

Nutrición Hospitalaria



Riesgo cardiometabólico en niños con obesidad grave

Cardiometabolic risk in children with severe obesity

10.20960/nh.03829

03/21/2022

OR 3829

Riesgo cardiometabólico en niños con obesidad grave

Cardiometabolic risk in children with severe obesity

María José López Lucas¹, Salesa Barja^{1,2}, Luis Villarroel del Pino¹, Pilar Arnaiz¹, and Francisco Mardones¹

¹Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. ²Hospital Josefina Martínez. Puente Alto, Región Metropolitana. Chile

Recibido: 12/08/2021

Aceptado: 05/12/2021

Correspondencia: Salesa Barja. Departamento de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Av Libertador Bernardo O'Higgins, 340. Santiago, Región Metropolitana. Chile

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de intereses.

RESUMEN

Introducción: la obesidad grave ha tenido un mayor aumento que la obesidad no grave en los escolares durante los últimos años. Desconocemos si el punto de corte actualmente utilizado para definir la obesidad grave (IMC \geq + 3 DE, curvas OMS-2007) se asocia a un mayor daño biológico en nuestra población pediátrica.

Objetivo: describir y comparar el riesgo cardiometabólico en escolares con obesidad grave y no grave.

Método: se realizó un análisis secundario de una muestra de 3325 escolares en los que se estudiaron los factores de riesgo cardiometabólico. Se comparó la prevalencia de estos factores en los que presentaban obesidad según fuera esta grave o no, calculándose los OR respectivos.

Resultados: de los 589 sujetos con obesidad, con una media de edad de $11,4 \pm 0,98$ años, el 46 % eran de género femenino y el 11,5 % presentaban obesidad grave, con mayor prevalencia de la mayoría de los factores estudiados y sin diferencias en cuanto a antecedentes parentales de enfermedad crónica u obesidad, educación de los padres y actividad física del niño. Los niños con obesidad grave tenían un mayor riesgo de obesidad central (OR: 12,9), resistencia insulínica (OR: 3,2), HTA (OR: 2,67) y síndrome metabólico (OR:1,92).

Conclusión: esta definición de obesidad grave en la niñez favorece la identificación de los niños con mayor comorbilidad cardiometabólica, lo cual permite focalizar los esfuerzos de prevención secundaria y su tratamiento más oportuno.

Palabras clave: Obesidad. Obesidad grave. Pediatría. Riesgo cardiovascular. Riesgo cardiometabólico.

ABSTRACT

Introduction: severe obesity has had a greater increase than non-severe obesity in schoolchildren during the last years. We do not know whether the cut-off point currently used to define severe obesity in children ($BMI \geq + 3$ DE, WHO-2007 curves) is associated with a greater biological risk in our population.

Objective: to describe and compare cardiometabolic risk in schoolchildren with severe vs. non-severe obesity.

Methods: a secondary analysis of a sample of 3,325 schoolchildren was performed, in which cardiometabolic risk factors were studied. The prevalence of these was compared in the subsample of 589 schoolchildren with obesity according to whether it was severe or not, and the respective ORs were calculated.

Results: mean age was 11.4 ± 0.98 years, 46 % were girls, and 11.5 % of the sample had severe obesity, with a higher prevalence of most of the factors studied and no differences in chronic disease, obesity or education in parents, or physical activity of the child. The risk of those with severe obesity for central obesity, insulin resistance, high blood pressure, and metabolic syndrome reached an OR of 12, 3, 3, and 2, respectively, as compared to those with non-severe obesity.

Conclusion: this definition of severe obesity in childhood favors the identification of children with higher cardiometabolic comorbidity, which allows to focus the efforts of secondary prevention and its most timely treatment.

Keywords: Obesity. Severe obesity. Pediatrics. Cardiovascular risk. Cardiometabolic risk.

INTRODUCCIÓN

La comisión para acabar con la obesidad infantil de la OMS señala que, durante las últimas cuatro décadas, la obesidad en los niños de 5 a 19 años se ha multiplicado por 10 en el mundo. Dado que la población menor de 5 años con sobrepeso u obesidad aumentó de 32 a 41 millones desde 1990 a 2016, estas cifras alcanzarían los 70 millones hacia 2025 (1).

En la población pediátrica, la evaluación antropométrica se contrasta con patrones de crecimiento que ajustan el peso y la talla de acuerdo con la edad y el sexo, utilizándose en muchos países las curvas de la OMS de 2006 para evaluar a los menores de 5 años (2). En los mayores se usan las de la OMS de 2007 o curvas de los propios países (3). En la evaluación anual de los escolares, se reportó en 2019 que, de forma conjunta, todos los niveles educativos (prekínder, kínder, 1º básico, 5º básico, 1º medio) presentaron un 23 % de obesidad y que el 6 % del total correspondía a una obesidad grave. Al comparar con el año precedente, la obesidad grave aumentó en mayor proporción que la obesidad global, tendencia descrita también en otros países (4-7).

Desde hace más de 20 años, diversos autores han descrito que la probabilidad de persistir con obesidad hacia la adultez aumenta con la edad, desde un 50 % para un niño de 6 años con obesidad hasta un 75 % en los adolescentes de 10 a 14 años, acentuándose ambas si al menos uno de sus progenitores tiene obesidad (8-10). Por otra parte, la mayor gravedad de la obesidad en la niñez y la adolescencia incrementa aun más este riesgo (11).

