

Artículo original

Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X

Body composition by simple anthropometry, bioimpedance and DXA in preschool children: interrelationships among methods

Dres. Patricia N. Rodríguez*, Enrique F. Bermúdez*, Gabriela S. Rodríguez**, María A. Spina**, Susana N. Zeni*, Silvia M. Friedman* y Ramón A. Exeni**

RESUMEN

Objetivo. Comparar la composición corporal estimada por dos métodos antropométricos simples y por impedanciometría (BIA, por sus siglas en inglés) y absorciometría de doble haz de rayos X (DXA, por sus siglas en inglés) y estudiar las correlaciones existentes entre ellos, en una población preescolar de Argentina.

Población, material y métodos. Se estudió transversalmente una población clínicamente sana, de edad comprendida entre 4 y 6 años, de 230 niños (118 varones y 112 niñas), que concurrían a Jardines Integrales de La Matanza, Argentina. Se determinó el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura (Cci) y el contenido de grasa corporal, expresado como porcentaje, por BIA (Maltron BF-900) y por DXA (densitómetro Lunar DPX-L, software pediátrico).

Resultados. En IMC y Cci no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos, pero sí en el porcentaje de grasa corporal por BIA o DXA. La correlación entre BIA y ambos métodos antropométricos fue moderada (r de Pearson= 0,43-0,53), al igual que entre DXA y Cci ($r= 0,66$), mientras que las demás correlaciones fueron fuertes ($r= 0,71-0,83$). Las medidas obtenidas por BIA y DXA no concordaron (prueba de Bland Altman); sin embargo, las diferencias se distribuyeron en forma homogénea a lo largo del eje horizontal e independientemente de las medias. BIA reprodujo valores más bajos de porcentaje de grasa corporal que DXA ($p < 0,0001$).

Conclusiones. Existe buena correlación entre los métodos antropométricos sencillos y la bioimpedancia y DXA. Sin embargo, los resultados no son intercambiables, incluso entre BIA y DXA.

Palabras clave: niños, composición corporal, antropometría, impedanciometría, DXA.

SUMMARY

Objective. To examine the interrelationships of body composition variables derived from simple anthropometry, bioelectrical impedance (BIA) and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA).

Population, material and methods. A total of 230 healthy preschool children (118 males and 112 fe-

males) age 4-6 years, attending a day care center, were examined to determine body mass index (BMI) and waist circumference (WC). Percentage of body fat content (%BF) was predicted by BIA (Maltron BF-900) and DXA (Lunar DPX-L, pediatric software).

Results. BMI and WC did not show significant differences among sex, while %BF by BIA or DXA did. BIA measures were lower than DXA's ($p < 0.0001$). Correlation between BIA vs. anthropometric methods and WC vs. DXA were moderate (Pearson $r= 0.43$ to 0.53), whereas the other correlations were strong ($r= 0.71$ to 0.83). However Bland Altman comparison showed wide limits of agreement between BIA and DXA; BIA significantly underestimated %BF as determined by DXA ($p < 0.0001$).

Conclusion. The methods used to estimate body composition in healthy preschool children highly correlated. However, the Bland Altman procedure suggests that BIA and DXA should not be used interchangeably.

Key words: children, body composition, anthropometry, bioelectrical impedance, DXA.

* Cátedra de Bioquímica General y Bucal, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires.

**Hospital del Niño-San Justo. La Matanza, Argentina.

Aclaración de intereses: Este trabajo fue subsidiado por UBACyT O 003 y O 004.

Correspondencia: Dra. Patricia N. Rodríguez patriciazguez@hotmail.com

Recibido: 10-9-07. Aceptado: 27-12-07.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento involucra cambios cuantitativos en el tamaño corporal y cambios cualitativos en la composición química del cuerpo, por lo que su evaluación es un instrumento operacional de enorme valor. En la práctica clínica, ayuda al pediatra a definir conductas y tomar decisiones terapéuticas, tanto en pacientes agudos como crónicos. En el campo epidemiológico, permite el diseño, la implementación, el monitoreo y la evaluación del impacto de programas destinados a determinados grupos poblacionales, especialmente de aquellos que por su vulnera-

bilidad se encuentran en situación de riesgo.^{1,2}

La antropometría es un recurso muy sencillo y práctico; estima la masa corporal, pero no discrimina la composición, que es la manera más precisa de valorar el crecimiento. Además, la detección de las alteraciones de crecimiento que posibilita este método puede resultar tardía para realizar intervenciones oportunas.

