

Predicción del porcentaje de grasa por medio antropometría en niños y adolescentes de Chile: propuesta de percentiles para su evaluación

Prediction of fat percentage by anthropometry in children and adolescents in Chile: proposal of percentiles for its evaluation

Camilo URRALBORNOS¹, Ruben VIDAL ESPINOZA², Paz PEZOA FUENTES¹, Margot RIVERA-PORTUGAL³, Luis URZUA ALUL⁴, Gonzalo GÓMEZ-CAMPOS⁵, Marco COSSIO-BOLAÑOS¹, Rossana GÓMEZ-CAMPOS⁶

1 Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

2 Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile.

3 Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

4 Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile

5 Centro de Investigación CINEMAROS, Arequipa, Perú.

6 Departamento de Diversidad e Inclusividad Educativa, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

Recibido: 6/julio/2022. Aceptado: 18/octubre/2022.

RESUMEN

Introducción: El porcentaje de grasa es determinante en la evaluación de la atención primaria.

Objetivo: Comparar ecuaciones antropométricas regionales que predicen el porcentaje de grasa corporal (%GC) con ecuaciones extranjeras y, proponer percentiles para valorar el % GC de niños y adolescentes de la región del Maule, Chile.

Metodología: Se efectuó un estudio transversal (correlacional) en escolares de la región del Maule (Chile). Se estudió a 1,126 escolares (588 hombres y 538 mujeres) con un rango de edad desde los 6,0 hasta los 17,9 años. Se evaluó la edad, el peso, estatura, circunferencia del abdomen, dos pliegues cutáneos (tricipital y subescapular). Se calculó el índice de masa corporal (IMC), Índice Ponderal (IP, Índice Cintura-Talla (ICT), %GC por dos ecuaciones regionales y tres ecuaciones extranjeras (Boileau, Slaughter y Deuremberg).

Resultados: Las ecuaciones regionales de Chile presentaron valores de $26,2 \pm 7,1\%GC$ (ecuación 1) y $26,2 \pm 7,05\%GC$ (ecuación 2) en varones, mientras que en mujeres reflejaron $33,6 \pm 4,72\%GC$ (ecuación 1) y $33,6 \pm 4,70\%GC$ (ecuación 2). Las ecuaciones extranjeras reflejaron valores similares en varones, por ejemplo, de $19,3 \pm 6,9\%GC$ (Boileau), $20,1 \pm 8,7\%GC$ (Slaughter) y $20,6 \pm 5,3\%GC$ (Deuremberg), mientras que, en las mujeres fue de $25,9 \pm 6,1\%GC$ (Boileau), $25,2 \pm 8,8\%GC$ (Slaughter) y $25,0 \pm 5,3\%GC$ (Deuremberg). Hubo diferencias significativas entre las ecuaciones regionales con las ecuaciones extranjeras en ambos sexos ($p < 0,05$). Los percentiles calculados fueron: (P3, P5, P10, P15, P25, P50, P75, P85, P90, P95 y P97). Los valores de %GC en las mujeres a edades avanzadas (próximas a la adultez) oscilan entre 32 a 34%, y en los hombres entre 19 a 20%.

Conclusión: Se evidenció que las tres ecuaciones extranjeras de Boileau, Slaughter y Deuremberg no son aplicables a muestra de escolares chilenos, además, se desarrolló percentiles utilizando ecuaciones antropométricas para estimar el %GC desde los 6 hasta los 17,9 años.

Correspondencia:

Rossana Gómez Campos
rossaunicamp@gmail.com

PALABRAS CLAVE

Ecuaciones de predicción, % de grasa, percentiles, escolares.

ABSTRACT

Introduction: Fat percentage is determinant in primary care evaluation.

Objective: To compare regional anthropometric equations that predict body fat percentage (%BF) with foreign equations and to propose percentiles to assess %BF in children and adolescents in the Maule region, Chile.

Methodology: A cross-sectional (correlational) study was carried out in schoolchildren from the Maule region (Chile). We studied 1,126 schoolchildren (588 males and 538 females) with an age range from 6.0 to 17.9 years. Age, weight, height, abdomen circumference, and two skinfolds (tricipital and subscapular) were evaluated. Body mass index (BMI), Ponderal Index (PI), Height-Waist Index (WHI), %GC were calculated by two regional equations and three foreign equations (Boileau, Slaughter and Deuremberg).

Results: The Chilean regional equations presented values of $26.2 \pm 7.1\%$ WC in males, while in females they reflected $33.6 \pm 4.7\%$ WC ($p < 0.05$). The foreign equations reflected similar values in males, i.e., $19.3 \pm 6.9\%$ GC (Boileau), $20.1 \pm 8.7\%$ GC (Slaughter) and $20.6 \pm 5.3\%$ GC (Deuremberg), whereas, in females it was $25.9 \pm 6.1\%$ GC (Boileau), $25.2 \pm 8.8\%$ GC (Slaughter) and $25.0 \pm 5.3\%$ GC (Deuremberg). There were significant differences between regional equations with foreign equations in both sexes ($p < 0.05$). The calculated percentiles were: (P3, P5, P10, P15, P25, P50, P75, P85, P90, P95 and P97). The %GC values in women at advanced ages (close to adulthood) ranged from 32 to 34%, and in men from 19 to 20%.

Conclusion: It was shown that the three foreign equations of Boileau, Slaughter and Deuremberg are not applicable to a sample of Chilean schoolchildren. In addition, percentiles were developed using anthropometric equations to estimate %BF from 6 to 17.9 years of age.

KEY WORDS

Prediction equations, % fat, percentiles, schoolchildren.

ABREVIATURAS

%GC: porcentaje de grasa corporal.

BIA: impedancia bioeléctrica.

DXA: absorciometría de rayos X de energía dual.

ETM: error técnico de medida.

IMC: Índice de Masa Corporal.

IP: Índice Ponderal.

ICT: Índice Cintura-Talla.

TR: tricipital.

SE: Subescapular.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una amplia variedad de métodos disponibles para determinar el porcentaje de grasa corporal (%GC) en niños y adolescentes. Por ejemplo, se incluyen técnicas de campo simples, como el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) y espesor de pliegues cutáneos, así como métodos de laboratorio más sofisticados, como la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA)¹.

De hecho, la DXA no es adecuado para su uso en el trabajo de campo, ya que no está ampliamente disponible e implica el transporte de los participantes a entornos de atención terciaria², lo que limita su uso para estudios poblacionales a gran escala.

En ese contexto, las ecuaciones predictivas pueden ser útiles como herramientas de detección convenientes para evaluar el %GC en la atención primaria de salud³. De hecho, varios estudios han propuesto ecuaciones para estimar el %GC en niños y adolescentes a partir de la década de los ochenta del siglo pasado⁴⁻⁶.

Tales ecuaciones necesitan ser actualizadas debido a los cambios seculares que vienen atravesando los países en vías de desarrollo, debido los cambios en el estilo de vida. Pues estudios recientes han reportado aumentos significativos en el tejido adiposo entre niños y adolescentes en las últimas décadas en Chile⁷⁻⁸ y diversos países del mundo⁹⁻¹¹, lo que ponen en evidencia los cambios seculares en la adiposidad corporal a lo largo de la ontogénesis y de las generaciones¹².

