

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de la resistencia eléctrica en la estimación del agua corporal total y la masa libre de grasa

Influence of the electric resistance in the estimate of the total body water and the fat free mass

**MsC. Maraelys Morales González,^I MsC. Manuel Verdecia Jarque,^{II}
MsC. Tamara Rubio González,^{III} Dr.C. Luis Enrique Bergues Cabrales,^{IV}
MsC. Alcibíades Lara Lafargue^{IV} y Est. José Pablo Martínez Tassé^V**

^I Universidad de Oriente, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Farmacia, Santiago de Cuba, Cuba.

^{II} Hospital Infantil Sur, Santiago de Cuba, Cuba.

^{III} Dirección Municipal de Salud Pública, Santiago de Cuba, Cuba.

^{IV} Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

^V Universidad de Oriente, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Física, Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Se realizó un estudio transversal y controlado, a fin de evaluar la influencia de los valores no corregidos y corregidos de la resistencia eléctrica, medidos con los analizadores Bodystat® 1500-MDD y BioScan® 98 en el agua corporal total y la masa libre de grasa, de 31 sujetos aparentemente sanos y 31 niños con diferentes afecciones, atendidos en el Servicio de Oncohematología del Hospital Infantil Sur de Santiago de Cuba, desde septiembre hasta octubre del 2009. Se emplearon 2 ecuaciones por cada parámetro biológico, y como criterio estadístico la prueba t de student de 2 medias de muestras apareadas. La diferencia entre los valores no corregidos y corregidos de la resistencia eléctrica no influyó significativamente en los 2 parámetros biológicos; por tanto, es posible usarlos indistintamente para estimar el agua corporal total y la masa libre de grasa en individuos aparentemente sanos y pacientes con diferentes enfermedades.

Palabras clave: resistencia eléctrica, agua corporal total, masa libre de grasa, analizadores de bioimpedancia eléctrica, Servicio de Oncohematología, atención secundaria de salud.

ABSTRACT

A cross-sectional and controlled study was carried out, in order to evaluate the influence of the unadjusted and adjusted values of electric resistance, measured with the analyzers Bodystat® 1500-MDD and BioScan® 98 in the total body water and the fat free mass, of 31 apparently healthy persons and 31 children with different disorders, assisted in the Oncohematology Service of the Southern Pediatric Hospital in Santiago de Cuba, from September to October, 2009. Two equations were used for each biological parameter, and as statistical criterium the paired samples T test was used. The difference between the unadjusted and adjusted values of the electric

resistance didn't influence significantly in the 2 biological parameters; therefore, it is possible to use them indistinctly to estimate the total body water and the fat free mass in apparently healthy individuals and patients with different diseases.

Key words: electric resistance, total body mass, fat free mass, analyzers of electric bioimpedance, Oncohematology Service, secondary health care.

INTRODUCCIÓN

La bioimpedancia eléctrica (BIA) es un método indirecto que permite medir los parámetros bioeléctricos (resistencia eléctrica, R ; reactancia capacitiva, X_c ; módulo de impedancia eléctrica, $|Z|$; y ángulo de fase, θ) en sistemas biológicos, debido a la estrecha relación de estos con los parámetros biológicos (agua corporal total, ACT; masa libre de grasa, MLG; masa grasa y metabolismo basal, entre otros).¹⁻⁴

Entre las problemáticas más acuciantes en este campo de investigación figuran: necesidad de hacer comparables los diferentes analizadores BIA, mediante el uso de factores de corrección para R y X_c ; cómo los valores no corregidos y corregidos de R y X_c influyen en la estimación de los parámetros biológicos, tanto en sujetos aparentemente sanos como en enfermos con diferentes afecciones.

Lara *et al*⁵ demostraron que no existen diferencias significativas en los valores de R y X_c , obtenidos con el Bodystat® 1500-MDD y el BioScan® 98, cuando sus respectivos factores de corrección se introducen, no así cuando los mismos no se consideran; sin embargo, no evaluaron si la introducción o no de los factores de corrección para R y X_c influye en la estimación de diferentes parámetros biológicos mediante ecuaciones de estimación, lo cual puede ser relevante desde el punto de vista clínico.

