



Original / *Síndrome metabólico. Diabetes*

Estado nutricional, síndrome metabólico y resistencia a la insulina en niños de Santiago, Chile

Francisco Mardones¹, Pilar Arnaiz², Salesa Barja², Carolina Giadach³, Luis Villarroel¹, Angelica Domínguez¹, Oscar Castillo⁴ y Marcelo Fariás⁵

¹División de Salud Pública. ²División de Pediatría. ³División de Nutrición. ⁴Carrera de Nutrición y Dietética. ⁵División de Obstetricia y Ginecología. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Resumen

Introducción: Las principales enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) pueden iniciarse en la niñez, por lo que el conocimiento de sus factores de riesgo puede colaborar en su prevención. No existe información acerca de su prevalencia conjunta en escolares chilenos.

Objetivos: Determinar la prevalencia del estado nutricional, síndrome metabólico (SM) y resistencia a la insulina (RI) en escolares, y conocer la asociación entre ellos.

Métodos: Estudio transversal en 20 escuelas públicas de la comuna de Puente Alto, Santiago, Chile (2009-2011). Se evaluó antropometría, presión arterial, estado puberal. Se obtuvo una muestra sanguínea para determinar lípidos, glucosa, insulina plasmática. El índice de HOMA, homeostasis model assessment (en español: modelo de evaluación de la homeostasis) se utilizó para estimar RI con un patrón nacional.

Resultados: 3325 niños con edad promedio $11,4 \pm 1$ años (rango 10-15 años). La prevalencia de obesidad, SM y RI fue 16,1%, 7,3% y 25,9%, respectivamente. La prevalencia de RI y SM fue mayor en los obesos. SM se asoció fuertemente a RI: OR: 8,0 (95% CI = 5,9-10,7). El análisis multivariado mostró que todos los componentes del SM se asociaron con RI.

Conclusiones: Este estudio realizado en la comuna más poblada de Chile, demostró una alta prevalencia relativa de obesidad, RI y SM en escolares de escuelas públicas pertenecientes a un área de bajos ingresos. La clara asociación positiva demostrada entre estado exceso ponderal, RI y SM, acentúa la importancia de la identificación temprana de los factores de riesgo de ECNT con propósitos preventivos.

(Nutr Hosp. 2013;28:1999-2005)

DOI: 10.3305/nh.2013.28.6.6770

Palabras clave: *Síndrome metabólico X. Resistencia a la insulina. Obesidad. Pediatría.*

NUTRITIONAL STATUS, METABOLIC SYNDROME AND INSULIN RESISTANCE IN CHILDREN FROM SANTIAGO (CHILE)

Abstract

Background: The origin of most non-communicable diseases (NCDs) is in early life. Consequently obtaining information on risk factors for NCDs is important for preventive purposes. However, there is no information available on the prevalence of obesity, metabolic syndrome (MS) and insulin resistance (IR) in Chilean children.

Objectives: To determine the prevalence of nutritional status, MS and IR, and secondly, to study the associations among them.

Methods: Cross-sectional study conducted during 2009-2011 in 20 public schools of Puente Alto County, Santiago, Chile. Anthropometry, blood pressure and pubertal status were assessed. A blood sample was obtained for determination of lipids, blood glucose and insulin. Abnormal Homeostasis model assessment index (HOMA-IR) was based on a national standard.

Results: 3325 children had a mean age of 11.4 ± 1 years old (range 10-15 years). The prevalence of obesity, MS and IR was 16.1%, 7.3% and 25.9%, respectively. The prevalence of IR and MS was higher in obese children. MS and IR were strongly associated with an OR of 8.0 (95% CI = 5.9-10.7). Multivariate analysis showed that all MS components were associated to IR.

Conclusions: There is a relatively high prevalence of risk factors in this sample of children. The strong positive association between nutritional status, IR and MS points out the need to early identify risk factors for NCDs allowing for prevention.

(Nutr Hosp. 2013;28:1999-2005)

DOI: 10.3305/nh.2013.28.6.6770

Key words: *Metabolic syndrome X. Insulin resistance. Obesity. Pediatrics.*

Correspondencia: Francisco Mardones.
Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
Marcoleta, 434
833-0073 Santiago, Chile.
E-mail: mardones@med.puc.cl

Recibido: 13-VI-2013.

Aceptado: 25-VI-2013.

