



# Índice de masa corporal y composición corporal con deuterio en niños costarricenses

## RESUMEN

**Antecedentes:** el índice de masa corporal ha sido adoptado como estándar internacional para medir la adiposidad en niños pero tiene la desventaja de que varía con la edad, el género y la maduración sexual; además de no diferenciar entre masa grasa y masa libre de grasa. El análisis de composición corporal permite conocer si el exceso ponderal se debe a tejido grasa o a tejido no grasa. El método de referencia validado es la dilución isotópica con deuterio por medio de espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).

**Materiales y métodos:** se estudiaron un total de 118 niños de entre 6 y 9 años de edad; se obtuvieron los valores de z score del índice de masa corporal para cada edad y el porcentaje de masa grasa por FTIR.

**Resultados:** los resultados obtenidos en este estudio demostraron que Costa Rica no se escapa del problema mundial de obesidad infantil. Se encontraron porcentajes, según el índice de masa corporal de niños y niñas, de 18.6% con sobrepeso, 10% con obesidad y, según la composición corporal, de 9% con sobrepeso y 57% con obesidad.

**Conclusiones:** utilizando el método isotópico de dilución con deuterio, como método de referencia, se observaron falsos positivos y falsos negativos en el índice de masa corporal en todos los estados nutricionales de niños y niñas; el índice de masa corporal arroja, por lo tanto, información imprecisa del grado de adiposidad.

**Palabras clave:** niños, niñas, obesidad, sobrepeso, IMC, masa grasa, deuterio.

## Body mass index and body composition with deuterium in Costa Rican Children

### ABSTRACT

**Background:** Body Mass Index (BMI) has been adopted as international measure for measuring adiposity in children with the disadvantage that it varies with age, sex and sexual maturation with no differentiation between fat mass and mass free of grease. The analysis of body composition allow to know if the overweight is due to fatty tissue being the deuterium isotope dilution method a validated reference method using Infrared Spectrometry Transformed of Fourier (FTIR).

**Materials and methods:** We studied a total 118 boys and girls from 6 to 9 years old getting the values of z score of BMI for age and percentage of fat mass by FTIR.

Eugenia Ma. Quintana-Guzmán<sup>1</sup>  
María del Pilar Salas-Chávez<sup>2</sup>  
Mayra Cartín-Brenes<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Análisis Clínicos.

<sup>2</sup> Departamento de Microbiología, Facultad de Microbiología.

<sup>3</sup> Escuela Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Costa Rica.

Recibido: septiembre, 2013

Aceptado: marzo, 2014

### Correspondencia

Dra. Eugenia Ma. Quintana  
Facultad de Microbiología  
Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria  
Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca, San José,  
Costa Rica.  
Teléfono: (506) 25118588  
Fax: (506) 25115440  
eugenia.quintana@ucr.ac.cr

### Este artículo debe citarse como

Quintana-Guzmán EM, Salas-Chaves MP, Cartín-Brenes M. Índice de masa corporal y composición corporal con deuterio en niños costarricenses. Acta Pediat Mex 2014;35:179-189.

**Results:** The results obtained in this study demonstrate that Costa Rica does not escape to the global problem of childhood obesity founding by BMI 18,6% of overweight and 10% of obesity and by body composition 9% of overweight and 57% of obesity.

**Conclusions:** Isotopic deuterium dilution method demonstrated in this study to be more suitable for the analysis of obesity and overweight in children since BMI presented false positive and false negative results giving less accurate information of adiposity of the subject.

**Key words.** girls, boys, obesity, underweight, BMI, body fat, deuterium.

La obesidad es un problema de salud pública a escala mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que por lo menos 300 millones de personas en el mundo son obesos y unos 700 millones sufren de sobrepeso.<sup>1</sup> Lamentablemente, la obesidad infantil está aumentando de forma alarmante tanto en países desarrollados como en países en desarrollo.<sup>2,3</sup> Las proyecciones estiman que para 2015 al menos 20 millones de niños menores de 5 años tendrán sobrepeso.<sup>4</sup>

Los factores relacionados con la obesidad son muchos, pero uno de sus principales promotores es el fácil acceso a comida rápida, de bajo costo, con alto contenido calórico.<sup>5</sup> Otros factores importantes son el incremento de consumo de bebidas azucaradas, aumento del tamaño de las porciones consumidas, disminución en la ingesta de frutas y verduras y la poca actividad física debido a la utilización de televisores, computadoras, video juegos y celulares, entre otros.<sup>5,6</sup>

La obesidad es una condición en la que hay acumulación excesiva de grasa en relación con género, talla y edad, y que tiene efectos adversos para la salud;<sup>4,7</sup> se le considera una epidemia mundial.<sup>8,9</sup>

