

Original

Masa grasa por edad cronológica y biológica: Comparación de dos ecuaciones de regresión en niños y adolescentes

Paz Pezoa Fuentes¹, Camilo Urra Alborno¹, José Sullá-Torres², Sebastián Vega-Novoa³,
Javiera Cáceres Bahamondes³, Fernando Alvear Vasquez⁴, Marco Cossio-Bolaños¹, Rossana Gómez-Campos⁵

¹Doctorado en Ciencias de la Actividad Física. Universidad Católica del Maule. Talca. Chile. ²Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa. Perú. ³Grupo de Investigación EFISAL. Universidad Autónoma de Chile. Talca. Chile. ⁴Universidad de Valencia. Valencia. España. ⁵Departamento de Diversidad e Inclusividad Educativa. Universidad Católica del Maule. Talca. Chile.

Resumen

Fundamentos: Durante la infancia y la adolescencia, es importante controlar el tejido adiposo intra-abdominal, ya que durante el crecimiento y desarrollo se producen cambios significativos en la composición corporal. Los objetivos del estudio fueron comparar la masa grasa (MG) entre dos ecuaciones, basada por edad cronológica y por estado de madurez y verificar los pliegues cutáneos que mejor predicen la Masa Grasa de ambas ecuaciones.

Métodos: Se efectuó un estudio descriptivo correlacional en 346 niños y adolescentes de Talca (Chile). La selección de la muestra fue probabilística (estratificada). Se evaluó la edad, peso, estatura de pie, estatura sentada, circunferencia de la Cintura (CC) y cinco pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular, suprailíaco y abdominal). Se calculó el estado de madurez por medio del pico de velocidad de crecimiento (APVC). Se calculó la MG por medio de dos ecuaciones (una basada en la edad cronológica EC y CC y la otra por estado de Madurez (APVC y CC) para ambos sexos.

Resultados: No hubo diferencias significativas entre ambas ecuaciones cuando se calculó la MG en ambos sexos ($p > 0,05$). Los pliegues cutáneos (bíceps, tricipital, subescapular, supra ilíaco, abdominal, sumatoria de dos, tres y cinco pliegues) mostraron similares coeficientes de determinación, tanto por la ecuación por EC ($R^2 = 23$ a 48%), como por la ecuación por APVC ($R^2 = 39$ a 69%). Las prevalencias en las categorías de MG estimadas por ambas ecuaciones fueron similares en hombres ($X^2 = 1,01$, GL: 2, $p = 0,60$) y en mujeres ($X^2 = 0,44$, GL: 2, $p = 0,80$).

Conclusiones: Ambas ecuaciones de regresión que estiman la MG, tanto por EC y estado de madurez (APVC) son útiles para niños y adolescentes chilenos. Los resultados sugieren el uso y aplicación para evaluar la acumulación de tejido adiposo en contextos clínicos y epidemiológicos.

Palabras clave: Masa grasa. Niños. Adolescentes. Maduración. Ecuaciones.

FAT MASS BY CHRONOLOGICAL AND BIOLOGICAL AGE: COMPARISON OF TWO REGRESSION EQUATIONS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Abstract

Background: During childhood and adolescence, it is important to control intra-abdominal adipose tissue, since significant changes in body composition occur during growth and development. The objectives of the study were to compare fat mass (FM) between two equations, based on chronological age and maturity stage, and to verify the skin folds that best predict Fat Mass of both equations.

Methods: A descriptive correlational study was carried out in 346 children and adolescents from Talca (Chile). The selection of the sample was probabilistic (stratified). Age, weight, standing height, sitting height, waist circumference (WC) and five skinfolds (bicipital, tricipital, subscapular, suprailiac and abdominal) were evaluated. The state of maturity was calculated by means of the peak growth rate (APHV). MG was calculated using two equations (one based on chronological age CA and WC and the other based on APHV and WC) for both sexes.

Results: There were no significant differences between both equations when MG was calculated in both sexes ($p > 0,05$). The skin folds (biceps, tricipital, subscapular, supra iliac, abdominal, sum of two, three and five folds) showed similar coefficients of determination, both by the CA equation ($R^2 = 23$ to 48%), and by the equation by APHV ($R^2 = 39$ to 69%). The prevalence's in the FM categories estimated by both equations were similar in men ($X^2 = 1.01$, GL: 2, $p = 0.60$) and in women ($X^2 = 0.44$, GL: 2, $p = 0.80$).

