



2021 © Editorial Instituto Antioqueño de Investigación  
Medellín - Antioquia

**Edgar Serna M. (Editor)**

**Ciencia transdisciplinaria para el  
desarrollo y la supervivencia  
de la humanidad**

Edgar Serna M.(Editor)

# Ciencia transdisciplinar para el desarrollo y la supervivencia de la humanidad

ISBN: 978-958-53278-4-9

Ciencia transdisciplinaria para el desarrollo y la supervivencia de la humanidad / editor, Edgar Serna M. -- Medellín:  
Instituto Antioqueño de Investigación, 2021.  
p. – (Ingeniería y Ciencia)

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-53278-4-9

1. Ciencias - Investigaciones 2. Ciencias sociales - Investigaciones 3. Ciencias naturales - Investigaciones I. Serna M.,  
Edgar, editor ed. II. Serie

CDD: 300.72 ed. 23

CO-BoBN- a1077814

Investigación Científica

ISBN: 978-958-53278-4-9

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.5139646>

Hecho el Depósito Legal Digital

Ciencia transdisciplinaria para el desarrollo y la supervivencia de la humanidad

Serie: Ingeniería y Ciencia

Editorial Instituto Antioqueño de Investigación

Publicación electrónica gratuita

Edición 1: julio 2021

Copyright © 2021 Instituto Antioqueño de Investigación IAI™. Salvo que se indique lo contrario, el contenido de esta publicación está autorizado bajo Creative Commons Licence CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Editorial Instituto Antioqueño de Investigación es Marca Registrada del *Instituto Antioqueño de Investigación*. El resto de marcas mencionadas en el texto pertenecen a sus respectivos propietarios.

La información, hallazgos, puntos de vista y opiniones contenidos en esta publicación son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Instituto Antioqueño de Investigación IAI; no se garantiza la exactitud de la información proporcionada en este texto.

Ni los autores, ni la Editorial, ni el IAI serán responsables de los daños causados, o presuntamente causados, directa o indirectamente, por el contenido en este libro.

Maquetación: Instituto Antioqueño de Investigación IAI

Diseño, edición y publicación: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación

Compilador: Edgar Serna M.

Financiado de la publicación: Instituto Antioqueño de Investigación

Instituto Antioqueño de Investigación IAI

Medellín, Antioquia

<http://fundacioniai.org>

[contacto@fundacioniai.org](mailto:contacto@fundacioniai.org)

Editorial Instituto Antioqueño de Investigación

<http://fundacioniai.org/index.php/editorial.html>

[editorial@fundacioniai.org](mailto:editorial@fundacioniai.org)



# Validez predictiva del porcentaje de grasa corporal estimado por equipo de bioimpedancia Tanita comparado con dilución de óxido de deuterio en escolares costarricenses

Juan Diego Zamora Salas<sup>1</sup>

Adriana Laclé Murray<sup>2</sup>

*Universidad de Costa Rica*

Costa Rica

El objetivo de este estudio fue determinar la validez del porcentaje de grasa corporal (% GC) estimado por el equipo de bioimpedancia Tanita en escolares costarricenses. Participaron 40 niños ( $7.4 \pm 0.9$  años) y 39 niñas ( $7.9 \pm 1.0$  años). La dilución de óxido de deuterio D<sub>2</sub>O fue el método de referencia para determinar la masa grasa MG expresada como % GC. Se utilizó un análisis de regresión lineal y una prueba t para determinar la asociación y las diferencias entre el % GC por D<sub>2</sub>O y Tanita. La concordancia entre métodos se determinó por el coeficiente de correlación de concordancia (CCC) de Lin. La medición de acuerdo entre los métodos se analizó mediante el procedimiento de Bland-Altman. El % GC entre métodos fue significativamente diferente en niños ( $25.2 \pm 7.5\%$  D<sub>2</sub>O vs  $19.2 \pm 9.9\%$  Tanita) y niñas ( $33.0 \pm 5.2\%$  D<sub>2</sub>O vs  $29.5 \pm 7.5\%$  Tanita). La asociación entre métodos no fue significativa en niños ( $R^2 = 0.69$ ,  $p < 0.0001$ ) ni en las niñas ( $R^2 = 0.43$ ,  $p < 0.0001$ ). Los gráficos de Bland-Altman mostraron que el Tanita subestimó el % GC en 6.0% en niños y 3.5% en niñas, en comparación con D<sub>2</sub>O. El CCC de Lin identificó una fuerza de concordancia pobre entre métodos, niños  $\rho_c = 0.78$  y niñas  $\rho_c = 0.81$ . Con los resultados se concluye que el equipo Tanita registró baja concordancia del % GC en comparación con el D<sub>2</sub>O en escolares costarricenses de 6 a 9 años<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Magíster en Nutrición Humana, Profesor e Investigador en el Instituto de Investigaciones en Salud y en la Escuela de Educación Física y Deportes.

