



Salus
ISSN: 1316-7138
salus@uc.edu.ve
Universidad de Carabobo
Venezuela

Duno, Maryelin; Barón, Maria Adela; Solano, Liseti
Determinación de porcentaje de grasa corporal a través del método de dilución isotópica con deuterio en niños entre 6 a 11 años de edad. Naganagua, Estado Carabobo

Salus, vol. 22, núm. 1, 2018, Enero-Abril, pp. 26-31
Universidad de Carabobo
Venezuela

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=375956270006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEV
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Determinación de porcentaje de grasa corporal a través del método de dilución isotópica con deuterio en niños entre 6 a 11 años de edad. Naguanagua, Estado Carabobo.

Determination of percentage of body fat through the method of isotopic dilution with deuterio in children between 6 to 11 years of age. Naguanagua, Carabobo State.

Maryelin Duno, Maria Adela Barón, Liseti Solano

RESUMEN

El exceso de adiposidad representa en la actualidad uno de los principales problemas de salud pública en los países latinoamericanos. Determinar el porcentaje de grasa corporal a través de la técnica de dilución isotópica con deuterio. La investigación fue de tipo no experimental, descriptiva, de campo, y de corte transversal. Para la determinación del porcentaje de grasa corporal se realizó el método de la dilución isotópica con toma de dos muestras de saliva, una basal a tiempo cero y una segunda a las tres horas post dosis con deuterio (D₂O) de 1,5 g/kg al 99%, fueron evaluados 110 niños entre 6 y 10 años, 51 niños (46,4%) y 59 niñas (53,6%). La caracterización nutricional reportó 60,9 % de los niños eutróficos, 19,1 % sobrepeso y el 17,3 % obesidad. La determinación del porcentaje de grasa corporal promedio fue 28,5%, esta era mayor en los se incrementaba a mayor edad y en niños con malnutrición por exceso, en las niñas. Se evidencio un ascenso del porcentaje de grasa corporal en niños a mayor edad a predominio de las niñas, siendo aún mayor en niños con sobrepeso y obesidad. El porcentaje de grasa corporal es considerada como un marcador temprano de sobrepeso y obesidad.

Palabras clave: porcentaje de grasa corporal, dilución isotópica, escolares..

ABSTRACT

The excess of adiposity currently represents one of the main public health problems in Latin American countries. To determine the percentage of body fat through the technique of isotope dilution with deuterium. The research was non-experimental, descriptive, field, and cross-sectional. To determine the percentage of body fat, the isotopic dilution method was performed with the taking of two samples of saliva, one basal at zero time and one second at three hours post dose with deuterium (D₂O) of 1.5 g / kg to 99%. 110 children between 6 and 10 years old, 51 children (46.4%) and 59 girls (53.6%) were evaluated. The nutritional characterization reported 60.9% of the eutrophic children, 19.1% overweight and 17.3% obesity. The determination of the percentage of average body fat was 28.5%, this was higher in those who increased at older age and in children with excess malnutrition, in girls. There was an increase in the percentage of body fat in older children, predominantly in girls, being even higher in overweight and obese children. The percentage of body fat is considered an early marker of overweight and obesity.

Key words: percentage of body fat, isotopic dilution, schoolchildren..

RESUMEN

El exceso de adiposidad representa en la actualidad uno de los principales problemas de salud pública en los países latinoamericanos, independientemente de la edad, del sexo, del origen étnico, cultural o socioeconómico, ya que se asocia a una mayor morbilidad y con tendencia a desarrollar obesidad comprometiendo la salud (1).'

Para la determinación del porcentaje de grasa de un individuo se requiere el análisis de la composición corporal, el cual constituye el eje central en la valoración del estado nutricional. La misma en la actualidad es considerada de gran relevancia, por la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad en la niñez y en la adolescencia, lo cual contribuye al desarrollo de enfermedades crónicas a edades tempranas (2,3).

Varios estudios han sido realizados a nivel internacional y nacional para determinar la composición corporal en niños aplicando múltiples metodología directa y doblemente indirecta con un fin común el conocer la masa magra y la masa grasa; para tomar conducta adecuadas y así evitar la aparición de enfermedades crónicas a temprana edad (4-7).

