			
116- 118	30.6	31.0	31.3	31.6	32.0	32.3	32.7	33.0			
119- 121	31.3	31.6	32.0	32.3	32.6	33.0	33.3	33.7			
122- 124	31.9	32.2	32.6	32.9	33.3	33.6	34.0	34.3			
125- 127	32.5	32.9	33.2	33.5	33.9	34.2	34.6	34.9			
128- 130	33.1	33.5	33.8	34.2	34.5	34.9	35.2	35.5			

Body density is calculated based on the generalized equation for predicting body density of men developed by A. S. Jackson and M. L. Pollock and published in the *British Journal of Nutrition* 40 (1978): 497-504. Percent body fat is determined from the calculated body density using the Siri formula.

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

75

Plicometría

Limitaciones:

- Personas mayores:
 - Internalización de la grasa: subestimación
 - Piel con poca turgencia, elasticidad, compresibilidad
- Obesos:
 - Demasiada grasa subcutánea
 - Pueden subestimar la grasa total
 - Aparatos especiales
- Musculosos / personas muy delgadas:
 - No hay grasa

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

76

Circunferencias y diámetros

Medir masa muscular, complexión ósea, riesgo de enfermedad, ...

El diagrama muestra un cuerpo humano con las siguientes líneas de medición:

- cabeza**: Línea horizontal sobre la cabeza.
- biacromial**: Línea horizontal entre los hombros.
- brazo**: Línea horizontal en el brazo.
- muñeca**: Línea horizontal en la muñeca.
- muslo**: Línea horizontal en el muslo.
- rodilla**: Línea horizontal en la rodilla.
- pantorrilla**: Línea horizontal en la pantorrilla.
- tobillo**: Línea horizontal en el tobillo.
- abdomen**: Línea horizontal en el abdomen.
- subescapular**: Línea horizontal debajo del hombro.
- biceps, triceps**: Líneas horizontales en el brazo.
- pectoral**: Línea horizontal en el pecho.
- biilíaco**: Línea horizontal entre las caderas.
- Cintura**: Línea horizontal en la cintura.
- Cadera**: Línea horizontal en la cadera.

Las fotografías muestran:

- Medición de la cintura.
- Medición de la cadera.
- Medición de la muñeca.
- Medición de la rodilla.
- Medición de la pantorrilla.
- Medición de la cabeza.

El diagrama también incluye una leyenda:

- pliegues
- circunferencias
- diámetros

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

77

Circunferencias

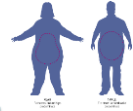
A partir de las circunferencias corporales se calcula:

- Circunferencia muscular del brazo (CMB)
- Área muscular del brazo (AMB)
- y a partir de estas la **masa muscular**
- Relación cintura/cadera (C/C)
- Circunferencia de cintura
- Relación cintura/talla (C/T)
- Estimar la distribución de grasa corporal y el riesgo cardiovascular

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

78

Adiposidad y distribución de la grasa



% de grasa corporal y la distribución central y visceral de grasa → FR de EC

Marcadores de adiposidad:

- Las variables habitualmente usadas se correlacionan bien con morbi-mortalidad y con biomarcadores de inflamación.
- Se estima a partir de otras medidas: IMC, circunferencia de cintura, relación cintura/cadera, pliegues cutáneos, aunque estas medias no distinguen entre grasa y su distribución y masa muscular y todas varían según edad, sexo, tabaquismo, raza/grupo étnico,
- **IMC**: correlacionado con cantidad de grasa y % de grasa.
- Marcadores de adiposidad central:
 - **Relación cintura/cadera**: buena correlación con ECV y DM2.
 - **Circunferencia de cintura**: buena correlación con ECV y DM2.
 - Diámetro abdominal sagital: buena correlación con ECV y DM2.
 - **Relación cintura/talla** (Ashwell y col., 2016): marcador temprano de riesgo.
 - Circunferencia del cuello (se correlaciona con IMC y cir. cintura): buen marcador de adiposidad central y quizás de adiposidad visceral y riesgo metabólico (Joshiyura y col., 2015).
- **Alternativa: BIA (resultados controvertidos, Willett, 2012) y DEXA, Ultrasonidos (caro)** (Dehghan y col., 2008; Stevens y col., 2008; Arbel y col., 2012)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

79

Relación circunferencia de Cintura/Talla (cm)



