

## Métodos en enfermería para la medición de la composición corporal

Jose Maria Moran<sup>1</sup>

Jesus Maria Lavado-Garcia<sup>2</sup>

Juan Diego Pedrera-Zamorano<sup>3</sup>

Entre los métodos disponibles para la determinación de la composición corporal, los tradicionales como la hidrodensitometría y la valoración de pliegues corporales son bien conocidos. En esta revisión nos centramos en los métodos basados en la impedancia y en la interactancia, caracterizados por la utilización de equipos económicos, fáciles de transportar y manejar. También discutimos la utilidad de la absorciometría dual de rayos-X, particularmente para la determinación de la distribución de la grasa corporal. Es importante que el personal de enfermería adquiera competencias en el uso de estos equipamientos y también se familiarice con las técnicas descritas.

Descriptores: Composición Corporal; Impedancia Eléctrica; Absorciometría de Fotón.

<sup>1</sup> Doctor en Bioquímica y Biología Molecular, Departamento de Enfermería, Universidad de Extremadura, Cáceres, España. E-mail: jmmorang@unex.es.

<sup>2</sup> Enfermero, Doctor en enfermería, Departamento de Enfermería, Universidad de Extremadura, Cáceres, España. E-mail: jmlavado@unex.es.

<sup>3</sup> MD, Ph.D. in Medicine, Departamento de Enfermería, Universidad de Extremadura, Cáceres, Spain. E-mail: jpedrera@unex.es.

---

Correspondencia:

Juan Diego Pedrera Zamorano  
Universidad de Extremadura. Departamento de Enfermería  
Escuela Universitaria de Enfermería y TO  
Avd. Universidad s/n  
10003 - Cáceres - España

## Métodos de enfermagem para a medição da composição corporal

Entre os métodos disponíveis para a determinação da composição corporal, os tradicionais, como a hidrodensitometria e a avaliação de pregas corporais, são bem conhecidos. Para esta revisão, centrou-se nos métodos baseados na impedância e a interactância, caracterizados pela utilização de equipamentos económicos, fáceis de transportar e manobrar. Também discutiu-se a utilidade da absorciometria dual de raios X, especialmente para a determinação da distribuição da gordura corporal. É importante que o pessoal de enfermagem adquira conhecimentos sobre o uso desse equipamento, bem como que se familiarize com as técnicas descritas.

Descritores: Composição Corporal; Impedância Elétrica; Absorciometria de Fóton.

### Methods for nurses to measure body composition

Among the methods available for assessing body composition, traditional methods like hydrodensitometry and skin-fold measurements are well known. In this review, we focus on the impedance and interactance methods, which use systems that are usually inexpensive, easily transportable and simple to operate. We also discuss the usefulness of dual energy X-ray absorptiometry, particularly for the measurement of fat distribution. Nurses need to be skilled in the use of the equipment and familiar with the techniques.

Descriptors: Body Composition; Electric Impedance; Absorptiometry, Photon.

## Introducción

En la profesión de enfermería, el aprendizaje dura toda la vida. Se espera que las enfermeras y enfermeros aumenten continuamente sus conocimientos en cuanto ejercen su profesión, que sean competentes en sus áreas de especialidad y que estén actualizados en los últimos procedimientos y tecnologías utilizadas. El rápido cambio en el campo de la ciencia de la salud, hace que la formación inicial de las enfermeras y enfermeros se vuelva rápidamente obsoleta. Nuevos equipos y tecnología, así como procedimientos y nuevas prácticas son áreas en que la enfermería requiere una actualización de conocimientos.

El estudio de la composición corporal es un campo en continuo crecimiento. Los estudios sobre la composición corporal se pueden considerar sobre dos grandes vertientes: 1) estudios de composición corporal llevados a cabo con fines de investigación, y que servirán como modelos para futuras aplicaciones prácticas y 2) estudios de composición corporal rutinarios llevados a cabo con fines clínicos.

Los estudios de investigación generalmente utilizan equipamientos sofisticados y caros, en cuanto los estudios clínicos se caracterizan por la utilización de equipamientos

menos sofisticados. En ambos casos, el personal de enfermería debería obtener la formación adecuada para poder utilizar dichos equipamientos. Esas formaciones son una de las piedras angulares para poder llegar a ser una buena enfermera o enfermero. Esta revisión se enfoca en los métodos para determinar la composición corporal utilizados por el personal de enfermería en estudios clínicos.

