

EQUIPAMIENTO EMPLEADO EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Sobre los equipamientos disponibles en el mercado internacional

Se puede medir la impedancia de todo el cuerpo, o de un segmento de él, mediante técnicas de monofrecuencia y multifrecuencia.¹⁻³ También están disponibles para el investigador métodos de análisis espectral de impedancia, junto con otros refinamientos de la BIE.

Bioimpedancia de monofrecuencia

El registro de la bioimpedancia corporal después de administración de una corriente eléctrica alterna con una frecuencia de 50 kHz se reconoce como la bioimpedancia de monofrecuencia (del inglés SF-BIA por *Single-frequency bioimpedance analysis*). La SF-BIA es uno de los protocolos más usados de bioimpedancia, y uno de los desarrollados inicialmente con fines de reconstrucción de la composición corporal y de estimación del tamaño de los diferentes compartimientos corporales. La SF-BIA se ha empleado profusamente en la predicción del tamaño del agua corporal total (ACT). Se recuerda que, en el sujeto de referencia, el agua extracelular (AEC) representa el 75% del ACT. La SF-BIA también se ha usado en la estimación del tamaño de la masa magra corporal (MMC).

Bioimpedancia de multifrecuencia

La impedancia corporal se puede estimar mediante la administración de una corriente eléctrica alterna de dos (o más) frecuencias. La bioimpedancia de multifrecuencia (del inglés MF-BIA por *Multiple-frequency bioimpedance analysis*) permite la estimación del tamaño del AEC y el ACT debido a la respuesta diferenciada de estos compartimientos a corrientes que difieren entre sí en base a la frecuencia. Las frecuencias empleadas en estos protocolos pueden ser tan extremas como 5 y 1,000 kHz.

Espectroscopía de bioimpedancia

La frecuencia de la corriente eléctrica alterna que se administra durante un protocolo BIE puede cambiar según valores conocidos, preseleccionados; o de forma continua. El análisis de los datos de bioimpedancia que se obtienen mediante el recorrido a lo largo de una ancha banda de frecuencias es reconocido como la espectroscopía de bioimpedancia (BIS del inglés *Bioimpedance spectroscopy*). El protocolo BIS se basa en la determinación de los valores de la resistencia a frecuencia cero (R_0) y frecuencia infinita (R_∞), los que, a vez, se emplean para predecir el tamaño del AEC y el ACT, respectivamente.

Determinación de la impedancia de cuerpo entero

La determinación de la bioimpedancia de cuerpo entero se emplea comúnmente para estimar el tamaño de los compartimientos corporales como el ACT, la masa magra corporal (MMC), y la

grasa corporal total (GCT). Muchos de los instrumentos de impedancia de cuerpo entero pueden aplicar 3 enfoques diferentes: el método mano-a-pie, el método pie-a-pie, y el método mano-a-mano. El método mano-a-pie es uno de los más empleados. Con el sujeto en posición supina, se colocan electrodos de voltaje en el dorso de la mano y el pie derechos. Los electrodos de corriente se ubican, a su vez, proximales a las articulaciones metacarpiana y metatarsiana.

La bioimpedancia pie-a-pie se realiza con el sujeto de pie, descalzo, sobre 4 placas de acero inoxidable divididas apropiadamente entre los electrodos de corriente y de voltaje. Por su parte, la bioimpedancia mano-a-mano se registra con un impedanciómetro sostenido con los brazos extendidos al frente del cuerpo, en ángulo de 45°.

Bioimpedancia de los segmentos corporales

La bioimpedancia segmentaria (léase también perpendicular) extiende el modelo de la bioimpedancia de cuerpo entero con el sujeto tratado (modelado) como la reunión de 5 cilindros en lugar de un cilindro homogéneo. De esta manera, la bioimpedancia segmentaria allana las discrepancias entre los valores de Resistencia registrados para el tronco y las extremidades corporales, habida cuenta de que el tronco representa el 50% de la masa corporal.

