



Original

Predicción de ecuaciones para el porcentaje de grasa a partir de circunferencias corporales en niños pre-púberes

Rossana Gómez Campos¹, Ademir De Marco¹, Miguel de Arruda¹, Cristian Martínez Salazar², Círia Margarita Salazar³, Carmen Valgas⁴, José Damián Fuentes⁵ y Marco Antonio Cossio-Bolaños¹

¹Facultad de Educación Física. Universidad Estadual de Campinas. Campinas. SP. Brasil. ²Universidad La Frontera. Temuco. Chile. ³Universidad La Colima. Mexico. ⁴Facultad de Educación Física. Universidad Julio Mesquita Filho (UNESP). Rio Claro. SP. Brasil. ⁵Universidad del Altiplano Puno. Peru.

Resumen

Introducción: El análisis de la composición corporal a través de métodos directos e indirectos permite el estudio de los distintos componentes del cuerpo humano, constituyéndose en el eje central para valorar el estado nutricional.

Objetivo: Desarrollar ecuaciones de predicción del % de grasa corporal a partir de circunferencias corporales del brazo, cintura y pantorrilla y proponer percentiles para diagnosticar el estado nutricional de niños escolares de ambos sexos de 4-10 años.

Métodos: Fueron seleccionados de forma intencional (no-probabilística) 515 niños, siendo 261 niños y 254 niñas pertenecientes al Programa de interacción y desarrollo del niño y del adolescente de la Universidad Estadual de Campinas (Sao Paulo, Brasil). Se evaluó las variables antropométricas de peso, estatura, pliegues cutáneos tricipital y subescapular y las circunferencias corporales del brazo, cintura y pantorrilla. Se determinó el % de grasa a través de la ecuación propuesta por Boileau, Lohman y Slaughter (1985). A través del método de regresión se generaron 2 ecuaciones para predecir el porcentaje de grasa a partir de las circunferencias corporales; las ecuaciones 1 y 2 fueron validadas a través del método de validación cruzada.

Resultados: Las ecuaciones obtenidas mostraron altos valores predictivos, oscilando con un $R^2 = 64-69\%$. En la validación cruzada entre el criterio y las ecuaciones de regresión propuestas no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) y se observó un alto grado de concordancia a un CI 95%.

Conclusión: Las ecuaciones son validadas y son una alternativa para evaluar el porcentaje de grasa en niños escolares de ambos sexos de 4-10 años del Programa de interacción y desarrollo del niño y del adolescente de la Universidad Estadual de Campinas (Sao Paulo, Brasil).

(Nutr Hosp. 2013;28:772-778)

DOI:10.3305/nh.2013.28.3.6351

Palabras clave: Porcentaje de grasa. Circunferencias corporales. Niños.

Correspondencia: Rossana Gómez Campos.
Facultad de Educación Física.
Universidad Estadual de Campinas.
Av. Erico Verissimo, 701. Ciudad Universitaria.
CEP. 13083-851 Campinas, SP. Brasil.
E-mail: rossanagomez_c@hotmail.com

Recibido: 4-XII-2012.
1.ª Revisión: 18-XII-2012.
Aceptado: 30-XII-2012.

PREDICTION EQUATIONS FOR FAT PERCENTAGE FROM BODY CIRCUMFERENCES IN PREPUBESCENT CHILDREN

Abstract

Introduction: The analysis of body composition through direct and indirect methods allows the study of the various components of the human body, becoming the central hub for assessing nutritional status.

Objective: The objective of the study was to develop equations for predicting body fat% from circumferential body arm, waist and calf and propose percentiles to diagnose the nutritional status of school children of both sexes aged 4-10 years.

Methods: We selected intentionally (non-probabilistic) 515 children, 261 children and 254 being girls belonging to Program interaction and development of children and adolescents from the State University of Campinas (Sao Paulo, Brazil). Anthropometric variables were evaluated for weight, height, triceps and subscapular skinfolds and body circumferences of arm, waist and calf, and the % fat determined by the equation proposed by Boileau, Lohman and Slaughter (1985). Through regression method 2 were generated equations to predict the percentage of fat from the body circumferences, the equations 1 and 2 were validated by cross validation method.

Results: The equations showed high predictive values ranging with a $R^2 = 64-69\%$. In cross validation between the criterion and the regression equation proposed no significant difference ($p > 0.05$) and there was a high level of agreement to a 95% CI.

Conclusion: It is concluded that the proposals are validated and shown as an alternative to assess the percentage of fat in school children of both sexes aged 4-10 years in the region of Campinas, SP (Brazil).

(Nutr Hosp. 2013;28:772-778)

DOI:10.3305/nh.2013.28.3.6351

Key words: Fat percentage. Body circumferences. Children.

