

José Arias-Rico¹
Sandy Marlene Cortés-Cortés²
Esther Ramírez-Moreno³
Ma. Luisa Sánchez-Padilla⁴
Reyna Cristina Jiménez-Sánchez⁵
Teresita de Jesús Saucedo-Molina⁶

Obesidad infantil y su relación con indicadores cardiopulmonares en escolares mexicanos⁷

RESUMEN

Objetivo: determinar la relación entre obesidad y anomalías de parámetros cardiopulmonares en escolares. **Materiales y métodos:** participaron 78 escolares entre 5 a 11 años de edad, 47 hombres (60,3%) y 31 mujeres (39,7%), pertenecientes a una escuela primaria particular de la ciudad de Pachuca (México). Se evaluó: índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC), grasa corporal (GC), frecuencia cardíaca (FC), presión arterial (PA), frecuencia respiratoria (FR) y espirometría. Se emplearon las pruebas estadísticas chi-cuadrado (χ^2), *odds ratio* y correlación de Spearman (*rs*). **Resultados:** 23,1% de los escolares evaluados presentaron sobrepeso y 29,5%, obesidad. El 38,5 y 11,5% presentaron FC y PA superiores a los parámetros normales, respectivamente; 3,8% de la población presentó FR arriba del promedio y 11,5% mostró valores espirométricos anormales. Se encontraron relaciones entre IMC con GC y CC, GC y CC, CC y FC, GC y PA, y FC y FR. **Conclusiones:** las prevalencias de sobrepeso y obesidad obtenidas en este estudio fueron altas. Los niños con sobrepeso u obesidad podrían tener mayor riesgo de presentar anomalías cardiopulmonares en comparación con niños de peso normal. Se sugiere continuar con estudios en el tema en una muestra más amplia.

PALABRAS CLAVE

Obesidad, niños, enfermedad cardiopulmonar, espirometría (Fuente: DeCS, BIREME).

DOI: 10.5294/aqui.2016.16.2.3

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo

Arias-Rico J, Cortés-Cortés SM, Ramírez-Moreno E, Sánchez-Padilla ML, Jiménez-Sánchez RC, Saucedo-Molina TJ. Obesidad infantil y su relación con indicadores cardiopulmonares en escolares mexicanos. *Aquichan*. 2016; 16(2): 148-158. DOI: 10.5294/aqui.2016.16.2.3

- 1 Doctor en Farmacología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México). josearias.rico@hotmail.com
- 2 Licenciada en Nutrición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México). saney321_24@hotmail.com
- 3 Doctora en Ciencias de los Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México). rme1234@yahoo.com
- 4 Maestra en Ciencias de la Enfermería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México). marialuisasanchezpadilla@yahoo.com.mx
- 5 Maestra en Ciencias de la Enfermería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México). cristyj@hotmail.com
- 6 Doctora en Psicología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México). saucemol@hotmail.com
- 7 Este artículo se realiza con la contribución y asesoría de las maestras Rosa María Guevara Cabrera, Rosa María Baltazar Téllez y Angelina Álvarez.

Recibido: 7 de Julio 2015
Enviado a pares: 9 septiembre de 2015
Aceptado por pares: 23 de diciembre de 2015
Aprobado: 8 de febrero 2016

Childhood Obesity and its Relation to Cardiopulmonary Indicators in Mexican School Children

ABSTRACT

Objective: Determine the relationship between obesity and abnormal cardiopulmonary parameters in school children. **Materials and Methods:** The sample involved 78 children between five and 11 years of age: 47 males (60.3%) and 31 females (39.7%). All were enrolled in a specific elementary school in the city of Pachuca (Mexico). Body mass (BMI), waist circumference (WC), body fat (GC), heart rate (HR), blood pressure (BP), respiratory rate (RR) and spirometry were evaluated. A chi-square (χ^2) statistical test, the odds ratio and Spearman's rank-order correlation (rs) were used. **Results:** In all, 23.1% of the students who were evaluated were overweight and 29.5% were obese; 38.5% and 11.5% had a HR and BP above the normal parameters, in that order; 3.8% of the population in question had a HR above average and 11.5% showed abnormal spirometric values. A relationship was found between BMI and BF and WC, BF and WC, WC and HR, BF and BP, and HR and RF. **Conclusions:** The prevalence of overweight and obesity found in this study was high. Children who are overweight or obese might be at increased risk of experiencing cardiopulmonary abnormalities compared to children of normal weight. It is suggested that studies on this subject be continued with a broader sample.

KEYWORDS

Obesity, children, cardiopulmonary disease, spirometry (Source: DeCS, BIREME).