En consecuencia, a pesar de la importancia reconocida de medir el porcentaje de grasa corporal (% GC) en poblaciones pediátricas, hasta donde se sabe, no existe un estudio a gran escala que haya comparado ecuaciones extranjeras con ecuaciones regionales de Chile, pues es ampliamente conocido que las ecuaciones antropométricas se caracterizan por ser específicas de una población, dado que la relación entre las medidas corporales y los componentes (masa grasa y masa libre de grasa) son modificados por la edad, el sexo y el grupo étnico¹³.

En ese sentido, este estudio hipotetiza que las ecuaciones extranjeras de Boileau et al⁴, Slaughter et al⁵ y Deuremberg et al⁶ basadas en el uso de dos pliegues cutáneos (tricipital y subescapular) podrían reflejar similares resultados en relación a las ecuaciones regionales de Chile propuestas por Urrea et al¹⁴.

Por lo tanto, un primer objetivo del estudio fue comparar ecuaciones antropométricas regionales que predicen el % GC con ecuaciones extranjeras y, en segundo lugar, proponer percentiles para valorar el % GC de niños y adolescentes de la región del Maule, Chile.

MÉTODOS

Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio transversal (correlacional) en escolares que asisten a colegios municipales de la región del Maule (Chile). Se estudió a 1126 escolares (588 hombres y 538 mujeres) con un rango de edad desde los 6,0 hasta los 17,9 años.

La selección de la muestra fue no-probabilística (cuotas). Se invitó a participar voluntariamente a los escolares de 4 colegios de la región (uno por comuna). Todos los escolares estaban matriculados en colegios Municipales de educación básica y media (Curicó, Cauquenes, Linares y Talca).

Los padres y/o tutores fueron informados acerca de los objetivos del proyecto de investigación, además, los escolares recibieron información mediante una charla sobre los procedimientos de evaluación antropométrica y escaneo de DXA. Todos los padres estuvieron de acuerdo y formaron el consentimiento, así como los escolares formaron el asentimiento informado.

Se incluyeron en el estudio todos los escolares que estaban dentro del rango de edad y los que completaron todas las medidas antropométricas y el escaneo del cuerpo total. Se excluyeron los escolares que presentaron algún problema físico que impedía evaluar la antropometría y los que tenían algún tipo de implante metálico (06 niños). Todas las evaluaciones se efectuaron de acuerdo a las indicaciones del comité de ética de la Universidad Autónoma (238/2013) y a la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial) para seres humanos.

Técnicas y procedimientos

Las evaluaciones antropométricas se efectuaron en un laboratorio de la Universidad Autónoma (Talca) durante los años 2015 y 2017 en horario escolar (de lunes a viernes). Se efectuó durante los meses de abril a junio y agosto a noviembre.

Se elaboró una ficha de recolección de datos para registrar la información de cada participante. Se anotó la edad decimal de cada estudiante (fecha de nacimiento y fecha de evaluación). Con dicha información se calculó la edad decimal.

Las medidas antropométricas como el peso, la estatura, dos pliegues cutáneos (tricipital y subescapular) y la circunferencia de la cintura (CC) se evaluaron de acuerdo a las sugerencias descritas por Ross, Marfell-Jones¹⁵. El peso corporal (Kg) se evaluó utilizando una balanza electrónica (Tanita, Reino Unido, Ltd.) con un rango de 0-150 Kg y una precisión de 100 g. La estatura de pie se midió según el plano de Frankfurt utilizando un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania) con una precisión de 0,1 mm.

La circunferencia de la cintura (CC) (cm) se midió en el punto medio entre las costillas inferiores y la parte superior de la cresta ilíaca con una cinta métrica de metal, marca Seca, graduada en milímetros con una precisión de 0,1 cm. Los pliegues cutáneos, tanto tricipital y subescapular se midieron en lado derecho del cuerpo y se utilizó un adipómetro Harpenden (Made in England) que ejerce una presión constante de $10\text{g}\cdot\text{mm}^{-2}$. El pliegue tricipital se obtuvo en el punto medio del brazo (entre el punto acromial y el olecranon) y el pliegue subescapular se midió por debajo de la escápula, oblicuamente hacia abajo y hacia afuera en un ángulo de 45° de acuerdo a la línea de clavaje.

Las variables antropométricas en su totalidad se evaluaron dos veces. El error técnico de medida (ETM) entre ambas mediciones fue de 0,8 a 1.8%. El procedimiento estuvo a cargo de dos evaluadores con amplia experiencia en técnicas antropométricas.

Se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) [$\text{IMC} = \text{peso (kg)}/\text{estatura}^2 \text{ (m)}$], el Índice Ponderal (IP) [$\text{IP} = \text{peso (kg)}/\text{estatura}^3 \text{ (m)}$] y el Índice Cintura-Talla (ICT) [$\text{ICT} = \text{Circunferencia de cintura (cm)}/\text{Talla (cm)}$].

Para calcular el porcentaje de grasa corporal (%GC) se utilizaron las ecuaciones de Urra et al¹⁴, Boileau et al⁴, Slaught et al⁵ y Deuremberg et al⁶. En la tabla 1 se muestran las ecuaciones.

Para comparar los valores del %GC de niños de ambos sexos, se utilizó la referencia americana del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC)²⁰ y de niños mexicanos¹⁶.

Estadística

La prueba de normalidad se verificó por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Posteriormente se calcularon estadígrafos descriptivos (promedio, desviación estándar, rango). Las comparaciones entre ambos sexos se efectuaron por medio de test t para muestras independientes. Los valores de %CG de las ecuaciones propuestas para Chile se compararon con cada una de las ecuaciones extranjeras (Boileau, Slaughter y Deuremberg) mediante test t para muestras relacionadas. Para estos cálculos se utilizó SPS 18.0. El nivel de significancia adoptado fue de 0.05. Por otro lado, se aplicó el método LMS para generar percentiles¹⁷ y se utilizó el software Chart Maker versión 2.3¹⁸ para generar tres curvas específicas suavizadas por edad y sexo: L (Lambda; asimetría), M (Mu; mediana) y S (Sigma; coeficiente de variación). Los percentiles desarrollados fueron: p3, p5, p10, p15, p50, p85, p95 y p97.

RESULTADOS

Las variables antropométricas, ecuaciones de %GC e índices antropométricos por edad y sexo se observan en la ta-

Tabla 1. Ecuaciones para el cálculo del %GC en el presente estudio

Referencia	Sexo	Ecuación	Rango edades
Boileau et al. (1985)	Masculino	$\%G = 1,35(\Sigma TR + SE) - 0,012 (\Sigma TR + SE)^2 - 4,4.$	Todas
	Femenino	$\%G = 1,35(\Sigma TR + SE) - 0,012(\Sigma TR + SE)^2 - 4,2.$	Todas
Slaughetr et al. (1988)	Masculino	$\%G = 0,783 * (\Sigma TR + SE) + 1,6$	Todas
	Femenino	$\%G = 0,546 (\Sigma TR + SE) + 9,7$	Todas
Deuremberg et al. (1991)	Masculino	$\%G = 1,51 * IMC - 0,70 * edad - 3,6 * sexo + 1,4$	7 a 15 años
	Femenino	$\%G = 1,51 * IMC - 0,70 * edad - 3,6 * sexo + 1,4$	7 a 15 años
Urta et al. (2021)	Masculino	$\%G = 9,775 + [(0,415 * (TR + SE))] + (35,084 * ICT) - (0,828 * edad)$	6-17,9
		$\%G = 20,720 + [(0,492 * (TR + SE))] + (0,354 * IP) - (0,923 * edad)$	6-17,9
	Femenino	$\%G = 8,608 + [(0,291 * (TR + SE))] + (38,893 * ICT) - (0,176 * edad)$	6-17,9
		$\%G = 16,087 + [(0,306 * (TR + SE))] + (0,818 * IP) - (0,300 * edad)$	6-17,9