Existe asociación directa entre el grado de obesidad y el síndrome metabólico en niños

y adolescentes.<sup>10</sup> Este último es un cuadro combinado de obesidad, hipertensión arterial, dislipidemia e hiperglicemia, todos factores de riesgo para diabetes mellitus tipo 2 y para enfermedad cardiovascular.<sup>11-14</sup>

Un niño obeso tiene 12.6% más probabilidades de tener diabetes mellitus y 9% más de ser hipertenso a edad temprana que niños no obesos.<sup>15</sup> Además, se ha observado una relación directa entre la obesidad infantil y mayores morbilidad y mortalidad en el adulto.<sup>2</sup>

El índice de masa corporal (IMC) ha sido adoptado como estándar internacional para medir la adiposidad y se calcula dividiendo el peso en kilogramos entre el cuadrado de la estatura en metros. En la edad pediátrica se ha definido sobrepeso como un IMC entre los centiles 85 y 95, obesidad entre los centiles 95 y 99 y obesidad mórbida por encima del centil 99.<sup>5</sup>

El IMC es considerado como una poderosa herramienta para determinar sobrepeso y obesidad con precisión en niños y adultos,<sup>16</sup> así como uno de los parámetros más difundidos y recomendados para la evaluación antropométrica en niños. Se le considera un factor de predicción de morbilidad y mortalidad mejor que la relación peso para la talla;<sup>17-20</sup> tiene la ventaja de ser simple y

de bajo costo.<sup>15,21</sup> Sin embargo, también tiene la desventaja que varía con la edad, el género y maduración sexual,<sup>22,23</sup> por lo que no es fácil establecer valores de referencia con aplicación universal.<sup>21</sup> Tampoco es una buena herramienta para evaluar grasa corporal en individuos con musculatura desarrollada, ya que no diferencia entre masa grasa y masa libre de grasa.<sup>19,24</sup> El IMC posee limitaciones ya que no permite identificar aquellos elementos que contribuyen con el riesgo de morbilidad, por lo que es necesario utilizar otros indicadores para una mejor interpretación de los resultados.<sup>19</sup>

Existen diversos métodos para evaluar la composición corporal que utilizan técnicas sofisticadas pero que no están al alcance de los equipos de salud de atención primaria por su complejidad y alto costo.<sup>8</sup> Sin embargo, el análisis de composición corporal permite conocer si el exceso ponderal se debe a tejido graso o a tejido no graso; tiene la ventaja de ser un método con mayor precisión diagnóstica, principalmente en la infancia, en la que se presentan grandes cambios de los componentes hídrico, graso y musculoesquelético.<sup>18,25,26</sup>

La composición corporal por el método de dilución isotópica con deuterio se considera un método de referencia de dos compartimentos:<sup>27</sup> uno es la masa libre de grasa (MLG) y el otro la masa grasa (MG). Se determina el agua corporal total (ACT) para estimar la MLG utilizando coeficientes de hidratación y la MG se calcula restando al peso corporal la MLG.<sup>8,15</sup> Esta técnica isotópica de deuterio está validada frente a métodos más complejos para determinar la composición corporal.<sup>8,15,28,29</sup> El deuterio no es radioactivo y es inocuo para la salud.

La dilución isotópica de deuterio es simple de realizar y requiere una mínima cooperación del sujeto, por lo que la información obtenida es muy valiosa en niños, debido a la poca

colaboración requerida, y es fácil de realizar en estudios de campo. Recientemente, se han obtenido avances importantes para determinar deuterio utilizando tecnología infrarroja a través de la aplicación de la espectrometría infrarroja con transformada de Fourier: FTIR (*Fourier Transform Infrared*).<sup>30</sup>

Estimamos conveniente realizar un estudio comparativo considerando la posibilidad de que algunos individuos pueden ser diagnosticados como normales según su IMC teniendo un porcentaje elevado de masa grasa debido a falsos negativos, y que otros sujetos podrían ser diagnosticados como obesos teniendo un porcentaje de masa grasa dentro de los límites considerados normales debido a falsos positivos. Con este estudio pretendimos obtener la prevalencia de obesidad y sobrepeso en 118 niños escolares costarricenses utilizando el IMC y el método de dilución isotópica de deuterio; este último fue considerado como el método de referencia para compararlo con el IMC para realizar un análisis crítico de los resultados obtenidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se pesaron y midieron 118 niños (mujeres y varones), de 6 a 9 años de edad, de dos escuelas públicas del Área Metropolitana de San José, Costa Rica: la escuela Franklin Delano Roosevelt de San Pedro y la escuela Santiago del Monte de Tres Ríos; también se recolectaron muestras de su saliva. La primera escuela está situada en pleno centro de la Ciudad de San Pedro, su población escolar es de condición socioeconómica de media a baja; en cambio, la Escuela Santiago del Monte se encuentra retirada del centro de Tres Ríos y su población escolar es de un nivel socioeconómico bajo.

