

Evaluación de la composición corporal en niñas usando impedanciometría bioeléctrica y pliegues subcutáneos

Pascuala Urrejola N.^{1, 2}, María Isabel Hodgson B.¹,
María Gloria Icaza N.³

Resumen

La estimación de los pliegues subcutáneos (PS) para evaluar composición corporal ha sido utilizada durante años, sin embargo, su uso tiene limitaciones. La impedanciometría bioeléctrica (BIA) es un nuevo método cuyo uso ha sido recomendado en adultos. *Objetivos:* evaluar si la BIA para estimar grasa corporal (GC) tiene una precisión comparable a la obtenida usando PS en pediatría. *Material y métodos:* Se determinó % GC usando las ecuaciones de Slaughter para PS y Deurenberg, Houtkooper, Schaefer y Cordain para BIA en 50 niñas, entre 9 y 11,6 años. *Resultados:* El nivel de concordancia, evaluado por el método de Bland y Altman, entre % GC derivado de las ecuaciones de BIA y PS, fue pobre, con una diferencia promedio de $5\% \pm 2DE$ (-5,5 a 15,5). *Conclusiones:* En la determinación de GC la BIA no arroja cifras concordantes con las obtenidas por PS, por lo cual no es adecuado recomendar su uso en pediatría.

(**Palabras clave:** composición corporal, grasa corporal, pliegues subcutáneos, impedanciometría bioeléctrica.)

Assessment of body composition in girls by bioelectrical impedance and skinfold anthropometry

Skinfold anthropometry (SKF) has been used to estimate body composition for many years but it has several limitations. Bioelectrical impedance (BIA) is a new method recently recommended to be used in adults. Aim: To determine the level of agreement for body fat mass (BF) measurement by BIA and SKF. Subjects and methods: BF was calculated using the following algorithms: Slaughter for SKF, Deurenberg, Houtkooper, Schafer and Cordain for BIA in 50 girls aged between 9 and 11,6 years. Results: Level of agreement determined using Bland and Altman method was poor, with an average difference (SKF-BIA) of $5\% \pm 2 DS$ (-5.5 to 15.5). Conclusions: Measurements of BF determined by BIA gave poor agreement with SKF, thus the use of BIA is not recommended in pediatrics clinical practice.

(**Key words:** body composition, body fat, skinfold anthropometry, bioelectrical impedance.)

INTRODUCCIÓN

La determinación de la composición corporal (CC) es una herramienta importante

en la evaluación del estado nutricional en pediatría. Sin embargo, la precisión de sus resultados es difícil de evaluar debido a razones teóricas y prácticas¹⁻⁴. Algunos de los métodos usados como "patrón de oro" en la

1. Departamento de Pediatría, Pontificia Universidad Católica de Chile.
2. Magíster de Nutrición. Departamento de Nutrición, Diabetes y Enfermedades Metabólicas. Pontificia Universidad Católica de Chile.
3. Doctora en Estadística Médica. Universidad de Talca. Chile.

Financiamiento Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Proyecto PG 9/97.

Correspondencia a: Dra. Pascuala Urrejola N.:
e.mail: purrejol@med.puc.cl

Trabajo recibido el 17 de julio de 2000, devuelto para corregir el 7 de septiembre de 2000, segunda versión el 7 de diciembre de 2000, aceptado para publicación el 15 de diciembre de 2000.

evaluación de la CC como la hidrodensitometría presentan problemas prácticos en su ejecución, especialmente en niños muy pequeños o con discapacidad, por la imposibilidad de sumergir a los niños en un estanque de agua. Los problemas teóricos, que también son aplicables a otros métodos de referencia (potasio corporal total, agua marcada)⁴ se producen por la "inmadurez química" de los niños y adolescentes. A diferencia de la edad adulta, en pediatría no se puede asumir una composición constante de la masa magra durante el crecimiento y desarrollo, lo que hace necesario considerar dichos cambios para poder evaluar CC con precisión. Todo esto ha determinado que aún no se cuente con un método estándar y preciso de uso internacional para determinar CC y que sea aplicable para todas las edades; tanto en la práctica clínica como en estudios epidemiológicos.