%G: porcentaje de grasa; TR: pliegue tricipital; SE: pliegue subescapular; ICT: índice cintura talla; IP: Índice ponderal.

bla 2. Los hombres presentaron mayor peso que las mujeres a los 12 años, y a edades avanzadas (16, 16 y 17 años) en relación a las mujeres ($p < 0,05$), mientras que, en la estatura, los hombres presentaron mayor estatura que las mujeres desde los 11 años en adelante hasta los 17 años ($p < 0,05$). En los pliegues cutáneos (TR y SE), las mujeres presentaron mayor tejido adiposo que sus similares hombres, desde los 11 y 12 años hasta los 17 años ($p < 0,05$). En la CC, los hombres presentaron mayor perímetro que sus similares mujeres en las tres últimas edades (15, 16 y 17 años). No hubo diferencias en el IMC, IP y las ecuaciones de % G ($p < 0,05$).

Las comparaciones entre las ecuaciones regionales de Chile con las ecuaciones extranjeras se observan en la tabla 3. En los varones, no hubo diferencias entre las ecuaciones de Chile (ecuación 1 y 2) con la ecuación de Deuremberg en edades avanzadas (15, 16 y 17 años), sin embargo, en edades inferiores, las diferencias fueron significativas ($p < 0,05$) además, cuando se comparó con las ecuaciones de Boileau y Slaughter, hubo diferencias en todas las edades (desde los 6 hasta los 17 años) ($p < 0,05$). En las mujeres, hubo diferencias significativas entre las ecuaciones regionales de Chile con las ecuaciones extranjeras en todas las edades (desde los 6 hasta los 17 años) ($p < 0,05$). En general, las tres ecuaciones extranjeras reflejaron valores inferiores en relación a las ecuaciones regionales de Chile.

Los percentiles (p3, p50 y p97) por edad, sexo y ecuación de %GC se observan en la figura 1. Los valores del %GC estimado por ambas ecuaciones reflejan un patrón estable en ambos sexos desde los 6 hasta los 9 años, luego en las

mujeres desde los 10 hasta los 14 años sufre una ligera disminución, para luego aumentar levemente a edades avanzadas (15, 16 y 17 años). Sin embargo, en los varones, desde los 10 hasta los 14 años sufre una drástica caída del %GC hasta los 15 años, para luego estabilizarse a los 16 y 17 años, respectivamente. En las tablas 4 y 5 describen los percentiles por edad y sexo de ambas ecuaciones (TR, SE, ICT y TR, SE, IP).

En la figura 2 se observa las comparaciones del % de grasa corporal entre la referencia del CDC-2011²⁰ y los valores obtenidos (p50) de las ecuaciones regionales del estudio. En los hombres, los valores del %GC determinado por ambas ecuaciones regionales, son relativamente superiores a los valores del CDC-2011. Estos son superiores desde los 8 hasta los 15 años en los hombres (~3,4 a ~0,5%GC) y en las mujeres desde los 8 hasta los 13 años (~2,9 a ~0,2%GC). En edades más avanzadas, los valores del %GC en los hombres van disminuyendo en relación al CDC-2011 desde -1 a 1,5%GC y en las mujeres desde -0,3 a -0,8%GC. A los 17 años, los valores del %GC en ambos sexos, son relativamente similares a los descritos por el CDC-2011. Se observa también un patrón similar en el %G en las dos ecuaciones y en ambos sexos en los valores del p3, p50 y p97, respectivamente.

DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo inicial comparar ecuaciones antropométricas regionales que predicen el % GC con ecuaciones extranjeras. Los resultados han evidenciado que hubo diferencias significativas entre las ecuaciones regionales