Obesidade infantil e sua relação com indicadores cardiopulmonares em estudantes mexicanos

RESUMO

Objetivo: determinar a relação entre obesidade e anormalidades de parâmetros cardiopulmonares em estudantes do ensino fundamental. **Materiais e métodos:** participaram do estudo 78 estudantes entre 5 a 11 anos de idade, 47 do gênero masculino (60,3 %) e 31 do feminino (39,7 %), pertencentes a uma escola primária particular da cidade de Pachuca (México). Avaliaram-se o índice de massa corporal (IMC), a circunferência de cintura (CC), a gordura corporal (GC), a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial (PA), a frequência respiratória (FR) e a espirometria. Utilizaram-se os testes estatísticos qui-quadrado (χ^2), odds ratio e correlação de Spearman (rs). **Resultados:** 23,1 % dos estudantes avaliados apresentaram excesso de peso e 29,5 % obesidade. 38,5 e 11,5 % apresentaram FC e PA superiores aos parâmetros normais, respectivamente; 3,8 % da população apresentou FR acima da média e 11,5 % mostraram parâmetros espirométricos anormais. Constataram-se relações entre IMC com GC e CC, GC e CC, CC e FC, GC e PA, e FC e FR. **Conclusões:** as prevalências de excesso de peso e obesidade obtidas neste estudo foram altas. As crianças com excesso de peso ou obesidade poderiam ter maior risco de apresentar anormalidades cardiopulmonares em comparação às de peso normal. Sugere-se continuar com estudos sobre o tema com uma amostra mais ampla.

PALAVRAS-CHAVE

Obesidade, crianças, doença cardiopulmonar, espirometria (Fonte: DeCS, BIREME).

Introducción

El panorama mundial indica que por lo menos 155 millones de niños en edad escolar tienen sobrepeso u obesidad (1). En México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) realizada en el 2012, el 19,8% de los escolares presentan sobrepeso y el 14,6% obesidad, representando alrededor de 5'664.870 niños (2). Hidalgo se encuentra entre los primeros lugares en el país con niños con estos padecimientos, siendo 121.800 los afectados (18,5% para sobrepeso y 12,0% de obesidad) (3). Diferentes municipios del estado de Hidalgo se encuentran afectados con esta problemática nutricional, entre ellos Pachuca (35,5%), que ocupa el octavo lugar entre los municipios pertenecientes al nivel de alta prevalencia de sobrepeso y obesidad (4).

El sobrepeso y la obesidad se caracterizan por la acumulación anormal y excesiva de grasa corporal (GC) (5), lo que acompaña alteraciones metabólicas que incrementan el riesgo para desarrollar comorbilidades (6). En escolares, de acuerdo con la Organización Mundial Salud (OMS), el sobrepeso se determina cuando el índice de masa corporal (IMC) se encuentra entre los percentiles 85 y 97, y la obesidad a partir del percentil 97, de acuerdo con las tablas de crecimiento correspondientes (7).

La etiología de estos padecimientos es multifactorial; sin embargo, la principal causa es la combinación de las siguientes condiciones: a) susceptibilidad de padecer obesidad por la presencia de variaciones genéticas (8); b) pérdida del balance entre la ingestión de energía y el gasto que se produce con el ejercicio (1, 9-11) y c) un estilo de vida sedentario (1, 11, 12).

El sobrepeso y la obesidad se consideran como una de las principales enfermedades crónicas no transmisibles (9, 10, 13), pues a su vez constituyen la base para el desarrollo de otras patologías que condicionan un deterioro de la calidad de vida (14-16). Dentro de los problemas frecuentemente asociados al sobrepeso y a la obesidad están los trastornos cardiacos relacionados con dislipidemias, hipertensión arterial y un incremento anormal de la cantidad de grasa abdominal, intolerancia a la glucosa, marcadores inflamatorios y el estado protrombótico (1, 17). Así mismo, como problemas respiratorios se ha establecido la reducción de la capacidad residual funcional (CRF) y el deterioro de la difusión pulmonar como anormalidades pulmonares más comunes en niños con obesidad primaria (18). Lazarus *et al.* (19) encontraron que la GC se asocia con menores niveles de la función ventilatoria,

debido a que el tejido adiposo alrededor de la caja torácica y del abdomen incrementa la presión intraabdominal, lo que origina una limitación del pulmón para expandirse durante la inspiración, lo que da lugar a una disminución en los volúmenes y en las dinámicas pulmonares, lo que ocasiona diferentes problemas como apnea del sueño, síndrome de hipoventilación, entre otros (9, 20). Además, Li *et al.* (18) encontraron en su estudio posibles cambios estructurales en el intersticio del pulmón, resultantes de la deposición de lípidos y la disminución del área de la superficie alveolar.

El sobrepeso y la obesidad están influenciadas principalmente por el ámbito familiar, la sociedad y las características demográficas, por lo que es recomendable que las intervenciones de salud se enfoquen en todo contexto que pueda repercutir en la alimentación y la actividad del escolar (10, 14, 16, 21) con respecto a la promoción de un estilo de vida más saludable (10, 11, 22), a fin de prevenir precozmente factores de riesgo, como el sedentarismo y los malos hábitos alimentarios, y evitar la aparición de enfermedades prematuras (10).