Asimismo, la determinación de los parámetros biológicos antes citados en sujetos aparentemente sanos y enfermos requiere de técnicas sofisticadas invasivas y costosas, las cuales no pueden usarse en tiempo real; no obstante, se ha propuesto el método BIA para la estimación de los mismos, a partir de R y X_c , mediante ecuaciones de estimación. El conocimiento exacto o bastante aproximado de estos parámetros biológicos, en tiempo real, permite un mejor entendimiento de los mismos, cómo una determinada alteración en el organismo puede afectar a estos y la toma correcta de decisiones (diagnóstico y/o terapéutica).

Con este artículo se pretende conocer cómo influye R no corregido (R_{sc}) y corregido (R_c), obtenidos con el Bodystat® 1500-MDD y el BioScan® 98, en el ACT y la MLG, mediante el uso de 2 ecuaciones de estimación para cada uno de estos parámetros biológicos. El estudio se hace en 2 poblaciones: una adulta aparentemente sana y otra infanto-juvenil con diferentes afecciones.

MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal y controlado, a fin de evaluar la influencia de los valores no corregidos y corregidos de la resistencia eléctrica, medidos con los analizadores Bodystat® 1500-MDD y BioScan® 98 en el agua corporal total y la masa libre de grasa, de 31 sujetos aparentemente sanos y 31 niños con diferentes afecciones, atendidos en el Servicio de Oncohematología del Hospital Infantil Sur de Santiago de Cuba, desde septiembre hasta octubre del 2009.

En este estudio participaron investigadores del servicio antes citado, del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), de los departamentos de Farmacia y Física de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Oriente. Se garantizó el cumplimiento de la regla de las 3R (reducción, repetitividad y reproducibilidad), así como las buenas prácticas clínicas y médicas.

Tanto el interrogatorio como el examen físico fueron realizados por el personal paramédico, quienes además midieron la talla al 0,5 cm más cercano y el peso al 0,5 kg más cercano, en una balanza SMIC "Health Scale" de fabricación china, que posee un margen de error de $\pm 0,1$ cm y $\pm 0,5$ kg, respectivamente. Un solo operario se entrenó para efectuar todas las mediciones con ambos equipos.

El estudio fue aprobado por el Consejo Científico y Comité de Ética del Hospital Pediátrico Sur Docente, así como por el Instituto Superior de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. La misma se realizó teniendo en cuenta las normas éticas de la Declaración de Helsinki.⁶ Previamente a las mediciones, cada sujeto estuvo de acuerdo y firmó el consentimiento informado, mediante el cual se le dieron a conocer los objetivos y fines de esta investigación. En el caso de los niños, el padre (o tutor) firmó dicho consentimiento. Además, se le orientó a los sujetos que debían estar en ayuno (2 horas como mínimo) previo a las mediciones, con la vejiga vacía y sin practicar ningún ejercicio físico en las 12 horas anteriores.

Los analizadores BIA utilizados fueron el Bodystat[®] 1500-MDD y BioScan[®] 98, con amplitudes de la corriente de salida y frecuencias usadas de 800 μ A y 50 kHz, respectivamente. Igualmente, los factores de corrección introducidos al Bodystat[®] 1500-MDD fueron -3Ω para R y $+9 \Omega$ para Xc, mientras que para el BioScan[®] 98 eran de 14,7 y 22 Ω para R y Xc, respectivamente.⁵ Estos 2 analizadores BIA se calibraron con sus respectivos calibradores al inicio, en el medio y al final de las mediciones, en cada tipo de población estudiada.

Como criterios de inclusión se tomaron la voluntariedad de participar en la investigación clínica y los sujetos entre 2 y 80 años. Se excluyeron los individuos con amputaciones, que no desearon participar en el estudio y tuvieron enfermedades generalizadas de la piel, infecciones graves, así como trastornos de los líquidos corporales.