OPEN ACCESS Freely available online

PLOS ONE

Waist-to-Height Ratio Is More Predictive of Years of Life Lost than Body Mass Index

Margaret Ashwell^{1*}, Les Mayhew², Jon Richardson², Ben Rickayzen²

C/T (cm) <0.5

¹ Ashwell Associates, Ashwell, UK and Visiting Research Fellow, Oxford Brookes University, Oxfordshire, United Kingdom, ² Cass Business School, City University London, Faculty of Actuarial Science and Insurance, London, United Kingdom

Abstract

Objective: Our aim was to compare the effect of central obesity (measured by waist-to-height ratio, WHtR) and total obesity (measured by body mass index, BMI) on life expectancy expressed as years of life lost (YLL), using data on British adults.

Methods: A Cox proportional hazards model was applied to data from the prospective Health and Lifestyle Survey (HALS) and the cross sectional Health Survey for England (HSE). The number of years of life lost (YLL) at three ages (30, 50, 70 years) was found by comparing the life expectancies of obese lives with those of lives at optimum levels of BMI and WHtR.

Results: Mortality risk associated with BMI in the British HALS survey was similar to that found in US studies. However, WHtR was a better predictor of mortality risk. For the first time, YLL have been quantified for different values of WHtR. This has been done for both sexes separately and for three representative ages.

Conclusion: This study supports the simple message 'Keep your waist circumference to less than half your height'. The use of WHtR in public health screening, with appropriate action, could help add years to life.

WHtR is a significantly better predictor of mortality than BMI for males and females (i.e. steeper mortality gradient across the deciles for WHtR).

The analysis of cardiometabolic risk factors within the group with 'healthy' BMI shows that some of these factors are significantly increased if WHtR ≥ 0.5 , thus supporting the definition of WHtR >0.5 as an indicator of 'early health risk'.

Ashwell M, Mayhew L, Richardson J, Rickayzen B (2014) Waist-to-Height Ratio Is More Predictive of Years of Life Lost than Body Mass Index. PLoS ONE 9(9): e103483. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0103483>

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

80

Circunferencia de cintura

- Poco influenciada por talla y edad
- Diferencias en grupos étnicos
- Relación con la grasa vísceras
- No discrimina entre grasa subcutánea y visceral

	Valores de referencia	
Circunferencia cintura (cm)	Hombres	Mujeres
Riesgo aumentado	> 102 cm	> 88 cm

Table 4.9 Disease Risk According to Body Mass Index (BMI) and Waist Circumference (WC)

Classification	BMI (kg/m ²)	Disease Risk Relative to Normal Weight and WC	
		Men ≤40" (102 cm) Women ≤35" (88 cm)	Men >40" (102 cm) Women >35" (88 cm)
Underweight	<18.5	Increased	Low
Normal	18.5–24.9	Very low	Increased
Overweight	25.0–29.9	Increased	High
Obesity Class I	30.0–34.9	High	Very high
Obesity Class II	35.0–39.9	Very high	Very high
Obesity Class III	≥40.0	Extremely high	Extremely high

Amount of visceral adipose tissue that can be assessed by computed tomography **can be estimated by waist measurement** (adapted from Pouliot et al⁸)

Després y col., BMJ. 2001 Mar 24; 322(7288): 716–720

We have previously shown that using BMI as a sole indicator of risk would mean that **10% of the whole UK population, and more than 25% of the UK population who are judged to be of 'healthy' weight using BMI, are 'misclassified' and might not be alerted to the need to take care or to take action.**

Think about using waist circumference, in addition to BMI, in people with a BMI less than 35 kg/m². NICE, 2014

A. Carbajal, Dpto Nutrición, Facultad de Farmacia, UCM, 2016 - <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

81

Masa muscular (estado nutricional en proteínas) a partir de la circunferencia del brazo

Circunferencia muscular del brazo (CMB) (cm) (Gurney y Jelliffe, 1973)

$CMB\ (cm) = CB\ (cm) - [T\ddot{T} \times PT\ (cm)]$

(Es más recomendable expresar estas medidas en mm)

Área muscular del brazo (AMB) (cm²) (Gurney y Jelliffe, 1973) (refleja músculo esquelético y hueso)

$AMB = [CB - (T\ddot{T} \times PT)]^2 / (4T\ddot{T}) = CMB^2 / (4T\ddot{T})$

Área muscular del brazo corregida para el hueso (AMBc) (cm²) (Heymsfield, 1982)