Contacto: [juan.zamorasalas@ucr.ac.cr](mailto:juan.zamorasalas@ucr.ac.cr)

<sup>2</sup> Médico Internista y Doctora en Ciencias Médicas. Investigadora en el Instituto de Investigaciones en Salud.

Contacto: [a\\_lacle@hotmail.com](mailto:a_lacle@hotmail.com)

<sup>3</sup> Este estudio fue financiado por la Organización Internacional de Energía Atómica OIEA.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los modernos estilos de vida cada vez más sedentarios entre los niños (Pereira et al., 2010; Piriñçi, 2010) han generado la atención pública, debido al aumento de la obesidad infantil (Katzmarzyk et al., 2008). La obesidad infantil está en aumento indistintamente de la edad y de los niveles socioeconómicos y educativos (Ball et al., 2009), atribuible no solo a los países industrializados sino también a países subdesarrollados (Aballay et al., 2013). Esta condición ha incrementado el riesgo de la morbilidad junto al impacto negativo a nivel de la salud física y mental en los niños; con el agravante de convertirse en adultos obesos (Askie et al., 2010; Lee et al., 2009).

Se ha calculado que un niño obeso tiene 12.6% más probabilidad de tener diabetes mellitus y 9% de ser hipertenso que niños no obesos (Ramírez et al., 2012). Se ha reportado que el incremento del sobrepeso por tejido adiposo ocurre a partir de los seis años (Kain et al., 2009; Ogden et al., 2006) lo que también ha sido identificado en escolares costarricenses con una prevalencia del 34% (Ministerio de Educación, 2016).

Por lo anterior ha surgido un creciente interés en la medición de la composición corporal especialmente para conocer si el aumento de peso corporal se debe a la masa libre de grasa MLG o a la masa grasa MG expresada como porcentaje de grasa corporal % GC (Eissa et al., 2009; Mihanoupulos et al., 2010) y a las consecuencias adversas que representa el exceso del % GC para la salud (Madeira et al., 2013).

Se considera que el estudio de la composición corporal se aborda mejor mediante la aplicación de un modelo de múltiples componentes, en el que las mediciones de diferentes propiedades del cuerpo se combinan, sin embargo; éste método tiene un alto costo económico y por lo tanto no es adecuado a nivel de campo (de Beer et al., 2011). La técnica de dilución de óxido de deuterio D<sub>2</sub>O es considerada como técnica de referencia para evaluar la composición corporal, la cual es inocua, no invasiva, sencilla, reproducible y puede ser utilizada directamente en trabajos de campo (Davis y Wells, 1994; Salazar et al., 1994).

Por otra parte, el Análisis de Impedancia Bioeléctrica BIA es un método relativamente barato (la inversión inicial está en la adquisición del equipo), portátil, sencillo, rápido, fácil de utilizar y no invasivo (Barbosa et al., 2005). BIA es considerado un método potencialmente más adecuado para la valoración de la composición corporal a nivel de campo no solo en adultos sino también en niños de edad preescolar y escolar (de Beer et al., 2011).

BIA se ha utilizado desde hace más de una década para el análisis de la composición corporal, sin embargo; no mide directamente la composición corporal, sino que lo hace mediante la medición de dos parámetros: la resistencia corporal y la reactancia (Barbosa et al., 2005).

BIA funciona mediante el envío de un bajo nivel de corriente eléctrica indetectable para el sujeto a través del cuerpo midiendo la impedancia  $Z$  en la conducción de los tejidos. Asume que el cuerpo es un cilindro conductor con una longitud proporcional a la altura del sujeto  $T$  y que  $T^2/Z$  es proporcional al agua corporal total ACT (Schoeller, 2000).

BIA se fundamenta en el hecho de que el tejido magro contiene un alto nivel de agua y electrolitos por lo que actúa como un conductor eléctrico y la grasa como aislante (Wells y Fewtrell, 2006), asumiendo que el ACT es una proporción fija de la MLG (73%). Una vez que se ha obtenido el valor de la MLG, la MG se calcula a partir de la diferencia con el peso corporal total (Aguado y Gómez, 2005).

