

Relación entre indicadores antropométricos y masa grasa medida por deuterio en escolares costarricenses

► Lilliam Marín-Arias^{1a*}, Juan Diego Zamora Salas^{2a}, Adriana Laclé Murray^{3a}

¹ Doctora en Nutrición.

² M.Sc. Nutrición Humana.

³ Médico internista. Doctora en Ciencias Médicas.

^a Instituto de Investigaciones en Salud, Universidad de Costa Rica.

* Autor para correspondencia.

Resumen

El propósito de este estudio fue identificar la relación entre la masa grasa expresada como porcentaje de grasa corporal (%GC) medida por el método de deuterio (D_2O) e indicadores antropométricos en escolares costarricenses. Se trata de un estudio descriptivo transversal en el que participaron 54 niños y 49 niñas de 6 a 9 años. Se realizaron medidas antropométricas: peso, talla, índice de masa corporal, circunferencia de brazo, circunferencia de cintura, circunferencia abdominal, pliegue cutáneo subescapular y pliegue cutáneo tricípital. El análisis del %GC se realizó por medio del método de referencia del D_2O . Se realizó una estadística descriptiva y se aplicó un análisis de coeficiente de correlación de Pearson para identificar la relación entre las mediciones antropométricas y el %GC obtenido por D_2O . En el grupo de escolares, las niñas presentaron valores mayores de talla y pliegue cutáneo tricípital ($p < 0,05$) y %GC obtenida por D_2O ($p < 0,001$). Se observó una fuerte correlación entre el %GC medido por D_2O y el índice de masa corporal, la circunferencia de cintura y la circunferencia abdominal tanto en los niños como en las niñas. Se concluye que la circunferencia de cintura y la circunferencia abdominal podrían ser utilizadas conjuntamente con el IMC como herramientas para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en población escolar, cuando no se cuente con metodologías más precisas que determinen el %GC.

Palabras clave: Deuterio; Escolares; Indicadores antropométricos; Porcentaje grasa corporal; Obesidad; Costa Rica

Relationship between anthropometric indicators and fat mass measured by deuterium in Costa Rican schoolchildren

Abstract

The purpose of this study was to identify the relationship between fat mass (FM) expressed as body fat percentage (%BF) measured by the deuterium method (D_2O) and anthropometric indicators in Costa Rican schoolchildren. A cross-sectional descriptive study was performed and the participants were 54 boys and 49 girls of ages between six and nine years old. The anthropometric measurements recorded were weight, height, body mass index (BMI),

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957 (impresa)

ISSN 1851-6114 (en línea)

ISSN 1852-396X (CD-ROM)

arm circumference (AC), waist circumference (WC), abdominal circumference (AC), subscapular skinfold (SSF), and tricipital skinfold (TSF). The analysis of %BF was performed by means of D_2O reference method. Descriptive statistics and the application of Pearson correlation coefficient analysis identified the relationship between anthropometric measurements and %BF obtained by D_2O . From the group of schoolchildren, the girls showed greater values for height and tricipital skinfold ($p < 0.05$) and %BF obtained by D_2O ($p < 0.001$). This study evidences a strong correlation between %BF measured by D_2O and BMI, WC and AC in both girls and boys. It is concluded that WC and AC could be used together with the IMC as tools for the diagnosis of overweight and obesity in schoolchildren, when there are no more precise methodologies that determine the %BF.

Keywords: Deuterium; Schoolchildren; Anthropometric indicators; Body fat percentage; Obesity; Costa Rica

Relação entre indicadores antropométricos e massa gordurosa medida por deutério em crianças da escola costarriquenhos