Abreviaturas

%G: Porcentaje de grasa.
DEXA: Absorimetría dual de rayos X.
CB: circunferencia del brazo.
CC: circunferencia de cintura.
CP: circunferencia de la pantorrilla.
IMC: Índice de masa corporal.
TR: pliegue tricípital.
SB: pliegue subescapular.

Introducción

La composición corporal se refiere al estudio anatómico, molecular o tisular de los distintos componentes del cuerpo humano¹. Es afectada por factores como el estado nutricional, edad, sexo, enfermedades, actividad física y etnia². Su análisis permite conocer las proporciones de los distintos componentes y su estudio constituye el eje central de la valoración del estado nutricional³, sobre todo, al permitir obtener datos necesarios para interpretar la relación entre componentes de interés médico como la masa grasa y la masa libre de grasa⁴, así como determinar la asociación temprana entre la deficiencia o exceso de estos compartimientos con la aparición del riesgo para algunas enfermedades crónicas⁵.

La estimación apropiada de la composición corporal en el área pediátrica ha cobrado gran relevancia, propiciando el desarrollo y aplicación de métodos directos (análisis de carcasa, activación de neutrones), indirectos (densitometría, tomografía, absorimetría de rayos x, resonancia magnética, escaneo del 40K) y doblemente indirectos (antropometría, absorimetría infrarroja, ultrasonido, impedancia bioeléctrica, excreción de creatina)⁶. Se destaca como métodos confiables y seguros el análisis de activación neutrónica, la resonancia magnética, pesaje hidrostático, la plestimografía, la absorimetría dual de rayos X (DEXA), la antropometría y el análisis de la bioimpedancia eléctrica⁷⁻⁹. A este respecto, la antropometría es uno de los métodos considerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el más barato, no invasivo y de aplicación universal¹⁰, a pesar que puede ser menos precisa que las técnicas más sofisticadas¹¹, pero su naturaleza simple la convierte en una herramienta útil para examinar los cambios que se produce en la composición del cuerpo a lo largo del tiempo en grandes poblacionales, específicamente donde el acceso a la tecnología es limitado¹².

Una situación importante en la interpretación del análisis de la composición corporal es que los diversos métodos pueden producir resultados diferentes para la misma variable en la misma persona¹³, sin embargo, la verdad absoluta no se alcanza con cualquier técnica in vivo, ya que todos los métodos son indirectos y se basan en suposiciones⁴. En este sentido, varios estudios internacionales¹⁴⁻¹⁶ han propuesto ecuaciones para estimar de forma indirecta el % de grasa (%G) de niños y

adolescentes a partir de pliegues cutáneos y son escasos los estudios nacionales que posibiliten el uso y la aplicación de métodos prácticos y sencillos para estimar el porcentaje de grasa en niños como el propuesto por Hoffman et al.¹⁷ a partir de pliegues cutáneos y el de Lyra et al.¹⁸ a partir de circunferencias corporales. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue desarrollar ecuaciones de predicción del % de grasa corporal a partir de circunferencias corporales del brazo, cintura y pantorrilla y proponer percentiles para diagnosticar el estado nutricional de niños escolares de ambos sexos de 4-10 años.

Metodología

Tipo de estudio y muestra

El estudio es de tipo descriptivo comparativo de corte transversal. Fueron seleccionados de forma intencional (no-probabilística) 515 niños de ambos sexos, siendo 261 niños y 254 niñas pertenecientes al Programa de interacción y desarrollo del niño y del adolescente de la Universidad Estatal de Campinas (Sao Paulo, Brasil). El rango de edad para ambos géneros comprende: 4,0-4,9, 5,0-5,9, 6,0-6,9, 7,0-7,9, 8,0-8,9, 9,0-9,9, 10-10,9 años. Los niños considerados en el estudio pertenecen a la clase A (10%), B (80%) y C (10%) (Condición socioeconómica alta, media y baja) según el criterio de clasificación descrito por la Asociación Brasileira de Empresas de investigación ABEP¹⁹. A su vez, realizaban actividad física una vez por semana (90min/día) a intensidad moderada. Toda la información fue proporcionada por la coordinación del programa para poder caracterizar de mejor forma la muestra estudiada. Los padres y tutores de los niños firmaron una ficha de consentimiento, autorizando la evaluación de las medidas antropométricas, así como el programa contó con la aprobación del respectivo Comité de Ética en investigación de la Facultad de Medicina de la universidad Estadual de Campinas, SP, Brasil.

Técnicas e instrumentos

Para la evaluación de las variables antropométricas se adoptó el protocolo estandarizado por la "international working group of kineanthropometry" descrita por Ross y Marfell-Jones²⁰. Todas las variables fueron evaluadas por un único evaluador con amplia experiencia y certificación ISAK nivel II. Las variables medidas se realizaron en horario diurno (9,00-10,00 horas). Los pliegues cutáneos tricípital y subescapular y las circunferencias corporales del brazo y la pantorrilla fueron medidos en el lado derecho del cuerpo. .

