



## Trabajo Original

Epidemiología y dietética

### Riesgo cardiometabólico y variación en el contenido graso/adiposo según el índice de masa corporal en niños de seis a nueve años

*Cardiometabolic risk and variation of fat/adipose content according to body mass index in children from six to nine years old*

Antonio López-Fuenzalida<sup>1</sup>, Lucía Illanes Aguilar<sup>2</sup>, Carolina Rodríguez Canales<sup>3</sup>, Felipe Contreras-Briceño<sup>1</sup>, Samuel Durán-Agüero<sup>4</sup>, Tomás Herrera-Valenzuela<sup>5</sup> y Pablo Valdés-Badilla<sup>6,7</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Kinesiología. Departamento de Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. <sup>2</sup>Facultad de Educación y Ciencias Sociales. Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile. <sup>3</sup>Universidad Europea del Atlántico. Santander, España. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Concepción, Chile. <sup>5</sup>Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud. Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud. Universidad de Santiago de Chile (USACH). Santiago de Chile, Chile. <sup>6</sup>Instituto de Actividad Física y Salud. Universidad Autónoma de Chile. Chile. <sup>7</sup>Programa de Doctorado en Ciencias de la Actividad Física. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile

## Resumen

**Introducción:** el exceso de peso infantil se ha asociado con obesidad en la etapa adulta y, por consecuencia, mayor riesgo de muerte por factores cardiometabólicos.

**Objetivo:** identificar si el índice de masa corporal (IMC) refleja cambios en el contenido y la distribución del tejido graso/adiposo y el riesgo cardiometabólico en niños y niñas de seis a nueve años.

**Material y métodos:** participaron 537 niños (59,8% mujeres) seleccionados aleatoriamente. Las variables estudiadas correspondieron al IMC, perímetro de cintura (PC), índice cintura-estatura (ICE), composición corporal, estado nutricional y riesgo cardiometabólico. Se utilizó la prueba de correlación de Pearson y Chi-cuadrado para la relación de las variables junto con la aplicación de un test de proporciones. Se aplicaron las pruebas t de Student para muestras no pareadas, ANOVA una vía y concordancia diagnóstica en la comparación entre grupos. Se consideró un alfa  $\leq 0,05$  para todos los casos.

**Resultados:** se exhiben correlaciones directas y significativas entre el estado nutricional con los parámetros antropométricos estudiados, excepto el porcentaje de adiposidad. Se aprecian variaciones significativas ( $p < 0,05$ ) en el porcentaje de grasa y adiposidad según estado nutricional de la muestra. Además, existe consistencia entre la variación del estado nutricional con el riesgo cardiometabólico evaluado a través del PC e ICE.

**Conclusión:** el IMC identifica las diferencias en la cantidad de tejido graso/adiposo en niños y niñas situados entre los seis y los nueve años al ser categorizados según estado nutricional. Además, refleja asociación directa con el riesgo cardiometabólico.

#### Palabras clave:

Antropometría. Exceso de peso. Índice de masa corporal. Riesgo cardiometabólico. Niños.

## Abstract

**Introduction:** child excess weight has been associated with obesity in adulthood and, as a consequence, increased risk of death due to cardiometabolic factors.

**Objective:** to identify whether BMI reflects changes in the content and distribution of fat/adipose tissue and the cardiometabolic risk in children between six and nine years old.

**Material and methods:** participants were 537 children (59.8% women) randomly selected. BMI, waist circumference (WC), waist-height index (WHI), body composition, nutritional status and cardiometabolic risk were determined. Student's t-test, one-way ANOVA, Pearson's correlation, Chi-square and diagnostic concordance were applied. An alpha  $\leq 0.05$  was considered.

**Results:** direct and significant correlations between nutritional status and the anthropometric parameters studied are shown, except for the percentage of adiposity. There were significant variations ( $p < 0.05$ ) in the percentage of fat and adiposity according to nutritional status of the sample. In addition, there was consistency between the variation of the nutritional status with the cardiometabolic risk evaluated through WC and WHI.

**Conclusion:** BMI identifies the differences in the amount of fat/adipose tissue in the children between six and nine years old when categorized according to nutritional status. In addition, it reflects direct association with cardiometabolic risk.

#### Key words:

Anthropometry. Body mass index. Risk factors. Children.

Recibido: 08/07/2018 • Aceptado: 29/11/2018

López-Fuenzalida A, Illanes Aguilar L, Rodríguez Canales C, Contreras-Briceño F, Durán-Agüero S, Herrera-Valenzuela T, Valdés-Badilla P. Riesgo cardiometabólico y variación en el contenido graso/adiposo según el índice de masa corporal en niños de seis a nueve años. Nutr Hosp 2019;36(2):379-386

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2071>

#### Correspondencia:

Antonio López Fuenzalida. Departamento de Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Campus San Joaquín. Av. Vicuña Mackenna, 4860. Macul, Santiago. Chile  
e-mail: [aelopezf@uc.cl](mailto:aelopezf@uc.cl)

## INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad infantil son problemas de salud pública que han mostrado alarmantes incrementos en un corto periodo de tiempo (1). En Latinoamérica, se han reportado elevadas tasas de sobrepeso y obesidad infantil con 3,8 millones de niños menores de cinco años y 24,1 millones de niños en edad escolar (2).