Introducción

Chile es parte de la transición epidemiológica y nutricional que está sufriendo el mundo, caracterizada por una epidemia de enfermedades crónicas que se está observando por primera vez en la historia de la humanidad^{1,3}. La mayoría de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) puede iniciar su aparición en la niñez, por lo que obtener información de los factores de riesgo de las ECNT es muy importante para poder prevenir su aparición. Sin embargo, no existe información disponible en Chile acerca de la prevalencia conjunta de todo el rango del estado nutricional con el síndrome metabólico (SM) y la resistencia a la insulina (RI) en niños entre 10 y 15 años de edad^{4,5}.

La obesidad y la resistencia a la insulina (RI) están asociadas positivamente, siendo considerada esta última como un importante factor etiopatológico que contribuye al desarrollo de SM⁶.

El objetivo de este estudio fue determinar en una muestra de escolares 10-15 años, provenientes de todas las escuelas públicas de la comuna de Puente Alto, Santiago de Chile, la prevalencia y asociación del estado nutricional, el SM y la RI.

Métodos

Los niños que participaron del estudio fueron reclutados entre los años 2009 y 2011 en todas las 20 escuelas públicas de la comuna de Puente Alto de Santiago, la más poblada de Chile⁷. Todos los niños cursaban 5° y 6° año básico. Aquellos niños que presentaron alguna condición de salud que afectara los resultados del estudio en los 15 días previos al estudio fueron excluidos. Una enfermera y una nutricionista visitaron cada escuela para realizar las mediciones y exámenes del estudio. Se determinó el peso y la estatura utilizando una balanza con estadiómetro Seca®, con precisión de 50 g. Los niños fueron medidos descalzos y vestidos con ropa ligera, la que posteriormente fue restada. Cada medición fue realizada dos veces y se registró el promedio de estas. Se calculó el índice de masa corporal (IMC) dividiendo el peso en kilos por la estatura en metros³, siendo expresado en percentiles y puntaje z⁸. El estado nutricional fue clasificado de acuerdo al Centers for disease control (CDC) aplicando percentiles de IMC: normal: 5 a 84; sobrepeso: 85 a 94; obeso: ≥ 95 ; y bajo peso: < 5 ⁸; exceso de peso fue definido como percentil de IMC ≥ 85 . Se calculó además el puntaje z de IMC: $z\text{-IMC} = [(IMC \text{ real} - IMC \text{ promedio}) / \text{desviación estándar}]$. Estatura baja fue definida como estatura para la edad en percentil < 5 ⁸. La circunferencia de cintura (CC) fue medida de acuerdo a las guías de NHA-NES⁹; valores de percentil ≥ 90 fueron considerados anormales¹⁰. Un monitor de presión de la arteria braquial marca Critikon® Dinamap Pro 100 fue utilizado para realizar tres determinaciones, las que posteriormente fueron promediadas y se clasificaron como

anormales aquellas que llegaban a percentil ≥ 90 de la referencia¹¹. Se solicitó a cada niño que realizara un autoreporte de su estado puberal en forma privada, mediante un conjunto de fotografías de desarrollo mamario en mujeres, desarrollo genital en varones y vello púbico en ambos¹². Se tomaron muestras de sangre venosa luego de doce horas de ayuno para determinar glicemia (GLI) (método Gluco-quant, Glucosa/Hexoquinasa, Roche Diagnostics GmbH, Mannheim) e insulinemia (inmunoensayo quimio-luminométrico directo, ADVIA Centaur® XP, Bayer HealthCare LLC, Kyowa Medex Co, Japón). Se calculó el índice del modelo de homeostasis, en inglés homeostasis model assessment (HOMA), con la fórmula de Matthews¹³: $HOMA = [(Glicemia \text{ (mmol/Lt)} \times Insulinemia \text{ (}\mu\text{UI/mL)}) / 22,5]$; Unidades de glicemia: $\text{mmol/L} = [(\text{mg/dL}) / 18]$. Los puntos de corte para definir RI con los valores de HOMA fueron derivados de una muestra de niños chilenos¹⁴.

Los triglicéridos (TG) y el colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad, en inglés high density lipoproteins (CHDL), se determinaron con método enzimático-colorimétrico, equipo Modular P-800 (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany).