La antropometría ha sido utilizada por muchos años para evaluar CC, uno de sus componentes más importantes es la estimación del grosor de los pliegues subcutáneos (PS). Sin embargo, dichas mediciones tienen algunas limitaciones que incluyen, la variabilidad entre examinadores, las variaciones en la compresión del pliegue, los cambios en la densidad corporal con la edad y la incertidumbre de una adecuada relación entre grasa subcutánea y grasa interna⁵⁻⁸. Esto hace que el uso de PS para estimar grasa corporal sea altamente dependiente del examinador y la población evaluada⁵⁻⁹. Sin embargo, cuando las mediciones son realizadas por un examinador entrenado y se usa una ecuación población específica el error de la determinación de la grasa corporal no es mayor de 5%⁶⁻⁸.

La impedanciometría bioeléctrica (BIA) es un método de evaluación de CC que es simple, de bajo costo, rápido, de gran aceptabilidad y sin error de examinador¹⁰⁻¹². Este método se basa en que la conducción de una corriente eléctrica en un organismo se efectúa principalmente a través de su compartimento acuoso, por lo que dicha conducción tendría adecuada relación con la masa magra. Dado que la masa magra contiene una proporción considerablemente mayor de agua y electrolitos que el tejido adiposo y el hueso, el impedanciómetro bioeléctrico permite estimar la resistencia al flujo de una corriente eléctrica de baja frecuencia (impedancia) y, a través de determinadas ecuaciones,

inferir el agua corporal total o la masa magra¹⁰⁻¹². La grasa corporal puede ser determinada por la diferencia del peso con la masa magra del sujeto. En la actualidad existen varias ecuaciones de BIA que han sido postuladas para su uso en niños, adolescentes y adultos. Sin embargo, hasta la fecha no existe una de uso universal, es decir, que pueda ser utilizada independientemente de la edad, sexo, origen étnico o estado nutricional del sujeto a ser investigado¹⁰. Lo anterior hace que las mediciones de masa magra, determinadas por los diferentes aparatos de impedanciometría bioeléctrica, sean válidas tan solo para la población en que fueron obtenidas. A pesar de estas limitaciones varios autores recomiendan el uso BIA para evaluar CC en estudios epidemiológicos, considerando que esta última tiene una precisión comparable a la de los PS, con la ventaja de no estar sujeta al error del examinador, además de ser una técnica simple, rápida y con gran aceptabilidad en niños^{10, 11}.

El objetivo del presente estudio es evaluar si el uso de BIA para estimar grasa corporal en un grupo de niñas prepúberes o con pubertad inicial tiene una precisión comparable a la obtenida por medición de PS.

MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos. Se estudiaron las 50 niñas mayores de 9 años de edad pertenecientes a 2 cursos de una escuela básica situada en el área Oriente de Santiago, de nivel socioeconómico bajo, que cumplían con los siguientes criterios: prepúberes o con pubertad inicial, sin historia, signos o síntomas de cualquier enfermedad orgánica y que no estuvieran ingiriendo medicamentos que pudieran alterar la CC, tales como corticoides u otros. El estado puberal se evaluó utilizando la clasificación de Tanner¹³, catalogándose como pubertad inicial aquellas niñas con un grado II de Tanner y prepúberes las con grado I de Tanner. Se utilizó la recomendación hecha por la OMS en 1995 para evaluar estado nutricional en adolescentes¹⁴ la cual se basa en el IMC^{15, 16} y los pliegues tricipital y subescapular¹⁷. Las características de los sujetos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

Características del grupo estudiado

Número de sujetos	50
Edad (años $\pm$ DE)	139 $\pm$ 6
Talla (cm $\pm$ DE)	38,7 $\pm$ 7
Peso (kg $\pm$ DE)	19,97 $\pm$ 2,9
IMC (kg/m ²)	9,8 $\pm$ 0,7
<i>Estado nutricional*</i>	
Obesas	15
Sobrepeso	11
Eutrofia	22
Desnutridas	1

IMC: Índice de masa corporal.

