

# Comparación entre ecuaciones para estimar la masa grasa en niños, niñas en edad escolar.

(Comparison between equations to estimate the fatty mass in children in school age)

Tomas Marcelo Nicolalde Cifuentes\*<sup>1</sup>, Susana Isabel Heredia Aguirre<sup>1</sup>,  
María Paulina Robalino Valdivieso<sup>1</sup>, Mónica Susana Guevara Castillo<sup>1</sup>, Robin Nicole Guevara Mora<sup>1</sup>

(1)Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Salud Pública

\*Correspondencia: Dr. Marcelo Nicolalde Cifuentes Riobamba, Ecuador; correo electrónico: tnicolalde@esPOCH.edu.ec

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** La masa grasa corporal varía según edad, sexo entre otros factores que se deben considerar en la evaluación siendo necesario utilizar modelos que ayuden a determinar un adecuado diagnóstico. **OBJETIVO:** Validar en términos de exactitud y concordancia una ecuación de predicción desarrollada por los autores en comparación con ecuaciones de predicción de uso común pero desarrolladas en poblaciones diferentes **MÉTODOS:** Se realizó un estudio de diseño transversal en escolares del cantón Riobamba, mediciones: sexo, talla, edad, peso, % de grasa por bioimpedancia, pliegues cutáneos, bicipital, tricípital, subescapular, suprailíaco. La covariante principal fue porcentaje de masa grasa por bioimpedancia, covariante secundaria peso, talla, índice de masa corporal para la edad; variable de control: edad y sexo **RESULTADOS:** El 50.3 % de la población fueron niños, edad entre 5 a 13 años. Para la predicción del porcentaje de masa grasa de niñas y niños se utilizaron Fórmula de predicción, propuesto por los autores, Jaramillo (y otros modelos genéricos como Slaughter et al, Boileau, entre otros, se reemplazaron datos en cada una de las ecuaciones según requerimiento. La mejor exactitud la fórmula de predicción desarrollado de los autores con un porcentaje de exactitud del 65.5% seguida por Sumatoria de pliegues y Boileau con 53.3% la de menor exactitud fue 0.6% que corresponde a la fórmula de Johnston. **CONCLUSIÓN:** La utilización de fórmulas de predicción como la que se refiere, es adecuada especialmente para aplicación en población local.

**PALABRAS CLAVE:** Masa grasa. Bioimpedancia, ecuaciones de predicción

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Body fat mass varies according to age, sex, among other factors that should be considered in the evaluation, being necessary to use models that help to determine an adequate diagnosis. **OBJECTIVE:** To validate in terms of accuracy and agreement a prediction equation developed by the authors in comparison with commonly used prediction equations but developed in different populations **METHODS:** A cross-sectional design study was carried out in Riobamba schoolchildren, measurements: sex, size, age, weight, % fat by bioimpedance, skin folds, bicipital, tricípital, subscapular, suprailiac. The main covariant was percentage of fat mass by bioimpedance, secondary covariant weight, height, body mass index for age; control variable: age and sex **RESULTS:** 50.3% of the population were children, age between 5 to 13 years. For the prediction of fat mass percentage of girls and boys were used Prediction Formula, proposed by the authors, Jaramillo (and other generic models such as Slaughter et al, Boileau, among others, replaced data in each of the equations as required The best accuracy prediction formula developed by the authors with an accuracy rate of 65.5% followed by Sum of folds and Boileau with 53.3% accuracy was 0.6% corresponding to Johnston's formula **CONCLUSION:** The use of prediction formulas such as the one referred to, is especially suitable for application in the local population.