### Antecedentes

#### Modelos compartimentales

Los modelos compartimentales son utilizados frecuentemente para entender la composición corporal al nivel molecular. El modelo de dos compartimentos puede ser caracterizado por cualquiera de las siguientes combinaciones: peso corporal (PC) = grasa + peso del cuerpo libre de grasa o PC = lípidos + peso del cuerpo libre de lípidos. El modelo de tres compartimentos incluye PC = grasa + agua residual (la suma de glucógeno, minerales y proteínas) y PC = grasa + minerales óseos + tejidos suaves magros. El modelo de cuatro compartimentos es PC = grasa + agua + minerales + residual (la suma de glicógeno y proteínas)

La evolución de los métodos para la determinación de la composición corporal cambió rápidamente los métodos usados para el modelo de dos compartimentos (grasa corporal y masa libre de grasa), como las iniciales técnicas hidrodensitométricas<sup>(1)</sup>, a métodos que permiten el estudio de modelos multicompartimentales, como las técnicas para determinación de la actividad neutrónica en vivo (AANIV)<sup>(2)</sup>. Los métodos que actualmente son más utilizados son los que permiten el estudio del modelo de cuatro compartimentos<sup>(3)</sup>, incluyendo masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG), agua y minerales, y el de tres compartimentos, probablemente el más común, el cual mide MG, MLG (proteínas y minerales), y, agua (por extrapolación)<sup>(4)</sup>.

Las diferencias entre los modelos son enormes, no sólo en términos de complejidad como también de costos. Por ejemplo, se desarrollaron diferentes modelos para el estudio de modelos de dos compartimentos que incluyen técnicas radioactivas. La MG se calcula sustrayendo del peso corporal la MLG estimada usando el agua total corporal, el nitrógeno corporal, o la contabilización de K40 corporal total (KCT). Los análisis mediante bioimpedancia (BIA), son simples, baratos y permiten alcanzar el mismo objetivo; la MG se calcula sustrayendo la estimación de MLG del peso total. Es obvio que la complejidad y el costo de las técnicas radioactivas son mucho mayores que el de BIA, lo cual implica instrumentos simples de usar y económicos<sup>(5-6)</sup>.

Dejando de lado AANIV, y KCT, las cuales facilitan medidas unicompartmentales en el nivel atómico<sup>(7)</sup>, las otras técnicas sólo miden dos o tres compartimentos. Para medir cuatro compartimentos, al menos dos métodos de determinación de la composición corporal tienen que ser usados. El método más importante en este modelo es el usado para evaluar el compartimento mineral<sup>(8)</sup>, el cual explica el suceso de la densitometría dual de rayos X (DXA)<sup>(9-10)</sup>.

De los métodos para evaluar la composición corporal, los métodos tradicionales de hidrodensitometría, que dependen del sexo (por ejemplo, los huesos son menos densos en mujeres y se produce una sobreestimación de la grasa corporal), edad (por ejemplo, la grasa corporal de los ancianos con osteoporosis puede ser sobreestimada), y la densidad del compartimento muscular esquelético (por ejemplo, los atletas acostumbran tener huesos más densos y más músculos que los no atletas, lo que hace que se produzca una subestimación del porcentaje de grasa corporal), o la espesura de las dobladuras cutáneas no serán discutidas en esta revisión. De la misma manera, no comentaremos los métodos altamente sofisticados como AANIV, dilución de rastro gaseoso o

KCT, los cuales solamente están disponibles en unidades altamente especializadas y no pueden ser utilizados en general por el personal clínico de enfermería, o métodos como la tomografía axial computarizada, o la resonancia magnética (RMN), los cuales son excesivamente caros para ser usados en la determinación de la composición corporal.