En México no existen estudios que demuestren la asociación entre obesidad y anormalidades cardiopulmonares en niños; sin embargo, en otros países sí se ha estudiado esta relación aunque algunos investigadores no han encontrado relaciones estadísticamente significativas (18, 19, 23).

De acuerdo con algunos hallazgos de la literatura, la reducción del volumen pulmonar se correlaciona con el grado de la obesidad (19). Sin embargo, tanto Li *et al.* (18) como Boran *et al.* (23) no hallaron una relación entre el déficit pulmonar y medidas antropométricas, concluyendo que un déficit pulmonar es más evidente en problemas de obesidad mayor ($IMC > = 34 \text{ kg/m}^2$).

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la relación entre el sobrepeso y la obesidad con anormalidades de parámetros cardiopulmonares en escolares.

Materiales y métodos

Estudio piloto de tipo analítico transversal, con una muestra de 78 voluntarios, quienes fueron niños de edades entre 5 y 11 años ($\bar{X} = 8,37 \pm 1,7$), 47 hombres (60,3%) y 31 mujeres (39,7%), pertenecientes a una escuela primaria particular de la ciudad de Pachuca, Hidalgo. La población de niños habita en la zona suburbana con nivel socioeconómico medio.

Como criterios de inclusión de la muestra fueron considerados candidatos a participar en el estudio todos aquellos niños y niñas carentes de alguna alteración cardiopulmonar diagnosticada y que contaron con la autorización, vía consentimiento informado, por parte de los padres o tutores.

La investigación fue aprobada por el Comité de Ética e Investigación del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (número de folio 014).

Las mediciones se llevaron a cabo durante el curso académico 2014-2015, entre los meses de agosto-noviembre 2014.

En primer lugar, se realizó una valoración del estado nutricional de todos los alumnos, mediante medidas antropométricas. Se midió peso, estatura, IMC, circunferencia de cintura (CC) y los pliegues cutáneos tricípital (PCT) y subescapular (PCSe). Para el IMC, se tomaron como referencia los patrones de crecimiento de la OMS (7), donde el sobrepeso se presenta entre los percentiles 85-97 y la obesidad a partir del percentil 97. Para CC, de acuerdo con las tablas de Fernández *et al.* (24), se evidencia riesgo de comorbilidad en el percentil $> = 90$. Para evaluar la GC, las tablas de Frisancho (25) indican que a partir del percentil 75 existe un exceso. Posteriormente, se midió la frecuencia cardíaca (FC), la presión arterial (PA), la frecuencia respiratoria (FR) y la espirometría para valorar la función cardiopulmonar. Los valores de referencia fueron los siguientes: FC, 65-85 latidos por minuto (26, 27); PA normal cuando el promedio de la presión sistólica (PAS) y diastólica (PAD), o ambas, fueran inferiores al percentil 90 para edad y sexo, presión normal alta cuando el promedio de PAS y PAD, o de ambas, se ubicaba entre los percentiles 90 y 95, y presión arterial alta cuando el promedio de PAS y PAD, o de ambas, fuera mayor o igual al percentil 95 (28-30). Los valores considerados normales en la FR fueron de 20-25 respiraciones por minuto (26, 31), y para la espirometría el umbral de anormalidad se consideró menos de 80 % de los valores normales predichos por el *software* del espirómetro utilizado en la medición (MicroQuark®) (32). Todas estas mediciones fueron realizadas por personal previamente capacitado y estandarizado de acuerdo con el método de Habicht (33).

A fin de valorar la relación entre las variables antropométricas (IMC, CC y GC) y los parámetros cardiopulmonares (FC, PA, FR y espirometría), se realizó un análisis mediante las pruebas de chi-cuadrado (χ^2), *odds ratio* (OR) y coeficiente de Spearman (*rs*), utilizando el paquete estadístico SPSS, versión 22.0 para Windows®.

Resultados

Como se muestra en la tabla 1, la evaluación del IMC evidenció un 23,1 % de sobrepeso y 29,5 % de obesidad en los escolares, mientras que el porcentaje restante presentó normalidad (47,4 %). Al considerar el sexo de los escolares, se observó mayor porcentaje de obesidad en los varones (36,2 %) en comparación con las niñas (19,4 %); y un mayor porcentaje de niñas (29 %) presentó sobrepeso en comparación con los niños (19,1 %). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas para las proporciones de sobrepeso y obesidad entre mujeres y hombres ($p = 0,180$ y $p = 0,458$, respectivamente).