Las consecuencias cardiometabólicas de la obesidad se expresan tempranamente en la niñez, con agregación de diferentes factores de riesgo cardiometabólico; está estrechamente asociada con la resistencia insulínica y es mayor en los niños con obesidad que en aquellos con sobrepeso (12,13). Particularmente, se ha descrito en una población de escolares que el 32 % presentaban alguna de las formas clínicas de dislipidemia, porcentaje que aumentaba hasta el 56 % en aquellos con obesidad (14). Los puntos de corte para definir los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) en la niñez tienen variación pero, incluso usando umbrales conservadores, se ha demostrado que su prevalencia está directa e independientemente relacionada con el grado de obesidad y la resistencia insulínica (15,16). Esta última es un mecanismo

etiopatogénico central en la génesis del daño biológico producido por el exceso de tejido adiposo (17).

No existe consenso en la definición de obesidad grave en la niñez y se han planteado diferentes puntos de corte para el IMC en distintas curvas de crecimiento con el objetivo de mejorar la estimación del riesgo biológico asociado. Si se identifica mejor a aquellos niños con mayor riesgo, se favorecerán el diagnóstico oportuno, la focalización de recursos económicos para el tratamiento y la prevención de enfermedades crónicas futuras asociadas al mayor riesgo cardiovascular (18).

Para la evaluación nutricional de los escolares se utilizan las curvas de la OMS de 2007 para las edades de 5 a 19 años, y se ha consensuado el puntaje zIMC igual o mayor que +3 para definir la obesidad grave. Sin embargo, no disponemos de estudios que evalúen el riesgo biológico asociado a este punto de corte, por lo cual nos cuestionamos si los niños con obesidad grave así definida presentan mayor comorbilidad cardiometabólica que los niños con obesidad no grave, y nos planteamos como objetivo el describir y comparar la prevalencia y la agregación de los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) entre ambos grupos.

METODOLOGÍA

Se trata de un análisis secundario realizado a partir de una muestra poblacional del estudio “Estado nutricional, síndrome metabólico y resistencia a la insulina, en una muestra poblacional de escolares”, conformada por 3325 escolares de 10 a 15 años, reclutados durante 2009-2011 en 20 escuelas públicas. Este estudio incluyó a los alumnos de 5º y 6º básico asistentes a dichas escuelas, cuyos apoderados/tutores aceptaron participar (3.325/5.614), excluyéndose los que hubieran presentado alguna enfermedad aguda durante los 15 días previos (13).

Para este análisis secundario se construyó una base de datos anonimizada que incluyó a todos los escolares con obesidad, una

muestra conformada por 589 sujetos con los datos completos demográficos, de evaluación antropométrica, desarrollo puberal y resultados de exámenes de laboratorio de interés. Se consideraron además las encuestas disponibles respondidas por los padres sobre enfermedades crónicas familiares, escolaridad del jefe del hogar y la actividad física reportada por el alumno.

Las variables demográficas fueron la edad (en años), el género (masculino/femenino) y la maduración puberal, definida según los estadios de Tanner (I a V) por autorreporte a partir de su identificación privada mediante cartillas ilustradas.

Para el diagnóstico del estado nutricional se calculó el IMC (peso en kg / talla en m²), expresado en términos absolutos y ajustado a la edad y el sexo, como puntaje z (z-IMC), utilizando la referencia OMS 2007 y el programa Anthro Plus (20). Como variable categórica se definió la obesidad no grave como una zIMC $\geq +2$ a $< +3$ y la obesidad grave como una zIMC $\geq +3$.

El perímetro de la cintura (PC) se midió en cm, con cinta métrica inextensible y el sujeto de pie, a un centímetro sobre el reborde lateral superior de la cresta ilíaca derecha, a nivel medio-axilar, con la cinta paralela al suelo, sin comprimir la piel y al final de una espiración normal. Se consideró como obesidad central toda medición superior al percentil 90 de una referencia internacional (21), y la razón entre el pliegue cutáneo subescapular y el tricipital (PSE/PTC) como indicadora de grasa troncal, medidos ambos pliegues del modo estandarizado (22).

Se registraron los antecedentes familiares de uno o ambos padres de obesidad, diabetes mellitus, hipertensión arterial, dislipidemia e infarto/accidente vascular encefálico o trombosis. La escolaridad del jefe del hogar se consideró como indicador del nivel socioeconómico, categorizándola como “básica” (primaria), “media” (secundaria) y “universitaria”. Para aproximarnos a la actividad física del escolar, se incluyó la respuesta a la pregunta: “El día de ayer: ¿anduviste en

bicicleta o caminaste al menos durante una hora?” como variable dicotómica.

La presión arterial sistólica o diastólica (PAS o PAD), medidas de modo estandarizado, se expresaron en mm Hg y se definieron presión arterial normal ($< p90$), la presión arterial normal alta ($p90$ a $p94$) y la hipertensión arterial ($\geq p95$), según las recomendaciones (23).