Debido a la necesidad de realizar intervenciones oportunas en la prevención del sobrepeso y la obesidad en la población infantil, es necesario poseer métodos indirectos simples, de alta calidad y bajo costo que permita estimar de forma precisa la composición corporal en niños (de Beer et al., 2011).

El objetivo del presente estudio fue verificar la validez predictiva del % GC estimado por el equipo de impedancia bioeléctrica Tanita en una muestra de escolares costarricenses de 6 a 9 años, utilizando D<sub>2</sub>O como método de referencia en el estudio de la composición corporal.

## 2. MÉTODO

### 2.1 Población

En el estudio participaron 79 escolares (40 niños y 39 niñas), provenientes de familias de estratos socioeconómicos medios con edades comprendidas entre los 6 a 9 años ( $7.7 \pm 1.1$  años) pertenecientes a tres escuelas del Área Metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica. Entre los criterios de inclusión para la participación de los escolares en el estudio se estableció que no podían padecer alguna enfermedad crónica o alguna enfermedad aguda en el momento del estudio.

Tampoco podían participar aquellos escolares que en el momento del estudio estuvieran tomando medicamentos que podían afectar los resultados. El protocolo de estudio fue redactado siguiendo los postulados de la Declaración de Helsinki (World Medical Assembly, 2013) y aceptado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica. El consentimiento informado fue firmado por todos los padres o tutores de los escolares.

### 2.2 Diseño y procedimientos

Estudio descriptivo transversal, cuyos participantes fueron medidos en un solo momento. Todas las mediciones fueron realizadas posterior a 12 horas de ayuno. Las mediciones se realizaron con el mínimo de ropa, siguiendo el mismo protocolo. Para la selección de medidas antropométricas, técnica e instrumental de medición se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría ISAK en su manual (Marfell et al., 2006).

El peso fue medido con una balanza electrónica portátil SECA (Hamburgo, Alemania) con capacidad de 150 kg y precisión de 0.01 kg. La talla, se midió con un estadiómetro portátil Holtain Ltd. (Dyfed, Reino Unido), con capacidad de 200 cm y precisión de 0.1 cm. Las mediciones se realizaron por duplicado y se tomó el promedio de las mediciones como el valor final a considerar. El error de medición para la talla y el peso fueron de 0.2 mm y 0.01 kg respectivamente. Con las mediciones de peso y talla se calculó el índice de masa corporal (IMC) por medio de la ecuación:  $\text{peso (kg)}/\text{talla}^2 \text{ (m)}$ .

### 2.3 Técnica de dilución de óxido de deuterio

El análisis de la composición corporal se realizó por medio de la técnica isotópica de  $D_2O$ . La técnica de  $D_2O$  permite calcular el agua corporal total ACT. El ACT permite posteriormente determinar la MLG y la MG. El ACT se midió mediante la determinación de la concentración de  $D_2O$ , de acuerdo al protocolo de Plateau, el cual considera dos puntos de medición: una muestra biológica basal previa a la ingestión del isótopo y otra muestra post dosis al final del tiempo de equilibrio del isótopo en los fluidos corporales (3.0 h) (Salazar et al., 1994). Para efectos del estudio se utilizó la saliva (2ml) como muestra biológica.

Para la recolección de la muestra basal y administración de  $D_2O$  los escolares estuvieron en ayuno de doce horas, período en el cual no realizaron actividad física vigorosa. Antes de suministrar el  $D_2O$  los escolares realizaron una micción para garantizar que la vejiga estuviera vacía. Después de la recolección de la muestra basal, se administró una dosis de 12 g de  $D_2O$  al 99% de átomo. Posteriormente a los recipientes se les agregó 20 ml de agua estéril para que los escolares la bebieran y garantizar la ingesta total de la dosis.

Durante el tiempo de equilibrio los escolares no ingirieron alimentos o bebidas. Tampoco realizaron actividad física o micción. Las muestras de saliva se recogieron utilizando torundas de algodón absorbente estéril que se introdujeron en la boca de los escolares para que se impregnaran de saliva. Posteriormente el algodón se colocó en jeringas de 10 ml y se presionaron con el émbolo para recolectar el fluido en tubos de plástico limpios con tapa de rosca. Las muestras se almacenaron a  $-70^\circ \text{C}$  para su posterior análisis. A partir del ACT, se calculó la MLG, asumiendo los coeficientes de hidratación para niños propuestos por Fomon et al. (1998). La MG fue calculada como la diferencia entre la MLG y el peso corporal. Las muestras de saliva se analizaron usando un espectrómetro de masas de relación de isótopos HYDRA (Europe Scientific, Crewe, UK).