Resumo

O objetivo deste estudo foi identificar a relação entre a massa gordurosa (MG), expressa como percentagem de gordura corporal (%GC) medida pelo método de deutério (D_2O) e indicadores antropométricos em escolas da Costa Rica. Trata-se de um estudo descritivo transversal, no qual participaram 54 meninos e 49 meninas com idade entre seis e nove anos. Foram realizadas medidas antropométricas: peso, tamanho, índice de massa corporal (IMC), circunferência do braço (CB), circunferência da cintura (CC), circunferência abdominal (CA), prega cutânea subescapular (PCS) e prega cutânea tricipital (PCT). A análise da %GC foi realizada pelo método de referência D_2O , realizou-se uma estatística descritiva e foi aplicada análise coeficiente de correlação de Pearson para identificar a relação entre as medições antropométricas e a %GC obtida por meio do D_2O . No grupo de escolares, as meninas apresentaram maiores valores de estatura e PCT ($p < 0,05$) e %GC obtida por D_2O ($p < 0,001$). Observou-se uma importante correlação entre %GC medida por D_2O e IMC, CC e CA tanto nos meninos quanto nas meninas. Conclui-se que a CC e a CA poderiam ser utilizadas conjuntamente com o IMC como ferramenta para o diagnóstico de sobrepeso e obesidade em população escolar, quando não se conte com metodologias mais precisas que determinem o %GC.

Palavras-chave: Deutério; Crianças em idade escolar; Indicadores antropométricos; Percentagem de gordura corporal; Obesidade; Costa Rica

Introducción

Estudios realizados en la última década muestran que se ha producido un cambio en el perfil epidemiológico-nutricional, caracterizado por el aumento progresivo de la prevalencia del sobrepeso y la obesidad (1) (2).

Actualmente, el sobrepeso y la obesidad en la edad pediátrica constituyen un problema de salud pública a nivel mundial (3). En el año 2016 se estimó que más de 340 millones de niños y adolescentes entre los 5 y los 19 años presentaron sobrepeso u obesidad (4).

Se sabe que el sobrepeso y la obesidad constituyen factores de riesgo para el desarrollo de complicaciones ortopédicas, respiratorias, cardiovasculares, digestivas y endocrinas (3) (5-7), con la tendencia a mantenerse en la etapa adulta y una menor esperanza de vida (8).

En Costa Rica, el último estudio más representativo del estado nutricional en escolares fue el Censo Escolar

Peso y Talla realizado en 2016. Este censo mostró que en escolares de ambos sexos con edades entre los 6 y 12 años, la prevalencia del sobrepeso fue de 14% y la obesidad fue de 20% (9).

Ante esta situación es necesario contar con métodos diagnósticos y de valoración del estado nutricional en población escolar que sean prácticos de aplicar. Por tal razón es que actualmente se emplea el índice de masa corporal (IMC) como estándar internacional para determinar el estado nutricional en este grupo de población (10).

Sin embargo, existen otros métodos que permiten al igual que el IMC valorar el estado nutricional e incluso la composición corporal entre los que se encuentran las circunferencias de diferentes segmentos corporales y los pliegues cutáneos (11).

Entre las circunferencias corporales más utilizadas se encuentran la circunferencia de la cintura y la cir-

cunferencia abdominal, que reflejan la distribución de la grasa corporal y la adiposidad intraabdominal de las personas (12) (13).

En la actualidad, las mediciones de circunferencias han sido consideradas mediciones antropométricas como indicadores simples para evaluar el riesgo cardiovascular y metabólico en las personas (14).

En cuanto al uso de los pliegues cutáneos, su utilidad se basa en que el espesor del tejido adiposo subcutáneo es un reflejo del contenido de grasa corporal total. La relación pliegue tricipital/subescapular es un buen indicador de la distribución de la grasa corporal, el cual también se ha relacionado de forma positiva con el riesgo cardiovascular (15).

En la actualidad la dilución isotópica con deuterio (D_2O) es la técnica de referencia para valorar la composición corporal por medio del modelo bicompartimental en masa libre de grasa y masa grasa (16). No obstante, el alto costo del procedimiento y la rigurosidad en la aplicación de la técnica la hace poco factible para ser utilizada rutinariamente en la evaluación de la composición corporal.

En Costa Rica el uso del D_2O ha permitido validar métodos de estimación de la composición corporal como bioimpedancia eléctrica (17) y la ecuación pediátrica de Slaughter que utiliza el pliegue cutáneo tricipital y subescapular para estimar el porcentaje de grasa corporal (18).

