

Modificación del volumen de los compartimientos líquidos corporales en pacientes tratados con cirugía correctora por cardiopatía isquémica

Volume modification of body fluids compartments in patients treated with corrective surgery due to ischemic heart disease

Dra. Ana Ibis Núñez Bouron,^I Ing. Alcibíades Lara Lafargue,^{II} Dr. Raúl Rizo Rodríguez,^I Dra. Marcia Evia Mesa Díaz^I y Lic. Ricardo García Álvarez^I

^I Facultad No. 1 de Ciencias Médicas, Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba, Cuba.

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

RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo de 36 pacientes del sexo masculino con cardiopatía isquémica, intervenidos mediante cirugía correctora sin circulación extracorpórea en el Centro Territorial de Cirugía Cardiovascular de Santiago de Cuba, durante el primer cuatrimestre de 2010, a fin de identificar las modificaciones del vector de impedancia ante cambios del volumen del agua corporal por estrés quirúrgico en comparación con una población de referencia, para lo cual se utilizó el método de bioimpedancia eléctrica a 50 kHz. En la serie se apreciaron diferencias significativas en el eje mayor de las elipses de tolerancia (asociado al estado de hidratación) y en el eje menor (asociado a cambios de estructura), y la distribución del agua fue significativamente diferente entre la población de referencia y los pacientes en los estados preoperatorio y posoperatorio. Pudo concluirse que el método del análisis vectorial por bioimpedancia resulta útil para detectar las modificaciones del volumen de agua corporal provocadas por el estrés quirúrgico.

Palabras clave: cardiopatía isquémica, vector de impedancia, ángulo de fase, volúmenes hídricos.

ABSTRACT

A descriptive, longitudinal and prospective study of 36 patients of the male sex with ischemic heart disease was carried out. They were surgically treated by means of corrective surgery without extracorporeal circulation in the Territorial Center of Cardiovascular Surgery in Santiago de Cuba, during the first quarter of 2010, in order to identify the modifications of the impedance vector because of volume changes in body water due to surgical stress in comparison with a reference population, for which the electric bioimpedance method was used at 50 kHz. In the series significant differences in the highest axis of the tolerance ellipses were seen (associated to the hydration state) and in the smallest axis (associated to structure changes), and the distribution of water was significantly different between the reference population and the patients in the preoperative and postoperative conditions. It was concluded that the method of the vectorial analysis through bioimpedance is useful to detect the volume modifications of the body water caused by surgical stress.

Key words: ischemic heart disease, impedance vector, phase angle, water volumes.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares constituyen una de las principales causas de muerte a nivel mundial y la segunda causa de fallecimientos en Cuba, donde la cardiopatía isquémica es la que presenta una mayor tasa de mortalidad (212,6 por cada 100 000 habitantes).¹

Por otra parte, el tratamiento quirúrgico resulta en un estrés para el paciente, lo que provoca modificaciones de los sistemas nervioso y endocrino, con cambios metabólicos que repercuten en el organismo; igualmente, ocasiona un balance nutricional negativo debido al aumento de las exigencias energéticas y somáticas, además de los cambios en la alimentación, propia de los períodos preoperatorio y posoperatorio inmediatos.² La mayor repercusión de estos cambios se observa en el líquido extracelular, donde tienen lugar los procesos de regulación homeostáticos que se reflejan de inmediato en la composición química y fisicoquímica del plasma sanguíneo circulante.^{2,3}

Conocer las variaciones en el estado de hidratación del organismo resulta necesario para mantener una regulación racional de los líquidos y optimizar los regímenes medicamentosos y nutricionales; se sabe que la medición de los compartimientos líquidos del cuerpo en la práctica médica resulta difícil por los métodos tradicionales.² Sin embargo, el método de la bioimpedancia eléctrica constituye una herramienta de fácil aplicación al ser simple en su ejecución en cualquier contexto clínico, desde la consulta hasta la unidad de terapia intensiva, pues es reproducible, no invasivo, barato, apto para la rutina médica, además de ser utilizable a la cabecera del paciente y ofrecer resultados inmediatos.^{4,5} Este permite diferenciar los cambios resultantes de los ajustes fisiológicos en los volúmenes de los compartimientos líquidos corporales presentes en los pacientes tratados quirúrgicamente antes y después del procedimiento.