* Estado nutricional evaluado según recomendación de OMS¹⁴.

Mediciones

A cada sujeto, dos horas después de haber ingerido una colación y sin haber realizado ejercicio físico intenso en las últimas 24 horas, se le realizaron mediciones de antropometría y BIA.

Antropometría

Se determinó el peso sin ropa, mediante una balanza Seca, previamente calibrada a $\pm$ 0,2 kg, utilizando intervalos de 100 gramos. La talla se obtuvo usando un estadiómetro Seca, utilizando intervalos de 0,1 cm. Los PS tricipital y subescapular fueron medidos mediante un calibrador de pliegues cutáneos (Lange^R), aproximado al milímetro más cercano. Las mediciones fueron hechas por el mismo investigador entrenado, utilizando técnicas debidamente estandarizadas¹⁸. Estas mediciones fueron realizadas en triplicado, tomándose el promedio de las tres para efectos de cálculo. El porcentaje de grasa corporal se obtuvo aplicando las ecuaciones de Slaughter¹⁹. Dichas ecuaciones (tabla 2), fueron desarrolladas basándose en el método de Boileau²⁰, tomando en consideración la raza, el género y el grado de maduración sexual de los niños y de los adolescentes de los cuales fueron derivadas y que han sido validadas en población infantil caucásica¹⁹.

Impedanciometría bioeléctrica

Se midió resistencia con un impedanciómetro bioeléctrico Biodynamics modelo 310 que aplica una corriente excitatoria de 800 μ Amps a 50 Hz. En la tabla 2 aparecen las ecuaciones de BIA para el uso en niños y adolescentes, así como el número y las edades de los sujetos desde los cuales fueron derivadas y su respectivo error estándar de estimación.

La BIA se realizó con los sujetos en decúbito dorsal, sobre una superficie no conductora, con los brazos levemente en abducción y las extremidades inferiores separadas levemente. Los cuatro electrodos de superficie se colocaron en la mano y pie derechos. Un electrodo a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas, el segundo entre las apófisis estiloides cubital y radial; el tercero a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas y el cuarto entre los maléolos lateral y medial del tobillo. La masa magra (kg), fue determinada usando las ecuaciones²¹⁻²⁵ mostradas en la tabla 2 y por el resultado otorgado por el impedanciómetro Biodynamics. La grasa corporal fue calculada por la diferencia del peso con la masa magra.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva y el test de t de Student pareado para las diferentes mediciones. La relación entre el porcentaje de grasa estimada por BIA y PS fue analizada mediante el test de correlación. Las diferencias metodológicas en la estimación de la grasa corporal por los dos métodos de CC estudiados, fueron evaluadas utilizando el método de Bland y Altman²⁶. Este método es gráfico y analítico, permitiendo discriminar cuánto difiere un nuevo método de otro ya establecido y evaluar si la magnitud de esta diferencia es biológicamente aceptable. El método de Bland y Altman²⁶ considera que, al no conocerse el valor verdadero de los métodos estudiados, la mejor estimación es el promedio de las mediciones. La magnitud del promedio de las diferencias indica el sesgo entre las dos mediciones.