Hombres: $AMBc = AMB - 10$

Mujeres: $AMBc = AMB - 6.5$

Masa muscular total (MM) (Heymsfield y col., 1982)

$MM\ (kg) = Talla\ (cm) \times (0.0264 + 0.0029 \times AMBc\ (cm^2))$

A partir de la MM (kg) se calcula el porcentaje:

$MM\ (\%) = MM\ (kg) \times 100 / peso\ (kg)$

Referencia:

- Hombres = 40 – 50%
- Mujeres = 30 – 40 %

Abreviaturas:

- Circunferencia del brazo (CB) (cm)
- Circunferencia muscular del brazo (CMB) (cm)
- Pliegue tricipital (PT) (cm)
- $T\ddot{T} = \pi = 3.14$
- Área muscular del brazo (AMB) (cm²)
- Área muscular del brazo corregida (AMBc) (cm²)
- Masa muscular total (MM) (kg)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

82

Talla y peso autorreferidos



En muchos estudios epidemiológicos el peso y la talla tienen que obtenerse preguntando al encuestado

Ventajas:

- Fácil recogida
- Bajo coste
- Muestras grandes

Buena correlación con la medida directa:

- 0.96 para la talla
- 0.98 para el peso
- 0.94 para el peso relativo
- 0.95 para raza blanca
- 0.93 para raza negra
- 0.90 para Mexican-Americans (NHANES)

In addition, self-reported and measured BMI values were equally correlated with fasting blood glucose ($r = 0.43$), high-density lipoprotein-cholesterol ($r = -0.53$), and systolic blood pressure ($r = 0.54$).

(Gildner y col., 2015)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

83

Talla y peso autorreferidos



Limitaciones

- Recuerdo condicionado por el deseo del participante de adecuarse a los prototipos culturalmente aceptados.
- Se observa una tendencia a infravalorar el peso y a sobreestimar la talla → menor prevalencia de obesidad cuando se compara con tablas de referencia, especialmente entre las personas con sobrepeso.
- Personas mayores: mayor sobreestimación de la talla (menor talla real por compresión de las vértebras, mala memoria, incapacidad para reconocer cambios en la composición corporal por mala salud).

Although the accuracy of self-reported BMI appears to be sufficient for epidemiological studies of disease associations, it leads to underestimation of obesity prevalence.

(Yun et al., 2006) (McAdams, Van Dam, and Hu, 2007) (Gildner y col., 2015)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

84

Talla y peso autorreferidos

It is possible that **telephone interviews** in BRFSS [*Behavioral Risk Factor Surveillance System, the largest, continuously conducted, telephone health survey in the world, Center for Disease Control and Prevention (CDC) to monitor modifiable risk factors for chronic diseases and other leading causes of death*)] **have led to greater degree of underreporting of BMI compared to other modes of self-report such as in-person interviews or by post** (Ezzati et al., 2006). In addition, **the nonresponse rate is very high** in BRFSS (approximately 55%), and thus lower estimates of obesity in BRFSS may also have been caused by higher nonresponse rate in obese individuals than those who are of normal weight.

Even **recalled weight from many years earlier appears to be highly valid**, although the error is greater than for self-report of current weight.

(Willett, 2012)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

85

Percepción de la imagen corporal con pictogramas

Useful information was obtained by asking the elderly participants to **describe their body profile at ages 5, 10, 15, and 20 using** a series of **pictograms** developed by Sorensen et al. (1983) that ranged from very lean to massively obese. **Correlations (male/female) between body mass index calculated from actual measurements and the pictogram level were 0.53/0.66 at age 20, 0.60/0.75 at age 15, and 0.66/0.65 at age 10** (Willett, 2012).



FIGURA 1. DIBUJOS DE SILUETAS DE LAS QUE LOS PARTICIPANTES ELIGIERON LA QUE MEJOR LES REPRESENTA

La correlación entre el IMC medido y el autorreportado fue de 0.90;
La correlación entre las medidas del IMC y la percepción de la imagen corporal (PIC) fue de 0.64 (0.67 para las mujeres y 0.59 para los hombres); Ambas fueron estadísticamente significativas para quienes subestimaron el IMC (0.73, $p<0.05$) y para quienes lo sobrestimaron (0.68, $p<0.000$) (Osuna-Ramírez y col., 2006).