Mediante la técnica del análisis vectorial por bioimpedancia o BIVA (siglas del inglés *Bioelectrical Impedance Vector Analysis*) es posible conseguir una valoración semicuantitativa (escala de percentiles) del estado de hidratación de un sujeto en cualquier condición clínica, confrontando el vector impedancia medio con la variabilidad de una población de referencia, descrita por elipses de tolerancia específicas por género.⁶⁻⁸ Aunque algunos autores hacen referencia a la raza como un elemento a tener en cuenta en la medición de las elipses, en estudios realizados en una población de referencia en la provincia de Santiago de Cuba no se notificaron diferencias significativas a causa del mestizaje existente en esta.^{7,9} Este método posee la ventaja de que no necesita tomar ningún modelo de composición corporal o de hidratación y es independiente del peso corporal.

Se considera de interés la utilización de este método para valorar los cambios de hidratación en estos pacientes antes de la convalecencia posquirúrgica y durante esta, lo cual podría servir de base para investigaciones ulteriores, dirigidas a correlacionar las modificaciones encontradas con la evolución posoperatoria.

El propósito de esta investigación fue identificar las modificaciones del vector de impedancia (IZI) ante cambios del agua corporal total y su distribución en pacientes con cardiopatía isquémica, antes y después de ser tratados con cirugía correctora sin circulación extracorpórea, tomando como referencia las elipses de tolerancia de una población supuestamente sana del sexo masculino.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo, cuyo universo estuvo conformado por los pacientes con cardiopatía isquémica del sexo masculino tratados con cirugía correctora sin circulación extracorpórea (SEC) en el Centro Territorial de Cirugía Cardiovascular de Santiago de Cuba, durante el primer cuatrimestre de 2010; del cual se tomó una muestra de 36 pacientes de 40 y más años de edad, que no presentaron los criterios de exclusión establecidos.

- Criterios de exclusión

Fueron excluidos los que padecían afecciones generalizadas del sistema nervioso (accidentes vasculares encefálicos, afecciones neuromusculares) o de la piel, los que presentaban alteraciones de la geometría corporal como amputaciones (excepto los dedos de las manos o los pies) o malformaciones, los portadores de articulaciones metálicas u otro tipo de objetos metálicos en el cuerpo (férulas coronarias o material de sutura metálica), o los que tenían implantados dispositivos electrónicos (marcapasos o desfibriladores automáticos).

La población de referencia estuvo constituida por 552 individuos del sexo masculino, de 40 y más años de edad, supuestamente sanos, para lo cual fue aplicada una selección aleatoria estratificada a sujetos del mismo grupo de edad y sexo, procedentes de centros de trabajo y casas de abuelos.

Cabe señalar que durante la realización del estudio se tuvieron en cuenta las regulaciones establecidas para las investigaciones con seres humanos según la Declaración de Helsinki y el reglamento de la Ley General de Salud del Ministerio de Salud Pública de Cuba. Se contó con la aprobación previa de los comités de ética y los consejos científicos del Centro Territorial de Cirugía Cardiovascular, la Universidad de Ciencias Médicas y el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Asimismo se obtuvo por escrito el consentimiento informado de todos los participantes, a quienes se les explicaron los objetivos y en qué consistiría la investigación, su importancia, la ausencia de riesgo durante su desarrollo, además de la plena libertad de aceptar o no, así como el derecho de dejarla cuando lo entendieran pertinente.

- Técnica de medida

Las mediciones en la población de referencia se realizaron en horas de la mañana por un personal entrenado, en un local climatizado a 23 °C y con una humedad ambiental de 60-65 %. Los participantes debían estar en condiciones de ayuno previo (2 horas como mínimo), la vejiga vacía y sin haber realizado ejercicio físico ni haber consumido bebidas alcohólicas en las 12 horas previas a la realización de la prueba. Luego de dar su consentimiento, un personal médico les realizó un interrogatorio y un examen físico, donde fueron seleccionados solo aquellos supuestamente sanos.

A los pacientes se les efectuó una primera medición el día de la operación, previa al acto quirúrgico, entre las 6:30 a.m. y 7:00 a.m., quienes debían estar en ayunas desde las 9:00 p.m. del día anterior y con la vejiga vacía. La segunda medición se efectuó al séptimo día de la intervención. Las condiciones del local fueron similares a las existentes para la población de referencia. En ambos grupos se midió la talla y el peso corporal con un margen de error de 0,5 cm y 0,5 kg, respectivamente, con el empleo de una balanza china, modelo SECA SC, bien equilibrada y con tallímetro acoplado. Con los resultados del peso y la talla se calculó el índice de masa corporal ($IMC = \text{kg}/\text{talla}^2$ en metros).

