

Prevalencia de malnutrición por exceso y cambios antropométricos asociados a riesgo cardiometabólico en escolares de colegios públicos pertenecientes a la zona centro sur de Chile con una alta densidad rural y de bajos ingresos

Prevalence of malnutrition by excess and anthropometric changes associated with cardiometabolic risk in schoolchildren from public schools belonging to the south-central zone of Chile with a high rural density and low income

*Andrea Medina-Morales, *María Navarrete-Escalona, **,****Rodrigo Moraga-Muñoz, **Yesenia Olate-Pastén, ***Eduardo Gutiérrez-Turner, **Gustavo Pavez-Adasme, **Alixon Reyes-Rodríguez, **Nicolás Gómez-Álvarez

*Departamento de Educación Municipal de San Ignacio (Chile) **Universidad Adventista de Chile (Chile);

***Universidad de Valparaíso (Chile), Universidad del Bio-Bio (Chile)

Resumen: El objetivo del estudio fue analizar la prevalencia de malnutrición por exceso (MNE) y los cambios antropométricos asociados a riesgo cardiometabólico en escolares pertenecientes a colegios públicos de una zona centro-sur de Chile. Material y método: La investigación fue de tipo descriptiva de corte transversal en una muestra de 884 párvulos y escolares de enseñanza básica y media (472 hombres [53.39%] y 412 mujeres [46.61%]) de la comuna de San Ignacio, región de Ñuble. Los análisis estadísticos incluyeron prevalencia según características sociodemográficas y regresiones segmentadas para los cambios asociados a la edad en variables antropométricas de índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura (PC) y relación cintura estatura (C/E). Los Resultados muestran que la prevalencia de MNE según IMC corresponde al 49,55% del total de la población evaluada, mientras que, el resultado de la regresión segmentada identificó que los cambios por edad para el IMC, PC y relación C/E difieren según sexo y estado nutricional. En Conclusión, la prevalencia de MNE según IMC corresponde al 49,55% del total de la población evaluada, mientras que la relación C/E y PC muestra que 3 de cada 10 escolares presenta riesgo cardiometabólico. Además, encontramos que los cambios antropométricos en el IMC, PC y relación C/E difieren según sexo y estado nutricional, aumentando las diferencias según la edad y entre estudiantes NP y con MNE.

Palabras claves: Obesidad infantil, Síndrome metabólico, IMC, Niños, Adolescentes, Obesidad Abdominal.

Abstract: The Aim of the study was to analyze the prevalence of overweight and the anthropometric changes associated with cardiometabolic risk in schoolchildren belonging to public schools in a south-central area of Chile. Material and method: The research was descriptive, cross-sectional in a sample of 884 preschoolers and primary and secondary school students (472 men [53.39%] and 412 women [46.61%]) from the commune of San Ignacio, Ñuble. Statistical analyzes included prevalence according to sociodemographic characteristics and segmented regressions for changes associated with age in anthropometric variables of body mass index (BMI), waist circumference (WC) and waist-to-height ratio (WHtR). The Results show that the prevalence of overweight according to BMI corresponds to 49.55% of the total population evaluated, while the result of the segmented regression identified that the changes by age for BMI, WC and WHtR differ according to sex and nutritional status. In Conclusion, In Conclusion, the prevalence of overweight according to BMI corresponds to 49.55% of the total population evaluated, while the WHtR and WC ratio shows that 3 out of 10 schoolchildren present cardiometabolic risk. We also found that anthropometric changes in BMI, WC and WHtR differ by sex and nutritional status, increasing the differences by age and between normal weight and overweight students.

Keywords: Childhood obesity, Metabolic syndrome, BMI, Children, Adolescents, Abdominal Obesity.

Introducción

La obesidad pediátrica es definida como una acumulación excesiva de grasa corporal, por encima de las necesidades fisiológicas y capacidad de adaptación, que puede conducir a efectos adversos para la salud (Huerta et al., 2021), de hecho, es considerada uno de los

problemas de salud pública más importantes a nivel mundial (Di Cesare et al., 2019). En Chile durante 2009 y 2020 la tendencia de obesidad total en niños y adolescentes escolares ha aumentado un 9,5%, mientras que en normoponderales (NP) ha disminuido un 11,4%, este fenómeno ha posicionado a Chile con una prevalencia de malnutrición por exceso (MNE) escolar de 54% en niños y adolescentes de zona rural y urbana (51,8% y 48,2% respectivamente) (JUNAEB, 2020).