Unas de la maneras de estimar el porcentaje de grasa corporal es a través del indicador índice de masa corporal (IMC) el cual ha sido adoptado como estándar internacional.

Instituto de Investigaciones en Nutrición "Dr. Eleazar Lara Pantin" (INVESNUT). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo

Autor de Correspondencia: Maryelin Duno.

E-mail: maryelin.duno@hotmail.com

Recibido: 08-06-17

Aprobado: 07-05-18

Sin embargo su utilidad se ha cuestionado por no reflejar fielmente la masa grasa y la masa magra por lo cual es considerado un instrumento de baja confiabilidad. Por eso que se requiere de una metodología más objetiva, precisa y certera para la determinación del porcentaje de grasa corporal (5, 8).

En la actualidad se emplean diversos métodos para determinar el porcentaje de grasa corporal que varían en su complejidad, precisión, viabilidad, costo y disponibilidad. El empleo de estos métodos permite diferenciar la masa grasa y la masa magra de gran importancia en la infancia y adolescencia por presentar constantes cambios en el almacenamiento y distribución del tejido muscular graso y óseo por el proceso de crecimiento y desarrollo (9).

Los métodos más recomendados para cuantificar el porcentaje de grasa corporal son los de referencia, considerados así porque con estos modelos se comparan o validan otras técnicas más sencillas, prácticas y menos costosas.

La evidencia ha demostrado que uno de los métodos más utilizados es el de la dilución isotópica, Es una técnica indirecta, bicompartimental, estándar, utilizada ampliamente en investigación en el área salud con énfasis en nutrición tanto en el área clínica y en estudios de campo para evaluar el porcentaje de grasa corporal.

Mide el agua corporal total (50%-60%), utilizando el principio físico de dilución empleando isótopos estables “no radiactivos” siendo el más común el deuterio ($2H_2O$), por ser inocuo y no invasivo (10).

En la actualidad no existen trabajos publicados en la población venezolana que determinen el porcentaje de grasa corporal a través de un método de referencia, como el método de la dilución isotópica, por lo que se propone realizar esta investigación con el objetivo de determinar el porcentaje de grasa corporal a través de la técnica de dilución isotópica con deuterio, en niños entre 6 a 11 años de edad del Municipio Naguanagua, Estado Carabobo, durante el año 2009.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo no experimental, descriptiva, de campo, y de corte transversal. La población estuvo constituida por escolares de la Unidad Educativa “Enrique Barrios Sánchez” del Municipio Naguanagua, Estado Carabobo; inscritos para el año escolar 2008-2009. Para la estimación del tamaño muestral se realizó un muestreo aleatorio estratificado, con error estándar menor de 0,05; siendo representativa de la población. La muestra estuvo constituida por 110 niños, de ambos sexos, entre 6 a 11 años de edad, aparentemente sanos, que asistieron a la Unidad Educativa antes mencionada.

Se excluyeron del estudio los niños que recibían algún tipo de tratamiento, que presentaran alguna morbilidad, minusvalía físico-psíquica y con algún dispositivo ortopédico, de yeso o material de osteosíntesis. Para la realización de este estudio se obtuvo la aprobación del Comité de Ética del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, de la Universidad de Carabobo y el consentimiento por escrito de los padres o representantes legales de los niños participantes.

Se midieron las variables antropométricas peso y talla por personal estandarizado del Instituto de Investigaciones en Nutrición de la Universidad de Carabobo.

Se realizó la evaluación antropométrica para caracterización del diagnóstico nutricional. El peso fue medido por una balanza marca SECA en bata y sin zapatos y el valor se registró en kilogramos. Para la estatura se utilizó la técnica estandarizada de la plomada utilizando una cinta métrica metálica graduada en cm y mm y se midió de pie, en posición firme y con la cabeza en el plano de Frankfort.

Para la caracterización del estado nutricional, se usó el índice de masa corporal (IMC), expresado en kg/m^2 ; y se consideraron los criterios de la Organización Mundial de la Salud Déficit: puntaje Z por debajo de -2, Normalidad: puntaje Z entre -2 a + 1, Sobrepeso: puntaje Z entre + 1 a +2, Obesidad: puntaje Z superior a +2. Los puntajes Z se calcularon con el software AnthroPlus (11).