El criterio modificado de Cook y cols. fue utilizado para diagnosticar SM cuando al menos tres de los cinco de sus componentes se encontraba presente¹⁵. Estos fueron los puntos de corte para definir los cinco componentes: percentil de CC ≥ 90 ¹⁰; percentil de presión arterial elevada (PA), ya sea sistólica (PAS) o diastólica (PAD) ≥ 90 ¹¹; CHDL $\leq 40 \text{ mg/dL}$; TG $\geq 110 \text{ mg/dL}$; y GLI $\geq 100 \text{ mg/dL}$.

El nivel socioeconómico (NSE) fue estimado usando el nivel educacional de la madre como su sustituto. Este indicador ha sido relacionado estrechamente con el nivel socioeconómico actual en varios estudios nacionales previos¹⁶⁻¹⁸; los años de educación formal materna cursados al momento del nacimiento del niño están registrados en el certificado de nacimiento y se vincularon a la información actual del niño usando el número único de identificación nacional que provee el Registro Civil. El nivel de educación materno fue agrupado en las siguientes categorías: básica: 0-8 años de educación; media: 9-12 años de educación; y superior: 13 y más años de educación.

Para evaluar las diferencias de promedios se utilizó el test de t de Student o ANOVA, mientras que para las frecuencias se utilizó el test chi-cuadrado. El valor p para la tendencia se calculó para la asociación entre cada uno de los componentes del SM con las categorías de z-IMC y del HOMA-RI. La regresión logística permitió estimar la asociación de los componentes del SM con HOMA-RI, ajustando por edad, sexo, estado puberal y z-IMC; GLI $\geq 100 \text{ mg/dL}$ no se incluyó como variable independiente ya que forma parte de la ecuación para construir el HOMA. Los Odds Ratios (OR) y su intervalo de confianza de 95% (IC) estimaron la fuerza de las asociaciones. El valor $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo. Los análisis

estadísticos usaron los programas R versión 2.2 y SPSS versión 17.

Los padres o apoderados firmaron un consentimiento informado y los niños un asentimiento informado. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile y del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), Chile.

Resultados

El número total de alumnos que cursaban 5° y 6° año en las escuelas básicas fue de 5.614 niños, 2.616 (46,6%) mujeres y 2.998 varones (53,4%). Aceptaron participar 3.325, quienes fueron evaluados; 2289 rechazaron participar: 882 mujeres (33,7%) y 1.407 varones (46,9%) ($p < 0,0001$). La tabla I muestra la distribución final por sexo, que fue discretamente mayor para las mujeres ($p < 0,013$). No se encontraron diferencias significativas entre quienes aceptaron o rechazaron participar del estudio de acuerdo a su edad y la educación de la madre.

El promedio de edad fue $11,4 \pm 1$ años siendo mayor en mujeres (Tabla I). La proporción de escolares que pertenecían al grupo 10-12 años de edad llegó a 88,5% mientras que 11,5% pertenecían a la categoría 13-15 años. Los valores promedio de las medidas antropométricas fueron mayores en mujeres con excepción del z-IMC.

La prevalencia de SM fue de 7,3% siendo mayor en mujeres (Tabla I). Los casos con diagnóstico de CC percentil ≥ 90 , TG ≥ 110 mg/dL, y HDL-C ≤ 40 mg/dL se presentaron en mayor proporción en las mujeres,

mientras que el diagnóstico de GLI ≥ 100 mg/dL fue más frecuente en varones. La PA fue similar según sexo; en esta muestra los casos con PAS ≥ 90 fueron la gran mayoría de los PA; sólo 5 niños PA fueron PAD ≥ 90 . En cuanto a la prevalencia de RI, un cuarto de los niños la presentaron, siendo similar en ambos sexos. La prevalencia de obesidad fue 15,9%, con los varones teniendo una mayor frecuencia que las mujeres; sin embargo, las mujeres mostraron mayor prevalencia de sobrepeso y la prevalencia de exceso de peso (obesidad más sobrepeso) fue similar en ambos grupos. La prevalencia de estatura baja fue 3,7%, siendo similar en ambos sexos.

El componente del SM que se presentó más frecuentemente en la muestra total fue TG ≥ 110 mg/dL (26,6%) y el que tuvo menor frecuencia fue GLI ≥ 100 mg/dL (7,2%) (Tabla I); TG ≥ 110 mg/dL fue el componente del SM que más frecuentemente se presentó entre quienes se diagnosticaron con SM. La prevalencia de estatura baja se asoció inversamente con estado nutricional siendo los niños obesos los que tuvieron una menor prevalencia que en las otras categorías; la obesidad llegó a 1,0%, 1,6% y 5,1%, en obesos, sobrepeso y niños eutróficos, respectivamente ($p < 0,001$).