Para determinar la masa corporal (kg), se evaluó descalzo y con la menor cantidad de ropa posible, utilizando una balanza digital con una precisión de (200 g) de marca Tanita con una escala de (0 a 150 kg). La esta-

tura (cm), se evaluó a los sujetos ubicado en el plano de Frankfurt sin zapatos, utilizando un estadiómetro de aluminio graduada en milímetros de marca Seca, presentando una escala de (0-2,50 m). Los pliegues cutáneos (mm) fueron medidos en la región tricipital y subescapular de acuerdo a la línea de clivaje utilizando un compás de pliegues cutáneos Harpenden que ejerce una presión constante de (10 g/mm²). La circunferencia (cm) del brazo derecho relajado se evaluó en la región radial acromial media, la circunferencia de la cintura se midió al nivel del estrechamiento de la cintura, es decir, en la región del extremo costal y la cresta iliaca y la circunferencia de la pantorrilla media se midió en la región más prominente del músculo gastrocnemio. Su valoración se realizó a través de una cinta métrica de nailon milimetrada de marca Seca con una precisión de 0,1 cm.

El porcentaje de grasa (%G) se determinó a través de la ecuación de regresión propuesta por Boileau, Lohman y Slaughter¹⁴: Ambas ecuaciones utilizan los pliegues TR tricipital y SE subescapular para su predicción:

Chicos: %G = 1,35 (Σ TR + SE) - 0,012 (Σ TR + SE)² - 4,4 y para
Chicas: %G = 1,35 (Σ TR + SE) - 0,012 (Σ TR + SE)² - 2,4

Confiabilidad de las medidas

Para determinar la calidad de las medidas antropométricas se utilizó una doble medición a cada 10 sujetos en todas las variables: peso, estatura, circunferencia del brazo relajado, abdomen y pantorrilla media. Los valores del error técnico de la medida (ETM) oscilan entre 1-3%, y el coeficiente de reproductibilidad inter-clase ($r = 0,95-0,98$).

Criterios para validar

Para validar las ecuaciones propuestas se utilizó la validez de criterio (cruzada). Se consideró como referencia (criterio) el porcentaje de grasa calculado por la ecuación de Boileau, Lohman y Slaughter¹⁴. Las ecuaciones de regresión del estudio fueron generadas a partir del 30% (78 niños y 76 niñas) de la muestra total. Luego, las ecuaciones de regresión del estudio y de la referencia fueron aplicadas al 70% restante de la muestra, cuyos resultados fueron comparados para verificar la validez interna de las ecuaciones del presente estudio.

Puntos de corte adoptados

Para el diagnóstico del estado nutricional a partir del porcentaje de grasa y las circunferencias corporales se utilizó los puntos de corte sugeridos por Frisancho, Tracer²¹, donde consideran como eutróficos del percentil 15,1 a 85,0, del percentil 85,1 a 95 sobrepeso y de 95,1 a 100 obesidad.

Análisis estadístico

La distribución normal fue verificada a través de la prueba Shapiro Wilks. Los resultados del estudio fueron analizados a través de la estadística descriptiva de media aritmética, desviación estándar, correlación producto-momento (Pearson) y distribución percentilar. Se aplicó la regresión lineal simple y múltiple para predecir el % de grasa a partir de las circunferencias corporales y la edad cronológica. Las diferencias entre el criterio y los modelos 1 y 2 fueron verificados a través de ANOVA de una vía ($p < 0,005$) y la concordancia entre las ecuaciones se determinó a través del enfoque de componentes de la varianza por medio del método de Bland, Altman²².

Resultados

La tabla I muestra los valores medios y la desviación estándar del peso, estatura, pliegue tricipital y subescapular, circunferencia del brazo, cintura y pantorrilla media. Todas las variables antropométricas muestran valores ascendentes con el transcurso de la edad en ambos sexos.

La tabla II muestra las ecuaciones de regresión obtenidas a partir de la edad decimal y de las circunferencias corporales del brazo, cintura y la pantorrilla media para ambos sexos. Todas las ecuaciones obtenidas muestran altos valores predictivos oscilando entre $R^2 = 64-69\%$, respectivamente.

Las comparaciones del % de grasa corporal entre el criterio y las ecuaciones de regresión propuestas no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$) en todas las edades y en ambos sexos. La figura 1 ilustra la concordancia entre las ecuaciones. En todos los casos se observa un alto grado de concordancia.

La distribución percentilar del % de grasa corporal y las circunferencias del brazo, cintura y pantorrilla se observan en la tabla IV. Estas variables permiten diagnosticar el estado nutricional de niños en función de la edad y el sexo. El porcentaje de grasa fue hallado por la ecuación de Boileau, Lohman y Slaughter¹⁴ considerada en el estudio como criterio de referencia.

