PubliCE, (PubliCE) 1994

Monograph

Composición Corporal: Impedancia Bioeléctrica

Claudia Filozof

RESUMEN

INTRODUCCION

La medición de composición corporal se ha convertido en un procedimiento importante en las mediciones nutricionales. Se han desarrollado numerosas técnicas capaces de valorar los 2 compartimientos del organismo: la masa libre de grasa (MLG) y la masa grasa (MG). Mientras las técnicas de activación de neutrones y las dilucionales miden primariamente MLG, la densitometría por inmersión estima porcentaje de MG, basada en la densidad de ambos compartimientos. Aunque estos métodos son considerados «standards de oro», ellos son costosos, requieren experiencia y demandan cooperación sustancial del paciente. Por lo tanto, se han desarrollado diversas técnicas antropométricas, las que son más apropiadas para estudios epidemiológicos, clínicos y hospitalarios. Sin embargo, la exactitud de estas estimaciones se ve limitada por las variaciones inter e intraindividuales en la medición, distinta distribución de la grasa subcutánea y profunda, en hombres y mujeres de diversas edades y dificultad en la medición en pacientes enfermos.

Durante la última década, se ha desarrollado una nueva técnica que mide MLG basada en las propiedades eléctricas de los tejidos biológicos. La impedancia bioeléctrica (BIA) tiene muchas ventajas sobre otros métodos, por que es segura, de bajo costo, portátil, rápida, fácil de realizar y requiere de una mínima experiencia del operador. La técnica se ha difundido ampliamente en hospitales, centros de salud y estudios de campo. Sin embargo, para ser utilizada correctamente, el usuario debería conocer la técnica y su uso. Por lo tanto, este artículo resume los principios básicos de la impedancia bioeléctrica y su aplicación para la medición de los compartimientos del organismo humano.

Principios físicos

La impedancia pletismográfica se refiere a la medición de variaciones en la cantidad de sangre que pasa a través de un órgano o miembro, registrando los cambios en la impedancia eléctrica a lo largo del segmento corporal. La técnica de impedancia es familiar para los clínicos por la medición de cambios de volumen ventricular (impedancia cardíaca), y para la detección de éstasis venosa resultante de tromboflebitis ileofemoral. La aplicación de BIA para la medición de agua corporal total (ACT) se ha difundido en los últimos años, aunque ya había sido descripta hace más de 30 años por Thomaset y Hoffer. El principio subyacente de BIA es el siguiente: la impedancia de un conductor geométrico isotópico se relaciona con su longitud y configuración, el área de sección transversal y una frecuencia de señal específica.

$$Z = \zeta L/A \text{ donde } Z = \text{impedancia (ohm)}$$

ζ = resistividad especifica (ohm-cm.)

L = longitud del conductor (cm.)

A = área transversal (cm2)

Dado que, multiplicando por 1 el resultado no varía, podemos multiplicar el cociente por L/L

Z = ζ L/A por L/L

Z= ζ L2/A por L pero A por L = volumen,

por lo tanto,

Z = ζ L2/vol. y vol.= ζ L2/Z

Medición con BIA

Se colocan 2 electrodos en el dorso de manos (3) y pies (Figura 1). Existen diversos equipos que emiten entre 500 y 800 uA de corriente alterna a una frecuencia fija de 50 Khz.