Los efectos negativos de la MNE se han asociado con comorbilidades psicológicas y conductuales, deterioro

Fecha recepción: 01-12-21. Fecha de aceptación: 25-03-22

Gustavo Pavez-Adasme
gustavopavez@unach.cl

de la función neurocognitiva, musculoesqueléticas y complicaciones cardiometabólicas, mientras que, a largo plazo, los efectos de la obesidad infantil han evidenciado una fuerte relación causal con complicaciones médicas, como cardiovasculares, cáncer y otras enfermedades crónicas (Reinehr, 2018). La evidencia muestra que el 29,2% de los niños con obesidad presentaría síndrome metabólico (MetS) (Friend et al., 2013), lo que implica una alta carga de factores de riesgo cardiovascular importante desde la infancia.

La validez de las medidas antropométricas que componen el índice de masa corporal (IMC), el perímetro de cintura (PC) y sus diversas relaciones (cintura-estatura [C/E], cintura-cadera [C/C]) han sido eficaces y fuertes predictores de riesgo metabólico (East et al., 2020; Espinoza-Navarro & Brito-Hernández, 2020) y cardiovascular (Dwivedi et al., 2020; Lichtenauer et al., 2018). En estudios realizados en Chile, muestran que el IMC infantil fue un factor indirecto para el riesgo cardiometabólico adolescente (Burrows et al., 2016), mientras que la relación cintura-estatura (C/E) fue un buen predictor de MetS (Vasquez et al., 2019).

A raíz de la relevancia de identificar el riesgo metabólico y cardiovascular en la población infantil y adolescente, el objetivo de esta investigación fue analizar la prevalencia de malnutrición por exceso y los cambios antropométricos asociados a riesgo cardiometabólico en escolares pertenecientes a colegios públicos de una zona centro-sur de Chile.

Material y método

Estudio de tipo descriptivo de corte transversal realizado entre los meses de junio y agosto de 2019, en el que se evaluaron las características antropométricas predictores de riesgo cardiovascular de escolares pertenecientes a colegios de educación pública de la comuna de San Ignacio, en el marco del «Programa de Alimentación y Estilos de Vida saludable». Los procedimientos se realizaron de acuerdo con los lineamientos de la Declaración de Helsinki. El estudio cuenta con la aprobación del Comité de Ética Científico de la Universidad Adventista de Chile.

Participantes

La muestra corresponde a 884 párvulos y escolares de enseñanza básica y media (472 hombres [53.39%] y 412 mujeres [46.61%]) de la comuna de San Ignacio (Ñuble) que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: (i) pertenecer a los establecimientos educacio-

nales públicos; (ii) edad entre 5 a 18 años; (iii) consentimiento y asentimiento informado firmado. Los criterios de exclusión fueron: (i) estudiantes en situación de discapacidad; (ii) presentar datos incompletos.

Procedimientos e instrumentos

Todas las evaluaciones se realizaron durante la jornada escolar previa coordinación con la administración de cada establecimiento y firma de los consentimientos y asentimientos informados según corresponda. Las mediciones de masa corporal, talla y perímetro de cintura se realizaron por evaluadores con certificación de la *International Society of the Advancement of Kineantropometry* (ISAK) (Stewart et al., 2011).

Las mediciones antropométricas se realizaron con base en procedimientos estandarizados. La estatura se midió con un estadiómetro SECA® 220 al 0,1 cm más cercano y la masa corporal con balanza SECA® 813 al 0,1 kg más cercano. El IMC se categorizó según las referencias de Organización Mundial de la Salud (MINSAL, 2016) para la identificación de la MNE (sobrepeso y obesidad). El PC se midió con una cinta métrica flexible no elástica al 0,1 cm más cercano, se determinó el riesgo de obesidad abdominal y obesidad abdominal (MINSAL, 2016). La relación C/E se estratificó como aceptable para una relación C/E <0,5 o Elevado cuando la relación C/E >0,5 (Browning et al., 2010).

Para variables sociodemográficas se completó un registro individual incluyendo el sexo, edad y nivel educativo cursado. El nivel socioeconómico se estableció según el Registro Social de Hogares. Esta clasificación establece 7 tramos de acuerdo con el nivel de ingreso familiar: 0%-40%; 41%-50%; 51%-60%; 61%-70%; 71%-80%; 81%-90%; y del 91%-100% (*Registro Social de Hogares*, n.d.), utilizando la ubicación de cada establecimiento siendo clasificados como urbanos y rurales.

