

Artículo Original

Contraste y concordancia entre ecuaciones de composición corporal en edad pediátrica: aplicación en población española y venezolana

Contrast and agreement among body composition equations in pediatric age: application in Spanish and Venezuelan population

Marrodán MD^{1,2}, Pérez BM^{3,4}, Morales E^{1,2}, Santos-Beneit G^{1,2}, Cabañas MD^{5,2}

1 Depto. de Zoología y Antropología Física. Universidad Complutense de Madrid

2 Grupo de Investigación UCM 920325 www.epinut.ucm.es

3 Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad Central de Venezuela

4 Red Mel-CYTED

5 Dpto. de Anatomía y Embriología Humana II. Universidad Complutense de Madrid. www.epinut.ucm.es

RESUMEN

La finalidad de este trabajo es comparar ecuaciones antropométricas desarrolladas para estimar la adiposidad relativa en edad infantil. Se analizó una muestra de 1125 escolares españoles y 675 venezolanos entre los 6 y los 14 años. El porcentaje de grasa se obtuvo según las ecuaciones de Siri (1961), Slaughter *et al.* (1988) y Lohman *et al.* (1984). Para evaluar el acuerdo entre métodos se aplicó un análisis de correlación de Spearman, se calculó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y se aplicó el método Bland-Altman. Los resultados para el % de grasa obtenidos por cada uno de los tres métodos presentaron una buena concordancia aunque no pueden considerarse intercambiables. El modelo de concordancia resultó semejante para las dos poblaciones analizadas.

PALABRAS CLAVE

Composición corporal, antropometría, niños, Venezuela, España.

Correspondencia:

MD Marrodán.

Universidad Complutense de Madrid.

marrodán@bio.ucm.es

ABSTRACT

The aim of this study is to compare methods of body composition assessment based in anthropometry. Were analyzed 1125 Spanish and 675 Venezuelan schoolchildren of both sexes, aged 6 to 14. Using the Siri (1961), Slaughter *et al.* (1988) and Lohman *et al.* (1986) equations to calculate percent body fat. Spearman coefficient and Intraclass correlation coefficient (CCI) and Bland-Altman test were calculated to verify the association degree among different methods. The results of % body fat obtained through three anthropometric equations presented a good agreement but they are not interchangeable. That consistency model is similar for two analyzed populations.

KEY WORDS

Body composition, anthropometry, child, Venezuela, Spain.

INTRODUCCIÓN

Sin duda, el índice de masa corporal (IMC) es el indicador antropométrico más utilizado en el diagnóstico de la malnutrición por exceso o por defecto, no sólo en adultos sino también en la edad pediátrica y juvenil.

Se trata de un parámetro clásico en este ámbito –recordemos que su autoría corresponde a Quetelet¹ en 1869- pero que sigue vigente. De hecho, estudios recientes han mostrado que es un buen estimador para clasificar el sobrepeso en edades de 7 a 17 años con grado de sensibilidad y especificidad muy satisfactorio². En los últimos cinco años se han publicado estándares de carácter nacional e internacional^{3,4,5,6} para actualizar sus valores de referencia. Sin embargo el IMC, presenta ciertas limitaciones cuando el grado de hidratación o bien los componentes adiposo y músculo-esquelético experimentan grandes variaciones como sucede durante ciertas fases del crecimiento^{7,8,9}. Por otra parte, se ha demostrado que –frente al IMC- la grasa corporal presenta mayor valor predictivo del riesgo coronario y otras metabolopatías asociadas al sobrepeso y la obesidad durante la infancia y adolescencia^{10, 11}. Por ello, la composición corporal se contempla hoy en día como una herramienta más precisa para la diagnosis de la condición nutricional, particularmente en el ámbito clínico.

Hasta el momento, se han publicado diversas ecuaciones para estimar la composición corporal por antropometría en niños y jóvenes menores de 18 años. Algunas de ellas fueron desarrolladas mediante técnicas de regresión aplicadas a muestras poblacionales de composición étnica concreta o a un estrecho rango de edad. Además, unas expresiones estiman la adiposidad relativa a partir de la densidad corporal^{12,13,14} mientras que otras calculan el porcentaje de grasa directamente de los pliegues adiposos subcutáneos^{15,16}. También se han publicado ecuaciones que obtienen la masa grasa o la libre de grasa a partir del peso, la estatura y ciertos pliegues^{17, 18, 19}. La elección de cualquiera de ellas debe ser valorada en su caso por el investigador, pero lo que es evidente es la necesidad de conocer hasta que punto pueden confrontarse los resultados obtenidos por una u otra fórmula y en que medida son intercambiables. Este aspecto resulta fundamental para llevar a cabo estudios epidemiológicos de carácter secular o comparativo. Este es precisamente el objetivo del presente trabajo en el que se pretende conocer el grado de concordancia existente entre los resultados del porcentaje de grasa estimado por tres de las ecuaciones antropométricas más frecuentemente empleadas y referidas en la bibliografía biomédica y antropológica. Al mismo tiempo, se trata de comprobar si dicha concordancia es independiente de la población sobre la que la ecuación se aplica, para lo que se utilizan dos mues-