Para medir los parámetros bioeléctricos (R), la reactancia capacitiva (Xc), la impedancia (|Z|) en ohm (Ω) y el ángulo de fase en grados (AF); se utilizó un equipo BioScan 98, el cual fue calibrado diariamente al inicio y al finalizar las mediciones con un dispositivo de valores eléctricos conocidos (phantom) para un error de lectura de $\pm 1\%$. El BioScan emite una corriente alterna de valor efectivo de 800 μA a una frecuencia de 50 kHz a través de los electrodos distales, en tanto la caída del voltaje (V) se detectó por los electrodos sensores proximales. Los parámetros bioeléctricos se obtuvieron de acuerdo con la ley de Ohm.

Los registros se realizaron en la posición de decúbito supino, sin almohada bajo la cabeza, sobre una superficie no conductora, con los brazos separados del tórax y las piernas sin contacto entre ellas. A los pacientes obesos se les colocó un paño no conductor entre los muslos; los electrodos se colocaron después de limpiar la piel con alcohol y se ubicaron según el método tetrapolar ipsilateral derecho. La técnica de registro se correspondió con lo recomendado por la *National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement* (1994).

En el BIVA vectorial (*Bioelectrical Impedance Vector Analysis*) las dos medidas: resistencia y reactancia, conseguidas por el analizador de bioimpedancia eléctrica (BIE), son consideradas simultáneamente como miembros del vector impedancia. El vector de un nuevo sujeto, estandarizado por la estatura, es confrontado por vía gráfica (grafo RXc), con la distribución de los vectores de la población sana de referencia.^{6,7} Para estimar el agua corporal total (ACT), su distribución (agua intracelular (AIC) y el agua extracelular (AEC)) se utilizaron las ecuaciones de Kotler.¹⁰

Los vectores fueron analizados mediante el test T^2 de Hotelling y el análisis univariado (test F). El nivel de significación considerado fue $p < 0,05$. Las variables cuantitativas se resumieron mediante la media aritmética y la desviación estándar. Las comparaciones entre las medias aritméticas con el grupo de referencia se realizaron a través del test de la t de Student para muestras independientes y la comparación de los grupos en los períodos preoperatorio y el posoperatorio se establecieron mediante dicho test para muestras relacionadas. Se consideró significativo cuando $p < 0,05$. En el análisis estadístico se empleó el paquete SPSS versión 22.0.

RESULTADOS

Los pacientes con enfermedad coronaria presentaron un índice de masa corporal superior a la población de referencia y este disminuyó 7 días después de ser intervenidos quirúrgicamente (tabla 1); sin embargo, no existieron diferencias significativas entre los grupos estudiados (población de referencia y los pacientes en el período preoperatorio $p=0,305$, los estados preoperatorio y posoperatorio $p=0,650$, entre la población de referencia y los pacientes en el período posoperatorio $p=0,650$).

Tabla 1. Promedio de edad y variables antropométricas en pacientes en períodos preoperatorio, posoperatorio y la población de referencia

| Variables | Referencia | Período preoperatorio | Período posoperatorio |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| | n=552 X \pm DS | n=36 X \pm DS | n=36 X \pm DS |
| Edad | 53,5 \pm 12,6 | 57,7 \pm 7,1 | 57,7 \pm 7,1 |
| Peso (kg) | 70,4 \pm 12,7 | 73,5 \pm 11,3 | 72,5 \pm 11,5 |
| Talla (cm) | 169,3 \pm 7,5 | 170,6 \pm 5,9 | 170,6 \pm 5,9 |
| IMC (kg/m ²) | 24,5 \pm 3,9 | 25,2 \pm 3,4 | 24,8 \pm 3,3 |

No se encontró diferencia estadísticamente significativa alguna entre la población de referencia y los pacientes con enfermedad coronaria durante el estado preoperatorio en relación con el ángulo de fase (tabla 2). Sin embargo, se pudo observar como el AF disminuyó significativamente después del tratamiento quirúrgico.

El vector de impedancia resultó significativamente mayor en los pacientes con cardiopatías isquémicas durante el período preoperatorio al compararlo con la población de referencia; la intervención quirúrgica acortó el vector de forma significativa. No se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$) con la población de referencia 7 días después de operados.