RESULTADOS

El contenido de grasa corporal determinado usando BIA (ecuaciones y resultado

Tabla 2

Ecuaciones de impedanciometría bioeléctrica y pliegues subcutáneos

Investigador y características de la muestra validada	Ecuación	R ²	EEE (kg)
Ecuaciones de BIA: Deurenberg <i>et al</i> ²² n = 166 edades 7-15 años	MM = 0.406 x 10 ⁴ x T ² (m) /R + 0.360 P + 5.580 T + 0.56 Sexo ⁽¹⁾ - 6.48	0,90	1,68
Deurenberg <i>et al</i> ²³ n = 246 edades 7-25	MM = 0.438 x 10 ⁴ x T ² (m) /R + 0.308 P + 1.6 Sexo ⁽¹⁾ + 7.04 T - 8.5	0,98	2,30
Houtkooper <i>et al</i> ¹⁰ n = 225 edades 10-19 años	MM = 0.61 x T ² /R + 0.25 P + 1.31	0,95	2,10
Schaefer <i>et al</i> ²⁵ n = 112 edades 3.9-19.3	MM = 0.65 x T ² /R + 0.68 x edad ⁽²⁾ + 0.15	0,97	1,98
Cordain <i>et al</i> ²¹ n = 30 edades 9-14	MM = 6.86 + 0.81 x T ² /R	0,83	4,08
Bidynamics Modelo N° 310	No disponible	No D	No D
Ecuación de PS: Slaughter <i>et al</i> ¹⁹ n = 310 8 - 29 años	Tricipital y subescapular % GC = 1.33 (tri + subescap) - 0.013 (tri + subsc) ² - 2.5 Si la suma de pliegue tricipital y subescapular es mayor de 35 mm, usar: %GC = 0.546 (tri + subescap) + 9.7	0,77	3,9%

BIA: impedanciometría bioeléctrica; PS: pliegues subcutáneos; MM; masa magra (kg); T: talla (cm); R: resistencia (ohms); P: peso (kg); % GC: porcentaje de grasa corporal; tri: grosor del pliegue tricipital (mm); subescap: grosor pliegue subescapular (mm); EEE: error estándar de estimación; Sexo⁽¹⁾: masculino = 1, femenino = 2; Edad⁽²⁾: años; No D: no disponible.

otorgado por el aparato) y pliegues cutáneos (ecuación de Slaughter) se muestran en la tabla 3. Los porcentajes promedios de grasa corporal estimado por pliegues cutáneos (ecuación de Slaughter) (19) y por las ecuaciones de BIA fueron de 23,93 ± 6,46% y 18,99 ± 7,63, respectivamente, existiendo diferencias significativas entre estas dos determinaciones (p < 0,05). Las estimaciones entregadas por las diferentes ecuaciones de BIA fueron consistentemente más bajas que el porcentaje de grasa corporal estimado por PS (p < 0,05) excepto, para la ecuación de Schaefer²⁵. Se encontraron di-

ferencias estadísticamente significativas entre los promedios de grasa corporal determinada por las diferentes ecuaciones de BIA (p < 0,05) (tabla 3).

Al aplicar el criterio de Bland y Altman²⁶ se observó que el nivel de concordancia entre la BIA y PS fue pobre. Esto es demostrado gráficamente en las figuras 1 y 2 donde el tamaño de la diferencia promedio (PS - BIA) y la dispersión entre las mediciones es muy amplio, 5% ± 2 DE (-5,5 a 15,5). Las diferencias promedio del porcentaje de grasa corporal entre cada una de las ecuaciones de BIA y PS aparecen en la tabla 4. La

Tabla 3

Comparación del porcentaje de grasa corporal (% GC) obtenida por PS e BIA

	% GC (% ± DE)	Coefficiente de correlación r
PS: Slaughter <i>et al</i> ¹⁹	23,93 ± 6,46	—
Deurenberg <i>et al</i> ²²	22,55 ± 5,20	0,74*
Deurenberg <i>et al</i> ²³	18,87 ± 6,28	0,79*
Houtkooper <i>et al</i> ¹⁰	17,91 ± 7,12	0,75*
Schaeffer <i>et al</i> ²⁵	24,71 ± 10,08	0,84*
Cordain <i>et al</i> ²¹	10,53 ± 11,26	0,81*
Bio Dynamics (modelo 310)	19,36 ± 5,86	0,59*

*p < 0,05

PS: Pliegues subcutáneos; BIA: impedanciometría bioeléctrica

ecuación de BIA con la mejor concordancia con los PS fue la de Deurenberg²³, ya que el rango de dispersión de las mediciones de grasa corporal fue menor, pero con una diferencia promedio de grasa corporal de $5,1 \pm 8,2\%$, por lo cual tampoco hay concordancia con PS²⁶.