El índice de masa corporal (IMC) es muy utilizado para diagnosticar sobrepeso y obesidad pues guarda muy buena relación con la grasa cutánea, cercana a 0,90, comparada con la medición de pliegues cutáneos, aunque no discrimina su distribución.³ La medición de la circunferencia de cintura (Cci) refleja la grasa abdominal con mayor sensibilidad y especificidad que otros índices, como la relación cintura/cadera, cintura/talla e IMC.⁴

Actualmente, para la medición de la composición corporal se dispone de otros métodos accesibles, confiables y reproducibles. Uno de los más recomendados es la impedanciometría (BIA), un método rápido, no invasivo y seguro. Se realiza con un equipo portátil y es de gran utilidad para estudios de campo en poblaciones infantiles.⁵ La absorciometría dual de rayos X (*dual energy X-ray absorptiometry: DXA*) ha visto incrementado su uso en los últimos años para la determinación de la composición corporal, a pesar de requerir un equipo costoso y no portátil. La exposición del niño a la radiación es muy baja (1/10 de la de una radiografía de tórax).⁶ La validez científica de su uso ha sido comprobada en adultos, niños y adolescentes, pero en preescolares existe muy poca información.⁷

El DXA, junto con la medición del volumen corporal por pletismografía, son métodos nuevos de referencia que reemplazan a los tradicionales, como el de la densidad corporal. Pero el uso de estos nuevos métodos se ve limitado por el alto costo de los equipos y la inaccesibilidad. La bioimpedancia y los métodos antropométricos siguen siendo los recursos más utilizados en estudios de campo.

Por lo tanto, no existe un método único e indiscutible para evaluar la composición corporal del paciente pediátrico y ninguno brinda un conocimiento completo al respecto. Cada uno de ellos provee valiosa información sobre determinados aspectos.

El objetivo de este trabajo fue comparar el contenido de grasa corporal por dos métodos antropométricos simples (IMC y Cci) y por BIA y DXA. Asimismo se estudiaron las correlaciones existentes entre ellos, en una población infantil de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población infantil

Se estudió transversalmente una población de 346 niños (183 varones y 163 niñas) que concurrían a Jardines Integrales de La Matanza, provincia de Buenos Aires, Argentina, en el horario de 8 am a 5 pm. En dichos establecimientos los niños recibían desayuno, almuerzo y merienda. Los datos se recogieron entre octubre de 2005 y abril de 2006. Se calculó la edad cronológica con el programa Nutri 1.3, que arroja la edad decimal por diferencia de fecha (Programa Nutri 1.3, desarrollado en EpiInfo por: Dirección de Información - Ministerio de Salud de la Prov. de Neuquén, Programa Materno Infantil-Prov. de Buenos Aires y Dirección de Maternidad e Infancia-Ministerio de Salud de la Nación Argentina).

Criterio de inclusión: población clínicamente sana, entre 4 y 6 años de edad. Los padres o tutores recibieron las instrucciones pertinentes de acuerdo a las normas éticas en vigencia y debieron dar su autorización consentida.

Criterio de exclusión: niños desnutridos o con enfermedad crónica. No debieron haber recibido corticoides, tratamiento hormonal u otra medicación que pudiera afectar el metabolismo energético u óseo.

El estudio se realizó de acuerdo a las normas establecidas por la Declaración de Helsinki y contó con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación en Salud de la Municipalidad de La Matanza, Hospital del Niño de San Justo.

Diseño

El diseño fue observacional, transversal, descriptivo y de comparación. Cada una de las mediciones fue realizada por un mismo individuo, para evitar la variación inter-observador.

Metodología

La composición corporal se determinó por:

a) Antropometría

Las técnicas de medición se ajustaron a las propuestas por el Comité de Crecimiento y Desarrollo de la Sociedad Argentina de Pediatría.⁸

Se midió el peso corporal mediante una balanza de pie marca CAM, con una precisión de ± 100 g, con ropa interior. La altura corporal se determinó mediante un estadiómetro de pie con una precisión de ± 1 mm. Ambas mediciones se realizaron a la misma hora después del desayuno, previo vaciamiento de la vejiga. Las medidas consideradas en el presente estudio fueron el peso, la talla y la circunferencia de cintura. Los índices utilizados fueron la

Talla/Edad, el Peso/Talla, y el IMC. Para la expresión e interpretación antropométrica se utilizó el puntaje Z de Talla/Edad (ZTE) y Peso/Talla (ZPT). Los datos obtenidos se procesaron con el programa Nutri 1.3. Como patrón de referencia se utilizaron las curvas nacionales de crecimiento.⁸ Se calculó el índice de masa corporal (IMC) expresado en peso (kg) /talla² (m²).