Conclusions: Both regression equations that estimate FM, both by CA and maturity stage (APHV) are useful for Chilean children and adolescents. The results suggest the use and application to evaluate the accumulation of adipose tissue in clinical and epidemiological contexts.

Key words: Fat mass. Children. Adolescents. Maturation. Equations.

Correspondencia: Rossana Gómez-Campos.
Universidad Católica del Maule.
Talca. Chile.
E-mail: rossanaicamp@gmail.com

Fecha envío: 04/08/2020.
Fecha aceptación: 26/02/2021.

Introducción

En los últimos años el interés por estudiar la Masa Grasa (MG) se ha incrementado debido a la presencia del sobrepeso, obesidad y trastornos de alimentación en niños y adolescentes de diversas poblaciones del mundo¹⁻³.

En general, varios estudios han demostrado que en niños obesos, la acumulación temprana de tejido adiposo intraabdominal en la infancia es relevante, ya que hay una relación significativa con la adversidad a la salud, en la que se incluye la dislipidemia, resistencia a la insulina, diabetes de tipo 2, hipertensión, hiperlipidemia⁴⁻⁶, entre otros factores.

En consecuencia, la tendencia por encontrar métodos sencillos para categorizar la MG y analizar los cambios del tejido adiposo según edad y sexo, se han ido incrementando ostensiblemente a lo largo de los años⁷. En ese sentido, varios estudios fueron desarrollados con la intención de proponer modelos de predicción a partir de pliegues cutáneos⁸, indicadores antropométricos⁹ y por medio de métodos de laboratorio, como el pesaje hidrostático, conductividad eléctrica, bioimpedancia eléctrica, dilución de isótopos, conteo de potasio 40 y la absorciometría dual de rayos X (*dual energy X-ray absorptiometry*; DXA)¹⁰.

La mayoría de los estudios de campo efectuados en niños y adolescentes que buscan estudiar e identificar la magnitud y las consecuencias de salud relacionadas con el sobrepeso y la obesidad, por lo general usan índices antropométricos^{9,11,12} y ecuaciones de predicción para estimar la adiposidad corporal de niños y adolescentes¹³⁻¹⁵. A menudo estas propuestas se basan en la edad cronológica, a pesar de que es ampliamente conocido, que durante la adolescencia se producen grandes variaciones anatómicas, fisiológicas, psicológicas, cognitivas y emocionales¹⁶, lo que evidentemente reflejan variaciones individuales entre sujetos con una misma edad cronológica¹⁷.

Recientemente en Chile fue publicado un estudio que propone ecuaciones para predecir la MG de niños y adolescentes en función de la edad cronológica y biológica¹⁸. Estas ecuaciones son de gran utilidad y sirven para diagnosticar, clasificar, monitorizar y controlar el riesgo de la salud asociado con el sobrepeso y la obesidad en edades escolares.

Por lo tanto, con el objetivo de verificar la aplicabilidad de ambas ecuaciones e identificar los pliegues cutáneos que más se relacionan con dichas ecuaciones, este estudio hipotetiza que es probable que exista diferencias entre las ecuaciones que predicen la MG por edad cronológica y biológica y es posible que los pliegues cutáneos de la región central del cuerpo sean determinantes en la MG de ambas ecuaciones.

Los objetivos de este estudio fueron: Comparar la MG entre dos ecuaciones, basada por edad cronológica y por edad biológica y verificar los pliegues cutáneos que mejor predicen la Masa Grasa de ambas ecuaciones.

Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio descriptivo correlacional en 346 niños y adolescentes de Talca (Chile). La selección de la muestra fue probabilística (estratificada). Se determinó 346 sujetos (11,2%) de una población de 3100 escolares. El tamaño muestra se estimó a un nivel de confianza del 95%, con un margen de error de 5%.

