

**EVALUACIÓN NUTRICIONAL MEDIANTE
TÉCNICAS DE IMPEDANCIA. VENTAJAS E
INCONVENIENTES EN TCA.**

**NUTRITIONAL EVALUATION THROUGH
IMPEDANCE TECHNIQUES. ADVANTAGES AND
DISADVANTAGES AT TCA.**

Sonia Albarracín Martín¹

**¹Alumna del curso Experto Universitario en Trastornos de la Conducta
Alimentaria y Obesidad, Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)**

Correspondencia: informacionicc@gmail.com, Universidad Pablo de Olavide

Carretera Utrera km 1, CP: 41013, Sevilla

RESUMEN

El uso de la impedancia bioeléctrica en el estudio de la composición corporal puede desvelar el estado de salud nutricional de los sujetos; para ello será importante conocer cuáles son los fundamentos que se aplican, los distintos instrumentos disponibles, así como las diferencias que los hacen más o menos atractivos en el análisis de los distintos compartimentos que componen el organismo, para realizar la elección adecuada en el estudio de pacientes con trastornos de la conducta alimentaria

Palabras clave: antropometría, composición corporal, estado nutricional, impedancia bioeléctrica, trastornos de la conducta alimentaria.

ABSTRACT

The use of bioelectrical impedance in the study of body composition can reveal the state of nutritional health of the subjects; for this it will be important to know which are the fundamentals that are applied, the different instruments available, as well as the differences that make them more or less attractive in the analysis of the different compartments that make up the organism, to make the right choice in the study of patients with eating disorders.

Key words: antropometry; body composition; nutritional status; bioelectrical impedance; eating disorders.

INTRODUCCIÓN

La sociedad en la actualidad está sometida a continuos cambios, que, en mayor o menor medida, interfieren en su estado de salud, por ello, para el control en la prevención o la determinación del riesgo de padecer algún tipo de enfermedad, deben establecerse herramientas que ayuden a determinar el estado de salud de los individuos.

Medición del estado de salud.

Se entenderá por salud a lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió como al estado del completo bienestar físico, mental y social, del individuo, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades; y por estado de salud nutricional (ESN) a la situación del individuo en la que para que sea óptima se le habrán proporcionado al organismo todos los requerimientos nutricionales necesarios para el mantenimiento de la vida (1,2).

No debe olvidarse que la salud estará afectada por otros factores como la actividad física, patologías, genética, etc. por lo que hay que considerarlo como una condición dinámica; medible en momentos determinados de tiempo y contrastables con mediciones posteriores, para saber si existe una correcta evolución para lograr el estado de salud ideal o mantenerlo (2).

Por lo tanto, se entenderá por evaluación nutricional (EN) a los resultados obtenidos tras la valoración de los datos recogidos a través de varios métodos; estos pueden estructurarse en cuatro categorías (3): clínico, bioquímico, dietético y antropométrico.

Métodos clínicos.

Mediante la observación directa (exploración física), conocimiento de antecedentes patológicos propios y familiares y reconocimiento de aquellas conductas impropias para un nivel adecuado de salud (2).

Métodos bioquímicos.

Mediante el análisis, en el laboratorio, puede determinarse la existencia de excesos o deficiencias nutricionales (2,3).

Métodos dietéticos.

La recogida de información sobre los hábitos alimentarios, pueden ofrecer líneas de actuación en el reconocimiento del estado de salud de los individuos; frecuencias de consumo, intolerancias o alergias por las cuales se eviten alimentos, o habilidades para una nutrición correcta entre otras (3,4).

Métodos antropométricos.

Reflejan las marcas de los desequilibrios crónicos en los sujetos, trabajando tanto con las dimensiones de la persona como con la composición corporal (CC), pudiéndose dividir a su vez, en dos metodologías diferentes (3):

Medidas de dimensión: establece medidas físicas como pliegues, perímetros, diámetros y longitudes que se utilizan en el cálculo de la CC según diferentes fórmulas.

Medidas de composición: determinan los componentes que conforman el peso corporal.