En una muestra sanguínea con ayuno de 12 horas se midieron distintos parámetros. Los lípidos plasmáticos —colesterol total (CT), colesterol de HDL (C-HDL) y triglicéridos (TG)— se expresaron en mg/dL y se midieron con un método enzimático-colorimétrico (equipo Modular P-800. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Alemania), estando el coeficiente de variación entre el 1,3 y el 2,5 %. El colesterol de LDL (C-LDL) se calculó con la fórmula de Friedewald excepto si los TG excedían de 400 mg/dL o en presencia de quilomicrones, situaciones en las que el C-LDL se midió directamente. El colesterol no HDL se calculó restando el C-HDL del CT. Los valores se interpretaron según las recomendaciones del comité internacional de expertos (24) y de la Sociedad Chilena de Pediatría (25). Se consideró el CT como aceptable o normal (< 170), de riesgo (170 a 199) o de riesgo alto (≥ 200). El C-LDL se clasificó como normal (< 110), de riesgo (110 a 129) o de riesgo alto (≥ 130). Los TG como normales (< 90), de riesgo (90 a 129) o de riesgo alto (≥ 130). Finalmente, el C-HDL se clasificó como normal (> 45), de riesgo (40 a 45) o de alto riesgo (< 40).

La glicemia (método Gluco-quant, Glucosa/Hexoquinasa, Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Alemania) se consideró elevada si ≥ 100 mg/dL; la insulinemia (técnica de inmunoensayo quimio-luminométrico directo, ADVIA CentaurR XP, y equipo Bayer HealthCare LLC, Kyowa Medex Co, Japón) se expresó en $\mu\text{U/mL}$ y se calculó el índice de HOMA como estimador de la resistencia insulínica (RI), definida por un valor $> p95$ (26).

Se utilizaron los criterios de Cook para definir el síndrome metabólico (SM) como la presencia de 3 o más de los cinco siguientes criterios: PC \geq p90 (obesidad central); PAS o PAD \geq p90 (hipertensión arterial); TG \geq 110 mg/dl (hipertrigliceridemia); C-HDL \leq 40 mg/dl (C-HDL bajo) y glicemia \geq 100 mg/dl (glicemia de ayuno alterada) (27).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las variables numéricas, verificando su distribución con test de normalidad y expresando las medidas de tendencia central como promedio (DE) o mediana (RIC) según si la distribución era normal o no, respectivamente. Las variables categóricas se expresaron como números y porcentajes.

Para comparar las variables numéricas entre el grupo de escolares con obesidad grave y el grupo con obesidad no grave se utilizó el test de Student para muestras independientes, y para comparar las frecuencias de FRCV en ambos grupos se usaron el test del χ^2 y/o el de Fisher. Se describió la agregación de FRCV y se calcularon las odds ratios de prevalencia (OR) con intervalo de confianza del 95 %. Se consideró como significativo todo valor de $p \leq 0,05$. Se utilizó el programa SSPS-17.

Aspectos éticos

El estudio original recibió la aprobación "Resolución No.11/98 de 30/04/1998". Este estudio secundario cumplió con la Declaración de Helsinki. Se actualizó y presentó al Comité Ético Científico de la Universidad, con una solicitud de dispensa del consentimiento informado debido a que este análisis secundario no utilizó datos sensibles identificables, no produjo cambios, ni hizo necesario contactar con los participantes del estudio original para obtener información adicional. La base de datos se manejó de modo codificado y anónimo, resguardando los datos, que fueron solamente manejados por dos de los investigadores.

RESULTADOS

Del universo de 3325 escolares estudiados, el 53,6 % presentaban un estado nutricional normal, el 28,6 % sobrepeso, el 15,7 % obesidad y el 2,1 % obesidad severa. La muestra para el presente análisis estuvo constituida por 589 sujetos con obesidad, de los cuales 521 (88,5 %) tenían obesidad no grave y 68 (11,5 %) obesidad grave. Todos fueron representativos del universo, sin diferencias en cuanto a edad, sexo o maduración puberal. La descripción de los FRCV y el síndrome metabólico ya se ha publicado para el total de la muestra del estudio original (13), por lo que limitándonos a nuestro objetivo, se hizo el presente análisis a los sujetos con obesidad según la magnitud de esta.

Los 589 escolares tenían una edad de $11,4 \pm 0,98$ años, sin diferencias de acuerdo con el género o el grado de obesidad. De ellos, 245 (41,6 %) correspondían al género femenino y 344 (58,4 %) al masculino. En la tabla I se describen los datos generales y los antecedentes obtenidos en las encuestas en cuanto a enfermedades crónicas familiares, educación parental y actividad física simplificada, reportada por el alumno, para la muestra total y para cada grupo según gravedad de la obesidad. Se observa que no hubo diferencias entre los niños con obesidad y aquellos con obesidad grave.

En la tabla II se describen las mediciones antropométricas y las variables de interés analizadas para el grupo total y según el grado de obesidad. Destaca que los niños con obesidad grave tenían mayor IMC e zIMC (por definición), además de mayor estatura y una significativamente mayor obesidad abdominal y adiposidad troncal. Con respecto a los marcadores de riesgo cardiometabólico, los niños con obesidad grave presentaron mayores valores de todos los factores evaluados excepto los de CT, C-LDL y glicemia.

Al analizar los componentes del SM utilizando los puntos de corte de la clasificación de Cook y cols. (27), en la tabla III se observa que los más

prevalentes en la muestra total fueron la obesidad central (85 %), la hipertrigliceridemia (49,1 %) y la RI (38 %), seguidos por el C-HDL bajo (27 %). El SM tuvo una frecuencia del 27 %. Se verifica además que los niños con obesidad grave presentaron una frecuencia aun mayor de obesidad central, PAS o PAD, RI y SM que aquellos con obesidad no grave. No alcanzaron la significación: la mayor frecuencia de hiperTG, el bajo C-HDL y la glicemia elevada en ayunas.