Se solicitó por escrito el consentimiento informado de los padres de familia para que los niños participaran en este estudio, el cual fue aprobado

por el Comité de Ética de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Todos los niños fueron pesados y medidos utilizando métodos convencionales estandarizados antes de la recolección de las muestras de saliva. Para pesarlos se utilizó una báscula digital estable marca Seca clara 803 y para medirlos se utilizó un estadiómetro de pared.

El IMC de cada niño o niña se calculó dividiendo su peso (kg) entre su estatura (m) al cuadrado. Posteriormente, utilizando las curvas y los valores de referencia de la OMS, se calcularon los valores de *z score* del IMC para la edad y se clasificaron como obesos si tenían un valor de *z* mayor a +2, con sobrepeso entre +1 y +2, normales de -2 a +1 y con déficit a los menores de -2.9.

Al recolectarse las muestras de saliva los niños tenían dos horas sin ingerir alimentos y vaciaron su vejiga antes de la recolección de la muestra basal (sin deuterio). Se les administró una dosis de deuterio de 15.00 g y posteriormente se recolectaron muestras a las 3 y 3 horas y media.

Durante el tiempo de duración de la recolección de las muestras los niños se mantuvieron tranquilos, sin realizar actividad física y sin beber o ingerir alimentos; al finalizar la recolección se les ofreció un pequeño refrigerio. Las muestras de saliva se recogieron utilizando torundas de algodón absorbente estéril que se introdujeron en la boca de los niños para que se impregnaran de su saliva, después se les 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 conservaron en congelamiento hasta su análisis.

Las muestras se analizaron mediante la técnica isotópica de deuterio utilizando espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (equipo

Shimadzu IRAffinity-1) para obtener los valores de MLG de acuerdo con los criterios de hidratación de Lohman para género y edad.<sup>31</sup> La MG se calculó al restarle al peso corporal la MLG. Las niñas y los varones fueron clasificados según su porcentaje de masa grasa de acuerdo con la clasificación de McCarthy<sup>32</sup> para su género y edad, ésta ha sido ampliamente usada en el Reino Unido utilizando los centiles 2 para desnutrición, 85 para sobrepeso y 95 para obesidad. Para los varones de 6, 7, 8 y 9 años de edad, el centil 2 corresponde, respectivamente, a porcentajes de grasa de 12.4, 12.6, 12.7 y 12.8; el centil 85 corresponde, respectivamente, a porcentajes de grasa de 19.5, 20.4, 21.3 y 22.2 y el centil 95 corresponde, respectivamente, a los porcentajes 22.7, 24.1, 25.5 y 26.8. En el caso de las niñas de 6, 7, 8 y 9 años de edad, el centil 2 corresponde, respectivamente, a porcentajes de grasa de 14.4, 14.9, 15.3 y 15.7; el centil 85 corresponde, respectivamente, a porcentajes de grasa de 23.0, 24.5, 26.0 y 27.2 y el centil 95 corresponde, respectivamente, a porcentajes de 26.2, 28.0, 29.7 y 31.2.

Debido a que las concentraciones de deuterio obtenidas, tanto en las muestras de saliva de 3 horas como de las 3 horas y media fueron las mismas (debido a que ya a las 3 horas después de ingerir la dosis de deuterio se había alcanzado el equilibrio), se consideraron únicamente los valores obtenidos con las muestras de 3 horas después de la dosis.

Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas de Kolmorov-Smirnov-Lilliefors para el supuesto de normalidad, ANOVA para diferencias entre varianzas homogéneas, Kruskal-Wallis para diferencias de variables no paramétricas, prueba de pares de LEVENE de homogeneidad de variancias, posprueba de Sheffé y Bonferroni y método de concordancia de Bland y Altman para establecer diferencias entre géneros, escuelas y métodos.

## RESULTADOS

En el cuadro 1 se enlistan los promedios, con sus respectivas desviaciones estándar, de las características de las niñas y los varones estudiados según su procedencia, para un total de 118 niños. Se puede observar que la edad promedio de la población estudiada se encuentra entre los 6.8 y los 8 años y que el rango promedio del *z score* para la edad corresponde a un estado nutricional que va de la normalidad al sobrepeso. Algunas niñas tienen un porcentaje de grasa más alto que los varones y la diferencia es estadísticamente significativa. Esas niñas provenían de la Escuela Roosevelt, de mejor nivel socioeconómico, y su

porcentaje de grasa fue más alto comparado al de las niñas de menor nivel socioeconómico.

En los cuadros 2 y 4 se puede observar el estado nutricional de las niñas según su edad y procedencia, de acuerdo con el valor de *z score* del IMC para la edad y el porcentaje de grasa obtenido por el método de dilución isotópica de deuterio.