La pubertad (etapas II-V de Tanner) fue alcanzada por 79,1% de los niños, siendo más frecuente en mujeres que en varones (Tabla I). Los púberes mostraron una mayor prevalencia de SM que los prepúberes (8,1% versus 4,0%, $p: 0,0002$); los casos con percentil de CC ≥ 90 y TG ≥ 110 mg/dL fueron más frecuentes en los niños púberes: 17% versus 22,1% ($p: 0,0031$) y 20,1% versus 28,3% ($p < 0,0001$), respectivamente. La prevalencia de RI fue similar en niños prepúberes y púberes (22,0% versus 26,5%, $p: 0,071$).

Tabla I
Medidas antropométricas, componentes del SM, SM y RI, según sexo en 3.325 escolares de la comuna de Puente Alto, Chile, 2009-2011

	Varones N = 1.591		Mujeres N = 1.734		Total N = 3.325		Valor P
Edad (años) (promedio \pm de)	11,4	1,0	11,5	1,0	11,4	1,0	<0,001
Puberal (Tanner II-V) (n, %)	1086	68,3	1544	88,9	2630	79,1	<0,0001
Peso (kg) (promedio \pm de)	43,4	11,3	44,2	11,1	43,8	11,2	0,022
Talla (cm) (promedio \pm de)	146,2	8,5	146,7	7,7	146,5	8,1	0,036
z-IMC (promedio \pm de)	0,6	1,1	0,6	1,0	0,6	1,1	0,995
Obesidad (n, %)	300	18,9	229	13,2	529	15,9	<0,001
Exceso de peso (n, %)	620	39,0	655	37,7	1275	38,3	0,446
Talla baja (n, %)	58	3,65	64	3,69	122	3,67	0,955
TG ≥ 110 (mg/dL) (n, %)	349	21,9	534	30,8	557	26,4	<0,001
CC $\geq 90^{\text{th}}$ percentil (n, %)	293	18,4	407	23,5	700	20,9	<0,001
CHDL ≤ 40 (mg/dL) (n, %)	229	14,4	327	18,9	556	16,6	<0,001
PA $\geq 90^{\text{th}}$ percentil (n, %)	157	9,9	201	11,6	358	10,7	0,127
GLI ≥ 100 (mg/dL) (n, %)	142	8,9	98	5,7	240	7,3	<0,001
SM (≥ 3 componentes) (n, %)	90	5,7	151	8,7	241	7,3	<0,001
RI (n, %)	427	26,9	423	24,8	850	25,9	0,166

Puberal, estado puberal. IMC, Índice de masa corporal. z-IMC, z score Índice de masa corporal. CC, circunferencia de cintura. PA, presión arterial. TG, triglicéridos. CHDL, high density liproteins choletol (en español: colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad). GLI, glucosa de ayuno. Índice de HOMA, homeostasis model assessment (en español: modelo de evaluación de la homeostasis).

Se observó una tendencia ascendente en la frecuencia de distribución de los componentes de SM y RI de acuerdo al estado nutricional, siendo mucho mayor en los grupos de obesos y sobrepeso comparados con los grupos de eutróficos y bajo peso con excepción de GLI (Tabla II). El SM en los niños obesos fue tres veces más frecuente que en niños con sobrepeso. La frecuencia de RI en los niños obesos es más del doble que la frecuencia observada de SM en estos niños: 28,5% versus 61%.

La presencia de SM en niños con o sin RI fue siete veces mayor en el primero que aquellos sin RI, con un valor de OR de 8,0 (95% CI: 5,9-10,7) (Tabla III). El número de componentes de SM está fuertemente relacionado con la tasa de prevalencia de RI: 14,3% para cero, 28,6% para uno, 44,9% para dos, 64,9% para tres y 81,5% para cuatro componentes. El valor p para la tendencia sin incluir la GLI ≥ 100 mg/dL fue $< 0,001$; esta última no fue incluida por ser parte de la ecuación de HOMA. Otros cálculos usando este componente entregaron tasas de prevalencia similares de RI.