A pesar de la falta de concordancia entre grasa corporal estimada por PS y BIA, existe una buena correlación entre ambos métodos (tabla 3), tal como era de esperar al comparar dos métodos que están diseñados para medir las mismas variables²⁶.

DISCUSIÓN

Este estudio evaluó la comparabilidad de la estimación de grasa corporal usando BIA y medición de pliegues cutáneos en niñas prepúberes o con pubertad inicial. En el caso de la BIA, la repetibilidad de las mediciones de resistencia obtenidas por un examinador con poca experiencia es alta lo que no ocurre al estimar el grosor de PS, ya que en estos casos la variabilidad entre las mediciones hechas por un mismo examinador puede oscilar entre 5 a 10%⁶⁻⁸. La ausencia de error del examinador es una de las ventajas principales de la BIA.

Con el objetivo de evaluar si el uso de BIA es comparable a los PS para estimar grasa corporal en pediatría, se utilizaron cinco ecuaciones pediátricas de BIA publicadas en la literatura (tabla 2), el resultado otorgado por el aparato Bio-Dynamics modelo 310

y las ecuaciones de Slaughter que consideran el grosor de los pliegues cutáneos. La composición de la masa magra en niños y adolescentes no es constante, el contenido de agua disminuye con la edad, mientras que el contenido mineral óseo aumenta con la maduración¹⁻⁴ por lo tanto, el uso de ecuaciones para estimar grasa corporal derivadas de población adulta sobreestima la cantidad de grasa corporal en niños y adolescentes¹⁻⁴. En este estudio se utilizaron ecuaciones de BIA desarrolladas para determinar masa magra en niñas con edades y desarrollo puberal similar al grupo estudiado. Las ecuaciones de Slaughter¹⁹ fueron desarrolladas y validadas en población infantil, tomando en consideración los cambios de la relación entre el grosor de diferentes pliegues subcutáneos, con las variaciones en la densidad de masa magra dependientes de la edad, de la raza, del género y del grado de maduración sexual¹⁹. A pesar de lo anterior, el nivel de concordancia entre el porcentaje de grasa corporal estimado por los pliegues subcutáneos (ecuación de Slaughter) y las ecuaciones de impedanciometría bioeléctrica fue pobre, como es ilustrado por el tamaño de la diferencia promedio (tabla 4) y la variación entre los dos (figuras 1 y 2). Para evaluar el nivel de concordancia entre el porcentaje de grasa corporal estimado usando PS y BIA, la masa grasa debe ser estimada a partir de la masa magra y esto se logra al introducir el peso como variable. Este último se ha demostrado que está altamente correlacionado