### **Métodos usados por la enfermería para la determinación de la composición corporal:**

#### **Análisis de Bioimpedancia (BIA)**

Los equipos de BIA son económicos, fácilmente transportables y simples de manejar. De esta forma, el personal de enfermería no precisa desarrollar formaciones específicas para utilizar los equipos de BIA, también es una herramienta que complementa la antropometría. En el método de BIA, una o más frecuencias son introducidas a través de electrodos y la impedancia (caída de voltaje) es detectada. La impedancia es determinada por el volumen de líquido presente en el curso de la electricidad a través del cuerpo. Los diferentes líquidos y el agua forman una relación relativamente estable con otros componentes y la BIA es normalmente utilizada para cuantificar la MLG e indirectamente la grasa (PC menos PLG)<sup>(11)</sup>.

En el método estándar de BIA, el personal de enfermería coloca los electrodos en las manos y en los pies, sin embargo, las mediciones por segmentos, tales como el de las piernas (con base en la presión de contacto entre los pies y los electrodos) están recibiendo una atención creciente<sup>(11)</sup>. Una limitación importante de los métodos que usan BIA es que se realiza una gran cantidad de asunciones, muchas de las cuales no fueron adecuadamente exploradas. Los métodos tradicionales de BIA, usan modelos geométricos que asumen que el componente de estudio es homogéneo en composición. Sin embargo, las vías que acostumbran usar los métodos de BIA en humanos no cumplen esta condición. Por eso, los métodos BIA deben ser utilizados solamente bajo ciertas condiciones y debidamente controlados<sup>(11)</sup>.

#### **Interactancia infrarroja próxima**

La interactancia es un método económico, fácilmente transportable y fácil de utilizar por el personal sanitario. La interactancia infrarroja, también conocida como interactancia en el infrarrojo próximo se propuso como un método para la determinación de la composición corporal. Esta técnica se basa en la absorción y reflexión de la luz usando espectroscopia próxima al infrarrojo. Cuando una radiación electromagnética alcanza un material, la

energía es reflejada, absorbida o transmitida dentro del material, dispersada o reflejada para el emisor/receptor transmitiendo información sobre la composición corporal del material estudiado.

Esta técnica fue desarrollada con el propósito de estimar el contenido en almidón, proteína, aceites o agua de semillas de cártamo. Para la estimación de la composición corporal humana, se utiliza espectrofotometría computarizada con un scanner monocromático simple y una sonda de fibra óptica. La radiación electromagnética utilizada se encuentra en el intervalo de 700 a 1100 nm. En primer lugar, la sonda emite la radiación electromagnética en el lugar corporal seleccionado y entonces, recibe la energía fruto de la combinación entre reflexión y dispersión conduciéndola hasta un detector. La radiación penetra en el tejido hasta 1 cm, y la composición corporal es encontrada exclusivamente en el lugar determinado. La interactancia es calculada por el equipo como el intervalo de energía recibida en el lugar de estudio con respecto a la energía recibida por el calibrador estándar, el cual consiste en un bloque de Teflón de 1 cm de espesura.

El mejor lugar para examinar la grasa subcutánea, fruto de un estudio comparativo, fueron las regiones subescapulares, supra ilíacas y el muslo no correlacionan bien con el porcentaje de grasa medida por dilución de deuterio<sup>(12)</sup>. Sin embargo, existe correlación entre ese método y los valores obtenidos en el tríceps o en el bíceps o la combinación de bíceps y tríceps. Por esta razón diferentes autores han postulado que la composición de la grasa subcutánea en la región del bíceps se correlaciona de forma estrecha con la grasa total corporal y por tanto, al punto medio de los bíceps. A pesar de que inicialmente se utilizaron exclusivamente en adultos, la interactancia próxima al infrarrojo fue válida para el uso en niños y jóvenes<sup>(13-14)</sup> y en adultos en diferentes patologías<sup>(15-16)</sup>.

#### Absorciometría dual de rayos-X

La absorciometría dual de rayos-X fue desarrollada a partir de un trabajo pionero, que utilizó una fuente simple de fotones<sup>(17)</sup>, posteriormente, se introdujo el uso de fuentes dobles<sup>(18)</sup> y, finalmente, se desarrolló el DXA<sup>(19)</sup>. En ella, un sistema basado en rayos-X produce un espectro policromático de fotones. La atenuación exponencial de los fotones ocurre cuando estos pasan a través de los diferentes tejidos del sujeto. Esta atenuación es característica y se usa para estimar la fracción de cada componente en el pixel evaluado de la siguiente forma: tejidos suaves más minerales óseos en píxeles con hueso y grasa más tejidos suaves sin mucha grasa en píxeles tejidos suaves. La atenuación de rayos-X en tejidos humanos está relacionada con la proporción y el tipo de

elementos presentes, así como la energía de los fotones. Los elementos con el número atómico mayor atenúan por tanto de forma mayor los fotones.

