# Perspectivas en la investigación de la composición corporal

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA ISSN 0124-4108 Separata. Noviembre de 2005 Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia págs. 11-20

Manuel Ramírez-Zea

M.D., Ph.D. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá - INCAP

#### INTRODUCCIÓN

La importancia de conocer la composición corporal de un individuo o una población, tanto a nivel de nutrición clínica como de salud pública, ha aumentado en los últimos años, particularmente por los estilos de vida que la sociedad actual está provocando. Estos cambios han llevado a un aumento creciente en la grasa corporal y a una reducción de la masa muscular y de la densidad mineral ósea, los cuales se acentúan con la edad. En este documento se intenta dar una visión general de la investigación de la composición corporal como un método de evaluación del estado

nutricional de un individuo o población y presentar las técnicas disponibles para la aplicación a nivel de campo.

El cuerpo humano puede subdividirse en más de 30 componentes, los cuales se pueden congregar en cinco niveles: Atómico, molecular, celular, tejido-sistema y corporal total<sup>1</sup>. Los modelos existentes dividen al cuerpo entre dos y once componentes, siendo el más común el dividir el cuerpo en masa grasa y masa libre de grasa. La fórmula general usada para la estimación de cualquier componente de la composición corporal es C = f(Q)

donde C es el componente desconocido, f es una función matemática (análisis de regresión o proporción constante o relativamente constante) y Q es una medida cuantificable. Un ejemplo de la aplicación de esta fórmula general es la ecuación de regresión clásica de Durnin y Womersley para hombres entre 20 y 29 años de edad<sup>2</sup>:

Densidad corporal = 1.1631 - 0.0632\* log [pliegues bicipital + tricipital + subescapular + suprailiaco]

o la relación constante entre masa libre de grasa y agua corporal total 3

Masa libre de grasa = 0.73 / kg de agua corporal total

Los métodos existentes para la determinación de la composición corporal se pueden dividir en métodos in-vitro (cadáveres y tejidos extirpados) y métodos in-vivo. Otra forma de clasificarlos es en métodos directos, indirectos y doblemente indirectos (Cuadro 1)4. Los métodos directos son aquellos en los que se puede medir directamente la composición química del cuerpo. Los métodos indirectos utilizan algunos factores o constantes biológicos derivados de los estudios con métodos directos. Sin embargo, estas constantes biológicas generalmente no son aplicables a cualquier grupo de edad, género y grupo étnico, por lo que son susceptibles de error. En niños, por ejemplo, la constante de hidratación de la masa libre de grasa varía entre 0.806 al nacimiento y 0.765 a los 10 años<sup>5</sup>.

Los métodos doblemente indirectos son aquellos derivados de métodos indirectos por asociaciones estadísticas inferidas de los mismos. Por tanto, es importante destacar el riesgo de cometer errores cuando estas técnicas se aplican a individuos o poblaciones muy diferentes a los individuos o poblaciones de donde se derivó la ecuación de predicción que se quiere aplicar. En este documento se describen algunas de las técnicas que se pueden utilizar en el campo o al lado del paciente y su posible aplicación en poblaciones latinoamericanas.

CUADRO 1
Clasificación de los métodos para la medición de la composición corporal.

| Directos<br>(de referencia)  | Indirectos<br>(de referencia)   | Doblemente indirectos<br>(de campo o al lado<br>del paciente)  |
|--|---|--|
| Análisis de cadáveres<br>o tejidos extirpados<br>Activación de neutrones | Hidrodensitometría Técnicas de dilución Medición de K <sup>40</sup> Tomografía axial computarizada Resonancia magnética Absorciometría de energía dual de rayos-X (DEXA)  NUEVOS Pletismografía por desplazamiento de aire (Bod Pod) Técnicas ópticas tridimensionales Sistema foto-topográfico | Antropometría Interactancia infrarroja Ultrasonido Bioimpedancia eléctrica bipolar o tetrapolar (BIA) Excreción de creatinina Excreción de 3-metilhistidina NUEVOS Pliegues cutáneos en forma electrónica u óptica (BIA bipolar, lipómetro) Masa muscular de extremida- des en forma electrónica (BIA tetrapolar, absorción de ener- gía de alta-frecuencia) |

Modificado de referencia 4y8.