El método antropométrico es ampliamente usado para la evaluación del estado nutricional y composición corporal debido a que es fácil de aplicar, no invasivo y de bajo costo (19). Con el presente estudio se pretende identificar la relación entre la masa grasa expresada como porcentaje de grasa corporal (%GC) medida por el método de dilución de óxido de deuterio (D_2O) e indicadores antropométricos en escolares costarricenses para el estudio del sobrepeso y la obesidad.

Materiales y Métodos

Sujetos

Se realizó un estudio descriptivo transversal, en el que se evaluaron 103 escolares (54 niños y 49 niñas) con edades comprendidas entre los seis y los nueve 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 ninguna enfermedad crónica ni aguda en el momento del estudio. Tampoco podían participar aquellos escolares que en el momento del estudio estuvieran tomando medicamentos que pudieran afectar los resultados. El protocolo de estudio fue redactado siguiendo los postulados de la Declaración de Helsinki (20) y fue acepta-

do 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. Este estudio fue financiado por la Organización Internacional de Energía Atómica y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Evaluación antropométrica

Se midió el peso, la talla, la circunferencia de abdomen, la circunferencia de brazo, la circunferencia de cintura, el pliegue cutáneo subescapular y el pliegue cutáneo tricipital. Por medio del peso y la talla se calculó el IMC.

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 *International Standards for Anthropometric Assessment* (21).

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.

Los pliegues se determinaron con un *caliper* Lange (*Beta Technology Incorporated, Maryland; EE.UU.*), 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.

Las circunferencias fueron tomadas con una cinta Holtain, Rosscraft, metálica e inextensible, con una extensión de 200 cm y una precisión de 0,1 cm.

A partir de las variables circunferencia de brazo y pliegue cutáneo tricipital se calcularon la circunferencia muscular del brazo, el área del brazo, el área muscular del brazo y el área grasa del brazo, según las fórmulas propuestas por Frisancho (22).

Composición corporal

El análisis de la composición corporal se realizó por medio de la técnica de dilución de óxido de deuterio (D_2O), para lo cual se determinó en primer lugar el agua corporal total, por medio del protocolo de Plateau.

Este 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 (2,5 horas) (23) (24). Como muestra biológica se utilizó la saliva.

Para la recolección de la muestra basal y administración del D_2O los escolares estuvieron en ayuno de doce

horas, período en el cual no debieron realizar 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 agregaron 20 mL de agua estéril para que los escolares la bebieran y garantizar así la ingesta total del D₂O. Durante el tiempo de equilibrio los escolares no pudieron ingerir alimentos, bebidas ni tampoco debían realizar actividad física.

Las muestras de saliva se recogieron utilizando rondas 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 fueron almacenadas a -70° C para su posterior análisis.

Las muestras de saliva fueron analizadas utilizando un espectrómetro de masas de flujo continuo HYDRA (*Europe Scientific, Crewe*, Reino Unido) en el Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables en el Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA), Universidad de Chile.

A partir del agua corporal total, se calculó la masa libre de grasa, asumiendo los coeficientes de hidratación para niños propuestos por Fomon *et al* (25). La masa grasa fue calculada como la diferencia entre el peso corporal y la masa libre de grasa. Posteriormente la masa grasa se expresó como porcentaje de grasa corporal (%GC).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las características antropométricas y de composición corporal de los escolares. Las diferencias entre los promedios de las variables medidas de niños y niñas se analizaron mediante la prueba *t* para muestras independientes. Se consideró significativo un $p < 0,05$. Todos los valores están informados como promedios y desviación estándar.

El coeficiente de correlación de Pearson fue utilizado para determinar la relación entre el %GC obtenido por medio del D₂O y las medidas antropométricas.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando los *software* estadísticos MedCalc versión 11.5.1 (Mariakerke, Bélgica) y el SPSS para Windows versión 21.0 (*IBM Corporation*, Nueva York, EE.UU.).

Resultados

Las características antropométricas y de composición corporal de los escolares se presentan en la Tabla I. El grupo de escolares estudiados mantuvieron característi-

cas antropométricas estadísticamente similares, excepto para la edad, talla, y pliegue tricípital. Las niñas fueron las que presentaron valores significativamente mayores ($p < 0,05$) en comparación con los niños.

Las circunferencias de brazo y circunferencias de cintura así como el área muscular del brazo y el área grasa del brazo no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas.