Cuando se tiene que determinar el EN de un individuo, no siempre se tiene el tiempo o los medios suficientes para utilizar los cuatro métodos descritos al completo en su determinación, por lo que se hace necesario elegir entre aquellos o partes de estos, que más información puedan proporcionar para trabajar. Sin restar importancia a ciertas informaciones que puedan aportar los tres primeros métodos (clínico, bioquímico y dietético), la determinación de las medidas antropométricas informa de las anomalías en la nutrición de una población, y dentro de éstas la medición de la composición corporal, por su rapidez y precisión, la convierte en una herramienta imprescindible dentro de la determinación del EN de los individuos frente a las medidas de dimensión, para las cuales se necesita personal muy cualificado y la estandarización de las medidas para que puedan ser comparables (3,5).

Medición de la composición corporal.

El único método por el cual es susceptible de poderse medir todos los compartimentos que componen el organismo de manera exacta es el análisis del cadáver, evidentemente no extrapolable a sujetos vivos, por lo que se han tenido que desarrollar otras técnicas que, aunque con margen de error pueden ayudar a medirlos (5).

Así según León, Valero y Moreno, 1996: “El método ideal para valorar el análisis de la composición corporal debe ser seguro, no invasivo, barato, fácil de realizar, aplicable a individuos de diferentes edades y situaciones clínicas, con resultados exactos y reproducibles” (6). El organismo humano se divide en cinco niveles según sus componentes (7). Para los profesionales en el ámbito de

la salud se hace imprescindible conocer cuáles son las técnicas de las que se dispone y cuáles de esos compartimentos son de interés en la determinación del EN de los individuos. En la actualidad los métodos de medición de la CC se dividen en tres grupos (5):

Directos.

Se refiere a la disección de cadáveres para la medición de los compartimentos corporales.

Indirectos.

Los componentes descritos en la Fig.1 interaccionan entre sí, por lo que medirlos resultaría una tarea ardua y complicada; pero tras el análisis de las causas que más morbimortalidad provocan en la actualidad, se ha observado que éstas se desarrollan fundamentalmente tras un desequilibrio entre la masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG) como la sarcopenia o la obesidad; por ello el uso de este tipo de dispositivos es capaz proporcionar la información necesaria para un estudio rápido del EN para el mantenimiento o la mejora de la salud (7). Los métodos indirectos estiman los tejidos corporales sin su modificación por lo que se realiza en sujetos vivos, miden un solo parámetro (ej. densidad corporal) y a partir de él se estiman el resto de los componentes a través de fórmulas; tienen alta fiabilidad, pero son instrumentos costosos para poder ser utilizados por todos los profesionales (8). Se pueden clasificar según la siguiente tabla donde se pueden apreciar algunos ejemplos.

Tabla 1. Clasificación de los métodos indirectos de análisis de composición corporal.
Fuente: elaboración propia (8)

IMAGEN	FISICOQUÍMICO	DENSIOMETRÍA
Radiología	Espectrometría	Pesada hidrostática
TAC	Dilución de solutos isotópicos	Volumen de H ₂ O desplazado
Resonancia Magnética	Análisis por neutrones	
DEXA (Gold Standar)	Marcadores químicos en orina	

Doblemente indirectos.

Los instrumentos de medición doblemente indirectos han sido validados a través de los métodos indirectos y aunque poseen un margen de error significativo con respecto a estos, son métodos más económicos, sencillos y seguros, por ello, son los más utilizados en el ámbito de la investigación y por los profesionales de la salud (8).

Tabla.2 Métodos doblemente indirectos. Fuente: elaboración propia

ANTROPOMETRÍA	TOBEC	BIOIMPEDANCIA
Índice de masa corporal (IMC)	Conductividad Eléctrica 	Conductividad Eléctrica 

Dado que la MLG en el peso de un individuo con un IMC normal puede estar enmascarada por una excesiva MG y agua o viceversa, se hace necesario utilizar otras herramientas que sean capaces de determinar cada una de ellas y

así tener un reflejo más cercano de la realidad para la obtención de un pronóstico adecuado a unos buenos resultados clínicos (9).