El 28,2 % de los niños presentaron riesgo de sufrir alguna comorbilidad con base en la circunferencia de cintura ($> =$ percentil 90), denotando mayor proporción en los hombres (31,9 %) que en las mujeres (22,6 %) ($p = 0,524$). Más del 50 % de los escolares presentaron un porcentaje de GC aumentado (GC arriba del promedio y exceso de GC), con similar prevalencia entre mujeres y hombres, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre sexos ($p = 0,939$).

La población de hombres presentó mayor riesgo de anomalías en parámetros pulmonares; la FC fue alta en el 38,5 % de los niños en este estudio, siendo más evidente en los hombres, el porcentaje de niños con PA normal alta y alta fue del 11,5 %; para mujeres y hombres la prevalencia fue similar, aunque un mayor porcentaje de mujeres presentó una PA alta (9,7 %). El 96 % de los niños presentó una FR normal o baja, mientras que el 3,8 % presentó este parámetro arriba del promedio de lo que se considera normal; de manera similar, en la presente investigación esta se observó para ambos sexos. Por otra parte, el 11,5 % de la muestra estudiada obtuvo valores espirométricos anormales, siendo en su mayoría varones (12,8 %) en comparación con las mujeres (9,7 %), aunque sin diferencias estadísticamente significativas entre sexos.

Respecto a las asociaciones entre los parámetros antropométricos (IMC, CC y GC) y cardiopulmonares, se encontró que el IMC tiene una relación directa con el riesgo de sufrir comorbilidad de acuerdo con la CC ($\chi^2 = 27,65$; $p < 0,000$) y la GC ($\chi^2 = 27,71$; $p < 0,000$). Se encontró una significancia marginal entre el IMC y la espirometría ($\chi^2 = 3,75$; $p < 0,053$). En contraste, no se halló una relación significativa entre el IMC y los demás parámetros cardiopulmonares (FC, PA y FR). Todos estos valores se pueden apreciar en la tabla 2.

Tabla 1. Características clínicas de la muestra según el sexo

		Mujeres % (n)	Hombres % (n)	Total % (n)
Total		39,7% (n=31)	60,3% (n=47)	100% (78)
Antropometría				
IMC	Normal	51,6% (n=16)	44,7% (n=21)	47,4% (n=37)
	Sobrepeso	29% (n=9)	19,1% (n=9)	23,1% (n=18)
	Obesidad	19,4% (n=6)	36,2% (n=17)	29,5% (n=23)
CC	Sin riesgo	77,4% (n=24)	68,1% (n=32)	71,8% (n=56)
	Con riesgo	22,6% (n=7)	31,9% (n=15)	28,2% (n=22)
GC	Magro		2,2% (n=1)	1,3% (n=1)
	Normal	45,2% (n=14)	46,8% (n=22)	46,1% (n=36)
	Alta	12,9% (n=4)	17% (n=8)	15,4% (n=12)
	Exceso	41,9% (n=13)	34% (n=16)	37,2% (n=29)
Parámetros cardiopulmonares				
FC	Baja	16,1% (n=5)	12,8% (n=6)	14,1% (n=11)
	Normal	58,1% (n=18)	40,4% (n=19)	47,4% (n=37)
	Alta	25,8% (n=8)	46,8% (n=22)	38,5% (n=30)
PA	Normal	87,1% (n=27)	89,3% (n=42)	88,5% (n=69)
	Normal alta	3,2% (n=1)	4,3% (n=2)	3,8% (n=3)
	Alta	9,7% (n=3)	6,4% (n=3)	7,7% (n=6)
FR	Baja	45,2% (n=14)	34% (n=16)	38,5% (n=30)
	Normal	51,6% (n=16)	61,7% (n=29)	57,7% (n=45)
	Alta	3,2% (n=1)	4,3% (n=2)	3,8% (n=3)
Espirometría	Normal	90,3% (n=28)	87,2% (n=41)	88,5% (n=69)
	Anormal	9,7% (n=3)	12,8% (n=6)	11,5% (n=9)

IMC: índice de masa corporal; CC: circunferencia de Cintura; GC: grasa corporal; FC: frecuencia cardiaca; PA: presión arterial; FR: frecuencia respiratoria.

Fuente: elaboración propia.

La tabla 3 muestra los riesgos entre variables, encontrándose una fuerza de asociación significativa entre el IMC y la GC (OR = 20,12; $p = 0,0001$).

Se halló para anormalidad en la FC un OR = 1,76, para PA un OR = 3,60 y en los resultados espirométricos un OR = 3,44; sin embargo, estas últimas asociaciones entre variables no resultaron estadísticamente significativas. La relación entre el IMC con la valoración de la CC (con riesgo/sin riesgo de morbilidad) no se

calculó debido a la inexistencia de casos en alguna de las casillas en la tabla de contingencia antes del cálculo del OR.

