

Validez del porcentaje de grasa corporal por pliegues cutáneos comparado con la dilución de óxido de deuterio en escolares costarricenses

Juan Diego Zamora Salas¹, Adriana Laclé Murray¹.

¹Instituto de Investigaciones en Salud, Universidad de Costa Rica.

RESUMEN: El objetivo del estudio fue determinar la validez del porcentaje de grasa corporal (% GC) estimado por la ecuación de Slaughter en escolares costarricenses. Participaron 54 niños y 49 niñas con una edad promedio 7.8 ± 1.0 años. El óxido de deuterio (D_2O) fue el método de referencia para determinar la masa grasa (FM) expresada como % GC. Se utilizó un análisis de regresión lineal y prueba t para determinar la asociación y las diferencias entre el %GC por la ecuación de Slaughter y D_2O . 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 ($26.3 \pm 7.4\%$ vs $22.4 \pm 7.0\%$) y niñas ($33.2 \pm 5.7\%$ vs $26.1 \pm 5.7\%$). La asociación entre métodos no fue significativa en niños ($R^2 = 0.76$, $p < 0.0001$) y niñas ($R^2 = 0.24$, $p < 0.0001$). Los gráficos de Bland-Altman mostraron que la ecuación de Slaughter subestimó el % GC en 6,0% en niños y 3,5% en niñas, en comparación con D_2O . El CCC de Lin identificó una fuerza de concordancia pobre entre métodos, niños $pc = 0.87$ y niñas $pc = 0.56$. Con los resultados se concluye que la ecuación de Slaughter registró baja concordancia del % GC en comparación con el D_2O en escolares costarricenses.

Palabras clave: Dilución de óxido de deuterio, escolares, pliegues cutáneos, porcentaje grasa corporal.

SUMMARY: Validity of percent body fat by skinfold thickness compared with deuterium oxide dilution in Costa Rican school children . The aim of the study was to determine the validity of the body fat percentage (% GC) estimated by the Slaughter equation in Costa Rican school children. The sample consisted of 54 male and 49 female, mean age 7.8 ± 1.0 years. Deuterium oxide dilution (D_2O) was the reference method to determine the fat mass (FM) expressed as BF%. Linear regression analyses and paired sample t-tests were used to test association and mean differences between Slaughter equation and D_2O BF%. Concordance between Slaughter equation and D_2O BF% was determined by Lin's concordance correlation coefficient (CCC). Measurement of agreement between the two methods was analyzed using the Bland-Altman procedure. Measurements of BF% by Slaughter equation and D_2O were significantly different for boys ($26.3 \pm 7.4\%$ vs $22.4 \pm 7.0\%$) and for girls ($33.2 \pm 5.7\%$ vs $26.1 \pm 5.7\%$). Non-significant association between methods was found in males ($R^2 = 0.76$, $p < 0.0001$) and females ($R^2 = 0.24$, $p < 0.0001$). Bland-Altman plots showed that Slaughter equation underestimated the %BF in a 6.0% for boys and in a 3.5% for girls compared with D_2O . Lin's CCC identified poor strength of concordance between the two methods, for boys $pc = 0.87$ and for girls $pc = 0.56$. With the results we conclude that the Slaughter equation registered low agreement of BF% compared against the one obtained by D_2O in Costa Rican school children.

Key words: Deuterium oxide dilution, obesity, body fat percentage, school children, skinfold thickness.

INTRODUCCIÓN

Debido al aumento de la prevalencia de la obesidad infantil en las últimas décadas, el estudio de la composición corporal se ha convertido en un importante indicador nutricional (1).

En Costa Rica, por ejemplo; se ha identificado que la prevalencia del sobrepeso y la obesidad en escolares es de un 34% (2).

Con los avances tecnológicos se han desarrollado nuevos métodos y equipos que permi-

ten una identificación más precisa de los diferentes componentes del cuerpo (3).