En cuanto a la agregación de los componentes del SM, la figura 1 destaca que, de forma significativa, los niños con obesidad grave congregaron con mayor frecuencia 2 criterios y, especialmente, 3 o más criterios en comparación con aquellos con obesidad no grave. Se destaca que solamente un niño de los 68 con obesidad grave tuvo ausencia de criterios (1,5 %), mientras que en el grupo de obesidad no grave, estos fueron 34/521 (6,5 %).

Por último, la tabla IV muestra de forma decreciente los OR de los factores cardiometabólicos de los niños con obesidad grave, por encima de los de aquellos con obesidad no grave.

DISCUSIÓN

Este estudio evaluó el riesgo cardiometabólico de 589 niños y adolescentes con obesidad, según la magnitud de esta, utilizando los puntos de corte recomendados por el Ministerio de Salud de Chile en 2017. Estos definen la obesidad como un puntaje zIMC $\geq +2$ y $< +3$, y la obesidad grave como un zIMC $\geq +3$, según la referencia de la OMS de 2007. Se demuestra que este punto de corte se asocia a un mayor riesgo de obesidad central, dislipidemias, HTA, RI y síndrome metabólico. Según nuestro conocimiento, es el primer estudio en nuestro país que explora esta asociación.

La prevalencia de la obesidad grave en la muestra analizada fue de 11,5 % y representó un 2 % de la totalidad del estudio original (n = 3325), realizado entre 2009 y 2012. La prevalencia en la población

escolar chilena de 2019 fue del 6 %, es decir, tres veces más alta que la encontrada en nuestra muestra, habiendo aumentado la obesidad global desde un 17 % hasta un 24 % en este período de tiempo (4). Este incremento de la obesidad grave en la niñez se ha reportado en otros países y es preocupante, por la mayor carga de enfermedad que la acompaña y su presentación en todos los rangos de edad de la infancia (6,18).

Los tres FRCV más prevalentes en la muestra fueron la obesidad central o abdominal, la hipertrigliceridemia y la RI, destacando que la frecuencia de casi todos los factores fue mayor en los niños con obesidad grave. En este subgrupo, la obesidad central o abdominal estaba presente en casi todos (98 %), alrededor del 60 % tenían TG altos o RI y el 40 % cumplían los criterios del SM. Algunos de estos hallazgos pueden compararse a los reportados por Skinner en niños y adolescentes con obesidad grave en Estados Unidos, habiendo incluido un subgrupo de 12 a 19 años, edad inicial que se asemeja a la de nuestra muestra. Skinner definió la obesidad grave o de tipo III como aquella mayor de 140 % del percentil 95 según las curvas de los CDC, y reportó prevalencias mayores que en la de tipo I, con un C-HDL bajo del 23 % y el 19,7 % ($p \leq 0,001$) e hipertrigliceridemia del 28,9 % y el 19,9 %, respectivamente (7,18).

Es llamativa la alta presencia de trastornos del metabolismo de la glucosa observada en nuestra muestra, con hiperinsulinemia en el 37 % y RI en el 34,7 % de los niños con obesidad no grave, cifras que alcanzan el 64 % y el 63,2 %, respectivamente, en aquellos con obesidad grave. La hiperglicemia tuvo menor prevalencia, del 6 y 8 %, sin diferencia entre grupos. Estos hallazgos son comparables a lo descrito en Brasil (28) en un estudio que evaluó a 90 sujetos con obesidad de 8 a 18 años, categorizados también por el grado de obesidad según las curvas de la OMS de 2007. Se describió una glicemia elevada en el 10 % de los sujetos, hiperinsulinemia en el 27,8 % y RI según el HOMA en el 52,2 %, aumentando este último valor hasta el

65,4 % en aquellos con obesidad grave. Otro estudio realizado en Bolivia (29), encontró una prevalencia de la RI del 39,4 % en 61 niños y adolescentes obesos de 5 a 18 años, sin categorizar la muestra según la gravedad de la obesidad.

En esta muestra, la prevalencia del síndrome metabólico en el grupo con obesidad no grave fue del 25,5 % y en el de obesidad grave, del 39,7 %. Otros autores de Latinoamérica (29) han descrito una prevalencia del SM del 36 % en un grupo de 61 niños y adolescentes con obesidad, sin discriminar por el grado de esta. En Europa (30), por otra parte, se reportó la presencia de SM en el 41,8 % de 352 niños y adolescentes con obesidad de 2 a 19 años; al categorizarlos por gravedad, este valor fue del 27,6 % para la obesidad y del 60,7 % para la obesidad grave, indicando que el riesgo de presentar SM había sido 2,6 veces mayor en los sujetos con zIMC mayor de +3.

En nuestra muestra, el OR de presentar FRCV en los sujetos con obesidad grave frente a los sujetos con obesidad no grave fue variable: muy alto para la obesidad central (OR: 12), intermedio para la hiperTG o la RI (alrededor de 3) y de 2 para el SM. Es necesario precisar que la definición de SM varía en los diferentes estudios y que es importante la edad de los sujetos participantes, ya que la asociación a comorbilidades tiende a ser directamente proporcional a la edad y los estudios que incluyen una mayor proporción de niños mayores tenderán a presentar mayores prevalencias.