Tanto el método TOBEC como la bioimpedancia (BIA) están fundamentados en el método de dos componentes recogidos en el estudio de Behnke en 1942 (10), donde a través del agua presente en el organismo, aprovechando la diferencia de conductividad entre componentes, se pueden conocer qué cantidad de MLG y MG existen en él; será la MLG con su concentración en electrolitos quien determine la cantidad de MG, así como calcular de forma aproximada el gasto energético en reposo (7).

Por lo tanto, el uso de instrumentos que midan la conductividad eléctrica son los más interesantes de los métodos doblemente indirecto, concretamente la BIA como medida de la CC resulta atractiva por la menor dificultad de transporte y costo frente a TOBEC.

Se estudiará el uso de la BIA en pacientes con TCA para concluir si es una herramienta útil en la determinación de la CC y seguimiento de la evolución en los tratamientos de estos pacientes. Los objetivos generales del presente trabajo es determinar qué es la impedancia, características y fundamentos.

Los objetivos específicos son evaluar las ventajas e inconvenientes de aplicación en población con trastornos de la conducta alimentaria (TCA).

MÉTODO-PROCEDIMIENTO

Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre el uso de impedancia como método de evaluación nutricional para determinar qué ventajas y desventajas presenta en pacientes que presentan algún tipo de TCA.

Se efectuaron búsquedas en distintas bases de datos PubMed, Scopus, Cochrane y Google Académico, utilizándose términos en español como: composición corporal, antropometría, estado nutricional, impedancia bioeléctrica y TCA, así como sus traducciones en inglés y se construyeron frases con operadores booleanos para la localización del material necesario, utilizándose los títulos y resúmenes para la selección de artículos.

Los criterios de inclusión de los textos compuesto por manuales, tesis y en su gran mayoría por artículos de revisión se seleccionaron con una antigüedad no superior a los ocho años sin tener en cuenta el idioma de publicación; para las figuras y tablas se hicieron excepciones, se han utilizado aquellas que a pesar de la fecha siguen siendo una representación de la actualidad.

RESULTADOS

Según la RAE la impedancia eléctrica es “la relación entre la tensión alterna aplicada a un circuito y la intensidad de la corriente producida” (11); por ello se podría definir la impedancia bioeléctrica como las distintas resistencias que ofrecen los tejidos al paso de una corriente alterna por los fluidos corporales, agua.

La BIA (Z) está compuesta por dos vectores: resistencia (R) que será la oposición de los tejidos al paso de la corriente y la reactancia (X_c) que será el comportamiento de las membranas celulares como condensadores en el paso de la señal al interior de las células, ese cambio de intensidad se denomina ángulo de fase (capaz de predecir la masa celular total por lo que puede servir como indicador nutricional); estos vectores dependerán del contenido en agua y de los iones existentes en el organismo (12).

El procedimiento habitual se realiza colocando dos electrodos en las extremidades superiores y otros dos en las inferiores; mediante la descarga de una corriente alterna imperceptible en dos de los cuatro electrodos, se recoge la resistencia al paso de la corriente, que va a través de los fluidos corporales (los tejidos blandos son los mejores conductores pero la mayor o menos conducción dependerá de su composición, los tejidos grasos son menos conductores) hacia los otros dos, el sujeto debe estar en posición decúbito supino para que el agua se encuentre repartida en todo el cuerpo (12,13).

Los registros de las mediciones por BIA reflejan los valores del agua corporal total (ACT) que se deben incluir en ecuaciones y fórmulas adaptadas a la población objeto de estudio junto con su peso, edad, sexo y su altura para poder determinar la MLG y MG; la BIA se mide en ohmímetro (13,14).

Comentada en apartados anteriores nuestra necesidad de conocer los dos aspectos que mayores problemas de salud provocan (masa muscular y masa grasa), este tipo de instrumentos serán los aliados en la evaluación del EN.

A la hora de utilizar la impedancia como herramienta para determinar el EN debemos considerar las siguientes características (15). Las frecuencias de las corrientes utilizadas en la impedancia pueden variar dependiendo de la fracción de agua que se quiera medir: Agua Extracelular (ECW): 1 a 5 kHz. Agua celular total: 50 a 100 kHz.

Según la posición de los electrodos los métodos de BIA se clasifican en: **Distal:** es la medición clásica ya que se estima que el valor de la impedancia se encuentra el 40% en las extremidades, superiores el 5% más que en las inferiores y el 10% en el tórax. Se trata de cuatro electrodos que se colocan en la mano y pie derecho (tetrapolar).