Las mediciones de R_{sc} se realizaron en 31 adultos aparentemente sanos (14 hombres y 18 mujeres, entre 19 y 65 años de edad) y 31 infanto-juveniles con diferentes afecciones (18 varones y 14 hembras, entre 3 y 15 años de edad), en horas de la mañana, en un local a temperatura ambiente (30 ± 2 °C) y humedad ambiental entre 60 y 65 %, libre de equipos generadores de campo y radiaciones electromagnéticas (ambiente neutro). Estos 2 tipos de poblaciones de estudio, caracterizadas por diferentes edades, tallas, sexos, pesos y colores de la piel, se seleccionaron a expreso para evaluar, en condiciones de gran variabilidad, cómo los valores de R_{sc} y R_c afectaban al ACT y la MLG.

Se colocaron los pacientes (sin prendas), en decúbito supino, sin almohada bajo la cabeza, con los brazos separados 30° del tórax y las piernas separadas en ángulo de 45° sin contacto entre ellas, sobre una superficie no conductora, por lo menos 5 a 10 minutos, para distribuir de forma homogénea los fluidos corporales. El tiempo de medición fue de 2 minutos.

El método ipsolateral derecho (brazo derecho/pierna derecha) se tuvo en cuenta para el posicionamiento de los electrodos; el método tetrapolar se utilizó para minimizar la impedancia por contacto entre la piel y los electrodos.^{5,7-10} Los electrodos de Plata/Cloruro de Plata (Ag/AgCl) se ubicaron cuidadosamente en la piel, luego de limpiarla con alcohol a 70 % y los electrodos de inyección se situaron en posición medial de las superficies dorsales de las manos y de los pies, próximas a la tercera articulación metacarpo y metatarsofalángicas. Los electrodos detectores se colocaron entre las epífisis distales del radio y del cúbito, al nivel de la eminencia pisciforme, así como en el punto medio entre ambos maléolos, respectivamente. La distancia entre los electrodos inyectoros y detectores fue de 5 cm. En la prominencia pisiforme de la muñeca, así como entre el maléolo medial y lateral del tobillo se aplicaron 2 electrodos sensores, posición que, a partir de ese momento, se denominó estándar.

También, en este trabajo se emplearon 2 ecuaciones de estimación para el ACT y 2 para la MLG, a fin de conocer cómo estos parámetros se afectaban cuando se consideraban los valores de R_{sc} y R_c , estimados con el Bodystat® 1500-MDD y BioScan® 98. Las ecuaciones de estimación para el ACT son las siguientes: ecuaciones (1)¹¹ y (2);¹² para la MLG: ecuaciones (3)¹³ y (4).¹⁴

$$ACT = \frac{T^2}{|Z|} \quad (1)$$

$$ACT = 7,0 + 0,42836 \frac{T^2}{R} \quad (2)$$

$$MLG = 6,39 + 0,81 \frac{T^2}{R} \quad \text{para 19-50 años} \quad (3)$$

$$MLG = \begin{cases} 4,83 + 0,64 \frac{T^2}{R} & \text{para } < 10 \text{ años} \\ 0,83 + 4,43 \frac{T^2}{R} & \text{para 10-16 años} \\ 4,91 + 0,77 \frac{T^2}{R} & \text{para 17-83 años} \end{cases} \quad (4)$$

Donde T (en cm), $|Z|$ (en Ω), R (en Ω) son la talla del sujeto, el módulo de impedancia y la resistencia eléctrica, respectivamente.

Los resultados se expresaron como media y desviación estándar (error estándar de la media). Las diferencias entre el ACT y la MLG para los valores de R_{sc} y R_c , con ambos analizadores BIA, se evaluaron con la prueba t-student de muestras pareadas, para un nivel de significación de 5 %.

Toda la información que se refirió al sujeto, aunque pudo ser revisada por otros investigadores, autoridades hospitalarias y regulatorias estatales o quienes estas designaran, no se publicó en ningún caso. Su identidad no fue revelada en ninguna publicación científica. La información se conservará durante 15 años por el Grupo Cubano de Bioelectricidad.