### **ANTROPOMETRÍA**

## Índices peso corporal/estatura

Los índices peso corporal/estatura son los más comúnmente utilizados para evaluar el estado nutricional, particularmente para conocer el grado de delgadez o desnutrición y el grado de sobrepeso u obesidad. Estos índices son una medida del peso corporal corregidos por la estatura. El índice peso/estatura más utilizado es el índice de masa corporal (IMC) o de Quetelet (peso/estatura², kg/m²). La correlación entre el IMC y la grasa corporal en una

población es relativamente alto (0.6 a 0.8) y la correlación con la estatura es baja <sup>2 7 8</sup>. En adultos, los puntos de corte aceptados internacionalmente son los listados en el cuadro 2. Por lo mismo, el estado nutricional de una población puede considerarse óptimo cuando su IMC promedio se encuentra entre 21 y 23 kg/m<sup>2 9</sup>.

La presencia de grasa a nivel del abdomen es un predictor independiente de los factores de riesgo más comúnmente asociadas a la obesidad (diabetes mellitus y enfermedad cardiovascular)¹º. La circunferencia abdominal es la medida antropométrica más sencilla y que mejor se asocia al contenido de grasa abdominal, más que la relación cintura/cadera¹¹. Esta medida antropométrica puede utilizarse para mejorar la predicción del riesgo de enfermedad de un individuo con sobrepeso u obeso. Sin embargo, la circunferencia de cintura pierde su poder predictivo en individuos con un IMC ≥ 35.0 kg/m².

Es importante subrayar que los puntos de corte para IMC mostrados en el cuadro 2 pueden no ser los más adecuados para todos los grupos étnicos. Varios estudios en asiáticos han revelado que la proporción de grasa corporal correspondientes a

IMC de 25 y de 30 kg/m² es mayor en estas poblaciones que en poblaciones blancas¹⁴ ¹⁵. Estos resultados sugirieron que el límite del IMC para obesidad en los asiáticos debe ser de 27 en vez de 30¹⁶. Estudios de esta naturaleza no se han hecho en América Latina.

En el caso de niños y niñas, el método que se ha utilizado por varias décadas para la evaluación nutricional es la comparación de la relación peso-para-talla del niño/a con valores de una población de referencia, generalmente los recomendados por OMS/NCHS<sup>17</sup>. La unidad más utilizada es puntaje z, que se define como una desviación estándar de la mediana del valor de referencia (Cuadro 3).

CUADRO 2
Puntos de corte recomendados para la evaluación clínica y epidemiológica del estado nutricional de adultos.

|           | IMC<br>(kg/m²) | Delgadez/<br>Obesidad<br>Severa | Riesgo relativo de enfermedad según<br>circunferencia de cintura* |                                       |
|-----------|----------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|
|           |                |                                 | Hombres ≤<br>102 cm.<br>Mujeres ≤ 88<br>cm.                       | Hombres > 102 cm.<br>Mujeres > 88 cm. |
| Delgadez  | < 16.0         | Moderada                        | 44402   |                                       |
| -         | 16.0 -16.9     | Leve                            | 202204  |                                       |
|           | 17.0 -18.4     |                                 |   | ~~~~                                  |
| Normal    | 18.5 - 24.9    | Pre-                            |   |                                       |
| Sobrepeso | 25.0 - 29.9    | obeso                           | Aumentado   | Alto                                  |
| Obesidad  | 30.0 - 34.9    | 1                               | Alto  | Muy alto                              |
|           | 35.0 - 39.9    | \{\frac{1}{2}}                  | Muy alto  | Muy alto                              |
|           | ≥ 40.0         | III                             | Extremada-<br>mente alto  | Extremada-<br>mente alto              |

Modificado de referencia 1 y 2.

<sup>\*</sup> Riesgo de enfermedad para diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular

CUADRO 3
Puntos de corte de peso-paratalla para niños y niñas.

|                    | Puntaje z |  |
|--------------------|-----------|--|
| Bajo peso severo   | < - 3.0   |  |
| Bajo peso moderado | - 2.1 3.0 |  |
| Bajo peso leve     | - 1.1 2.0 |  |
| Normal             | 1.0 1.0   |  |
| Sobrepeso          | 1.1 2.0   |  |
| Obesidad           | > 2.0     |  |
|                    |           |  |

Modificado de referencia<sup>13</sup>.