Los escolares estudiados están comprendidos desde los 6,0 hasta los 16,9 años. Todos los sujetos provienen de seis Colegios Municipales. Por lo general estos escolares son de condición socioeconómica media y realizan clases de Educación Física una vez por semana.

Se incluyeron en el estudio a los que habían firmado el consentimiento y asentimiento. Fueron excluidos los sujetos que estaban fuera del rango de edad establecido (menores de 5 años y mayores de 17 años) y los que tuvieron algún tipo de dificultad física que impedía la evaluación antropométrica. Todo el protocolo de evaluación se llevó a cabo bajo la Declaración de Helsinki y el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Chile (Chile).

Procedimientos

Se diseñó una estrategia de trabajo para la recolección de datos en los seis Colegios. Esta implicó organizar estaciones de trabajo en cada uno de los Colegios para recolectar el peso, estatura, estatura sentada, circunferencia de la cintura y pliegues cutáneos. Todas las actividades recolección de datos se efectuó entre abril y mayo del 2015.

La edad cronológica se determinó por medio de la fecha de nacimiento y la fecha de la evaluación. Para la evaluación de las variables antropométricas se utilizó el protocolo propuesto por Ross y Marfell-Jones¹⁹. El peso corporal (kg) fue evaluado por medio de una balanza (Tanita, Ltda. Reino Unido), con una precisión de 100 g y con una escala 0-150 kg. Ambas estaturas, de pie y sentada se midió por medio de un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania) con una precisión de 0,1 mm. Para la estatura sentada se utilizó un banco de madera portátil con una altura de 50 cm. La circunferencia de la cintura CC (cm) se evaluó en el punto medio entre las costillas inferiores y la parte superior de la cresta iliaca con una cinta métrica de metal (Seca) y graduada en milímetros y con una precisión de 0,1 cm. Los cinco pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular, suprailiaco y abdominal) fueron medidos en el lado derecho del cuerpo. Se utilizó un adipómetro Harpenden (British Indicators, Ltd., London) con una presión constante de 10 g/mm².

Se calculó el Índice de Masa Corporal IMC por medio de la fórmula: $IMC = \text{Peso(kg)} / \text{estatura}^2(\text{m})$. Los años de Pico de Velocidad de Crecimiento fue estimado por medio de la ecuación propuesta por Mirwald, Baxter-Jones, Bailey y Beunen²⁰. Esta ecuación indica el estado de madurez de acuerdo a variables antropométricas



Tabla I
Ecuaciones de regresión para estimar la Masa Grasa MG para ambos géneros

N°	Ecuaciones	Género
Ecuación por edad cronológica	MG = -22,059 - (0,45 * edad) + 0,573 * CC)	Hombres
	MG = -26,329 + (0,362 * edad) + (0,58 * CC)	Mujeres
Ecuación por APVC	MG = -29,401 - (0,65 * APVC) + (0,558 * CC);	Hombres
	MG = -19,779 + (0,459 * APVC) + (0,521 * CC)	Mujeres

MG = Masa Grasa. CC = Circunferencia de la Cintura. APVC = Años de Pico de Velocidad de Crecimiento.

medidas transversalmente. Esta técnica es conocida como maduración somática. La Masa Grasa MG se calculó a través de las ecuaciones propuestas por Cossio-Bolaños et al.¹⁸. La tabla I, muestra las ecuaciones utilizadas para ambos géneros.

R²adjust, Error Estándar de Estimación y la probabilidad. Las prevalencias de entre categorías de MG se verificaron por medio de X². En todos los casos se adoptó el nivel de significancia de p<0.05. Los cálculos se efectuaron inicialmente en planillas de Excel, y posteriormente en SPSS 18.0.