En Chile, la prevalencia de sobrepeso/obesidad es un problema de salud que se aprecia a edades muy tempranas, alcanzando al 51% de los niños que cursan la formación pre-escolar (3). Este hecho es preocupante debido, por una parte, a la relación que existe entre la obesidad infantil y otros factores de riesgo para la salud y enfermedades cardiometabólicas (4,5), como son el colesterol total, el incremento del riesgo a desarrollar hipertensión arterial, dislipidemia e insulino resistencia/diabetes, así como daños en órganos secundarios a la aterosclerosis e hipertrofia ventricular izquierda (6-8). Por otra parte, el exceso de peso infantil se ha asociado con obesidad en la etapa adulta y, por consecuencia, con mayor riesgo de muerte por factores cardiometabólicos (9). Estos antecedentes alertan a las instituciones gubernamentales chilenas relacionadas con la salud, el deporte y la educación (10).

En este contexto, diagnosticar con precisión el sobrepeso/obesidad permite informar a tiempo sobre los posibles riesgos inmediatos y futuros de la población infantil. Al respecto, existen diversos métodos para diagnosticar el exceso de peso y entre ellos sobresalen los de índole antropométrico por su uso tanto en investigaciones científicas como en el aspecto clínico (11-13), operacionalizándose a través del uso del índice de masa corporal (IMC), los pliegues cutáneos, el perímetro de cintura (PC) y el índice cintura estatura (ICE) (8). Si bien el IMC es aquel que refiere un mayor uso, se han informado importantes limitaciones al asociarlo con la adiposidad corporal y la prevalencia de enfermedades cardiometabólicas (14,15), por lo que se ha utilizado mayormente como una herramienta de *screening* y no de diagnóstico. Esto se debe a que niños con valores anormales de IMC no necesariamente exhiben complicaciones o riesgos para su salud relacionados con el exceso de grasa o adiposidad (16).

Teniendo en consideración que el uso de los recursos antropométricos pretende orientar la identificación del riesgo cardiometabólico, se discute la utilidad del IMC, dado que algunas investigaciones (17,18) señalan que este no tendría mayor capacidad que otros recursos antropométricos para identificar ese riesgo. Mientras que otros estudios, destacan el rol de PC e ICE como mejores indicadores de salud respecto al IMC en niños (19,22).

En este contexto, indagar sobre la precisión y seguridad de las herramientas antropométricas de evaluación para identificar el exceso de grasa/adiposidad en niños puede significar una contribución a la detección temprana del sobrepeso y la obesidad. Este hecho relevante es puesto que la caracterización del tejido graso/adiposo sería lo que condicionaría el desarrollo de las enfermedades cardiometabólicas en la población (7). En consecuencia, la presente investigación tiene como objetivo principal identificar si el IMC logra reflejar la cantidad de grasa/adiposidad y el riesgo cardiometabólico establecido por índices antropométricos de salud en niños y niñas de seis a nueve años.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de investigación contempla un diseño no experimental, transversal, con alcance correlacional-comparativo y enfoque cuantitativo.

## PARTICIPANTES

La muestra estuvo constituida por 537 niños (323 mujeres) situados entre los seis y los nueve años y pertenecientes al primer ciclo de enseñanza básica del sistema educacional chileno. La selección consideró dos protocolos de aleatorización. En primer término, fueron seleccionados los establecimientos educacionales con dependencia municipal pertenecientes a la comuna de Santiago, región Metropolitana, Chile, los cuales se estimaron en ocho de un universo de 80. A continuación, se realizó la segunda aleatorización de los participantes considerando los criterios de inclusión del estudio, la cual otorgó el número de menores que representó al 48% del universo de niños. Todos los procedimientos de aleatorización se realizaron electrónicamente (<https://www.randomizer.org>).

Los criterios de inclusión de la muestra fueron: a) pertenecer a los niveles educativos de primer a cuarto año de enseñanza primaria; b) ostentar entre seis y nueve años con once meses de edad al momento de la evaluación; y c) contar con el permiso del tutor legal y la firma del consentimiento informado que autoriza el uso de la información con fines científicos. Se excluyó a los niños que presentaron: a) alguna condición que afecte la piel y que altere el proceso de evaluación; y b) lesiones musculoesqueléticas o alteraciones físicas que impidieran mantener la postura bípeda por más de diez minutos.

Los protocolos de evaluación y tratamiento de datos fueron previamente revisados y aprobados por la Vicerrectoría de Investigación y Postgrados, Dirección General de Investigación y Doctorados de la Universidad Andrés Bello de Santiago de Chile, acorde a los principios éticos de la Declaración de Helsinki. Además, se contó con la autorización y aprobación de los directores de los establecimientos educacionales seleccionados.

## MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS

Se evaluaron 12 variables antropométricas, considerando: a) básicas: peso corporal a través de balanza portátil (Seca® 769, Alemania; precisión 0,1 kg) y la estatura bípeda con estadiómetro portátil (Seca® 213, precisión 0,1 cm); b) pliegues cutáneos: bicipital, tricipital, subescapular, crestídeo, espinal, abdominal, muslo frontal y pantorrilla, con plicómetro Gaucho Pro (Argentina; precisión 0,5 mm); y c) perímetros corporales: cintura y cadera con cinta antropométrica (Rosscraft, Canadá; precisión 0,1 cm). Tanto las variables básicas como los pliegues cutáneos fueron evaluados de acuerdo a las recomendaciones de la Sociedad Internacional para Avances de la Cineantropometría (ISAK) (23), mientras que los perímetros corporales fueron evaluados con

base en las recomendaciones de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (24,25). Todas las evaluaciones se llevaron a cabo en horario de clases (8:00 h a 12:00 h), con previo ayuno de los niños de al menos dos horas, y se utilizó una sala acondicionada tanto en espacio como privacidad para la correcta medición en los respectivos establecimientos educacionales de los evaluados. Se obtuvieron todas las mediciones a través de dos antropometristas ISAK, uno nivel II (error técnico de medición: 0,9%) y otro nivel III (error técnico de medición: 0,8%).