Sin embargo, la desventaja de este indicador es que los valores de referencia se limitan a pesos y estaturas de niños y niñas menores de 8 a 11 años. Por lo mismo, en los últimos 15 años se han desarrollado tablas y curvas de IMC para edades desde el primer mes de vida hasta los 18 años 18 19 20 21. Ahora el problema es que los puntos de corte varían según la referencia utilizada y aún no existe un consenso internacional sobre cuál es la más adecuada.

### Predicción de grasa corporal

El uso del IMC y la circunferencia de cintura son indicadores que se utiliza extensamente en epidemiología, ya que su sencillez permite su aplicación en grupos grandes de población. A nivel clínico también se utilizan ampliamente, particularmente cuando no se cuenta con suficientes recursos. Sin embargo, el IMC tiene sus limitaciones dado que el numerador está influenciado por la cantidad de grasa, pero también por la cantidad de masa magra (músculo y hueso) y órganos corporales. Por otro lado, tal y como se mencionó anteriormente, un IMC determinado no corresponde a la misma cantidad de grasa en diferentes grupos étnicos.

Una alternativa que se ha utilizado por varias décadas, es la estimación de ecuaciones de predicción de grasa corporal mediante el uso de antropometría. Las fórmulas clásicas de Durnin y Womersley, y de Jackson y Pollock, para predicción de grasa corporal se basan en la medición del panículo adiposo subcutáneo (pliegue cutáneo) en varias partes del cuerpo, asumiendo una asociación constante entre la grasa subcutánea y la grasa corporal total<sup>2 22 23</sup>. Sin embargo, es importante remarcar que estas ecuaciones de predicción son población-específicas; es decir, la misma ecuación no es válida generalmente para cualquier grupo étnico o de edad. Por ejemplo, las ecuaciones de Durnin y Womersley usualmente sobreestiman el porcentaje de grasa corporal en poblaciones de países en desarrollo24. También son condición-específica, o sea que una ecuación derivada de sujetos sanos puede no ser aplicable a sujetos obesos, enfermos o atletas. Finalmente, la estandarización de la forma en que se toman las medidas y la calibración periódica del equipo son igualmente importantes.

En el caso de América Latina, en años recientes se han desarrollado ecuaciones de predicción para adulto mayor<sup>25</sup>, adultos<sup>26</sup> <sup>27</sup>, adolescentes<sup>26</sup> y niños<sup>28</sup>. Estas ecuaciones se basan no únicamente en panículos adiposos, sino que también varias de ellas incluyen circunferencias corporales, peso y estatura. Nuestro laboratorio ha desarrollado recientemente ecuaciones de predicción de grasa corporal basadas en el peso corporal, estatura y circunferencia de cintura, para su aplicación en medios en que las únicas medidas posibles de obtener son éstas<sup>29</sup>.

### Otras variables antropométricas

El uso de diámetros esqueléticos puede proporcionar una estimación de la cantidad de masa esquelética. Una referencia utilizada desde los 80s son las normas para peso ideal de Frisancho, las cuales utilizan el diámetro del codo para clasificar a los individuos en tres tipos de estructura corporal<sup>30</sup>. Sin embargo, varios estudios han mostrado que la inclusión de diámetros esqueléticos en ecuaciones de predicción del peso ideal no mejora la predicción<sup>31 32</sup>.

En el adulto mayor, la medición de la estatura se dificulta por problemas de sifosis y achicamiento de los espacios vertebrales. El largo de pierna puede utilizarse en esta situación para predecir la estatura máxima durante la vida<sup>33</sup>. Sin embargo, esta estimación puede dar un error entre 3 y 5 cm, que es igual de grande que medir la talla actual.

Con la combinación de la circunferencia del brazo y el panículo adiposo tricipital se puede estimar la masa muscular y grasa del brazo<sup>34</sup>. Tanto la circunferencia de brazo como la el área muscular del brazo se han utilizado para detectar problemas de desnutrición <sup>34</sup> <sup>35</sup>.

El uso de circunferencias (cintura, cadera y muslo) y del diámetro truncal se han utilizado también para estimar la distribución de la grasa. Como se mencionó anteriormente, la circunferencia de cintura es el mejor indicador y el más sencillo para estimar el riesgo de enfermedad por la acumulación de grasa a nivel abdominal.