tras étnicamente diferentes, procedentes de España y Venezuela.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población analizada: 675 escolares venezolanos y 1126 españoles de ambos sexos y edades comprendidas entre 6 y 14 años. La serie de Venezuela procede del área metropolitana de Caracas (municipio Chacao) y del Estado Mérida. La serie española del distrito capitalino Villa de Vallecas, de la Comunidad de Madrid. Los datos fueron recabados en centros escolares de ambos países entre los años 2006 y 2008 contando siempre con el consentimiento informado de los padres o tutores. El nivel socioeconómico de los escolares venezolanos participantes se ubica en el estrato tres de acuerdo al método Graffar-Méndez-Castellano²⁰, lo que equivaldría a un nivel medio-bajo que es el que corresponde también a la muestra española, de acuerdo al grado de instrucción de la madre y la ocupación laboral de ambos progenitores.

Métodos antropométricos: Con material homologado y siguiendo las normas recomendadas por el Programa Internacional de Biología (IBP)²¹ y el protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK)²² se tomaron el peso (Kg), la estatura (cm) los pliegues adiposos (mm) tricipital, bicipital, subescapular, suprailíaco y de la pantorrilla.

Ecuaciones utilizadas: a partir de las dimensiones directas, se estimó la densidad (D) mediante las siguientes expresiones:

- Hasta los 11 años, Brook¹³:

$$\text{Niños: } D (\text{g/cm}^3) = 1,2063 - 0,0999 \times \log(T + B + SB + SP)$$

$$\text{Niñas: } D (\text{g/cm}^3) = 1,1690 - 0,0788 \times \log(T + B + SB + SP)$$

- Desde los 12 en adelante, Durnin y Womersley¹⁴

$$\text{Niños: } D (\text{g/cm}^3) = 1,1620 - 0,0630 \times \log(T + B + SB + SP)$$

$$\text{Niñas: } D (\text{g/cm}^3) = 1,1549 - 0,0678 \times \log(T + B + SB + SP)$$

Siendo T = pliegue tricipital (mm), B= pliegue bicipital (mm), SB = pliegue subescapular (mm) y SP= pliegue suprailíaco (mm)

Una vez obtenida la densidad corporal se calculó el porcentaje de grasa (%G) a través de las ecuaciones de:

- Siri²³:

$$\%G (\text{ambos sexos}) = [(4,95 / D) - 4,50] \times 100$$

- Lohman *et al.*¹²

	Niñas	Niños
7-9 años	%G = (5,43/D - 5,03)	%G = (5,38/D - 4,97)
10-12 años	%G = (5,30/D - 4,89)	%G = (5,27/D - 4,85)
13-15 años	%G = (5,12/D - 4,69)	%G = (5,08/D - 4,64)

- Slaughter *et al.*¹⁶:

Niñas: %G = 1,33(T+SE) - 0,013(T + SE)² - 2,5

Niños: %G = 1,21(T+SE) - 0,008(T + SE)² - 1,7

Siendo T= pliegue tricútipal (mm); y SE= pliegue subescapular.

Procesamiento estadístico: Se llevó a cabo el análisis descriptivo de las variables directas y de la adiposidad relativa como parámetro derivado. Se efectuó una prueba de Kolmogorov-Smirnov para establecer el grado de normalidad y dependiendo del resultado se utilizó un test de la T o de la U de Mann-Whitney para establecer la significación de las comparaciones entre las medias. Se aplicó un análisis de correlación de Spearman para comprobar la asociación entre el IMC y el % de grasa obtenido por las distintas ecuaciones antropométricas de composición corporal. Por último, a fin de valorar el grado de concordancia existente entre los resultados de porcentaje de grasa obtenido por los distintos métodos se calculó el coeficiente de correlación intraclase (CCI):

$$CCI = (SD_A^2 + SD_B^2 - SD_{AB}^2) / (SD_A^2 + SD_B^2 - X_{AB}^2 - (SD_{AB}^2/n))$$

Siendo SD_A , SD_B y SD_{AB} las desviaciones típicas de la adiposidad relativa obtenida por los métodos A, B, y de