Análisis estadístico

La prueba de Kolmogorov-Smirnov se utilizó para verificar la normalidad de los datos. Posteriormente se calculó la estadística descriptiva de media aritmética, desviación estándar y rango. Las diferencias entre géneros se verificaron por medio del test t para muestras independientes. Las relaciones entre variables se efectuaron por medio del coeficiente de Pearson (r). El análisis de regresión lineal se llevó a cabo por pasos. Se calculó

Resultados

Las variables que caracterizan a la muestra estudiada se pueden observar en la tabla II. Los hombres presentaron mayor peso, estatura, circunferencia de la cintura y APVC en relación a las mujeres (p < 0,05). Por el contrario, las mujeres reflejaron mayor tejido adiposo en los cinco pliegues cutáneos en relación a los hombres (p < 0,05). No se observó diferencias en la edad cronológica,

Tabla II
Características antropométricas de la muestra estudiada

Variables	Hombres				Mujeres				p	Total			
	X	DE	Min	Máx	X	DE	Min	Máx		X	DE	Min	Máx
Edad (años)	12,9	3,2	6,1	17,0	12,8	3,2	6,1	16,9	0,790	12,8	3,2	6,1	17,0
Edad (APVC)	14,9	0,77	13,05	16,62	11,56*	0,35	11,06	11,99	0,000	13,24	0,56	12,05	14,30
<i>Antropometría</i>													
Peso (kg)	51,7	16,4	19,2	90,5	48,8*	13,4	17,6	68,6	0,710	50,5	15,3	17,6	90,5
Estatura pie (cm)	154,7	18,5	110,6	195,5	150,9*	15,0	109,0	170,0	0,450	153,1	17,3	109,0	196,0
Estatura sentada (cm)	81,0	9,7	57,7	101,0	79,1	8,1	57,5	94,0	0,660	80,2	9,1	57,5	101,0
IMC (kg/m ²)	21,0	3,4	12,0	33,9	20,9	2,7	13,3	29,6	0,850	20,9	3,1	12,0	33,9
CC (cm)	71,2	9,2	50,4	100,0	68,8*	8,1	52,0	82,2	0,010	70,2	8,8	50,4	100,0
<i>Pliegues cutáneos (mm)</i>													
Bíceps	7,1	4,0	2,8	27,0	9,0*	2,5	2,4	15,0	0,000	7,9	3,6	2,4	27,0
Tríceps	12,0	5,6	4,4	39,0	16,5*	4,7	5,8	27,0	0,000	13,8	5,7	4,4	39,0
Subescapular	10,2	5,2	4,2	33,0	13,9*	5,0	4,4	29,0	0,000	11,7	5,4	4,2	33,0
Suprailíaco	12,0	7,9	2,5	51,0	15,6*	6,2	4,2	30,0	0,000	13,4	7,4	2,5	51,0
Abdominal	15,8	9,0	4,0	42,2	20,9*	6,8	5,0	35,0	0,000	17,9	8,6	4,0	42,2
Σ [2 pliegues (Bi+Tr)]	19,1	9,2	7,2	64,0	25,6*	6,6	10,0	38,2	0,000	21,7	8,8	7,2	64,0
Σ [3 pliegues (Se+Si+Ab)]	37,4	19,6	13,5	106,6	50,4*	16,9	15,3	82,4	0,000	42,7	19,5	13,0	106,0
Σ [5 Pliegues (Bi+Tr+Se+Si+Ab)]	56,5	27,8	22,6	154,0	76,0*	22,7	27,3	120,2	0,000	64,4	27,5	22,2	154,0
<i>Masa grasa (kg)</i>													
Ecuación (EC)	12,9	4,5	2,6	30,3	16,6*	5,4	4,8	25,6	0,000	14,4	5,2	2,6	30,3
Estudio (APVC)	12,9	4,5	3,0	30,1	16,8*	5,6	4,7	26,2	0,000	14,4	5,3	3,0	30,1

IMC = Índice de Masa Corporal. CC = Circunferencia Cintura. Bi = Bíceps. Tr = Tríceps. Se = Subescapular. Si = Suprailíaco. Ab = Abdominal. EC = Edad Cronológica. APVC = Años de Pico de Velocidad de Crecimiento