Fig.1. Posición del cuerpo y ubicación de electrodos en la prueba de bioimpedancia eléctrica.
Fuente: Martínez E.J, Redecillas M.T. y Moral J.E. Grasa corporal mediante bioimpedancia eléctrica en periodo escolar y no escolar. Revi. Inter. Medc. y CAFD. 2011 vol. 10 (41) pp. 77-94 (16)

Proximal: igualmente tetrapolar variando la colocación de electrodos de la posición distal (radiocubital - tibioperoneo) a fosaantecubital – poplítea.

Arco superior: dos electrodos (bipolar) mano-mano.

Arco inferior: dos electrodos (bipolar) pie-pie.

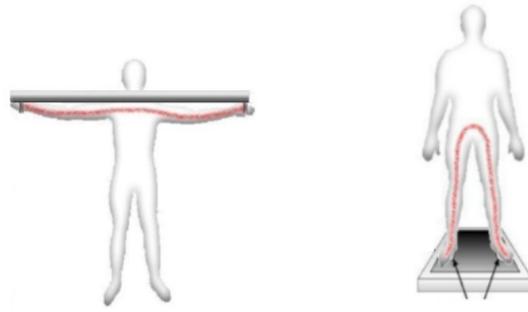


Fig.2. BIA bipolar arco superior e inferior. Fuente: elaboración propia adaptado de Davidson L. Métodos para el análisis de composición corporal en atención primaria. CIAES-UDELAS. 2015 (17)

Segmentario: Tiene en cuenta por separado la composición corporal de cada uno de los cinco segmentos en los que se divide el cuerpo: dos extremidades superiores, dos inferiores y el tronco; eliminando la limitación de considerar el cuerpo humano como un solo segmento; miden en bipedestación. La BIA estándar determina el cuerpo humano como un solo cilindro lo que incrementa los márgenes de error, por otro lado, la BIA segmentaria divide en cuerpo humano en cinco segmentos, lo que hace que la medición sea mucho más precisa.

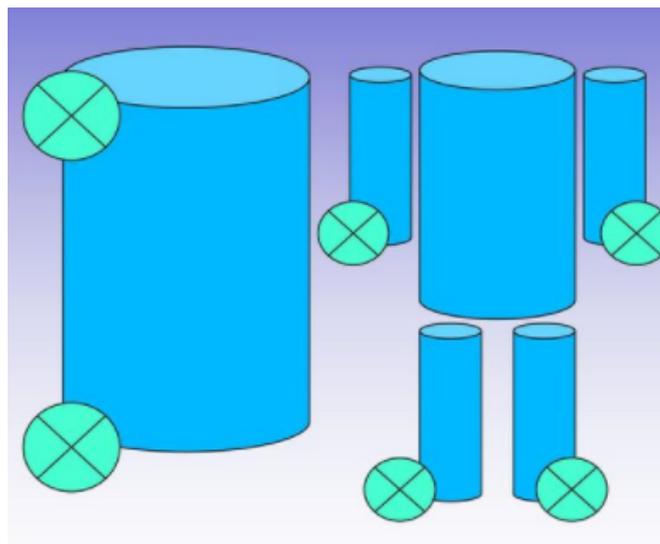


Fig.3. Bioimpedancia estándar y segmentaria Fuente: Lavilla FJ, Molina MJ, Moiron P, Alfaro C, García N, Martín P et al.

Aplicación de la bioimpedancia cardiotorácica en el estudio y valoración de la insuficiencia renal aguda. Evaluación de volemia torácica, efectiva y patrón hemodinámico. Estudio prospectivo. Servicio Nefrología. Unidad de Impedancia clínica. Clínica Universidad de Navarra. Facultad de Medicina. Pamplona (18).

Las corrientes utilizadas pueden ser:

Monofrecuencias: desprecia la reactancia, no mide el agua intracelular.

Multifrecuencia: mide el ACT por lo que será la mejor opción.

Tras la EN realizada con los datos ofrecidos en la BIA, los cambios en la composición corporal son indicativos del estado de salud de los individuos.