En la tabla 4 se comprueban las relaciones entre variables, observándose una alta correlación entre el IMC con la GC ($rs = 0,728$; $p < 0,01$) y el riesgo de desarrollar comorbilidades por CC ($rs = 0,744$; $p < 0,01$). También se encontró relación entre la GC y el riesgo de desarrollar comorbilidades por la CC, siendo esta una correlación media significativa ($rs = 0,595$; $p < 0,01$).

Tabla 2. Relación entre índice de masa corporal (IMC) y parámetros antropométricos y cardiopulmonares con Chi-cuadrado

	χ^2	P
CC	27,65	0,000*
GC	27,71	0,000*
FC	1,23	0,266
PA	2,59	0,107
FR	0,02	0,874
Espirometría	3,75	0,053

χ^2 : Chi-cuadrado; * $p < 0,05$.

CC: circunferencia de cintura; GC: grasa corporal; FC: frecuencia cardiaca; PA: presión arterial; FR: frecuencia respiratoria.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Relación entre índice de masa corporal (IMC) y parámetros antropométricos y cardiopulmonares con *odds ratio*

	OR	95% IC	p
CCa			
GC	20,12	6,31-64,11	0,0001
FC	1,76	0,66-4,68	0,253
PA	3,60	0,69-18,58	0,125
FR	0,43	0,03-5,17	0,512
Espirometría	3,44	0,15-74,61	0,431

OR: *odds ratio*; IC: intervalo de confianza; CC: circunferencia de cintura; GC: grasa corporal; FC: frecuencia cardiaca; PA: presión arterial; FR: frecuencia respiratoria

a: no fue calculada.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Correlación entre parámetros antropométricos y cardiopulmonares

	CC	GC	FC	PA	FR
IMC	0,744**	0,728**			
CC			0,281*		
GC	0,595**			0,258*	
FC					0,280*

IMC: índice de masa corporal; CC: circunferencia de cintura; GC: grasa corporal; FC: frecuencia cardiaca; PA: presión arterial; FR: frecuencia respiratoria.

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

Fuente: elaboración propia.

Otras correlaciones con bajo valor ($r_s \approx 0,250-280$) y con menor significancia estadística ($p < 0,05$) fueron encontradas entre FC y FR, GC con PA y riesgo de comorbilidad por CC con FC.

Discusión

La población estudiada de escolares muestra una prevalencia de sobrepeso y obesidad más alta respecto al promedio nacional (19,8 y 14,6%, respectivamente) y estatal (18,4 y 12%) para niños de 5 a 11 años, según los resultados nacionales y por entidad federativa de la Ensanut 2012 (2, 3), así como de otras investigaciones en nuestro país (34, 35). Además en estos valores, comparados con estudios en otros países, sobre todo Brasil, Costa Rica, Cuba y Perú resultan prevalencias bastante altas (10, 12, 36, 37).

La prevalencia de sobrepeso mayor en mujeres escolares y la obesidad en hombres escolares, encontrada en este estudio, fue similar a la presentada por Barberán *et al.* (38) en niños ecuatorianos y en la Ensanut 2012 (2). Esta distribución de sobrepeso y obesidad en los escolares podría explicarse mejor si se conocieran a fondo sus estilos de vida, así como antecedentes familiares, de acuerdo con lo explicado por otros investigadores, donde existe mayor frecuencia de niños con obesidad cuando los padres también la presentan (8, 39). La obesidad abdominal evidenciada por la CC en la muestra fue predominante en los varones (31,9%), similar a lo reportado en escolares de secundaria por Ceballos *et al.* (35), siguiendo el patrón donde normalmente la distribución de grasa en los hombres con obesidad es en forma de "manzana" (40). Sin embargo, Hall *et al.* (34), en su investigación con niños de Mexicali, Baja California (México), encontraron que la obesidad abdominal es predominante en niñas. Por otro lado, la GC fue mayor en las mujeres (54,8%), similar a estudios realizados en Brasil (10) y Costa Rica (12), pero contrario a los reportado en la misma investigación de Mexicali, donde el porcentaje de GC en sus diferentes clasificaciones fue mayor en niños (34). Esta mayor prevalencia en niñas puede deberse a que en ellas comienza la acumulación de grasa corporal para iniciar la adolescencia y el segundo brote de crecimiento como resultado de los cambios propios de la pubertad (40).

En esta investigación no se encontraron relaciones significativas, aunque sí marginales, en la prueba chi-cuadrado, entre los datos espirométricos con el IMC. En otros estudios sí se han encontrado cambios en la función ventilatoria relacionados con el aumento de peso (19, 41, 42) y la masa grasa. De igual forma,

no se encontró relación significativa entre las variables antropométricas y cardiopulmonares de este estudio para OR. Estos resultados son atribuidos a que el tamaño de muestra no alcanzó a demostrar significancia estadística.

Se encontró una correlación entre el IMC, la obesidad abdominal y el exceso de GC en niños, de la misma forma a lo hallado por otros investigadores (40, 43, 44).