La bioimpedancia segmentaria se puede determinar mediante cuatro protocolos diferentes. En el primer protocolo, se emplean dos electrodos de inyección de corriente en el área proximal del antebrazo y la pantorrilla del lado derecho, y cuatro electrodos de voltaje en el antebrazo, el hombro, el muslo y la pantorrilla también del lado derecho. En el segundo protocolo, se emplean dos electrodos de inyección de corriente en la muñeca y el pie derechos, y cuatro electrodos de voltaje en la muñeca, el hombro, el trocánter superior y el pie del lado derecho.

En un tercer protocolo, se utilizan dos electrodos de inyección de corriente en la muñeca y el pie derechos, y cuatro electrodos de voltaje, dos de ellos en la misma muñeca y pie derechos, y los otros dos en la muñeca y el pie del lado contrario. El cuarto (y último) protocolo prescribe la colocación de cuatro electrodos de inyección de corriente en ambas muñecas y pies, y otros cuatro electrodos de voltaje en las mismas posiciones.

Presentación del equipamiento empleado en la investigación

En la presente investigación se empleó un analizador tetrapolar InBody 720 (Biospace, Corea del Sur) con 8 puntos táctiles. El analizador InBody 720 permite el registro de la bioimpedancia del sujeto de forma directa, segmentada y mediante la administración de una corriente eléctrica alterna de múltiples frecuencias.

El analizador InBody 720 puede registrar la impedancia del cuerpo como si éste fuera un cilindro. El analizador InBody 720 también asume que el cuerpo humano puede descomponerse en 5 cilindros de los cuales se obtienen los correspondientes valores de impedancia después de administrar corrientes eléctricas a diferentes frecuencias. La obtención de los valores de impedancia solo consume 2 minutos por cada individuo. Las estimaciones hechas con el analizador InBody 720 de los distintos compartimientos se correlacionan estrechamente con el DEXA (criterio de comparabilidad empleado por el fabricante del equipo).

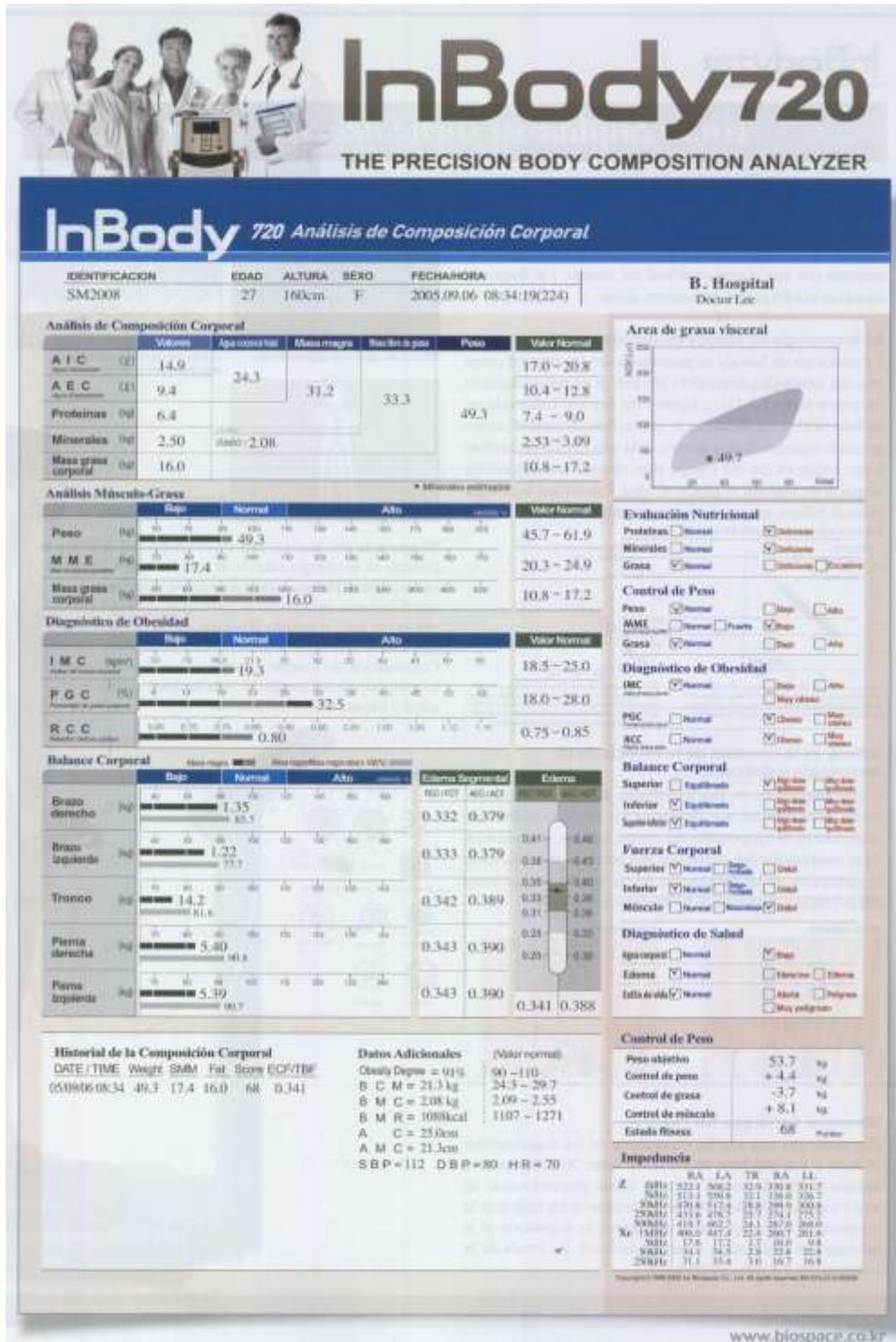
Figura 1. El analizador InBody 720 de bioimpedancia empleado en la presente investigación. Se distinguen los puntos de contacto para los pies del sujeto, así como los manubrios para sostenerlos con las manos.