La frecuencia de las categorías de nivel educacional materno fue: nivel básico: 32,5%; medio 60,9%; y superior: 6,6%. La estatura baja fue ligeramente más frecuente en los niños que pertenecían al grupo de NSE bajo (p: 0,039) (datos no mostrados). No se detectaron otras asociaciones con el nivel educacional de la madre.

El análisis multivariado de las asociaciones de RI con cuatro componentes del SM los seleccionó a todos: CC percentil ≥ 90 , TG ≥ 110 mg/dL, PA percentil de ≥ 90 y CHDL ≤ 40 mg/dL, siendo los valores de OR 4,7

(95% CI: 3,9-5,7), 2,0 (95% CI: 1,7-2,5), 1,5 (95% CI: 1,2-1,9), y 1,3 (95% CI: 1,03-1,6), respectivamente. Esos resultados cambiaron al ajustar por edad, sexo y maduración puberal, ya que se seleccionaron sólo dos componentes: CC percentil ≥ 90 y TG ≥ 110 mg/dL con valores de OR similares, 5,6 (95% CI: 4,6-6,8) y 2,2 (95% CI: 1,9-2,7), respectivamente. Cuando además se ajustó por el puntaje z-IMC, solamente TG ≥ 110 mg/dL mostró un valor de OR significativo de 1,8 (95% CI: 1,5-2,2).

Discusión

Este estudio, realizado en la comuna más poblada de Chile demostró una alta prevalencia relativa de obesidad, RI y SM en niños asistentes a las escuelas públicas de un sector con NSE medio y bajo de la ciudad de Santiago, Chile, como se explica más abajo. La clara asociación positiva demostrada entre estado nutricional, RI y SM, acentúa la importancia de la evaluación temprana de los factores de riesgo de ECNT con propósitos preventivos.

La obesidad en este estudio de población general focalizado en escuelas públicas llegó a 16,1%. En cuanto al exceso de peso, más de la tercera parte de la muestra lo presentó. Esta cifra de 37% es discretamente menor a la observada en una muestra nacional reciente de niños algo mayores con 13-14 años de edad donde la prevalencia fue de 41%¹⁹. Otro estudio reciente de escolares de 5° y 6° años realizado en escuelas de diferente nivel socio-económico de la ciu-

Tabla II

Componentes del SM, SM y RI, según estado nutricional en 3.325 escolares de la comuna de Puente Alto, Chile, 2009-2011

	Bajo peso n = 92		Normal n = 1.958		Sobrepeso n = 746		Obesidad n = 529		Valor P
CC $\geq 90^{\text{th}}$ percentil (n, %)	0	0,0	9	0,5	214	28,7	477	90,1	$<0,001$
PA $\geq 90^{\text{th}}$ percentil (n, %)	10	10,9	174	8,9	82	11,0	92	17,4	$<0,001$
TG ≥ 110 (mg/dL) (n, %)	16	17,4	334	17,1	266	35,7	267	50,5	$<0,001$
CHDL ≤ 40 (mg/dL) (n, %)	9	9,8	234	12,0	166	22,3	147	27,8	$<0,001$
GLI ≥ 100 (mg/dL) (n, %)	10	10,9	135	6,9	51	6,8	44	8,3	0,354
SM (≥ 3 componentes) (n, %)	1	1,1	21	1,1	68	9,1	151	28,5	$<0,001$
HOMA-IR $\geq 90^{\text{th}}$ percentil (n, %)	5	5,4	251	13,0	272	37,1	322	61,6	$<0,001$

CC, circunferencia de cintura. PA, presión arterial. TG, triglicéridos. CHDL, high density liproteins choletrol (en español: colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad). GLI, glucosa de ayuno. SM, síndrome metabólico. Índice de HOMA, homeostasis model assessment (en español: modelo de evaluación de la homeostasis).

Tabla III

Asociación entre SM y HOMA-IR en 3.325 escolares de la comuna de Puente Alto, Chile, 2009-2011

	Con SM n = 241		Sin SM n = 3.084		Total n = 3.325		Valor P
HOMA-IR $\geq 90^{\text{th}}$ percentil (n, %)	168	69,7	691	22,4	859	25,8	$<0,001$

SM, síndrome metabólico. Índice de HOMA, homeostasis model assessment (en español: modelo de evaluación de la homeostasis).

dad de Santiago reveló una prevalencia de exceso de peso de 40%, sugiriendo que lo observado en escuelas públicas por nosotros es similar a lo observado en escuelas privadas subsidiadas por el estado²⁰. Se ha reportado recientemente en la literatura que el exceso de peso en la niñez y adolescencia se asocia con un mayor riesgo en la edad adulta de obesidad, SM y enfermedad cardiovascular^{21,22}.