Tomando en cuenta que la obesidad que comienza a temprana edad puede persistir hasta la edad adulta, como se ha mencionado en diferentes investigaciones (35, 44-46), se sugiere abordar una intervención temprana de salud; además que en mujeres el mayor depósito de grasa puede contribuir como factor de riesgo cardiovascular si no se toman medidas preventivas.

Por un lado, en este estudio se distingue una asociación positiva y significativa entre la obesidad abdominal con la FC, donde al haber un incremento anormal de la cantidad de grasa abdominal hay un aumento en el riesgo cardiovascular, datos que coinciden con lo reportado por Ortiz *et al.* (1), Thompson *et al.* (44), Freedman *et al.* (46), Weiss *et al.* (47), Reilly *et al.* (48), Bravo (49) y Mahfouz *et al.* (50). En otros trabajos se han establecido asociaciones significativas entre el IMC con la PA en niños (10, 38, 45); sin embargo, en esta investigación no se encontró significancia estadística. El presente estudio demostró que a mayores valores de GC mayores valores en la PA. Por lo anterior, es evidente que un peso elevado, aunado al incremento de la GC, constituye un factor de riesgo para la aparición de anomalías cardíacas, como se ha evidenciado en diferentes estudios (6, 44, 51). Merecen especial atención los escolares limítrofes e hipertensos para PAS y PAD, por tratarse de niños con mayores riesgos de desarrollar problemas cardiovasculares en un futuro (10, 52, 53), junto con una mayor acumulación de GC, como lo observado en esta investigación, y la aparición de esta condición a edades tempranas. Además, Raj (6) concluye, por trabajos previos, que la obesidad es un factor de riesgo cardiovascular pues se correlaciona con adiposidad, estrés oxidativo y cambios estructurales y fisiológicos del sistema cardíaco.

En relación con lo mencionado, en este estudio se observó que el aumento de peso y la GC afectan directamente la FC, evidenciado por valores anormales de este parámetro.

Por otro lado, se encontró que hay una mayor relación entre la FR y la FC por la correlación encontrada en estos parámetros. Cabe mencionar que no hay estudios disponibles que se puedan comparar con los resultados obtenidos en esta investigación para la FR. Además, en esta edad los niños suelen presentar FC y FR baja, lo cual se ha referenciado como normal (26).

De manera general, diferentes estudios en niños con obesidad no han podido establecer una relación significativa entre el déficit pulmonar y la evaluación antropométrica que indique obesidad (18, 23, 54), lo que nos hace pensar que probablemente el déficit pulmonar pudiera representar un problema en infantes con obesidad severa (23).

Finalmente, el presente estudio no logró comprobar significancias estadísticas en todas las correlaciones entre variables, dado que la muestra no fue lo suficientemente grande, por lo que los resultados no se pueden extrapolar a la población general. Se sugiere realizar el estudio en una población más amplia, de tal manera que nos permita tener conocimientos claros de lo que sucede en la función cardiopulmonar en niños con exceso de peso, GC o abdominal.

Conclusión

En esta investigación se encontró que la prevalencia de sobrepeso y obesidad es elevada, lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar intervenciones multidisciplinarias de prevención y promoción de la salud orientadas a mejorar estilos de vida saludables, principalmente en alimentación y actividad física, coadyuvando a disminuir los índices de morbilidad infantil.

Se observaron correlaciones entre IMC, obesidad abdominal y alto porcentaje de GC en niños; así como asociación entre grasa abdominal y corporal con anomalías en parámetros cardíacos (FC y PA), aunque no se mostró correlación entre el sobrepeso o la obesidad con la FR y la espirometría en los niños escolares.

Los resultados de este estudio no se pueden generalizar a toda la población, por lo que es necesario continuar con otros trabajos en el tema a fin de que la muestra sea probabilística y representativa, y permita validar la relación que existe entre el sobrepeso o la obesidad y la respuesta de la función cardiopulmonar en niños.