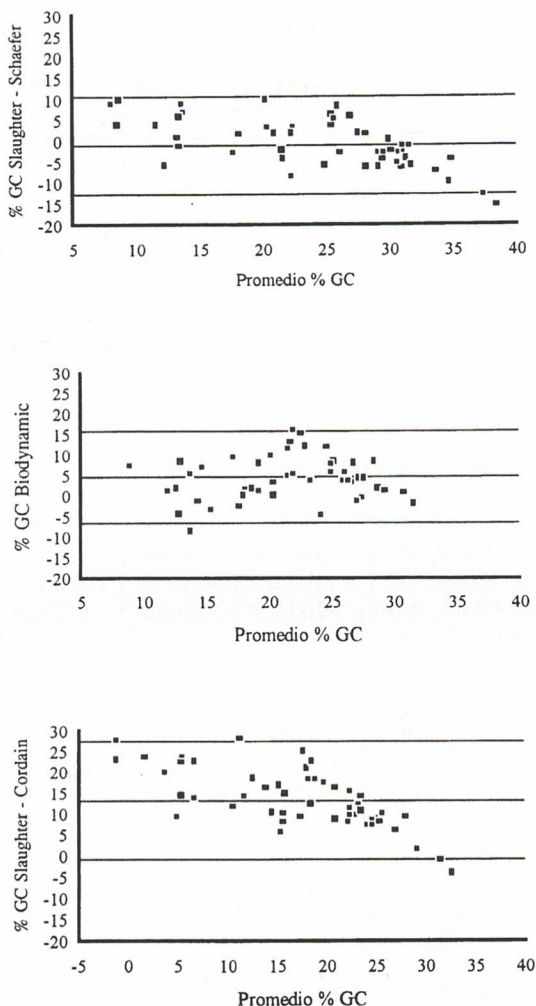


Figura 1: Comparación del porcentaje de grasa corporal total (% GC), medida por pliegues subcutáneos (PS) e Impedanciometría Bioeléctrica (BIA) [ecuación de Slaughter-Schaefer, Biodynamic y Cordain (izquierda, centro y derecha, respectivamente)], según Bland y Altman.

con la resistencia ($r = 0,90$ en niñas) y moderadamente correlacionado con la suma del grosor de los PS ($r = 0,6$ en niñas)²⁷. La introducción del peso como variable, por lo tanto, puede explicar la buena correlación encontrada entre el porcentaje de grasa corporal estimado usando los PS y las ecuaciones de BIA (tabla 3), como también afectar el nivel de concordancia entre los dos tipos de mediciones de grasa corporal (figuras 1 y 2).

Otro factor que podría afectar la concordancia entre los PS y la BIA es que ambos son métodos indirectos de evaluación de CC, lo que significa que ellos tienen errores de estimación, cuya magnitud depende de los supuestos inherentes al método usado como referente para su derivación^{1, 2, 4}. Estos métodos, a su vez, no miden masa grasa directamente sino que estiman densidad corporal total basándose en uno o dos supuestos entre la relación en la cantidad de grasa medida y la cantidad de grasa estimada. Las limitaciones de los métodos utilizados como referentes para evaluar CC han sido ampliamente analizados en la literatura⁴.

En general, se utilizaron diferentes métodos como referentes para la derivación de las ecuaciones de BIA consideradas en este trabajo. La hidrodensitometría se utilizó para

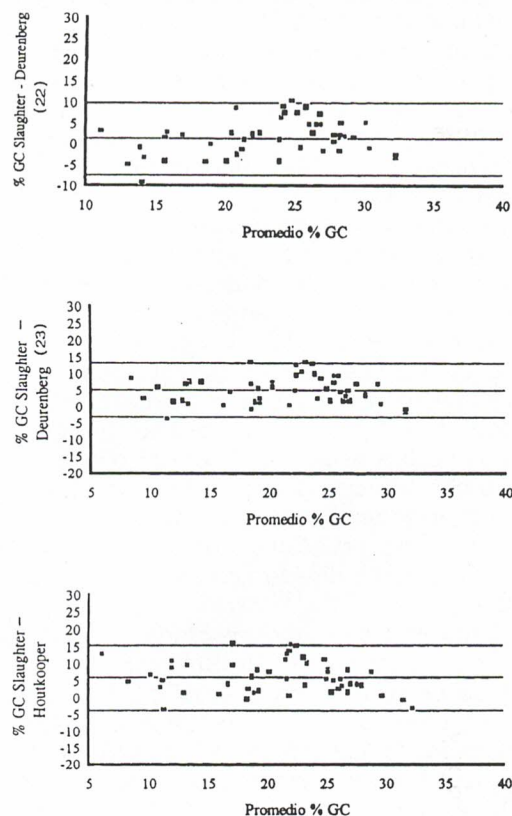


Figura 2: Comparación del porcentaje de grasa corporal total (% GC), medida por pliegues subcutáneos (PS) e Impedanciometría Bioeléctrica (BIA) [ecuación de Slaughter- Houtkooper, Durenberg (23) y Durenberg (22) (izquierda, centro y derecha, respectivamente)], según Bland y Altman.