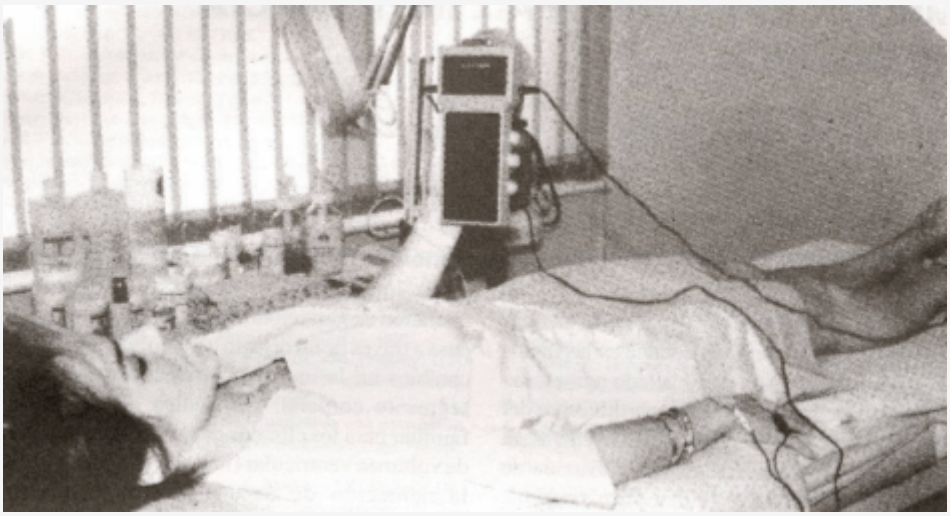


Figura 1. *Colocación de electrodos en el dorso de manos y pies.*

Las condiciones estandarizadas por los investigadores para la medición, incluyen colocar al paciente en decúbito dorsal con una leve abducción de sus miembros, limpieza de la piel, y medición repetida 2 o 3 veces (ver Tabla 1).

Con respecto a la colocación de electrodos, Lukaski halló que la menor Resistencia (R) se obtiene con la colocación ipilateral de los mismos. El no cumplimiento de las medidas enunciadas en la Tabla 1 conduce a mediciones erróneas.

Los estudios con BIA realizados inmediatamente luego de una ingesta, o después de ejercicios extenuantes, o durante el ciclo menstrual, han mostrado cambios en R desde 0,8-3,3 %.

La confiabilidad y reproductibilidad de las mediciones con BIA han sido verificadas por muchos investigadores (Lukasky, Elsen, Kushner, Deurenberg). El coeficiente medio de variación intraindividual en un día de R es de 0,3 al 2,8 %.

- Decúbito dorsal sobre superficie no conductora
- Abducción de miembros, 45 grados
- Limpieza de piel en la zona de colocación de los electrodos, con alcohol
- Ubicación correcta de los electrodos
- Temperatura ambiental 20-35° C
- Ayuno (por lo menos 2 horas postprandial)
- Evitar ejercicios físicos intensos, alcohol o diuréticos (no menos de 12 horas previas)

Tabla 1. *Condiciones para la utilización de BIA*

APLICACIONES

a) Medición de composición corporal en pacientes con peso estable

Los trabajos originales de Thomaset y cols. pudieron confirmar la ecuación empírica: Vol. = long/ z, cuando midieron agua corporal total (ACT) en 20 voluntarios normales.

Usando la técnica de BIA con una corriente de 100 uA y una frecuencia de 100 Khz., el mejor predictor de ACT fue talla 2/z, el que explicó el 84 % de la variabilidad total. La talla (en cm.) fue usada como medida de longitud. Lukasky y cols. también hallaron que la ecuación T 2 /R presentaba la mejor correlación cuando se hacía la regresión vs. ACT (r = 0.95), potasio corporal total (r = 0.96), y densitometría por inmersión para MLG (r = 0.98). A partir de estos trabajos iniciales, muchos investigadores han validado el use de BIA para la estimación de ACT. (ver Figura 2).

Estos estudios incluyen pacientes de 13 a 83 años, con grasa corporal entre 3 y 59 %.

Se realizaron análisis de regresión múltiple en todos los estudios para identificar el mejor predictor de ACT o MLG. En general, fueron hallados excelentes relaciones empíricas entre ACT o MLG vs. BIA. La exactitud para la predicción de ACT o MLG se incrementó al agregar a la fórmula T2/R, el valor del peso, la edad y el sexo.

También se hallaron buenas correlaciones en población pediátrica. Sin embargo, la exactitud de estas fórmulas disminuiría en las poblaciones con obesidad masiva y en los desnutridos graves. Para el autor, desde un punto de vista clínico, la MLG puede predecirse con BIA con precisión semejante a la obtenida por plicometría múltiple (medición de pliegues con calibres).

Kushner y Haas compararon la predicción de MLG por estos 2 métodos, en 80 adultos con BMI entre 12,7 y 51,1, hallando alta correlación entre sÍ (r > 0,92) con un error del 1 %. Resultados semejantes fueron publicados por Campos y cols.

Medidas de cambios en composici6n corporal

Los estudios con BIA han sido clasificados en investigaciones agudas (en un mismo día), intermedias (1-2 días), y a largo plazo (semanal).

Los cambios agudos en el agua corporal han sido evaluados usando modelos «in vitro» o pacientes en diálisis, antes y después de la extracción líquida. Bohn y cols. midieron los cambios en el ACT en 38 pacientes en diálisis. Las determinaciones con BIA fueron realizadas 10 minutos antes y después de la diálisis, siendo comparadas con la cantidad de líquido extraído durante el procedimiento dialítico. El coeficiente de correlación fue de 0.99 (p< 0.01).