## 2.4 Porcentaje de grasa corporal estimado por impedancia bioeléctrica

Fue evaluado por medio del equipo de impedancia bioeléctrica Tanita TBF-105 NC (Tanita Corp., Tokio, Japón). Las mediciones se realizaron siguiendo las recomendaciones del fabricante. La altura, el sexo y la edad se ingresaron manualmente, mientras que el peso se registró automáticamente en el equipo. Los escolares se colocaron de pie sobre las planchas de metal del Tanita. Las mediciones se tomaron en un mismo período de tiempo cada día después del ayuno de 12 horas y sin actividad física rigurosa con el fin de reducir el error de medición. Las muestras de suciedad en las plantas de los pies de los escolares se eliminaron con toallas antisépticas húmedas. Las mediciones del % GC se calcularon mediante las ecuaciones de predicción del instrumento. Todas las mediciones proporcionadas por el equipo Tanita se tomaron en un rango de temperatura de 24° C a 34° C, rango en el cual el valor de la resistencia no se ve afectado (Garby et al., 1990).

## 2.5 Análisis estadístico

Se calculó la estadística descriptiva para las mediciones edad, peso, talla, IMC, % GC por D<sub>2</sub>O y % GC por Tanita, expresadas como valores promedio ± desviación estándar. Las diferencias entre promedios de las variables obtenidas de los niños y niñas se analizaron mediante la prueba *t* para muestras independientes. La relación entre el % GC por Tanita y el D<sub>2</sub>O fue analizada mediante la prueba *t* para muestras relacionadas.

El sesgo entre las mediciones del % GC por Tanita y D<sub>2</sub>O se evaluó mediante el procedimiento de Bland y Altman (1986). Para este fin, se calcularon los límites de concordancia al 95% y su precisión se evaluó con los intervalos de confianza al 95%. La exactitud individual entre Tanita y D<sub>2</sub>O se evaluó por medio del análisis de regresión y la precisión con el valor R<sup>2</sup>. El D<sub>2</sub>O correspondió a la variable dependiente o criterio (Y) y Tanita fue la variable independiente o predictora (X).

También se calculó el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (1989) con el fin evaluar la reproducibilidad y concordancia entre Tanita y D<sub>2</sub>O. La fuerza de concordancia de Lin (1989) fue considerada como pobre (<0.90), moderada (0.90-0.95), substancial (0.95-0.99) y casi perfecta (>0.99).

Para comparar los resultados de éste estudio con otros publicados, se calculó el error total de medición (ETM) como medida de exactitud (Lohman, 1981). La ecuación (1) utilizada para el ETM describe a Y el valor medido, Y<sub>i</sub> el valor estimado y n el número de sujetos en la muestra.

$$E = \sqrt{\frac{\sum (F - F_i)^2}{N}} \quad (1)$$

Los datos fueron analizados utilizando los programas de estadística MedCalc versión 11.5.1 (Mariakerke, Belgium) y SPSS para Windows versión 21.0 (IBM Corporation, New York, USA). Se consideró como nivel de significancia P < 0.05.

## 3. RESULTADOS

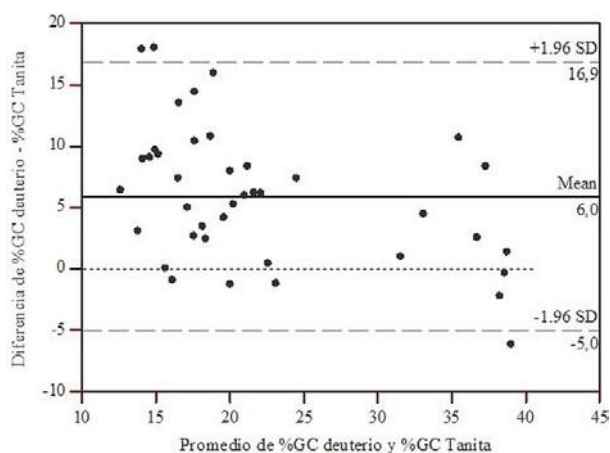
En la Tabla 1 se muestra la edad, características corporales y el % GC de los escolares costarricenses, en la que los valores P se muestran para las comparaciones entre sexos. La prueba *t* para muestras independientes identificó diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) entre los promedios de las variables edad, talla y % GC obtenido por D<sub>2</sub>O y por Tanita en ambos sexos.