**KEYWORDS:** Fat mass. Bioimpedance, prediction equations

## 1. Introducción

El sobrepeso y obesidad en todos los grupos etáreos son un grave problema de salud pública que necesita ser correctamente diagnosticado, el uso del peso y de este en relación con la talla como el IMC o Índice de Masa Corporal, no es suficiente, especialmente en pediatría, se necesita una valoración más exacta que incluya la composición corporal especialmente el porcentaje de masa grasa. Estudios epidemiológicos han demostrado que el grado de adiposidad desde la infancia puede ser un factor determinante de muchas enfermedades. Estudios epidemiológicos han demostrado que el grado de adiposidad que el peso corporal desde la información pueden ser factores predeterminantes de muchas enfermedades cotidianas en la edad adulta en la edad adulta. La composición corporal varía dependiendo de la edad, sexo y etnia del sujeto (1,2). Al existir mucha variación de estos factores de individuo en individuo, para su evaluación es necesario utilizar modelos que incluyan estos factores, con técnicas no invasivas que sean fáciles de usar, rápidas y exactas. (3-7)

La obesidad en la edad escolar es un problema de salud pública a nivel mundial (8,23). Una excesiva ingesta calórica y sedentarismo han generado un incremento de masa grasa y cambios en la composición corporal en los niños. (8). El incremento de masa grasa se denomina sobrepeso u obesidad en Ecuador la prevalencia es de 29.9 % en los niños, niñas de edad escolar (9). Para evaluar la obesidad no solo se debe considerar el peso y la talla puesto que no se logra establecer adecuadamente la composición corporal, sin diferenciar la masa muscular de la masa grasa, que es la base principal para el inicio de un tratamiento en caso de ser necesario. (10,11) por lo que se debe recurrir a herramientas precisas, confiables que se pueda utilizar en la práctica clínica (12,13), como la impedancia bioeléctrica (14,15) o con fórmulas de medición adecuadas (24,25).

El objetivo del presente estudio fue validar en términos de exactitud y concordancia una ecuación de predicción desarrollada por los autores (16) comparada con las ecuaciones de predicción de uso común pero desarrolladas en poblaciones diferentes.

## 2. Métodos

Se realizó un estudio de diseño transversal en escolares del cantón Riobamba con una muestra de 165 seleccionados por muestro aleatorio sistemático en edades comprendidas entre 5 a 11 años de edad de la ciudad de Riobamba, para validación de la ecuación de predicción, participaron aquellos escolares que obtuvieron el consentimiento informado de sus padres.

Para la evaluación antropométrica se tomaron medidas como: sexo, talla, edad, peso, % de grasa por bioimpedancia, pliegues cutáneos, bicipital, tricipital, subescapular, suprailíaco. Para la toma de talla se utilizó el tallímetro Leicester Height Measure® con una precisión de 1 ml por 1 cm; peso y porcentaje de masa grasa se realizó con la Tanita body fat monitor children modelo BF-689® con una precisión de 0,1libras por 50 gramos con certificación ISO 9001. La toma de datos de pliegues subcutáneos se realizó según los procedimientos estándar (17). El pliegue tricipital y subescapular se midieron con plicómetro Slim Guide® el mismo que posee una precisión de 1mm, con una apertura de 80mm, fue calibrado periódicamente para evitar errores.

La covariante principal fue porcentaje de masa grasa por bioimpedancia, covariante secundaria peso, talla, índice de masa corporal para la edad; variable de control: edad y sexo.

Se diseño una base de datos en Excel y se transportó al programa PSPP, se realizó correlación lineal simple y se calculó el valor de r de Pearson, se consideró correlación estadísticamente significativa aquellas en las que el p de la prueba F sea inferior a 0,05 y el valor de fuerza de la correlación dado por el r siendo esta mejor cuando mas se cerca al valor de 1. Se utilizó correlación/regresión lineal múltiple para el desarrollo de la fórmula de estimación tomando como estándar la determinación de más grasa corporal por bioimpedancia. La evaluación de la formula desarrollada se hizo con el método Bland-Altman (18) y porcentaje de exactitud a los valores entre mas menos 10% del valor calculado por calorimetría indirecta.

### 3. Resultados

El 50.3 % de la población fueron niños y el 49.7 % niñas la edad en este grupo de estudio estuvo entre 5 a 13 años se presenta en la Tabla 1, la diferencia estadística descriptiva de los diferentes características antropométricas y composición corporal.