### ESTADO NUTRICIONAL, COMPOSICIÓN CORPORAL Y RIESGO CARDIOMETABÓLICO

Para la obtención del estado nutricional, se utilizó el IMC por medio de la división del peso corporal (kg) por la estatura bípeda al cuadrado (m<sup>2</sup>) (26). Luego se determinó el *z-score* del IMC por edad en base a los estándares de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (27). Se definió como normopeso un *z-score* de IMC  $\leq 1$  desviación estándar (DE) y  $\geq -1$  DE; sobrepeso,  $> 1$  DE y; obesidad,  $> 2$  DE.

La composición corporal se determinó a través del porcentaje de masa grasa de acuerdo a las ecuaciones propuestas por Slaughter (28) para niños y niñas, que previamente han sido recomendadas para la población pediátrica chilena (29). Se consideraron los valores normativos propuestos por Deurenberg y cols. (30), que indican la siguiente clasificación respecto al porcentaje de masa grasa: a) niños: baja:  $< 10$ ; adecuada: 10,01-20; moderadamente alta: 20,01-25; alta:  $> 25,01$ ; b) niñas: baja:  $< 15$ ; adecuada: 15,01-25; moderadamente alta: 25,01-30; alta:  $> 30,01$ . El porcentaje de adiposidad se operacionalizó a través del modelo pentacompartimental de Kerr y Ross (31), cuya aplicabilidad está informada para personas de seis a 77 años de ambos sexos.

El riesgo cardiometabólico fue obtenido a través del PC e ICE. El primero se determinó de acuerdo a los estándares de crecimiento para los sujetos mexicanos-americanos, clasificando como riesgo a todos los niños que presentaban valores de PC sobre el percentil 75 de acuerdo a su edad y etnia (32), mientras que el ICE se obtuvo mediante la división del PC por la estatura bípeda de los evaluados, identificando el riesgo cardiometabólico con un valor  $\geq 0,5$ , según lo propuesto por Browning y cols. (33).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva para mostrar las características de los grupos estudiados y el comportamiento de las variables. Previa a la aplicación del tratamiento estadístico inferencial, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para posteriormente utilizar la prueba t de Student para muestras no pareadas y ANOVA una vía en la comparación entre los grupos. Se utilizaron las pruebas de correlación de Pearson y Chi-cuadrado para la relación entre variables, junto con la aplicación de un test de proporciones. Adicionalmente, para el análisis de la capacidad del estado nutricional de identificación del riesgo/no riesgo cardiometabólico y nivel de grasa se identificaron la sensibilidad y la especificidad, considerando los estados de sobrepeso y obesidad como no normales. Se consideró un valor de  $p < 0,05$ . Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa STATA v13 (Stata Corporation, Texas, Estados Unidos).

### RESULTADOS

La tabla I presenta las características antropométricas de los participantes. Destacan las diferencias estadísticamente significativas entre niñas y niños para la sumatoria de pliegues cutáneos y porcentaje de adiposidad.

**Tabla I. Características antropométricas de la muestra**

	Niñas (n = 323)			Niños (n = 214)			Grupo total (n = 537)		
	Mín.	Media (DE)	Máx.	Mín.	Media (DE)	Máx.	Mín.	Media (DE)	Máx.
Edad (años)	6,00	7,61 (1,13)	9,00	6,00	7,7 (1,07)	9,00	6,00	7,65 (1,1)	9,00
Peso corporal (kg)	17,3	31,43 (7,5)	55,00	18,90	31,83 (7,51)	54,70	17,30	31,59 (7,5)	55,00
Estatura bípeda (cm)	106,00	127,55 (8,97)	149,00	107,00	127,63 (7,68)	146,00	106,00	127,58 (8,47)	149,00
Sum. pliegues (mm)	24,00	81,92 (31,77)*	183,00	22,50	75,05 (34,79)	176,00	22,50	79,18 (33,15)	183,00
Adiposidad (%)	19,52	32,56 (5,92)*	56,02	17,09	29,95 (6,6)	46,92	17,09	31,52 (6,32)	56,02
Grasa (%)	15,90	30,54 (6,11)	48,93	17,38	30,17 (6,51)	47,32	15,90	30,39 (6,27)	48,93
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	14,24	19,12 (3,13)	32,05	14,44	19,31 (3,01)	30,87	14,24	19,20 (3,08)	32,05
PC (cm)	45,00	60,44 (7,23)	86,50	48,00	62,64 (7,58)	91,50	45,00	61,32 (7,44)	91,50
ICE	0,35	0,47 (0,05)	0,66	0,40	0,49 (0,05)	0,67	0,35	0,48 (0,05)	0,67

Sum. pliegues: sumatoria de pliegues; IMC: índice de masa corporal; PC: perímetro de cintura; ICE: índice cintura-estatura; DE: desviación estándar; Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo. \*Diferencia estadísticamente significativa respecto al grupo de niños ( $p < 0,05$ ).