En lo que respecta a la prevalencia de sobrepeso y obesidad para la muestra estudiada y utilizando como referencia los valores de *z-score* del IMC para sexo y edad (26) (sobrepeso IMC > +1 DE y obesidad IMC > +2 DE), se obtuvo que el 45,6% de la población tiene normalidad, el 28,2% se encuentra con sobrepeso y el 26,2% se encuentra con obesidad.

El grupo de las niñas presentó un mayor porcentaje de casos de sobrepeso (36,7%) en comparación con los niños (20,4%). Sin embargo, sucedió una situación contraria al valorar la obesidad, pues las niñas fueron las que presentaron una menor incidencia (24,5%) en comparación con los niños (27,8%) respectivamente.

Al analizar el %GC obtenido por D₂O en el grupo estudiado, se observó que fue significativamente mayor en las niñas que en los niños ($p < 0,002$ y $p < 0,001$ respectivamente). Esta situación no se observa para los valores de masa libre de grasa obtenidos por D₂O ($p < 0,463$) y el valor de agua corporal total ($p < 0,762$), pues no existieron diferencias entre sexos. No obstante, el porcentaje del agua corporal obtenida por D₂O, fue significativamente mayor en los niños que en las niñas ($p < 0,001$).

La Tabla II muestra la correlación entre el %GC obtenido por D₂O con las medidas antropométricas considerando el sexo.

Respecto a la correlación entre los valores del %GC medidos por D₂O y el IMC, se puede observar que para los niños hubo una fuerte correlación significativamente positiva entre el IMC y el %GC ($r = 0,841$). Estos resultados indican que a medida que los valores del IMC se incrementan en los niños, el %GC muestra un incremento paralelo.

Una situación similar se puede observar en los niños para los valores de peso ($r = 0,805$), circunferencia de cintura ($r = 0,817$), circunferencia abdominal ($r = 0,847$), circunferencia de brazo ($r = 0,846$), pliegue cutáneo tricípital ($r = 0,817$), pliegue cutáneo subescapular ($r = 0,807$), área grasa del brazo ($r = 0,856$), mediciones antropométricas que correlacionan positiva y significativamente con el %GC.

Con el grupo de las niñas se observó una situación diferente a la observada con el grupo de los niños pues sólo el IMC ($r = 0,752$), la circunferencia de cintura ($r = 0,741$) y la circunferencia abdominal ($r = 0,772$) presentaron una fuerte correlación positivamente significativa ($p < 0,001$) con el %GC medido por medio del D₂O.

Tabla I. Características antropométricas y de composición corporal de los niños y las niñas de 6 a 9 años.

Característica	Niños (n=54)		Niñas (n=49)		p
	X	DE	X	DE	
Edad (años)	7,6	1,0	8,0	1,0	0,039
Peso (kg)	29,1	7,2	31,0	6,7	0,164
Talla (cm)	124,7	6,2	127,5	7,1	0,035
IMC (kg/m ²)	18,5	3,1	18,9	2,8	0,459
Circunferencia de cintura (cm)	62,0	8,6	63,8	7,8	0,281
Circunferencia abdominal (cm)	63,4	9,2	65,6	8,2	0,219
Circunferencia braquial (cm)	21,1	3,0	21,9	2,9	0,169
Circunferencia muscular del brazo (mm)	171,3	19,8	171,8	19,2	0,915
Pliegue cutáneo tricipital (mm)	12,7	5,7	15,1	5,6	0,030
Pliegue cutáneo subescapular (mm)	8,6	4,9	10,5	5,0	0,058
Área del brazo (mm ²)	3.620,7	1.059,2	3.890,5	1.000,5	0,188
Área muscular del brazo (mm ²)	2.367,9	559,2	2.377,4	534,7	0,930
Área grasa del brazo (mm ²)	1.252,8	672,9	1.513,2	661,9	0,051
<i>Composición corporal</i>					
Grasa corporal (kg)	8,1	4,2	10,5	3,6	0,002
Grasa corporal (%)	26,3	7,4	33,2	5,7	0,001

X: Valor medio. DE: Desvío estándar. IMC: Índice de masa corporal

Tabla II. Correlación entre el porcentaje de grasa corporal medido por deuterio y medidas antropométricas en niños y niñas de 6 a 9 años.