Sin embargo, a pesar de la alta calidad de los datos, los modelos de compartimentos múltiples (cuatro o más compartimentos) presentan desventajas en comparación con los modelos de dos o tres compartimentos. Entre las desventajas están su limitado uso en el contexto clínico como en estudios poblacionales. En este sentido, profesionales en salud han preferido métodos indirectos, simples y de menor costo económico y operativo para la evaluación de la composición corporal (3).

La técnica de medición de pliegues cutáneos ha sido el método simple e indirecto más ampliamente utilizado en niños con fines clínicos, de investigación y epidemiológicos (4). Sin embargo, existen dudas sobre su validez en la infancia (5).

A nivel pediátrico es importante la rigurosidad en el proceso de la evaluación de la composición corporal ya que, dependiendo del crecimiento y la maduración biológica, existe una gran variación en los diferentes componentes del cuerpo. Esta variación puede afectar significativamente las estimaciones de la masa libre de grasa (MLG) y la masa grasa (MG), especialmente en modelos simples e indirectos (3,4).

Por lo tanto, métodos simples como la medición de pliegues cutáneos deben ser validados por medio de técnicas o métodos confiables y con análisis basados en procedimientos estadísticos apropiados, con el fin de obtener diagnósticos más confiables y menos susceptibles a una interpretación errónea (3).

En la actualidad el método comúnmente más usado en la validación de estudios es la dilución isotópica con óxido de deuterio (D_2O) u oxígeno-18 ($O18$) (3). La dilución isotópica con D_2O es una de las tecnologías más avanzadas y considerada el método de referencia. Ofrece importantes ventajas comparadas con otros métodos, ya

que es inofensiva para los humanos y puede utilizarse en mujeres embarazadas, niños y ancianos, sin consecuencias clínicas (1).

Se ha comprobado que la dilución isotópica estima de manera confiable la medición de grasa corporal (GC) en niños y adolescentes comparado al modelo de cuatro compartimentos (4C modelo) (6).

Aunque en Costa Rica se han realizado estudios enfocados a la evaluación nutricional y composición corporal de la población infantil, éstos siguen siendo escasos y el principal método utilizado ha sido la antropometría (2). Sin embargo, no se han utilizado técnicas de referencia como la dilución de óxido de deuterio para la valoración de la composición corporal.

Debido al aumento de la prevalencia de obesidad infantil y la necesidad de realizar intervenciones oportunas en la prevención del sobrepeso y la obesidad en la población escolar costarricense, es necesario poseer métodos indirectos simples de bajo costo que permitan estimar de forma precisa la composición corporal en niños (7).

Por lo anterior el propósito de este estudio fue analizar la validez predictiva de la ecuación pediátrica de Slaughter para estimar la GC en escolares costarricenses comparado a la técnica isotópica de D_2O como método de referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos. Estudio descriptivo transversal, en el que se evaluaron 103 escolares provenientes de familias de estratos socioeconómicos medios (54 varones y 49 mujeres) con edades comprendidas entre los seis a nueve años de edad (promedio 7.8 ± 1.0 años). 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. Los escolares pertenecían a tres escuelas urbanas del Área Metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica. La muestra seleccionada fue no probabilística, correspondió a todos los escolares cuyos padres o tutores autorizaron la participación firmando el consentimiento informado.

El protocolo de estudio fue redactado siguiendo los postulados de la Declaración de Helsinki (8) y aceptado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica.

Evaluación Antropométrica. Los escolares fueron medidos en una sola sesión posterior a doce horas de ayuno nocturno y reposo relativo. Para la selección de medidas antropométricas, técnica e instrumental de medición se tomaron en cuenta las recomendaciones de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) en su manual, International standards for anthropometric assessment (9). Se midió el peso, talla y los pliegues cutáneos subescapular (PS) y trícep (PT). Todas las mediciones en los escolares se realizaron con el mínimo de ropa, siguiendo el mismo protocolo.

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, UK), 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.

Los pliegues cutáneos se midieron con un caliper Lange (Beta Technology Incorporated, Meryland; USA), con capacidad de 67 mm y precisión de 1 mm. Las mediciones en cada pliegue se realizaron por triplicado y como medida final se consideró el promedio de las tres mediciones.