En la tabla II se exhibe la categorización del estado nutricional de niños y niñas. Al comparar los valores para los participantes clasificados con normopeso, sobrepeso y obesidad se observan diferencias significativas en el peso corporal, la sumatoria de pliegues cutáneos, el porcentaje de adiposidad y grasa, PC e ICE, tanto en niños como en niñas. Por otro lado, al comparar niños con niñas que presentan los mismos estados nutricionales, se aprecian diferencias significativas en la sumatoria de pliegues cutáneos, porcentaje de adiposidad y grasa para la clasificación de normopeso y sobrepeso, mientras que el IMC solo mostró diferencias en la categoría de sobrepeso.

La tabla III exhibe las correlaciones entre el estado nutricional y los parámetros antropométricos de los participantes. Se destacan relaciones directas y significativas en todas las variables, excepto en el porcentaje de adiposidad en niños y niñas con normopeso y en las niñas con obesidad.

En la tabla IV se exponen las asociaciones entre las variables categorizadas de estado nutricional y el riesgo cardiometabólico según PC e ICE. Se advierte que tanto en niños como en niñas, a medida que pasan de un estado de normopeso hacia la obesidad, los valores de prevalencia del riesgo se incrementan en PC, ICE y porcentaje de masa grasa. Sin embargo, la inversión de los valores de prevalencia

de presencia/ausencia de riesgo cardiometabólico de los niveles de grasa se observan con el ICE y el porcentaje de grasa. Adicionalmente, se muestra la concordancia diagnóstica del riesgo cardiometabólico del IMC respecto a los recursos antropométricos de PC, ICE y porcentaje de masa grasa, evidenciando en niños y niñas una mayor sensibilidad con el PC (100%) y una mejor especificidad del porcentaje de masa grasa en niñas (51,59%) y el ICE (51,59%) en niños.

## DISCUSIÓN

El principal hallazgo de nuestra investigación señala que la categorización del estado nutricional mediante el IMC logra identificar las diferencias en el porcentaje de grasa y adiposidad e índices antropométricos de riesgo cardiometabólico (PC e ICE), tanto en niñas como en niños chilenos de seis a nueve años. Sin embargo, el riesgo cardiometabólico es más prevalente en los niños que presentan obesidad.

En cuanto al estado nutricional, destaca la alta prevalencia de exceso de peso (sobrepeso/obesidad) que presentaron los escolares evaluados, valores que llegaron al 60,4% en niñas y 68% en niños.

**Tabla II.** Comparación de las variables morfológicas entre niños y niñas según su IMC

	Normopeso		Sobrepeso		Obesidad	
	Media	IC	Media	IC	Media	IC
<b>Niñas</b>	<b>(n = 128)</b>		<b>(n = 111)</b>		<b>(n = 84)</b>	
Edad (años)	7,63	7,43-7,84	7,56	7,35-7,77	7,65	7,43-7,88
Peso corporal (kg)	26,34	25,56-27,12*	31,38	30,29-32,48	39,24	37,85-40,62
Estatura bípeda (cm)	126,59	124,96-128,22	127,10	125,45-128,76	129,61	127,79-131,44
Sum. pliegues (mm)	58,02	55,10-60,94**	80,77	76,85-84,68†	119,86	114,64-125,07
Adiposidad (%)	30,07	29,09-31,04**	32,27	31,30-33,25†	36,75	35,65-37,84
Grasa (%)	25,51	24,93-26,09**	30,84	30,22-31,46†	37,80	36,80-38,79
IMC	16,32	16,15-16,49*	19,24	19,01-19,48†	23,24	22,75-23,74
PC	55,03	54,33-55,73*	60,42	59,48-61,37	84,00	67,55-69,90
ICE	0,44	0,43-0,44*	0,48	0,47-0,48	0,53	0,52-0,54
<b>Niños</b>	<b>(n = 68)</b>		<b>(n = 72)</b>		<b>(n = 74)</b>	
Edad (años)	7,74	7,48-8,00	7,49	7,22-7,75	7,86	7,64-8,09
Peso corporal (kg)	25,64	24,76-26,52*	30,15	29,05-31,25	39,15	37,71-40,59
Estatura bípeda (cm)	124,90	123,04-126,74	126,54	124,80-128,26	131,21	129,66-132,76
Sum. pliegues (mm)	44,29	41,81-46,78*	66,49	61,65-71,34	111,64	105,47-117,82
Adiposidad (%)	25,04	24,18-25,90*	28,77	27,43-30,12	35,61	34,40-36,82
Grasa (%)	23,65	23,16-24,14*	29,31	28,53-30,09	36,99	35,92-38,07
IMC	16,36	16,15-16,56*	18,70	18,46-18,94	22,62	22,09-23,15
PC	56,09	55,22-56,95*	61,07	60,04-62,10	70,18	68,78-71,59
ICE	0,45	0,44-0,46*	0,48	0,48-0,49	0,54	0,53-0,54

Sum. pliegues: sumatoria de pliegues; IMC: índice de masa corporal; PC: perímetro de cintura; ICE: índice cintura-estatura; IC: intervalo de confianza 95%. \*Diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de normopeso, sobrepeso y obesidad del mismo sexo. †Diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres según estado nutricional.