#### Interactancia infrarroja

Esta técnica se basa en la diferencia de la absorbancia y reflexión de la luz infrarroja por diferentes tejidos. Cuando se mide la absorbancia de luz infrarroja (700-1100 nm) en sitios definidos del cuerpo, se puede obtener el grosor del panículo adiposo subcutáneo36. Sin embargo, los resultados no han sido muy alentadores<sup>37</sup>. La razón más probable es que el panículo adiposo se mide en un solo sitio (tríceps). Además, las fórmulas de predicción usualmente incluyen peso, estatura y sexo, y se puede argumentar que la predicción de grasa corporal depende de estos parámetros que en la medición de interactancia infrarroja.

#### Ultrasonido

El ultrasonido también puede utilizarse para medir el grosor de pa-

nículos adiposos y, usando análisis de regresión como con la antropometria, se puede estimar la grasa corporal. Las dificultades principales en utilizar esta técnica radican en la aplicación exacta del transductor en forma perpendicular al tejido, sin ejercer ninguna presión. Además, una buena señal depende de la presencia de tejido conectivo entre el tejido muscular y el adiposo. Sin embargo, esta técnica no mejora la predicción de grasa corporal que se realiza utilizando únicamente pliegues cutáneos38. El ultrasonido también se puede utilizar para evaluar la grasa abdominal interna 39.

#### Excreción de creatinina y de 3metilhistidina:

La excreción de creatinina (metabolito de la fosfatocreatina del músculo) es una medida de la cantidad de masa muscular. Un gramo de creatinina excretada en 24 horas por la orina equivale a 17.8 kg de masa muscular, aunque los valores en la literatura varían entre 17 y 22 kg<sup>40</sup>. Para mejorar la predicción es necesario seguir una dieta libre de carne por varios días, ya que la creatinina presente en la carne también es excretada por la orina. La excreción de 3-metilhistidina también se ha propuesto como una medida de la masa muscular y se ha demostrado ser más exacta que usando creatinina41. Sin embargo, la determinación química de 3metilhistidina es mucho más complicada que el de creatinina. Las desventajas de estas técnicas es que se necesita mucha colaboración de los sujetos para mantener una dieta libre de carne y para la colección de orina por 24 horas.

## -Referencias

- 1 Wang ZM, Heshka S, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. Systematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. Am J Clin Nutr. 1995 Mar; 61(3):457-65.
- 2 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;32:77-97.
- 3 Pace N, Rathbun EN. Studies on body composition. III. The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *J. Biol. Chem.* 158: 685-691, 1945.
- 4 Deurenberg R Assessment of body composition. Uses and misuses. Annual Report 1992. Nestle Foundation for the Study of the Problems of Nutrition in the World. Nestle Foundation, Laussanne, Switzerland, 1993: 35-72.
- 5 Schoeller DA. Hydrometry. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. Human body composition. Champaign, IL: Human kinetics. 1996.

- 6 Elia M, Ward LC. New techniques in nutritional assessment: body composition methods. Proc Nutr Soc. 1999 Feb; 58(1):33-8.
- 7 Garrow JS, Webster J. Quetelet's index (W/H2) as a measure of fatness. Int J Obes 1985;9(2):147-53.
- 8 Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. Br J Nutr 1991 Mar;65(2):105-14.
- 9 WHO. 2000. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. WHO technical report series 894. Geneva: World Health Organization.
- 10 Lemieux S, Prud'homme D, Bouchard C, Tremblay A, Despres J. A single threshold value of waist girth identifies normalweight and overweight subjects with excess visceral adipose tissue. Am J Clin Nutr. 1996;64:685-693.
- 11 Despres JP, Nadeau A, Tremblay A, et al. Role of deep abdominal fat in the association between regional adipose tissue distribution and glucose tolerance in obese women. Diabetes. 1989;38:304-309.
- 12 Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults—The Evidence Report. National Institutes of Health. Obes Res. 1998 Sep; 6 Suppl 2:51S-209S.
- 13 The World Health Organization Expert Committee on Physical Status. The Use and Interpretation of Anthropometry. *Physical Status: Report of a WHO Expert Committee: WHO Technical Report Series 854*, WHO, Geneva, 1995.
- 14 Deurenberg P, Deurenberg-Yap M, Guricci S. Asians are different from Caucasians and from each other in their body mass index/body fat per cent relationship. *Obes Rev.* 2002;3:141-6.
- Deurenberg-Yap M, Schmidt G, van Staveren WA, Deurenberg P. The paradox of low body mass index and high body fat percentage among Chinese, Malays and Indians in Singapore. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24:1011-7.
- 16 Gurrici S, Hartriyanti Y, Hautvast JG, Deurenberg P. Relationship between body fat and body mass index: differences between Indonesians and Dutch Caucasians. *Eur J Clin Nutr.* 1998;52:779-83.
- 17 World Health Organization. Measuring change in nutritional status. Geneva: WHO 1983.
- 18 Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht2) and triceps skinfold thickness. Am J Clin Nutr. 1991 Apr; 53(4):839-46.
- 19 Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ. 2000 May 6; 320(7244):1240-3.
- Ogden CL, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Mei Z, Guo S, Wei R, Grummer-Strawn LM, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL. Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts for the United States: improvements to the 1977 National Center for Health Statistics version. Pediatrics 2002 Jan;109(1):45-60.
- 21 de Onis M, Food and Nutrition Bulletin, in press.