Tabla 2. Características antropométricas de la población escolar de la región

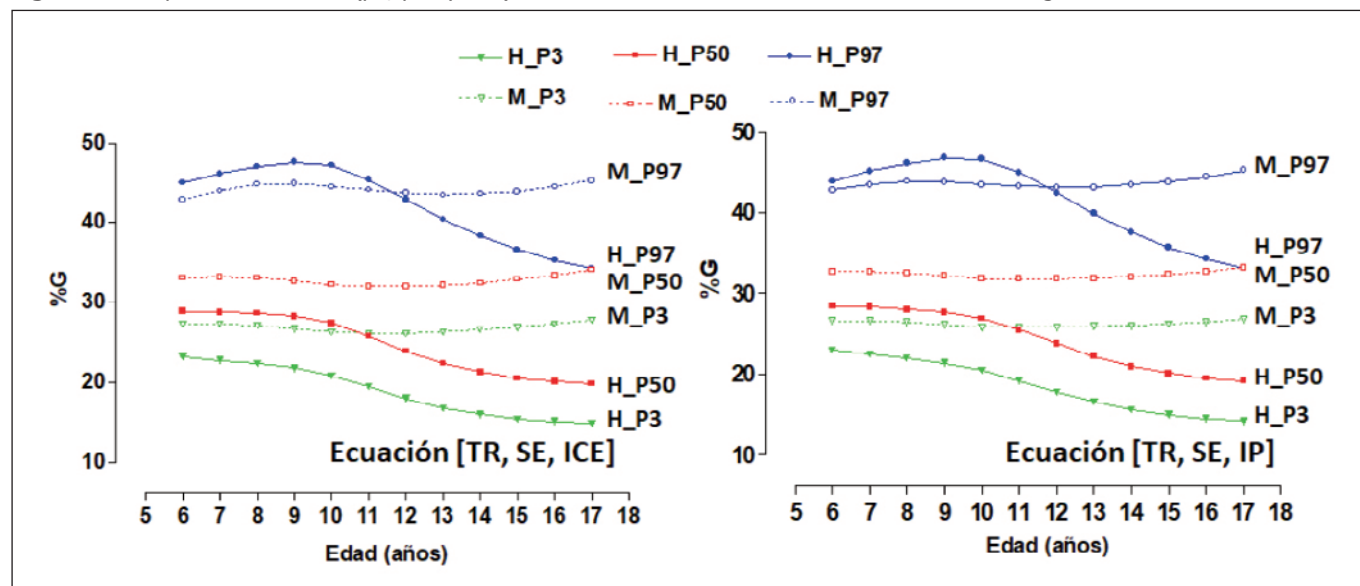
Edad (años)	Peso (kg)		Estatura de Pie (cm)		P. TR (mm)		P. SE (mm)		C. Cintura (cm)		IMC (kg/m ²)		IP (kg/m ³)		ICT (i.e)		Ecuación 1 TR, SE, ICT		Ecuación 2 [TR, SE, IP]	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Hombres																				
6,0 - 6,9	26,8	7,5	119,9	4,8	10,8	4,0	9,4	7,3	59,5	8,0	18,5	4,5	15,4	3,5	0,49	0,06	30,1	6,2	30,1	6,0
7,0 - 7,9	29,0	7,1	125,5	6,5	12,9	5,0	10,0	5,2	61,4	8,3	18,2	3,4	14,5	2,5	0,49	0,06	30,2	5,2	30,2	4,9
8,0 - 8,9	30,6	5,4	129,2	3,9	13,0	6,1	9,8	6,3	62,2	6,3	18,3	2,8	14,2	2,1	0,48	0,04	29,1	6,1	29,2	6,3
9,0 - 9,9	35,7	7,4	134,7	7,0	13,7	5,1	11,3	6,0	67,4	8,8	19,6	3,6	14,6	3,0	0,50	0,06	29,9	6,0	29,5	5,8
10,0 - 10,9	40,5	9,6	140,5	7,2	16,7	6,2	13,8	7,7	68,8	8,0	20,3	3,4	14,4	2,1	0,49	0,05	30,9	6,6	31,2	7,1
11,0 - 11,9	45,6	12,4	146,1*	6,4	15,0*	6,7	13,0	8,0	70,9	11,6	21,1	4,3	14,4	2,6	0,48	0,07	28,9	8,2	29,0	7,9
12,0 - 12,9	47,3*	9,5	153,6*	7,5	12,0*	4,8	10,1*	4,7	68,8	8,5	19,9	3,0	13,0	1,9	0,45	0,05	24,1	5,2	24,3	4,9
13,0 - 13,9	54,2	10,3	160,3*	6,3	12,9*	6,5	10,3*	6,0	72,1	9,1	21,1	3,6	13,2	2,3	0,45	0,06	24,1	6,3	24,4	6,2
14,0 - 14,9	59,0	10,8	165,7*	8,4	11,4*	5,6	10,7*	5,9	74,3	8,0	21,4	3,2	12,9	2,0	0,45	0,05	22,8	6,2	22,8	6,2
15,0 - 15,9	63,7*	9,0	169,9*	5,0	10,8*	5,1	10,1*	5,0	76,0*	7,4	22,0	2,9	13,0	1,7	0,45	0,05	21,4	5,0	21,4	5,0
16,0 - 16,9	67,5*	11,2	171,1*	6,3	10,8*	4,8	11,4*	5,7	77,3*	8,4	23,0	2,9	13,4	1,6	0,45	0,04	21,3	5,4	21,3	5,3
17,0 - 17,9	69,7*	11,5	171,2*	4,8	11,3*	5,5	11,8*	4,4	79,7*	7,9	23,8	3,6	13,9	2,1	0,47	0,05	21,3	5,0	20,9	4,8
Mujeres																				
6,0 - 6,9	25,7	5,4	119,8	6,1	12,5	3,7	10,0	4,0	58,7	6,0	17,9	3,2	15,0	2,8	0,49	0,04	33,0	3,3	33,3	3,7
7,0 - 7,9	29,5	5,6	126,4	5,7	14,8	4,7	12,2	6,7	61,3	7,1	18,3	2,7	14,5	2,0	0,48	0,05	34,0	4,4	34,0	4,4
8,0 - 8,9	32,4	7,3	129,2	6,5	14,8	4,9	13,5	7,7	64,0	8,0	19,2	3,2	14,9	2,3	0,50	0,05	34,6	5,1	34,4	5,0
9,0 - 9,9	38,2	10,3	138,0	8,0	15,4	5,7	13,8	7,5	67,1	10,7	19,8	3,6	14,3	2,2	0,49	0,07	34,3	6,0	33,9	5,5
10,0 - 10,9	39,2	8,5	141,6	8,2	14,8	4,7	11,7	6,3	64,5	8,6	19,4	3,0	13,7	2,1	0,46	0,06	32,2	4,8	32,3	4,6
11,0 - 11,9	47,3	9,6	150,1	7,9	17,7	7,2	14,1	7,1	70,1	9,6	20,9	3,8	14,0	2,7	0,47	0,06	34,0	5,7	33,8	5,3
12,0 - 12,9	53,5	10,7	155,1	6,0	14,7	4,2	14,2	7,0	70,7	9,0	22,1	3,6	14,2	2,2	0,46	0,05	32,5	4,1	32,8	4,0
13,0 - 13,9	55,2	9,6	156,7	6,1	14,7	4,5	13,2	5,5	69,9	6,9	22,4	3,4	14,3	2,2	0,45	0,04	31,7	3,2	32,3	3,5
14,0 - 14,9	58,8	11,4	158,7	8,0	16,5	5,4	16,1	7,5	73,8	8,9	23,2	3,4	14,6	2,0	0,46	0,05	33,6	4,6	33,6	4,7
15,0 - 15,9	58,3	11,5	157,5	4,4	16,6	4,8	16,4	6,8	72,9	9,1	23,5	4,3	14,9	2,7	0,46	0,06	33,6	4,7	33,8	5,3
16,0 - 16,9	59,6	10,8	159,4	5,9	17,2	4,3	16,6	7,0	74,4	7,8	23,4	3,7	14,7	2,4	0,47	0,05	33,7	4,2	33,5	4,5
17,0 - 17,9	59,3	11,7	157,1	4,5	18,9	5,9	18,8	7,0	75,2	9,0	23,9	3,9	15,2	2,3	0,48	0,05	35,1	5,1	34,9	5,2

X: Promedio, DE: Desviación estándar, a: Urra et al (2021), C: Circunferencia cintura, P: Pliegue, IMC: Índice de masa corporal, IP: Índice ponderal, ICT: Índice cintura-talla, TR: tricipital, SE: Subescapular, %GC: Porcentaje de grasa corporal, *: diferencia significativa entre ambos sexos.

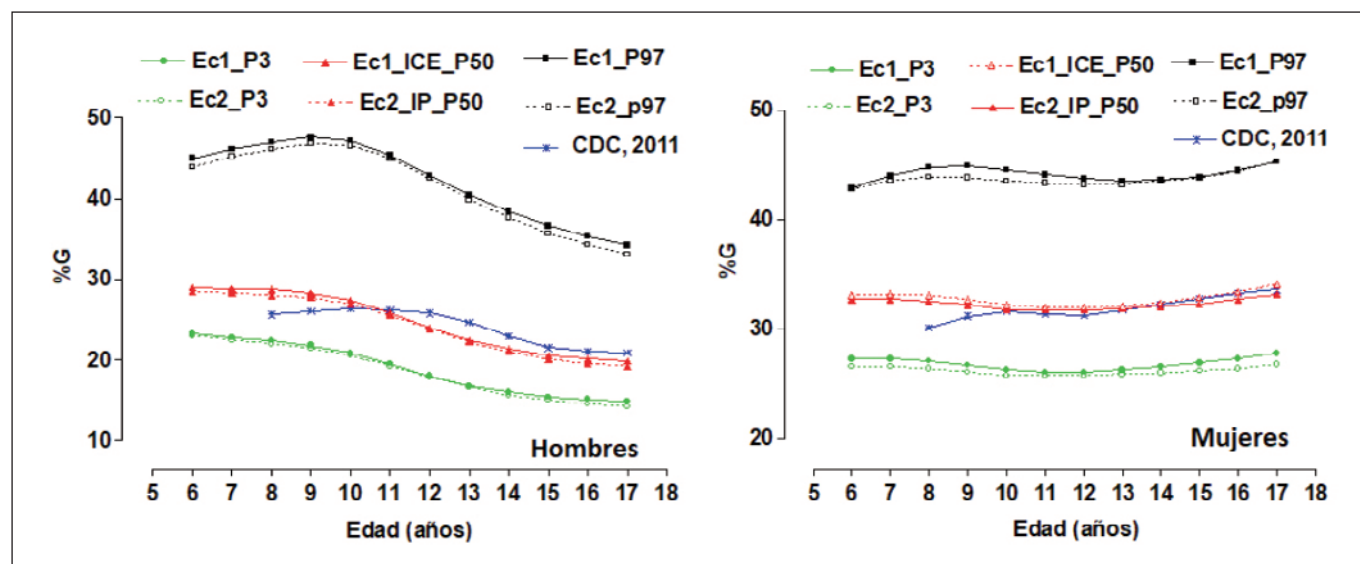
Tabla 3. Diferencia de medias entre la ecuación 1 [TR, SE, ICT] y ecuación 2 [TR, SE, IP] de Chile con las ecuaciones extranjeras