**Tabla III.** Correlación entre la clasificación del IMC de niños y niñas con las variables antropométricas y de composición corporal estudiadas

	Normopeso		Sobrepeso		Obesidad	
	r	p	r	p	r	p
<b>Niñas</b>	<b>(n = 128)</b>		<b>(n = 111)</b>		<b>(n = 84)</b>	
Sum. pliegues (mm)	0,45	< 0,001	0,71	< 0,001	0,57	< 0,001
z-adiposidad	0,41	< 0,001	0,64	< 0,001	0,58	< 0,001
Adiposidad (%)	0,17	0,060	0,50	< 0,001	0,02	0,880
Grasa (%)	0,57	< 0,001	0,66	< 0,001	0,54	< 0,001
PC	0,51	< 0,001	0,71	< 0,001	0,53	< 0,001
ICE	0,28	< 0,01	0,34	< 0,001	0,53	< 0,001
<b>Niños</b>	<b>(n = 68)</b>		<b>(n = 72)</b>		<b>(n = 74)</b>	
Sum. pliegues (mm)	0,38	< 0,010	0,63	< 0,001	0,71	< 0,001
z-adiposidad	0,35	< 0,010	0,56	< 0,001	0,71	< 0,001
Adiposidad (%)	0,06	0,610	0,48	< 0,001	0,27	0,020
Grasa (%)	0,54	< 0,001	0,59	< 0,001	0,72	< 0,001
PC	0,55	< 0,001	0,66	< 0,001	0,78	< 0,001
ICE	0,43	< 0,001	0,25	0,040	0,73	< 0,001

Sum. pliegues: sumatoria de pliegues; PC: perímetro de cintura; ICE: índice cintura-estatura; r: coeficiente de correlación de Pearson; p: valor p, significancia estadística.

**Tabla IV.** Asociación del IMC con el riesgo cardiometabólico (según parámetros antropométricos) y los niveles de grasa corporal en niños y niñas

		Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	Total n	p	Sens. %	Espec. %
		n (%)	n (%)	n (%)				
<b>Niñas (n = 323)</b>								
PC	CRC	0 (0)	2 (0,80)	27 (32,14)	29	< 0,01	100,00	43,54
	SRC	128 (100,00)*	109 (98,20)*	57 (67,86)	294			
ICE	CRC	3 (2,30)	28 (25,20)	70 (83,30)	101	< 0,01	97,03	56,31
	SRC	125 (97,70)*	83 (74,80)*	14 (16,70)	222			
Masa grasa (%)	Adecuada	59 (96,72)*	2 (3,28)	0 (0)	61	< 0,01	73,66	96,72
	Moderada	60 (53,57)	50 (44,64)	2 (1,79)	112			
	Alta	9 (6,00)*	59 (39,33)	82 (54,57)	150			
Total niñas		128	111	84				
<b>Niños (n = 214)</b>								
PC	CRC	0 (0)	1 (1,39)	30 (40,54)	31	< 0,01	100,00	51,59
	SRC	68 (100,00)*	71 (98,61)*	44 (59,46)	183			
ICE	CRC	3 (4,40)	16 (22,20)	69 (93,20)	88	< 0,01	96,59	51,59
	SRC	65 (95,60)*	56 (77,80)*	5 (6,80)	126			
Masa grasa (%)	Adecuada	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0	< 0,01	68,22	0,0
	Moderada	50 (84,75)	9 (15,25)	0 (0)	155			
	Alta	18 (11,61)	63 (40,65)	74 (34,58)	214			
Total niños		68	72	74				

PC: perímetro de cintura; ICE: índice cintura-estatura; CRC: con riesgo cardiometabólico; SRC: sin riesgo cardiometabólico; n: número de casos; Sens.: sensibilidad; Espec: especificidad. \*Diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre proporciones de presencia y ausencia de riesgo cardiometabólico según estado nutricional, posterior a la aplicación de un test de proporciones.

Dichos resultados se encuentran por encima de lo reportado en otras investigaciones, como la realizada por Tejeda, Konrad y Cabello (34), quienes evaluaron a 1.636 prepúberes peruanos de entre seis y diez años y obtuvieron valores de 15,47% de sobrepeso/obesidad en niños y 15,33% en niñas. Similares resultados fueron expuestos por Fariñas y cols. (30), quienes evaluaron a 342 estudiantes situados entre seis y once años y reportaron solo un 23,52% de exceso de peso en niños, mientras que en el caso de las niñas, los autores solo muestran los valores de obesidad, con un 14,44%, aunque con valores de referencia para la población cubana.

En relación al porcentaje de grasa encontrado en nuestro estudio, los niños presentaron un 23,6% de normopeso, 29,3% de sobrepeso y 36,9% de obesidad, mientras que las niñas exhibieron 25,5% de normopeso, 30,8% de sobrepeso y 37,8% de obesidad. Al respecto, son preocupantes los altos valores obtenidos por nuestros evaluados, más aún al compararlos con otros grupos de niños y niñas chilenos con menor sensibilidad insulínica (estimado a través del índice de sensibilidad insulínica de QUICKI, con determinación de la glicemia por medio enzimático calorimétrico GOD-PAD y de la insulinemia por radioinmunoanálisis) (35), quienes reportaron un 13% de grasa para los normopesos y 31,9% para los obesos. Estos datos podrían orientar hacia la presencia de una alteración fisiológica en los menores de nuestro estudio, ya que el exceso de tejido graso/adiposo podría ser el responsable de las alteraciones metabólicas (7). En adición a lo anterior, y en base a los datos de referencia propuestos por Deurenberg y cols. (30), los niños evaluados presentan un 25% de grasa corporal y las niñas presentan un 30%, valores calificados como "altos" al considerar los rangos de 10,01-20% para varones y de 15,01-25% para mujeres.