Para la predicción del porcentaje de masa grasa de niñas y niños se utilizaron Fórmula de predicción, propuesto por los autores, Jaramillo (19) y otros modelos genéricos como Slaughter et al, (20) Boileau (21), Parizkova (22) entre otros (Tabla 2) se reemplazaron datos en cada una de las ecuaciones según requerimiento.

Variables	Promedio	Desviación estándar
Peso (kg)	32.87	8.57
Talla (cm)	125.25	9.90
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20.58	2.60
Pliegue Bicipital (mm)	16.61	5.00
Pliegue Tricipital (mm)	20.14	5.57
Pliegue Subescapular (mm)	14.67	6.37
Pliegue Suprailíaco (mm)	17.41	7.80

**Tabla 1.** Características de variables antropométricas y composición corporal de la población en estudio

La exactitud de las fórmulas de predicción utilizadas en el cálculo con los valores entre + y - (0,1 con respecto a la calorimetría indirecta presento una mejor exactitud la fórmula de predicción desarrollado por los autores con un porcentaje de exactitud del 65.5% seguida por Sumatoria de pliegues y Boileau con 53.3% la de menor exactitud fue 0.6% que corresponde a la fórmula de Johnston (26).

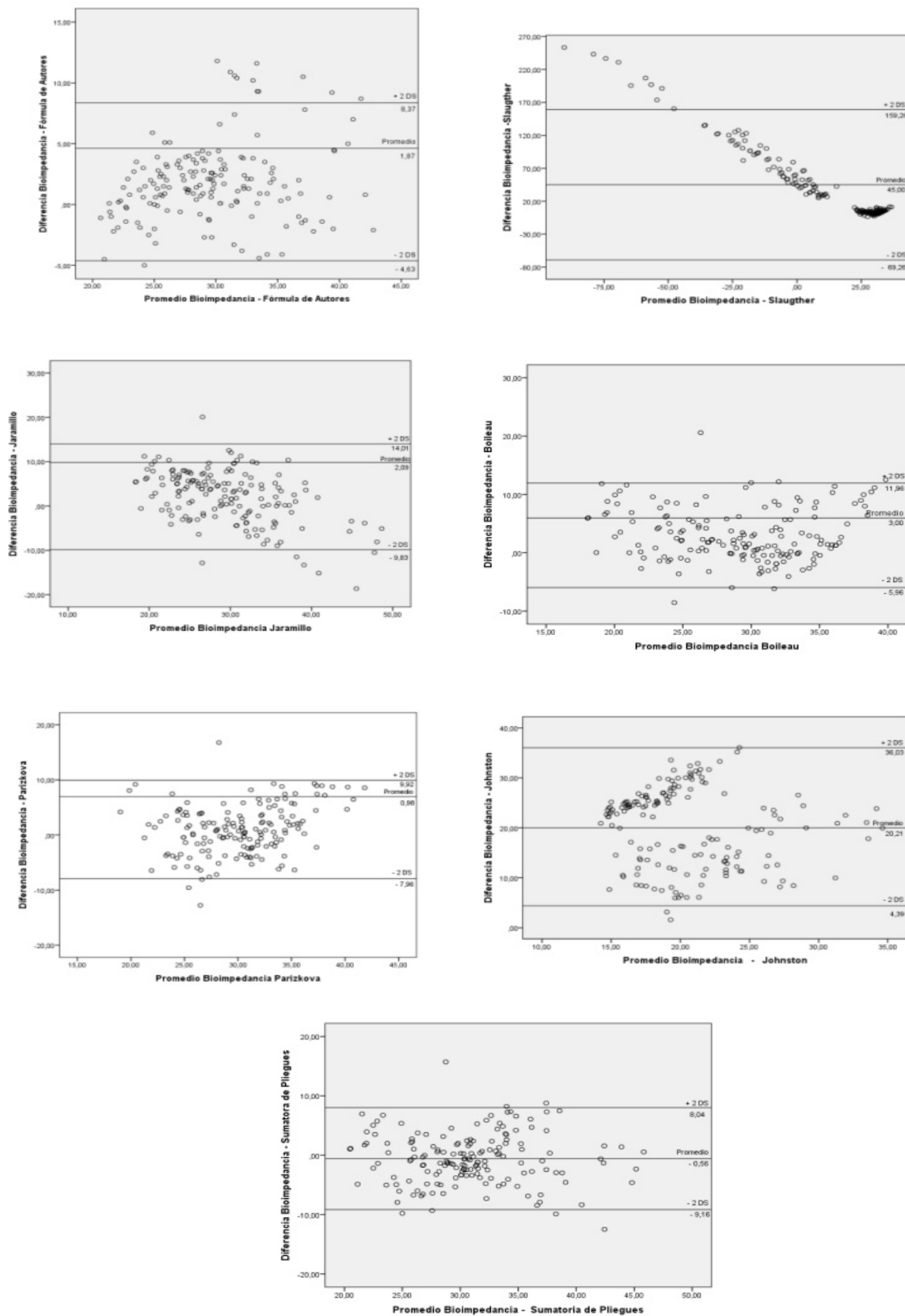
Se valoró la concordancia que tenía cada una de las ecuaciones citadas con los valores de porcentaje de masa grasa por bioimpedancia tanto para niñas y niños. Según la metodología propuesta por Bland – Altman que no es lo mismo que correlación entre mediciones, dado por el coeficiente r ya que dos métodos de medición pueden tener una alta correlación, pero baja concordancia.