Los cuadros 3 y 5 muestran el estado nutricional de los varones según su edad y procedencia, de acuerdo con el valor de *z score* del IMC para la edad y el porcentaje de grasa obtenido por el método de dilución isotópica de deuterio.

**Cuadro 1.** Características de la población estudiada según género y procedencia

	Escuela Roosevelt		Escuela Santiago del Monte	
	Niñas X ± DS*	Varones X ± DS*	Niñas X ± DS*	Varones X ± DS*
Edad (años)	7.2 ± 0.3	7.3 ± 0.2	7.3 ± 0.5	7.5 ± 0.5
Peso (kg)	25.0 ± 5.3	25.0 ± 4.1	22.0 ± 2.7	24.1 ± 4.2
Estatura (cm)	121.0 ± 4.8	122.8 ± 4.8	118.2 ± 5.1	119.8 ± 4.9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	17.0 ± 2.7	16.5 ± 1.9	15.7 ± 1.3	16.8 ± 2.2
IMC/edad (z-score)	0.60 ± 1.24	0.39 ± 1.01	0.07 ± 0.76	0.59 ± 1.16
% de grasa	29.8 ± 9.9	23.1 ± 9.6	27.2 ± 7.1	23.0 ± 11.7
Tamaño de muestra	32	27	26	33

\* Promedio ± desviación estándar. IMC = índice de masa corporal.

**Cuadro 2.** Estado nutricional de las niñas de la escuela Roosevelt según su índice de masa corporal y su composición corporal

Edad	Desnutrición		Normal		Sobrepeso		Obeso	
	IMC n (%)	% grasa n (%)						
6	1 (3.1)	1 (3.1)	5 (15.6)	0 (0)	2 (6.2)	1 (3.1)	1 (3.1)	7 (21.9)
7	0 (0)	2 (6.2)	15 (46.9)	3 (9.4)	4 (12.5)	6 (18.7)	4 (12.5)	12 (37.5)

IMC = índice de masa corporal.

**Cuadro 3.** Estado nutricional de los varones de la escuela Roosevelt según su índice de masa corporal y su composición corporal

Edad	Desnutrición		Normal		Sobrepeso		Obeso	
	IMC n (%)	% grasa n (%)						
6	0 (0)	0 (0)	5 (18.5)	1 (3.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (14.8)
7	1 (3.7)	3 (11.1)	15 (55.6)	7 (25.9)	5 (18.5)	1 (3.7)	1 (3.7)	11 (40.7)

IMC = índice de masa corporal.

**Cuadro 4.** Estado nutricional de las niñas de la escuela Santiago del Monte según su índice de masa corporal y su composición corporal

Edad	Desnutrición		Normal		Sobrepeso		Obeso	
	IMC n (%)	% grasa n (%)						
6	0 (0)	1 (3.8)	5 (19.2)	1 (3.8)	1 (3.8)	0 (0)	0 (0)	4 (15.4)
7	0 (0)	0 (0)	15 (57.7)	6 (23.0)	3 (11.5)	1 (3.8)	0 (0)	11 (42.0)
8	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (7.7)	2 (7.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

IMC = índice de masa corporal.

**Cuadro 5.** Estado nutricional de los varones de la escuela Santiago del Monte según su índice de masa corporal y su composición corporal

Edad	Desnutrición		Normal		Sobrepeso		Obeso	
	IMC n (%)	% grasa n (%)						
6	0 (0)	0 (0)	2 (5.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (5.9)
7	0 (0)	2 (6.1)	18 (53.0)	9 (26.5)	5 (14.7)	1 (2.9)	6 (17.6)	16 (47.0)
8	0 (0)	0 (0)	2 (5.9)	1 (2.9)	0 (0)	1 (3.0)	0 (0)	0 (0)
9	0 (0)	1 (2.9)	1 (2.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

IMC = índice de masa corporal.

En los cuadros 2 a 5 se puede observar que, de acuerdo con el IMC, 18.6% de las niñas y los varones tenía sobrepeso mientras que solamente 10% tenía obesidad. Además, según el análisis de composición corporal de acuerdo con la edad, solamente 9% de las niñas y varones tenía sobrepeso, pero un porcentaje de 57% presentó obesidad.

En los cuadros 6 y 7 se observa el número de resultados falsos negativos y falsos positivos del estado nutricional de las niñas y varones, obtenidos por medio de IMC, al compararse con los resultados de la composición corporal obtenida con el método isotópico de deuterio.

Al aplicar los métodos estadísticos a los datos obtenidos según género, escuela y método, la prueba de Kolmorov-Smirnov-Lilliefors del *z score* del IMC/edad dio una *p* de 0.030, valor menor al crítico de 0.050, por lo que no se cumple el supuesto de normalidad para este método. Por el contrario, al aplicar esta prueba

estadística al método de deuterio se obtuvo una *p* de 0.200, valor mayor al crítico comportándose normalmente.