Fuente: Fotografía cortesía del autor.

El analizador InBody 720 cuenta con una computadora *on line* equipada con un sistema informático propietario que reúne las características demográficas y clínicas del sujeto requeridas para los cálculos *post hoc* y la interpretación de los resultados. A la conclusión del examen del sujeto, el analizador InBody 720 emite un informe donde se recogen el peso de cada uno de los segmentos corporales examinados, las variables bioeléctricas del sujeto (incluidas la impedancia Z y el ángulo de fase); el ACT y sus distribuciones intra- y extracelular, el contenido corporal de proteínas, minerales y grasa corporal (de acuerdo con el nivel molecular de reconstrucción de la composición corporal); y el tamaño de la masa magra corporal. Además de las prestaciones antes señaladas, el analizador InBody 720 determina la composición bioeléctrica de las extremidades corporales, en particular, el contenido tanto de masa magra como de grasa intramuscular.

Figura 2. Reporte emitido por el analizador InBody 720 a la conclusión del registro de la bioimpedancia corporal.



Debido al interés que ha cobrado en todas partes, el analizador InBody 720 estima el tamaño de la grasa visceral, y permite la comparación del valor obtenido con valores de referencia almacenados en el equipo. Se ha asegurado la elevada comparabilidad de los estimados de la grasa visceral obtenidos mediante BIE respecto de la tomografía computarizada como criterio independiente. Los valores del ACT y sus diferentes distribuciones pueden emplearse para el establecimiento de cuadros globales/segmentarios de edema. Los resultados obtenidos pueden ajustarse según el sexo y la edad del sujeto, y la estatura y el peso corriente, para una mejor interpretación de los resultados.

El analizador InBody 720 hace posible la inspección de los resultados acumulados en hasta 10 exámenes del mismo sujeto, a fin de establecer patrones temporales de comportamiento y evaluar el impacto de las terapias administradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM; *et al.* Bioelectrical impedance analysis- Part I: Review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004;23:1226-43.
2. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM; *et al.* Bioelectrical impedance analysis- Part II: Utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 2004;23:1430-53.
3. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases [Review]. *Sensors* 2014;14:10895-928. Disponible en: <http://doi:10.3390/s140610895>. Fecha de última visita: 7 de Febrero del 2019.