Las medidas de circunferencia de cintura (Cci) se tomaron en la zona más estrecha del abdomen, ubicando la cinta en el punto medio entre el reborde costal y la cresta ilíaca. Se utilizó una cinta métrica flexible y no elástica con el sujeto de pie, en expiración y los valores obtenidos se expresaron en centímetros.⁹

b) Impedanciometría (BIA)

Se utilizó un equipo de bioimpedancia Maltron BF-900 (Maltron International Limited, RU), que se basa en la medida en una sola frecuencia de la impedancia eléctrica con colocación de 4 electrodos autoadhesivos y descartables –2 en muñeca y 2 en pie derechos–, en sitios estandarizados.¹⁰ El equipo se calibró antes de cada serie de mediciones. Su técnica se basa en la medición de la resistencia al pasaje, a través del brazo, tronco y pierna, de una corriente eléctrica alterna (50 kHz) de alta frecuencia y de bajo voltaje durante un minuto. Se realiza luego de 2 h de ayuno, con la vejiga vacía, en posición supina con los brazos separados del cuerpo y sobre una superficie no conductora. Este procedimiento es no invasivo, indoloro e inocuo para el niño. Los resultados se expresaron como porcentaje de grasa corporal (%Gra-BIA).

c) Absorciometría de doble haz de rayos X (DXA)

Se utilizó un densitómetro Lunar DPX-L (DPX Alpha 8034, Lunar Radiation Corporation, Madison, WI, EE.UU.), con un software pediátrico versión 4.x y modo rápido de escaneo.¹¹ El equipo estimó el contenido de grasa corporal total y de tronco, que se expresó como porcentaje del peso total (%Gra-DXA), del niño con ropa liviana y en posición supina.

Las mediciones de peso, talla y porcentaje de grasa corporal por BIA se realizaron en los Jardines Integrales. Para la determinación de la composición corporal por DXA, los niños debieron concurrir a la Cátedra de Bioquímica General y Bucal de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva fue calculada para detallar las características físicas de la población estudiada. Los resultados se expresaron como la

media \pm desvío estándar (DE). Se analizaron los supuestos de normalidad (prueba de Wilk-Shapiro de los residuos) y homoscedasticidad (prueba de Bartlett o prueba de Fisher). Los resultados se consideraron significativos a un nivel del 5% de probabilidad. Para las comparaciones a posteriori entre sexos se utilizó la prueba de Student para muestras independientes.

Se calcularon los coeficientes de correlación paramétricos de Pearson (r) entre los distintos métodos utilizados para estimar el porcentaje de grasa corporal y los intervalos de confianza del 95% para cada correlación.

Para estudiar la concordancia entre las medidas de %Gra obtenidas por BIA y por DXA se utilizó la prueba de Bland Altman y se calculó el intervalo de confianza para la diferencia de dos mediciones.

Los programas empleados fueron el GraphPad INSTAT, versión 3.01 y el GraphPad Prism versión 3.0 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA, EE.UU.).

RESULTADOS

Según los criterios de inclusión y exclusión establecidos, de la población estudiada se incluyó un total de 230 niños (118 varones y 112 niñas), de los cuales 86 (40 varones y 46 niñas) concurren a la Facultad de Odontología para la determinación de la composición corporal por DXA. Las características de dicha población se detallan en la *Tabla 1*. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la edad, peso corporal, talla, ZTE y ZPT de varones y niñas.

En un diagrama de cajas (*Figura 1*) se representaron los valores obtenidos por cada uno de los métodos utilizados para la estimación de la masa grasa. Cuando se utilizaron los métodos antropométricos (IMC y Cci) no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos, mientras que cuando se estimó la grasa corporal por BIA o DXA las diferencias fueron significativas. BIA reprodujo valores más bajos de porcentaje de grasa corporal que DXA, en ambos géneros ($p < 0,0001$).