Discusión

En este estudio se han aplicado técnicas y ecuaciones antropométricas que permiten estimar de forma indirecta el % de grasa en niños utilizando las circunferencias corporales del brazo, cintura y pantorrilla. La medición de las variables antropométricas realizadas en el estudio muestran bajos valores de Error Técnico de Medida intra-evaluador, oscilando entre 1-3% y una alta capacidad de reproductibilidad (0,95-0,98) similar a algunos estudios^{18,23}. De hecho, el control de la calidad de las medidas antropométricas implica reducir las mediciones de error, como un pre-requisito que permi-

Tabla I
Características antropométricas por edad y sexo

Edad	n	Masa corporal		Estatura (cm)		CB		CC		CP		%G		TR		SE	
		X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP
<i>Hombres</i>																	
4	31	18,51	2,48	104,98	4,30	17,55	1,52	30,61	3,30	23,00	1,42	12,36	4,04	9,42	2,75	5,00	1,84
5	55	20,10	3,22	111,26	5,40	17,20	2,26	31,35	3,70	23,05	1,77	11,57	4,77	8,78	3,38	4,96	2,47
6	50	23,58	5,07	117,69	5,15	18,25	3,25	33,68	4,52	24,84	2,51	14,48	6,82	11,02	5,14	6,34	4,32
7	39	27,18	6,37	125,56	5,32	18,56	3,30	33,78	5,12	25,94	3,06	15,34	7,11	11,05	5,22	7,36	4,92
8	34	30,10	7,20	130,90	6,20	18,70	4,02	34,10	5,52	27,30	3,41	16,10	7,72	12,31	5,83	7,06	4,57
9	28	35,18	8,64	137,23	7,09	21,16	2,71	37,81	5,18	28,19	3,31	19,25	8,99	14,07	6,62	10,11	7,21
10	24	45,40	11,85	143,28	7,01	23,85	4,78	44,31	7,62	31,55	3,76	24,55	8,92	19,38	8,44	15,25	9,26
<i>Mujeres</i>																	
4	41	16,84	1,77	104,03	3,29	16,45	1,99	29,92	2,50	21,85	1,27	13,89	3,09	9,37	2,38	4,49	1,42
5	47	19,80	3,64	110,76	5,66	17,16	1,87	30,86	3,75	23,12	2,10	15,35	5,93	10,17	3,98	5,61	3,36
6	49	22,94	6,15	116,02	6,55	18,30	3,54	33,29	5,46	24,17	2,99	17,10	6,36	10,88	3,93	6,92	4,50
7	33	26,78	5,38	123,97	5,70	19,28	2,86	34,49	4,78	25,96	2,72	21,08	7,04	13,82	5,29	8,94	4,85
8	24	28,67	7,51	127,77	5,43	19,54	3,27	36,34	6,45	26,35	2,79	20,75	6,74	14,04	4,88	8,38	5,46
9	33	35,07	9,35	135,06	6,75	21,62	3,59	38,80	5,85	28,67	3,39	24,35	7,80	17,21	7,92	11,52	6,52
10	27	36,69	10,11	141,34	7,73	21,07	3,35	38,87	5,22	28,86	2,77	21,42	8,15	15,43	6,49	8,89	6,11

CB: Circunferencia del brazo; CC: Circunferencia de cintura; CP: Circunferencia de la pantorrilla; %G: Porcentaje de grasa; TR: Pliegue tricipital; SE: Pliegue subescapular.

Tabla II
Ecuaciones de regresión para predecir el % de grasa corporal de niños de ambos sexos

Sexo		Ecuación (modelos)	R	R ²	EPE	P
Niños (n = 78)	1	%G = -19,13 + (0,19*E) + (1,21*CB) + (0,31*CC)	0,804	0,64	4,62	<0,0001
	2	%G = -24,19 - (0,259*E) + (0,902*CB) + (0,143*CC) + (0,753*CP)	0,819	0,67	4,46	<0,0001
Niñas (n = 76)	3	%G = -16,57 - (0,00281*E) + (1,26*CB) + (0,336*CC)	0,815	0,66	4,24	<0,0001
	4	%G = -21,717 - (0,419*E) + (0,870*CB) + (0,109*CC) + (0,915*CP)	0,831	0,69	4,08	<0,0001

%G: Porcentaje de grasa; E: Edad; CB: Circunferencia del brazo; CC: Circunferencia de cintura; CP: Circunferencia de la pantorrilla.

tirá realizar una mejor interpretación de los resultados y en consecuencia alcanzar una mayor precisión y reproducción de los mismos²⁴ y sobre todo, son importantes cuando se pretende usar variables antropométricas para predecir el porcentaje de grasa corporal en poblaciones escolares. En este sentido, para generar las ecuaciones de regresión se eligieron las circunferencias del brazo, cintura y pantorrilla media, porque evidenciaron altas correlaciones positivas con la ecuación de Boileau, Lohman y Slaughter¹³ en niños de ambos sexos.