La prueba resumen por pares de Levene, de homogeneidad de variancias, mostró que tanto para el porcentaje de grasa como para el IMC las variancias eran homogéneas entre niñas y varones de ambas escuelas (4 grupos). Se obtuvo un valor de *p* de 0.221 para el primer método y de 0.170 para el segundo; se demostró similitud de variancias en los 4 grupos.

Al no cumplir el IMC el supuesto de normalidad no procedía realizarle la prueba estadística de ANOVA; por lo tanto, se le realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y se obtuvo un valor de *p* de 0.523, mayor al valor crítico por lo que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los 4 grupos por este método.

El método de deuterio sí cumplió con el supuesto de normalidad y de homogeneidad, por ANOVA

**Cuadro 6.** Resultados falsos negativos según el índice de masa corporal utilizando el método isotópico de deuterio como método de referencia

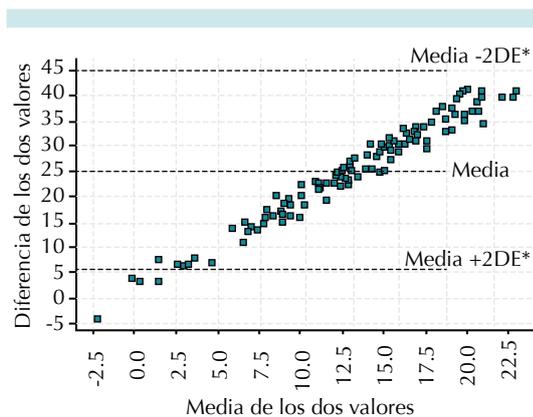
	Escuela Roosevelt			Escuela Santiago del Monte		
	Niñas n (%)	Varones n (%)	Total n (%)	Niñas n (%)	Varones n (%)	Total n (%)
Desnutrición	2 (1.7)	2 (1.7)	4 (3.4)	1 (0.8)	3 (2.5)	4 (3.4)
Normal	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2.7)	0 (0)	2 (1.7)
Sobrepeso	2 (1.7)	0 (0)	2 (1.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	2 (1.7)
Obesidad	14 (11.7)	14 (11.9)	28 (23.7)	15 (12.7)	12 (10.2)	27 (22.9)

**Cuadro 7.** Resultados falsos positivos según el índice de masa corporal utilizando el método isotópico de deuterio como método de referencia

	Escuela Roosevelt			Escuela Santiago del Monte		
	Niñas n (%)	Niños n (%)	Total n (%)	Niñas n (%)	Niños n (%)	Total n (%)
Desnutrición	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Normal	17 (14.4)	12 (10.2)	29 (24.6)	13 (11)	13 (11.0)	26 (22.0)
Sobrepeso	1 (0.8)	4(3.4)	5 (4.3)	1 (0.8)	4 (3.4)	5 (4.2)
Obesidad	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

se obtuvo un valor de  $p$  de 0.023, menor al valor crítico de 0.050, lo que indicó que al menos un grupo difería. Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis el porcentaje de grasa también demostró diferencias estadísticamente significativas entre los 4 grupos con un valor de  $p$  de 0.020. La posprueba de Scheffé para el deuterio no identificó ninguna diferencia entre grupos, por lo que se procedió a realizar otra posprueba más robusta como la de Bonferroni; se obtuvieron valores de  $p$ , entre los grupos, mayores al valor crítico. Esto permitió concluir que las niñas tenían un promedio de grasa mayor al de los varones en ambas escuelas.

Este resultado puede deberse a que las niñas de la escuela Roosevelt tenían mejores condiciones económicas y, por ende, podían adquirir más fácilmente productos alimenticios poco nutritivos y más altos en grasa. Tanto el IMC como el deuterio poseen variables cuantitativas, por ello se realizó el análisis de concordancia entre las dos mediciones utilizando el método de Bland y Altman que se puede observar en la figura 1.



\*DE = desviación estándar.

**Figura 1.** Análisis de concordancia de Bland y Altman entre índice de masa corporal y porcentaje de grasa.

Se encontró baja concordancia entre los métodos pues la diferencia de medias es de 25.2 y se esperaría que esta diferencia fuera cercana a cero; por lo tanto, los resultados obtenidos con ambos métodos fueron diferentes.

## ANÁLISIS

Los resultados obtenidos en este estudio indican que los niños costarricenses no son muy diferentes a los del resto del mundo ya que la población estudiada tenía problemas de obesidad y sobrepeso evidentes. Se obtuvo un porcentaje de sobrepeso de 18.6%, muy similar al reportado por Szer y sus colaboradores de 17.9%.<sup>33</sup>

Los valores promedio del porcentaje de grasa para las niñas y los varones corresponden, en ambos géneros y según la edad, a un estado nutricional que va del sobrepeso a la obesidad. Si comparamos los resultados obtenidos utilizando el IMC con los obtenidos con el método isotópico de deuterio observamos que con el IMC se subestima la obesidad en la población infantil estudiada.