La *Tabla 2* representa las correlaciones entre variables que estiman masa grasa o son indicadores de grasa abdominal.

Todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas. La correlación entre BIA y ambos métodos antropométricos fue moderada, al igual que entre DXA y Cci, mientras que las demás correlaciones fueron fuertes. Cuando se correlacionó la Cci con el porcentaje de grasa corporal de tronco obtenido por DXA, el r de Pearson para toda la población fue de 0,7482 (intervalo de confianza de 0,6129-0,8408).

Por el contrario, cuando se hicieron las correlaciones dentro del mismo género, se observó que existían algunas variaciones (Tabla 3). En varones, la correlación entre BIA y Cci fue débil y, entre BIA y DXA, moderada. En cambio, en niñas la DXA se correlacionó fuertemente con Cci y BIA.

Debido a las limitaciones del coeficiente de

correlación de Pearson para estudiar la validez de los métodos, se utilizó la prueba de Bland Altman para establecer la concordancia entre los valores de las mediciones de %Gra por BIA y por DXA. En la Figura 2 se representaron gráficamente las diferencias entre ambas mediciones para cada sujeto, en función de la media de dichas medidas.

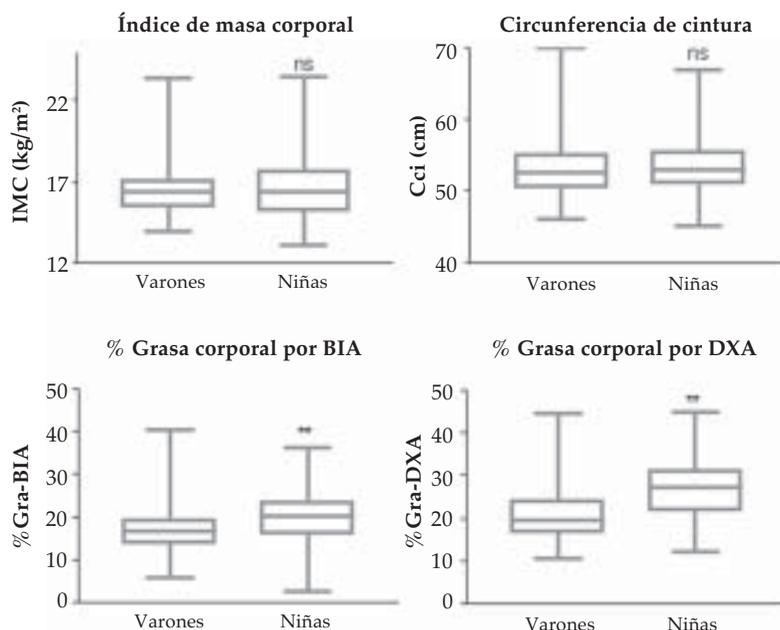
TABLA 1: Características físicas de la población estudiada¹

	Varones (n= 118)	Niñas (n= 112)	Varones y niñas (n= 230)
Edad (años)	4,84 ± 0,79 (3,51-6,46)	4,76 ± 0,76 (3,59-6,27)	4,80 ± 0,77 (3,51-6,46)
Peso (kg)	19,7 ± 3,7 (14,0-32,0)	19,1 ± 3,4 (13,5-30,0)	19,4 ± 3,6 (13,5-32,0)
Talla (cm)	108,1 ± 6,7 (94,5-125,5)	107,4 ± 6,6 (94,5-124,0)	107,8 ± 6,6 (94,5-125,5)
ZTE	0,08 ± 1,09 (-2,21-3,84)	0,28 ± 1,07 (-2,22-5,09)	0,17 ± 1,09 (-2,22-5,09)
ZPT	0,53 ± 1,34 (-1,71-5,65)	0,52 ± 1,18 (-1,76-5,58)	0,52 ± 1,26 (-1,76-5,65)

¹ media ± desvío estándar; mínimo y máximo entre paréntesis.

Abreviaturas: ZTE: puntaje Z de talla para la edad. ZPT: puntaje Z de peso para la talla.

FIGURA 1: Valores obtenidos por los distintos métodos (gráfico de "cajas y bigotes")



** p<0.001 entre géneros

Abreviaturas: BIA: impedanciometría. DXA: absorciometría dual de rayos X.