La prevalencia de SM fue de 7,3%, un valor aparentemente excesivo para Chile. Sin embargo Cook y cols. reportaron entre adolescentes de 12-19 años de edad en los Estados Unidos un valor de 6,4% al comienzo de la epidemia de obesidad hace 15 años¹⁵; en ese estudio se incluyó un punto de corte para glicemia levemente mayor (≥ 110 mg/dL) a diferencia del utilizado en el presente trabajo (≥ 100 mg/dL), consistente con las recomendaciones internacionales²³. Sin embargo, el criterio de GLI elevada fue el menos frecuente, confirmando observaciones previas en niños^{15,24}, de modo que incidiría menos en la prevalencia total de SM. También esta muestra es de menor edad, por lo cual podría esperarse una menor prevalencia. Por tanto, posiblemente es algo mayor que la de Estados Unidos por la alta prevalencia de exceso de peso observada y otros factores culturales no estudiados en este reporte.

El componente del SM que se presentó más frecuentemente en esta muestra de niños chilenos fueron los TG elevados mientras que la GLI elevada fue el menos frecuente, confirmando observaciones previas en niños^{15,24}. La presencia de componentes del SM fue significativamente mayor en los niños con sobrepeso y obesidad con excepción de la elevación de GLI, confirmando resultados recientes en niños obesos chilenos²⁵⁻²⁸. La prevalencia de SM en la tercera encuesta nacional de salud y nutrición de Estados Unidos (NHANES III) también mostró una asociación positiva con estado nutricional¹⁵.

Este estudio muestra que 25% de los niños tiene RI de acuerdo al patrón chileno utilizado¹⁴. La RI generalmente precursora de diabetes mellitus tipo 2 y constituye el mecanismo fisiopatológico común para el SM¹⁵: la fuerte asociación entre RI y SM observada en este estudio tendría la misma dirección causal. La asociación entre la RI con el número de componentes del SM y la selección de cuatro componentes del SM en el análisis multivariado para RI apoyan esa observación. De los cuatro componentes seleccionados del SM, el percentil de CC ≥ 90 mostró la asociación más fuerte, confirmando la importancia ampliamente documentada de la obesidad abdominal y CC en el desarrollo de RI y SM²⁹.

En la regresión múltiple el ajuste por edad, sexo y maduración puberal suprimió la asociación con PA y CHDL con RI, indicando que en los varones mayores con mayor maduración puberal se reducen esas asociaciones. El ajuste por el puntaje z-IMC, como un indicador global de obesidad, como era de esperar, anula el efecto de la CC. Esta fuerte asociación respalda la medición de IMC o CC. CC es una medida simple y barata de implementar en la atención primaria de salud,

como una estrategia para detectar aquellos niños que tienen mayor riesgo de presentar RI y SM²⁹. La hipótesis que el SM es un producto de la RI entrega una estrategia de manejo porque la pérdida de peso a menudo reduce la RI⁵.

Se observó una mayor presencia de RI en niños púberes que pre-púberes, confirmando observaciones previas que también habían mostrado un aumento en la adiposidad especialmente en niñas durante la pubertad²⁸. Esta observación también podría explicar la elevada frecuencia de CC y TG alterados presentada en mujeres púberes.

Los niños más altos en nuestro estudio presentaron el mayor riesgo de obesidad. Este hallazgo coincide con reportes previos mostrando que los niños más altos tienen un mayor riesgo de obesidad mientras los adultos más pequeños que el promedio tienen un mayor riesgo de obesidad³⁰. La talla alta en niños es consecuencia de la obesidad y cuando se logra la maduración puberal el crecimiento en talla se frena en los obesos; al entrar en la edad adulta tendrán mayor riesgo de ser obesos aquellos de talla baja.

Casi no se observaron asociaciones entre el nivel de educación materna y las variables estudiadas, sugiriendo similares condiciones de vida en estos niños que estudiaban en escuelas públicas.