Se obtuvieron diferencias importantes en ambas metodologías y fue evidente que el IMC subestima la obesidad pero sobrestima el sobrepeso. Con el IMC se consideró a la población estudiada, cuyo nivel nutricional era normal, como si tuviera sobrepeso y, por el contrario, a los que tenían obesidad los consideró como con sobrepeso o normalidad.

El peso corporal y la relación peso:estatura no proporcionan información acerca de la composición corporal y para los diagnósticos de sobrepeso u obesidad se requiere demostrar el incremento de la grasa corporal.<sup>34</sup>

Muchos estudios han demostrado que el porcentaje de grasa aumenta a pesar de que el IMC se mantiene constante; para un valor de IMC dado se han encontrado aumentos en el contenido de grasa y aumentos en la distribución central de grasa.<sup>35</sup>

Algunos investigadores han demostrado que el IMC no estima adecuadamente el porcentaje de

masa grasa ya que, al compararlo con diferentes técnicas para medición de la composición corporal como la densitometría por inmersión<sup>28,36</sup>, la medición del agua corporal total por deuterio<sup>37</sup> o la impedancia bioeléctrica,<sup>25,38,39</sup> los puntos de corte para definir obesidad de acuerdo con el porcentaje de masa grasa de estas metodologías corresponden a valores de IMC inferiores a 30 kg/m<sup>2</sup> en poblaciones caucásicas,<sup>28,36-38</sup> como en distintos grupos raciales.<sup>28,39</sup>

Al comparar el IMC con la medición isotópica con deuterio, como método de referencia, encontramos que éste presentó un porcentaje importante tanto de falsos positivos como de falsos negativos. Esta situación debe considerarse seriamente ya que pone en evidencia que es más importante determinar el porcentaje de masa grasa y no tanto el peso ponderal para establecer adecuadamente el estado nutricional de un individuo. Nuestro estudio concuerda con Marrodán Serrano y sus colegas, quienes establecieron que los criterios diagnósticos que se basan exclusivamente en la relación peso/talla no parecen muy adecuados para indicar si un individuo con exceso ponderal presenta también exceso de grasa que aconseje tratamiento.<sup>3</sup> Es por esto que es más recomendable recurrir a los estudios de composición corporal y a la masa grasa, especialmente durante la niñez y adolescencia;<sup>10</sup> situación que se ve también reflejada en este estudio. Coincidimos con Arroyo y su grupo en que es recomendable la combinación de varios indicadores, con el IMC, como una forma más precisa de realizar una evaluación nutricional de tipo epidemiológico y para reducir los diagnósticos erróneos.<sup>19</sup>

Es de suma importancia determinar el exceso de masa grasa desde edades tempranas para garantizar una buena calidad de vida en la etapa adulta y ahorrarse todas las complicaciones que acarrea la obesidad temprana: riesgos cardiovas-



culares, diabetes, hipertensión e hiperlipidemias que en conjunto se conocen como síndrome metabólico.

En este estudio las niñas con mayor nivel socioeconómico presentaron un porcentaje mayor de grasa. Este resultado es similar al de Fariñas-Rodríguez y sus colaboradores que compararon escolares cubanos y españoles. Las niñas mostraron mayor adiposidad relativa que los varones y un porcentaje de grasa corporal más elevado que sus pares cubanas.<sup>18</sup> Igualmente, en el estudio de Aguilar Cordero y sus colegas los valores de grasa corporal resultaron ser mayores entre las niñas.<sup>16</sup>

El crecimiento de los niños, reflejo de su bienestar general, puede ser utilizado para predecir la salud en etapas posteriores de la vida. En la infancia ese proceso está estrechamente relacionado con su estado nutricional, por lo que definirlo es muy importante a etapas tempranas de la vida.<sup>9</sup> No hay que perder de vista que las enfermedades metabólicas, cardiovasculares, pulmonares, traumatológicas, psicológicas y algunas formas de cáncer asociadas con la obesidad del adulto, tienen inicio en la infancia.<sup>33</sup>

El método isotópico de dilución con deuterio demostró ser más adecuado para el análisis de obesidad y sobrepeso en niños. El IMC arrojó falsos positivos y falsos negativos; información menos precisa del grado de adiposidad del sujeto. Por esta razón el método isotópico de dilución con deuterio permite brindar un tratamiento más oportuno y mejorar la calidad de vida de los individuos con obesidad o sobrepeso evitando complicaciones de salud futuras.