Con las mediciones antropométricas se calculó el índice de masa corporal (IMC), por medio de la ecuación: peso (kg)/talla² (m).

Técnica isotópica de dilución de óxido de deuterio (D₂O). La técnica de D₂O permite calcular el agua corporal total (ACT), lo que a su vez permite posteriormente determinar la masa libre de grasa (MLG) y la masa grasa (MG). El ACT se midió mediante la determinación de la concentración de D₂O, de acuerdo al protocolo de Plateau. Éste protocolo 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) (10). Para efectos del estudio se utilizó la saliva (2ml) como muestra biológica.

Para la recolección de la muestra basal y administración de D₂O los escolares estuvieron en ayuno de doce horas, período en el cual no realizaron actividad física vigorosa. Antes de suministrar el D₂O 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 D₂O 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° C para su posterior análisis.

A partir del ACT, se calculó la MLG, asumiendo los coeficientes de hidratación para niños propuestos por Fomon (11). 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) en el Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables del Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA), Universidad de Chile.

Porcentaje Grasa Corporal por Pliegues Cutáneos. El porcentaje de grasa corporal (%GC) se calculó por medio de la ecuación pediátrica de Slaughter (12), que considera la sumatoria de los pliegues cutáneos subescapular (PS) y tricípital (PT), tal como se presenta a continuación:

Niñas:

$$\% \text{GC} = 1,33 (\text{PS} + \text{PT}) - 0,013 (\text{PS} + \text{PT})^2 - 2,5$$

Niños:

$$\% \text{GC} = 1,21 (\text{PS} + \text{PT}) - 0,008 (\text{PS} + \text{PT})^2 - 1,7$$

Cuando la sumatoria de los pliegues tricípital y subescapular es mayor de 35 mm, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Niñas: } \% \text{GC} = 0,546 (\text{PS} + \text{PT}) + 9,7$$

$$\text{Niños: } \% \text{GC} = 0,783 (\text{PS} + \text{PT}) + 1,6$$

Análisis estadístico. Se calculó la estadística descriptiva para las diferentes variables, expresadas como valores promedio \pm 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 la ecuación de Slaughter y el D₂O fue analizada mediante la prueba t para muestras relacionadas.

El sesgo entre las mediciones del %GC por la ecuación de Slaughter y D₂O se evaluó mediante el procedimiento de Bland-Altman (13). 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 la ecuación Slaughter y D₂O se evaluó por medio del análisis de regresión y la precisión con el valor R². El D₂O correspondió a la variable dependiente o criterio (Y) y la ecuación de Slaughter fue la variable independiente o predictora (X).

También se calculó el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (14) con el fin evaluar la reproducibilidad y concordancia entre la ecuación de Slaughter y D₂O. La fuerza de concordancia de Lin fue considerada como pobre (<0.90), moderada (0.90-0.95), substancial (0.95-0.99) y casi perfecta (>0.99) (14).

Para comparar los resultados de este estudio con otros publicados, se calculó el error total de medición (ETM) como medida de exactitud (15):

$$E = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_i)^2}{N}}$$

donde Y es el valor medido, Y_i el valor estimado y n el número de sujetos en la muestra.

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.

RESULTADOS

Las características antropométricas y %GC de los escolares se muestran en la Tabla 1.

Luego de la prueba t para muestras independientes se identificó diferencias estadísticamente