**Tabla 1.** Características de escolares costarricenses de 6 a 9 años.

Variable	Total (N=79) $\bar{x} \pm DS$	Niños (n = 40) $\bar{x} \pm DS$	Niñas (n =39) $\bar{x} \pm DS$	P ≤ 0.05
Edad (años)	7.7 ± 1.0	7.4 ± 0.9	7.9 ± 1.0	0.019
Peso (kg)	29.5 ± 7.1	28.1 ± 7.4	30.8 ± 6.7	0.539
Talla (cm)	126.0 ± 6.7	124.1 ± 5.8	127.6 ± 7.5	0.022
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18.4 ± 2.9	18.1 ± 3.3	18.7 ± 2.5	0.279
% GC (D <sub>2</sub> O, %)	29.0 ± 7.6	25.2 ± 7.5	33.0 ± 5.2	0.001
% GC (Tanita, %)	24.3 ± 10.2	19.2 ± 9.9	29.5 ± 7.5	0.001

Los resultados de los análisis estadísticos respectivos se presentan por sexo para una mejor comprensión. En los niños, el promedio ( $\pm$  DS) del % GC por D<sub>2</sub>O fue de  $25.2 \pm 7.5$ , en comparación con  $19.2 \pm 9.9$  obtenido por Tanita. Las mediciones del % GC fueron significativamente diferentes mediante la prueba t.

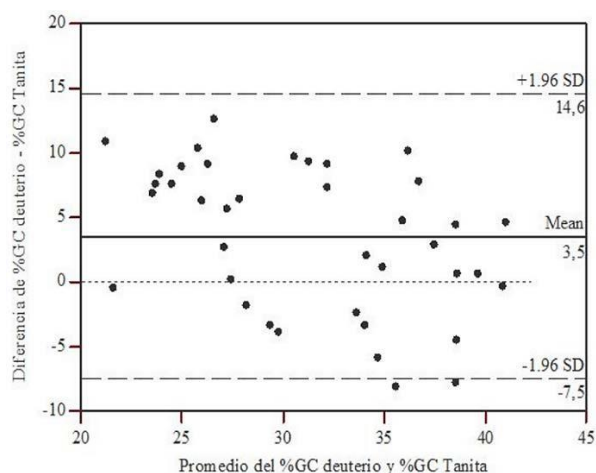
El sesgo de Tanita fue de  $6.0 \pm 5.6$  % GC (IC 95% = 4.2 a 7.7%), lo que indica que Tanita subestimó el % GC en comparación con D<sub>2</sub>O. El ETM como medida de precisión fue 8.1% del % GC. El gráfico de las diferencias entre D<sub>2</sub>O y Tanita mostradas por el procedimiento de Bland y Altman (1986) se presentan en la Figura 1.



**Figura 1.** Límites de concordancia de Bland-Altman entre el % GC medido por óxido de deuterio y el estimado por Tanita en niños

El análisis de regresión lineal mostró que la intersección y la pendiente fueron diferentes con respecto a la línea de identidad. La precisión evaluada con el valor R<sup>2</sup> mostró que el % GC calculado por Tanita explicaba el 69% de la variabilidad en el % GC medido por D<sub>2</sub>O ( $R = 0.83$ ,  $R^2 = 0.69$ ,  $p < 0.0001$ ). El coeficiente de correlación de la concordancia de Lin (1989) identificó la poca fuerza del acuerdo ( $\rho_c = 0.78$ ). En las niñas, el promedio ( $\pm$  DS) para % GC obtenido por D<sub>2</sub>O fue  $33.0 \pm 5.2$ , en comparación con  $29.5 \pm 7.5$  obtenido por Tanita. Las mediciones del % GC fueron significativamente diferentes mediante la prueba t.

El sesgo de Tanita fue de  $3.5 \pm 5.6$  % GC (IC 95% = 1.7% a 5.3%), lo que indica que Tanita subestimó el % GC en comparación con el D<sub>2</sub>O. El ETM como medida de precisión fue de un 6.6% del % GC. El gráfico de las diferencias entre D<sub>2</sub>O y Tanita mostradas por el procedimiento de Bland y Altman (1986) se presenta en la Figura 2.



**Figura 2.** Límites de concordancia de Bland-Altman entre el % GC medido por óxido de deuterio y el estimado por Tanita en niñas

El análisis de regresión lineal mostró que la intersección y la pendiente fueron diferentes con respecto a la línea de identidad. La precisión evaluada con el valor R<sup>2</sup> mostró que el % GC calculado por Tanita explicaba el 43% de la variabilidad en el % GC medido por D<sub>2</sub>O ( $R = 0.66$ ,  $R^2 = 0.43$ ,  $p < 0.0001$ ). El coeficiente de correlación de la concordancia de Lin (1989) identificó la poca fuerza del acuerdo ( $\rho_c = 0.81$ ).