Al comparar los resultados de las estimaciones de agua y su distribución entre la población de referencia y los pacientes con enfermedad coronaria durante el estado preoperatorio, los últimos mostraron valores inferiores. Después de operados se produjo un incremento del ACT, AEC y de la relación AEC/AIC. No hubo diferencias en el ACT entre la referencia y a los 7 días de operados; sin embargo, la distribución varió, con un aumento del AEC en los operados, mientras que la población de referencia poseía valores superiores de AIC.

Tabla 2. Valores medios de parámetros bioeléctricos y agua corporal total y su distribución en los períodos preoperatorio, posoperatorio y en población de referencia

| Variable | A | B | C | p | p | p |
|----------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|
| | Referencia n=552 | Período preoperatorio n=36 | Período posoperatorio n=36 | A/B | B/C | A/C |
| | X ± DS | X ± DS | X ± DS | | | |
| Fase (°) | 6,4 ± 0,8 | 6,5 ± 0,9* | 5,4 ± 0,8 | 0,467 | 0,000 | 0,000 |
| Impedancia (Ω) | 501,3 ± 67,0 | 547,4 ± 60,7 | 485,4 ± 69,2 | 0,000 | 0,000 | 0,168 |
| ACT (%) | 59,5 ± 3,2 | 56,8 ± 3,2 | 59,9 ± 3,3 | 0,000 | 0,000 | 0,540 |
| AIC (%) | 32,4 ± 2,6 | 30,9 ± 2,2 | 30,8 ± 2,5 | 0,001 | 0,850 | 0,000 |
| AEC (%) | 27,0 ± 1,8 | 25,8 ± 2,6 | 29,0 ± 2,5 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| AEC/AIC | 0,8 ± 0,1 | 0,8 ± 0,1 | 0,9 ± 0,1 | 0,850 | 0,000 | 0,000 |

En la figura se observa la comparación de los pacientes en los diferentes momentos del estudio (período preoperatorio y a los 7 días de operados) con la población de referencia del mismo sexo; se aprecia un acortamiento del vector de impedancia en el eje mayor y una disminución del AF, provocados por la operación; obsérvese que el vector disminuye en magnitud e inclinación (las elipses verde, roja y negra representan 50, 75 y 95 percentiles, respectivamente, de la población de referencia).

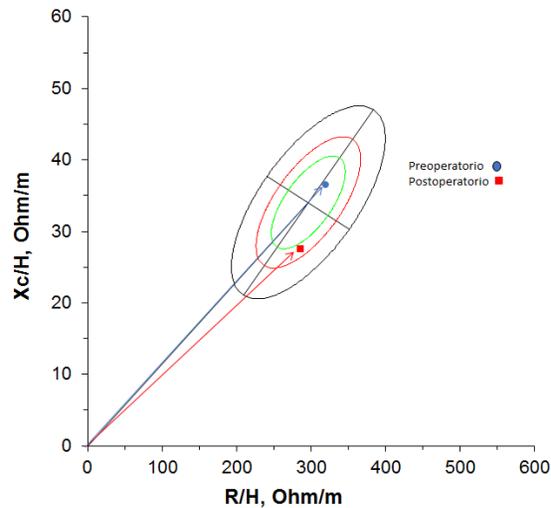


Fig. Vector de impedancia de los pacientes con cardiopatía isquémica en los estados preoperatorio y posoperatorio según las elipses de la población de referencia.

DISCUSIÓN

La utilización del método de las elipses de tolerancia en el ámbito médico ha ido ganando en aceptación, puesto que no se emplean las ecuaciones de predicción confeccionadas con una muestra de sujetos sanos, donde se corre el riesgo de no tomar en cuenta que las enfermedades pueden modificar la composición corporal;¹¹ sin embargo, en estos pacientes las estimaciones de agua corporal y su distribución concuerdan con lo obtenido a través del método de las elipses y con lo esperado desde el punto de vista fisiológico. En resumen el método de BIE con el empleo de ecuaciones de estimación y el vector de impedancia coincidieron en los resultados de esta investigación, lo cual no siempre sucede así en todas las variables de la composición corporal, ni en relación con otras enfermedades.