Las ecuaciones obtenidas en el estudio son fiables, puesto que el R² en niños mostró 64% de explicación en el modelo 1 y de 67% en el modelo 2. En las niñas el % de explicación aumentó ligeramente, 66% para el modelo 1 y 69% para el modelo 2. En general, en los cuatro modelos desarrollados el error estándar de estimativa oscila entre 4,08 a 4,62. Estos resultados son similares a otros estudios nacionales^{17,18}, y estudios

internacionales^{16,25}. Inclusive el plotaje de Bland y Altman muestra elevada concordancia o correlación con el método analizado y/o criterio. A menudo esta técnica estadística es utilizada como método complementario para valorar las diferencias observadas y según algunos estudios es considerada debido a las limitaciones que puede presentar el coeficiente de correlación Spearman en la valoración del grado de acuerdo entre técnicas^{26,27}. Por otro lado, cuando se comparó el porcentaje de grasa de la ecuación (criterio) con las ecuaciones del estudio (modelos 1 y 2) para ambos sexos, no se observó diferencias significativas (p > 0,78). Evidentemente, estos hallazgos permiten destacar que las ecuaciones generadas muestran validez interna, lo que su uso y aplicación estaría limitado a niños con similares características, esto en razón de que las ecuaciones antropométricas según algunos estudios como de Lohmann²⁸ y Bellizari, Roche²⁹ son específicos de una población, dado que la relación entre las medidas cor-

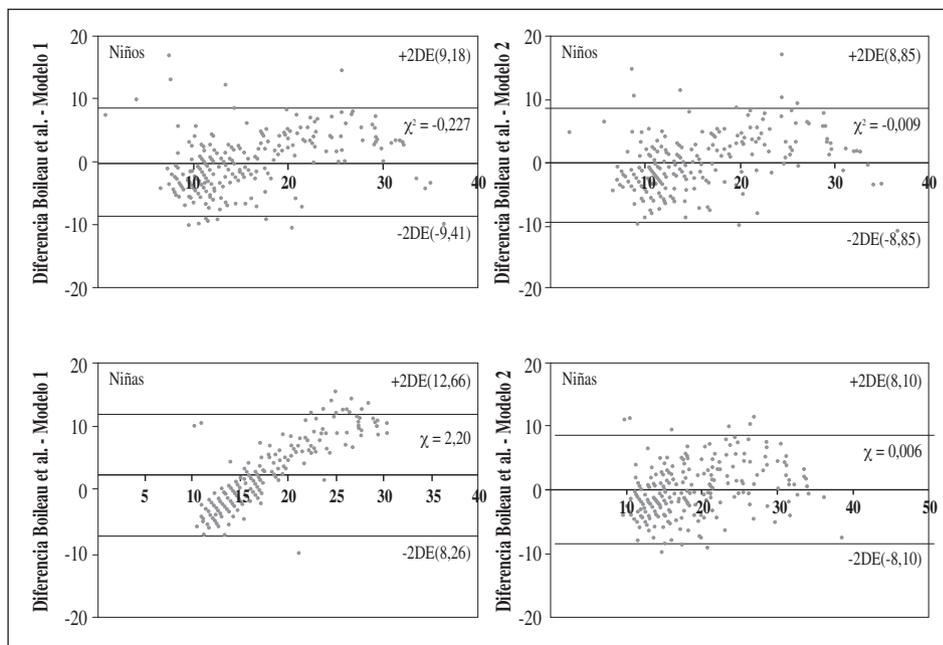


Fig. 1.—Plotaje de Bland, Altman entre el criterio y las ecuaciones propuestas para calcular el % de grasa en ambos sexos.

Tabla III
Comparación del % de grasa entre el criterio y las ecuaciones propuestas

Edad	n	%G (criterio)		Modelo 1		Modelo 2		p
		X	DP	X	DP	X	DP	
<i>Hombres (n = 183)</i>								
4	22	12,36	4,04	12,36	2,65	12,30	2,70	0,9990
5	39	11,57	4,77	12,35	3,56	11,87	3,40	0,8069
6	35	14,48	6,82	14,53	4,97	14,24	5,10	0,9898
7	27	15,34	7,11	15,13	5,26	15,10	5,66	0,9912
8	24	16,10	7,72	15,60	6,23	16,10	6,40	0,9989
9	20	19,25	8,99	19,90	4,55	19,20	5,08	0,9768
10	17	24,55	8,92	25,36	7,65	24,82	7,79	0,9756
<i>Mujeres (n = 178)</i>								
4	29	13,89	3,09	14,20	2,92	14,17	2,60	0,9282
5	33	15,35	5,93	15,40	3,37	15,63	3,69	0,9844
6	34	17,10	6,36	17,66	5,61	17,43	5,83	0,9472
7	23	21,08	7,04	19,29	4,89	19,64	5,20	0,6694
8	17	20,75	6,74	20,24	6,15	20,01	5,90	0,958
9	23	24,35	7,80	23,68	6,24	23,78	6,61	0,9561
10	19	21,42	8,15	23,01	5,69	23,06	5,75	0,7878

ns ($p > 0,05$) entre el criterio y los modelos.

porales y el porcentaje de grasa se modifican con la edad, sexo y el grupo étnico, respectivamente.