Para el procesamiento de la información se creó una planilla de recolección de datos y luego se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel. Todos los análisis

estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SPSS para Windows®, versión 11.5.1. (SPSS Inc.) (2002).

RESULTADOS

La tabla 1 muestra que no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las ACT cuando se consideraron en sus ecuaciones de estimación: 1) los valores de R_{sc} obtenidos con ambos analizadores BIA, con el tipo de ecuación y población fijos; 2) los valores de R_c que se introdujeron a ambos equipos, para los tipos de ecuación y población de estudio constantes; y 3) los valores de R_{sc} y R_c , para cada tipo de analizador, ecuación y población de estudio. También, existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las ACT estimadas con las ecuaciones (1 y 2), para cada tipo de analizador BIA y población de estudio.

Si se introducen los valores de R_{sc} y R_c en las ecuaciones (1 y 2) resulta que las máximas diferencias entre las ACT ($\Delta ACT = |ACT(R_c) - ACT(R_{sc})|$) son 0,21 y 1,89 L, cuando se usan el Bodystat® 1500-MDD y BioScan® 98, en la población adulta aparentemente sana, respectivamente. Para la población infanto-juvenil estas respectivas diferencias máximas fueron 0,09 y 0,68 L.

Tabla 1. Media \pm desviación estándar (error estándar de la media) del agua corporal total estimada a partir de los valores no corregidos y corregidos de resistencia eléctrica para cada analizador BIA y tipo de población

		Agua corporal total (L) en 2 tipos de poblaciones			
Equipos	R	Adulta aparentemente sana		Infanto-juvenil con diferentes afecciones	
		Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 1	Ecuación 2
		$\bar{X} \pm DE(EEM)$	$\bar{X} \pm DE(EEM)$	$\bar{X} \pm DE(EEM)$	$\bar{X} \pm DE(EEM)$
A	R_{sc}	53,19 \pm 16,08 (2,89)	38,06 \pm 9,99 (1,79)	26,70 \pm 13,42 (2,41)	19,37 \pm 8,89 (1,60)
	R_c	53,40 \pm 16,18 (2,91)	38,25 \pm 10,08 (1,81)	26,79 \pm 13,47 (2,42)	19,44 \pm 8,94 (1,61)
B	R_{sc}	52,32 \pm 16,29 (2,93)	37,75 \pm 10,17 (1,83)	25,68 \pm 12,98 (2,33)	18,93 \pm 8,62 (1,55)
	R_c	50,43 \pm 15,26 (2,741)	36,88 \pm 9,70 (1,74)	25,00 \pm 12,55 (2,56)	18,61 \pm 8,43 (1,51)

Equipo A: analizador Bodystat® 1500-MDD

Equipo B: analizador BioScan® 98

R: resistencia eléctrica. R_{sc} : valor de R no corregido. R_c : valor de R corregido. \bar{X} , DE y EEM son el valor medio, la desviación estándar y el error estándar de la media del ACT, respectivamente.

Obsérvese en la tabla 2 la no existencia de diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las MLG cuando se consideran en sus ecuaciones de estimación: 1) los valores de R_{sc} obtenidos con ambos analizadores, con el tipo de ecuación y población fijos; 2) los

valores R_c que se introducen a ambos equipos, para los tipos de ecuación y población de estudio constantes; y 3) los valores R_{sc} y R_c , para cada tipo de analizador BIA, ecuación y población de estudio. También, existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las MLG estimadas con las ecuaciones (3 y 4), para cada tipo de analizador y población de estudio.