Tipos de sistema BIA.

Actualmente nos encontramos con tres sistemas diferentes (19):

BIA basada en fórmulas.

Monofrecuencia. Las fórmulas utilizadas para realizar los cálculos y determinar los porcentajes de MLG y MG deben de estar validadas para la población objeto de estudio, siempre bajo la premisa de sujeto sano en equilibrio de fluidos y electrolitos (20).

Tabla 3. Fórmulas estandarizadas empleadas en los equipos de BIA.

Kushner	$TBW = 0,556 H^2/R + 0,095 Wt + 1,726$
Kushner	$TBW = 0,590 H^2/R + 0,065 Wt + 0,040$
Lukaski	$TBW = 0,377 H^2/R + 0,140 Wt - 0,080 \text{ Edad} + 2,90 \text{ Sexo} + 4,65$
Lukaski	$FFM = 0,756 H^2/R + 0,110 Wt + 0,107 Xc - 5,463$
Gray	$FFM = 0,00108 H^2 - 0,02090 R + 0,23199 Wt - 0,6777 \text{ Edad} + 14,59753, \text{ Femenino}$
	$FFM = 0,00132 H^2 - 0,04394 R + 0,30520 Wt - 0,16760 \text{ Edad} + 22,66827, \text{ Masculino}$
Heitman	$FFM = 0,279 H^2/R + 0,181 Wt + 0,231 H + 0,064 \text{ Sexo} WT - 0,0777 \text{ Edad} - 14,94$
Deurenberg	$FFM = 0,34 10^4 H^2(m)/R + 15,34 H + 0,273 Wt - 0,127 \text{ Edad} + 4,56 \text{ Sexo} - 12,44$
Stolarczyk	$FFM = 0,001254 H^2 - 0,04904 R + 0,1555 Wt + 0,1417 Xc - 0,0833 \text{ Edad} + 20,05$

TBW = agua corporal total, FFM = masa libre de grasa, FM = masa grasa.
H = estatura, Wt = peso corporal, R = Resistencia, Xc = Reactancia.

Fuente: Lazzer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Evaluation of two foot-to-foot bioelectrical impedance analysers to assess body composition in overweight and obese adolescents. BJN 2003; 90: p. 987-992 (21)

La sobrehidratación no se refleja en un compartimento independiente, sino que incrementa el porcentaje de MLG y las fórmulas pueden ser diferentes dependientes también de la raza a la que se esté realizando el estudio (19).

BIA vectorial.

Monofrecuencia. Está basado en el ángulo de fase determinado por el vector de impedancia, cuanto mayor es el vector menor es la hidratación y cuando mayor es el ángulo de fase mayor es el estado de nutrición. El ángulo de fase se calcula como arco tangente $(Xc/R) \times 180^\circ/\pi$

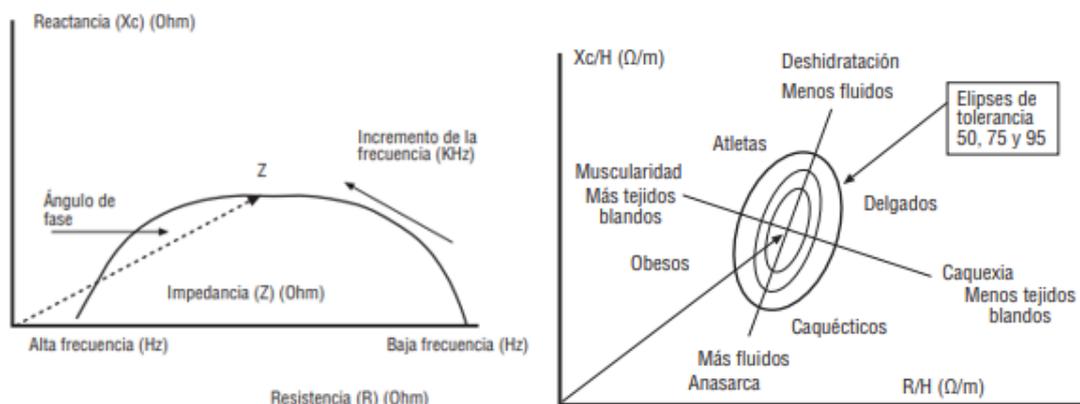


Fig.4. Representación del ángulo de fase y su relación con la composición corporal Fuente: Llamas L, Baldomero V, Iglesias ML, Rodota LP. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. Nutr. Hosp. 2013; 28(2):286-295 (14)

La elipse representada en la figura 5, para lograr una mayor exactitud en la determinación de la CC, deberá ser diferente dependiendo del sexo, la edad o la raza lo que complica la elaboración de patrones de referencia (19).