Respecto a los percentiles propuestos en el estudio en función de la edad y sexo para las variables del % de grasa, circunferencia del brazo relajado, cintura y pantorrilla son una posibilidad para diagnosticar el estado nutricional y monitorizar el crecimiento físico de los niños de 4 a 10 años. En este sentido, algunos estudios

sugieren el uso de circunferencias corporales para acompañar el crecimiento físico conjuntamente con el índice de Masa Corporal^{30,31} y el uso de pliegues cutáneos³², inclusive la Organización mundial de la Salud³³ sugiere la utilización del IMC asociada con los pliegues cutáneos para la evaluación del sobrepeso y de la obesidad durante la infancia y la adolescencia. Actualmente hay una creciente necesidad de perfeccionar la

Tabla IV
Distribución percentilar del porcentaje de grasa corporal y circunferencias corporales por edad y sexo

	Niños										Niñas									
	P3	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P3	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95
<i>Circunferencia del brazo</i>																				
4	15,0	15,3	16,0	16,1	16,5	17,5	18,5	18,8	19,5	19,8	14,2	15,0	15,4	15,5	16,0	16,5	17,5	17,8	18,0	18,5
5	15,0	15,0	15,5	16,0	16,0	17,0	18,5	18,5	19,8	21,2	14,7	15,0	15,5	15,5	16,0	17,0	18,0	19,6	20,0	20,9
6	13,4	14,5	16,0	16,5	17,0	18,0	19,8	20,8	22,0	23,1	15,0	15,2	15,9	16,0	16,5	17,5	20,0	20,5	21,3	25,6
7	14,6	15,4	16,0	16,1	16,6	18,3	20,0	21,5	22,5	23,6	15,6	15,7	16,0	16,0	17,5	19,0	20,5	22,1	23,3	24,0
8	8,0	12,9	15,7	16,9	17,0	18,1	21,0	22,0	23,4	25,2	15,5	16,0	16,2	16,5	17,5	18,7	20,9	22,0	24,0	25,6
9	17,4	17,5	18,2	18,5	19,9	20,3	22,7	24,0	24,8	25,8	16,8	16,9	18,0	18,4	19,5	20,5	23,0	26,5	26,9	28,1
10	15,8	19,0	19,0	19,7	21,9	24,0	26,5	27,8	29,6	30,0	17,3	17,5	17,8	18,0	18,5	20,0	22,6	25,1	26,1	27,0
<i>Circunferencia de cintura</i>																				
4	25,0	25,3	26,5	27,3	29,0	30,5	32,0	34,3	34,5	36,3	25,2	26,0	27,5	28,0	28,0	30,0	32,0	32,5	33,0	33,5
5	25,8	26,0	26,7	28,0	29,0	31,0	33,0	35,0	36,7	38,2	25,2	25,6	26,6	27,9	28,5	30,5	32,0	34,7	36,4	37,9
6	26,7	27,9	29,0	30,0	30,5	33,0	36,4	36,9	39,0	41,1	26,5	27,1	28,5	28,5	29,5	32,5	36,5	38,0	38,2	41,7
7	23,9	26,2	26,9	28,3	31,0	34,0	36,2	37,2	40,8	42,6	27,3	28,5	29,5	30,1	31,2	34,0	37,0	38,8	40,8	43,0
8	25,6	25,9	29,0	29,3	30,0	33,2	36,0	40,1	42,4	43,7	28,0	28,2	29,3	30,2	31,8	35,2	38,3	42,4	46,5	49,2
9	30,3	30,5	31,9	33,0	34,0	36,8	41,6	42,5	43,9	46,3	29,4	30,1	30,7	33,5	35,5	38,5	42,0	43,8	46,2	48,4
10	35,0	35,5	35,8	37,2	39,8	42,3	47,0	52,5	56,5	56,9	32,0	32,6	34,0	34,0	35,0	37,5	42,3	44,8	47,0	48,4
<i>Circunferencia de la pantorrilla</i>																				
4	21,0	21,0	21,5	21,6	22,0	22,5	24,0	24,5	24,5	25,5	19,6	20,0	20,0	20,5	21,0	22,0	23,0	23,4	23,4	23,5
5	20,5	20,9	21,2	21,5	22,0	23,0	23,5	25,0	25,0	25,8	20,3	20,9	21,0	21,0	21,8	22,5	24,5	26,0	26,0	26,0
6	21,2	21,7	22,2	23,0	23,5	24,5	25,7	27,3	28,0	28,6	20,0	20,2	21,0	21,2	22,5	23,2	26,0	27,0	27,1	30,2
7	22,0	22,3	22,5	22,9	24,0	25,5	27,7	28,1	29,5	31,7	22,0	22,0	22,3	22,9	24,3	25,6	27,5	29,0	29,6	31,2
8	23,0	23,2	24,1	24,5	24,6	26,5	28,7	30,9	32,1	33,7	22,5	22,6	23,2	23,7	24,0	25,8	29,3	29,8	30,0	30,4
9	23,3	23,7	24,4	24,5	26,0	27,8	30,0	31,5	31,9	32,7	23,5	23,8	24,7	25,5	26,5	29,0	30,0	31,6	32,8	33,8
10	26,0	26,1	26,7	27,7	28,7	31,5	32,6	35,6	36,4	37,4	25,4	25,7	26,3	26,5	27,0	27,5	30,9	32,6	33,2	33,9
<i>%Grasa</i>																				
4	7,9	8,7	9,8	10,0	10,6	12,1	13,9	15,2	15,6	16,2	12,4	13,1	13,4	13,5	13,9	14,4	15,2	15,5	15,7	16,1
5	8,3	8,4	8,9	9,6	10,5	11,8	13,8	15,1	16,9	19,5	12,8	13,1	13,5	13,5	13,9	14,8	15,7	17,0	17,4	18,1
6	7,6	8,2	10,4	11,3	11,9	14,5	16,8	18,6	20,7	21,6	13,1	13,2	13,8	13,9	14,4	15,2	17,4	17,8	18,5	22,3
7	8,2	9,8	10,3	10,6	11,8	15,7	17,5	19,0	21,2	23,3	13,6	13,7	13,9	13,9	15,2	16,5	17,8	19,3	20,3	20,9
8	10,6	10,7	11,1	12,1	12,9	15,0	18,7	20,3	24,3	27,4	13,5	13,9	14,1	14,4	15,2	16,2	18,2	19,1	20,8	22,2
9	12,8	13,5	15,0	15,8	16,8	19,0	22,5	25,9	26,5	27,5	14,6	14,7	15,7	16,0	17,0	17,8	20,0	23,1	23,4	24,4
10	13,3	16,8	17,2	17,8	22,3	25,5	29,4	32,7	36,1	36,6	15,0	15,2	15,5	15,7	16,1	17,4	19,7	21,8	22,7	23,5