Para la determinación del porcentaje de grasa corporal se realizó el método de la dilución isotópica empleando el protocolo de “Plateau”, que consiste en la toma de dos muestras de saliva, una basal a tiempo cero y una segunda a las tres horas posdosis con deuterio (D_2O) de 1,5 g/kg al 99%, diluido al 50%; y luego, 20 mL de agua, para asegurar la total ingestión de la dosis. Las muestras se refrigeraron a $-70^{\circ}C$, y analizadas en triplicado, en el Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables, del Instituto de Nutrición de Tecnología de Alimentos (INTA), de la Universidad de Chile.

Una vez determinada el agua corporal total se estimó la masa libre de grasa dividiendo el ACT por los coeficientes de hidratación descritos por Fomon y corregidos por Schoeller (12,13).

La masa grasa (MG) expresada por porcentaje de grasa corporal se calculó como la diferencia entre la masa libre de grasa y el peso corporal (14). Este procedimiento se realizó en horas de la mañana bajo las siguientes condiciones: un ayuno de 8 horas, como mínimo, no haber realizado actividad física vigorosa u otra actividad que hiciera sudar al niño(a), de 12 a 24 horas previas a la prueba, haber vaciado la vejiga antes de la prueba y no haber ingerido café, té o gaseosas, en las 24 horas previas.

Se calcularon estadísticos descriptivos (promedios, desviación estándar, medianas, frecuencias, porcentajes).

Se realizó un análisis exploratorio de las variables mediante el test de Shapiro-Wilk para comprobar si siguen una distribución normal. Debido a que los datos no seguían una distribución normal se aplicaron las pruebas no paramétricas de Mann-Whitney y de Kruskal Wallis acompañada de la corrección de Bonferroni. Los análisis estadísticos se realizaron con los programas: SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows, versión 19.0., y NCSS 2008 (Number Cruncher Statistical System for Windows), Kaysville, UT, EE.UU.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta caracterización de los niños según las variables edad y género.

Tabla 1. Caracterización de los niños evaluados (n=110).

Variables	n	%
Grupo de edad (años)		
< 7,0	19	17,3
7 - 8	50	45,5
9 - 10	41	37,3
Género		
Masculino	51	46,4
Femenino	59	53,6

El promedio de edad fue de $8,4 \pm 1,2$ años y mediana de 8,5 años. Se observa, que la mayor proporción de niños se ubicó entre 7 y 10 años de edad (82,8%).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables antropométricas y porcentaje de grasa corporal por método de dilución isotópica.

Variables	Promedio	DE	Mediana	Mínimo	Máximo
Antropometría					
Peso (Kg)	30,3	8,6	29,2	16,9	53,5
Talla (cm)	130,4	9,6	129,9	113,0	151,6
IMC (Kg/m ²)	17,6	3,3	16,8	11,9	25,8
IMC (Z-score)	0,57	1,43	0,34	-2,91	4,73
Porcentaje de Grasa Corporal					
Dilución isotópica con D ₂ O	28,5 %	9,1	28,4 %	10,6	47,7 %

IMC: Índice de Masa Corporal.

Se observa que el valor promedio y mediana para el puntaje Z de IMC se ubicó dentro de la norma. Sin embargo, el valor mínimo y máximo del puntaje Z para IMC reflejan la existencia de niños con déficit y exceso nutricional respectivamente. Con relación a la evaluación de la composición corporal, se observa que los valores promedios y mediana del porcentaje de grasa corporal estimado por el método de referencia (Técnica de dilución isotópica) están elevados.

Tabla 3. Comparación entre variables antropométricas y porcentaje de grasa corporal, según género.

	Niños (n=51)		Niñas (n=59)		
Variables	X±DE	Media	X±DE	Media	P
Antropometría					
Peso (Kg)	29,7±8,2	28,4 (10,4)	30,8±8,9	30,8 (13,0)	0,498
Talla (cm)	129,8±10,3	128,5 (18,4)	130,8±9,1	130,4 (17,6)	0,551
IMC (Z-score)	0,63±1,42	0,36 (1,94)	0,51±1,44	0,32 (2,32)	0,952
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	25,1±7,9	24,5 (11,2)	31,4±9,1	30,3 (11,1)	0,000**

IMC: Índice de Masa Corporal.