Edades (años)	n	Ecuación 1 vs Boileau				Ecuación 1 vs Slaughter				Ecuación 1 vs Deurenberg				Ecuación 2 vs Boileau				Ecuación 2 vs Slaughter				Ecuación 2 vs Deurenberg			
		X	DE	t	p	X	DE	t	p	X	DE	t	p	X	DE	t	p	X	DE	t	p	X	DE	t	p
Hombres																									
6,0-6,9	51	13,6	2,1	45,4	,000	12,7	2,8	32,6	,000	9,0	6,5	9,8	,000	13,5	2,3	42,1	,000	12,7	2,9	31,2	,000	8,9	5,5	11,7	,000
7,0-7,9	46	11,0	2,0	37,9	,000	10,8	2,3	32,5	,000	10,1	2,8	24,1	,000	11,0	1,8	42,5	,000	10,8	2,0	35,7	,000	10,1	3,0	22,6	,000
8,0-8,9	42	10,6	2,2	30,8	,000	9,6	3,4	18,2	,000	9,6	4,3	14,3	,000	10,6	2,3	29,8	,000	9,7	3,1	20,1	,000	9,7	4,3	14,5	,000
9,0-9,9	61	9,4	2,1	35,1	,000	8,8	2,8	24,6	,000	9,1	4,1	17,2	,000	9,0	2,1	33,5	,000	8,4	2,7	24,2	,000	8,7	3,8	17,7	,000
10,0-10,9	54	7,4	2,6	21,1	,000	5,5	4,1	9,8	,000	9,8	4,0	17,9	,000	7,7	2,7	20,6	,000	5,7	3,4	12,4	,000	10,1	4,5	16,6	,000
11,0-11,9	45	7,3	2,4	20,5	,000	5,4	3,3	10,9	,000	7,2	3,2	15,1	,000	7,4	2,2	22,4	,000	5,5	3,4	10,9	,000	7,3	2,9	16,7	,000
12,0-12,9	43	6,1	1,9	20,7	,000	5,8	2,1	18,4	,000	4,9	2,9	10,8	,000	6,3	1,8	22,9	,000	6,1	2,1	19,0	,000	5,1	2,7	12,5	,000
13,0-13,9	49	5,2	2,5	14,9	,000	4,4	3,2	9,7	,000	3,8	4,6	5,9	,000	5,6	2,3	17,2	,000	4,7	2,9	11,3	,000	4,2	4,7	6,3	,000
14,0-14,9	39	4,6	2,3	12,5	,000	3,8	2,7	8,9	,000	2,7	2,8	6,1	,000	4,7	2,0	14,4	,000	3,9	2,6	9,3	,000	2,8	2,8	6,3	,000
15,0-15,9	49	3,8	2,6	10,2	,000	3,4	2,7	8,8	,000	1,1	3,7	2,2	,034	3,8	2,1	12,6	,000	3,4	2,3	10,3	,000	1,1	3,6	2,2	,033
16,0-16,9	64	2,9	2,2	10,5	,000	2,4	2,8	6,7	,000	0,2	3,4	0,4	,670	2,9	2,1	11,1	,000	2,3	2,7	7,0	,000	0,2	3,5	0,4	,678
17,0-17,9	45	1,7	2,0	5,7	,000	1,6	1,9	5,5	,000	-0,2	3,5	-0,4	,720	1,3	1,8	5,0	,000	1,2	1,8	4,4	,000	-0,5	3,3	-1,1	,273
Mujeres																									
6,0-6,9	39	11,7	2,9	25,6	,000	13,8	2,7	32,1	,000	9,2	3,7	15,4	,000	11,9	3,3	22,5	,000	14,0	3,2	27,7	,000	9,4	2,4	24,6	,000
7,0-7,9	47	10,0	2,7	25,4	,000	11,2	4,4	17,6	,000	10,1	2,5	27,3	,000	10,0	2,4	27,9	,000	11,2	4,2	18,4	,000	10,1	1,9	37,2	,000
8,0-8,9	43	10,0	2,6	25,3	,000	10,9	4,3	16,5	,000	10,1	3,0	22,1	,000	9,8	2,8	23,2	,000	10,6	4,5	15,4	,000	9,8	2,1	30,4	,000
9,0-9,9	43	9,3	3,5	17,3	,000	9,8	4,1	15,9	,000	9,7	3,0	21,6	,000	8,9	3,3	17,7	,000	9,4	4,4	13,9	,000	9,3	2,1	29,0	,000
10,0-10,9	44	8,5	2,4	23,5	,000	9,8	3,9	16,6	,000	8,8	2,2	26,9	,000	8,6	2,3	24,9	,000	10,0	3,8	17,3	,000	8,9	2,1	28,1	,000
11,0-11,9	42	7,4	3,0	15,9	,000	7,5	4,5	10,7	,000	9,0	4,0	14,5	,000	7,2	2,7	17,3	,000	7,3	5,0	9,4	,000	8,8	3,2	18,0	,000
12,0-12,9	47	6,8	2,4	19,5	,000	8,3	3,5	16,2	,000	6,5	3,4	13,0	,000	7,2	2,5	19,8	,000	8,6	3,6	16,3	,000	6,8	3,1	15,1	,000
13,0-13,9	41	6,6	2,8	15,3	,000	8,3	4,1	12,8	,000	6,0	4,2	9,2	,000	7,1	2,6	17,7	,000	8,8	3,9	14,4	,000	6,5	3,5	11,8	,000
14,0-14,9	49	6,5	2,7	16,6	,000	6,5	5,5	8,3	,000	7,3	3,9	13,4	,000	6,5	2,4	19,2	,000	6,6	5,2	8,7	,000	7,4	3,7	14,2	,000
15,0-15,9	40	5,8	3,4	10,7	,000	6,0	4,8	8,0	,000	7,5	3,7	13,0	,000	6,1	2,9	13,3	,000	6,3	3,8	10,3	,000	7,7	3,0	16,6	,000
16,0-16,9	53	5,3	1,7	22,2	,000	5,6	4,1	10,0	,000	8,5	3,3	18,5	,000	5,1	2,0	18,8	,000	5,4	3,7	10,7	,000	8,3	2,6	22,8	,000
17,0-17,9	50	5,2	3,1	12,0	,000	4,0	4,3	6,5	,000	9,8	2,3	29,8	,000	5,0	3,1	11,3	,000	3,7	4,1	6,3	,000	9,5	2,1	31,9	,000

X: Promedio, DE: Desviación estándar, IP: Índice ponderal, ICT: Índice cintura-talla, TR: tricidual, SE: Subescapular.

Figura 1. Comparación del %GC (p3, p50 y P97) entre ambos sexos en función de dos ecuaciones regionales de Chile

H: hombres; M: mujeres; P: percentil.

Figura 2. Comparación del %GC (p3, p50 y P97) entre las ecuaciones regionales 1 y 2 con los valores de la referencia CDC²⁰ en ambos sexos

Ec: ecuación, P: percentil.

con las ecuaciones extranjeras en ambos sexos, excepto en la ecuación de Deuremberg et al⁶ en hombres en las edades de 15, 16 y 17 años, no hubo diferencias significativas.