técnica antropométrica para valorar la composición corporal, con el objetivo de lograr el diagnóstico precoz en la salud pública y la promoción de la salud y en la investigación en nutrición¹⁸, puesto que a medida que la prevalencia global del sobrepeso y la obesidad entre los niños de diversas regiones del mundo va aumentando, también es necesario de métodos simples para estimar parámetros de composición corporal y de crecimiento físico, sobre todo, si se trata de países menos desarrollados que carecen de tecnología sofisticada.

Por lo tanto, se concluye que las ecuaciones de % de grasa propuestas en el estudio son válidas y confiables y pueden ser utilizados y aplicados a similares mues-

tras, a su vez, los percentiles construidos permiten diagnosticar el estado nutricional y monitorizar el crecimiento físico en función de la edad y sexo como una alternativa no-invasiva y de bajo costo.

Como posibles limitaciones del estudio, podemos indicar la ausencia de un método patrón oro y la selección de la muestra. Esto en razón de que el método utilizado en el presente estudio es menos preciso que un método goldstandar, como por ejemplo el pesaje hidrostático y la Absorimetría dual de rayos X DEXA. Pues de hecho, las variables de predicción y de respuesta podrían mostrar sesgo en nuestros resultados. A su vez, la selección de la muestra corresponde al tipo

no-probabilístico, limitando su generalización a niños del programa de interacción y desarrollo del niño y del adolescente de la Universidad Estatal de Campinas (SP, Brasil). Sugerimos para futuros estudios ampliar el grupo de edades, utilizar otras variables antropométricas para predecir el % de grasa de niños y adolescentes y comparar con otras técnicas de valoración.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Beca concedida por la CAPES, Brasil.