- Jackson AS and Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr. 1978 Nov; 40(3):497-504.
- 23 Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc. 1980; 12(3):175-81.
- Immink MD, Flores R, Diaz EO. Body mass index, body composition and the chronic energy deficiency classification of rural adult populations in Guatemala. Eur J Clin Nutr. 1992;46:419-27.
- Valencia ME, Aleman-Mateo H, Salazar G, Hernandez Triana M. Body composition by hydrometry (deuterium oxide dilution) and bioelectrical impedance in subjects aged >60 y from rural regions of Cuba, Chile and Mexico. Int J Obes Relat Metab Disord. 2003 Jul; 27(7):848-55.
- 26 Conlisk EA, Haas JD, Martinez EJ, Flores R, Rivera JD, Martorell R. Predicting body composition from anthropometry and bioimpidance in marginally undernourished adolescents and young adults. Am J Clin Nutr. 1992;55:1051-9.
- 27 Ramírez-Zea M, Torún B, Stein A, Schroeder D, Martorell R. Ranges for body fat and body mass index in young rural Guatemalan adults. *Ann Nutr Metab* 2001;45(Suppl 1):331.
- 28 Huang TT, Watkins MP, Goran MI. Predicting total body fat from anthropometry in Latino children. Obes Res. 2003 Oct; 11(10):1192-9.
- 29 Ramírez-Zea M, Torun B, Martorell R, Stein AD. Anthropometric predictors of body fat as determined by hydrostatic weighing in Guatemalan adults, in review.
- 30 Frisancho AR. New standards of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. Am J Clin Nutr. 1984 Oct; 40(4):808-19.
- 31 Baecke JA, Burema J, Deurenberg P. Body fatness, relative weight and frame size in young adults. Br J Nutr. 1982 Jul; 48(1):1-6.
- Rookus MA, Burema J, Deurenberg P, Van der Wiel-Wetzels WA. The impact of adjustment of a weight-height index (W/H2) for frame size on the prediction of body fatness. Br J Nutr. 1985 Sep; 54(2):335-42.
- Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh M. L. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. J Am Geriatr Soc. 1985 Feb; 33(2):116-20.
- Heymsfield SB, McManus C, Stevens V, Smith J. Muscle mass: reliable indicator of proteinenergy malnutrition severity and outcome. Am J Clin Nutr. 1982 May; 35(5 Suppl):1192-9.
- 35 Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor, University of Michigan Press, 1990.
- 36 Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. Am J Clin Nutr. 1984 Dec; 40(6):1123-30.
- 37 Elia M, Parkinson SA, Diaz E. Evaluation of near infra-red interactance as a method for predicting body composition. Eur J Clin Nutr. 1990 Feb; 44(2):113-21.
- 38 Borkan GA, Hults DE, Cardarelli J, and Burrows B. A. Comparison of ultrasound and skinfold measurements in assessment of subcutaneous and total fatness. Am J Phys Anthropol. 1982 Jul; 58(3):307-13.

- Armellini F, Zamboni M, Robbi R, Todesco T, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Bosello O. Total and intra-abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography. Int J Obes Relat Metab Disord. 1993 Apr; 17(4):209-14.
- Heymsfield SB, Arteaga C, McManus C, Smith J, Moffitt S. Measurement of muscle mass in humans: validity of the 24-hour urinary creatinine method. Am J Clin Nutr. 1983 Mar; 37(3): 478-94.
- 41 Méndez J, Lukaski HC, Buskirk ER. Fat-free mass as a function of maximal oxygen consumption and 24-hour urinary creatinine, and 3-methylhistidine excretion. Am J Clin Nutr. 1984 May; 39(5):710-5.