Estos hallazgos indican que las tres ecuaciones extranjeras no pueden ser aplicadas en niños y adolescentes de Chile, dado que reflejaron diferencias con las ecuaciones regionales. Estos resultados indican que la composición corporal es in-

fluenciada por factores ambientales (sociales y culturales), genéticos y étnicos, así como por edad y sexo^{13,19}, como se observó en este estudio.

De hecho, la literatura en general, destaca que la aplicabilidad de los métodos que miden la composición corporal deben ser para poblaciones específicas²⁰⁻²², puesto que el uso indiscriminado de ecuaciones antropométricas en poblaciones

Tabla 4. Valores de percentiles de %G utilizando la Ecuación 1, por edad y sexo

Edad	Ecuación 1 [TR, SE, ICT]													
	L	M	S	P3	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
Hombres														
6	-2,2182	28,8882	0,1502	23,2	23,7	24,6	25,3	26,4	28,9	32,4	35,0	37,1	41,3	45,0
7	-2,0557	28,8381	0,1602	22,8	23,4	24,3	25,0	26,2	28,8	32,6	35,3	37,7	42,2	46,1
8	-1,9145	28,6844	0,1700	22,4	22,9	23,9	24,6	25,9	28,7	32,6	35,6	38,0	42,8	47,0
9	-1,8042	28,3345	0,1791	21,8	22,4	23,4	24,1	25,4	28,3	32,5	35,5	38,1	43,1	47,6
10	-1,7369	27,4300	0,1869	20,8	21,4	22,5	23,2	24,5	27,4	31,6	34,7	37,4	42,6	47,2
11	-1,7104	25,7965	0,1928	19,5	20,0	21,0	21,7	22,9	25,8	29,9	32,9	35,6	40,7	45,4
12	-1,7095	23,9432	0,1961	18,0	18,5	19,4	20,1	21,3	23,9	27,8	30,7	33,3	38,3	42,9
13	-1,7205	22,3999	0,1972	16,8	17,3	18,2	18,8	19,9	22,4	26,1	28,8	31,2	36,0	40,4
14	-1,7265	21,2587	0,1968	16,0	16,4	17,2	17,9	18,9	21,3	24,7	27,3	29,6	34,2	38,4
15	-1,7141	20,4967	0,1956	15,4	15,9	16,6	17,2	18,2	20,5	23,8	26,3	28,4	32,7	36,6
16	-1,6743	20,0572	0,1944	15,1	15,5	16,3	16,9	17,8	20,1	23,3	25,6	27,7	31,7	35,3
17	-1,6068	19,7890	0,1933	14,9	15,3	16,1	16,6	17,6	19,8	22,9	25,2	27,1	30,9	34,2
Mujeres														
6	-1,3691	33,1035	0,1161	27,3	27,9	28,9	29,6	30,7	33,1	36,0	37,8	39,1	41,3	42,9
7	-1,5376	33,2091	0,1215	27,3	27,9	28,9	29,6	30,7	33,2	36,2	38,2	39,7	42,2	44,0
8	-1,6801	33,0914	0,1261	27,1	27,7	28,7	29,4	30,6	33,1	36,3	38,4	40,0	42,7	44,8
9	-1,7658	32,6713	0,1294	26,7	27,3	28,2	29,0	30,1	32,7	35,9	38,1	39,8	42,7	44,9
10	-1,7903	32,2157	0,1306	26,3	26,9	27,8	28,5	29,7	32,2	35,5	37,6	39,3	42,3	44,5
11	-1,7718	32,0275	0,1301	26,1	26,7	27,7	28,4	29,5	32,0	35,2	37,4	39,0	41,9	44,1
12	-1,7298	31,9854	0,1282	26,1	26,7	27,7	28,4	29,5	32,0	35,1	37,2	38,8	41,6	43,7
13	-1,6735	32,1072	0,1264	26,3	26,9	27,8	28,5	29,6	32,1	35,2	37,2	38,8	41,4	43,5
14	-1,6036	32,4312	0,1252	26,6	27,1	28,1	28,8	30,0	32,4	35,5	37,5	39,0	41,6	43,6
15	-1,5335	32,8514	0,1246	26,9	27,5	28,5	29,2	30,4	32,9	35,9	37,9	39,5	42,0	43,9
16	-1,4691	33,3956	0,1244	27,3	27,9	28,9	29,7	30,9	33,4	36,5	38,5	40,0	42,6	44,5
17	-1,4158	34,0804	0,1245	27,8	28,5	29,5	30,3	31,5	34,1	37,3	39,3	40,8	43,4	45,3

Tabla 5. Valores de percentiles de %G utilizando la Ecuación 2, por edad y sexo

Edad	Ecuación 2 [TR, SE, IP]													
	L	M	S	P3	P5	P10	P15	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
Hombres														
6	-2,3982	28,3781	0,1440	23,0	23,5	24,4	25,0	26,0	28,4	31,7	34,1	36,2	40,3	43,9
7	-2,2033	28,2567	0,1555	22,5	23,1	24,0	24,6	25,7	28,3	31,8	34,5	36,7	41,2	45,2
8	-2,0292	28,0259	0,1667	22,0	22,5	23,5	24,2	25,3	28,0	31,8	34,7	37,1	41,8	46,1
9	-1,8867	27,6829	0,1771	21,4	21,9	22,9	23,6	24,9	27,7	31,7	34,7	37,2	42,2	46,8
10	-1,7865	26,9197	0,1859	20,5	21,1	22,1	22,8	24,0	26,9	31,0	34,1	36,7	41,9	46,6
11	-1,7246	25,4907	0,1926	19,2	19,8	20,8	21,5	22,7	25,5	29,5	32,6	35,2	40,3	45,0
12	-1,6862	23,7758	0,1968	17,8	18,4	19,3	20,0	21,1	23,8	27,6	30,5	33,0	38,0	42,5
13	-1,6595	22,2308	0,1991	16,6	17,1	18,0	18,6	19,7	22,2	25,9	28,6	31,0	35,7	39,9
14	-1,6332	20,9735	0,2000	15,6	16,1	16,9	17,5	18,6	21,0	24,4	27,0	29,2	33,6	37,6
15	-1,5999	20,0870	0,2000	15,0	15,4	16,2	16,8	17,8	20,1	23,4	25,8	27,9	32,0	35,7
16	-1,5531	19,5465	0,1996	14,5	15,0	15,8	16,3	17,3	19,5	22,7	25,1	27,1	30,9	34,3
17	-1,4867	19,1504	0,1991	14,2	14,7	15,4	16,0	16,9	19,2	22,2	24,5	26,4	30,0	33,1
Mujeres														
6	-1,2082	32,6555	0,1226	26,6	27,3	28,3	29,0	30,2	32,7	35,6	37,5	38,9	41,1	42,8
7	-1,3338	32,6746	0,1261	26,6	27,2	28,2	29,0	30,1	32,7	35,8	37,7	39,2	41,7	43,5
8	-1,4422	32,5286	0,1291	26,4	27,0	28,0	28,8	30,0	32,5	35,7	37,7	39,3	41,9	43,9
9	-1,5117	32,1769	0,1310	26,1	26,7	27,7	28,4	29,6	32,2	35,4	37,5	39,1	41,8	43,8
10	-1,5352	31,8470	0,1317	25,8	26,4	27,4	28,1	29,3	31,8	35,0	37,1	38,7	41,4	43,5
11	-1,5267	31,7786	0,1313	25,8	26,4	27,4	28,1	29,2	31,8	35,0	37,0	38,6	41,3	43,3
12	-1,5108	31,8308	0,1303	25,8	26,4	27,4	28,1	29,3	31,8	35,0	37,0	38,6	41,2	43,2
13	-1,4880	31,9318	0,1297	25,9	26,5	27,5	28,2	29,4	31,9	35,1	37,1	38,7	41,3	43,2
14	-1,4593	32,1114	0,1301	26,0	26,7	27,7	28,4	29,6	32,1	35,3	37,3	38,9	41,5	43,5
15	-1,4351	32,3383	0,1310	26,2	26,8	27,8	28,6	29,8	32,3	35,5	37,6	39,2	41,9	43,8
16	-1,4188	32,7036	0,1322	26,4	27,1	28,1	28,9	30,1	32,7	36,0	38,1	39,7	42,4	44,4
17	-1,4062	33,2458	0,1336	26,8	27,5	28,5	29,3	30,5	33,2	36,6	38,8	40,4	43,2	45,3