Referencias

- Pérez-Miguelsanz M, Cabrera-Parra W, Varela-Moreiras G, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutr Hosp* 2011; 26 (2): 384-91.
- Wells JC, Williams JE, Chomtho S, Darch T, Grijalva-Eternod C, Kennedy K, Haroun D, Wilson C, Cole TI, Fewtrell MS. Pediatric reference data for lean tissue properties: density and hydration from age 5 to 20 y. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 610-8.
- Jaeger A, Barón A. Uso de la bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. *Anales Venezolanos de Nutrición* 2009; 22 (2): 105-10.
- Ramírez E, Valencia M, Moya S, Alemán-Mateo H, Méndez R. Estimación de la masa grasa por DXA y el modelo de cuatro compartimentos en púberes mexicanos de 9 a 14 años. *Archivos Latinoamericanos de nutrición* 2010; 60 (3): 240-6.
- Bray G, DeLany J, Harsha D, Volafova J, Champagne C. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-y-old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study. *Am J Clin Nutr* 2001; 73: 687-702.
- Deurenberg P, Schutz Y. Body composition: Overview of methods and future directions of research. *Ann Nutr Metab* 1995; 39: 325-33.
- Mareike A, Sonnichsen K, Langnase K, Labitzke U, Bruse U, Muller M. Inconsistencies in bioelectrical impedance and anthropometric measurements of fat mass in a field study of prepubertal children. *Brit J Nutr* 2002; 87: 163-75.
- Casanova M. Técnicas de valoración del estado nutricional. *Vox Paediatrica* 2003; 11 (1): 26-35.
- Wells J, Williams JE, Fewtrell M, Singhal A, Lucas A, Cole TJ. A simplified approach to analysing bio-electrical impedance data in epidemiological surveys. *Inter J Obes* 2007; 31: 507-14.
- De Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: Recommendations from a WHO Expert Committee. *Amer J Clin Nutr* 1996; 64: 650-8.
- Tesedo-Nieto J, Barrado-Esteban E, Velasco-Martín A. Selecting the best anthropometric variables to characterize a population of healthy elderly persons. *Nutr Hosp* 2011; 26 (2): 384-91.
- Hughes VA, Roubenoff R, Wood M, Frontera WR, Evans J, Fiatarone MA. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 475-82.
- Sopher A, Thornton J, Wang J, Pierson R, Heymsfield S, Horlick M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: A comparison of dual-energy X-Ray Absorptiometry with a four compartment model. *Pediatrics* 2004; 113 (5): 1285-90.
- Boileau RA, Lohman TG, Slaughter MH. Exercise and body composition in children and youth. *Scan J Sports Sci* 1985; 7: 17-27.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, Bembien DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60: 709-23.
- Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 299-305.
- Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo S. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Annals of Human Biology* 2012; 39 (2): 156-60.
- Lyra C, Cunha-Lima S, Costa-Lima K, Arrais R, Campos-Pedrosa L. Prediction equations for fat and fat-free body mass in adolescents, based on body circumferences. *Annals of Human Biology* 2012: 1-6.
- Asociación Brasileira de Empresas de investigación ABEP (2009).
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: J. D. MacDougall, H. A. Wenger y H. J. Geen (Eds). *Physiological testing of elite athlete*. Pp, 223-308, London, Human Kinetics. 1991.
- Frisancho AR, Tracer D. Standards of arm muscle by stature for assessment of nutritional status of children. *Am J Phys Anthropol* 1987; 73: 469-75.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-10.
- Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Moyano A, Moreno GE, Pino LM, Lancho Alonso JL. Composición corporal de jóvenes universitarios en relación a la salud. *Nutr Clín Diet Hosp* 2011; 31 (3): 15-21.
- Goto R, Mascie-Taylor NCG. Precision of measurement as a component of human variation. *J Physiol Anthropol* 2007; 26: 253-6.
- Foster B, Platt R, Zemel B. Development and Validation of a Predictive Equation for Lean Body Mass in Children and Adolescents. *Annals of Human Biology* 2012; 39 (3): 171-82.
- Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin (Barc)* 1998; 110: 142-5.
- Gómez de la Cámara A, Cruz Martos E, De la Cruz Bértolo J, Landa-Goñi J, Guillomía-Contreras S, Aurrecoechea R. Análisis de la fiabilidad de tres dosímetros portátiles de glucemia. Comparación de diferentes métodos para el estudio de la fiabilidad de las observaciones clínicas. *Med Clin (Barc)* 1997; 108: 410-3.
- Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. *Hum Biol* 1981; 53: 181-225.
- Bellizari A, Roche AF. Antropometría y ecografía In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang ZM, Going SB. *Composición corporal*. 2ª Edición. México D.F.: McGraw-Hill; 2005, pp. 109-28.
- Lunardi C, Petroski E. Índice de Massa Corporal, Circunferencia da Cintura e Dobra Cutânea Tricipital na Predição de Alterações Lipídicas em Crianças com 11 Anos de Idade. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008; 52 (6): 1009-14.
- Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Marco A. Correlación entre el índice de masa corporal y las circunferencias corporales de niños de 4 a 10 años. *An Fac Med* 2010; 71 (2): 79-82.
- Quadros TMB, Silva RCR, Pires Neto CS, Gordia AP, Campos W. Predição do índice de massa corporal em crianças através das dobras cutâneas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2008; 10 (3): 243-8.
- World Health Organization. *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry*. Geneva, Switzerland 1995: World Health Organization.