Los pacientes con cardiopatía isquémica presentaban sobrepeso; este factor les predispone a padecer la enfermedad, debido a que favorece el aumento del colesterol y las dislipoproteinemias; aunque algunos autores tienen en cuenta otras causas tales como la disfunción endotelial, el aumento del tono simpático, el perfil lipídico aterogénico, los factores trombogénicos y la apnea obstructiva del sueño.^{12,13}

Cabe señalar que los pacientes estudiados se encontraban en las elipses de tolerancia del 75 percentil, tanto antes de la intervención quirúrgica como después de esta, lo cual se corresponde con lo esperado para una cirugía electiva, donde deben existir las condiciones de preparación óptimas de los pacientes antes de realizar el procedimiento.³

Las personas que van a ser tratadas con una cirugía mayor pasan por un proceso de poco consumo de alimentos desde la noche anterior; esto se expresa a través del alargamiento del vector de impedancia con respecto a la población de referencia y la disminución de los volúmenes hídricos.³

Como se observó en este estudio, el procedimiento quirúrgico provocó una modificación de la composición corporal de los pacientes, tanto en su estado de hidratación como en

los tejidos blandos. El vector de impedancia disminuyó al séptimo día de la operación, lo cual se correspondió con una mayor hidratación; hecho que pudo ser consecuencia de las respuestas de los sistemas nervioso y endocrino debido al estrés por la operación.^{3,14}

El paciente que va a ser intervenido quirúrgicamente pasa por varias fases de "agresión", que van desde el anuncio de la operación, que produce miedo, la anestesia, que actúa como un tóxico, y el trauma provocado por la incisión. A lo anterior se suman otros factores estresantes propios del acto quirúrgico, como la excitación, el dolor, la hipoxia y la pérdida de sangre.^{2,3}

De manera que cuando tiene lugar un traumatismo mayor, se desencadenan respuestas homeostáticas y adaptativas dadas por señales neuroendocrinas que transmiten el mensaje de la lesión periférica, provocando cambios generales en el organismo.^{3,15}

La activación del sistema nervioso simpático en situaciones de estrés, la liberación de renina y la formación de angiotensina II, reducen la excreción de agua y de sodio al contraer las arteriolas renales, lo que reduce el filtrado glomerular.¹⁴

Otra causa que pudiera incrementar la producción de angiotensina II es la disminución del volumen sanguíneo durante la cirugía, que estimula la producción de aldosterona con la consiguiente acumulación de agua en el organismo. El estrés quirúrgico produce la liberación de hormona antidiurética, que retiene agua. Todo lo antes expuesto explicaría el incremento de agua encontrado. Al séptimo día de operados los valores se acercan al de la población de referencia; sin embargo, existió un predominio de agua en el espacio extracelular que pudo ser causado por una respuesta inflamatoria intensa, debido a la incisión quirúrgica y como consecuencia del propio acto quirúrgico que lleva a un desplazamiento de líquido del interior de la célula al espacio extracelular.^{3,14}

El AF es el arco tangente de la Xc sobre la R, y se relaciona con cambios en la integridad de la membrana celular, alteraciones en el balance hídrico (relación AEC/AIC) y expresa cambios en la cantidad y la calidad de la masa de los tejidos blandos. De hecho, los AF bajos son consistentes con reactancia reducida, muerte celular y ruptura de membranas celulares selectivas, lo que puede sugerir perjuicios en el estado nutricional. Además, la medida del AF también puede ser considerada un índice funcional y de salud general, principalmente en la tercera edad. Después de la intervención quirúrgica este se encuentra disminuido y se puede apreciar por las variaciones en el eje menor de las elipses, como consecuencia de las modificaciones hormonales que desencadenan un proceso catabólico propio de la "agresión" traumática y el grado de lesión que produce; esto es una respuesta específica de cada organismo a la invasión quirúrgica, en la que se produce una disminución de tejidos blandos, seguida de un proceso de recuperación progresiva de todos los compartimientos corporales. Algunos autores afirman que las respuestas catabólicas después de una operación se deben a la ingestión inadecuada de alimentos en el período posoperatorio y no como una obligada consecuencia del estrés por la intervención.^{3,16,17}

La incisión quirúrgica provoca una elevación del nivel de cortisol circulante y el inicio de la fase anabólica de la convalecencia es aproximadamente entre 7 y 10 días después del traumatismo quirúrgico de elección; esto justificaría que 7 días después de la operación el AF sea menor.^{3,15}

En resumen el vector de Z medido por bioimpedancia eléctrica parece ser un método útil para detectar cambios en el volumen de los compartimientos líquidos del organismo, provocados por el estrés quirúrgico, lo que puede resultar conveniente para tomar una

conducta terapéutica adecuada. Los autores de este artículo consideran que el análisis vectorial pre- y posoperatorio ayudaría en la conducción clínica y en la eficacia del tratamiento de estos pacientes.