La altura de la caja corresponde al intervalo intercuartílico (línea inferior: 1^{er} cuartil o percentilo 25, línea dentro de la caja: mediana, y línea superior: 3^{er} cuartil o percentilo 75); los bigotes superior e inferior refieren a los máximos y mínimos valores posibles, respectivamente.

DISCUSIÓN

La necesidad de medir la composición corporal en niños por diferentes motivos es indudable. Primero, y debido a la alta incidencia de obesidad infantil, se ha incrementado la demanda de métodos exactos para determinar grasa corporal en niños pequeños. En segundo lugar, durante la hospitalización es indispensable conocer la cantidad de masa libre de grasa para calcular los requerimientos de energía y fluidos en la alimentación artificial. Por último, el conocimiento de la composición corporal contribuye al diagnóstico y seguimiento de los trastornos del crecimiento.²

A pesar de que algunas de las técnicas disponibles para la medición de la composición corporal son más exactas y precisas que otras, no se dispone de un método referencial *in vivo*. Su ausencia dificulta la comparación entre métodos; por lo tanto, para la validación es frecuente la comparación entre ellos.¹²⁻¹⁴

Aún no se conoce con exactitud la edad en la que aparecen diferencias en la composición corporal ligadas al género. Algunos autores han observado diferencias en niños de 3 años.¹⁵ Se ha sugerido que el pico de secreción de hormonas esteroideas, observado durante los primeros meses de vida, desem-

TABLA 2: Coeficientes de correlación de Pearson para los distintos métodos en la población total¹

	%Gra-DXA	%Gra-BIA	Cci
IMC	0,7095*** (0,5796-0,8042)	0,5258*** (0,4109-0,6242)	0,8270*** (0,7550-0,8793)
Cci	0,6571*** (0,4593-0,7929)	0,4340*** (0,2625-0,5790)	
%Gra-BIA	0,7401*** (0,6164-0,8282)		

¹ r de Pearson, intervalos de confianza entre paréntesis. La correlación es significativa para un nivel de $p < 0,01$. *** $p < 0,0001$. Abreviaturas: %Gra-DXA: porcentaje de grasa corporal determinado por DXA. %Gra-BIA: porcentaje de grasa corporal determinado por impedanciometría. Cci: circunferencia de cintura. IMC: índice de masa corporal.

TABLA 3: Coeficientes de correlación de Pearson para los distintos métodos en varones y niñas¹

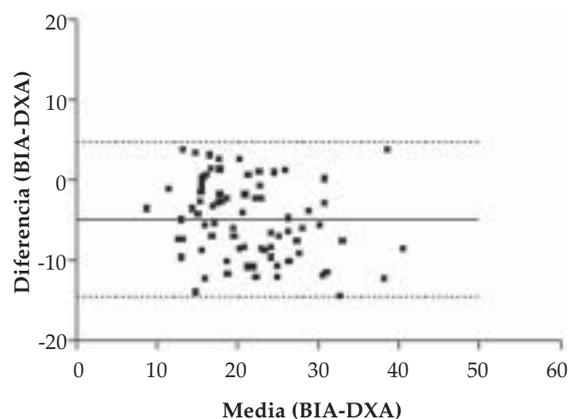
Varones	%Gra-DXA	%Gra-BIA	Cci
IMC	0,7175 *** (0,5159-0,8438)	0,4502 *** (0,2729-0,5979)	0,7856 *** (0,6495-0,8729)
Cci	0,6227 ** (0,2712-0,8277)	0,1851 (-0,1008-0,4427)	
%Gra-BIA	0,6445 *** (0,4048-0,8013)		
Niñas	%Gra-DXA	%Gra-BIA	Cci
IMC	0,7926 *** (0,6429-0,8840)	0,5966 *** (0,4394-0,7184)	0,8485 *** (0,7525-0,9092)
Cci	0,7567 *** (0,5262-0,8837)	0,5740 *** (0,3617-0,7297)	
%Gra-BIA	0,7337 *** (0,5373-0,8547)		

¹ r de Pearson, intervalos de confianza entre paréntesis. La correlación es significativa para un nivel de $p < 0,01$. ** $p < 0,001$, *** $p < 0,0001$. Abreviaturas: %Gra-DXA: porcentaje de grasa corporal determinado por DXA. %Gra-BIA: porcentaje de grasa corporal determinado por impedanciometría. Cci: circunferencia de cintura. IMC: índice de masa corporal.