Una fortaleza importante de este estudio es el gran número de niños estudiados, la mayoría (89,5%) entre 10-12 años de edad, representando el mayor número de ellos que han sido estudiados en todo el rango de su estado nutricional conjuntamente con el SM y la RI en los últimos años en Chile²⁵⁻²⁸. La posible representatividad nacional de esta muestra está descartada debido a las diferencias en el nivel socioeconómico de acuerdo a la educación de las madres. La distribución en las categorías educacionales maternas a nivel nacional para un conjunto de 12 años seguidos (2.883.783 nacidos vivos entre 1993 y 2005) fue la siguiente: nivel básico: 29,3%, media 52,0%, y superior 18,7%, respectivamente, la que fue significativamente diferente a estos datos en los niños estudiados³¹. Aunque el nivel básico fue similar, las frecuencias de 60,9% en media y 6,6% en superior fueron claramente diferentes en los niños de Puente Alto.

Sin embargo, la información proveniente de las escuelas municipales de la comuna de Puente Alto que se presenta en este estudio puede ser considerada representativa de esta misma población cursando quinto y sexto años de la educación pública primaria. A pesar que se observó una alta tasa de rechazo a participar en el estudio, no habría un sesgo porque no se encontraron diferencias entre quienes aceptaron o rechazaron en cuanto a años de educación materna, el que fue utilizado como sustituto del NSE de la familia. Dado que Puente Alto es la comuna más poblada del país con más de medio millón de habitantes⁷, los datos de este estudio pueden servir para estimar la prevalencia de obesidad, SM y RI en la población respectiva de escuelas públicas municipalizadas de muchas comunas del país

que tengan una distribución similar del NSE; propuestas similares se han hecho previamente en otros estudios³²⁻³⁴. Las escuelas públicas en Chile concentran niños de familias con NSE bajo y medio-bajo según han señalado varios reportes³⁵.

En síntesis, el estudio de esta muestra poblacional reveló concordancia en sus resultados de prevalencia de exceso de peso y SM con estudios nacionales e internacionales. En cuanto a la RI, esta tuvo una prevalencia notoriamente alta. Sin embargo, la fuerte asociación observada de RI con exceso de peso, SM y sus componentes sugiere que el patrón utilizado está detectando población en riesgo; es necesario realizar nuevos estudios con indicadores de daño, por ejemplo aterosclerosis subclínica, para evaluar su concordancia con este diagnóstico.

Agradecimientos

Financiamiento: Proyecto FONDECYT (Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología) regular No. 1090594. FONDECYT pertenece a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Chile. Otro financiamiento parcial recibido fue de la Vicerrectoría de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. No hubo influencia de la agencia financiadora en el diseño de este estudio, ni en la recolección y análisis de los datos; tampoco en la comparación, revisión o aprobación del manuscrito.

Referencias

1. UN Report. *UN September meeting, 2011*. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: www.un.org/esa/ga/ncdmeeting2011
2. WHO Report. *World Health Statistics 2012*. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/en/index.html
3. Pan American Health Organization (PAHO/WHO). *Compendium of country profiles on non-communicable diseases in the Americas*. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: <http://bit.ly/NJ3EqT>
4. Mardones F, Mardones-Restat F, Mallea R, Silva S. Una visión general de la epidemia de obesidad en Chile y en el mundo (A general view of obesity epidemics in Chile and in the world). In: Mardones F, Velasco N, Rozowski J, eds. *Obesidad ¿Qué podemos hacer? (Obesity, what can we do?)*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica; 2009. pp. 25-50.
5. Ministerio de Salud, Chile. Santiago: *Encuesta de Salud 2009-2010*. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: www.minsal.gob.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf
6. Eckel RH, Alberti KG, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet* 2010; 375: 181-3.
7. Wikipedia. Historial de Puente Alto, Chile. Accesado: Junio 7, 2013. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Puente_Alto
8. Centers for Disease Control and Prevention. *Overview of the CDC Clinical Growth Charts*. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: www.cdc.gov/nwc/php/dnBP/growthcharts/training/modules/module2/text/BPge6b.htm
9. National Health and Nutrition Examination Survey. *Anthropometry Procedures Manual, January 2004*. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_03_04/BM.pdf