la diferencia entre los métodos A y B respectivamente; X_{AB} es la media de las diferencias entre ambos métodos y n es el número de individuos analizados. El CCI presenta valores entre 0 y 1. Según el criterio estipulado²⁴, valores superiores a 0,71 son indicio de buena concordancia entre el par de métodos que se compara. Cifras entre 0,51 y 0,70 indican que la concordancia es aceptable, inferiores a 0,50 revelan concordancia mediocre y menores de 0,31 ausencia de la misma. Finalmente se realizó una prueba de intercambiabilidad de Bland Altman²⁵ que consiste en un análisis de regresión lineal para las diferencias entre métodos y la media obtenida por ambos métodos siendo variable dependiente: ecuación 1 - ecuación 2 y variable independiente: (ecuación 1 + ecuación 2) / 2. Así mismo se elaboraron las gráficas correspondientes representando para cada individuo en el eje X las diferencias de % de grasa entre los dos métodos a contrastar y en el eje Y la media obtenida tras aplicar uno y otro método. El Paquete estadístico utilizado fue SPSS 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de edad de los escolares que formaron parte del estudio fue de $9,70 \pm 2,4$ años para la serie española y de $10,20 \pm 3,1$ para la venezolana. En la tabla 1 se muestran, por sexo y país de origen, los promedios y desviaciones estándar que corresponden a las dimensiones antropométricas directas. Los niños y niñas españoles presentan una estatura y peso significativamente más elevados. Por lo que se refiere a los pliegues grasos subcutáneos, las series españolas de ambos sexos tienen promedios significativamente superiores en el tricútipal y subescapular. Sin embargo, el

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para las dimensiones antropométricas directas y comparación de medias entre las poblaciones de España y Venezuela.

	Series masculinas						Series femeninas					
	Españoles		Venezolanos		contraste		Españolas		Venezolanas		contraste	
	Media	DS	Media	DS	t/z	p	Media	DS	Media	DS	t/z	p
Peso (Kg)	38,3	13,3	35,4	12,8	4,25	0,00	38,3	11,72	34,0	13,0	3,8	0,00
Talla (cm)	140,8	15,0	139,3	17,5	6,47	0,00	141,6	13,7	136,2	17,8	5,3	0,00
Pliegue bicipital (mm)	6,7	3,1	6,6	3,5	1,32	0,18	8,7	2,9	7,5	3,9	7,8	0,00
Pliegue tricútipal (mm)	11,0	4,5	7,9	3,6	8,17	0,00	12,3	4,2	10,3	4,2	4,4	0,00
Pliegue subescapular (mm)	8,2	4,2	6,9	3,1	2,56	0,01	9,3	4,2	8,8	3,9	2,1	0,04
Pliegue suprailíaco (mm)	8,1	5,3	9,0	5,6	4,63	0,00	8,8	4,5	12,7	6,3	7,5	0,00

depósito graso a nivel suprailíaco es significativamente más elevado en las series de Venezuela. Esto indica que las poblaciones analizadas difieren tanto en cantidad de tejido adiposo subcutáneo como en la distribución del mismo.

Por lo que se refiere a la adiposidad relativa, los valores obtenidos aparecen en la tabla 2. Se comprueba que, con independencia del método de estimación empleado, los niños y niñas españoles presentan un porcentaje de grasa significativamente más elevado que sus homólogos de Venezuela. Frente a Siri²³, tanto en la población española como en la venezolana, las ecuaciones de Lohman *et al.*¹², subestiman el grado de adiposidad en los niños y las niñas. Por el contrario, al aplicar la fórmula de Slaughter¹⁶ se logran promedios de porcentaje graso significativamente más elevados en todos los casos excepto en la serie masculina de Venezuela, donde los valores obtenidos por ambos métodos son prácticamente idénticos.

La correlación entre porcentaje de grasa calculado con cada una de las tres ecuaciones y el IMC resultó significativa, (tabla 3). Cabe señalar que en todos los casos la rho de Spearman presentó valores superiores en las series femeninas que en las masculinas. Además, en las niñas el valor de los coeficientes resultó muy similar para las tres fórmulas, mientras que en los varones se encontraron pequeñas variaciones con las expresiones de Lohman *et al.*¹² y Slaughter *et al.*¹⁶. Se corrobora por tanto la tendencia a una mayor correlación entre el IMC y el porcentaje de grasa en los gru-

pos que presentan mayor adiposidad como es el caso del sexo femenino respecto al masculino y de los varones españoles frente a los venezolanos. También en el 'Baton Rouge Children's Study'²⁶ investigación llevada a cabo sobre una muestra de 129 escolares norteamericanos de Los Ángeles con edades comprendidas entre los 10 y 12 años se constató mayor correlación entre IMC y cantidad de grasa en los individuos más adiposos (niñas, afroamericanos) que en los más delgados (niños, origen europeo). No obstante esta tendencia parece tener un límite, ya que ciertos estudios han reseñado que la correlación parece disminuir nuevamente en los chicos y chicas clasificados como obesos de acuerdo a la relación estatura-ponderal, es decir cuando el IMC supera el percentil 97^{27, 28}.