Prueba de Mann-Whitney significativo: ** p < 0,001

En la Tabla 3, se observa que las niñas mostraron valores superiores para las variables peso y talla. (p= 0,498; 0,551 respectivamente). Con relación al porcentaje de grasa corporal, las niñas mostraron valores estadísticamente superiores a los niños. (p= 0,000)

La Figura 1 muestra la caracterización nutricional antropométrica de los niños evaluados. Se observa que 2,7% (n=3) de los sujetos estaban en déficit, 60,9% (n=67) eutróficos y 36,4% (n=40) tenían exceso nutricional. No existió ningún caso de déficit nutricional para el género masculino. Respecto al exceso nutricional, a pesar de que las diferencias no fueron estadísticamente significativas, el porcentaje de sobrepeso y obesidad fue ligeramente superior en el género femenino (Chi²= 2,970; p= 0,396).

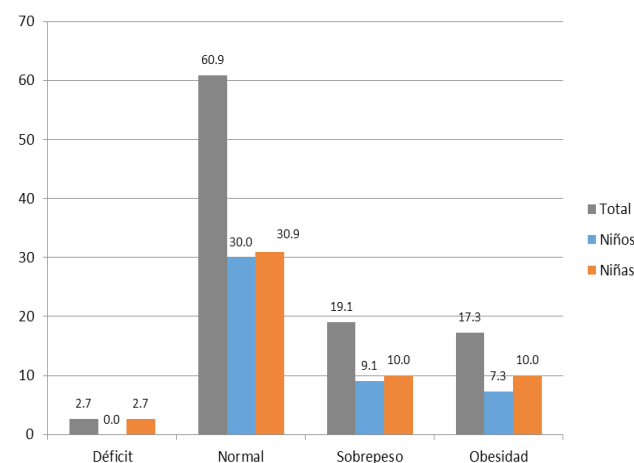


Figura 1. Caracterización nutricional antropométrica de los niños evaluados (Chi²= 2,970; p= 0,396)

Tabla 4. Comparación entre variables antropométricas y porcentaje de grasa corporal, según caracterización nutricional antropométrica.

	ESTADO NUTRICIONAL				
Variables	Déficit (n=3)	Normal (n=67)	Sobrepeso (n=20)	Obesidad (n=20)	<i>p</i> ^a
Antropometría					
Peso (Kg)	20,1±3,4	26,1±4,8	34,0±6,3	41,7±7,4	0,000**
Talla (cm)	126,5±8,0	128,5±9,5	132,9±10,6	134,6±7,9	0,047*
IMC (Z-score)	12,6±0,6	15,7±1,3	19,6±1,4	23,0±2,0	0,000**
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	21,1±3,3	24,1±6,8	32,8±6,8	40,1±5,6	0,000**

Valores expresados como Promedio±DE. ^a Prueba de Kruskal Wallis significativa: *p <0,05; ** p <0,001

IMC: Índice de Masa Corporal.

En la Tabla 4. Se observaron diferencias estadísticamente significativas para todas las variables estudiadas ($p < 0,05$ y $p < 0,001$). Para evaluar qué categoría de estado nutricional diferían entre sí, se aplicó la prueba de Mann-Whitney para dos muestras independientes, acompañada de la corrección de Bonferroni, con un nivel de significancia de $p < 0,0083$ (para controlar la tasa de error). Este estadístico indicó diferencias estadísticamente significativas para el porcentaje de grasa corporal en todas las categorías ($p < 0,001$), excepto entre el grupo con déficit nutricional y los eutróficos.

Tabla 5. Comparación entre variables antropométricas y el porcentaje de grasa corporal, según grupo de edad.

	GRUPO DE EDAD (AÑOS)			
Variables	6-7 (n=19)	7-8 (n=50)	9-10 (n=41)	<i>p</i> ^a
Antropometría				
Peso (Kg)	24,4±7,4	27,9±5,9	36,0±8,6	0,000**
Talla (cm)	120,9±5,3	127,3±7,8	138,4±6,7	0,000**
IMC (Kg/m²)	16,5±3,6	17,1±2,4	18,8±3,7	0,026*
IMC (Z-score)	0,30±1,92	0,57±1,25	0,68±1,40	
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	24,2±10,0	27,0±7,5	32,2±9,2	0,005*

Valores expresados como Promedio±DE. ^a Prueba de Kruskal Wallis significativa: *p <0,05; ** p <0,001. IMC: Índice de Masa Corporal.