Para utilizar el método de Bland- Altman se calculó la estimación entre los valores promedio y la diferencia que se grafica en el eje de la y el promedio de medición en el eje x, se utiliza un rango de valores entre promedios + - 2 desviaciones estándar y la correlación se basa en la significación clínica de l rango de valores encontrado.

Fórmula de predicción	Población	Ecuaciones
Autores	Niñas	%MG = -6 + 2 x IMC + 1.6 x 2 -1 x edad
	Niños	%MG = -6 + 2 x IMC + 1.6 x 1 -1 x edad
Slaughter et al, 2012	Niñas	%MG = 1.33 (Tri + Sub) – 0.013 (Tri + Sub) <sup>2</sup> – 2.5
	Niños	%MG = 1.21 (Tri + Sub) – 0.008 (Tri + Sub) <sup>2</sup> – 1.7
Johnston, 1982	Niñas	%MG = (0.355 x edad) + (1.109 x peso/talla <sup>2</sup> ) + (0.179 x Tri) – 1.869
	Niños	%MG = (0.492 x edad) + (0.548 x peso/talla <sup>2</sup> ) + (0.668 x Tri) – 1.024
Parizkova, 1972	Niñas	%MG = 39.032 x (Tri + Bi) - 30.084
	Niños	%MG = 32.914 x (Tri + Bi) - 21.973
Jaramillo, 2003	Niñas	%MG = 0.5243 x (Tri + Sub) + 7.8116
	Niños	%MG = 0.113 + (0.912 x (Tri + Sub))
Boileau et al,	Niñas	%MG = 1.35 (Tri + Sub) – 0.012 (Tri + Sub) <sup>2</sup> – 2.4
	Niños	%MG = 1.35 (Tri + Sub) – 0.012 (Tri + Sub) <sup>2</sup> – 4.4
Sumatoria de pliegues	Niñas	%MG = [(4.95 / densidad corporal) – 4.50] x 100
	Niños	%MG = [(4.95 / densidad corporal) – 4.50] x 100

%MG = Porcentaje de Masa Grasa; Tri = Pliegue Tricipital; Sub = Pliegue Subescapular; Bi = Pliegue Bicipital

**Tabla 2.** Ecuaciones utilizadas para el cálculo de porcentaje de Grasa Corporal.



**Figura 1.** Evaluación de la concordancia de mediciones de masa grasa de diferentes fórmulas de predicción en relación con la calorimetría indirecta.