Tabla 2. Media \pm desviación estándar (error estándar de la media) de la masa libre de grasa estimada a partir de los valores no corregidos y corregidos de resistencia eléctrica y reactancia capacitiva para cada analizador BIA y tipo de población

Equipos	R	Masa libre de grasa (MLG) en dos tipos de poblaciones			
		Adulta aparentemente sana		Infanto-juvenil con diferentes afecciones	
		Ecuación 3	Ecuación 4	Ecuación 3	Ecuación 4
		$\bar{X} \pm DE(EEM)$	$\bar{X} \pm DE(EEM)$	$\bar{X} \pm DE(EEM)$	$\bar{X} \pm DE(EEM)$
A	R_{sc}	46,13 \pm 12,50 (2,23)	49,57 \pm 12,87 (1,79)	24,22 \pm 12,00 (2,16)	25,57 \pm 11,56 (2,08)
	R_c	46,39 \pm 12,64 (2,27)	50,00 \pm 13,09 (2,35)	24,31 \pm 12,09 (2,17)	26,52 \pm 11,61 (2,09)
B	R_{sc}	45,69 \pm 12,77 (2,29)	49,74 \pm 7,84 (1,41)	23,66 \pm 11,59 (2,08)	30,28 \pm 13,44 (2,41)
	R_c	44,49 \pm 12,12 (2,18)	48,60 \pm 12,91 (2,32)	23,26 \pm 11,32 (2,03)	31,96 \pm 13,28 (2,39)

Equipo A: analizador Bodystat® 1500-MDD

Equipo B: analizador BioScan® 98.

R: resistencia eléctrica. R_{sc} : valor de R sin corregir. R_c : valor de R corregido. \bar{X} , DE y EEM son el valor medio, la desviación estándar y el error estándar de la media de la MLG, respectivamente.

Si se introducen los valores de R_{sc} y R_c en las ecuaciones (3 y 4) resulta que las máximas diferencias entre las MLG ($\Delta MLG = |MLG(R_c) - MLG(R_{sc})|$) son 0,43 y 1,20 kg, cuando se usan el Bodystat® 1500-MDD y BioScan® 98, en la población adulta aparentemente sana, respectivamente. Para la población infanto-juvenil estas respectivas diferencias máximas fueron 0,95 y 1,68 kg, cuando estos 2 equipos se usaron, respectivamente.

Las tablas 1 y 2 evidencian la existencia de diferencias altamente significativas ($p < 0,02$) entre las ecuaciones (1, 2) y (3, 4); con los tipos de analizador BIA, población de estudio y el estatus de R (corregido o no) fijos. También, estas diferencias son altamente significativas ($p < 0,02$) cuando se comparan el ACT y la MLG entre las 2 poblaciones de estudio, para cada analizador y tipo de ecuación.

DISCUSIÓN

En un estudio previo⁵ se demostró que el Bodystat® 1500-MDD y el BioScan® 98 se pueden usar indistintamente para la caracterización bioeléctrica de sujetos aparentemente sanos y de enfermos con diferentes afecciones si sus respectivos factores de corrección para R y X_c se introducen a ambos equipos. Aunque los valores de R_{sc} y R_c , para cada analizador BIA, difieren significativamente desde el punto de vista estadístico. En este artículo se demostró que los mismos no conducen a diferencias significativas en los valores del ACT (estimados con las ecuaciones (1 y 2) y la MLG (estimados con las ecuaciones (3 y 4)), independientemente del tipo de poblaciones de estudio, analizador BIA y ecuación.

Los resultados de esta investigación también evidencian que las diferencias máximas del ΔACT y la ΔMLG no tienen significación en los órdenes biofísico y clínico cuando se usa el Bodystat® 1500-MDD; sin embargo, se debe tener cuidado en la interpretación del ACT cuando se usa el BioScan® 98. No obstante, para las diferencias obtenidas con este último analizador BIA no es relevante si se tiene en cuenta la marcada heterogeneidad de las poblaciones de estudio, las cuales se seleccionaron intencionalmente para evaluar dichas significaciones en condiciones extremas de gran variabilidad. Estas diferencias se pueden disminuir si se hace un estudio más fino, por grupo etario, sexo y tipo de afección. A pesar de esto, las diferencias máximas del ACT y la MLG, tanto en los órdenes biofísico como clínico, sugieren que ambos analizadores pueden usarse indistintamente, en una buena aproximación, para la estimación de estos 2 parámetros biológicos, sin distinción del uso del valor de R_{sc} o R_c .