En un estudio intermedio, Deuremberg y cols. compararon los cambios en la predicción de MLG con BIA vs. hidrodensitometría, en 12 voluntarios que consumieron una dieta muy baja en calorías por 2 días. En este caso, BIA subestimó la pérdida de MLG, por lo que los autores sugieren que este método podría ser impreciso en la valoración de pequeños cambios en la composición corporal.

En un estudio a largo plazo, Gray y cols. hallaron buena correlación en las modificaciones hídricas detectadas por su medición con Deuterio vs. BIA. La pérdida de peso promedio fue del 8 % del peso inicial. Kushner y cols. evaluaron 12 pacientes con dieta hipocalórica durante 7-19 semanas. La composición corporal fue medida con Deuterio, BIA y antropometría, al inicio, y cada 5 % de descenso de peso. Se hallaron correlaciones altamente significativas entre Deuterio y BIA (r = 0.97), y entre Deuterio y antropometría (r = 0.93) (ver Figura 2).

Otros estudios de Lukaski y cols. han mostrado altas correlaciones entre BIA vs. Hidrodensitometría (Figuras 3 y 4).

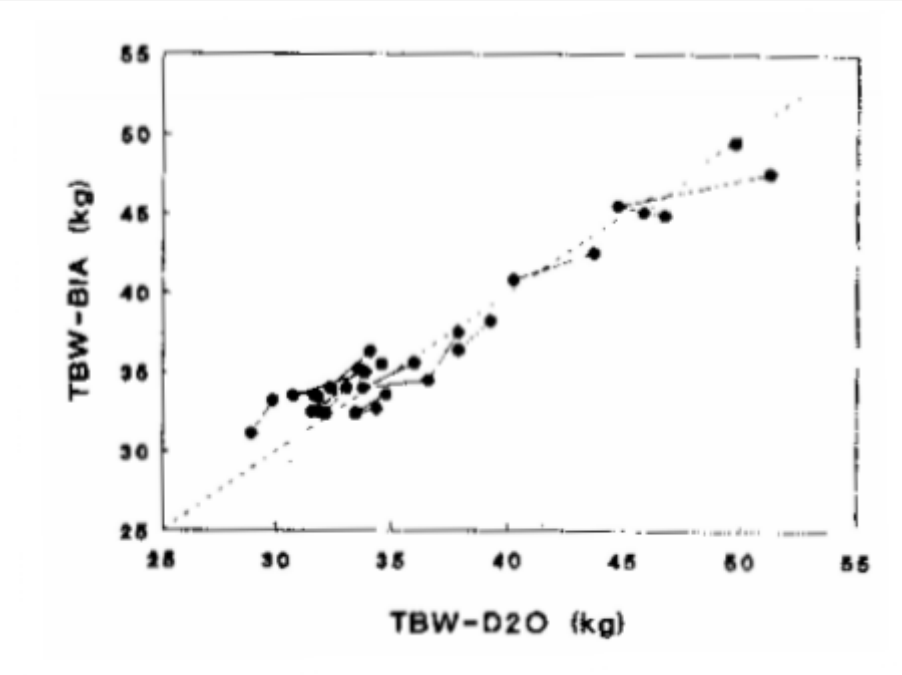


Figura.2. *Medición de agua corporal total (TBW) con Deuterio (D2O), comparado con BIA (de Kuschner y cols.)*