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

86

Percepción de la imagen corporal con pictogramas



Antropo

www.didac.ehu.es/antropo

Valoración de la percepción de la imagen corporal mediante modelos anatómicos

Evaluation of the perception of body image by the use of anatomical models

Pilar Montero¹, Eva M^a Morales¹, Ángeles Carbajal²

¹Unidad de Antropología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. 28049-Madrid (Spain). E-mail: pilar.montero@uam.es
²Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. 28040-Madrid (Spain).

Dirección para correspondencia: Pilar Montero. Unidad de Antropología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. 28049-Madrid (Spain). E-mail: pilar.montero@uam.es

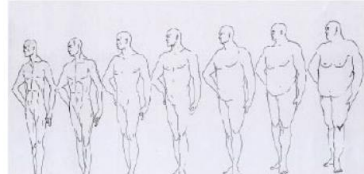
Palabras clave: autopercepción de la imagen corporal, índice de masa corporal, modelos anatómicos.

Key-words: self-perception of body image, body mass index, anatomical models.

Resumen

El interés de los estudios sobre alteraciones en la percepción de la imagen corporal es cada vez mayor. Sin embargo, todavía no se han desarrollado suficientes métodos objetivos para su valoración. Con este estudio se pretende valorar la percepción de la imagen corporal de un grupo de adultos jóvenes mediante el uso de modelos anatómicos y comparar dicha percepción con los valores reales del índice de masa corporal (IMC) con objeto de detectar posibles alteraciones en la autopercepción de la imagen corporal. Para ello se diseñaron 7 modelos anatómicos para ambos sexos correspondientes a valores de IMC de 18, 22, 25, 27, 30, 35 y 40 kg/m². Cada persona, de las 158 que forman la muestra (65 hombres y 93 mujeres; 18-30 años), debía elegir el modelo con el que mejor se identificaba. Posteriormente, se tallaron y pesaron y se calculó el IMC real comparándolo posteriormente con el IMC percibido.

www.didac.ehu.es/antropo/8/8-8/Montero.pdf



El 52,3% de los hombres y el 38,7% de las mujeres eligen modelos que corresponden a sus IMC reales, es decir, los hombres se autoperciben más correctamente que las mujeres. El 29,2% de los hombres se ven más delgados de lo que son y el 18,3% más gordos. El 8,6% de las mujeres se ven más delgadas de lo que son y el 41,1% se autoperciben más gordas.

Las mujeres con valores de IMC real correspondientes a normopeso y sobrepeso (IMC entre 20 y 29,9) se ven más gordas de lo que son en realidad, mientras que las obesas (IMC >30), se autoperciben más delgadas. Por el contrario, los hombres con normopeso y los obesos se auto-perciben más delgados de lo que son mientras que los que presentan sobrepeso se clasifican correctamente.

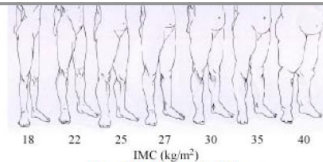


Figura 2. Modelos corporales. Mujeres

Figure 2. Anatomical models. Options presented to select their silhouettes. Women

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

87

Métodos conductimétricos:

- TOBEC (Total Body Electrical Conductivity)
- BIA (Bioimpedancia eléctrica)

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

88

Bioimpedancia eléctrica (BIA)

La bioimpedancia eléctrica es uno de los métodos desarrollados para estimar la composición corporal, tanto en investigación como en el área clínica. Se fundamenta en la oposición de las células, tejidos o líquidos corporales al paso de una corriente eléctrica. **Este método mide el agua corporal total y permite estimar la masa corporal libre de grasa y la masa grasa.** Entre sus ventajas están el bajo costo, facilidad de transporte, inocuidad, sencillez en el manejo y la baja variabilidad interobservador. Este artículo hace una revisión de la bioimpedancia eléctrica como técnica para evaluar la composición corporal. Se presentan los aspectos relacionados a las suposiciones metodológicas, así como sus ventajas, limitaciones y aplicaciones de la bioimpedancia eléctrica en la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. **Se concluye que la validez y aplicabilidad demostrada por la bioimpedancia eléctrica en estudios epidemiológicos,** le permite ubicarse dentro de los métodos recomendables para el estudio de la composición corporal en niños y adolescentes.