Análisis estadísticos

Para las variables sociodemográficas se realizó un análisis exploratorio de los datos utilizando estadísticos descriptivos e inferenciales para el cálculo y estimación de la prevalencia y sus intervalos de confianza al 95%. Para estimar los cambios antropométricos asociados a riesgo cardiometabólico se realizaron regresiones lineales simples según sexo y estado nutricional (IMC [NP vs MNE], PC [NP vs riesgo de obesidad + obesidad abdominal] y Relación PC/E [<0,5 vs >0,5] tomando como regresor a la edad en meses. Además, se realizaron regresiones segmentadas con la finalidad de identificar puntos de quiebre en la recta de regresión. El modelo

final se seleccionó utilizando el Criterio de Información Bayesiano, implementado en el paquete Segmented (Vito M. R. Muggeo, 2008). Todos los análisis se realizaron usando el software RStudio, (R Core Team, 2020), versión 1.3.959© 2009-2020 RStudio, PBC).

Resultados

Prevalencia de obesidad

Las características de la población incluida son presentadas en la tabla I. Los resultados muestran que hubo una mayor parte de la población estudiada en enseñanza básica (68,21%), de zonas rurales (58,37%) y de nivel socioeconómico pertenecientes a los dos quintiles más bajos (92,87%). La prevalencia de obesidad según edad varió entre 42,65% a los 14-15 años y un 54,09% entre los 10 a 11 años, siendo mayor en los estudiantes pertenecientes a establecimientos urbanos (55,16%).

Los resultados del análisis según distintas medidas antropométricas son presentados en la tabla II. La prevalencia de sobrepeso y obesidad según IMC alcanzó el 49,55% del total de la población evaluada, mientras que la prevalencia de obesidad abdominal según PC y relación C/E fue de 33,71% y 30,20% respectivamente.

Tabla I.
Características sociodemográficas de escolares evaluados según malnutrición por exceso.

	Todos (n=884)			Normoponderales (n=446)			Sobrepeso/obeso (n=438)		
	n	Prev (%)	IC 95%	n	Prev (%)	IC 95%	n	Prev (%)	IC 95%
Sexo									
Hombre	472	53,39	50,10-56,66	245	51,91	47,40-56,38	227	48,09	43,62-52,60
Mujer	412	46,61	43,34-49,90	201	48,79	43,99-53,60	211	51,21	46,40-56,01
Edad									
5-7	172	19,46	16,98-22,20	86	50,00	42,61-57,39	86	50,00	42,61-57,39
8-9	150	16,97	14,64-19,58	70	46,67	38,87-54,63	80	53,33	45,37-61,13
10-11	159	17,99	15,59-20,66	73	45,91	38,35-53,66	86	54,09	46,34-61,65
12-13	158	17,87	15,49-20,54	78	49,37	41,68-57,08	80	50,63	42,92-58,32
14-15	136	15,38	13,16-17,91	78	57,35	48,95-65,35	58	42,65	34,65-51,05
16-18	109	12,33	10,32-14,66	61	55,96	46,60-64,92	48	44,04	35,08-53,40
Nivel educacional									
Parvulario	70	7,92	6,32-9,89	33	47,1	35,90-58,68	37	52,9	41,32-64,10
Básica	604	68,21	65,07-71,20	302	50,0	46,03-53,97	302	50,0	46,03-53,97
Media	210	23,76	21,07-26,67	111	52,9	46,12-59,50	99	47,1	40,50-53,88
Zona									
Rural	516	58,37	55,09-61,58	281	54,46	50,14-58,71	235	45,54	41,29-49,86
Urbano	368	41,63	38,42-44,91	165	44,84	39,84-49,95	203	55,16	50,05-60,16
Nivel socioeconómico (registro social de hogares. Ministerio de desarrollo social y familia)									
0-40	821	92,87	90,99-94,39	424	51,64	48,23-55,05	397	48,36	44,95-51,77
41-50	27	3,05	2,11-4,41	11	40,74	24,51-59,27	16	59,26	40,73-75,49
51-60	14	1,58	0,95-2,64	7	50,00	26,80-73,20	7	50,00	26,80-73,20
61-70	10	1,13	0,62-2,07	1	10,00	1,79-40,42	9	90,00	59,58-98,21
71-80	7	0,79	0,38-1,63	2	28,57	8,22-64,11	5	71,43	35,89-91,78
81-90	5	0,57	0,24-1,32	1	20,00	3,62-62,45	4	80,00	37,55-96,38

Cambios en el IMC asociados a la edad en niños y niñas con y sin sobrepeso u obesidad

Los resultados globales de cambios en el IMC según edad, muestran una asociación positiva y que por mes aumenta en 0,056 kg/m² (r²=0,27; $\hat{\alpha}1=0,05$; p<0,01). Mientras que en NP aumentos de 0,045 kg/m² (r²=0,66; $\hat{\alpha}1=0,045$; p<0,01) por mes, y en escolares con sobrepeso u obesidad aumentos de 0,076 kg/m² por mes (r²=0,50; $\hat{\alpha}1=0,076$; p<0,01). Los análisis por sexo