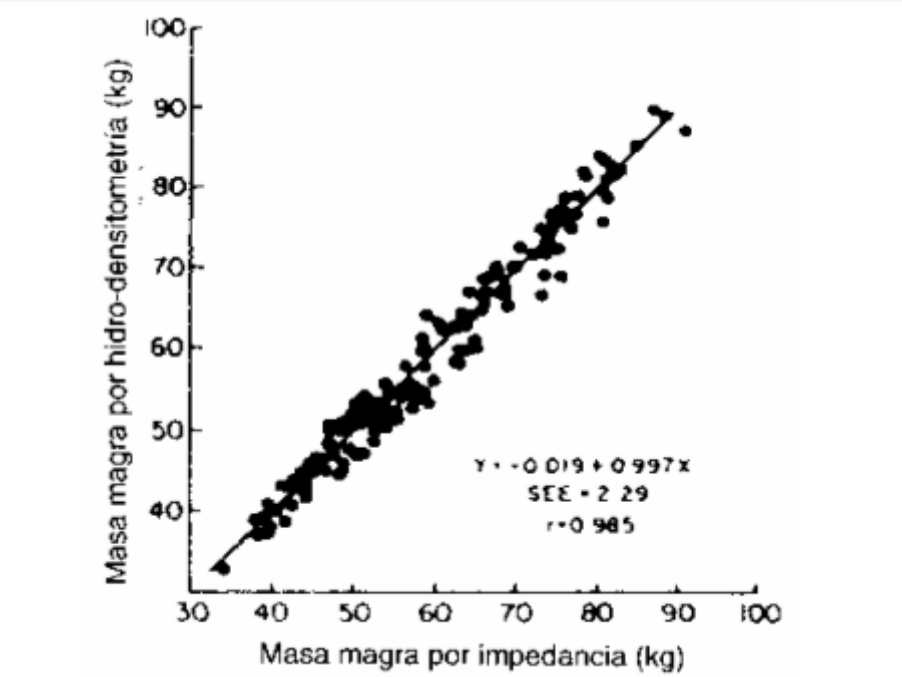


Figura 3. *Correlación en masa libre de grasa (fat free mass), entre hidro-densitometría y BIA. (Lukaski y cols.: Body composition assessment using impedance methods; in: Obesity, per Bjorntorp-Brodoff, Lipincott Co., 1992).*

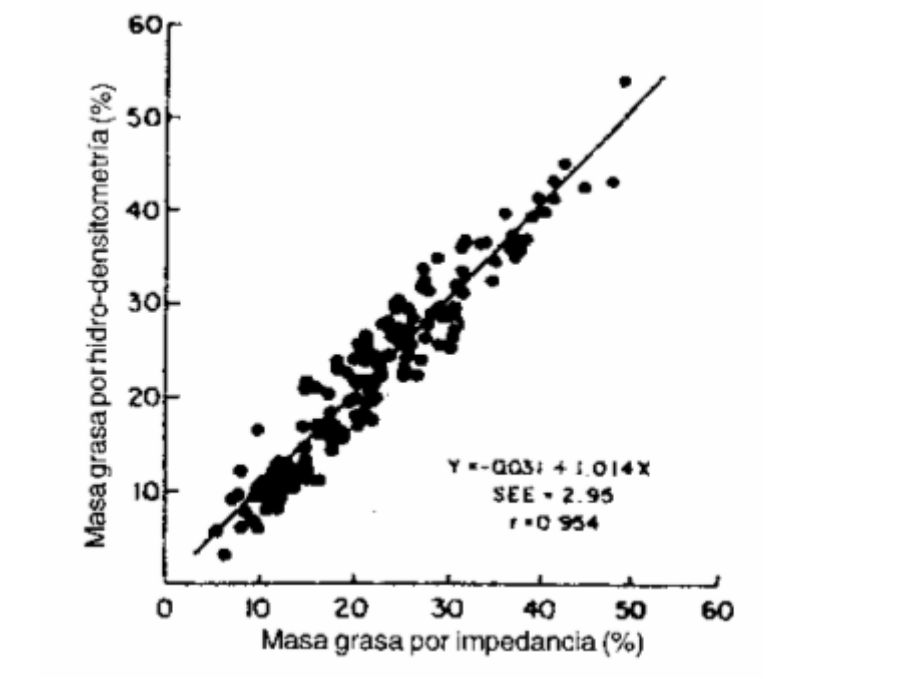


Figura 4. *Correlación en grasa corporal (fat mass), entre hidrodensitometría y BIA. (Lukaski y cols.)*

En resumen, diversos estudios han mostrado que la BIA podría estimar cambios en ACT agudos de 2 a 5 litros, tal como en hemodiálisis, así como cambios a mediano y largo plazo como en los tratamientos contra la obesidad. Cambios de 1-2 kg en MLG estarían por debajo de la precisión de la BIA de cuerpo entero.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Medición segmentaria

Se basa en la hipótesis de que el cuerpo humano, por su complejidad, podría asemejarse más a la suma de 5 cilindros (2 miembros superiores, 2 inferiores y el tronco; ver Figura 5).

Colocando los electrodos en la parte proximal y distal de cada cilindro, podría obtenerse la impedancia para cada segmento. Los cambios en los fluidos torácico y abdominal, como ocurre en la insuficiencia cardíaca congestiva, ascitis o diálisis peritoneal, podrían ser medidos más precisamente usando la metodología segmentaria. Kurtin y cols. mostraron que la técnica de cuerpo entero no pudo detectar los cambios de volumen por un drenaje peritonal, en 5 pacientes. En los casos de fluidos localizados en abdomen, parecería más apropiado utilizar las mediciones segmentarias.