Nos parece importante destacar que, en esta muestra, los antecedentes de obesidad o enfermedades crónicas en las madres o padres no mostraron diferencias entre el grupo con obesidad grave y el de obesidad no grave, así como tampoco hubo relación con el nivel educacional de los padres. Lo primero sugiere que las alteraciones reportadas se relacionan con la magnitud de la adiposidad más que con la herencia, que es de tipo poligénico en la mayoría de las comorbilidades. Sin embargo, se necesita resaltar la naturaleza

multifactorial de estas y que los padres de los niños con edades alrededor de los 10 años pueden ser aún jóvenes para expresar estas morbilidades o incluso desconocerlas por su naturaleza oligosintomática. El nivel socioeconómico fue similar en ambos grupos y la actividad física del niño fue igualmente baja en ambos grupos, reportando solo un 30 % haber realizado actividad física el día precedente.

Como fortalezas de nuestro estudio destacamos que la muestra analizada proviene de la muestra de un estudio poblacional de 3325 sujetos, homogénea en su distribución y metodología en cuanto a la evaluación clínica y de laboratorio. También, que tiene uniformidad en la distribución en cuanto a maduración sexual, con representación equilibrada de prepúberes, púberes iniciales y niños con pubertad avanzada. Ello es importante ya que influye notoriamente en la expresión de la comorbilidad por los cambios en la composición corporal que la acompañan. Como debilidad podemos identificar el tiempo transcurrido desde el estudio original y la fecha actual, pero, dado el incremento de la obesidad en niños y adolescentes en nuestro país, y específicamente el de la obesidad grave, los resultados encontrados en nuestro análisis solamente podrían tener una mayor magnitud en el momento actual, sin que hubiera diferencia en la dirección de las asociaciones.

A la vista de los resultados obtenidos, podemos plantear que la categorización por gravedad de los niños y adolescentes con obesidad, utilizando el punto de corte del zIMC $\geq +3$ con las curvas OMS-2007, tiene importancia pronóstica y terapéutica ya que permite identificar a un grupo de pacientes con mayor riesgo cardiometabólico que debe ser derivado al nivel secundario de la atención sanitaria para estudiar dichas complicaciones y recibir un tratamiento integral y optimizado.

Estos resultados también respaldan la necesidad urgente de desarrollar nuevos estudios que incluyan intervenciones médicas más efectivas sobre los hábitos de alimentación y estilos de vida, y que nos permitan

evidenciar cuáles de nuestras recomendaciones tienen mayor impacto en prevenir, revertir o mejorar el riesgo cardiometabólico en la población pediátrica.



BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Consideration of the evidence on childhood obesity for the Commission on Ending Childhood Obesity: report of the ad hoc working group on science and evidence for ending childhood obesity, Geneva, Switzerland. World Health Organization; 2016 [Acceso 7 septiembre 2021]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/206549>
2. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bull World Health Organ 2007;85:660-7. DOI: 10.2471/blt.07.043497
3. MINSAL. Patrones de crecimiento para la evaluación nutricional de niños, niñas y adolescentes, desde el nacimiento hasta los 19 años de edad. Subsecretaría de Salud Pública; 2018 [Acceso 7 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.bibliotecaminsal.cl/patrones-de-crecimiento-para-la-evaluacion-nutricional-de-ninos-ninas-y-adolescentes-desde-el-nacimiento-hasta-los-19-anos-de-edad/>.
4. JUNAEB. Informe Mapa Nutricional 2018 y 2019. [Acceso: 7 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.junaeb.cl/mapa-nutricional>.
5. Spinelli A, Buoncristiano M, Kovacs VA, Yngve A, Spiroski I, Obreja G, et al. Prevalence of Severe Obesity among Primary School Children in 21 European Countries. Obes Facts 2019;12:244-58. DOI: 10.1159/000500436
6. Bass R, Eneli I. Severe childhood obesity: an under-recognized and growing health problem. Postgrad Med J 2015;9:639-45. DOI: 10.1136/postgradmedj-2014-133033
7. Skinner AC, Perrin EM, Moss LA, Skelton JA. Cardiometabolic Risks and Severity of Obesity in Children and Young Adults. N Engl J Med

- 2015;373:1307-17. DOI: 10.1056/NEJMoa1502821
8. The NS, Suchindran C, North KE, Popkin BM, Gordon-Larsen P. Association of adolescent obesity with risk of severe obesity in adulthood. *JAMA* 2010;304:2042-7. DOI: 10.1001/jama.2010.1635
 9. Li L, Pérez A, Wu LT, Ranjit N, Brown HS, Kelder SH. Cardiometabolic Risk Factors among Severely Obese Children and Adolescents in the United States, 1999-2012. *Child Obes* 2016;12:12-9. DOI: 10.1089/chi.2015.0136
 10. Xu J, Hardy LL, Guo CZ, Garnett SP. The trends and prevalence of obesity and morbid obesity among Australian school-aged children, 1985-2014. *J Paediatr Child Health* 2018;54:907-12. DOI: 10.1111/jpc.13922
 11. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997;337:869-73. DOI: 10.1056/NEJM199709253371301
 12. Arnaiz P, Barja S, Villarroel L, Domínguez A, Godoy I, Castillo O et al. Aterosclerosis subclínica y síndrome metabólico en niños. *Nutr Hosp* 2013;28:1587-93. DOI: 10.3305/nh.2013.28.5.6767
 13. Mardones F, Arnaiz P, Barja S, Giadach C, Villarroel L, Domínguez A, et al. Estado nutricional, síndrome metabólico y resistencia a la insulina en niños de Santiago, Chile. *Nutr Hosp* 2013;28:1999-2005. DOI: 10.3305/NH.2013.28.6.6770
 14. Barja Yáñez S, Arnaiz Gómez P, Villarroel Del Pino L, Domínguez de Landa A, Castillo Valenzuela O, Farías Jofré M, et al. Dislipidemias en escolares chilenos: prevalencia y factores asociados. *Nutr Hosp* 2015;31:2079-87. DOI: 10.3305/nh.2015.31.5.8672
 15. Kelly AS, Barlow SE, Rao G, Inge TH, Hayman LL, Steinberger J, et al. Severe obesity in children and adolescents: identification, associated health risks, and treatment approaches: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;128:1689-712. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3182a5cfb3