Tabla II.
Prevalencia de sobrepeso/obesidad según distintas medidas antropométricas

	n	Prevalencia estimada %	IC 95%
Índice de masa corporal			
Normal	446	50,45	47,16-53,74
Sobrepeso	227	25,68	22,91-28,66
Obesidad	211	23,87	21,18-26,79
Perímetro de cintura			
Normal	586	66,29	63,11-69,33
Riesgo u obesidad abdominal	298	33,71	30,67-36,89
Relación C/E			
< 0,5	617	69,80	66,69-72,73
> 0,5	267	30,20	27,27-33,31

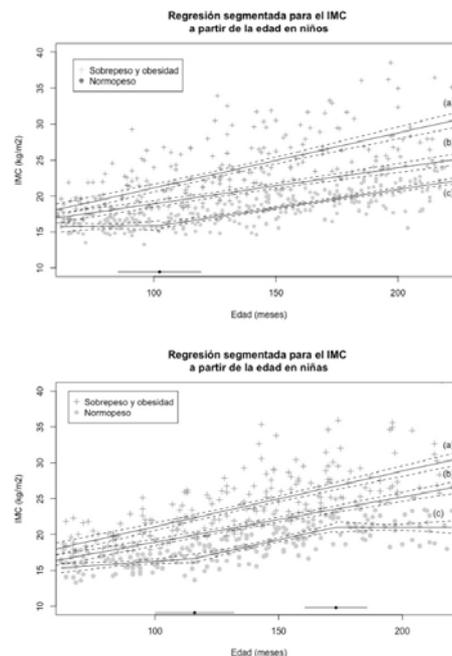
continúan siendo significativos para todas las condiciones, y con mayores incrementos del IMC por mes en los estudiantes con sobrepeso u obesidad (ver tabla III).

Tabla III.
Resultados de la regresión lineal para cambios en IMC, perímetro de cintura y relación cintura estatura por edad (meses).

	IMC			Perímetro de cintura			Relación C/E		
	n	r ²	$\hat{\beta}1$	n	r ²	$\hat{\beta}1$	n	r ²	$\hat{\beta}1$
Hombres									
Sobrepeso/obesidad	227	0,47	0,076**	160	0,67	0,261**	142	0,06	0,0003**
Normal	245	0,69	0,002**	312	0,74	0,166**	330	0,09	-0,0002**
Todos	472	0,23	0,050**	472	0,39	0,174**	472	0,03	-0,0002**
Mujeres									
Sobrepeso/obesidad	211	0,54	0,078**	138	0,73	0,232**	125	0,08	0,0003**
Normal	201	0,67	0,048**	274	0,67	0,154**	287	0,005	-0,00005
Todos	412	0,33	0,063**	412	0,40	0,169**	412	-0,0003	-0,0000003
Todos									
Sobrepeso/obesidad	438	0,50	0,077**	298	0,72	0,255**	267	0,04	0,0002**
Normal	446	0,66	0,045**	586	0,71	0,161**	617	0,06	-0,0002**
Todos	884	0,28	0,056**	884	0,41	0,172**	884	0,006	-0,00009*

*p<0,05; ** p<0,01

Los resultados de la regresión segmentada, revelaron edades críticas para los cambios en el IMC solo en los estudiantes NP tanto en hombres (8,53 años [IC 95% 7,11-9,94]) como en mujeres (9,66 años [IC 95% 8,34-10,99]) y a los 14,42 años [IC 95% 13,38-15,48]). La regresión lineal antes de 8,53 años en hombres no mostró cambios significativos asociados a la edad ($\hat{\alpha}1=0,004$;



(a): regresión sobrepeso y obesidad; (b): regresión sobrepeso, obesidad y normoponderales; (c): regresión normoponderales

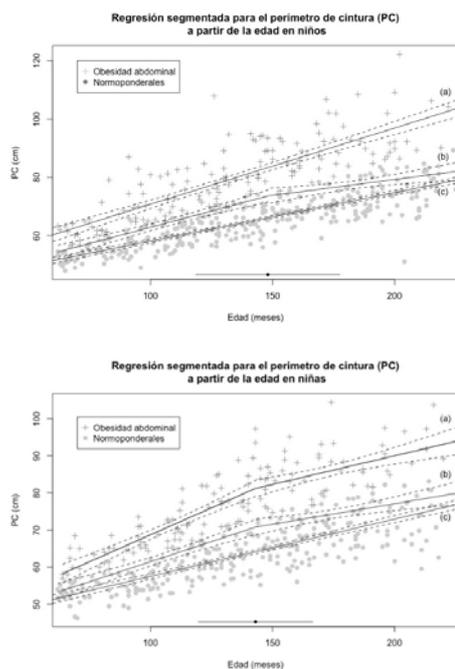
Figura 1. Regresión segmentada para el IMC a partir de la edad en niños y niñas.