El cálculo del coeficiente de correlación intraclase (CCI) pone de manifiesto que, en términos generales, la concordancia entre los métodos antropométricos considerados es cuando menos aceptable. Las cifras que aparecen en la tabla 4, muestran mayor nivel de afinidad en los contrastes Siri-Lohman y Siri-Slaughter donde la concordancia es buena en el caso de los varones y está en el límite entre aceptable y buena en las series femeninas. El contraste entre las ecuaciones de Lohman¹² y Slaughter *et al.*¹⁶ arroja resultados moderados, en particular, para la población venezolana.

La prueba de Bland-Altman²⁵ pone de manifiesto que a pesar de la relativamente buena concordancia observada, al menos entre el método de Siri²³ y las otras dos ecuaciones comparadas, los resultados obtenidos por

Tabla 2. Porcentaje de grasa corporal obtenido mediante cada una de las ecuaciones antropométricas empleadas, en ambos sexos y poblaciones.

	Series masculinas				Series femeninas			
	Españoles		Venezolanos		Españolas		Venezolanas	
Ecuación	%G	SD	%G	SD	%G	SD	%G	SD
Siri	15,67	6,4	13,22	5,6	22,43	5,3	18,42	6,4
Lohman <i>et al.</i>	14,05	6,8	11,85	5,9	17,01	6,1	17,38	7,3
Slaughter <i>et al.</i>	18,53	6,47	13,43	3,64	25,2	5,0	20,44	4,9

Tabla 3. Coeficiente de correlación de Spearman entre el IMC y el porcentaje de grasa calculado a partir de las distintas ecuaciones utilizadas.

	IMC - % grasa Siri		IMC - % grasa Lohman		IMC - % Slaughter	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
España	0,75	0,82	0,69	0,85	0,79	0,84
Venezuela	0,76	0,82	0,52	0,81	0,60	0,78

Tabla 4. Coeficientes de correlación intraclass (CCI) entre los distintos métodos.

	Población española		Población venezolana	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
Siri-Lohman <i>et al.</i>	0,76	0,64	0,75	0,72
Siri- Slaughter <i>et al.</i>	0,81	0,71	0,83	0,69
Slaughter <i>et al.</i> - Lohman <i>et al.</i>	0,48	0,60	0,42	0,54

una u otra fórmula no se pueden considerar intercambiables. Al hacer una regresión lineal entre las diferencias individuales del porcentaje de grasa y el promedio para cada sujeto a partir del valor obtenido por ambos métodos (tabla 5) la probabilidad correspondiente a la pendiente resultó siempre significativa en las series masculinas. Ello supone que las diferencias entre las medias de adiposidad relativa, no se mantienen constantes en todo el rango de la distribución, sino que varían en función de la cantidad de tejido adiposo. Por lo que se refiere a las series femeninas, la probabilidad alcanza significación estadística sólo en el caso del contraste entre la ecuación de Siri²³ y la de Lohman¹² en las niñas venezolanas, lo que significa que las diferencias entre los métodos se mantienen más o menos estables a lo largo de toda la distribución.

Las figuras 1 a la 4 permiten representar los anteriores resultados y permiten valorar gráficamente las diferencias, tomando como referente la amplitud del intervalo de concordancia. La comparación entre la fórmula de Siri y la de Slaughter, muestra que los resultados obtenidos entre la aplicación de una u otra expresión matemática, no siguen una tendencia definida. Tan sólo en el caso de los varones españoles se aprecia cierta disminución de las diferencias al incrementarse la adiposidad relativa. Si bien el modelo general es semejante en ambos grupos poblacionales, cabe añadir que la dispersión es algo mayor en la serie venezolana, especialmente en la serie femenina. Sin embargo, al representar los resultados obtenidos por Siri²³ frente a Lohman¹² obser-

vamos que los individuos se agrupan formando tres líneas de puntos, reflejando claramente las tres fórmulas que corresponden a los tres intervalos de edad que contempla el segundo método, entendiendo que los sujetos analizados presentan menores diferencias entre métodos a medida que aumenta la edad. Quizá a estas edades, en concreto a partir de los 13 años, se ha comenzado a definir el componente graso hacia el modelo adulto. En cualquier caso se observa que en las dos poblaciones y para ambos sexos, la aplicación de la fórmula de Lohman¹² subestima siempre la adiposidad en relación a la expresión de Siri²³ y que las discrepancias entre las dos expresiones disminuyen según aumenta el porcentaje de grasa.

Las técnicas más sofisticadas para el análisis de la composición corporal en niños, no han desbancado a los métodos antropométricos, más sencillos y económicos, que siguen resultando confiables e idóneos tanto en los estudios epidemiológicos como en la clínica rutinaria^{29, 30}. Teniendo en cuenta que, en concreto para la población española, se dispone de estándares actualizados para el método de Siri²³ que pueden ser aplicables en el diagnóstico de la malnutrición por defecto, el sobrepeso y la obesidad⁷ y también como referencia en estudios poblacionales de carácter comparativo. Sin embargo para su utilización con esta finalidad era necesario conocer el grado de acuerdo entre los resultados de este método y otros de los más habitualmente empleados.