16. Caprio S, Santoro N, Weiss R. Childhood obesity and the associated rise in cardiometabolic complications. *Nat Metab* 2020;2:223-32. DOI: 10.1038/s42255-020-0183-z
17. Bendor CD, Bardugo A, Pinhas-Hamiel O, Afek A, Twig G. Cardiovascular morbidity, diabetes and cancer risk among children and adolescents with severe obesity. *Cardiovasc Diabetol* 2020;19:79-92. DOI: 10.1186/s12933-020-01052-1
18. Skinner AC, Ravanbakht SN, Skelton JA, Perrin EM, Armstrong SC. Prevalence of Obesity and Severe Obesity in US Children, 1999-2016. *Pediatrics* 2018;141:e20173459. DOI: 10.1542/peds.2017-3459
19. MINSAL, Ministerio de Salud de Chile. Norma para la evaluación nutricional de niños, niñas y adolescentes de 5 años a 19 años de edad. MINSAL; 2016 [acceso 9 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.previenesalud.cl/assets/PDF/normas/2016-norma-evaluacion-nutricional.pdf>
20. WHO. Application tools. WHO AnthroPlus software. Disponible en: <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/application-tools>
21. 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;145:439-44. DOI: 10.1016/j.jpeds.2004.06.044
22. Frisancho AR. Triceps skin fold and upper arm muscle size norms for assessment of nutrition status. *Am J Clin Nutr* 1974;27(10):1052-8. DOI: 10.1093/ajcn/27.8.1052
23. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, Blowey D, Carroll AE, Daniels SR, et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* 2017;140:e20171904. DOI: 10.1542/peds.2017-1904

24. National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics* 2011;128(Suppl 5):S213-56. DOI: 10.1542/peds.2009-2107C
25. Barja Y S, Cordero B ML, Baeza L C, Hodgson B MI. Diagnóstico y tratamiento de las dislipidemias en niños y adolescentes: recomendaciones de la Rama de Nutrición de la Sociedad Chilena de Pediatría. *Rev Chil Pediatr* 2014;85:367-77. DOI: 10.4067/S0370-41062014000300014
26. Barja S, Arnaiz P, Domínguez A, Villarroel L, Cassis B, Castillo O, et al. Insulinemia e índice HOMA en niños y adolescentes chilenos. *Rev Med Chil* 2011;139:1435-43. DOI: 10.4067/S0034-98872011001100007
27. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157:821-7. DOI: 10.1001/archpedi.157.8.821
28. Assunção SNF, Boa Sorte NCA, Alves CAD, Mendes PSA, Alves CRB, Silva LR. Glucose alteration and insulin resistance in asymptomatic obese children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2018;94:268-72. DOI: 10.1016/j.jped.2017.06.008
29. Caceres M, Teran CG, Rodriguez S, Medina M. Prevalence of insulin resistance and its association with metabolic syndrome criteria among Bolivian children and adolescents with obesity. *BMC Pediatr* 2008;8:31-7. DOI: 10.1186/1471-2431-8-31
30. Sen Y, Kandemir N, Alikasifoglu A, Gonc N, Ozon A. Prevalence and risk factors of metabolic syndrome in obese children and adolescents: the role of the severity of obesity. *Eur J Pediatr* 2008;167:1183-9. DOI: 10.1007/s00431-007-0658-x

Tabla I. Características de 589 escolares con obesidad, según su magnitud

		Total	Obesidad no grave	Obesidad grave	p (Chi²)
Número (%)		589 (100)	521 (87,1)	68 (11,5)	-
Género	Femenino	245 (41,6)	221 (42,4)	24 (35,3)	0,26
	Masculino	344 (58,4)	300 (57,6)	44 (64,7)	
Maduración puberal (Tanner)	I - II	333 (56,5)	299 (57,4)	34 (50,0)	0,25
	III-V	256 (43,5)	222 (42,6)	34 (50,0)	
Antecedentes ECNT en los padres	Obesidad	263 (59,8)	228 (58,9)	35 (66,4)	0,3
	DM	75 (21,4)	64 (20,6)	11 (27,5)	0,3
	HTA	126 (34,7)	111 (34,4)	15 (37,5)	0,7
	Dislipidemia	109 (30)	95 (29,3)	14 (35,9)	0,4
	IM	22 (6,1)	17 (5,3)	5 (13,5)	0,08
	AVE	7 (1,9)	7 (2,14)	0 (0)	1
	Trombosis	18 (5,1)	16 (5,1)	2 (5,6)	0,9
Actividad física*	Sí	184 (31,1)	167 (32,5)	17 (25)	0,23
	No	405 (68,8)	354 (67,9)	51 (75)	
Escolaridad del jefe del hogar [†]	Primaria	152 (32,8)	130 (31,0)	22 (39,3)	0,59
	Secundaria	277 (59,8)	247 (60,7)	30 (53,6)	
	Universitaria	34 (7,3)	30 (7,4)	4 (7,3)	