La técnica DXA fue válida frente a determinaciones bioquímicas del contenido grasoso en diferentes especies animales<sup>(20-25)</sup> y frente a diferentes técnicas establecidas en humanos, incluyendo hidrodensitometría y potasio corporal total<sup>(26-27)</sup>. Esta técnica demostró en todo momento ser precisa, sensible y permitir la cuantificación de grasa y masa grasosa en regiones anatómicas definidas<sup>(28-29)</sup>. La técnica también facilita medidas precisas de tejidos suaves y hueso en regiones concretas, así como en el cuerpo completo. Los resultados de la composición corporal obtenidos con esta técnica no se afectan por los cambios en la hidratación. De esta forma, DXA está considerada un buen método para evaluación de los tres compartimentos (PC = grasa + minerales óseos + masa magra).

El precio de los equipos DXA en comparación con los de bioimpedancia y interactancia, así como el hecho de que no sean transportables disminuyen valor a esta técnica como método para la determinación de la composición corporal. A pesar de que un análisis de DXA es simple de realizar, este depende, en cualquier caso, de la habilidad y de la experiencia anterior del personal de enfermería. El personal de enfermería, debería en todo caso, asegurar al paciente que el examen es indoloro, no invasor y que no debe demorar más de 15 minutos, como máximo. El personal de enfermería debería asegurarse previamente de que el paciente retira todos los objetos metálicos del área a ser explorada.

#### Conclusión

La grasa corporal elevada está relacionada con problemas cardíacos, como arteriosclerosis, hipertensión arterial, diabetes, dislipidemia, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y osteoartritis. Por otro lado, una presencia excesiva de masa magra se observa en individuos con trastornos alimentares, dependientes de ejercicios físicos y en ciertas patologías como la fibrosis quística, pudiendo resultar en alteraciones que podrían poner en riesgo la vida del paciente. Considerando la gravedad que supone para la salud el exceso o falta de grasa corporal, no es sorprendente que el análisis de la composición corporal sea un indicador generalizado y significativo utilizado por el personal de enfermería. Un notable progreso fue llevado a cabo en la determinación de la composición corporal durante los últimos años, necesitando que el personal de enfermería mantenga una formación actualizada. Un conocimiento actualizado del personal de enfermería va a permitir que permanezcan en la vanguardia de la ciencia

médica. Los cuatro primeros niveles de la composición corporal pueden ser actualmente medidos con precisión, utilizando sistemas que son económicos, fáciles de transportar, simples de utilizar, no invasores e inoocuos. Otros sistemas más sofisticados, como la absorciometría dual de rayos-X tienen la ventaja de permitir una evaluación precisa de la distribución de grasa en hombres y mujeres, lo que ayuda significativamente en el estudio del riesgo cardiovascular.