peña un posible rol en el aumento de la grasa y el músculo durante la infancia. Sin embargo, las diferencias en la composición corporal entre género, también dependen de factores no hormonales más ligados al propio género que a las hormonas. Esta observación se basa en estudios transversales en los que se ha encontrado que la distribución de la grasa corporal ajustada al tamaño corporal en niños de 5-12 años no varía con la edad, a pesar del incremento de los esteroides.¹⁶ En este trabajo en niños de 4-6 años de edad, BIA y DXA fueron los dos métodos capaces de detectar el dimorfismo sexual en cuanto a la masa grasa total corporal entre géneros. Sin embargo, cuando se utilizaron los métodos antropométricos no se hallaron diferencias.

El IMC es un indicador con alta especificidad para evaluar la obesidad en la infancia y adolescencia, pero con baja sensibilidad para medir la distribución de la grasa.^{17,18} Se admite que las variaciones del IMC se deben en un 90% a modificaciones de la masa adiposa, aun considerando que la talla presenta variación genética.¹⁹ No obstante, es importante considerar a aquellos pacientes con determinadas patologías (nefróticos, miastenia, visceromegalias) o bien, los que practican determinadas actividades físicas (adolescentes), dado que pueden presentar aumento del agua corporal o de la masa magra con IMC adecuado o alterado.²⁰

FIGURA 2: Prueba de Bland Altman para %Gra por BIA y por DXA¹



¹ La línea continua representa la media de las diferencias y las líneas punteadas el intervalo de confianza (± 2 DE).
Abreviaturas: BIA: impedanciometría. DXA: absorciometría dual de rayos X.

Otra medición antropométrica muy usada para la estimación de la grasa corporal es la de los pliegues cutáneos. Sin embargo, recientemente se ha demostrado en niños y adolescentes, que proveen valiosa información cuando el IMC se encuentra entre los percentilos 85 y 95, pero no cuando es mayor de 95.²¹ Para el estudio de la obesidad, tiene más valor el IMC que los pliegues cutáneos.

Es sabido que las complicaciones metabólicas y el riesgo cardiovascular de la obesidad se asocian con el porcentaje de grasa visceral, manifestado clínicamente como obesidad central o abdominal.^{22,23} La Cci es una medida altamente sensible y específica de la masa grasa intraabdominal y se correlaciona con un perfil lipoproteico aterogénico; está más estrechamente relacionada con factores de riesgo de enfermedad cardiovascular que la obesidad general.²⁴

En niños, Hirschler y col. demostraron que la Cci es un buen predictor del síndrome de insulinoresistencia, y que podría ser una buena herramienta para identificar niños con sobrepeso u obesidad con riesgo de desarrollar complicaciones metabólicas o cardiovasculares.²⁵

La Cci es fácil de medir y más reproducible que la medida de pliegues cutáneos, tiene un bajo error intraobservador e interobservador y, cuando se ajusta por la vestimenta, la precisión se mantiene.²⁶ Este estimador de grasa abdominal presentó, en la población estudiada, una alta correlación con el porcentaje de grasa en tronco obtenido por DXA.

La creciente prevalencia de obesidad en pediatría con su alta tasa de morbilidad exige contar con una herramienta antropométrica sencilla para detectar niños en riesgo. Tanto el IMC como la Cci son dos métodos sencillos y económicos, pero mientras el primero estima contenido de grasa total, el segundo refleja adiposidad central. Por lo tanto, el IMC, al no proveer información de la distribución podría enmascarar el verdadero riesgo de obesidad en niños aunque ambos métodos presenten una correlación positiva fuerte. Se trata de un aspecto que merece especial consideración, pues se ha observado que la grasa central se ha incrementado mucho más que la total en niños y el IMC sería un indicador menos sensible.²⁷

A diferencia del IMC, la bioimpedancia eléctrica se utiliza para predecir masa grasa.²⁸ A pesar de que la interpretación de los resultados debe ser cuidadosa en los niños obesos y en los de muy bajo peso, diversos estudios han demostrado que existe muy buena correlación con DXA.²⁹

Varios autores han estudiado las correlaciones de las medidas de DXA con BIA y antropometría.

Este estudio corrobora, en una población infantil de Argentina, las correlaciones halladas por otros autores entre bioimpedancia, DXA e IMC para estimar masa grasa, pero además incorpora al análisis la circunferencia de cintura.¹³ En nuestro trabajo hemos encontrado que existe buena correlación entre los métodos antropométricos sencillos, BIA y DXA para estimar contenido de grasa corporal en niños preescolares.