no específicas puede traer inconsistencias en las predicciones, puesto que existe variaciones en la edad, etnia y el nivel de condición física²³ e inclusive, los cambios acentuados y significativos en el porcentaje de grasa corporal (% GC) en ambos sexos durante el inicio de la pubertad y la adolescencia²⁴ pueden traer consigo sesgos y/o inconsistencias.

Por lo tanto, detectar el exceso de %GC mediante técnicas precisas y confiables a etapas tempranas de la vida, puede reducir la carga de la obesidad durante la edad adulta²⁵. De hecho, durante la rutina cotidiana, puede usarse la antropometría como un método no invasivo para dar una primera estimación aproximada in vivo del %GC de niños y adolescentes. Esta técnica es rápida, barata y simple, y solo requiere un entrenamiento limitado y una evaluación estandarizada para obtener datos confiables²⁶ y son no invasivos, adecuados para uso en la comunidad y fuera de instalaciones fijas²⁷. El segundo objetivo del estudio tuvo fue proponer percentiles para valorar el % GC de niños y adolescentes de la región del Maule, Chile. Se desarrolló percentiles basado en el método LMS para ambas ecuaciones antropométrica por edad y sexo.

El % GC de ambos sexos según edad reflejaron similares patrones de adiposidad en relación a otros estudios cuando se comparó en función del percentil 50^{28,20,16}, siendo similares en ambos sexos hasta los 9 años, para luego en las mujeres sufrir una ligera disminución al inicio de la pubertad y posteriormente un incremento leve a edades más avanzadas. En los hombres se observa una drástica caída a partir de los 10 años hasta los 15 años, para luego estabilizarse.

Los valores de %GC en las mujeres a edades avanzadas (próximas a la adultez) oscilan entre 32 a 34%, y en los hombres entre 19 a 20%. Estos resultados son relativamente similares a los reportados por otros estudios²⁹⁻³⁰. Los que han informado alrededor de 30% para las niñas y el 25% para los niños.

Actualmente, no existe un consenso respecto a los puntos de corte del % GC para definir el sobrepeso u obesidad por edad y sexo en niños y adolescentes, sin embargo, algunas referencias propuestas para edades pediátricas como el informe del CDC para los estados unidos describen en el percentil 50 a los 17 años un 22,6% para hombres y 35,5% para mujeres²⁰, mientras que para la población Mexicana se reportan a los 17 años 26,2% para hombres y 30,9% para las mujeres¹⁶, respectivamente.

En consecuencia, actualmente existe un gran interés en el campo de la salud por el desarrollo de herramientas rápidas y precisas que puedan utilizarse en el seguimiento de estos pacientes³¹ y que permitan estimar el % GC en poblaciones pediátricas, puesto que los percentiles ayudan a centrar su atención médica en el exceso de adiposidad, los que generalmente se asocian con comorbilidades³² como la diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión

y cáncer³³. En general, los percentiles propuestos y sus respectivas categorías, como bajo (<p10, normal entre p10 a p85, sobrepeso (p85 a p95) obesidad (>p95) como lo sugieren algunos estudios^{17,34}, permiten clasificar la adiposidad corporal y a identificar los aumentos en la prevalencia de afecciones asociadas con el sobrepeso y obesidad infantil y adolescente. Por lo tanto, futuros estudios deben preocuparse en identificar los valores ideales del %GC de niños y adolescentes³⁵ y contrastar los puntos de corte con otras investigaciones y realidades.

Los resultados de este estudio pueden tener limitaciones especialmente relacionados al tipo de selección de la muestra, dado que no fue posible efectuar un muestreo probabilístico, lo que impide generalizar los resultados a otras realidades, así como los niveles de actividad física, por lo que se sugiere interpretar los resultados con cautela.

Por otro lado, hasta donde sabemos, esta es la primera vez que se comparan ecuaciones predictivas % GC en un amplio rango de edades en escolares chilenos y las ecuaciones regionales propuesta por Urrea et al¹⁴ previamente fueron validadas a través de un método estándar DXA, lo que garantiza su precisión y exactitud en sus cálculos.

CONCLUSIÓN

En conclusión, se evidenció que las tres ecuaciones extranjeras de Boileau, Slaughter y Deuremberg no son aplicables a la población escolar de la región, además, se desarrolló percentiles utilizando ecuaciones antropométricas para estimar el %GC desde los 6 hasta los 17,9 años. Los resultados sugieren su uso y aplicación en contextos clínicos y epidemiológicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Taylor R, Jones I, Williams S, Goulding A. Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3–18 y. *The American journal of clinical nutrition* 2002; 76(6):1416-21. doi.org/10.1093/ajcn/76.6.1416
2. Hussain Z, Jafar T, uz Zaman M, Parveen R, Saeed F. Correlations of skin fold thickness and validation of prediction equations using DEXA as the gold standard for estimation of body fat composition in Pakistani children. *BMJ open* 2014;4(4). dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004194
3. González-Ruiz K, Medrano M, Correa-Bautista JE, García-Hermoso A, Prieto-Benavides DH, Tordecilla-Sanders A, Agostinis-Sobrinho C, Correa-Rodríguez M, Schmidt Rio-Valle J, González-Jiménez E, Ramírez-Vélez R. Comparison of bioelectrical impedance analysis, slaughter skinfold-thickness equations, and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating body fat percentage in Colombian children and adolescents with excess of adiposity. *Nutrients*. 2018; 10(8): 1086. doi: 10.3390/nu10081086.