TABLA 1. Características antropométricas y %GC de los escolares

Variable	Total (N=103) x ± DS	Niños (n = 54) x ± DS	Niñas (n = 49) x ± DS	P ≤
Edad (años)	7.8 ± 1.0	7.6 ± 0.9	8.0 ± 1.0	0.039
Peso (kg)	29.9 ± 6.9	29.1 ± 7.2	31.0 ± 6.6	0.161
Talla (m)	126.0 ± 6.7	124.7 ± 6.2	127.5 ± 7.1	0.035
IMC (kg/m ²)	18.7 ± 2.9	18.5 ± 3.1	18.9 ± 2.8	0.459
PS (mm)	9.5 ± 5.0	8.6 ± 5.0	10.5 ± 5.0	0.026
PT (mm)	13.8 ± 5.8	12.7 ± 5.7	15.1 ± 5.6	0.013
% GC (D ₂ O, %)	29.6 ± 7.5	26.3 ± 7.4	33.2 ± 5.7	0.001
% GC (Slaughter, %)	24.1 ± 6.7	22.4 ± 7.0	26.1 ± 5.7	0.004

IMC: Índice de masa corporal, PS: Pliegue subescapular, PT: Pliegue tricípital, % GC: Porcentaje de grasa corporal. Valores P son mostrados para comparar los promedios entre sexo.

significativas ($P < 0.05$) entre promedios para las variables edad, talla, %GC D₂O y % GC por la ecuación de Slaughter entre ambos sexos.

Al realizar la prueba t para muestras relacionadas se identificó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) entre el %GC por D₂O y la ecuación de Slaughter en los niños ($26.3 \pm 7.4\%$ vs $22.4 \pm 7.0\%$) como en las niñas ($33.2 \pm 5.7\%$ vs $26.1 \pm 5.7\%$).

Al aplicar el criterio de Bland-Altman (13) se determinó que la ecuación de Slaughter subestimó en un 3.9% el % GC en los niños y en un 7.1% en las niñas comparado con D₂O.

El nivel de concordancia entre el %GC medido por la ecuación de Slaughter y D₂O fue bajo. Esto es demostrado gráficamente en las figuras 1 y 2, donde el tamaño de la diferencia promedio (D₂O - ecuación de Slaughter) entre medicio-

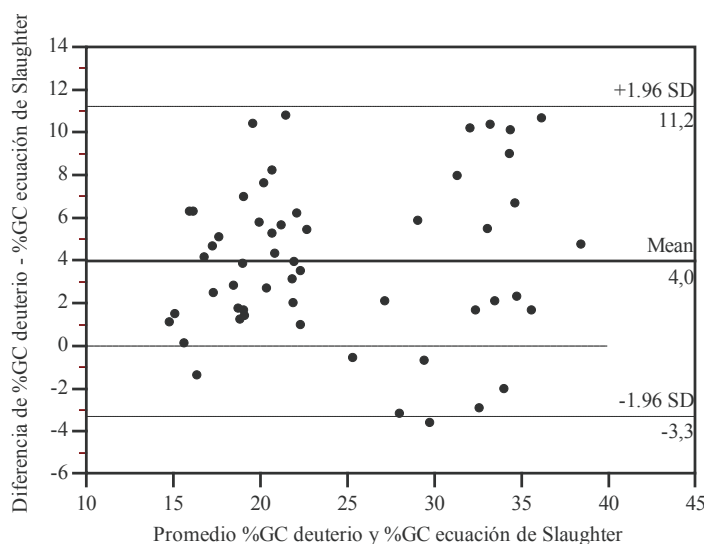


FIGURA 1. Límites de concordancia de Bland-Altman entre el % GC medido por D₂O y el estimado por ecuación de Slaughter en niños.