El IMC es útil para la estimación general de la condición nutricional, pero no resulta adecuado para el diagnóstico preciso en todos los casos en los que se presenta sobrepeso u obesidad. No todos los sujetos con sobrepeso por exceso

de grasa tienen elevado el IMC y, al contrario, no todos los sujetos con sobrepeso por IMC tienen masa grasa elevada. Las relaciones entre el IMC y la adiposidad no se dan en igual grado en niños normales ni tampoco en niños obesos. La obesidad se vincula más con un exceso de masa grasa que con un aumento ponderal, por lo que su importancia y evolución van a depender, sobre todo, de la grasa acumulada y de su distribución.<sup>3,40</sup>

Por lo tanto, es más importante conocer la composición corporal del niño que la relación entre su peso y su estatura. Se recomienda utilizar el método isotópico de dilución con deuterio para definir con mayor certeza si el problema de obesidad se debe a un exceso de masa grasa y no al aumento de masas muscular u ósea; además de que se obvian las variaciones del IMC según edad, género y grupo étnico.

Los resultados demuestran que Costa Rica no escapa al problema mundial de obesidad infantil y que, por el contrario, mediante la composición corporal se encontró un porcentaje elevado de niñas y varones con obesidad o sobrepeso, con porcentajes de masa grasa muy elevados y, por lo tanto, realmente alarmantes. El país necesita tomar medidas con urgencia para mitigar este problema de salud pública relacionado con la nutrición infantil.

### Agradecimiento

Agradecemos al profesor Eleuterio Umpiérrez, Universidad de la República, Uruguay, por facilitarnos el FTIR para el análisis de deuterio; al Organismo Internacional de Energía Atómica y a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica por el apoyo financiero para la realización de este estudio bajo el proyecto No.430-B1-238 "Evaluación del Perfil de Hierro, Riesgo Cardiovascular y Composición Corporal en Escolares".

## REFERENCIAS

- World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Ginebra (Suiza): WHO; 2010.
- Kain J, Corvalán C, Lera L, Galván M, Weisstaub G, Uauy R. Asociación entre el índice de masa corporal y la talla desde el nacimiento hasta los 5 años en preescolares chilenos. *Rev Med Chile* 2011;139:606-612.
- Marrodán M, Mesa M, Alba J, Ambrosio B, Barrio, P, Drak L, Gallardo M, Lermo J, Rosa J, González M. Diagnóstico de la obesidad: actualización de criterios y su validez clínica y poblacional. *An Pediatr (Barc)* 2006;65:5-14.
- Solis J. Obesidad en la población pediátrica. *Acta Pediatrica Costarric* 2009;21:86-9.
- Lizardo A, Díaz A. Sobre peso y obesidad infantil. *Rev Med Hondur* 2011;79:208-13.
- Washington R. Evidence-based medicine and the obesogenic environment. *J Pediatr* 2006;149:5-6.
- Haslam D, James W. Obesity. *Lancet* 2005;366:1197-209.
- Braguinsky J. Prevalencia de obesidad en América latina. *Anales Sis San Navarra* 2002;25:109-115.
- Vaillant G, López L, Lozano A. Valores percentiles de peso, talla e índice de masa corporal en escolares argelinos de la Wilaya de Djelfa. *MEDISAN* 2011;15:1354-360.
- Duncan G, Li S, Zhou X. Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among u.s. Adolescents, 1999-2000. *Diabetes Care* 2004;27:2438-43.
- Saland J. Update on the metabolic syndrome in children. *Curr Opin Pediatr* 2007;19:183-91.
- Hernández M, Miguel P, Marrero M, Pérez L, Peña I, Rivas M. Comportamiento de variables clínicas, antropométricas y de laboratorio en pacientes con síndrome metabólico. *Medisur* 2011;9:22-8.
- Álvarez A, González R, Marrero M. Papel de la testosterona y el cortisol en el síndrome metabólico y la diabetes mellitus tipo 2. *Rev Cub Endocrin* 2010;21:80-90.
- Anagnostis P, Athyros V, Tziomalos K, Karagiannis A, Mikhailidis P. The pathogenic role of cortisol in the metabolic syndrome: a hypothesis. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94:2692-701.
- Ramírez E, Valencia M, Bourges H, Espinosa T, Moya S, Salazar G, Alemán H. Body composition prediction equations based on deuterium oxide dilution method in Mexican children: a national study. *Eur J Clin Nutr* 2012;66:1099-103.
- Aguilar M, González E, García C, García P, Álvarez J, Padilla C, Mur N. *Nutr Hosp* 2011;27:185-91.
- Calle E, Thun M, Petrilli J, Rodríguez C, Heath C. Body mass index and mortality in a perspective cohort of US adults. *N Engl J Med* 1999;341:1097-105.
- Fariñas L, Vásquez V, Martínez A, Carmona M, Marrodán M. Evaluación del estado nutricional de escolares cubanos y españoles: índice de masa corporal frente a porcentaje de grasa. *Nutr Clin Diet Hosp* 2012;32:58-64.
- Arroyo E, Hernández R, Herrera H, Pérez A. Asociación del área grasa y muscular con el índice de masa corporal en niños de dos escuelas rurales, Municipio Hatillo, Edo. Miranda, Venezuela. *Interciencia* 2008;33:146-51.
- González E, Aguilar M, García C, García P, Padilla C, Álvarez J. Estudio epidemiológico de enfermería sobre la prevalencia de sobrepeso, obesidad y su asociación con hipertensión arterial en una población de estudiantes en la ciudad de Granada y su provincia. *Nutr Clin Diet Hosp* 2010;30:42-50.
- Dietz W, Robinson T. Use of body mass index (BMI) as measure of overweight in children and adolescents. *J Pediatr* 1998;132:191-6.
- Kuczmarski R, Ogden C, Grummer L, Flegal K, Guo S, et al. CDC Growth Charts: United States. *Adv Data* 2000;8:1-27.
- Neovius M, Linne Y, Barkeling B, Ö Rossner S. Sensitivity and specificity of classification for fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr* 2004;80:597-603.
- Batista G, Horta N, Freire Z, Souza G, Machado L, et al. Índice de masa Corporal presenta buena correlación con el perfil proateroesclerótico en niños y adolescentes. *Arq Bras Cardiol* 2009;93:256-61.
- Eissa M, Dai S, Mihalopoulos N, Day R, Harrist R, Labarthe D. Trajectories of Fat mass Index, Fat Free-Mass Index, and Waist Circumference in Children Project HeartBeat! *Am J Prev Med* 2009;37:43-9.
- Mihanopoulos N, Holubkova R, Young P, Dai S, Labarthe D. Expected Changes in Clinical Measures of Adiposity during Puberty. *J Adol Health* 2010;47:360-66.
- Ramírez E, Valencia M. Tamaño y composición corporal en niños mexicanos I: implicaciones en el uso del BOD, DXA y dilución con deuterio en la evaluación de la masa grasa y masa libre de grasa. *RESPYN* 2008;9:1-11.
- Wells J, Fuller N, Dewit O, Fewtrell M, Elia M, Cole T. 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;69:904-12.
- Treuth M, Butte N, Wong W, Ellis K. Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int J Ob* 2001;25:1352-59.
- Jennings G, Bluck L, Wright A, Marinos E. The Use of Infra-red Spectrophotometry for Measuring Body Water Spaces. *Clin Chem* 1999;45:1077-81.
- Lohman T. Estimating body composition in children and the elderly, in *Advances in Body Composition Assessment*. Human Kinetics, Champaign, IL 1992;65-77.
- McCarthy H, Cole T, Fry T, Jebb S, Prentice A. Body fat reference curves for children. *Int J Obesity* 2006;30:598-602.
- Szer G, Kovalskys I, De Gregorio M. Prevalencia de sobrepeso, obesidad y su relación con hipertensión arterial y centralización del tejido adiposo en escolares. *Arch Argent Pediatr* 2010;108:492-498.