4. Boileau A, Lohman T, Slaughter M. Exercise and body composition in children and youth. *Scan. J. Sports Sci* 1985;7:17-27. 48
5. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, Van Loan M, Bembien D. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human biology* 1988:709-23.
6. Deurenberg P, Weststrate J, Seidell J. Body mass index as a measure of body fatness: age-and sex-specific prediction formulas. *British journal of nutrition* 1991;65(2):105-114. doi:10.1079/BJN19910073
7. Gatica-Mandiola P, Vargas-Vitoria R, Jirón Amaro O, Herrera Blanco M, Duarte Farfán C, Gómez-Campos R, Martínez Salazar C, Vargas Valdes DI, Luna Seguel DP, Cossio-Bolaños M. Cambios en la adiposidad corporal de adolescentes escolares (1997-2007). *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria* 2013;33(3):23-9. doi: 10.12873/333bodyfat
8. Cossio-Bolaños M, Vilchez-Avaca C, Contreras-Mellado V, Andruske CL, Gómez-Campos R. Changes in abdominal obesity in Chilean university students stratified by body mass index. *BMC Public Health* 2015;16(1):1-6. doi:10.1186/s12889-015-2587-3
9. Brannsether B, Roelants M, Bjerknes R, Juliusson PB. References and cutoffs for triceps and subscapular skinfolds in Norwegian children 4–16 years of age. *European journal of clinical nutrition* 2013;67(9):928-33. https://doi.org/10.1038/ejcn.2013.91
10. Cossio-Bolaños M, De Arruda M, Andruske CL, Luarte-Rocha C, Gómez-Campos R. Secular trends of physical growth and abdominal adiposity of school children and adolescents living at a moderate altitude in Peru. *American journal of physical anthropology* 2017;162(2):385-92. doi.org/10.1002/ajpa.23121.
11. Sedlak P, Pařízková J, Procházková L, Cvrčková L, Dvořáková H. Secular changes of adiposity in Czech children aged from 3 to 6 years: latent obesity in preschool age. *BioMed research international* 2017. doi.org/10.1155/2017/2478461
12. Gomula A, Nowak-Szczepanska N, Suder A, Ignasiak Z, Koziel S. Secular trends in adiposity within the context of changes in BMI across developmental periods among Polish schoolchildren—application of the Slaughter equation. *European Journal of Clinical Nutrition* 2021;75(1):49-56. doi.org/10.1038/s41430-020-0675-7
13. Cornier M, Després J, Davis N, Grossniklaus D, Klein S, Lamarche B, Lopez-Jimenez F, Rao G, St-Onge M, Towfighi A, Poirier P. American Heart Association Obesity Committee of the Council on Nutrition; Physical Activity and Metabolism; Council on Arteriosclerosis; Thrombosis and Vascular Biology; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; Council on Cardiovascular Nursing, Council on Epidemiology and Prevention; Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Stroke Council. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2011;124(18):1996-2019. doi: 10.1161/CIR.0b013e318233bc6a.
14. Urra-Albornoz C, Cossio-Bolaños M, Urzua-Alul L, Marquez de Moraes A, Lazari E, Cossio Bolaños W, Castelli Correia de Campos L, Luarte Rocha C, Gómez-Campos R. Desarrollo de ecuaciones antropométricas para predecir el porcentaje de grasa corporal total en niños y adolescentes chilenos. *Nutr Hospitalar* 2021. En prensa.
15. Ross W, Marfell-Jones M. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Geeny HJ. (Eds.), *Physiological testing of eliteathlete*. London: Human Kinetics 1991; 223:308–314.
16. Costa-Urrutia P, Vizuet-Gámez A, Ramirez-Alcántara M, Guillen-González MÁ, Medina-Contreras O, Valdes-Moreno M, Musalem-Younes C, Solares-Tlapechco J, Granados J, Franco-Trecu V, Rodriguez-Arellano ME. Obesity measured as percent body fat, relationship with body mass index, and percentile curves for Mexican pediatric population. *PloS one* 2019;14(2):e0212792.. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212792.
17. Cole T, Bellizzi M, Flegal K, Dietz W. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj* 2000;320(7244):1240. doi.org/10.1136/bmj.320.72.44.1240
18. Pan H, Cole T. LMS Chartmaker. (2006). Available online at: <http://www.healthforallchildren.co.uk> (accessed March 28, 2015).
19. Thibault R, Genton L, Pichard C. Body composition: why, when and for who?. *Clinical nutrition* 2012;31(4):435-47. doi.org/10.1016/j.clnu.2011.12.011
20. Ogden C, Li Y, Freedman D, Borrud L, Flegal K. Smoothed percentage body fat percentiles for U.S. children and adolescents, 1999-2004. *Natl Health Stat Report* 2011;(43):1-7. PMID: 22164513.
21. Deurenberg P, Deurenberg-Yap M. Validity of body composition methods across ethnic population groups. *Acta diabetologica* 2003;40(1):246-9. doi.org/10.1007/s00592-003-0077-z
22. Heyward VH, Wagner DR. Applied body composition assessment. *Human Kinetics* 2004.
23. Yendo S. Hidrodensitometría y pletismografía de desplazamiento de aire. *Composición Corporal*. Mexico, DF: McGraw-Hill. 2007: 17-34.
24. Santos L, Santos I, Matijasevich A, Barros A. Changes in overall and regional body fatness from childhood to early adolescence. *Scientific reports* 2019;9(1):1-7. doi.org/10.1038/s41598-019-38486-x
25. Ripka W, Orsso C, Haqq A, Prado C, Ulbricht L, Leite N. Validity and accuracy of body fat prediction equations using anthropometrics measurements in adolescents. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2020;19:1-8. doi.org/10.1007/s40519-020-00918-3
26. Moreno L, Joyanes M, Mesana M, González-Gross M, Gil C, Sarría A, Gutierrez A, Garaulet M, Perez-Prieto R, Bueno M, Marcos A. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition* 2003; 19(6):481-6. doi.org/10.1016/S0899-9007(03)00040-6.
27. Sen B, Bose K, Shaikh S, Mahalanabis D. Prediction equations for body-fat percentage in Indian infants and young children using skinfold thickness and mid-arm circumference. *Journal of health, population, and nutrition* 2010; 28(3): 221–229. https://doi.org/10.3329/jhpn.v28i3.5548

28. McCarthy H, Cole T, Fry T, Jebb S, Prentice A. Body fat reference curves for children. *Int J Obes* 2006;30: 598–602. [dx.doi.org/10.1136/jech.2009.102319](https://doi.org/10.1136/jech.2009.102319)
29. Mueller W, Harrist R, Doyle S, Labarthe D. Percentiles of body composition from bioelectrical impedance and body measurements in US adolescents 8–17 years old: Project HeartBeat!. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association* 2004;16(2):135-50. doi.org/10.1002/ajhb.20002
30. Going S, Lohman T, Cussler E, Williams D, Morrison J, Horn P. Percent body fat and chronic disease risk factors in US children and youth. *American journal of preventive medicine*. 2011; 41(4):77-86. doi.org/10.1016/j.amepre.2011.07.006
31. Cortés-Castell E, Juste M, Palazón-Bru A, Monge L, Sánchez-Ferrer F, Rizo-Baeza MM. A simple equation to estimate body fat percentage in children with overweightness or obesity: a retrospective study. *PeerJ* 2017;5:3238. [doi: 10.7717/peerj.3238](https://doi.org/10.7717/peerj.3238).
32. Gregg E, Cheng Y, Cadwell B, Imperatore G, Williams D, Flegal K, Narayan K, Williamson D. Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in US adults. *Jama* 2005;293(15):1868-74. [doi:10.1001/jama.293.15.1868](https://doi.org/10.1001/jama.293.15.1868)
33. Gade W, Schmit J, Collins M, Gade J. Beyond obesity: the diagnosis and pathophysiology of metabolic syndrome. *American Society for Clinical Laboratory Science* 2010;23(1):51-61. doi.org/10.29074/ascls.23.1.51
34. Kuczmarski R. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics; 2002.
35. Wang L, Hui S. Diagnostic accuracy of different body weight and height-based definitions of childhood obesity in identifying over-fat among Chinese children and adolescents: a cross-sectional study. *BMC public health* 2015;15(1):1-7. doi.org/10.1186/s12889-015-2152-0