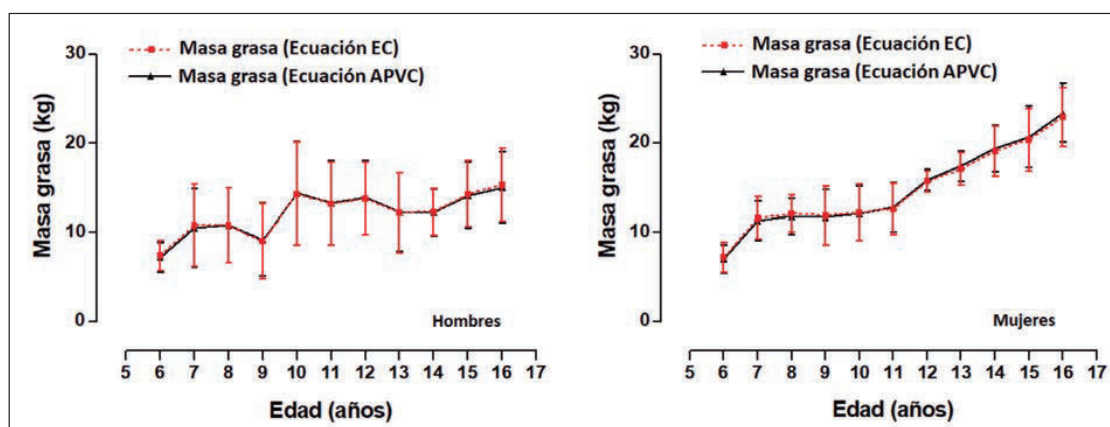


Fig. 1.—Comparación de la Masa Grasa estimada por dos ecuaciones de regresión (EC y APVC). * = $p < 0,05$. EC = Edad cronológica, APVC = Años de Pico de Velocidad de Crecimiento.

estatura sentada e IMC ($p > 0,05$). En las comparaciones de la masa grasa por ambas ecuaciones hubo diferencias significativas. Las mujeres presentaron mayor MG por la ecuación 1 (edad cronológica) y 2 (APVC) en relación a los hombres ($p < 0,05$).

Las comparaciones entre ambas ecuaciones que estiman la MG en hombres y mujeres se observan en la figura 1. En todas las edades no hubo diferencias significativas (6 a 16 años) entre ambas ecuaciones ($p > 0,05$). En general, se observó patrones similares de MG en ambos sexos.

Las relaciones entre los pliegues cutáneos con la MG determinada por dos ecuaciones de regresión se observan

en la tabla III. Nótese que la ecuación 1 (basada en edad cronológica y la CC) y la ecuación 2 (basada en APVC y CC) presentaron correlaciones relativamente similares. Ambas ecuaciones reflejaron valores de R^2 que explican en hombres desde 23 a 48% y en mujeres desde 39 a 69%.

La figura 2 muestra las comparaciones entre las categorías de MG determinadas por ambas ecuaciones (ecuación por EC y ecuación por APVC). No hubo diferencias significativas en hombres ($X^2 = 1,01$, GL: 2, $p = 0,60$) y en mujeres ($X^2 = 0,44$, GL: 2, $p = 0,80$). Ambas ecuaciones identificaron similares prevalencias en las categorías de MG, tanto para hombres, como para mujeres.

Tabla III
Relación de los Pliegues cutáneos con la MG en niños y adolescentes

Variables	Hombres (n = 207)				Mujeres (n = 139)			
	R	R ²	EEE	p	R	R ²	EEE	p
Ecuación 1 (EC)								
Bíceps	0,48	0,23	3,99	0,000	0,64	0,41	4,18	0,000
Tríceps	0,52	0,27	3,87	0,000	0,74	0,55	3,66	0,000
Subescapular	0,69	0,47	3,3	0,000	0,79	0,62	3,34	0,000
Suprailiaco	0,59	0,35	3,63	0,000	0,79	0,62	3,35	0,000
Abdominal	0,56	0,32	3,68	0,000	0,76	0,57	3,55	0,000
Σ [2 pliegues (Bi+Tr)]	0,53	0,28	3,85	0,000	0,76	0,58	3,52	0,000
Σ [3 pliegues (Se+Si+Ab)]	0,63	0,39	3,54	0,000	0,82	0,68	3,07	0,000
Σ [5 pliegues (Bi+Tr+Se+Si+Ab)]	0,64	0,41	3,42	0,000	0,83	0,69	3,02	0,000
Ecuación 2 (APVC)								
Bíceps	0,43	0,24	3,91	0,000	0,63	0,39	4,37	0,000
Tríceps	0,54	0,29	3,79	0,000	0,74	0,54	3,8	0,000
Subescapular	0,7	0,48	3,23	0,000	0,79	0,62	3,47	0,040
Suprailiaco	0,6	0,36	3,54	0,000	0,78	0,61	3,52	0,000
Abdominal	0,58	0,33	3,61	0,060	0,75	0,56	3,71	0,060
Σ [2 pliegues (Bi+Tr)]	0,54	0,3	3,77	0,000	0,76	0,57	3,68	0,000
Σ [3 pliegues (Se+Si+Ab)]	0,64	0,41	3,45	0,000	0,82	0,67	3,23	0,000
Σ [5 pliegues (Bi+Tr+Se+Si+Ab)]	0,66	0,43	3,32	0,000	0,82	0,68	3,18	0,000