En la Tabla 5, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos de edad. Este hallazgo también se observó para las variables antropométricas ($p < 0,05$ y $p < 0,001$), con excepción del puntaje Z del índice de masa corporal ($p = 0,600$).

DISCUSIÓN

La obesidad infantil es considerada un problema de salud pública en los países latinoamericanos y, asociada al aumento del porcentaje de grasa corporal, es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades metabólicas y crónicas desde la niñez, por lo que se hace imperiosa la necesidad de la determinación del porcentaje de grasa corporal, para realizar intervenciones terapéuticas oportunas, cambios de estilos de vida para preservar la salud (15,16).

En el presente estudio se realizó la determinación del porcentaje de grasa promedio través de la técnica de dilución isotópica con deuterio en este grupo de niños reportando un valor de 28,5%. Resultados similares han sido reportados por otros autores en grupo de niños de la misma edad (17,18).

Otros estudios reportaron cifras inferiores de porcentaje de grasa corporal con respecto a este estudio (19,20). Del mismo modo existen otras investigaciones donde reportan cifras superiores. Todas estas diferencias pudieran explicarse por las diferencias étnicas, malos hábitos de alimentación, sedentarismo y por el mayor porcentaje de sujetos con diagnósticos de obesidad a diferencia de este donde hay mayor proporción de pacientes eutróficos (21,22).

Debido a la creciente prevalencia de la obesidad en los países industrializados y en países en desarrollo, la determinación de la composición corporal es considerada un procedimiento importante de la evaluación nutricional pediátrica específicamente en la edad preescolar, ya que es una etapa clave para la generación de conductas adecuadas respecto a la alimentación y la actividad física, y de esta manera nos permite obtener datos de compartimientos corporales de interés clínico considerándose entonces un instrumento clave para ayudar en la prevención, control y seguimiento de la salud infantil (23).

Sin embargo en la niñez debido al crecimiento y desarrollo progresivo existe un cambio constante de la composición corporal y variará según su estado nutricional y a la realización o no de actividad física. Por ello algunos autores han reportado criterios o han creado percentiles poblacionales para hablar de adecuada, baja y alta adiposidad para métodos doblemente indirecto, considerando valores de alta adiposidad en 25% y 30% en sexo masculino y femenino respectivamente. Así mismo, se ha evidenciado que a mayor edad hay un aumento del porcentaje de grasa corporal a predominio de niñas, con valores aún mayores en niños con sobrepeso y obesidad. Además, se ha reportado una asociación directa de mayor porcentaje

de grasa corporal con a la aparición de trastornos en lo que podemos mencionar crecimiento, y maduración ósea y sexual acelerada por lo tanto una pubertad más temprana, dislipidemias, resistencia a la insulina, hipertensión arterial, diabetes mellitus, las cuales en su mayoría permanecen hasta la edad adulta (5,7,24-26).

En la actualidad los métodos más utilizados para la determinación de la composición corporal son los métodos doblemente indirectos por ser económicos y rápidos para realizar, sin embargo no dan medidas directas y subestiman el porcentaje de grasa corporal, requiriendo de ecuaciones y han demostrado ser sensibles a la etnicidad de la población. Por lo tanto, siempre es conveniente desarrollar y validar ecuaciones de regresión apropiadas para los diferentes grupos etarios, étnicos y estado nutricional, ya que el tamaño del cuerpo, la forma y el grado de hidratación, contribuyen a las diferencias de la composición y a la distribución de la grasa corporal; por lo tanto siempre es recomendable utilizar métodos directos que predicen mejor el porcentaje de grasa corporal, como la técnica de dilución isotópica (27).