$p=0,751$) pero si después del punto de quiebre identificado ($\hat{\alpha}1=0,05$; $p<0,01$). Para las mujeres se identificaron tres segmentos, a edades inferiores a los 9,66 años, los cambios en el IMC fueron de $0,03 \text{ kg/m}^2$ por mes ($\hat{\alpha}1=0,03$; $p=0,01$), entre 9,66 y los 14,42 años aumentos de $0,08 \text{ kg/m}^2$ ($\hat{\alpha}1=0,08$; $p<0,01$), y después de los 14,42 años, la edad no se asoció con cambios en el IMC ($p=0,99$). Ver figura 1.

Cambios en el perímetro de cintura asociados a la edad para niños y niñas con y sin riesgo u obesidad abdominal

Los resultados para los cambios en el PC muestran una asociación positiva y un incremento de $0,17 \text{ cm}$ por mes ($r^2 = 0,41$; $\hat{\alpha}1=0,172$; $p<0,01$). Las diferencias entre estudiantes con y sin riesgo de obesidad aumentan con la edad, con incrementos de $0,25 \text{ cm}$ y $0,16 \text{ cm}$ por mes respectivamente. Los análisis por sexo, muestra un mayor incremento del PC con la edad en los estudiantes con obesidad abdominal (niños: $r^2 = 0,67$; $\hat{\alpha}1=0,26$; $p<0,01$; niñas $r^2 = 0,73$; $\hat{\alpha}1=0,23$; $p<0,01$) que en estudiantes NP (niños: $r^2 = 0,74$; $\hat{\alpha}1=0,16$; $p<0,01$; niñas $r^2 = 0,67$; $\hat{\alpha}1=0,15$; $p<0,01$).

Los resultados de la regresión segmentada, identificó solo edades críticas cuando se analizaron los estudiantes sin distinción de riesgo de obesidad abdominal (niños: 12,3 años [IC 95% 9,88-14,80], segmento 1: $\hat{\alpha}1=0,222$; $p<0,01$, segmento 2: $\hat{\alpha}1=0,11$; $p<0,01$; y niñas: 11,92 años [IC 95% 9,57-14,26], segmento 1: $\hat{\alpha}1=0,216$; $p<0,01$, segmento 2: $\hat{\alpha}1=0,11$; $p<0,01$) y



(a): regresión riesgo y obesidad abdominal; (b): regresión riesgo y obesidad abdominal y normoponderales; (c): regresión normoponderales

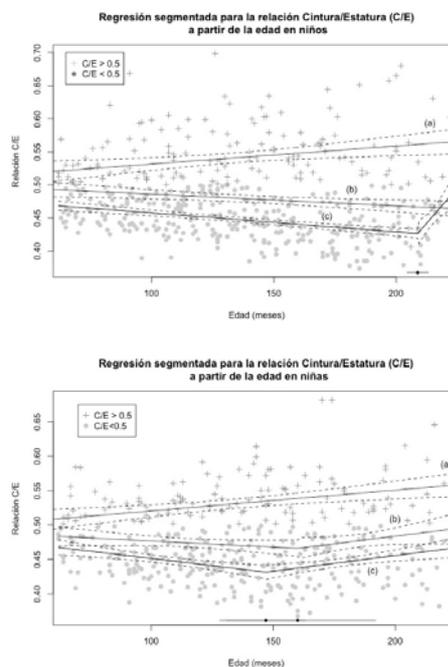
Figura 2. Regresión segmentada para el PC a partir de la edad en niños y niñas

en los niñas con obesidad abdominal (11,91 años [IC 95% 9,96-13,87,26], segmento 1: $\hat{\alpha}1=0,29$; $p<0,01$, segmento 2: $\hat{\alpha}1=0,15$; $p<0,01$). Ver figura 2.

Cambios para relación C/E asociados a la edad para estudiantes

La relación C/E mostró una asociación negativa al analizar el total de la muestra, con una disminución de $0,00009$ por mes ($r^2 = 0,006$; $\hat{\alpha}1 = -0,00009$; $p<0,05$), sin embargo, los análisis por clasificación de relación C/E mayor y menor a $0,5$ revelaron una correlación negativa para los estudiantes relación C/E $<0,5$ ($r^2 = 0,006$; $\hat{\alpha}1 = -0,0002$; $p<0,01$) y una correlación positiva para los estudiantes con relación C/E $>0,5$ ($r^2 = 0,006$; $\hat{\alpha}1 = 0,0002$; $p<0,01$), manteniendo esta tendencia cuando los análisis se realizaban por sexo (ver figura 3).