EC = Edad cronológica. APVC = Años de Pico de Velocidad de Crecimiento. Bi = Bíceps. Tr = Tríceps. Se = Subescapular. Si = Suprailiaco. Ab = Abdominal. EEE= Error Estándar de Estimación.

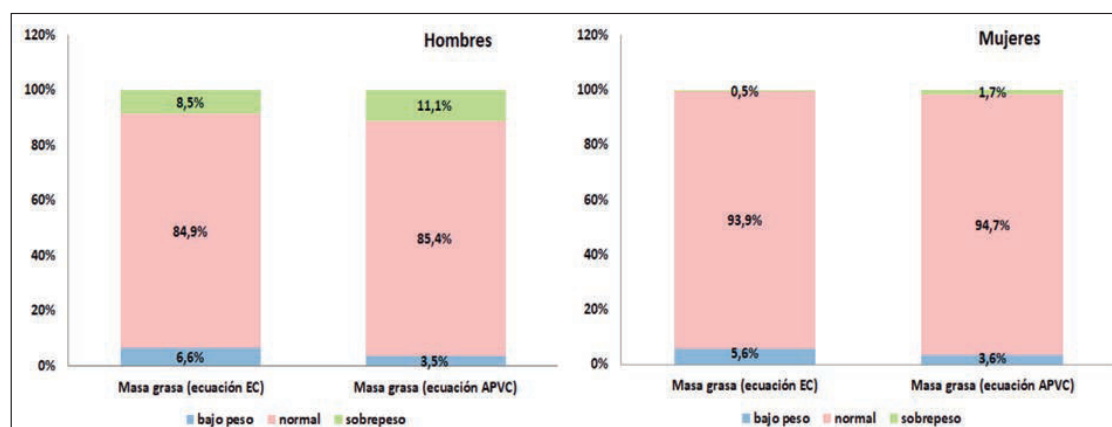


Fig. 2.—Comparación de la prevalencia de las categorías de Masa Grasa estimada por dos ecuaciones de regresión (EC y APVC).

Discusión

Este estudio ha verificado que no hubo diferencias significativas entre ambas ecuaciones que estiman la MG de niños y adolescentes. Ambas ecuaciones que evalúan la MG, tanto, por EC y APVC mostraron similares asociaciones con los pliegues cutáneos del brazo y la región central del cuerpo, inclusive, tras las comparaciones de las prevalencias de MG por ambas ecuaciones no se observó diferencias significativas en hombres y en mujeres.

Esto demuestra evidentemente que ambas ecuaciones son útiles para estimar la MG de niños y adolescentes chilenos, independientemente del control del estado de madurez. De hecho, durante el proceso de crecimiento y maduración biológica, la pubertad, es el periodo que está marcado por el surgimiento de las características sexuales secundarias, estirón de crecimiento y modificaciones en la composición corporal²¹, por lo que es necesario controlar el estado de madurez, al menos durante la adolescencia. Sin embargo, al parecer en esta muestra estudiada no ocurrió este comportamiento, a pesar de que la literatura destaca que la cronología en intensidad y duración a lo largo de la pubertad son específicas para cada adolescente y pueden variar considerablemente entre ellos²².