#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la última década, BIA ha sido considerado un método conveniente para la medición del % GC a gran escala por ser un método útil, práctico y más preciso que el método de pliegues cutáneos (Knechtle et al., 2011; Ricciardi et al., 2007).

El presente estudio, determinó la validez predictiva del sistema Tanita TBF-105 NC para estimar el % GC en escolares costarricenses de 6 a 9 años mediante el uso del D<sub>2</sub>O como método de referencia. En general, el Tanita subestimó el % GC en comparación al método del D<sub>2</sub>O.

Con respecto a los límites de concordancia, éstos presentaron una amplia variabilidad en la estimación del % GC, mientras que los intervalos de confianza mostraron amplias diferencias. Ambos resultados indican que las estimaciones del % GC por medio del equipo Tanita en una muestra independiente no sería tan confiable.

Al evaluar la exactitud por medio del análisis de regresión, los valores de % GC obtenidos por Tanita no fueron exactos ni precisos, ya que el intercepto y la pendiente por Tanita y D<sub>2</sub>O fueron diferentes de la línea de identidad.

Los valores de ETM obtenidos fueron mayores al 2% (niños 8.1% y niñas 6.6%), lo que se considera que representa una medición de exactitud individual no adecuada para % GC por sexo. Se ha considerado como adecuado porcentaje de error en la estimación del % GC a valores entre 1.5% a 2% si el método o equipo utilizado fue comparado con algún método de referencia como el D<sub>2</sub>O (Sala et al., 2007), método utilizado en el presente estudio.

De acuerdo al ETM obtenido, el equipo Tanita no es un equipo apropiado para el cálculo del % GC en escolares costarricenses.

Tanita también mostró una pobre concordancia, precisión y exactitud al evaluarse con el coeficiente de concordancia de Lin (1989) y el método de Bland y Altman (1986). Resultados de una correlación simple (por ejemplo, Pearson) son insuficientes para apoyar la utilidad de un método ya que la concordancia entre métodos requiere otras técnicas analíticas (Carpio et al., 2016; Silva et al., 2013). Por ejemplo, la correlación del coeficiente de concordancia de Lin (1989) es una técnica necesaria para estimar la asociación entre dos métodos de medición. Esta técnica combina la precisión y exactitud para determinar en qué medida los datos observados de ambos métodos se desvían de un acuerdo perfecto, así como su reproducibilidad (Bergman et al., 2011; Carpio et al., 2016; Silva et al., 2013). Por otra parte, el método de Bland-Altman también proporciona información sobre el acuerdo o desacuerdo entre los diferentes métodos de medición (Bergman et al., 2011; Bland y Altman, 1986; Zhang et al., 2014). Técnicas analíticas que se incluyeron en este estudio.

Aunque en el presente estudio se controlaron diversos aspectos, los cuales se consideran fortalezas metodológicas tales como:

1. Utilizar una mayor muestra de niños que en la de otros estudios de validación (de Beer et al., 2011; Prins et al., 2008; Resende et al., 2011).
2. Rango de edad homogéneo lo que ha sido recomendado anteriormente (de Beer et al., 2011; Prins et al., 2008), ya que rangos amplios de edad o muestras heterogéneas podrían involucrar presumiblemente un variado estado de pubertad, período en que se producen cambios en la longitud de miembros y el patrón de MG afectando los resultados de validación.
3. Mediciones de BIA tomadas en un rango de temperatura de 24°C a 34°C, en el cual el valor de resistencia no es afectado (Garby, 1990).
4. No permitir a los niños realizar actividad física durante el estudio ya que provocaría el aumento del cociente respiratorio y salida de vapor de agua total (respiratoria y sudor) que en teoría induce una sobreestimación del ACT.

5. Registrar la excreción de orina producida por algún escolar durante el período de equilibrio, ya que la pérdida del trazador durante el período de equilibrio por la excreción de orina causaría una inadecuada medición del ACT; los resultados mostraron que el Tanita como método es poco confiable para ofrecer estimaciones de grasa corporal.

Se ha identificado que los equipos BIA pie-pie son menos precisos que los equipos BIA mano-pie, ya que subestiman el % GC, como lo identificado en el presente estudio, resultados que mostraron coherencia con estudios previos en niños (Haroun et al., 2009; Lazzer et al., 2008).