Tabla 4

Diferencia promedio del porcentaje de grasa corporal (% GC)¹ entre PS y ecuación de BIA

	Diferencia promedio % GC ¹ (% $\pm$ 2 DE)
Deurenberg <i>et al.</i> ²²	1,4 $\pm$ 8,7
Deurenberg <i>et al.</i> ²³	5,1 $\pm$ 8,2
Houtkooper <i>et al.</i> ¹⁰	6 $\pm$ 9,7
Schaefer <i>et al.</i> ²⁵	-0,8 $\pm$ 11,7
Cordain <i>et al.</i> ²¹	13,4 $\pm$ 14,2
Bio Dynamicas (modelo 310)	4,6 $\pm$ 11,1

las ecuaciones de Deurenberg^{3, 22} y Cordain²¹, el modelo multicompartamental de Boileau para la ecuación de Houtkooper²⁰ y el potasio corporal total para la ecuación Schaefer²⁵. El error de estimación estándar (EEEs) para determinar GC desde la ecuación de Slaughter es de 3,7%¹⁹ y para la BIA fluctúa entre 3 y 4%, dependiendo de la ecuación utilizada^{10, 28}.

Las diferencias encontradas en la medición de grasa corporal, determinada por las ecuaciones de BIA, podrían atribuirse a eventuales diferencias en la CC entre el grupo de niñas estudiado y los grupos usados para derivar las ecuaciones, tal como ha sido descrito en población adulta¹⁰. Houtkooper *et al.*¹⁰ recomienda el uso de ecuaciones de BIA específicas para sujetos obesos o con sobrepeso. La información del estado nutricional de los sujetos en que se derivaron las ecuaciones de BIA incluidas en este estudio no fue comunicada por los autores.

Otras variables que mejorarían la precisión de las ecuaciones de BIA, son la inclusión del peso, la edad y el sexo¹⁰. Sin embargo, en este estudio, la inclusión de estos parámetros en algunas de las ecuaciones utilizadas no pareció mejorar la concordancia entre métodos de estimación de CC. Por último, dado que la CC varía según las características raciales^{9, 29, 30}, es necesario considerar que las ecuaciones de BIA podrían no ser aplicables en la población chilena.

El uso de la BIA a pesar de tener la ventaja de ser una técnica relativamente simple,

rápida, no invasiva y de bajo costo, no arroja cifras concordantes con las obtenidas por la medición de PS. A esto se agrega el hecho de que las 5 ecuaciones para cálculo de % GC por BIA pediátricas existentes en la literatura, pese a haber sido validadas frente a estándares exigentes, entregan resultados diferentes para la estimación de grasa corporal. Mientras las discrepancias anteriores no sean resueltas, parece poco adecuado recomendar el uso de la BIA para estimación de grasa corporal en la práctica clínica pediátrica.

AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Mónica Campano, Nutricionista del Departamento de Nutrición de la Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, por su asistencia técnica en el presente trabajo.