Tabla 5. Test de intercambiabilidad de Bland-Altman : análisis de regresión para las diferencias y las medias entre ecuaciones.

		Población española			Población venezolana		
		r	B	P	r	B	p
Series masculinas	Siri-Lohman	0.116	-0.031 ±0,010	< 0.05	0.175	-0.095±0.032	< 0.05
	Siri-Slaughter	0.214	-0.142 ±0,035	< 0.01	0.310	-0.095±0.032	< 0.001
Series femeninas	Siri-Lohman	0.079	-0.022 ±0,018	< 0.01	0.079	-0.095±0.032	0.228
	Siri-Slaughter	0.184	-0.037 ±0,012	0.132	0.116	-0.095±0.032	0.202

Figura 1. Representación gráfica de Bland-Altman. Comparación de los resultados obtenidos aplicando las ecuaciones de Siri y Lohman para la estima del porcentaje de grasa a la población de Venezuela.

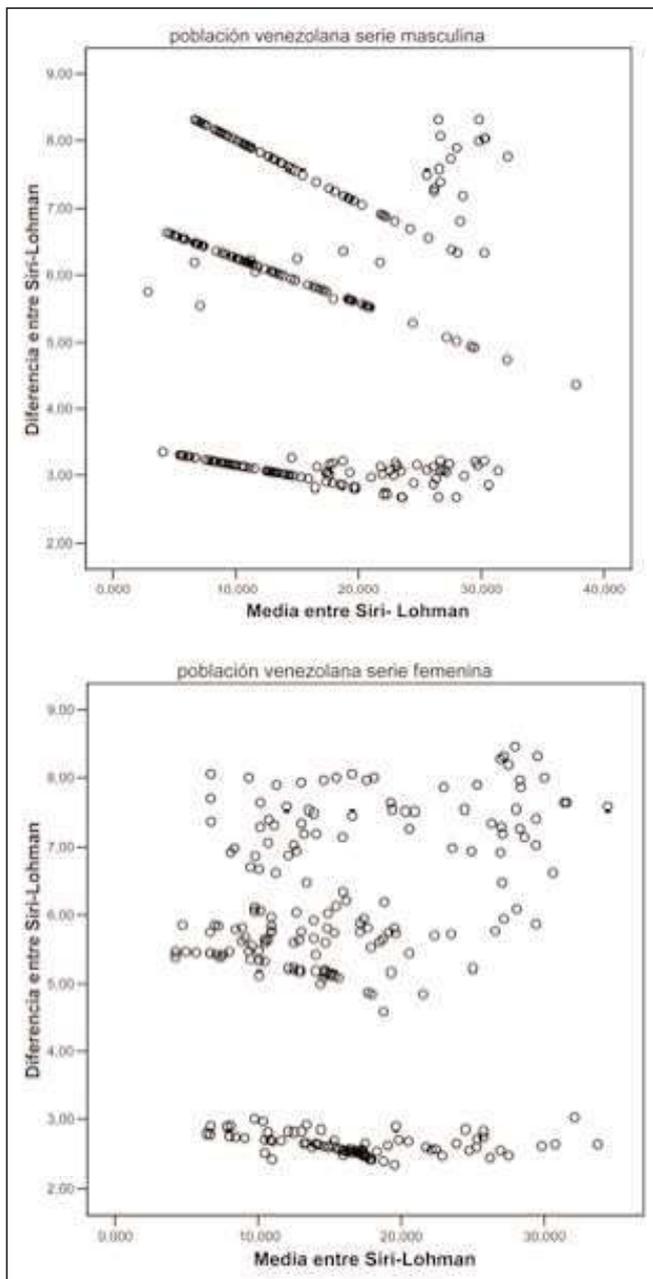
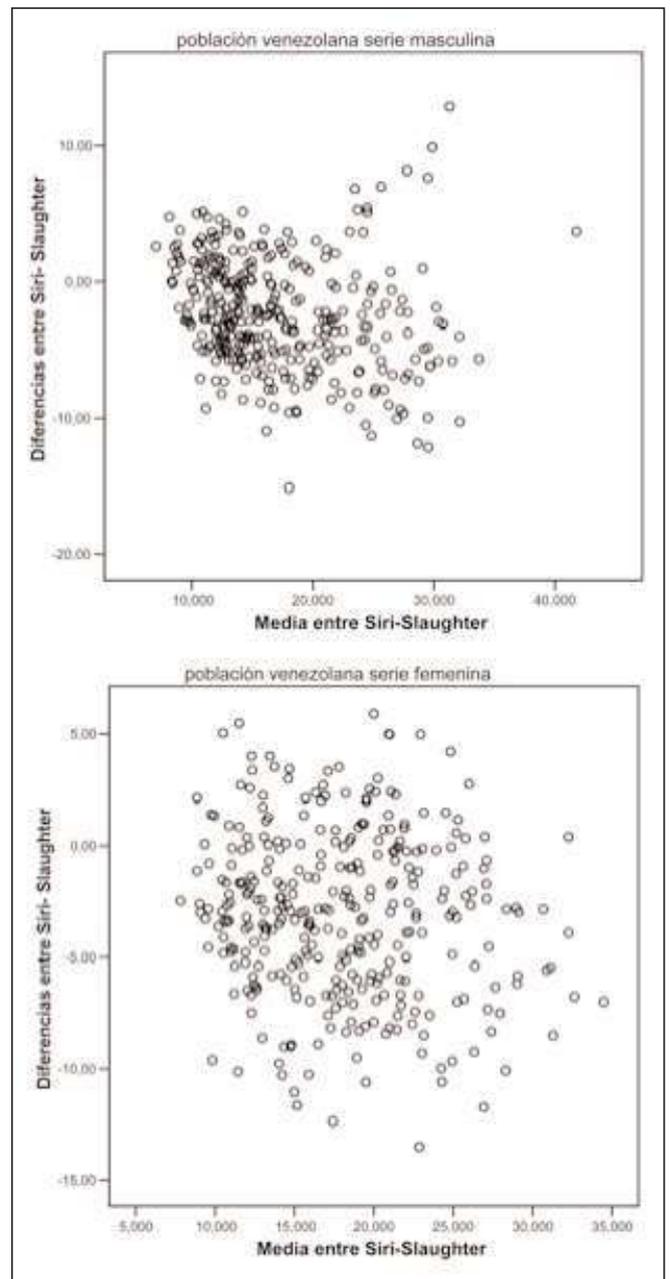