CONCLUSIONES

En conclusión se evidenció un ascenso del porcentaje de grasa corporal en la muestra seleccionada de niños entre 6 y 11 años de edad, a medida que aumentaban de edad, a predominio de las niñas con mayor porcentaje en los niños con malnutrición por exceso, es decir, en niños con sobrepeso y obesidad. Siendo pertinente incluir en la evaluación nutricional la determinación del porcentaje de grasa corporal, convirtiéndose en un elemento básico necesario en la exploración clínico inicial y de seguimiento. Sugiriéndose métodos precisos y suficientemente confiables como la técnica de dilución isotópica, especialmente en los grupos vulnerables a desarrollar malnutrición por exceso. Por lo tanto pudiera considerarse a la determinación del porcentaje de grasa corporal por el método de dilución isotópica como un marcador temprano de sobrepeso y obesidad. Y de esta manera realizar intervenciones oportunas para mejorar la calidad de vida y disminuir el desarrollo de enfermedades crónicas en edades tempranas.

Recomendaciones. Debido a los resultados obtenidos en la presente investigación se sugiere implementar políticas y estrategias de prioridad sanitaria, para detectar la malnutrición desde temprana edad, debido a la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad, Involucrando a la comunidad empleando la educación nutricional como la mejor estrategia de intervención, que debe incluir desde los grupos de alimentos, raciones y combinaciones.

Además de continuar con la promoción, a nivel nacional, de líneas de investigación relacionadas con la composición corporal en niños, no solo en los escolares sino también en los diferentes grupos etarios, con distintos estados nutricionales, es decir, en sujetos eutróficos y en exceso nutricional; para ello se requiere utilizar técnicas más

precisas que no subestimen el porcentaje de grasa corporal como el método de dilución isotópica o en su defecto validar técnicas de fácil aplicación y de bajo costo como la antropometría y bioimpedancia eléctrica a través de métodos de referencia. Esto se lograría mediante el desarrollo y validación de ecuaciones de predicción específicas para la población venezolana, usando métodos de referencia como la técnica de dilución isotópica.

Adicionalmente, se deben desarrollar ecuaciones predictivas específicas para niños con sobrepeso y obesidad, para hacer la bioimpedancia eléctrica y la antropometría un método fiable en poblaciones pediátricas con estas características.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Martínez J, Dipierri J, Bejarano I, Quispe y Alfaro E. Variación de la masa corporal grasa por antropometría y bioimpedancia en escolares jujeños. *Rev Argentina de antropología biol.* 2018; 20(1):1-8.
2. Curilem C, Rodríguez F, Almagia A, Yuing T, Berral F. Ecuaciones para la evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes. *Cad. Saúde Pública.* 2016; 32(7):1-6.
3. Alarcón M, Lancellotti D, Pedreros A, Bugeño C, Munizaga R. Estado nutricional y composición corporal en escolares de La Serena, Chile. *Rev. Chil. Nutr.* 2016; 43(2):138-145.
4. Herrera M, Velásquez J, Rodríguez G, Berrisbeitia M, Abreu N, Zambrano y cols. Obesidad en escolares venezolanos y factores de riesgo para el desarrollo de diabetes tipo 2. *An. Venez. Nutr.* 2013; (26)2:95-105.
5. Quintana E, Salas M, Cartin M. Índice de masa corporal y composición corporal con deuterio en niños costarricenses. *Acta Pediatr Mex.* 2014; 35:179-189.
6. Padilla J. Relación del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en jóvenes venezolanos. *Rev. Ib. Cc. Act. Fis. Dep.* 2014; 3 (1):27-33.
7. Rojo M, Rangel D, Rocio M, Sabath E. Composición corporal de niños de entre 8 y 10 años de edad, con y sin antecedente de bajo peso al nacer, residentes en el estado de Querétaro, México. *Nutr Hosp.* 2016; 33(3):544-554
8. Curilem C, Almagia A, Rodríguez F, Yuing T, Berral F, Martínez C, y col. Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones. 2016; *Nutr Hosp.* 2016; 33(3):734-738.
9. Floody P, Navarrete F, Guzmán I, Mayorga D, Ramírez R, Jara, C & Inostroza, H. Niveles de obesidad, glicemia en ayuno y condición física en escolares chilenos. *Nutr Hosp.* 2015; 31 (06): 2445-2450.
10. Bellido D, y Bellido V. Composición corporal en niños y adolescentes: en búsqueda de la técnica ideal. *Nutr Hosp.* 2016; 33(5):1013-1014.
11. De Onis M, Garza C, Victoria C, Bahn M y Forum K. (Guest editors). The WHO multicentre growth reference study (MGRS): rationale, planning and implementation. *Food and Nutrition Bulletin. Supplement.* 2004; (1):1-25.