Medidas antropométricas	Niños		Niñas	
	Coefficiente correlación	p	Coefficiente correlación	p
Peso	0,805	<0,001	0,631	<0,001
Talla	0,558	<0,001	0,260	<0,01
IMC	0,841	<0,001	0,752	<0,001
Circunferencia de cintura (cm)	0,817	<0,001	0,741	<0,001
Circunferencia abdominal (cm)	0,847	<0,001	0,772	<0,001
Circunferencia braquial (cm)	0,846	<0,001	0,619	<0,001
Circunferencia muscular del brazo (mm)	0,569	<0,001	0,514	<0,001
Pliegue cutáneo tricipital (mm)	0,817	<0,001	0,449	<0,001
Pliegue cutáneo subescapular (mm)	0,807	<0,001	0,594	<0,001
Área del brazo (mm ²)	0,849	<0,001	0,620	<0,001
Área muscular del brazo (mm ²)	0,579	<0,001	0,508	<0,001
Área grasa del brazo (mm ²)	0,856	<0,001	0,526	<0,001

IMC: Índice de masa corporal

Discusión y Conclusiones

Son pocos los estudios antropométricos realizados en Costa Rica en población escolar en los últimos años que valoran el estado nutricional (9) (27-29). Sin embargo, a la fecha no se había realizado ningún estudio que relacionara al menos el %GC obtenido por algún método de referencia con indicadores antropométricos que se vincularan al sobrepeso y la obesidad.

Con los resultados del presente estudio se identificó que los IMC encontrados en los escolares fueron similares entre sexos. No obstante, los datos obtenidos en este estudio muestran una tendencia al sobrepeso (28,2%) y obesidad (26,2%) en la población escolar estudiada. La prevalencia de sobrepeso fue mayor en las niñas (36,7% *vs.* 20,4% en los niños) y la obesidad mayor en los niños (27,8% *vs.* 24,5% en las niñas).

Los resultados obtenidos superan a los presentados para la población escolar costarricense en la Encuesta Nacional de Nutrición del año 2009 (29) pero se asemejan a los datos obtenidos por el Ministerio de Educación Pública en el Censo Escolar de Peso y Talla (9). Esas cifras muestran que en un período de 10 años los escolares han variado su peso y talla, lo que señala la necesidad de indagar lo que está ocurriendo en términos de alimentación y actividad física en este grupo de la población.

Referente al pliegue cutáneo tricípital éste mostró resultados mayores en las niñas, lo que puede ser un indicador de un mayor depósito de grasa en esta zona del cuerpo que se inicia desde edades tempranas. Una situación similar se encontró en un grupo de escolares chilenos, en donde las niñas mostraron valores significativamente más altos del pliegue cutáneo tricípital respecto a los niños y un menor componente muscular, el cual se podría relacionar con el sobrepeso. En el caso de los niños, la mayor prevalencia de obesidad se relacionó con la mayor prevalencia detectada del área grasa del brazo (30).

Los resultados también muestran que, a pesar de no existir diferencia entre sexos para el IMC, se logró observar diferencias estadísticamente significativas en los valores de la masa grasa y el %GC obtenidos por D₂O entre los niños y las niñas. Las diferencias también se observan en el porcentaje de agua corporal. Al respecto Wells *et al.* (31) señalaron que el %GC, así como la distribución central de la grasa puede aumentar a pesar de que el IMC se mantenga constante.

En la presente investigación se evidencian semejanzas entre sexos cuando se compara el %GC medida por D₂O con el IMC, la circunferencia de cintura y la circunferencia abdominal, y se observó una fuerte correlación positiva ($p < 0,001$) entre las variables analizadas.

Este hallazgo permite considerar el uso de la circunferencia de cintura y la circunferencia abdominal como indicadores específicos de adiposidad de la región central del cuerpo tanto en niños como en niñas.