En esencia, tras los resultados obtenidos en este estudio, esta investigación sugiere un estricto análisis y selección minuciosa de las ecuaciones que predicen la composición corporal y específicamente de la MG en poblaciones escolares, por lo que las técnicas que se basan en la edad cronológica y estado de madurez, deben presentar valores referenciales específicas para cada edad y sexo. Pues esta información puede evitar la sobreestimación y subestimación de las prevalencias de MG. Por ello, es necesario evaluar y monitorizar el estado nutricional por medio de técnicas no invasivas que permitan identificar el inicio de la pubertad¹⁶ y/o ajustar a la edad cronológica específica.

La estimación correcta de la composición corporal en los sujetos adolescentes cobra gran relevancia en rela-

ción con la evaluación del estado nutricional y en particular con el incremento en la prevalencia de la obesidad y la comorbilidad sobre la salud²³. En ese sentido, el uso de una ecuación para estimar la adiposidad corporal debe estar determinado por el control de la EC y el estado de madurez, por lo que estudios futuros deben tomar cuidado al seleccionar las ecuaciones, ya que las ecuaciones de regresión que no incluyen la EC y/o estado de madurez en sus modelos podrían sobreestimar los valores de la MG debido a las diferencias de maduración entre individuos²⁴.

Estos hallazgos, señalan que es necesario continuar investigando sobre técnicas que estiman la MG, y especialmente las que tienen relación con la precisión, exactitud, reproducibilidad en escolares de Chile. Pues el exceso de adiposidad corporal representa en la actualidad uno de los principales problemas de salud pública que afecta a todos los grupos de edad y a ambos sexos, independientemente del origen étnico, cultural o socio-económico²⁵ y especialmente en Chile, ya que se ha cobrado mayor importancia en el último tiempo, debido al aumento en la prevalencia de sobrepeso, obesidad, un elevado nivel de sedentarismo y un alto porcentaje de adolescentes con un nivel de actividad física y condición física por debajo del recomendado²⁶.

Este estudio presenta algunas potencialidades relacionadas con la selección de la muestra, dada las características de la selección de la muestra es factible la generalización de estos resultados a otros contextos, además, brinda información relevante respecto a los pliegues cutáneos, puesto que futuros estudios deben considerar en sus modelos de predicción los pliegues cutáneos de la región central del cuerpo para predecir el % de grasa y la MG. Algunas debilidades del estudio, están en estrecha relación con el tipo de estudio transversal, puesto es necesario desarrollar a futuro estudios longitudinales para confirmar estos hallazgos, así como comparar con otras ecuaciones de regresión que estimen la MG en muestras de niños y adolescentes.



En consecuencia, este estudio concluye que ambas ecuaciones de regresión que estiman la MG, tanto por EC y estado de madurez (APVC) son útiles para niños y adolescentes chilenos. Los resultados sugieren el uso y aplicación de ambas técnicas para diagnosticar, clasificar y monitorizar la acumulación de tejido adiposo en contextos clínicos y epidemiológicos.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración prestada por la dirección de los colegios y el personal administrativo.