BIA espectroscópica (BIS):

Multifrecuencia. A través de 50 frecuencias diferentes es capaz de atravesar todos los tejidos corporales, calcular tanto el ECW como la ICW y estimar la sobrehidratación, lo que la convierte en una herramienta muy interesante a la hora de determinar la CC ya que la acerca al Gold Standar eliminando errores ante un exceso de masa muscular o un aumento del ACT como edemas o ascitis (22,23).

Finalmente hay que destacar que la BIA no mide cada compartimento directamente, sino que mide propiedades físicas del organismo por lo que no es un método 100% exacto, aunque dependiendo del método que elijamos a la hora de valorar la CC tendremos más o menos margen de error.

Aspectos importantes.

Margen de error.

Para que pueda minimizarse el margen de error es importante considerar varios aspectos, antes de realizar la medición, que podrían interferir con los niveles hídricos del organismo (12,13-15):

No comer o beber al menos cuatro horas antes.

No hacer ejercicio 12 horas antes.

No ingerir alcohol 24 horas antes.

No haber usado diuréticos al menos 7 días antes.

Orinar 30 minutos antes de realizar la medición.

No medir en procesos febriles.

No medir en período menstruales.

Estar preferiblemente en decúbito supino, una excepción serán los modelos segmentarios multifrecuencia cuya medición puede realizarse en bipedestación.

No llevar elementos metálicos.

Temperatura óptima.

Seguridad.

Aunque no se han descrito efectos adversos no se recomienda en algunos casos como los que se describen a continuación (12):

Afectan a la actividad eléctrica de los marcapasos y desfibriladores.

Las mujeres embarazadas no deben someterse a BIA sobre todo en el primer trimestre pues se desconocen los efectos sobre el feto.

Validez (12).

Las mediciones en grandes obesos pueden no ser precisas debido a que la cantidad de agua contenida en la MLG está aumentada con respecto al obeso común. La relación ECW/ICW está aumentada.

Utilidades clínicas (12,21).

Cualquier patología que curse con aumento del líquido extracelular: cardiología, nefrología, enfermedades metabólicas, etc.

Ayuda a detectar problema en el desarrollo de los niños.

En trastornos de la alimentación es una herramienta para determinar la eficacia del tratamiento.

Desnutrición en pacientes geriátricos.

Trastornos de la conducta alimentaria (TCA).

Se definen como trastornos psicológicos relacionados con la ingesta alimentaria, la imagen corporal y el peso; que tienen un origen multifactorial (24): genético; personal: patologías psicológicas, dietas, perfeccionismo, insatisfacción, miedo a madurar y crecer, etc.; familiar: incomunicación, sobrepeso, conflictos, etc.; social y cultural: patrones establecidos, publicidad, etc.

Para entender de qué manera nos podría afectar la medición por BIA en este tipo de pacientes habría que hacer una clasificación en función de sus características de diagnóstico (24,25):

Anorexia Nerviosa (AN): IMC < 18.5 o percentil por debajo de lo esperado, preocupación por el peso y la imagen corporal con control de la ingesta (restricciones) que puede incluir un aumento de la actividad física por el miedo a engordar.

Bulimia Nerviosa (BN): preocupación por la imagen corporal y el peso (pudiendo tener exceso de peso o no), alternan ciclos de atracones (ingestas sin control a escondidas con arrepentimiento posterior) y ciclos compensatorios (vómitos, laxantes, diuréticos, ejercicio físico y dietas) al menos una vez a la semana durante al menos 3 meses.

Atracón: ingestas sin control con sensación de plenitud o incomodidad (pueden existir atracones programados), sin hambre y con sentimiento de arrepentimiento posterior; suele observarse sobrepeso y síntomas depresivos, al menos debe suceder una vez a la semana en los últimos 3 meses y no existen medidas compensatorias.