REFERENCIAS

1. Forbes GB: Body Composition in infancy, childhood, and adolescence. Human Body Composition. Growth, Aging, Nutrition and Activity. Ed. Spring Verlag 1987; 125-68.
2. Lukaski HC, Johnson WW, Bolonchuk WW, Lykken GI: Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. Am J Clin Nutr 1985; 41: 810-7.
3. Lohman TG: Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. Med Sci Sports Excer 1986; 14: 325-57.
4. Martin AD, Drinkwater DT: Variability in the measures of body fat. Assumptions or techniques? Sports Med 1991; 11: 277-88.
5. Lohman TG: Skinfolts and body density and their relation to body fatness: a review. Human Biol 1981; 53: 181-225.
6. Deurenberg P: Methods of determining fat mass and fat distribution. Acta Paediatrica 1992; 383 (Suppl): 53-7.
7. Lukaski HC: Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. Am J Clin Nutr 1987; 46: 537-56.
8. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R: Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. Nutrition 1998; 14: 296-310.
9. Harsha DW, Frerichs RR, Berenson GS: Densitometry and anthropometry of black and white children. Human Biol 1978; 50: 261-80.
10. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH: Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. Am J Clin Nutr 1996; 64 (Suppl): 436-8.
11. National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement Bioelectrical impedance analysis

- in body composition measurement. *Am J Clin Nutr* 1996; 64 (Suppl): 524-32.
12. Baumgartner RN, Chumela C, Roche AF: Bioelectrical impedance for body composition. *Exer Sport Sci Rev* 1990; 18: 193-224.
 13. Tanner JM: Growth and adolescence, 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications 1962.
 14. WHO: Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organ Tech Rep Ser 1995; 854.
 15. Must A, Dalla GE, Dietz WH: Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 839-46.
 16. Must A, Dalla GE, Dietz WH: Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index - a correction. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 773.
 17. Health Statistics, 1981 (Vital and Health Statistics, series 11, Publication No.(PHS)81-1669) Johnson CL et al. Basic data on anthropometric measurements and angular measurements of the hip and knee joints for selected age groups 1-74 years. Washington, DC, Department of Health and Human Services, National Center for Health Statistics, 1981 (Vital and Health Statistics, series 11, Publication No. (PHS) 81-1669).
 18. Durnim JVGA, Rahaman MM: The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr* 1967; 21: 681-8.
 19. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Skillman RJ, Van Loan MD, Bembien DA: Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biol* 1988; 60: 709-23.
 20. Boileau RA, Lohman TG, Slaughter MH: Exercise and body composition of children and youth. *Scan J Sports Sci* 1985; 7: 17-27.
 21. Cordain I, Whicker RE, Johnson JE: Body composition determination in children using bioelectrical impedance. *Growth Dev Aging* 1988; 52: 37-40.
 22. Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, Weststrate JA, Seidell J: Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance: a cross-validation study. *Int J Obes* 1991; 15: 17-25.
 23. Deurenberg P, Kusters CSL, Smit HE: Assessment of body composition by bioelectrical impedance in children and young adults is strongly age-dependent. *Eur J Clin Nutr* 1990; 44: 261-8.
 24. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M: Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol* 1992; 72: 366-73.
 25. Schaefer F, Georgi M, Zieger A, Scharer K: Usefulness of bio-electrical impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatr Res* 1994; 35: 617-24.
 26. Bland MJ, Altman DG: Statistical Methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-10.
 27. Hammomd J, Rona RJ, Chinn S: Estimation in community surveys of total body fat of children using bioelectrical impedance or skinfold thickness measurements. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48: 164-71.
 28. Heitman BL: Impedance: a valid method in assessment of body composition? *Eur J Clin Nutr* 1994; 48: 228-40.
 29. Ortiz O, Russel M, Daley TL: Differences in skeletal muscle and bone mineral mass between black and white females and their relevance to estimates of body composition. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 8-13.
 30. Schutte JE, Townsend EJ, Hugg J: Density of lean mass is greater in blacks than in whites. *J Appl Physiol* 1984; 56: 1647-9.

AVISO A LOS AUTORES

Los autores que deseen enviar sus trabajos en disquete deben hacerlo en disco flexible 3,5" de alta densidad, PC compatible, escrito en Word-Perfect o MS Word, además de 2 copias impresas. Recordamos que el uso de disco permite agilizar el proceso editorial al que es sometida cada publicación.