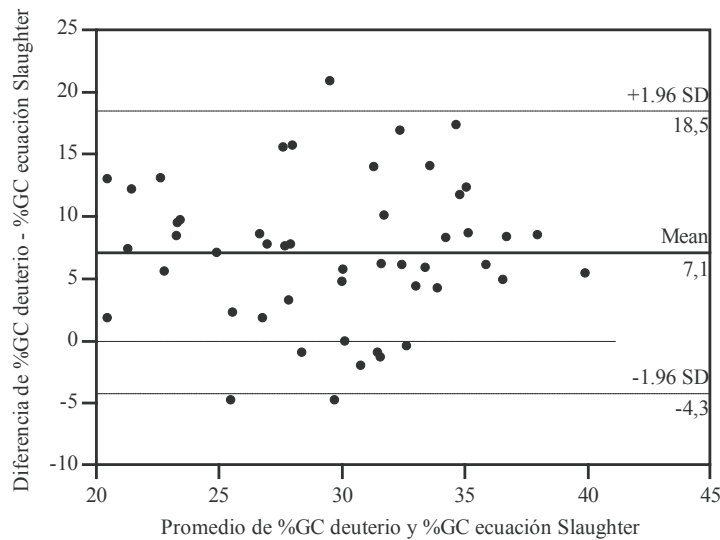


FIGURA 2. Límites de concordancia de Bland-Altman entre el % GC medido por D_2O y el estimado por ecuación de Slaughter en niñas.

nes fue amplia, $3.9 \pm 3.7\%$ en niños y $7.1 \pm 5.8\%$ en niñas para la ecuación de Slaughter y con un 95% límite de concordancia de -3.3 a 11.2 en niños y de -4.3 a 18.5 en niñas. Los resultados indican que en el 95% de los casos (± 2 DE), una medición por medio de la ecuación de Slaughter puede estar hasta 3.3% por debajo o 11.2% por arriba en niños y 4.3% por debajo y 18.5% por arriba en las niñas del valor obtenido por D_2O . Específicamente, el 98.2% y 93.9% de las observaciones (53 niños y 46 niñas respectivamente) estuvieron dentro de éstos límites (Figuras 1 y 2).

El intervalo de confianza mostró que si se mide otra muestra independiente, el 95% de los escolares evaluados por la ecuación de Slaughter se encontrarían entre 2.9% a 4.9% en niños y de 5.4% a 8.8% en niñas del %GC comparado con D_2O .

Referente al coeficiente de correlación de concordancia de Lin (14), se obtuvo un valor de $\rho_c = 0.87$ para los niños y de $\rho_c = 0.56$ para las niñas; valores que representan una fuerza de concordancia pobre entre los resultados de los métodos utilizados.

Con respecto al análisis de regresión se identificó que el intercepto y la pendiente fueron diferentes respecto a la línea de identidad en ambos grupos de escolares. La precisión evaluada con el valor R^2 mostró que la ecuación de Slaughter en niños explicó un 76% y en las niñas sólo un 24% de la variabilidad del %GC medido por D_2O .

El ETM del %GC como medida de exactitud fue de 5,40% y de 9.13% para niños y niñas respectivamente.

DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue determinar la validez predictiva de la ecuación pediátrica de Slaughter para estimar el %GC por medio de pliegues cutáneos respecto al D_2O como método de referencia en escolares costarricenses de seis a nueve años.

Como resultado la ecuación de Slaughter no mostró una adecuada precisión, exactitud ni concordancia respecto al D_2O , al evaluarse con los diferentes métodos analíticos. La ecuación

subestimó el %GC tanto en niños como en niñas comparado al D₂O, demostrando una baja concordancia entre métodos.

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 de la ecuación de Slaughter en una muestra independiente no serían tan confiables.

Al evaluar la exactitud por medio del análisis de regresión, los valores de %GC obtenidos por medio de la ecuación de Slaughter no fueron exactos ni precisos.

Los valores de ETM obtenidos fueron mayores al 2% (niños 5.40% y niñas 9.13%), lo que se considera que representa una medición de exactitud individual no adecuada para el %GC por la ecuación de Slaughter por sexo. Estudios previos han registrado valores inferiores de ETM (entre un 3.6% a un 4.0%) al comparar modelos simples con métodos de referencia (16,17). De acuerdo al ETM obtenido, la ecuación de Slaughter no es un apropiado método para el cálculo del %GC en escolares costarricenses.

Una de las fortalezas analíticas del presente estudio fue haber utilizado la correlación del coeficiente de concordancia de Lin (14) y el método de Bland-Altman (13) como técnicas analíticas. Se considera que utilizar una técnica analítica de correlación simple como Pearson no permite demostrar la utilidad de un método. La concordancia entre métodos requiere de otros métodos analíticos más complejos (18), como los utilizados en el presente estudio.