#### 4. Discusión

Se encontró que las fórmulas de uso común basadas en parámetros antropométricos, en comparación con la fórmula desarrollada por los autores (16), tenían una menor precisión y concordancia.

Estas diferencias se entienden o explican fácilmente por cuanto son fórmulas desarrolladas en otras poblaciones y por tanto con parámetros que se comportan de diferente manera, por lo tanto, estas diferencias no implican que la fórmula tiene errores al predecir la masa grasa sino más bien el uso en poblaciones diferentes a las que se utilizó para su desarrollo es incorrecto.

El diseño transversal del estudio es adecuado, así como el tipo de muestreo, sin embargo, una limitación se puede dar en relación con el tamaño muestral que podría ser superior y así mejorar los parámetros de predicción.

Fórmula de predicción	% Exactitud
Autores	65.5
Sumatoria de pliegues	53.3
Boileau	53.3
Parizkova	49.1
Jaramillo	30.3
Slaughter	19.4
Johnston	0.6

**Tabla 3.** Porcentaje de exactitud según fórmula de predicción

Diversos estudios en la literatura describieron ecuaciones predictivas de la composición corporal basadas en medidas antropométricas y de impedancia bioeléctrica (27-29). No obstante, existe consenso de que estas ecuaciones son apropiadas para usar en sujetos que concuerden más estrechamente con la población de referencia utilizada originalmente para desarrollar las ecuaciones (30).

#### 5. Conclusiones

Del presente estudio se puede concluir que la utilización de formulas de predicción como la que se refiere, es adecuada especialmente para aplicación en población local.

#### Agradecimientos

Este documento ha sido elaborado gracias a las reflexiones construidas dentro del Grupo de Políticas Sociales de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, con mención especial a Betty Espinosa y Will Waters, a la beca de tesis doctoral otorgada por dicha institución en 2017, y a la investigación aprobada por el Comité de Investigaciones de la Universidad Andina Simón Bolívar en 2018.

#### Conflictos de interés

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés

#### Referencias bibliográficas

1. Fomon SJ., Haschke F., Ziegler EE., Nelson SE. Body composition and constants for children from birth to 10 years. *Am J Clin Nutr* 1982; 35:1169-75
2. Martin AD, Drinkwater DT. Variability in the measures of body fat: Assumptions or techniques?. *Sports Med* 1991;11:277-88
3. Padilla-Moledo, C., Castro-Pinero, J., Ortega, F.B., Mora, J., Marquez, S., Sjostrom, M., y Ruí, J.R (2012). Positive health, cardiorespiratory fitness and fatness in children and adolescents. *The European Journal of Public Health*, 22, 52-56
4. Shinha A., y Kling, S (2009). A review of adolescent obesity: Prevalence, etiology, and treatment. *Obes Surg*, 19, 113-120
5. O’Dea, J.A (2006). Self-concept., self-esteem and weight in adolescent females-A three-year longitudinal study . *Journal of Health Psychology*, 11(4),599-611
6. Strauss, M.D. (2000). Childhood Obesity and Self – Esteem. *Pediatrics*, 105(1) 1-5
7. Galvez, A., Rosa, A., García – Canto, E., Rodríguez-García, P.L., Pérez –Soto, J.J., Tarraga, M.L., y Tarraga, P.J. (2015). Estado nutricional y calidad de vida relacionada con la salud en escolares el sur este español. *Nutrición Hospitalaria*, 31 (2), 737-734