Obesidad: no grave ($zIMC \geq +2$ a $< +3$) y grave ($zIMC \geq +3$), según curvas de la OMS de 2007. ECNT: enfermedades crónicas no transmisibles; DM: diabetes mellitus; HTA: hipertensión arterial; IM: infarto miocárdico; AVE: accidente vascular encefálico. *Actividad física: respuesta dicotómica a la pregunta: "El día de ayer: ¿anduviste en

bicicleta o caminaste al menos durante una hora?”. †Dato disponible en 463 encuestas respondidas.

Tabla II. Mediciones antropométricas y variables cardiometabólicas en 589 escolares con obesidad, según su magnitud

	Total (n = 589)	Obesidad no grave (n = 521)	Obesidad grave (n = 68)	Valor p (t de Student)
IMC	26,3 ± 3,0	25,6 ± 2,0	31,8 ± 1,0	< 0,001
zIMC	2,5 ± 0,4	2,4 ± 0,26	3,4 ± 0,4	< 0,001
zT/E	0,3 ± 0,9	0,3 ± 0,9	0,7 ± 0,9	0,001
Perímetro de cintura (cm)	88,7 ± 8,1	87,1 ± 6,2	101,4 ± 10,0	< 0,001
Razón cintura/estatura	0,6 ± 0,04	0,59 ± 0,03	0,67 ± 0,04	< 0,001
Razón PSE/PTC	1,3 ± 0,3	1,3 ± 0,3	1,4 ± 0,3	< 0,001
CT (mg/dL)	169,7 ± 31,7	169,6 ± 32,5	170,4 ± 24,6	0,8
C-HDL (mg/dL)	46,9 ± 10,1	47,2 ± 10,0	44,5 ± 10,2	0,042
C-LDL (mg/dL)	97,1 ± 27,5	97,3 ± 28,2	95,4 ± 21,0	0,50
TG (mg/dL)	128,9 ± 78,9	125,7 ± 76,1	153,2 ± 94,5	0,024
Glicemia (mg/dL)	90,4 ± 6,3	90,4 ± 6,4	89,9 ± 5,8	0,54
Insulinemia (μUI/mL)	22,8 ± 13,0	22,1 ± 12,7	28,5 ± 13,9	0,001
Índice HOMA	5,1 ± 3,1	5,0 ± 3,0	6,4 ± 3,3	0,001
PAS (mm Hg)	113,8 ± 7,0	113,3 ± 6,9	117,3 ± 6,8	< 0,001
PAD (mm Hg)	57,4 ± 6,8	57,1 ± 6,8	59,3 ± 6,6	0,014

Obesidad: no grave ($zIMC \geq +2$ a $< +3$) y grave ($zIMC \geq +3$), según curvas de la OMS de 2007. IMC: índice de masa corporal; zIMC: puntaje z del IMC; zT/E: puntaje z del índice talla/edad; PSE: pliegue cutáneo subescapular; PTC: pliegue cutáneo tricípital; CT: colesterol total; C-HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; C-LDL: colesterol de lipoproteínas de baja densidad; TG: triglicéridos. Índice HOMA = $[(\text{glicemia} / 18) \times \text{insulinemia}] / 22,5$. PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica.

Nutrición
Hospitalaria

Tabla III. Frecuencia de factores de riesgo cardiometabólico, síndrome metabólico e insulinoresistencia en 589 escolares de acuerdo con la magnitud de la obesidad (n, %)

	TOTAL (n = 589)	Obesidad no grave (n = 521)	Obesidad grave (n = 68)	Valor p (Chi²)
Perímetro de cintura \geq p90	504 (85,6)	437 (83,9)	67 (98,5)	< 0,001
Hipertrigliceridemia (\geq 110 mg/dL)	289 (49,1)	249 (47,8)	40 (58,8)	0,08
Hipercolesterolemia (\geq 200 mg/dL)	90 (15,3)	85 (16,3)	5 (7,3)	0,09
C-LDL alto (\geq 130 mg/dL)	62 (10,5)	59 (11,3)	3 (4,41)	0,13
C-HDL bajo (< 40 mg/dL)	164 (27,8)	141 (27,1)	23 (33,8)	0,25
Glicemia \geq 100 mg/dL	48 (8,1)	44 (8,4)	4 (5,9)	0,45
PAS \geq p95 o PAD \geq p95	41 (7,0)	33 (6,3)	8 (11,8)	0,001
Insulinemia \geq p90	237 (40,2)	193 (37,1)	44 (64,7)	< 0,001
RI (HOMA \geq p90)	224 (38,1)	181 (34,7)	43 (63,2)	< 0,001
Síndrome metabólico	160 (27,2)	133 (25,5)	27 (39,7)	0,017

Obesidad: no grave (zIMC \geq +2 a < +3) y grave (zIMC \geq +3), según curvas de la OMS de 2007. C-LDL: colesterol de lipoproteínas de baja densidad; C-HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; índice HOMA = [(glicemia / 18) x insulinemia] / 22,5; RI: resistencia insulínica. Síndrome metabólico: presencia de \geq 3 criterios (obesidad central, hipertrigliceridemia, C-HDL bajo, hipertensión arterial sistólica o diastólica y/o glicemia elevada en ayunas) (27).