Respecto al propósito de establecer si el IMC permite orientar tanto el contenido como la distribución del tejido graso/adiposo, nuestros resultados muestran la capacidad del IMC cuando se utiliza categorizado (normopeso, sobrepeso y obesidad) de evidenciar diferencias tanto en el porcentaje de grasa como de adiposidad en niños de seis a nueve años. Esto coincide con lo presentado por Fariña y cols. (30), quienes indican que la prevalencia del porcentaje de grasa se incrementa a medida que los niños pasan de un estado nutricional normopeso a obeso. Sin embargo, los criterios de categorización del estado nutricional son distintos a los utilizados en nuestro estudio.

Si bien se comprende la mayor utilidad práctica de la categorización del IMC para la identificación del estado nutricional como elemento de salud en la población infantil, en nuestro estudio efectuamos, además, un análisis de correlación entre el IMC (según estado nutricional) y las variables antropométricas (i.e., sumatoria de pliegues cutáneos, proporcionalidad de la sumatoria de pliegues cutáneos, porcentaje de grasa, PC e ICE), resultados que señalan que con excepción del porcentaje de adiposidad, todas las variables se relacionaban de manera directa y significativa con el IMC en niños y niñas. Datos similares fueron reportados por Widhalm y cols. (36) en una submuestra de su estudio con niñas y niños obesos menores de diez años, en la cual hallaron una correlación directa y significativa ( $p < 0,001$ ) entre el IMC

y el porcentaje de grasa estimado por conductividad eléctrica corporal (TOBEC), donde el IMC explicaba entre el 73% y 63% de la varianza de la grasa corporal.

El fundamento de presentar el uso de dos métodos en la estimación de la composición corporal estuvo dado por las características que presentan las ecuaciones que consideran cada uno de ellos, dado que si bien la de Slaughter y cols. (28,29) es recomendada para el estudio de la grasa de acuerdo a las características de los menores evaluados, estas ecuaciones no establecen una normalización de los datos de los pliegues cutáneos por la estatura bipeda de niños y niñas. Por su parte, el método propuesto por Kerr (31) permite ejecutar dicha normalización mediante la determinación del *z-score* adiposidad (Z-ADIP), que corresponde a la proporcionalidad de la sumatoria de los pliegues cutáneos respecto a la estatura bipeda de cada persona, lo que revertiría una ventaja metodológica. En este sentido, ambos métodos de composición corporal fueron consistentes con la categorización del estado nutricional determinado por medio del IMC, por lo que tanto los profesionales clínicos como académicos pueden considerar el IMC como una herramienta que permite reflejar la grasa/adiposidad, independientemente de si se relativizan los pliegues cutáneos en base a otra variable morfológica, como la estatura bipeda. No obstante, consideramos importante destacar que si bien no se encuentra superposición de los valores de grasa/adiposidad tanto en niños como en niñas al categorizar el estado nutricional de los menores a través del IMC, este índice antropométrico de salud no permite identificar la normalidad/anormalidad en la composición corporal, dado que incluso los menores normopeso presentaron un porcentaje de grasa con calificación moderada/alta.

La relevancia de nuestros resultados se sustenta en la necesidad de complementar la información que entregaría el IMC al momento de valorar el estado nutricional de un menor. Frente a esto, se han propuesto diversos recursos de evaluación morfológica, destacando entre ellos el PC, el ICE y la composición corporal, los cuales varían en cuanto a su complejidad de evaluación y capacidad de interpretación y aplicación en las diferentes poblaciones (22,37). Algunos de estos métodos, reflejan el contenido del tejido graso/adiposo (por ejemplo, composición corporal), mientras que otros orientan hacia la distribución de este tejido (por ejemplo, PC e ICE), por cuanto pareciera ser más relevante para el riesgo cardiometabólico la localización del tejido graso/adiposo más que la cantidad de este en una persona (38). Esta situación sería aplicable a la población estudiada en nuestra investigación (22,39). Al respecto, y en base a lo reportado en el análisis de la sensibilidad y especificidad, nuestros resultados señalan que el IMC categorizado de acuerdo al estado nutricional de los niños logra reflejar la distribución del tejido graso/adiposo, tanto a través del PC como del ICE, mostrando mejores resultados para el ICE en niñas y del PC en niños. En este contexto, proponemos incorporar la valoración del PC e ICE debido a los importantes datos que estas sencillas medidas pueden otorgar sobre la salud cardiometabólica de niños y niñas en edad escolar.