Referencias

1. Ortiz RM, Nava G, Muñoz S, Veras M. Epidemiología de la obesidad. En: Morales JA, editor. *Obesidad Un enfoque multidisciplinario*. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2010. p. 75-99.
2. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales [Internet]. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX); 2012 [citado 2015 ene 20]. Recuperado de: http://ensanut.insp.mx/doctos/ENSANUT2012_Nutricion.pdf
3. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa. Hidalgo [Internet]. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. 2013 [citado 2015 may 3]. Recuperado de: encuestas.insp.mx
4. Amezcua-González A, Galván M. Estado de nutrición de los escolares a nivel municipal. En: Galván M, Amezcua-González A, López G, editores. *Perfil nutricional de escolares de Hidalgo 2010: estado de nutrición y variables del contexto familiar, escolar e individual*. Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2011. p. 59-86.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2010, para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad [Internet]. México; 2010. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5154226&fecha=04/08/2010
6. Raj M. Obesity and cardiovascular risk in children and adolescents. *Indian J Endocrinol Metab*. 2012;16(1):13-9.
7. World Health Organization. Growth reference 5-19 years. BMI-for-age (5-19 years) [Internet]. 2007 [citado 2015 ene 6]. Recuperado de: http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/
8. Lifshitz F. Obesity in children. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2008;1(2):53-60.
9. Del Río BE, Eslava AB, Sienna JLL. Relación de la obesidad con el asma y la función pulmonar. *Bol Med Hosp Infant Mex* [Internet]. 2011;68(3):171-83. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v68n3/v68n3a2.pdf>
10. Burgos MS, Reuter CP, Burgos LT, Pohl HH, Pauli LTS, Horta JA. Comparison analysis of blood pressure, obesity, and cardio-respiratory fitness in schoolchildren. *Arq Bras Cardiol*. 2010;94(6):739-44.
11. Ávalos ML, Reynoso L, Coluga C, Oropeza R, González MA. Relación del Índice de Masa Corporal, actividades físicas y sedentarias en escolares. *Rev Electrónica Psicol Iztacala*. 2014 [Internet];17(3):978-96. Recuperado de: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/repwww.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin>
12. Ureña P, Araya F, Sánchez B, Salas J, Blanco LA. Perfil de calidad de vida, sobrepeso-obesidad y comportamiento sedentario en niños (as) escolares y jóvenes de secundaria guanacastecos. *Rev Electrónica Educ*. 2010;14(2):207-24.
13. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation [Internet]. World Health Organization technical report series. Ginebra, Suiza; 2000 [citado 2015 mar 18]. Recuperado de: http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_894.pdf
14. Birch LL, Ventura K. Preventing childhood obesity: what works? *Int J Obes* [Internet]. Nature Publishing Group; 2009;33 Suppl 1(S1):S74-81. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2009.22>
15. Davison KK, Birch LL. Weight Status, Parent Reaction, and Self-Concept in Five-Year-Old Girls. *Pediatrics*. 2001;107(1):46-53.
16. López A. Obesidad en edad escolar: una propuesta de intervención para prevenir y reducir sus consecuencias [Internet]. Universidad de Valladolid; 2014. Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/5076>
17. Raj M, Kumar RK. Obesity in children & adolescents. *Indian J Med Res*. 2010;132:598-607.
18. Li AM, Chan D, Wong E, Yin J, Nelson EAS, Fok TF. The effects of obesity on pulmonary function. *Arch Dis Child*. 2003;88:361-3.
19. Lazarus R, Colditz G, Berkey CS, Speizer FE. Effects of body fat on ventilatory function in children and adolescents: Cross-sectional findings from a random population sample of school children. *Pediatr Pulmonol*. 1997;24(3):187-94.
20. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol*. 2010;108(1):206-11.