Por ejemplo, la correlación del coeficiente de concordancia de Lin es una técnica que permite estimar la asociación entre dos métodos de medición (14). Esta técnica combina la precisión y exactitud para determinar en qué

medida los datos obtenidos de ambos métodos se desvían de un acuerdo perfecto, así como su reproducibilidad (18,19). Mientras que el método de Bland-Altman, proporciona información sobre el acuerdo o desacuerdo entre los diferentes métodos de medición (13,19).

Aunque en el presente estudio se controlaron diversos aspectos, los cuales se consideran fortalezas metodológicas, tales como: 1- Rango de edad homogéneo lo que ha sido recomendado anteriormente (8,20). Rangos amplios de edad o muestras heterogéneas podrían involucrar presumiblemente un variado estado de pubertad, período en que se producen cambios en el patrón de MG afectando los resultados de validación, 2- No permitir a los escolares realizar actividad física durante el estudio. Realizar actividad física provocaría el aumento del cociente respiratorio y salida de vapor de agua total (respiratoria y sudor) que en teoría induce una sobreestimación del ACT, afectando el cálculo de la MG por el método de D₂O, 3- Evitar que algún escolar realizara una micción durante el período de equilibrio. La pérdida del trazador durante el período de equilibrio por la excreción de orina causaría una inadecuada medición de ACT y a su vez del cálculo de la MG; los resultados obtenidos mostraron que la ecuación de Slaughter es un método poco confiable para ofrecer estimaciones precisas de GC.

El resultado del presente estudio mostró coherencia con estudios previos en escolares de 6 a 9 años. En el estudio de Kehoe et al. (21), la ecuación de Slaughter no predijo con exactitud el %GC con respecto a la técnica isotópica de agua doblemente marcada (18O). Bila et al. (1), identificó que la ecuación de Slaughter subestimó el %GC en comparación al D₂O.

Una posible explicación de la falta de validez predictiva de la ecuación de Slaughter es que la misma se desarrolló en población cau-

cásica, lo que puede diferir en la composición corporal en comparación con la población en estudio. Se ha demostrado que la composición corporal es dependiente del origen étnico de la persona y tanto la MG como la masa ósea presentan variaciones en relación a la etnia (22), lo que según Urrejola et al. (23) orienta a pensar en la participación del componente genético.

Respecto a los resultados del estudio es importante señalar que éstos pueden generalizarse a niños y niñas con las mismas características, pero se requieren de otros trabajos que soporten la validez de la ecuación en escolares de otras edades.

Dato importante es que ésta es la primera vez que una ecuación de pliegue cutáneo se compara con un método de referencia de estimación de composición corporal como el D2O en la población infantil costarricense.

Se recomienda que se realicen nuevos procesos de validación con otras ecuaciones pediátricas para establecer su exactitud o el desarrollo de ecuaciones para la población infantil costarricense. Es importante destacar que para la población escolar costarricense de 6 a 9 años se cuenta con la predicción correcta de la validez y concordancia del equipo de bioimpedancia Bodystat, para estimar el %GC comparado con el D2O; por lo que se recomienda utilizar éste equipo para estimar el %GC en la población escolar costarricense (Zamora et al. 2017).

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la estimación del %GC por medio de la ecuación pediátrica de Slaughter para pliegues cutáneos tuvo una baja precisión y concordancia comparada con la medición realizada por el método de D2O en esco-

lares costarricenses de seis a nueve años. Se recomienda tener precaución cuando se utiliza algún otro método indirecto para estimar el %GC, ya que puede conducir a subestimar o sobreestimar el %GC en los escolares costarricenses.

AGRADECIMIENTOS

A la Organización Internacional de Energía Atómica por financiar las dosis de dilución isotópica de deuterio para el desarrollo del estudio.