Los resultados de la regresión segmentada, identificó edades críticas para los niños, y para niñas NP (12,25 años [IC 95% 10,91-13,59], segmento 1: $\hat{\alpha}1 = -0,00042$; $p<0,01$, segmento 2: $\hat{\alpha}1 = 0,0004559$; $p<0,01$) y para el total de las niñas evaluadas (13,33 años [IC 95% 10,67-15,99], segmento 1: $\hat{\alpha}1 = -0,00018$; $p=0,13$, segmento 2: $\hat{\alpha}1 = 0,00049$; $p=0,09$).



(a): regresión relación C/E $>0,5$; (b): regresión relación C/E $<0,5$ y $>0,5$; (c): regresión relación C/E $<0,5$

Figura 3. Regresión segmentada para la relación C/E a partir de la edad en niños y niñas

Discusión

El objetivo de esta investigación fue analizar la prevalencia de MNE y los cambios antropométricos asocia-

dos a riesgo cardiometabólico en escolares pertenecientes a colegios públicos de una zona centro-sur de Chile. Los resultados muestran que 5 de cada 10 estudiantes se encuentran con MNE y 3 de cada 10 con riesgo cardiometabólico por la relación C/E y PC. Los datos sociodemográficos indicaron que los estudiantes entre 10 y 11 años y especialmente de zonas urbanas presentan una mayor prevalencia de MNE. Adicionalmente, identificamos que los cambios por edad para IMC, PC y relación C/E difieren según sexo y estado nutricional, reflejando que las diferencias entre estudiantes NP y con MNE aumentan con la edad.

Los resultados obtenidos muestran que el 49,6%, 33,7% y 30,2% son categorizados en situación de riesgo a través de IMC, PC y relación C/E respectivamente, siendo similar a los reportados en otros estudios en esta región (Ibarra-Mora et al., 2020). Sin embargo, representa diferencias a otras zonas de Chile. En la zona norte, la prevalencia de MNE alcanza el 37,2% de estudiantes entre 14 y 18 años, mientras que el 24,4% tendría riesgo metabólico por la relación C/E (Espinoza-Navarro & Brito-Hernández, 2020); en la zona central, se encontró que el 33,3% de adolescentes entre 16 a 17 años tenían obesidad abdominal (Burrows et al., 2016); y en la zona sur, se encontró que el 71% de los escolares entre 4° y 6° básico tenían MNE, y un 22% tenía obesidad abdominal (Sapunar et al., 2018). Según el último mapa nutricional de la JUNAEB (2020), existen diferencias entre regiones de hasta 8,8 puntos porcentuales. Estos contrastes podrían ser explicados por los diversos entornos naturales y factores sociodemográficos como desigualdades socioeconómicas, de género y/o étnicas que podrían favorecer el desarrollo de la MNE (Iguacel et al., 2021; Jia et al., 2021).

Nuestros resultados revelaron que los incrementos de IMC y PC de los estudiantes categorizados con MNE tiende a ser mayores que sus pares NP, mientras que la relación C/E tiende a disminuir con la edad en los estudiantes NP, y a aumentar en aquellos con una relación C/E >0,5. Estudios previos ya han relacionado el estado de maduración biológica con los incrementos en el IMC (Burrows A et al., 2004), y la evidencia ha mostrado una interacción potencial entre obesidad y maduración biológica que podría afectar las trayectorias de crecimiento y también podría empeorar las comorbilidades asociadas a la obesidad (East et al., 2020; Pereira et al., 2021). Nuestros resultados obtenidos por medio de una regresión segmentada encontró edades críticas donde cambiaba la tendencia en el aumento del IMC, PC o la relación C/E entre los 9,66 y 13,3 años en las niñas y

entre los 8,53 y 12 años en niños, edades que se han asociado con el inicio de la pubertad (Burrows A et al., 2004), sin embargo, estos cambios en los patrones de crecimiento fueron identificables principalmente en escolares NP, pudiendo ser un indicador de una relación entre MNE y desarrollo normal durante la pubertad.