Figura 5. *El cuerpo es considerado como la suma de 5 cilindros.*

Medición de compartimientos de agua corporal

El ACT se distribuye en 2 compartimientos: extracelular (AEC) e intracelular (AIC). Estos compartimientos normalmente constituyen el 38-46 % y 50-58 %, respectivamente. La distribución en estos compartimientos varía en relación a la grasa corporal y al grado de desnutrición (la relación AEC/AIC aumenta en la desnutrición severa). Otras condiciones clínicas con sobre hidratación son primariamente debidas a un aumento en el AEC. Por lo tanto, la diferenciación de estos compartimientos resulta útil para la evaluación del paciente, y para una mejor indicación terapéutica.

En realidad, la impedancia es función de la resistencia (R) y capacitancia (Xc). La R mide primariamente el ACT, ya que refleja la resistencia del flujo al paso de la corriente alterna; la Xc mide la resistencia generada por las membranas celulares, o sea que podría estimar la relación AEC/AIC.

Métodos multifrecuentes

La impedancia de una corriente alterna aplicada a un tejido biológico es dependiente de la frecuencia. Ello significa que cuando se aplica una corriente de baja frecuencia, la misma fluye principalmente por el AEC, debido a la alta Xc de las membranas celulares. A frecuencias mayores, las membranas celulares son atravesadas y así pueden medirse el AEC y el AIC.

CONCLUSIONES

La bioimpedancia constituye un método seguro, no invasivo, económico y preciso de medición de la composición corporal (MG, MLG y ACT), en adultos y niños sanos. El desarrollo de nuevas técnicas, tales como medición segmentaria, analizadores multifrecuentes, etc., ampliará en forma significativa su aplicación clínica. Sin embargo, para que la BIA sea utilizada en forma efectiva, el operador deberá conocer los principios y correctas aplicaciones de la técnica.

REFERENCIAS

1. Thomasett A (1962). Bio-electrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Med., 207: pp. 107-118*
2. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC (1969). Correlation of wholebody impedance with total body water volume. *J. Appl. Physiol., 27: pp. 531-534*
3. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF (1988). Bioelectrical impedance phase angle and body composition. *Am. J. Clin. Nutr, 48: pp. 16-23*
4. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GL (1985). Assessment of fat-free mass using bioelectric impedance measurements of the human body. *Am. J. Clin. Nutr., 41: pp. 810-817*
5. Deurenberg P, Westrate JA, Paymans I, Van der Kooy K (1988). Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. *Eur. J. Clin. Nutr., 42: pp. 1017-1022*
6. Kushner RF, Schoeller DA (1986). Estimation of total body water in bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Clin. Nutr., 44: pp. 417-424*
7. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB (1988). Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am. J. Clin. Nutr., 47: pp. 7-14*
8. Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K (1989). Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am. J. Clin. Nutr., 50: pp. 255-260*
9. Deurenberg P, Van der Kooy K, Evers P, Hulshof T (1990). Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 y. *Am. J. Clin. Nutr., 51: pp. 3-6*
10. Deurenberg P, Van der Kooy K, Leenen R, Westrate JA, Seidell JC (1991). Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance: across-validation study. *Int. J. Obes., 15: pp. 17-25*
11. Mazess RB (1991). Do bioimpedance changes reflect weight, not composition? [letter]. *Am. J. Clin. Nutr., 53: pp. 178*
12. Deurenberg P, Westrate JA, Van der Kooy K (1989). Body composition changes assessed by bioelectrical impedance measurements. *Am. J. Clin. Nutr., 49: pp. 401-403*
13. Kushner RF, Kunigk A, Alspaugh M, Andronis PT, Leitch CA, Schoeller DA (1990). Validation of bioelectrical-impedance analysis as a measure of change in body composition in obesity. *Am. J. Clin. Nutr., 52: pp. 219-223*
14. Segal KR, Burastero S, Chun A, Coronel P, Pierson RN, Wang J (1991). Estimation of extracellular and total body water by multiple-frecuency bioelectrical-impedance measurement. *Am. J. Clin. Nutr., 54: pp. 26-29*

Cita Original

Claudia Filozo. Composición Corporal: Impedancia Bioeléctrica. Revista de Actuallización en Ciencias del Deporte Vol. 2 Nº8. 1994.