REFERENCIAS

1. Bila WC, de Freitas AE, Galdino AS, Ferriolli E, Pfrimer K, Lamounier JA. Deuterium oxide dilution and bodycomposition in overweight and obese schoolchildren aged 6-9 years. *J Pediatr (Rio J)* 2016; 92: 46-52.
2. Ministerio de Educación Pública, Ministerio de Salud. (2016). Informe Ejecutivo Censo Peso/Talla. Recuperado: <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf>
3. Silva D, Ribeiro A, Pavãoa F, Ronquea E, Avelara A, Silvab A, Cyrinoa E. Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: a systematic review. *Rev Assoc Med Bras* 2013; 59 (5): 475-486
4. Reilly JJ, Wilson J, Durnin JVGA. Determination of body composition from skinfold thickness: a validation study *Arch Dis Child* 1995; 73: 305-310
5. Reilly JJ, Murray LA, Wilson J, Durnin JVGA. Measuring the body composition of elderly subjects: a comparison of methods. *Br J Nutr* 1994; 72: 33-44.
6. Ramírez E, Valencia ME, Moya-Camarena SY, Aleman-Mateo H, Mendez RO. Four-compartment model and validation of deuterium dilution technique to estimate fat-free mass in Mexican youth. *Nutrition*. 2009; 25:194-9.

7. de Beer M, Timmersa T, Weijds P, Gemkea R. Validation of total body water analysis by bioelectrical impedance analysis with deuterium dilution in (pre)school children. *E Spen Eur E J Clin Nutr Metab* 2011; 6: 223-226.
8. World Medical Assembly. Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research on Human Beings. 64th General Assembly. Fortaleza, Brazil. 2013.
9. Marfell-Jones, M.; Olds, T.; Stewart, A. & Carter, L. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, South Africa, ISAK, 2006.
10. Salazar G, Infante C, Vio F. Deuterium equilibration time in infant's body water. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48: 475-481.
11. Fomon S, Haschke F, Ziegler EE, Nelson SE. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1998; 35: 1169-1175.
12. Slaughter M, Lohman T, Boileau R. et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; (60): 709-723.
13. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
14. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989; 45: 255-268.
15. Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol* 1981; 53: 181-225.
16. Sala A, Webber CE, Morrison J, Beaumont LF, Barr RD. 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. *CARJ* 2007; 58: 46-52.
17. Wells JC, Fuller NJ, Dewit O, Fewtrell MS, Elia M, Cole JJ. Four component model of body composition in children: density and hydration of fat free mass and comparison with simpler models. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 904-912.
18. Carpio E, Hernández J, Salicetti A, Solera A, Moncada J. Predictive validity of the body adiposity index in Costa Rican students. *Am J Hum Biol* 2016; 28 (3): 394-397
19. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, Xiang AH, Watanabe RM. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)* 2011; 19:1083-1089.
20. Prins M, Hawkesworth S, Wright A, Fulford AJC, Jarjou LMA, Prentice AM, Moore SE. Use of bioelectrical impedance analysis to assess body composition in rural Gambian children. *Eur J Clin Nutr* 2008; 62: 1065-1074.
21. Kehoe S, Krishnaveni G, Lubree H, Wills A, Guntupalli A, Veena S, Bhat D, Kishore R, Fall C, Yajnik C, Kurpad A. Prediction of body fat percentage from skinfold and bioimpedance measurements in Indian school children. *Eur J Clin Nutr.* 2011; 65(12): 1263-1270.
22. Eisenmann JC, Heelen KA, Welk GJ: Assessing body composition among 3-to 8-year-old children: anthropometry, BIA, and DXA. *Obes Res* 2004; 12: 1633-40.
23. Urrejola P, Henández M, Icaza M, Velandia S, Loreto M, Hodgson M. Estimation of body fat in Chilean children: comparing subcutaneous fold equations and double photon densitometry. *Rev Chil Pediatr* 2011; 82 (6): 502-511
24. Zamora JD, Laclé A. (2017). Predictive validity of body fat percentage by bioimpedance compared with deuterium oxide dilution in Costa Rican schoolchildren. *Am J Hum Biol* 2017; 29: e23028.

Recibido: 17-10-2017

Aceptado: 24-02-2018