Trastornos de la conducta alimentaria no especificados: son trastornos alimentarios no reconocidos en los anteriores o en los que no se cumplen todos los criterios de diagnóstico de los TCA comentados.

Se debe analizar las ventajas e inconvenientes en el uso de estos instrumentos para ser capaces de determinar qué tipo de BIA es el más adecuado en el análisis de la CC en TCA:

Ventajas (26):

Dado que los TCA pueden llevar asociados desajustes de agua y electrolitos por el uso de diuréticos y laxantes en la BN/AN, disminuciones de la MLG y MG en la AN/BN, aumentos de la MG en la BN y en el trastorno por atracón o aumentos de laMLG en la AN por la pérdida de MG debido a las restricciones alimentarias; la utilización de la bioimpedancia es una herramienta eficaz no solo en el análisis detallado y cercano a la realidad de la CC, sino que

además es determinante a la hora de comprobar si el tratamiento efectuado por pacientes con TCA está siendo efectivo ya que según Marga Serra (24): “la ganancia ponderal puede deberse a edemas o a aumento de masa magra o grasa”. Los márgenes de error con respecto a otras técnicas son más reducidos en estudios de niños y adolescentes, reflejando la evolución en el crecimiento y maduración sexual (20).

La BIA es una herramienta más precisa en la definición de la CC que las medidas de dimensión (pliegues, perímetros, diámetros y longitudes) sobre todo en AN en situaciones de desnutrición severa; y sin duda no puede olvidarse que la BIA puede llegar a ser el método más barato, simple, seguro y rápido, además de cómodo por su capacidad de portabilidad (20)

Inconvenientes (24,26-27):

No se han validado ecuaciones específicas de BIA en pacientes con IMC extremo (menor de 15) en deshidratación o sobrecarga de líquidos por lo que la evaluación de la CC en estos casos puede proporcionar mayor grado de error que con otras técnicas antropométricas (26). Algunos tipos de BIA considera la impedancia de la MLG como una constante siendo una variable de error cuando varía en función de la hidratación y los electrolitos (8). La fiabilidad de este método puede dependerá del tipo de instrumento, colocación de los electrodos, hidratación, alimentación, ciclo menstrual, temperatura del ambiente y la ecuación utilizada según la población objeto de estudio (raza, edad, sexo, etc.). En pacientes con AN cuanto mayor sea la ingesta de líquidos menor porcentaje de grasa se obtendrá (5).

DISCUSIÓN

Como se ha comentado la determinación de la CC por el método BIA al no ser un reflejo fiel de cada uno de los compartimentos del organismo sino una predicción a través de las mediciones de las propiedades físicas de éste que dependerá de muchas variables como la alimentación, la hidratación, la temperatura, etc. genera muchas dudas a la hora de realizar una valoración del estado nutricional de individuos con ciertas patologías como los TCA , especialmente en la población adulta (15), pues en niños suele haber un margen de error reducido con respecto a otras técnicas comparadas (20) ; aun así, sí es considerado un instrumento apropiado en el seguimiento de los tratamientos que siguen estos pacientes pues es capaz de señalar, tal como señala M. Serra (24) si la ganancia o pérdida ponderal se debe a edemas o aumento de masa magra o grasa.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que de todas las herramientas BIA descritas, aquellas que ofrecerán mayor fiabilidad no solo en la valoración del EN sino en el seguimiento de la evolución de los tratamientos aplicados, serán aquellas que posean las siguientes características:

Intensidad de frecuencias de 50 a 100 kHz.

Uso de más de una frecuencia en la misma herramienta de BIA utilizada.

Segmentaria.

Los aparatos segmentarios con multifrecuencias lograrán la medición de la ACT con mayor precisión y de manera individual junto con los valores de MLG y MG, lo que aportará mayor cantidad de datos con los que poder analizar la situación real (con un menor margen de error) del estado nutricional de los pacientes con TCA.