Sin embargo, al valorar el resto de medidas antropométricas realizadas, sólo los niños presentaron correlación positiva y significativa entre el %GC obtenido por D₂O con la circunferencia de brazo ($r=0,85$), el pliegue cutáneo tricípital ($r=0,82$), el pliegue cutáneo subescapular ($r=0,80$) y el área grasa del brazo ($r=0,86$).

Una situación parecida fue informada por Jensen *et al.* (32) en niños de 7 y 10 años, donde encontraron una correlación positiva moderada con el %GC calculada por D₂O con el IMC y la circunferencia de cintura. Por su parte Cossio *et al.* (33) encontraron en niños escolares del Perú una correlación moderada entre el %GC y la circunferencia abdominal, la cual constituye un indicador de grasa de la región central del cuerpo.

Con los resultados del presente estudio se concluye que la circunferencia de cintura y la circunferencia abdominal podrían ser utilizadas conjuntamente con el IMC como herramientas para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en población escolar, cuando no se cuenta con metodologías más precisas que determinen el %GC como lo afirma Jensen *et al.* (32). La existencia de valores elevados en la circunferencia de cintura y la circunferencia abdominal, constituye un factor indicativo de acumulación de grasa a nivel central y un factor de riesgo cardiovascular para etapas posteriores de la vida (34).

Adicionalmente, determinar la adecuada relación que pueden tener indicadores antropométricos con la medición de la composición corporal por métodos de referencia como el D₂O, permite conocer qué indicadores son los más adecuados para el estudio del sobrepeso y obesidad en la población escolar. Debe tomarse en cuenta que es una metodología que ofrece la ventaja de que es fácil de implementar, de bajo costo, no invasiva y los niños toleran bien la intervención. Por ello su uso es recomendado para la realización de estudios epidemiológicos en este grupo de población (35).

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Organización Internacional de Energía Atómica por financiar las dosis de dilución isotópica de deuterio utilizadas en el proyecto de investigación realizado en el Instituto de Investigaciones en Salud (INISA-UCR).