Se recomienda utilizar el método de forma individual, teniendo en cuenta que cada paciente responde de forma diferente ante el estrés, esto permitirá establecer regímenes medicamentosos individualizados con lo que mejoraría la atención médica en estos casos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud. Anuario Estadístico de Salud 2014. La Habana: MINSAP; 2015 [citado 14 Feb 2015]. Disponible en: <http://files.sld.cu/bvscuba/files/2015/04/anuario-estadistico-de-salud-2014.pdf>
2. Mesa Díaz ME, Rizo Rodríguez R, Núñez Bourón AI, Pupo Leyte Vidal AB. Modificaciones del agua extracelular en cardiopatas isquémicos susceptibles a cirugía correctora sin circulación extracorpórea. Rev Portales Médicos. 2013 [citado 16 Feb 2015]; 8(14). Disponible en: <http://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/agua-extracelular-cardiopatas-circulacion-extracorporea/>
3. Gómez G, García Gutiérrez. Temas de cirugía. T 1. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 2011. p. 5-8.
4. López-Gómez JM. Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. Nefrología (Madr.). 2011 [citado 23 Mar 2015]; 31(6): 630-4. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-publicacion-nefrologia-articulo-evolucion-aplicaciones-bioimpedancia-el-manejo-enfermedad-renal-cronica-X0211699511000301>
5. Sánchez-Iglesias A, Fernández-Lucas M, Teruel J. Fundamentos eléctricos de la bioimpedancia. Nefrología (Madr.). 2012 [citado 23 Mar 2015]; 32(2): 133-5. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nefrologia/v32n2/editorial.pdf>
6. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. Nefrología. 2002 [citado 5 Abr 2015]; 22(3): 228-38. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-publicacion-nefrologia-articulo-analisis-convencional-vectorial-bioimpedancia-practica-clinica-X0211699502014897>
7. Nescolarde L, Núñez A, Bogónez Franco P, Lara A, Vaillant G, Morales R, et al. Reference values of the bioimpedance vector components in a Caribbean population. e-SPEN Journal. 2013 [citado 23 Mar 2015]; 8: 141-4. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212826313000298>
8. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis -- clinical relevance and applicability of impedance parameters. Clin Nutr. 2012; 31(6): 854-61.
9. Fernández Moreno YA, Pérez Pérez A, Pérez Cala AE, Marañón Cordone M, Román Montoya A. Efecto del color de la piel en las características bioeléctricas y de composición corporal. MEDISAN. 2004 [17 Mar 2015]; 8(4). Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/san/vol8_4_04/san01404.htm

10. Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson RN. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64(3 Suppl.): 489-97.
11. Lukaski HC, Piccoli A. Bioelectrical impedance vector analysis for assessment of hydration in physiological states and clinical conditions. In: Preedy V. *Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and diseases.* London, UK: Springer; 2012. p. 287-315.
12. López Jiménez F, Cortés Bergoderi M. Obesidad y corazón. *Rev Esp Cardiol.* 2011 [citado 5 Abr 2015]; 64(2): 140-9. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/obesidad-corazon/articulo/13191034/>
13. Cisneros Sánchez LG, Carrazana Garcés E. Factores de riesgo de la cardiopatía isquémica. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. *Rev Med Gen Integr.* 2013 [citado 5 Abr 2015]; 29(4). Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol29_4_13/mgi10413.htm
14. Guyton CA, Hall John E. *Tratado de Fisiología Médica.* 12 ed. Ámsterdam: Elsevier; 2011. p. 337-930.
15. Fuentes Díaz Z, López Lazo S, Salazar Díez M. Consideraciones de la respuesta fisiológica al estrés quirúrgico. *Rev Cubana Anestesiol Reanim.* 2014 [citado 5 Abr 2015]; 13(2): 136-46. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182014000200005
16. Llamas L, Baldomero V, Iglesias ML, Rodota LP. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. *Nutr Hosp.* 2013 [citado 5 Abr 2015]; 28(2): 286-95. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013002200004
17. Khalil SF, Mohkhtar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Basel).* 2014; 14(6): 10895-928.

Recibido: 13 de enero de 2016.

Aprobado: 10 de noviembre de 2016.

Ana Ibis Núñez Bouron. Facultad No. 1 de Ciencias Médicas, avenida de las Américas, entre calles I y E, reparto Sueño, Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: ana.ibis@medired.scu.sld.cu