Figura 2. Representación gráfica de Bland-Altman. Comparación de los resultados obtenidos aplicando las ecuaciones de Siri y Slaughter para la estima del porcentaje de grasa a la población de Venezuela.



CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se recomienda tener en cuenta que los resultados de adiposidad relativa que se obtienen mediante las tres ecuaciones antropométricas aquí contrastadas (Siri²³, Lohman *et al.*¹² y Slaughter¹⁶) presentan una buena concordancia aunque no son intercambiables. En la práctica podemos concluir que las ecuaciones de Lohman¹² y Slaughter, al menos en las edades y pobla-

ciones analizadas, ofrecen resultados que presentan una similitud aceptable, respecto a los resultados obtenidos aplicando la metodología de Siri²³, para la cual existen valores de referencia para la población española. La debilidad del grado de asociación entre métodos es aun mucho mayor cuando se trata de evaluar a un individuo concreto, por lo que desde la perspectiva clínica las tres ecuaciones aquí evaluadas no deberían ser utilizadas de manera indistinta. Por último se ha cons-

Figura 3. Representación gráfica de Bland-Altman. Comparación de los resultados obtenidos aplicando las ecuaciones de Siri y Lohman para la estima del porcentaje de grasa a la población de España.

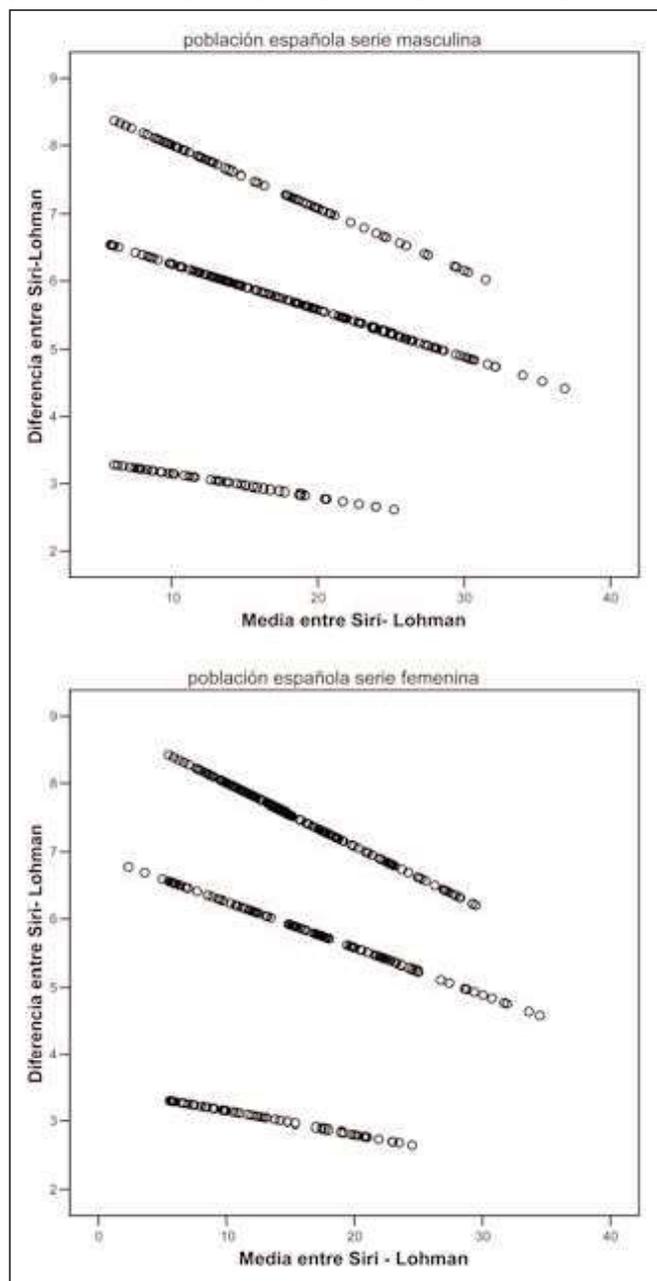
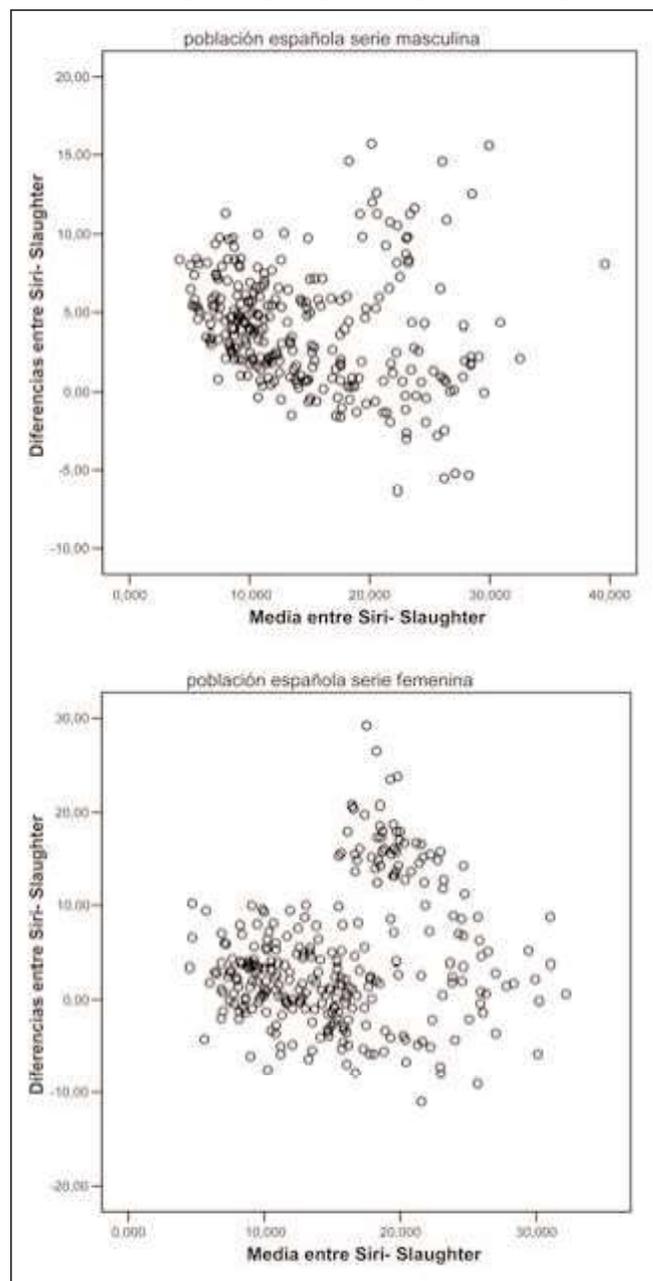


Figura 4. Representación gráfica de Bland-Altman. Comparación de los resultados obtenidos aplicando las ecuaciones de Siri y Slaughter para la estima del porcentaje de grasa a la población de España.



tatado que el modelo de concordancia resulta semejante para las dos poblaciones analizadas.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación CGL2005-03752 (Ministerio de Educación y Ciencia de España) y Nutrición y Biodiversidad

(Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela. Las autoras agradecen a la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA) la presentación de los avances de este trabajo en el VI Congreso Internacional: Alimentación Nutrición y Dietética 2008. Igualmente a todos los niños y niñas que participaron e hicieron posible la recopilación de los datos poblacionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Quetelet A. *Physique Sociale*. Vol 2. Ed. C. Muquardt. Brussels, 1869.
2. Pérez BM, Landaeta-Jiménez M, Amador J, Vásquez M, Marrodán MD. Sensibilidad y especificidad de indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa en niños y adolescentes venezolanos. *Interciencia*. 2009; 34, 2: 84-90.
3. Carrascosa Lezcano JM, Fernández García C, Fernández Ramos y col. Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento hasta la talla adulta. *An Pediatr (Barc)*. 2008; 68 (6): 552-69.
4. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide international survey. *BMJ*. 2000; 320: 1240-1243.
5. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thickness in children and adolescents: international survey. *BMJ*. 2007; 335: 194-201.
6. Onís M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescent. *Bulletin of the World Health Organization* 2007; 85: 660-667.
7. Marrodán MD, Mesa MS, Alba JA, Ambrosio B, Barrio PA, Drak L, Gallardo M, Lermo J, Rosa JA, González-Montero de Espinosa M. Diagnóstico de la obesidad: actualización de criterios y su validez clínica y poblacional. *An Pediatr (Barc)*. 2006; 65(1): 5-14.
8. Moreno-Romero S, Dipierri JE, Bejarano IF, Marrodán MD. Limitaciones del IMC como indicador exclusivo del estado Nutricional. *Rev. Argentina de Antropología Biológica*. 2007; 59.
9. Brann LS. Classifying preadolescent boys based on their weight status and percent body fat produces different groups. *J. Am. Diet Assoc*, 2008; 108, 6: 1018-1022.
10. Deurenberg-Yap M, Chew SK, Deurenberg P. Elevated body fat percentage and cardiovascular risks at low body mass index levels among Singaporean Chinese, Malays and Indians. *Obes Rev*. 2002; 3 (3):209-15.
11. Amemiya S, Dobashi K, Urakami T, Sugihara S, Ohzeki T, Tajima N. Metabolic syndrome in youths. *Pediatr Diabetes*. 2007; 8 Suppl 9:48-54.
12. Lohman JG, Slaughter MH, Boileau RA, Bunt J, Lussier L. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc. Sports. Sci Rev*. 1986; 14: 325-357.
13. Brook, CGD. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch. Diseases Child*. 1971; 46:182-187.
14. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr*. 1974; 32:77-97.
15. Parizkova J. Changes in approach to the measurement of body composition. En: Davies PSW, Cole TJ. (Eds.). *Body composition techniques in health and disease*. Cambridge University Press. 1995; 222-239.
16. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Stillman PJ, Van Loan MD, Bembem, DA. Skinfolds equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum. Biol*. 1988; 60:709-723.
17. Johnston FE. Relationships between body composition and anthropometry. *Hum. Biol*. 1982; 54: 221-245.
18. Ellis JK. Body composition of a young, multiethnic female population. *Am. J. Clin Nutr*. 1997; 65: 724-31.
19. Ellis JK. Body composition of a young, multiethnic male population. *Am. J. Clin Nutr*. 1997; 66: 1323-31.
20. Méndez-Castellano H, Méndez MC. *Sociedad y estratificación. Método Graffar- Méndez-Castellano*. FUNDACREDESA. Caracas. 1994.
21. Weiner JS, Lourie JA. *Practical Human Biology*. London: Academic Press. 1981.
22. *Internacional Standards for Anthropometric Assessment (ISAK)*. Published by International Society for the Advancement of Kinanthropometry. 2001.
23. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. En: *Techniques for measuring body composition*. Brozek J, Henschel A. (Eds): National Academy of Sciences, Washington. 1961.
24. Fleys JL. *The design and analysis of clinical experiments*. Wiley, New York.
25. Bland MJ, Altman DG. Statistical Methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; 1: 307-10.
26. Bray GA, De Lancy JP, Harsha DW, Volaufova J y Champagne CC. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-12 years old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study. *Am. Jour. Clin. Nutr*. 2001; 73: 687-702.
27. Mei Z, Grummer-Straw LM, Wang J. Do skinfold measurements provide additional information to body mass index in the assessment of body fatness among children and adolescent? *Pediatrics* 2007; 119, 6: 1306-1313.
28. Marrodán MD, Gonzalez-Montero de Espinosa M, Moreno-Romero S, Pacheco JL, Mesa MS, Montero-Roblas V, Moreno-Heras E, Callejo L. Comparación de indicadores para el diagnóstico de la obesidad infantil y juvenil. *Biología de las poblaciones humanas: diversidad, tiempo, espacio*. Sociedad Española de Antropología Biológica. 2004; 907-916.
29. Sampei MA, Novo NF, Juliano Y, Sigulem DM. Comparison of the body mass index to other methods of body fat evaluation in ethnic Japanese and Caucasian adolescent girls. *Int.J. Obes Relat. Metab. Disord*, 2001, 25, 3: 400-408.
30. Pineau D, Chiheb S, Banu I, Valensi P, Montan JE, Gaudelus J, Chumlea C, Bornet F, Boulier A. Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Ann. Hum. Biol*. 2008, 35, 2: 185-197.