12. Fomon S, Haschke F, Ziegler E, Nelson S. Body composition of reference children of birth to age ten years. *Am J Clin Nutr.* 1982; 35: 1169-1175.
13. Valverde A, Quintana E, Salas M. Resistencia a la insulina, cortisol y composición corporal mediante dilución isotópica en niños costarricenses. *Acta Pediatr Mex.* 2016; 37(3):139-148.
14. Wan C, Ward L, Halim J, Gow M, Ho M, Briody J, y cols. Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition, and change in adiposity, in overweight and obese adolescents: comparison with dual-energy x-ray absorptiometry. *BMC Pediatr* 2014, 14:249: 1 – 10.
15. Aguirre C, Salazar G, López de R, Kain J, Corvalán C, and Uauy R. Evaluation of simple body composition methods: assessment of validity in prepubertal Chilean children. 2015; *Eur J Clin Nutr* 69:269-273.
16. Quintero F, Ariza A, Barboza F, Canal N, Castro M, Cruchet S. Sobrepeso y obesidad: revisión y puesta al día de la Sociedad Latinoamericana de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (SLAGHNP). *Acta Gastroenterol Latinoam.* 2016; 46(2):131-159.
17. Bray G, Delany J, Harsha D, Volaufova J, Champagne C. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-y-old African American and white children: the Baton Rouge Childrens Study. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73(4): 678-702.
18. Kehoe S, Krishnaveni G, Lubree H, Wills A, Guntupalli A, Veena S, et al. Prediction of body-fat percentage from skinfold and bio-impedance measurements in India School children. *Am J Clin Nutr.* 2011; 65(12): 1263-1270.
19. Khan I, Hawkesworth A, Hossain H, Arifeen S, Moore S, Wells J. Body composition of Bangladeshi children: comparison and development of leg-to leg Bioelectrica. *J Health Popul Nutr.* 2012; 30(3): 281–290.
20. Wells J, Williams J, Chomtho S, Darch T, Eternod C, Kennedy K, et al. Body-composition reference data for simple and reference techniques and a 4-component model: a new UK reference child. *Am J Clin Nutr.* 2012; 96: 1316–1326.
21. Costa W, Everton A, Sobreira A, Ferrioli E, Pfrimer K, Alves J. Deuterium oxide dilution and body composition in overweight and obese schoolchildren aged 6-9 years. *J Pediatr.* 2016; 92(1):46-
22. Vasquez F, Diaz E, Lera L, Loretta Vasquez Flores Ph.D. b , Alyerina Anziani Gonzalez B.Sc. b , Raquel Burrows Argote M.D. bhe four-compartment model of body composition in obese Chilean schoolchildren, by pubertal stage: Comparison with simpler models. *Nutr.* 2014; (30) 305–312.
23. Sánchez E, Bañuelos Y, Bañuelos P, Álvarez A, Valles M, Domínguez C. Porcentaje de grasa corporal en escolares y su asociación con el estilo de vida y macronutrientes. *Rev cuid.* 2015; 6(2): 1022-1028.
24. Vásquez F, Diaz E, Lera L, Vásquez L, Anziani A, Leyton B, et al. Evaluación longitudinal de la composición corporal por diferentes métodos como producto de una intervención integral para tratar la obesidad en escolares chilenos. *Nutr Hosp.* 2013; 28(1):148-154.
25. Medina M, Luizaga M, Abasto S, Mamani Y, Pacheco S. Masa grasa corporal en escolares y adolescentes en la zona de la Tamborada Cochabamba, Bolivia. *Gac Med Bol.* 2017; 40(1):10-13.
26. Deurenberg B, Pieters J and Hautvast J. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *Br J Nutr.* 1990; 63(2): 293-303.
27. Vasquez F, Salazar G, Díaz E, Lera L, Anziani A and Burrows R. Comparison of body fat calculations by sex and puberty status in obese schoolchildren using two and four compartment body composition models. *Nutr Hosp.* 2016; 33(5):1116-1122.