En Chile se ha reportado que el 38% de los adolescentes con obesidad tenía MetS, (Sapunar et al., 2018), mientras que el 61% de estos adolescentes que tenía obesidad abdominal presenta además dislipidemia (Sapunar et al., 2018). Nuestro estudio marca la relevancia de monitorear el estado nutricional de los niños y adolescentes, siendo clave en el desarrollo de intervenciones escolares que promuevan por ejemplo, la práctica de actividad física, ejercicio físico y deportes (Le-Cerf Paredes et al., 2022; Oria et al., 2012) y educación en hábitos saludables (Iglesias et al., 2019) que tengan por objetivo la disminución de la obesidad infantil y con ello distintas comorbilidades cardiovasculares y/o metabólicas, implicancias psicológicas, y conductuales, que permitan promover el desarrollo neuro-cognitivo ideal de los escolares (Burrows et al., 2016; Correa-Burrows et al., 2018; Reinehr, 2018).

Conclusión

Se concluye que la prevalencia de MNE según IMC corresponde al 49,55% del total de la población evaluada, mientras que la relación C/E y PC muestra que 3 de cada 10 escolares presenta riesgo cardiometabólico. Además, encontramos que los cambios antropométricos en el IMC, PC y relación C/E difieren según sexo y estado nutricional, aumentando las diferencias según la edad y entre estudiantes NP y con MNE.

Nuestros resultados difieren a las de otras regiones y comunas de Chile, reflejando la necesidad de fortalecer los estudios en contexto y con enfoque regional para el éxito de su correcta interpretación e implementación en lo que a obesidad infantil se refiere.

Agradecimientos

El equipo de investigadores agradece al Departamento de Administración de Educación Municipal de la comuna de San Ignacio por su apertura y aporte al desarrollo de este estudio.