Una posible explicación de la falta de validez predictiva del Tanita es que la ecuación de predicción incorporada en el sistema Tanita se basa en poblaciones caucásicas, que pueden diferir en la composición corporal en comparación con la población en estudio.

Además, las ecuaciones incorporadas en el sistema Tanita utilizan factores de hidratación con base a valores de adultos al convertir el ACT en MLG. Este valor de 73,5% para los adultos se ha demostrado que es más bajo que el observado en niños y esto produciría una subestimación del % GC en la población infantil (Lohman, 1981).

## 5. CONCLUSIONES

La estimación del % GC por el equipo BIA Tanita comparado con los resultados obtenidos por el método del D<sub>2</sub>O no fue precisa ni exacta en escolares costarricenses de 6 a 9 años. Además, se recomienda tener precaución al usar equipos BIA o cualquier otro método indirecto para estimar el % GC, ya que puede subestimar o sobreestimar el % GC en escolares.

Respecto a los resultados del estudio es importante señalar que éstos pueden generalizarse a niños con las mismas características, pero se requieren de otros trabajos que soporten la validez del Tanita en escolares de otras edades. En el presente estudio solo se incluyó niños a partir de los 6 años debido a la limitación de la versión del software del equipo para estimar de forma confiable el % GC en niños de menor edad.

Se recomienda que se realicen procesos de validación de equipos BIA en la población pediátrica costarricense para establecer su exactitud mientras continúen surgiendo nuevos modelos.

## REFERENCIAS

- Aballay, L., Eynard, A.R., Díaz, M.P. et al. (2013). Overweight and Obesity: The Relationship to metabolic syndrome, cardiovascular disease, and cancer in South America. *Nutrition Reviews* 71 (3), 168-179.
- Aguado, S. y Gómez, L. (2005). Body composition: Evaluation methods. *European Journal of Anatomy*, 9 (2), 117-124.
- Askie, L., Baur, L., Campbell, K. et al. (2010) The early prevention of obesity in children (Epoch) collaboration an individual patient data prospective meta-analysis. *BMC Public Health* 10, 728-736.
- Ball, K., Cleland, V., Timperio, A., Salmon, J. y Crawford, D. (2009). Socioeconomic position and children's physical activity and sedentary behaviors: longitudinal findings from the CLAN study. *Journal of Physical Activity and Health* 6(3), 289-298.
- Barbosa-Silva, M., Barros, A., Wang, J., Heymsfield, S. y Pierson, R. (2005). Bioelectrical impedance analysis: Population reference values for phase angle by age and sex. *American Journal of Clinical Nutrition* 82, 49-52.
- Bergman, R.N., Stefanovski, D., Buchanan, T.A. et al. (2011). A better index of body adiposity. *Obesity* 19, 1083-1089.
- Bland, J.M. y Altman, D.G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1, 307-310.
- Carpio, E., Hernández, J., Salicetti, A., Solera, A. y Moncada, J. (2016). Predictive validity of the body adiposity index in Costa Rican students. *American Journal of Human Biology*, 28(3), 394-397.
- Davis, P. y Wells, J. (1994). Calculation of total body water in infancy. *American Journal of Clinical Nutrition* 48, 490-495.
- de Beer, M., Timmersa, T., Weijds, P. y Gemke, R. (2011). Validation of total body water analysis by bioelectrical impedance analysis with deuterium dilution in (pre)school children. *European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism* 6, 223-226.
- Eissa, M., Dai, S., Mihalopoulos, N. et al. (2009). Trajectories of Fat mass Index, Fat Free-Mass Index, and Waist Circumference in Children Project HeartBeat! *American Journal of Preventive Medicine* 37, 43-49.
- Fomon, S., Haschke, F., Ziegler, E.E. y Nelson, S.E. (1998). Body composition of reference children from birth to age 10 years. *American Journal of Clinical Nutrition* 35, 1169-1175.