10. Fernandez J, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004; 145: 439-44.
11. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* 2004; 114: 555-76.
12. Tanner J. *Growth at adolescence*, 2nd ed., 1962; Oxford: Blackwell Scientific Publications.
13. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28: 412-9.
14. Barja S, Arnaiz P, Dominguez A, Villarroel L, Cassis B, Castillo O et al. Normal plasma insulin and HOMA values among Chilean children and adolescents. *Rev Med Chile* 2011; 139: 1444-52.
15. Cook S, Weitzman M, Auinguer P, Nguyen M, Dietz W. 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.
16. Mardones-Restat F, Jones G, Mardones-Santander F, Dachs N, Habicht JP, Diaz M. Growth failure prediction in Chile. *Int J Epidemiol* 1989; 18 (Supl. 2): S44 - 9.
17. Mardones F, Villarroel L, Karzulovic L, Barja S, Arnaiz P, Taibo M et al. Association of perinatal factors and obesity in 6-8 years old Chilean children. *Int J Epidemiol* 2008; 37: 902-10.
18. Villarroel L, Karzulovic L, Manzi J, Eriksson J, Mardones F. Association of perinatal factors and school performance in primary school Chilean children. *J Devel Orig Health Dis* 2013; 4: 232-8.
19. Ministry of Education, Chile. SIMCE test on Physical education 2010. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: <http://siit2.bcn.cl/actualidad-territorial/simce-de-educacion-fisica-resultados-por-zona-nivel-socioeconomico-y-tipo-de-establecimiento>
20. Liberona Y, Castillo O, Engler V, Villarroel L, Rozowski J. Nutritional profile of schoolchildren from different socio-economic levels in Santiago, Chile. *Public Health Nutr* 2011; 14 (1): 142-9.
21. Cali A, Caprio S. Obesity in Children and Adolescents. *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93: 31-6.
22. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yockel CW, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004; 350: 2362-74.
23. Genuth S, Alberti KG, Bennett P, Buse J, DeFronzo R, Kahn R et al. Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003; 26: 3160-7.
24. Glen ED, Sierra ML, Xiao-Hua Z. Prevalence and trends of a metabolic Syndrome phenotype among U.S. adolescents, 1999-2000. *Diabetes Care* 2004; 27: 2438-43.
25. Burrows R, Leiva L, Weistaub G, Ceballos X, Gattas V, Lera L et al. Prevalence of metabolic syndrome in a sample of Chilean children consulting in an obesity clinic. *Rev Med Chile* 2007; 135: 174-81.
26. Barja S, Acevedo M, Arnaiz P, Berríos X, Bambs C, Guzmán B et al. Early markers for atherosclerosis and metabolic syndrome in children. *Rev Med Chile* 2009; 137: 522-30.
27. Eyzaguirre F, Silva R, Román R, Palacio A, Cosentino M, Vega V et al. Prevalence of metabolic syndrome in children and adolescents who consult with obesity. *Rev Med Chile* 2011; 139: 732-8.
28. Burrows RA, Leiva LB, Weistaub G, Lera LM, Albala CB, Blanco E et al. High HOMA-IR, adjusted for puberty, relates to the metabolic syndrome in overweight and obese Chilean youths. *Pediatr Diabetes* 2011; 12: 212-8.
29. Cornier M-A, Després J-P, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, et al. Assessing Adiposity: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2011; 124: 1996-2019.
30. Bony-Westphal A, Plachta-Danielzik S, Dörhöfer RP, Müller MJ. Short stature and obesity: positive association in adults but inverse association in children and adolescents. *Br J Nutr* 2009; 102 (3): 453-61.

31. Instituto Nacional de Estadística, Chile 2008 [Anuario de estadísticas vitales]. Accesado: Mayo 23, 2013. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/21_12_10/vit_08211210.pdf
32. Mardones F, Rioseco A, Ocqueteau M, Urrutia MT, Javet L, Rojas I, et al. Anemia during pregnancy in Puente Alto County, Chile. *Rev Med Chile* 2003; 131: 520-5.
33. Mardones F, Villarroel L, Arnaiz P, Barja S, Domínguez A, Castillo O, et al. Prenatal growth and metabolic syndrome components among Chilean children. *J Devel Orig Health Dis* 2012; 3 (4): 237-44.
34. Barja S, Barrios X, Arnaiz P, Domínguez A, Villarroel L, Castillo O, et al. Niveles de lípidos sanguíneos en escolares chilenos de 10 a 14 años de edad (Blood lipids in Chilean children 10-14 years of age). *Nutr Hosp* 2013; 28 (3): 719-25.
35. Vegas E, Petrow J, eds. *Raising student learning in Latin America: the challenge for the 21st century*. Washington, DC: The World Bank; 2008. pp. 33-63.