21. Insunza MM. El escolar. En: Escobar PE, Espinosa HE, Moreira RM, editores. Tratado de pediatría El niño sano. México: El Manual Moderno; 2001. p. 290-5.
22. Galván M, Amezcua-González A. Estado de nutrición de los escolares a nivel estatal. En: Galván M, Amezcua-González A, López G, editores. Perfil Nutricional de Escolares de Hidalgo 2010: Estado de Nutrición y Variables del Contexto Familiar, Escolar e Individual. Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2011. p. 39-54.
23. Boran P, Tokuc G, Pisgin B, Oktem S, Yegin Z, Bostan O. Impact of obesity on ventilatory function. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2007;83(2):171-6. Recuperado a partir de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0021-75572007000200012&script=sci_arttext&tlng=en
24. Fernández JR, Redden D, Pietrobelli A, Allison BD. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr*. 2004;145:439-44.
25. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutrition status. Michigan; 1999.
26. Burgess D. Desarrollo y crecimiento. En: Merenstein CB, Kaplan DW, Rosenberg AA, editores. Manual de pediatría. 15 ed. México, D.F.: Manual Moderno; 2000. p. 645.
27. Sondheimer JM, Boucek MM, Dunbar ID, Lorts A, Schaffer MS, Wolfe RR. Enfermedades cardiovasculares. En: Hay WW, Levin MJ, Hayward AR, Sondheimer JM, editores. Diagnóstico y tratamiento pediátricos. 12 ed. México, D.F.: El Manual Moderno; 2002. p. 496.
28. Cortés GG. Cuidado del niño sano. En: Games EJ, Troconos TG, editores. Introducción a la pediatría. 7 ed. México, D.F.: Méndes Editores; 2007. p. 11.
29. Overby KJ. Supervisión de la salud pediátrica. En: Rudolph AM, Kamei RK, Overby OJ, editores. Pediatría. 3 ed. Madrid: Marbán Libros; 2004. p. 47.
30. Treviño MR. Historia clínica pediátrica. En: Treviño MG, editor. Pediatría. 2 ed. México: McGraw-Hill; 2009. p. 74.
31. Keresmar CM. Sistema respiratorio. En: Behrman RE, Kliegman RM, E NW, editores. Compendio de pediatría. 2 ed. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 1996. p. 436.
32. García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. *Arch Bronconeumol*. 2013;49(9):388-401.
33. Habicht JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Bol Of Sanit Panam*. 1974;375-81.
34. Hall JA, Ochoa PY, Borbón JC, Montreal LR. Prevalencia de porcentaje de grasa corporal, obesidad abdominal y estado nutricional en una escuela primaria de Mexicali, Baja California (México). *Int J Morphol*. 2013;31(4):1269-75.
35. Ceballos CL, Vizcarra Bordi I, Reyes-Ortiz CA, Loza Torres M. Sobrepeso y obesidad en preescolares y escolares de una comunidad periurbana de origen otomí del Valle de Toluca, México. *Población y Salud en Mesoamérica*. 2012;10(1):1-23.
36. González Hermida AE, Vila Díaz J, Guerra Cabrera CE, Quintero Rodríguez O, Dorta Figueredo M, Danilo Pacheco JD. Estado nutricional en niños escolares. Valoración clínica, antropométrica y alimentaria. *Rev Electrónica las Ciencias Médicas en Cienfuegos*. 2010;8(2):15-22.
37. Mendoza G, Reyes PE, Stalin V. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños de 5-11 años de la Institución Educativa Régulo Guevara Carranza. Mayo-Abril-2013. *Rev cuerpo méd HNAAA*. 2013;6(4):22-6.
38. Barberán K, Escala R, Suco S. Sobrepeso y obesidad como factores predisponentes de hipertensión arterial en niños de 5 a 12 años en Guayaquil y Nobol. *Med FCM-UCSH* [Internet]. 2010;16(3):160-8. Recuperado de: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSeArch=617711&indexSearch=ID>
39. Zonana-Nacach A, Conde-Gaxiola ME. Percepción de las madres sobre la obesidad de sus hijos. *Gac Med Mex*. 2010;146(3):165-8.
40. Mataix J, Leis T. Niño preescolar y escolar. En: Mataix J, editor. Tratado de nutrición y alimentación. Nueva edición. Madrid; 2009. p. 1125-39.

41. Inselma LS, Milanese A, Deurloo A. Effects of obesity on pulmonary function in children. *Pediatr Pulmonol.* 1993;16:130-7.
42. Mallory GB, Fiser DH, Jackson R. Sleep associated breathing disorders in morbidly obese children and adolescents. *J Pediatr.* 1989;115:892-7.
43. Suverza A. Antropometría y composición corporal. En: Suverza A, Haua K, editores. *El ABCD de la evaluación del estado de nutrición.* México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 2010. p. 36-9.
44. Thompson DR, Obarzanek E, Franko DL, Barton B a, Morrison J, Biro FM, et al. Childhood overweight and cardiovascular disease risk factors: the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *J Pediatr* [Internet]. 2007;150(1):18-25. Recuperado a partir de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17188606>
45. Falkner B, Gidding SS, Ramírez-Garnica G, Wiltrout SA, West D, Rappaport EB. The relationship of body mass index and blood pressure in primary care pediatric patients. *J Pediatr.* 2006;148(2):195-200.
46. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *J Pediatr.* 2007;150(1):12-7.e2.
47. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane W V, Taksali SE, Yeckel CW, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med.* 2004;350(23):2362-74.
48. Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Stewart L, et al. Health consequences of obesity. *Arch Dis Child.* 2003;88(9):748-52.
49. Bravo CN. Proyecto de intervención para la prevención de la obesidad infantil (PIPOI). Universidad de Jaén; 2014.
50. Mahfouz RA, Dewedar A, Abdelmoneim A, Hossien EM. Aortic and pulmonary artery stiffness and cardiac function in children at risk for obesity. *Echocardiography* [Internet]. 2012;29(8):984-90. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22694671>
51. Hansen ML, Gunn PW, Kaelber DC. Underdiagnosis of hypertension in children and adolescents. *J Am Med Assoc.* 2007;298(8):874-9.
52. Bibbins-Domingo K, Coxson P, Pletcher MJ, Lightwood J, Goldman L. Adolescent overweight and coronary heart disease. *N Engl J Med.* 2007;357(23):2371-9.
53. Juonala M, Järvisalo MJ, Mäki-Torkko N, Kähönen M, Viikari JS a, Raitakari OT. Risk factors identified in childhood and decreased carotid artery elasticity in adulthood: The cardiovascular risk in young finns study. *Circulation.* 2005;112(10):1486-93.
54. Mahut B, Beydon N, Delclaux C. Overweight is not a comorbidity factor during childhood asthma: The GrowthOb study. *Eur Respir J.* 2012;39(5):1120-6.