- Garby, L., Lammert, O. y Nielsen, E. (1990). Negligible effects of previous moderate physical activity and changes in environmental temperature on whole body electrical impedance. *European Journal of Clinical Nutrition* 44, 545-556.
- Haroun, D., Taylor, S., Viner, R. et al. (2010). Validation of Bioelectrical Impedance Analysis in Adolescents Across Different Ethnic Groups. *Obesity* 18, 1252-1259.
- Kain, J., Corvalán, C., Lera, L., Galván, M. y Uauy, R. (2009). Accelerated growth in early life and obesity in preschool Chilean children. *Obesity* 17, 1603-1608.
- Katzmarzyk, P.T., Baur, L.A., Blair, S.N. et al. (2008). Summary statement and recommendations. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 33, 371-388.
- Knechtle, B., Wirth, A., Knechtle, P., Rosemann, T., Rust, C. y Bescos, R. (2011). A comparison of fat mass and skeletal muscle mass estimation in male ultra-endurance athletes using bioelectrical impedance analysis and different anthropometric methods. *Nutrición Hospitalaria* 26(6), 1420-1427.
- Lizzer, S., Bedogni, G., Agosti, F., De Col, A., Mornati, D. y Sartorio, A. (2008). Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in severely obese Caucasian children and adolescents. *British J. of Nutrition* 100, 918-924.
- Lee, O. y McCargar, L. (2009). Prevention of overweight and obesity in children under the age of 6 years. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 34, 551-570.
- Lin, L. (1985). A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 45, 255-268.
- Lohman, T. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. *Human Biology* 53, 181-225.
- Madeira, F.B., Silva, A.A., Veloso, H.F. et al. (2013). Normal weight obesity is associated with metabolic syndrome and insulin resistance in young adults from a middle-income country. *PloS One* 8(3), 660-673.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A. y Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom.
- Mihanopoulos, N., Holubkova, R., Young, P., Dai, S. y Labarthe, D. (2010). Expected Changes in Clinical Measures of Adiposity during Puberty. *Journal of Adolescent Health* 47, 360-366.
- Ministerio de Educación Pública. (2016). Informe Ejecutivo Censo Peso/Talla. Recuperado: <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf>
- Ogden, C.L., Carroll, M.D., Curtin, L.R. et al. (2006). Prevalence of Overweight and Obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA* 295, 1549-1555.
- Pereira, A.P., Seabra, T.A., Silva, G.R. et al. (2010). Prevalence of Overweight, Obesity and Physical Activity Levels in Children from Azores Islands. *Annals of Human Biology* 37(5), 682-691.
- Pirinçci, E., Durmus, B., Gündoğdu, C. y Açıık, Y. (2010). Prevalence and Risk factors of Overweight and Obesity among Urban School Children in Elazığ City (Eastern Turkey, 2007). *Annals of Human Biology* 37(1), 44-56.
- Prins, M., Hawkesworth, S., Wright, A., Fulford, A. et al. (2008). Use of bioelectrical impedance analysis to assess body composition in rural Gambian children. *European Journal of Clinical Nutrition* 62, 1065-1074.
- Ramírez, E., Valencia, M., Bourges, H., Espinoza, T. et al. (2012). Body composition prediction equations based on deuterium oxide dilution method in Mexican children: a national study. *European Journal of Clinical Nutrition* 66, 1099-1103.
- Resende, C.M., Camelo, J.S., Vieira, M.N. et al. (2011). Body composition measures of obese adolescents by the deuterium oxide dilution method and by bioelectrical impedance. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 44(11), 1164-1170.
- Ricciardi, R. y Talbot, L. (2007). Use of bioelectrical impedance analysis in the evaluation, treatment, and prevention of overweight and obesity. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners* 19 (5), 235-241.
- Sala, A., Webber, C.E., Morrison, J., Beaumont, L.F. y Barr, R.D. (2007). Whole-Body Bone Mineral content, Lean Body Mass, and Fat mass Measured by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in a Population of Normal Canadian Children and Adolescents. *Canadian Association of Radiologists Journal* 58, 46-52.
- Salazar, G., Infante, C. y Vio, F. (1994). Deuterium equilibration time in infant's body water. *European Journal of Clinical Nutrition* 48, 475-481.
- Schoeller, D. (2000). Bioelectrical impedance analysis. What does it measure? *Annals of the New York Academy of Sciences* 904, 159-162.
- Silva, M.I., Vale, B.S., Lemos, C.C., Torres, M.R. y Bregman, R. (2013). Body adiposity index assess body fat with high accuracy in nondialyzed chronic kidney disease patients. *Obesity* 21, 546-552.
- Wells, J. y Fewtrell, M. (2006). Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood* 91, 612-617.
- World Medical Assembly. (2013). *Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research on Human Beings*. 64<sup>th</sup> General Assembly.
- Zhang, Z.Q., Liu, Y.H., Xu, Y. et al. (2014). The validity of the body adiposity index in predicting percentage body fat and cardiovascular risk factors among Chinese. *Clinical Endocrinology* 81, 356-362.