Correspondencia

Dra. LILLIAM MARÍN-ARIAS
Correo electrónico: lilliam.marin@ucr.ac.cr

Referencias bibliográficas

- Gamboa E, López N, Veracala L, Prada G. Displaced and local children's alimentary patterns and nutritional state in Piedecuesta, Colombia. *Rev Salud Pública* 2007; 9: 129-39.
- Marín L, Segal A, Panigassi G, Maranha L, Sampaio M, Pérez R. Food insecurity perception in families with elderly in Campinas, Sao Paulo, Brazil. *Cad Saude Publica* 2005; 21: 1433-40.
- Organización Mundial de la Salud [OMS] Informe de la Comisión para acabar con la obesidad infantil. Ginebra: Suiza. 2016.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. Obesidad y sobrepeso. [Internet]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (Fecha de acceso: 24 de octubre de 2018).
- Abarca L, Abdeen Z, Hamid Z, Abu-Rmeileh N, Acosta B, Acuin C, *et al.* Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* 2017; 390: 2627-42.
- Al-Hamad D, Raman V. Metabolic syndrome in children and adolescents. *Transl Pediatr* 2017; 6: 397-407.
- Barroso C. La obesidad, un problema de salud pública. *Espacios Públicos* 2012; 15: 200-15.
- Yeste D, Carrascosa A. Complicaciones metabólicas de la obesidad infantil. *An Pediatr (Barc)* 2011; 75: 85-156.
- Ministerio de Educación Pública [MEP]. Informe ejecutivo: Censo Escolar Peso/Talla Costa Rica 2016. [Internet]. Disponible en: <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf> (Fecha de acceso: 21 de mayo de 2019).
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Ginebra, Suiza. 1995.
- Martínez E. Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Salud Uninorte* 2010; 25: 98-116.
- Janssen I, Katzmarzyk P, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity related health risk. *Am J Clin Nutr* 2004; 79: 379-84.
- Fox C, Massaro J, Hoffmann U, Pou K, Maurovich P, Liu C, *et al.* Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation* 2007; 116: 39-48.
- Mason C, Katzmarzyk P. Variability in waist circumference measurements according to anatomic measurement site. *Obesity* 2009; 17: 1789-95.
- López A, Quintas E. Estudio antropométrico. En: Requejo, AM, Ortega R, editores. *Nutriguía: manual de nutrición clínica en atención primaria*. Madrid: Editorial Complutense; 2000. p. 346-58.
- Pallaro A, Tarducci G. Utilidad de las técnicas nucleares en nutrición: evaluación de la masa grasa corporal y de la ingesta de leche materna. *Arch Argent Pediatr* 2014; 112: 537-41.
- Zamora JD, Laclé A. Predictive validity of body fat percentage by bioimpedance compared with deuterium oxide dilution in Costa Rican schoolchildren. *Am J Hum Biol* 2017; 29: e23028.
- Zamora JD, Laclé A. Validez del porcentaje de grasa corporal por pliegues cutáneos comparado con la dilución de óxido de deuterio en escolares costarricenses. *Arch Latinoam Nutr* 2018; 68: 71-9.
- Gutiérrez Y, Kain J, Uauy R, Galván M, Corvalán C. Estado nutricional de preescolares asistentes a la Junta Nacional de Jardines Infantiles de Chile: evaluación de la concordancia entre indicadores antropométricos de obesidad y obesidad central. *Arch Latinoam Nutr* 2000; 59: 30-7.
- World Health Organization (WHO). The WHO 2007 SAS Macro Package. World Health Organization (WHO): Ginebra, Suiza. 2007.
- Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, South Africa, ISAK 2006.
- Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assesment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 2540-5.
- Schoeller D, Kushner R, Taylor P, Dietz W, Bandini L. Measurement of total body water: isotope dilution techniques. Report of the sixth Ross conference on medical research. Columbus, OH: Ross Laboratories. 1985.
- Salazar G, Infante C, Vio F. Deuterium equilibration time in infant's body water. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48: 475-81.
- Fomon S, Haschke F, Ziegler E, Nelson S. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1998; 35: 1169-75.
- World Medical Assembly. Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research on Human Beings. 64th General Assembly. Fortaleza: Brazil. 2013.
- Barrantes A, Calderón A, Fernández X. Prevalencia de sobrepeso, obesidad y factores asociados en preescolares del cantón de Turrialba. *Poblac Salud Mesoam* [Internet]. 2017; 15(1). Disponible en: <https://doi.org/10.15517/psm.v15i1.26278> (Fecha de acceso: 21 de mayo de 2019).
- Chinnock A, Zúñiga G. Prevalencia de malnutrición según grupos de edad en diferentes comunidades de Costa Rica entre 1997 y 2014. *Poblac Salud Mesoam* [Internet], 2018; 15 (2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/psm.v15i2.31008> (Fecha de acceso: 21 de mayo de 2019).
- Ministerio de Salud [MS] Encuesta Nacional de Nutrición Costa Rica, 2008-2009, Fascículo 1: Antropometría. [Internet]. Disponible en: http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/boletines/doc_details/33-encuesta-nacional-de-nutricion-costa-rica-2008-2009 (Fecha de acceso: 21 de mayo de 2019).

30. Alarcón A, Lancellotti G, Rolando A, Bogueño A, Munizaga R. Estado nutricional y composición corporal en escolares de La Serena, Chile. *Rev Chil Nutr* 2016; 43: 138-45.
31. Wells J, Fewtrell M, Davis P, Williams J, Coward W, Cole T. Prediction of total body water in infants and children. *Arch Dis Child* 2005; 90: 965-71.
32. Jensen N, Camargo T, Bergamaschi D. Comparison of methods to measure body fat in 7-to-10-year-old children: a systematic review. *Public Health* 2016; 133: 3-13.
33. Cossio M, Abella C, Arruda M. Valoración de la adiposidad corporal de escolares en Arequipa, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* 2012; 29: 477-82.
34. González E, Aguilar M, García P, Schmidt J, García C. Análisis del estado nutricional y composición corporal de una población de escolares de Granada. *Nutr Hosp* 2012; 27: 1496-504.
35. Gotthelf S, Jubany L. Antropometría y lípidos séricos en niños y adolescentes obesos de la ciudad de Salta, 2006. *Arch Argent Pediatr* 2007; 105: 411-7.

Recibido: 21 de noviembre de 2018

Aceptado: 16 de mayo de 2019