Si las discrepancias entre los valores de R_{sc} y R_c traen consigo diferencias significativas en el ACT y la MLG, desde los puntos de vistas biofísico y clínico, entonces se tiene que introducir los valores de R_c , obtenidos con cada analizador BIA, en las ecuaciones de estimación del ACT y la MLG. Esto se debe tener en cuenta porque las estimaciones de estos 2 parámetros biológicos, por el método BIA, es doblemente indirecto. Resulta importante señalar que lo discutido para R se debe tener en cuenta para los valores corregidos de X_c en el caso que la ecuación de estimación para la MLG dependa de este parámetro bioeléctrico.

Lo mostrado anteriormente es de gran interés para este campo de investigación, puesto que las diferencias significativas entre los valores de R_{sc} y R_c no necesariamente conducen a variaciones significativas en las estimaciones del ACT y la MLG, lo cual puede sugerir que las diferencias entre los valores de R_{sc} y R_c son una condición suficiente pero no necesaria, por lo que se recomienda que en la estimación de cada parámetro biológico se tengan en cuenta los valores no corregidos y corregidos de R y X_c , para cada tipo de analizador BIA.

Por otra parte, las diferencias significativas notificadas entre las ecuaciones (1 y 2), así como las ecuaciones (3 y 4), con el tipo de analizador, población de estudio y estatus de R fijos, pueden explicarse porque las mismas han sido establecidas para poblaciones de sujetos aparentemente sanos con disímiles características antropológicas, las cuales son diferentes a las de la población de Santiago de Cuba.⁷⁻¹⁰ Consecuentemente, el análisis de los valores del ACT y la MLG estimados con estas ecuaciones y otras pueden conducir a estimaciones e interpretaciones falsas de los resultados en sujetos aparentemente sanos y enfermos con diferentes afecciones en la población de esta provincia.

Lo expuesto anteriormente se tuvo en cuenta para conocer si estas ecuaciones se debían usar para estimar el ACT y la MLG en la población cubana, en particular la de Santiago de Cuba, para lo cual se compararon los valores de estos parámetros obtenidos con cada una de las ecuaciones de estimación, para el ACT y la MLG, con los de referencia, establecidos en la clínica y obtenidos por el método antropométrico. Estas comparaciones tienen que hacerse en el mismo individuo, con la finalidad de conocer cuál es la ecuación que mejor estima a cada parámetro biológico y si las diferencias poseen significación en los órdenes biofísico-clínico. Si de estas comparaciones resultan diferencias significativas, entonces es necesario el establecimiento de las ecuaciones para estimar el ACT y la MLG en la población cubana, en particular la de Santiago de Cuba, tanto para sujetos aparentemente sanos como para individuos con diferentes afecciones. En el futuro deberán realizarse otros trabajos para abordar profundamente estos aspectos, los cuales requerirán de un análisis por separado.

Este estudio sugiere que los esfuerzos en el tema de bioimpedancia eléctrica no solo deben dirigirse a la comparación entre los analizadores BIA existentes sino a la evaluación de la significación, en los órdenes biofísico y clínico, de las diferencias de los valores de R_{sc} y R_c en la estimación de los parámetros bioeléctricos y biológicos, tanto en sujetos aparentemente sanos como en individuos con diferentes tipos de afecciones. Esta afirmación es de vital trascendencia porque el método BIA, que es indirecto, puede convertirse en una opción robusta para la estimación de estos parámetros, los cuales pueden ser relevantes para el diagnóstico, pronóstico y la selección adecuada de una terapia. Esto último es importante, fundamentalmente para individuos enfermos, en concordancia con trabajos notificados en la bibliografía consultada.¹⁵⁻¹⁹