8. Lobstein, T., Baur, L., Uauy. (2004). Obesity in children and Young people: a crisis in public health. IASO International Obesity Task Force. (Suppl.1)4-85
9. Freire Valverde Wilma, Ramírez Moreno Jorge, Belmont Pablo, Mendieta Martínez José, Silva Marín Kléver, Romero Nicolás, Sáenz Karla. et, al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. ENSANUT Ecuador. MSP; 2013. Serie de Informes técnicos: 25.
10. Díaz M.E.. Métodos y aplicaciones de la Composición Corporal. En Usos y técnicas de la Antropometría para evaluar el estado nutricional La Habana: Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, 2000; 1-3.
11. Shils Maurice Edward. Modern Nutrition in Health and Disease. McGraw-Hill Interamericana: México, 2002; 20-28
12. Rezende Frank, Rabelo Saraiva. Aplicabilidade de equações na avaliação da composição corporal da população brasileira. Rev Nutr , 2006; 357-367.
13. Martínez C, Reinike O, Silva H, Carrasco V, Collipal E, Jimenez C. Composición corporal y estado nutricional de una muestra de estudiantes de 9 a 12 años de edad de colegios municipalizados de la comuna de Padre las casas, región de la Araucanía-Chile. Int J Morphol 2013:425-31
14. Rodney Fernandes. The use of bioelectrical impedance to detect excess visceral and subcutaneous fat. Jornal de Pediatria , 2007; 529-534.
15. Nasreddine L, Naja F, Hills AP, Youssef SK, Chahine J, Hwalla N. Validity of predictive equations developed to estimate body fat from anthropometry and bioelectrical impedance analysis in 8-10 year-old children. Clin Nutr 2012
16. Guevara M, Nicolalde M, Mora N. Desarrollo y Validación de Formulas de Estimación de Masa Grasa Corporal en Niños y Niñas de Edad Escolar. Libro de Memorias SISANH 2018 p 293-244.
17. Lohman TG, Roche AF and Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Human Kinetics Book, Champaign Il. 1988
18. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet 1986; 8: 307-10.
19. Jaramillo RJ, Rosell M. Validación de ecuaciones antropométricas de estimación de densidad corporal y porcentaje de grasa corporal. Tesis para licenciatura en Nutrición Humana. Arequipa, Perú. Universidad Nacional San Agustín. 2003.120p
20. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Hum Biol 2012; 60: 709-23.
21. Boileau RA, Lohman TG, Slaughter MH. Exercise and body composition in children and youth. Scan J Sports Sci 1985; 7: 17-27
22. Parizková, J & Buzková, P. Relationship between skinfold thickness measured by Harpenden Caliper and densitometric analysis of total body fat in men. J. Biology, 43(1): 15-21, 1971
23. Freedman DS, Wang J, Maynard LM, Thornton JC, Mei Z, Pierson RN et al. Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. Int J Obes. 2005; 29,1-8.
24. Aguirre, C A; Salazar, G D C et al. Evaluation of simple body composition methods: assessment of validity in prepubertal Chilean children. Eur J Clin Nutr. 2015; 69(2):269-73.
25. Jensen NSO, Camargo TFB, Bergamaschi DP. Comparison of methods to measure body fat in 7-to-10-year-old children: a systematic review. Public Health. 2016; 133:3-13.
26. Johnston J, Leong M, Checkland E, Zuberbuhler P, Conger P, Quinney H. Body fat assessed from body density and estimated from skinfold thickness in normal children and children with cystic fibrosis. Am J Clin Nutr 1988; 48:1362-6

27. Velásquez M, Salazar G, Vio del R F, Díaz N, Anziani A. Validation of equations to assess body composition using anthropometric data in Chilean preschool children. *Rev Méd Chile*. 2008; 136(4):433-41.
28. Ramírez E, Valencia M, Bourges H, Espinosa T, Moya-Camarena S, Salazar G, et al: Body composition prediction equations based on deuterium oxide dilution method in Mexican children: a national study. *Eur J Clin Nutr*. 2012; 66:1099–103.
29. Liu A, Byrne NM, Ma G, Nasreddine L, Trinidad TP, Kijboonchoo K, et al. Validation of bioelectrical impedance analysis for total body water assessment against the deuterium dilution technique in Asian children. *Eur J Clin Nutr*. 2011; 65(12):1321-7.
30. Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement. Proceedings of a National Institutes of Health Technology Assessment Conference. Bethesda, Maryland, December 12-14, 1994. *Am J Clin Nutr*. 1996; 64(3 Suppl):387S-532S.