Referencias

Browning, L. M., Hsieh, S. D., & Ashwell, M. (2010). *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 (Vol. 23, Issue 2, pp. 247–269). *Nutr Res Rev*. <https://doi.org/10.1017/S0954422410000144>
- Burrows A, R., Díaz S, N., & Muzzo, S. (2004). Variations of body mass index (BMI) according to degree of pubertal development. *Revista Medica de Chile*, 132(11), 1363–1368. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872004001100004>
- Burrows, R., Correa-Burrows, P., Reyes, M., Blanco, E., Albala, C., & Gahagan, S. (2016). High cardiometabolic risk in healthy Chilean adolescents: Associations with anthropometric, biological and lifestyle factors. *Public Health Nutrition*, 19(3), 486–493. <https://doi.org/10.1017/S1368980015001585>
- Correa-Burrows, P., Rodríguez, Y., Blanco, E., Gahagan, S., & Burrows, R. (2018). Increased adiposity as a potential risk factor for lower academic performance: A cross-sectional study in Chilean adolescents from low-to-middle socioeconomic background. *Nutrients*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/nu10091133>
- Di Cesare, M., Soria, M., Bovet, P., Miranda, J. J., Bhutta, Z., Stevens, G. A., Laxmaiah, A., Kengne, A. P., & Bentham, J. (2019). The epidemiological burden of obesity in childhood: A worldwide epidemic requiring urgent action. In *BMC Medicine* (Vol. 17, Issue 1, pp. 1–20). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1449-8>
- Dwivedi, A. K., Dubey, P., Cistola, D. P., & Reddy, S. Y. (2020). Association Between Obesity and Cardiovascular Outcomes: Updated Evidence from Meta-analysis Studies. In *Current Cardiology Reports* (Vol. 22, Issue 4). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11886-020-1273-y>
- East, P., Delker, E., Blanco, E., Lozoff, B., Correa, P., Burrows, R., & Gahagan, S. (2020). BMI Trajectories from Birth to 23 Years by Cardiometabolic Risks in Young Adulthood. *Obesity*, 28(4), 813–821. <https://doi.org/10.1002/oby.22754>
- Espinoza-Navarro, O., & Brito-Hernández, L. (2020). Morphological patterns associated with metabolic risk factors in the adolescent school population. *International Journal of Morphology*, 38(6), 1645–1650. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022020000601645>
- Friend, A., Craig, L., & Turner, S. (2013). The prevalence of metabolic syndrome in children: A systematic review of the literature. In *Metabolic Syndrome and Related Disorders* (Vol. 11, Issue 2, pp. 71–80). *Metab Syndr Relat Disord*. <https://doi.org/10.1089/met.2012.0122>
- Huerta, S. L., Rovira, J. V. M., Tovilla, Y. M., & Aguilar, J. H. E. M. (2021). Revisión de la obesidad como concepto científico (Obesity review as a scientific concept). *Retos*, 42, 365–374. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V42I0.87555>
- Ibarra-Mora, J., Herrera-Rubilar, D., Carrasco, S., Henríquez, P., Ojeda, N., & Castro, J. (2020). Condición física y nutricional de estudiantes de 7° A 4° medio de establecimientos municipales de la comuna de El Carmen – Región de Ñuble, Chile. *Revista Horizonte Ciencias de La Actividad Física*, 11(1), 1–12. <http://revistahorizonte.ulagos.cl/index.php/horizonte/article/view/173>
- Iglesias, Á., Planells, E., Molina López, J., Alonso, B., & Tobar, U. (2019). Prevalencia de sobrepeso y obesidad, hábitos alimentarios y actividad física y su relación sobre el rendimiento académico (Prevalence of overweight and obesity, exercise, and dietary habits, and their relation with academic achievement). *Retos*, 36(36), 167–173. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V36I36.66873>
- Iguacel, I., Gasch-Gallén, Á., Ayala-Marín, A. M., De Miguel-Etayo, P., & Moreno, L. A. (2021). Social vulnerabilities as risk factor of childhood obesity development and their role in prevention programs. In *International Journal of Obesity* (Vol. 45, Issue 1, pp. 1–11). Springer Nature. <https://doi.org/10.1038/s41366-020-00697-y>
- Jia, P., Dai, S., Rohli, K. E., Rohli, R. V., Ma, Y., Yu, C., Pan, X., & Zhou, W. (2021). Natural environment and childhood obesity: A systematic review. *Obesity Reviews*, 22(S1), e13097. <https://doi.org/10.1111/obr.13097>
- JUNAEB. (2020). *Mapa nutricional 2020*. https://www.junaeb.cl/wp-content/uploads/2021/03/MapaNutricional2020_.pdf
- Le-Cerf Paredes, L., Valdés-Badilla, P., & Muñoz, E. G. (2022). Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la condición física en niños y niñas con sobrepeso y obesidad: una revisión sistemática (Effects of strength training on the fitness in boys and girls with overweight and obesity: a systematic review). *Retos*, 43, 233–242. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V43I0.87756>
- Lichtenauer, M., Wheatley, S. D., Martyn-St James, M., Duncan, M. J., Cobayashi, F., Berg, G., Musso, C., Graffigna, M., Soutelo, J., Bovet, P., Kollias, A., Stergiou, G. S., Grammatikos, E., Griffiths, C., Ingle, L., & Jung, C. (2018). Efficacy of anthropometric measures for identifying cardiovascular disease risk in adolescents: Review and meta-analysis. In *Minerva Pediatrica* (Vol. 70, Issue 4, pp. 371–382). Edizioni Minerva Medica. <https://doi.org/10.23736/S0026-4946.18.05175-7>
- MINSAL. (2016). *Norma para la evaluación nutricional de niños, niñas y adolescentes de 5 años a 19 años de edad*. <https://www.preveniesalud.cl/assets/PDF/normas/2016-norma-evaluacion-nutricional.pdf>
- Oria, H. M., Luisa, M., Sánchez, Z., Molero López-Barajas, D., & Carrillo Aguilera, S. (2012). Prevención de la obesidad infantil a través de una motivación intrínseca hacia la práctica de actividad física (Prevention of childhood obesity through motivation to physical activity). *Retos*, 22(22), 49–52. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V0I22.34584>
- Pereira, A., Busch, A. S., Solares, F., Baier, I., Corvalan, C., & Mericq, V. (2021). Total and Central Adiposity Are Associated With Age at Gonadarche and Incidence of Precocious Gonadarche in Boys. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 106(5), 1352–1361. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgab064>
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Registro Social de Hogares. (n.d.). Retrieved May 3, 2021, from <http://www.registrosocial.gob.cl/que-es#top>
- Reinehr, T. (2018). Long-term effects of adolescent obesity: Time to act. In *Nature Reviews Endocrinology* (Vol. 14, Issue 3, pp. 183–188). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.147>
- Sapunar, J., Aguilar-Farías, N., Navarro, J., Arana, G., Chandia-Poblete, D., Manríquez, V., Brito, R., & Cerda, A. (2018). High prevalence of overweight, obesity, insulin resistance and metabolic syndrome in rural children and adolescents. *Revista Medica de Chile*, 146(9), 978–986. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872018000900978>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & De Ridder, H. (2011). *International standards for anthropometric assessment* (Third edition). Lower Hutt, . <https://www.worldcat.org/title/international-standards-for-anthropometric-assessment-2011/oclc/891701415>
- Vasquez, F., Correa-Burrows, P., Blanco, E., Gahagan, S., & Burrows, R. (2019). A waist-to-height ratio of 0.54 is a good predictor of metabolic syndrome in 16-year-old male and female adolescents. *Pediatric Research*, 85(3), 269–274. <https://doi.org/10.1038/s41390-018-0257-8>
- Vito M. R. Muggeo. (2008). *segmented: an R Package to Fit Regression Models with Broken-Line Relationships*. (pp. 20–25). R News.