Referencias

- Nicholls D, Wells JC, Singhal A, Stanhope R. Body composition in early onset eating disorders. *Eur J Clin Nutr.* 2002; 56: 857-65. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601403
- Alzate DA, Ramos Bermúdez S, Melo-Betancourt, L. Tejido adiposo en escolares entre 7 y 18 años de edad. *Hacia la Promoción de la Salud.* 2011; 16(2): 85-96.
- Alarcón MH, Lancellotti DA, Pedreros AR, Bugueño CA, Munizaga, RA. Estado nutricional y composición corporal en escolares de La Serena, Chile. *Rev Chil Nutr.* 2016; 43(2): 138-45. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000200005>.
- Caprio S, Hyman LD, McCarthy S, Lange R, Bronson M, Tamborlane WV. Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intraabdominal fat depot. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64: 12-7. <https://doi.org/10.1093/ajcn/64.1.12>
- Freedman DS, Katzmarzyk PT, Dietz WH, Srinivasa SR, Berenson GS. Relation of body mass index and skinfold thicknesses to cardiovascular disease risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 2009; 90(1): 210-6. doi: 10.3945/ajcn.2009.27525
- Friedemann C, Heneghan C, Mahtani K, Thompson M, Perera R, Ward AM. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2012; 345: e4759. doi: 10.1136/bmj.e4759.
- Wells J, Williams JE, Chomtho S, Darch T, Grijalva-Eternod C, Kennedy K, et al. Body-composition reference data for simple and reference techniques and a 4-component model: Anew UK reference child. *Am J Clin Nutr.* 2012; 96(6): 1316-26. doi.org/10.3945/ajcn.112.036970.
- Goran MI. Measurement Issues Related to Studies of Childhood Obesity: Assessment of Body Composition, Body Fat Distribution, Physical Activity, and Food Intake. *Pediatrics.* 1998; 101: 505-18.
- Savva SC, Lamnisos D, Kafatos AG. Predicting cardiometabolic risk: waist-to-height ratio or BMI. A meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2013; 6: 403-19. doi: 10.2147/DMSO.S34220.
- Silva AM, Minderico CS, Teixeira PJ, Pietrobelli A, Sardinha L. Body fat measurement in adolescent athletes: Multicompartment molecular model comparison. *Eur J Clin Nutr.* 2006; 60(8): 955-64. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602405
- Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Body Fat Percentile Curves for U.S. Children and Adolescents. *Am J Prev Med.* 2011; 41(2): 87-92. doi: 10.1016/j.amepre.2011.06.044.
- Nagy P, Kovacs E, Moreno LA, Veidebaum T, Tornaritis M, Kourides Y, et al. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond).* 2014; 38(2): 15-25.
- Lohman TG. Dual energy X-ray absorptiometry. *Human Body Composition.* 1996; 63-78.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988; 60(5): 709-23.
- Urrejola P, Hernández MI, Icaza MG, Velandia S, Reyes ML, Hodgson I. Estimación de masa grasa en niños chilenos: ecuaciones de pliegues subcutáneos vs densitometría de doble fotón. *Rev Chil Pediatr.* 2011; 82(6): 502-511. doi: 10.4067/S0370-41062011000600004.
- Portella D, Arruda M, Gómez-Campos R, Checkin-Portella G, Andruske C, Cossio-Bolaños MA. Physical Growth and Biological Maturation of Children and Adolescents: Proposed Reference Curves. *Ann Nutr Metab.* 2017; 70: 329-37. doi: 10.1159/000475998.
- Juliano-Burns S, Mirwald RL, Bailey DA. Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *Am J Hum Biol.* 2001; 13: 1-8. doi:10.1002/1520-6300(200101/02)13:1<1::AID-AJHB1000>3.0.CO;2-S.
- Cossio-Bolaños M, Arruda M, Sulla-Torres J, Urra Albornoiz C, Gómez-Campos R. Desarrollo de ecuaciones y propuesta de valores referenciales para estimar la masa grasa de niños y adolescentes chilenos. *Arch Argent Pediatr.* 2017; 115(5): 453-61.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. En: Physiological testing of the high-performance athlete. Champaign, IL: Human Kinetic, 1991, 223-308 p.
- Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(4): 689-94.
- Chipkevitch E. Avaliação clínica da maturação sexual na adolescência. *J Pediatr (Rio J).* 2001; 77(2): 135-42.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth maturation and physical activity, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
- Alvero-Cruz JR, Álvarez-Carnero E, Fernández-García JC, Barrera-Expósito J, Ordóñez FJ, Rosety-Rodríguez M. Estimaciones de la masa grasa y la masa muscular por métodos antropométricos y de bioimpedancia eléctrica. *Salud(i)Ciencia.* 2013; 20: 235-40.
- Tanner JM. Foetus Into Man. Physical Growth from Conception to Maturity. London, Castlemead Publications, 1989, 6-23.
- Martínez JI, Dipierri JE, Bejarano I, Quispe Y, Alfaro E. Variación de la masa corporal grasa por antropometría y bioimpedancia en escolares jujeños. *Revista Argentina de Antropología biológica.* 2018; 20(1). doi:10.17139/raab.2018.0020.01.05.
- Garber MD, Sajuria M, Lobelo F. Geographical Variation in Health-Related Physical Fitness and Body Composition among Chilean 8th Graders: A Nationally Representative Cross-Sectional Study. *Plos One.* 2014; 9(9): e108053. doi:10.1371/journal.pone.0108053.