Tabla IV. Riesgo de presentar diferentes factores de riesgo cardiometabólicos y síndrome metabólico en 589 escolares con obesidad, según la magnitud de esta

	Obesidad no grave (n = 521)	Obesidad grave (n = 68)	Total (n=589)	OR (IC 95 %)
Obesidad central (+)	437	67	504	12,9
Obesidad central (-)	84	1	85	(1,8-94,1)
Resistencia insulínica (+)	181	43	224	3,23
Resistencia insulínica (-)	340	25	365	(1,91-5,46)
Hiperinsulinemia (+)	193	44	237	3,11
Hiperinsulinemia (-)	328	24	352	(1,84-5,28)
HTA sistólica (+)	79	22	101	2,67
HTA sistólica (-)	442	46	488	(1,53-4,69)
Síndrome metabólico (+)	133	27	160	1,92
Síndrome metabólico (-)	388	41	429	(1,14-3,24)
Hipertrigliceridemia (+)	249	40	289	1,56
Hipertrigliceridemia (-)	272	28	300	(0,93-2,61)
C-HDL bajo (+)	141	23	68	1,38
C-HDL bajo (-)	380	45	521	(0,80-2,36)
Hipercolesterolemia (+)	240	30	270	0,92
Hipercolesterolemia (-)	281	38	319	(0,56-1,54)
C-LDL alto (+)	150	18	168	0,89
C-LDL alto (-)	371	50	421	(0,50-1,58)
Hiperglicemia (+)	44	4	48	0,68
Hiperglicemia (-)	477	64	541	(0,24-1,95)

Obesidad: no grave ($zIMC \geq +2$ a $< +3$) y grave ($zIMC \geq +3$), según curvas de la OMS de 2007. HTA: hipertensión arterial; C-HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; C-LDL: colesterol de lipoproteínas de baja densidad.

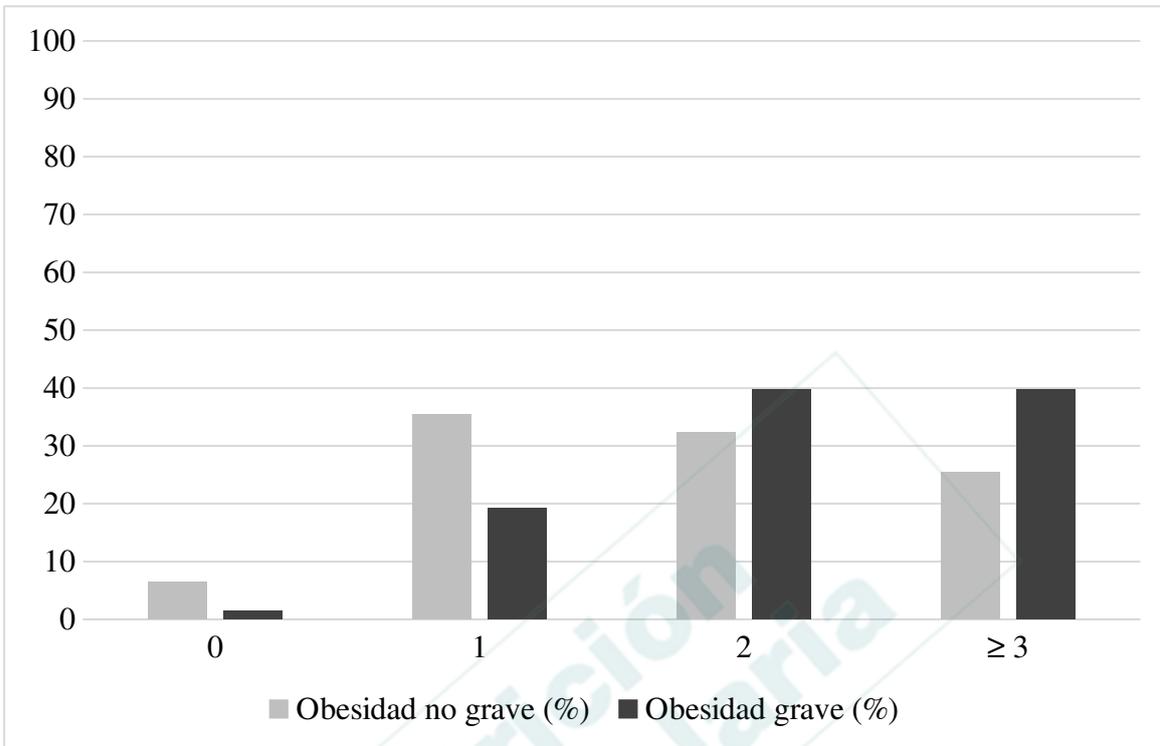


Fig. 1. Agregación de componentes del síndrome metabólico en 589 escolares, según la gravedad de la obesidad (χ^2 $p = 0,003$) (0, 1, 2, ≥ 3 : número de componentes del síndrome metabólico presentes de forma simultánea. Obesidad no grave: $zIMC \geq +2$ a $< +3$. Obesidad grave: $zIMC \geq +3$ (OMS 2007)).