34. Salazar G, Rocha M, Mardones F. ¿Es útil la antropometría para estimar la composición corporal en niños preescolares? Rev Chil Pediatr 2003;74:37-45.
35. 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.
36. Hauroun D, Ewlls J, Williams J, Fuller N, Fewtrell M, Lawson M. Composition of the fat-free mass in obese and nonobese children: matched case-control analyses. Int J Obes 2005;29:29-36.
37. Kenneth J, Manjiang Y, Shypailo R, Urlando A, Wong W, Heird W. Body composition assessment in infancy: air-displacement plethysmography compared with a reference 4-compartment model. Am J Clin Nutr 2007;85:90-95.
38. Weststrate J, Deurenberg P. Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold thickness measurement. Am J Clin Nutr 1989;50:1104-15.
39. Gately P, Radley D, Cooke C, Carrol S, Oldroyd B, Truscott J, W Coward, Wright A. Comparison of body composition methods in overweight and obese children. J Appl Physiol 2003;95:2039-46.
40. Arciniaga S. Definición y criterios de obesidad. Nutr Clin 2002;5:236-40.

### SUSCRIPCIÓN

#### ACTA PEDIÁTRICA DE MÉXICO

**Suscripción anual (6 números): \$350.00 (trescientos cincuenta pesos)**

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Colonia: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Código postal: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Depósito en la cuenta 4030985774 del Banco HSBC.

Enviar ficha de depósito, en un plazo no mayor de 20 días, a: Publicaciones Médicas. Instituto Nacional de Pediatría. Insurgentes Sur 3700 C, Col. Insurgentes Cuicuilco, México, DF 04530. Tels: 9150-6229, 1084-0900 ext. 1112.

Correo electrónico: [editor@actapediatricademexico.org](mailto:editor@actapediatricademexico.org)