Otro aspecto relevante de nuestros resultados está dado por la asociación directa encontrada entre el estado nutricional (según

el IMC) y los indicadores de riesgo cardiometabólico (según PC e ICE). Si bien se aprecia un incremento en la prevalencia del riesgo cardiometabólico a medida que los niños y niñas pasan de un estado de normopeso a obesidad, es en esta última donde se reporta una inversión en las prevalencias de con/sin riesgo cardiometabólico, por lo que el IMC no logra identificar el riesgo en los menores evaluados para dicho estado nutricional. Esto, a su vez, sería consistente con la calificación de grasa "alta" que lograron tanto los niños como las niñas con sobrepeso y obesidad. En nuestra búsqueda de información relacionada con estos hallazgos no encontramos estudios que hayan entregado antecedentes de similares características; por lo tanto, nuestro trabajo cumple un rol exploratorio en esta línea de investigación.

Además, nuestros resultados señalan que el estado de sobrepeso en niños puede considerarse una condición de alerta para los profesionales de la salud y la educación, quienes debiesen implementar medidas remediales y preventivas en esa etapa para evitar la obesidad y, con ello, el aumento del riesgo cardiometabólico en la población infantil. Sin perjuicio de lo anterior, haber encontrado asociación entre la condición de normopeso y sobrepeso con el riesgo cardiometabólico es relevante debido a la utilidad práctica que esto significa, ya que tanto en centros de salud como en instituciones educacionales es factible contar con las herramientas requeridas para la administración de estas sencillas mediciones (IMC, PC e ICE).

Dentro de las principales fortalezas del estudio se encuentran: haber indagado en una población poco estudiada respecto a su morfología, la doble aleatorización para la selección de la muestra y el alto número de participantes. Como limitación, se puede señalar el amplio rango de edad de los participantes y el diseño del estudio, que no permite relaciones causa/efecto.

## CONCLUSIÓN

El IMC logra identificar las variaciones en el contenido del tejido graso/adiposo en niños y niñas chilenos de seis a nueve años al ser categorizados por estado nutricional, sin embargo, no concuerda con la normalidad/anormalidad en la composición corporal. Por otra parte, a medida que los niños pasan de un estado de normopeso hacia sobrepeso y obesidad, según el IMC, se incrementa la prevalencia de riesgo cardiometabólico.

A pesar de los cuestionamientos y controversias que existen sobre la utilidad del IMC, parece ser una herramienta que contribuye a la diferenciación de la composición corporal al categorizar por estado nutricional.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los directores de los establecimientos educacionales que participaron en nuestro estudio. Asimismo, agradecemos a la Vicerrectoría de Investigación y Doctorado de la Universidad Andrés Bello de Santiago de Chile.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernadette MM, Leigh S, Nancy M. The worldwide epidemic of child and adolescent overweight and obesity: calling all clinicians and researchers to intensify efforts in prevention and treatment. *Worldviews Evid Based Nurs* 2008;5(3):109-12. DOI: 10.1111/j.1741-6787.2008.00134.x
- Rivera JA, De Cossio TG, Pedraza LS, Aburto TC, Sánchez TG, Martorell R. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2014;2(4):321-32. DOI: 10.1016/S2213-8587(13)70173-6
- Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB). Informe Mapa Nutricional. Santiago: JUNAEB; 2015. Citado en marzo de 2018. Disponible en: <https://www.junaeb.cl/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Mapa-Nutricional-2015.pdf>
- Pulgarón ER. Childhood obesity: a review of increased risk for physical and psychological comorbidities. *Clin Ther* 2013;35(1):A18-32. DOI: 10.1016/j.clinthera.2012.12.014
- Holmes L, LaHurd A, Wasson E, McClarin L, Dabney K. Racial and ethnic heterogeneity in the association between total cholesterol and pediatric obesity. *Int J Environ Res Public Health* 2015;13(1):ijerph13010019. DOI: 10.3390/ijerph13010019
- Brady TM. The role of obesity in the development of left ventricular hypertrophy among children and adolescents. *Curr Hypertens Rep* 2016;18(1):3. DOI: 10.1007/s11906-015-0608-3
- Landgraf K, Rockstroh D, Wagner IV, Weise S, Tauscher R, Schwartze JT, et al. Evidence of early alterations in adipose tissue biology and function and its association with obesity-related inflammation and insulin resistance in children. *Diabetes* 2015;64(4):1249-61. DOI: 10.2337/db14-0744
- Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004;5(s1):4-85. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2004.00133.x
- Ortega FB, Sui X, Lavie CJ, Blair SN (eds.). Body mass index, the most widely used but also widely criticized index: would a criterion standard measure of total body fat be a better predictor of cardiovascular disease mortality? *Mayo Clin Proc* 2016;91(4):443-55. DOI: 10.1016/j.mayocp.2016.01.008
- Burrows R. ¿Existe realmente una asociación entre la obesidad infantil y la del adulto? En: Universitaria E (ed.). Obesidad, un desafío pendiente (Aballa C, Kain J, Burrow R, Díaz E, org.). Santiago; 2000. pp. 284-5. Citado en marzo de 2018. Disponible en: <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/obesidad-en-la-ninez-en-chile.pdf>
- Tirosh A, Shai I, Afek A, Dubnov-Raz G, Ayalon N, Gordon B, et al. Adolescent BMI trajectory and risk of diabetes versus coronary disease. *N Engl J Med* 2011;364(14):1315-25. DOI: 10.1056/NEJMoa1006992
- Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, Grummer-Strawn LM, Dietz WH, Srinivasan SR, et al. Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 2007;86(1):33-40. DOI: 10.1093/ajcn/86.1.33
- Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2015;162(2):123-32. DOI: 10.7326/M14-1651
- Prentice AM, Jebb SA. Beyond body mass index. *Obes Rev* 2001;2(3):141-7. DOI: 10.1046/j.1467-789x.2001.00031.x
- Rothman KJ. BMI-related errors in the measurement of obesity. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(S3):56-9. DOI: 10.1038/ijo.2008.87
- Flegal KM, Tabak CJ, Ogden CL. Overweight in children: definitions and interpretation. *Health Educ Res* 2006;21(6):755-60. DOI: 10.1093/her/cyl128
- Bauer KW, Marcus MD, Ogden CL, Foster GD. Cardio metabolic risk screening among adolescents: understanding the utility of body mass index, waist circumference and waist to height ratio. *Pediatr Obes* 2015;10(5):329-37. DOI: 10.1111/ijpo.267
- Sardinha LB, Santos DA, Silva AM, Grøntved A, Andersen LB, Ekelund U. A Comparison between BMI, waist circumference, and waist-to-height ratio for identifying cardio-metabolic risk in children and adolescents. *PLoS One* 2016;11(2):e0149351. DOI: 10.1371/journal.pone.0149351
- Hara M, Saitou E, Iwata F, Okada T, Harada K. Waist-to-height ratio is the best predictor of cardiovascular disease risk factors in Japanese schoolchildren. *J Atheroscler Thromb* 2002;9(3):127-32. DOI: 10.5551/jat.9.127
- Kahn HS, Imperatore G, Cheng YJ. A population-based comparison of BMI percentiles and waist-to-height ratio for identifying cardiovascular risk in youth. *J Pediatr* 2005;146(4):482-8. DOI: 10.1016/j.jpeds.2004.12.028