Finalmente se concluye que las diferencias en los valores no corregidos y corregidos de la resistencia eléctrica, obtenidos con el Bodystat® 1500-MDD y el BioScan®98, no inducen diferencias significativas, en los órdenes estadístico y biofísico-clínico, en el agua corporal total y la masa libre de grasa en adultos aparentemente sanos y en niños infanto-juvenil con diferentes afecciones; por tanto, estos valores de resistencia eléctrica y ambos analizadores pueden usarse indistintamente para la estimación de estos 2 parámetros biológicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Antonio Gómez Yépez (Grupo de Terapia Metabólica, Veracruz, México) y Dr. Xavier Rosell (Universidad Politécnica de Cataluña, España) por las donaciones del Bodystat® 1500-MDD y BioScan®98, respectivamente. También, se desea agradecer la valiosa ayuda de las enfermeras del Servicio de Oncopediatría del hospital Infantil Sur y a los miembros del Grupo de Bioelectricidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sonati J, Modeneze D, Vilarta R. Body weight as an indicator of fat-free man in active elderly women. *Ther Apher Dial*. 2011;15:58-65.
2. Sánchez Jaeger A, Barón MA. Uso de la Bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. *An Venez Nutr*. 2009;22(2):105-10.

3. Ros Nogales R, Manso Gil MT, Palacios García G, Rodríguez Peña J. Bioimpedancia vectorial y espectroscópica: valoración del estado de hidratación con ambos métodos en hemodiálisis. *Enferm Nefrol.* 2013;16(1):7-14.
4. Bioelectric impedance measurement for fluid status assessment. *Contrib Nephrol.* 2010;164:143-52.
5. Lara Lafargue A, Bergues Cabrales LE, Verdecia Jarque M, Laurencio Martínez Y, Ortega Díaz Y. Parámetros bioeléctricos *in vitro* e *in vivo*, estimados con los analizadores Bodystat® 1500-MDD y BioScan® 98. *MEDISAN.* 2013 [citado 8 Sep 2013];17(9). Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol17_9_13/san01_179.htm
6. Willian JR. The Declaration of Helsikin and public health. *Bulletin of the World Health Organization.* 2008 [citado 10 Mar 2013];86(8). Disponible en: <http://www.who.int/bulletin/volumes/86/8/08-050955/en/>
7. Oshima Y, Shiga T, Namba H, Kuno S. Estimation of whole-body skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis in the standing position. *Obesity Research & Clinical Practice.* 2010;4(1):e1-e7.
8. Murphy A, White M, Davies P. Body composition of children with cancer. *AM J Clin Nutr.* 2010;92(1):55-60.
9. Valenzuela Landaeta K, Rojas P, Basfi fer K. Evaluación nutricional del paciente con cáncer. *Nutr Hosp.* 2012;27(2):516-23.
10. Rieken R, Calis EA, Tibboel D, Evenhuis HM, Penning C. Validation of skinfold measurements and bioelectrical impedance analysis in children with severe cerebral palsy: A review. *Clin Nutr.* 2010;29(2):217-21.
11. Valentinuzzi M. Bioelectrical impedance techniques in medicines. Part I: Bioimpedance Measurement. First Section: General Concepts. *Critical Reviews in Biomedical Engineering.* 1996;24:223-55.
12. Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J Am Coll Nutr.* 1992;11(2):199-209.
13. Shafer KJ, Siders WA, Johnson LK, Lukaski HC. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. *Nutrition.* 2009;25(1):25-32.
14. 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(5):1226-43.
15. Cigarrán Guldrís S. Aplicaciones futuras de la bioimpedancia vectorial (BIVA) en nefrología. *Nefrología.* 2011;31(6):6-10.
16. López Gómez JM. Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. *Nefrología.* 2011;31(6):630-4.

17. Alvero Cruz JR, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzañido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deporte. 2011;4(4):167-74.
18. Corovic S, Lackovic I, Sustaric P, Sustar T, Rodic T, Miklavcic D. Modeling of electric field distribution in tissues during electroporation. Biomed Eng Online. 2013;12:16.
19. Ciria HMC, González MM, Zamora LO, Cabrales LEB, Palencia FS, González GVS, et al. Antitumor effects of electrochemical treatment. Chin J Cancer Res. 2013;25:223-34.

Recibido: 10 de junio del 2013.

Aprobado: 15 de junio del 2013.

Maraelys Morales González. Avenida de las Américas s/n, Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: berguesc@yahoo.com