Sánchez y col., 2009

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522009000200008

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

89

Bioimpedancia eléctrica (BIA)

- Impedancia eléctrica: “Resistencia que cualquier circuito ofrece al paso de la corriente eléctrica”
- El contenido de agua → alta correlación inversa con la impedancia
- Agua extracelular y tejidos hidratados y libres de grasa facilitan el paso de la corriente por su mayor contenido en electrolitos, a diferencia del tejido adiposo que actúa como aislante.

Impedancia → agua corporal total (ACT) → MLG → grasa corporal

AGT = 73% de la MLG → % GC

Importante: grado de hidratación de la persona

Primer impedanciometro en España, 1980s
En nuestro Dpto. de Nutrición, F. Farmacia, UCM

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

90

Técnicas de dilución

Determinación de agua corporal total

Reglas:

- 1) El agua se distribuye “sólo” en la MLG
- 2) La hidratación de la MLG es del 73%
- 3) La MLG es relativamente constante entre individuos

$$\text{MLG} = \text{agua total} / 0,73$$

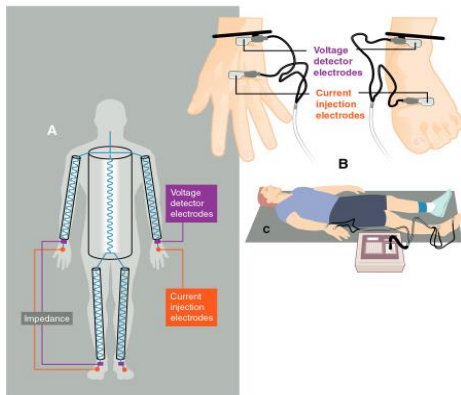
$$\text{Grasa} = \text{peso} - \text{MLG}$$

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

91

18.10A-C. Assessment of body composition.

Bioimpedancia eléctrica (BIA)



© Lippincott Williams & Wilkins



- La corriente suele ser de 800 uA y 50 kHz
- La validez del método depende de las ecuaciones para estimar la MLG y MG
- Algunos aparatos comerciales no son muy fiables

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

92

Bioimpedancia (Núñez y col, 1994)

Individuo:

- En ayunas (>4h).
- Después de vaciar la vejiga.
- No haber bebido previamente grandes cantidades de agua.
- No haber hecho ejercicio violento 12 h antes.
- No haber bebido alcohol, ni café al menos 4 horas antes.
- No usar medicación que pudiera afectar al peso corporal (diuréticos)
- Desprenderse de todo objeto metálico. Sujetador sin aros.

Localización de electrodos:

- En mano y pie derechos
- Piel seca, limpia, templada
- No contacto con metales

Importancia de la estandarización de las medidas y de la hidratación

Coefficientes de correlación BIA / antropometría (p<0.05)

	MLG	Grasa (%)	Grasa (kg)
MLG	0.901	--	--
Grasa (%)	--	0.717	--
Grasa (kg)	--	--	0.846

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

93

Métodos de diagnóstico por imagen

Tomografía computarizada

Ultrasonidos

RMN

....

DEXA

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

94

DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry)

Absorciometría con rayos X de doble energía

Absorciometría dual

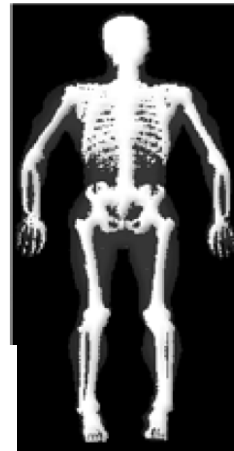
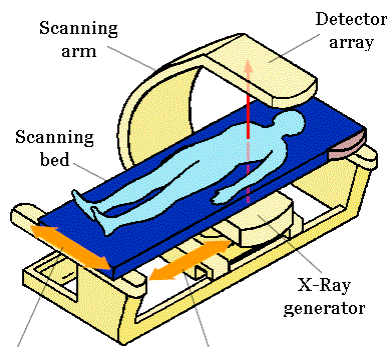
Los tejidos absorben diferente cantidad de energía según su densidad

- Inicialmente para estudio de masa ósea
- Valorar masa grasa y masa libre de grasa
- Poca irradiación durante 5-30 min/persona
- Muy exacto
- Es el futuro para determinar CC
- Caro

Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

95

Dual Energy X-ray Absorptiometry



Ángeles Carbajal Azcona. Dpto de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

96