REFERENCIAS

1. OMS [Internet]. Ginebra. Organización Mundial de la Salud. 2018 [citado 21 enero 2018]. Temas de Salud. Disponible en: <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>
2. Ravasco P, Anderson H, Mardones F. Métodos de valoración del estado nutricional. Nutr. Hosp. Nutr. Hosp. 2010; 25(3):57-66.
3. Suverza A, Haua K. El ABCD de la Evaluación del Estado Nutricional. México. McGRAW-HILL Interamericana Editores, S. A; 2010.
4. Salvador G. Herramientas útiles para la recogida de datos. Rev. Mec. Univ. Nav. 2016; 50 (4).
5. Costa O, Alonso D, Patrocinio de Oliveira C, Candia R, de Paz JA. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. Arch Med Deporte 2015; 32(6): 387-394.
6. León M, Valero MA, Moreno JM. Métodos de análisis de la composición corporal. Alim Nutri Salud 1996; 3: p.33-43.

7. Thibault R, Pichard C. The Evaluation of Body Composition: A Useful Tool for Clinical Practice. *Ann Nutr Metab* 2012; 60: 6-16
8. Mesa MS. Curso práctico de antropometría aplicada a la nutrición. Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación. Madrid; 2008.
9. Müller MJ. From BMI to functional body composition. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2013; 67:1119-1121.
10. Behnke JR, Feen BG, Welham WC. The specific gravity of healthy men *JAMA*, 1942; 118: p. 495-498.
11. Real Academia Española [Internet]. *Rae.es*. 2018 [Consultado 23 enero 2018]. Disponible en: <http://www.rae.es/>
12. Alvero JR, Correas L, Ronconi M, Fernández R, Porta J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Rev Andal Med Deporte*. 2011; 4(4): 167-174.
13. Quesada L, León C, Betancourt J, Nicolau E. Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. *AMC* 2016; 20(5): 565-578.
14. Llames L, Baldomero V, Iglesias ML, Rodota LP. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. *Nutr. Hosp.* 2013; 28(2): 286-295.
15. Ángel Gil. Tratado de Nutrición Tomo III. 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana. 2010.

- 16.** Martínez E.J, Redecillas M.T. y Moral J.E. Grasa corporal Mediante bioimpedancia eléctrica en periodo escolar y no escolar. *Revi. Inter. Medc. y CAFD*. 2011 vol. 10 (41) pp. 77-94.
- 17.** Davidson L. Métodos para el análisis de composición corporal en atención primaria. CIAES-UDELAS. 2015
- 18.** Lavilla FJ, Molina MJ, Moiron P, Alfaro C, García N, Martín P et al. Aplicación de la bioimpedancia cardiotorácica en el estudio y valoración de la insuficiencia renal aguda. Evaluación de volemia torácica, efectiva y patrón hemodinámico. Estudio prospectivo. Servicio Nefrología. Unidad de Impedancia clínica. Clínica Universidad de Navarra. Facultad de Medicina. Pamplona. 2016.
- 19.** López JM. Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. *Nefrología*. 2011; 31: p.630-4.
- 20.** Sánchez 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).
- 21.** Lazzer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Evaluation of two foot-to-foot bioelectrical impedance analysers to assess body composition in overweight and obese adolescents. *BJN* 2003; 90: p. 987-992 (20).
- 22.** Encinas MB. Modificación en la valoración de la Resistencia y la Reactancia del tejido adiposo corporal con las nuevas vías de administración de anticoncepción hormonal [Tesis] Madrid. Universidad de Alcalá; 2013.

- 23.** Wabel P, Chamney P, Moissl U, Jirka T. Importance of Whole-Body Bioimpedance Spectroscopy for the Management of Fluid Balance. *Blood Purification*. 2009; 27(1): p.75-80.
- 24.** Serra M. *Los trastornos de la conducta alimentaria*. Barcelona: Editorial UOC; 2015.
- 25.** American Psychiatric Association, APA. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. 5° Ed. Washington: American Psychiatric Publishing; 2014.
- 26.** Saladino C. The efficacy of Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) in monitoring body composition changes during treatment of restrictive eating disorder patients. *J Eat Disord*. 2014; 2: p.34.
- 27.** Thibault R, Genton L, Pichard C. Body composition: why, when and for who? *Clin Nutr*. 2012; 31(4): p.435-47.