BIA es un método ampliamente utilizado en la clínica, en medicina deportiva y en programas de reducción de peso, y ha sido utilizado en importantes estudios epidemiológicos como el NHANES III, el Estudio Cardiológico de Framingham (*Framingham Heart Study*) y el Estudio sobre la Salud Cardiovascular (*Cardiovascular Health Study*). Por ello, varios autores lo han comparado con métodos de referencia, pero los resultados son contradictorios.³⁰ Algunos demuestran que BIA sobreestima el porcentaje de grasa corporal, mientras que otros sugieren que BIA lo subestima.^{14,31} De la misma manera, algunos encuentran una buena correlación, pero otros señalan que BIA carece de precisión y exactitud.³² Además, en niños, el grado de adiposidad parece influir en la variación de %Gra medido por este método.^{29,33}

DXA es actualmente uno de los métodos aconsejados como de referencia ya que ha sido validado con otros métodos.³⁴ Sin embargo, no es de uso corriente en la clínica debido a su alto costo e inaccesibilidad. Por el contrario, BIA y los métodos antropométricos sencillos son, con frecuencia, los únicos disponibles.

La correlación entre BIA y DXA fue muy buena, en coincidencia con otros autores.^{13,14,29,30,35} El coeficiente de correlación es alto cuando se analizan todos los niños, y disminuye levemente en los varones cuando se los separa por género. Sin embargo, el coeficiente de correlación no es suficiente para comprobar la equivalencia de dos métodos. En nuestro trabajo, a pesar de la fuerte correlación entre BIA y DXA, la comparación de las medias reveló que BIA subestima el %Gra, cuando se evaluó toda la población ($18,6 \pm 6,0$ contra $24,4 \pm 7,4$) y en los varones ($17,1 \pm 5,8$ contra $21,7 \pm 7,0$) y en las niñas ($20,2 \pm 5,8$ contra $26,9 \pm 6,9$).

Cuando se analizaron las medidas de %Gra obtenidas por BIA y DXA, a través de la prueba de Bland Altman, se observó que muy pocas mediciones concuerdan (diferencia igual a cero); sin embargo, las diferencias se distribuyeron en forma homogénea a lo largo del eje horizontal e independientemente de las medias. Asimismo, todos los datos representados están incluidos en el intervalo

de confianza. La media de las diferencias entre los valores de %Gra obtenidos por BIA y por DXA fue de $-4,92\%$ y el DE de $4,377$, mientras que el promedio de los valores obtenidos por ambos métodos fue de $21,30\%$ y el DE de $6,53$; por lo que podemos inferir, que las diferencias en las mediciones observadas entre ambos métodos son clínicamente relevantes para niños con peso promedio de 19 kg.

CONCLUSIONES

En conclusión, existe buena correlación entre los métodos antropométricos sencillos y la bioimpedancia y DXA. Sin embargo, a pesar de la alta correlación entre los valores de contenido porcentual de grasa corporal por BIA y por DXA, los resultados no son intercambiables, ya que BIA subestima en un 5% los valores de grasa corporal respecto a los obtenidos por DXA. Es prioritario obtener valores de referencia en nuestra población de composición corporal por BIA y por DXA para su uso en la clínica pediátrica.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Ricardo L. Macchi por el asesoramiento en el análisis estadístico. Fue muy valiosa la colaboración de docentes, padres y niños de los Jardines Integrales Nros. 1 "Arco Iris", 2 "Pasito a paso", 3 "La hormiguita viajera" y 4 "Dulces sueños", de La Matanza, provincia de Buenos Aires, Argentina, que facilitaron la realización de este estudio. ■

BIBLIOGRAFÍA

1. Cameron N. The methods of auxological anthropometry. En: Falkner F, Tanner JM, editors. *Human Growth*. Nueva York: Plenum Press; 1986. págs. 3-43.
2. Reilly JJ. Assessment of body composition in infants and children. *Nutrition* 1998; 14(10):821-5.
3. Sarría A, Moreno LA, García-Llop LA, et al. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta Paediatr* 2001; 90(4):387-92.
4. Janssen I, Heymsfield SB, Allison DB, et al. Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *Am J Clin Nutr* 2002; 75(4):683-8.
5. Roubenoff R. Applications of bioelectrical impedance analysis for body composition to epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1996; 64(suppl):459S-62S.
6. Blake GM, Naeem M, Boutros M. Comparison of effective dose to children and adults from dual X-ray absorptiometry examinations. *Bone* 2006; 38(6):935-42.
7. Sopher AB, Thornton JC, Wang J, et al. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model. *Pediatrics* 2004; 113(5):1285-90.
8. Sociedad Argentina de Pediatría; Comité de Crecimiento y Desarrollo. *Guías para la evaluación del crecimiento*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Pediatría; 2001.

9. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1995; 854:1-452.
10. Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J Am Coll Nutr* 1992; 11(2):199-209. Review.
11. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am J Physiol* 1996; 271:E941-51. Review.
12. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol* 2006; 51(13):R203-28. Review.
13. Eisenmann JC, Heelan KA, Welk GJ. Assessing body composition among 3- to 8-year-old children: anthropometry, BIA, and DXA. *Obes Res* 2004; 12(10):1633-40.
14. Sun G, French CR, Martin GR, et al. Comparison of multi-frequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(1):74-8.
15. Fomon SJ, Nelson SE. Body composition of the male and female reference infants. *Annu Rev Nutr* 2002; 22:1-17.
16. He Q, Horlick M, Thornton J, et al. Sex and race differences in fat distribution among Asian, African-American, and Caucasian prepubertal children. *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87(5):2164-70.
17. Chan YL, Leung SS, Lam WW, et al. Body fat estimation in children by magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance, skinfold and body mass index: a pilot study. *J Paediatr Child Health* 1998; 34(1):22-8.
18. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, et al. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr* 1998; 132(2):204-10.
19. Casanova Román M, Rodríguez Ruiz I, Rico de Cos S y Casanova Bellido M. Análisis de la composición corporal por parámetros antropométricos y bioeléctricos. *An Pediatr (Barc)*. 2004; 61(1):23-31.
20. Wells JC, Mok Q, Johnson AW. Nutritional status in children. *Lancet* 2001; 357(9264):1293.
21. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Wang J, et al. Do skinfold measurements provide additional information to body mass index in the assessment of body fatness among children and adolescents? *Pediatrics* 2007; 119(6):e1306-13.
22. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(2):308-17.
23. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Maillot M, Bellisle F. Early adiposity rebound: causes and consequences for obesity in children and adults. *Int J Obes (Lond)* 2006; 30(Suppl 4):S11-7.
24. Executive Summary of the third report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; 285(19):2486-97.
25. Hirschler V, Delfino A, Clemente G, et al. ¿Es la circunferencia de cintura un componente del síndrome metabólico en la infancia? *Arch Argent Pediatr* 2005; 103(1):7-13.
26. Wang J. Waist circumference: a simple, inexpensive, and reliable tool that should be included as part of physical examinations in the doctor's office. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(5):902-3.
27. McCarthy HD, Jarrett KV, Emmett PM, Rogers I. Trends in waist circumferences in young British children: a comparative study. *Int J Obes (Lond)* 2005; 29(2):157-62.
28. Wells JC, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child* 2006; 91(7):612-7. Review.
29. Okasora K, Takaya R, Tokuda M, et al. Comparison of bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in children. *Pediatr Int* 1999; 4(2):121-5.
30. Lukaski HC, Siders WA. Validity and accuracy of regional bioelectrical impedance devices to determine whole-body fatness. *Nutrition* 2003; 19(10):851-7.
31. Erselcan T, Candan F, Saruhan S, Ayca T. Comparison of body composition analysis methods in clinical routine. *Ann Nutr Metab* 2000; 44(5-6):243-8.
32. Bolanowski M, Nilsson BE. Assessment of human body composition using dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. *Med Sci Monit* 2001; 7(5):1029-33.
33. Fors H, Glander L, Bjarnason R, et al. Body composition, as assessed by bioelectrical impedance spectroscopy and dual-energy X-ray absorptiometry, in a healthy paediatric population. *Acta Paediatr* 2002; 91(7):755-60.
34. Prior BM, Cureton KJ, Modlesky CM, et al. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl Physiol* 1997; 83(2):623-30.
35. Gutin B, Litaker M, Islam S, et al. Body-composition measurement in 9-11-y-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996 Mar; 63(3):287-92.