## Referencias

- Spivak CD. The specific gravity of the human body. *Arch Intern Med.* 1915;15628-44.
- Cohn SH, Vaswani AN, Yasumura S, Yuen K, Ellis KJ. Improved models for determination of body fat by in vivo neutron activation. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(2):255-9.
- Fields DA, Goran MI. Body composition techniques and the four-compartment model in children. *J Appl Physiol.* 2000;89(2):613-20.
- Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol.* 1969;27(4):531-4.
- Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11(5):566-72.
- Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev.* 2000;80(2):649-80.
- Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr.* 1997;17:527-58.
- Christiansen C, Rodbro P, Nielsen CT. Bone mineral content and estimated total body calcium in normal children and adolescents. *Scand J Clin Lab Invest.* 1975;35(6):507-10.
- Helba M, Binkovitz LA. Pediatric body composition analysis with dual-energy X-ray absorptiometry. *Pediatr Radiol.* 2009;39(7):647-56.
- Andreoli A, Scalzo G, Masala S, Tarantino U, Guglielmi G. Body composition assessment by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Radiol Med.* 2009;114(2):286-300.
- Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Med Eng Phys.* 2008;30(10):1257-69.
- Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(6):1123-30.
- Nassis GP, Sidossis LS. Methods for assessing body composition, cardiovascular and metabolic function in children and adolescents: implications for exercise studies. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2006;9(5):560-7.
- Cassady SL, Nielsen DH, Janz KF, Wu YT, Cook JS, Hansen JR. Validity of near infrared body composition analysis in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(10):1185-91.
- Oreopoulos A, Kalantar-Zadeh K, McAlister FA, Ezekowitz JA, Fonarow GC, Johnson JA, et al. Comparison of direct body composition assessment methods in patients with chronic heart failure. *J Card Fail.* 2010;16(11):867-72.
- Noori N, Kovesdy CP, Dukkipati R, Kim Y, Duong U, Bross R, et al. Survival predictability of lean and fat mass in men and women undergoing maintenance hemodialysis. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(5):1060-70.
- Cameron JR, Sorenson J. Measurement of bone mineral in vivo: an improved method. *Science.* 1963;142230-2.
- Leblanc AD, Evans HJ, Marsh C, Schneider V, Johnson PC, Jhingran SG. Precision of dual photon absorptiometry measurements. *J Nucl Med.* 1986;27(8):1362-5.
- Kroger H, Kotaniemi A, Vainio P, Alhava E. Bone densitometry of the spine and femur in children by dual-energy x-ray absorptiometry. *Bone Miner.* 1992;17(1):75-85.
- Ammann P, Rizzoli R, Slosman D, Bonjour JP. Sequential and precise in vivo measurement of bone mineral density in rats using dual-energy x-ray absorptiometry. *J Bone Miner Res.* 1992;7(3):311-6.
- Svendson OL, Haarbo J, Hassager C, Christiansen C. Accuracy of measurements of body composition by dual-energy x-ray absorptiometry in vivo. *Am J Clin Nutr.* 1993;57(5):605-8.
- Turner AS, Mallinckrodt CH, Alvis MR, Bryant HU. Dual-energy X-ray absorptiometry in sheep: experiences with in vivo and ex vivo studies. *Bone.* 1995;17(4 Suppl):381S-7S.
- Nagy TR, Clair AL. Precision and accuracy of dual-energy X-ray absorptiometry for determining in vivo body composition of mice. *Obes Res.* 2000;8(5):392-8.
- Zotti A, Rizzi C, Chiericato G, Bernardini D. Accuracy and precision of dual-energy x-ray absorptiometry for ex vivo determination of mineral content in turkey poult bones. *Vet Radiol Ultrasound.* 2003;44(1):49-52.
- Swennen Q, Janssens GP, Geers R, Decuyper E, Buyse J. Validation of dual-energy x-ray absorptiometry for determining in vivo body composition of chickens. *Poult Sci.* 2004;83(8):1348-57.
- McClanahan BS, Stockton MB, Lanctot JQ, Relyea G, Klesges RC, Slawson DL, et al. Measurement of body composition in 8-10-year-old African-American girls: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry and foot-to-foot bioimpedance methods. *Int J Pediatr Obes.* 2009;4(4):389-96.
- Kullberg J, Brandberg J, Angelhed JE, Frimmel H, Bergelin E, Strid L, et al. Whole-body adipose tissue

analysis: comparison of MRI, CT and dual energy X-ray absorptiometry. Br J Radiol. 2009;82(974):123-30.

28. Rosenthal L, Falutz J. Estimation of total-body and regional soft tissue composition from DXA bone densitometry of the lumbar spine and hip. J Clin Densitom. 2010;13(3):263-6.

29. Covey MK, Berry JK, Hacker ED. Regional body composition: cross-calibration of DXA scanners-QDR4500W and Discovery Wi. Obesity (Silver Spring). 2010;18(3):632-7.

Recibido: 25.2.2011

Aceptado: 4.5.2011

### *Como citar este artículo:*

Moran JM, Lavado-Garcia JM, Pedrera-Zamorano JD. Métodos en enfermería para la medición de la composición corporal. Rev. Latino-Am. Enfermagem [Internet]. jul.-ago. 2011 [acceso: \_\_\_\_-\_\_\_\_-\_\_\_\_];19(4):[06 pantallas]. Disponible en: \_\_\_\_\_

URL

día  
mes abreviado con punto  
año