21. Ma L, Cai L, Deng L, Zhu Y, Ma J, Jing J, et al. Waist circumference is better than other anthropometric indices for predicting cardiovascular disease risk factors in Chinese children - A cross-sectional study in Guangzhou. *J Atheroscler Thromb* 2016;23(3):320-9. DOI: 10.5551/jat.31302
22. Sawa SC, Tornaritis M, Sava ME, Kourides Y, Panagi A, Siliqiou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes (Lond)* 2000;24(11):1453-8. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801401
23. Marfell-Jones MJ, Stewart AD, De Ridder JH. International standards for anthropometric assessment. Wellington: ISAK; 2012. Citado en marzo de 2018. Disponible en: <https://repository.openpolytechnic.ac.nz/handle/11072/1510>
24. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Anthropometry procedures manual. Hyattsville: National Center for Health Statistics; 2007. Citado en marzo de 2018. Disponible en: [https://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes\\_07\\_08/manual\\_an.pdf](https://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_07_08/manual_an.pdf)
25. Meyer A. Diabetes in the elderly. *Z Gerontol Geriatr* 2012;45(2):109-16. DOI: 10.1007/s00391-012-0293-7
26. Eknoyan G. Adolphe Quetelet (1796-1874) - The average man and indices of obesity. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23(1):47-51. DOI: 10.1093/ndt/gfm517
27. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr* 2006;95(s450):76-85. DOI: 10.1080/08035320500495548
28. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, Van Loan M, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology* 1988;709-23.
29. Urrejola P, Hernández C, Isabel M, Icaza MG, Velandia S, Reyes G, et al. Estimación de masa grasa en niños chilenos: ecuaciones de pliegues subcutáneos vs densitometría de doble fotón. *Rev Chil Pediatr* 2011;82(6):502-11. DOI: 10.4067/S0370-41062011000600004
30. Deurenberg P, Pieters JJJ, Hautvast JGAJ. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *British Journal of Nutrition* 1990;63:293-303.
31. Kerr DA. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years. MsC. Kinesiology Thesis. Burnaby: Simon Fraser University; 1988. Disponible en: [file:///C:/Users/Administrador/Downloads/b14920293%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Administrador/Downloads/b14920293%20(5).pdf)
32. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004;145(4):439-44. DOI: 10.1016/j.jpeds.2004.06.044
33. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0-5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010;23(02):247-69. DOI: 10.1017/S0954422410000144
34. Tejada L, Konrad F, Cabello Morales E. Distribución del índice de masa corporal (IMC) y prevalencia de obesidad primaria en niños pre-púberes de 6 a 10 años de edad en el distrito de San Martín de Porres-Lima. *Rev Med Hered* 2003;14(3):107-10.
35. Burrows R, Burgueño M, Leiva L, Ceballos X, Guillier I, Gattas V, et al. Perfil metabólico de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes obesos con menor sensibilidad insulínica. *Rev Med Chil* 2005;133(7):795-804. DOI: 10.4067/S0034-98872005000700007
36. Widhalm K, Schönegger K, Huemer C, Auerth A. Does the BMI reflect body fat in obese children and adolescents? A study using the TOBEC method. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25(2):279-85. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801511
37. Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C, Berenson GS. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114(2):e198-205.
38. Bosy-Westphal A, Geisler C, Onur S, Korth O, Selberg O, Schrezenmeier J, et al. Value of body fat mass vs anthropometric obesity indices in the assessment of metabolic risk factors. *Int J Obes (Lond)* 2006;30(3):475. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803144
39. Kelishadi R. Childhood overweight, obesity, and the metabolic syndrome in developing countries. *Epidemiol Rev* 2007;29(1):62-76. DOI: 10.1093/epirev/mxm003