

Impacto de la obesidad en la fuerza muscular respiratoria de los niños: un estudio transversal

Impact of obesity on respiratory muscle strength in children: a cross-sectional study

Rocha García Fátima¹, Meza Baeza Ximena Alejandra¹, Bermúdez-Pérez Rocío Stephanie¹, Hernández-Hernández Diana Laura¹, Linares-Segovia Benigno¹

¹ Departamento de Medicina y Nutrición, Campus León, Universidad de Guanajuato
f.rochagarcia@ugto.mx¹

Resumen

La obesidad y el sobrepeso, definidos por la OMS como acumulación excesiva de grasa perjudicial para la salud, han aumentado globalmente, afectando a todos los grupos de edad. La investigación sobre el impacto de la adiposidad en la función respiratoria muestra resultados variados, indicando la necesidad de más estudios. Este estudio observacional, transversal, incluyó a 84 niños de 6 a 12 años de una escuela primaria en San Francisco del Rincón, Guanajuato. Se realizaron mediciones antropométricas y pruebas respiratorias, incluyendo espirometría y presiones inspiratoria (PIMax) y espiratoria máximas (PEMax). De los 81 niños analizados, el 34.6% fueron clasificados con obesidad. La PIMax fue significativamente mayor en los niños con obesidad (36 vs. 43 cmH₂O, $p=0.002$), mientras que las diferencias en PEMax no fueron significativas. Tanto PIMax como PEMax se correlacionaron con el IMC y el porcentaje de grasa corporal. El estudio encontró una correlación significativa entre la fuerza muscular respiratoria y las variables antropométricas, sugiriendo una mayor carga en los músculos respiratorios de los niños con obesidad. Los resultados contradictorios en la literatura podrían deberse a la falta de consideración del desarrollo puberal, que afecta la función pulmonar y la fuerza muscular. Futuros estudios deben incluir la estadificación puberal y la distribución de la grasa corporal para comprender mejor el impacto de la obesidad en la función respiratoria en niños, mejorando así los enfoques clínicos.

Abstract

Obesity and overweight, defined by the WHO as excessive fat accumulation detrimental to health, have increased globally, affecting all age groups. Research on the impact of adiposity on respiratory function shows varied results, indicating the need for further studies. This cross-sectional observational study included 84 children aged 6 to 12 years from a primary school in San Francisco del Rincón, Guanajuato. Anthropometric measurements and respiratory tests were performed, including spirometry and maximum inspiratory (PIMax) and expiratory pressures (PEMax). Of the 81 analyzed children, 34.6% were classified as obese. PIMax was significantly higher in obese children (36 vs. 43 cmH₂O, $p=0.002$), while differences in PEMax were not significant. Both PIMax and PEMax were correlated with BMI and body fat percentage. The study found a significant correlation between respiratory muscle strength and anthropometric variables, suggesting a greater load on the respiratory muscles of obese children. The contradictory results in the literature may be due to the lack of consideration of pubertal development, which affects pulmonary function and muscle strength. Future studies should include pubertal staging and body fat distribution to better understand the impact of obesity on respiratory function in children, thereby improving clinical approaches.

Palabras clave: fuerza muscular respiratoria; obesidad infantil; presión inspiratoria máxima; presión espiratoria máxima.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la obesidad y el sobrepeso como la “acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud”.¹

La prevalencia de sobrepeso y obesidad ha aumentado a nivel mundial, afectando a todos los grupos de edad. En niños y adolescentes es un factor de riesgo de mayor morbilidad y mortalidad debido al deterioro multisistémico, incluido el sistema respiratorio y la función pulmonar.^{2,3} En México el aumento de esta prevalencia se observa durante la escuela primaria; cuando los niños ingresan (seis años de edad), la prevalencia promedio de sobrepeso y obesidad es del 24,3%. Sin embargo, a los 12 años de edad, cuando están concluyendo primaria, su prevalencia se incrementa al 32,5%.⁴

En los últimos años se han estudiado las repercusiones de la adiposidad en la función respiratoria; sin embargo, no existe consenso sobre los mecanismos fisiológicos que conducen a complicaciones respiratorias. Se sabe que una adecuada función pulmonar depende del funcionamiento armónico de las estructuras que componen el sistema respiratorio.⁵ El exceso de tejido adiposo, principalmente en tórax y abdomen, provoca un aumento de la presión intraabdominal sobre el diafragma y de la presión del tejido adiposo sobre la caja torácica, dificultando la expansión torácica y, en consecuencia, la distensibilidad pulmonar. Este cambio conduce a una reducción de los volúmenes y capacidades pulmonares y es característico de una enfermedad pulmonar restrictiva.² Además, el tejido adiposo es un órgano endocrino y paracrino que produce una gran cantidad de citoquinas y mediadores bioactivos, generando así en individuos obesos, un efecto proinflamatorio, estado que se asocia con hipodesarrollo de los pulmones, atopia, capacidad de respuesta bronquial, mayor riesgo de asma y modificaciones fenotípicas de esta enfermedad.⁵

No obstante, estos efectos perjudiciales difieren entre adultos y niños: los adultos obesos tienen una disminución más pronunciada del FEV1, FVC, TLC y VD; mientras que los niños obesos muestran un FEV y FVC normal o incluso creciente, pero disminución más pronunciada del FEV1/FVC y FEF25-75, consistente con un déficit obstructivo o disanapsis de las vías respiratorias asociado al periodo de crecimiento.⁶ Dentro de esta perspectiva, algunos estudios previos justifican hallazgos similares a la disanapsis de las vías respiratorias, que es el crecimiento desproporcionado entre el parénquima pulmonar y las vías respiratorias, con un aumento del volumen pulmonar diferente al aumento del calibre de las vías respiratorias.³

El inicio de la pubertad marca el inicio de un proceso de maduración, caracterizado por cambios corporales y psicológicos. Los cambios varían según el género, y en las mujeres el desarrollo puberal comienza aproximadamente dos años antes que en los hombres. Además, los cambios hormonales pueden influir directamente en la función pulmonar: al principio, mediante un crecimiento acelerado, seguido por un aumento de la altura del tronco y del diámetro de la caja torácica, que influyen en el aumento de la capacidad y los volúmenes pulmonares. Otro ejemplo es el aumento de la producción de testosterona masculina durante la pubertad, lo que desencadena un pico de crecimiento muscular, que incluye los músculos respiratorios y favorece el aumento de la FVC y los flujos respiratorios. Entre los individuos afectados por la obesidad, los cambios mencionados anteriormente tienden a ocurrir en una etapa más temprana.²

De acuerdo a la evidencia disponible, la relación entre obesidad y función pulmonar en niños y adolescentes es compleja y es esencial reducir los sesgos de confusión, para comprender qué cambios están relacionados con la obesidad y cuáles con el crecimiento.³

En este contexto, el objetivo del estudio es esclarecer la relación entre obesidad y salud respiratoria desde una nueva perspectiva, comparando la fuerza muscular respiratoria y su correlación con variables antropométricas como el IMC y el porcentaje de grasa corporal.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, prospectivo, de corte transversal y comparativo.

Población y muestra

La población de estudio se compone de niños mexicanos de 6 a 12 años de edad. Se seleccionó una escuela primaria en San Francisco del Rincón, Guanajuato; en la que participaron 84 niños de manera voluntaria. Los datos sociodemográficos y los antecedentes patológicos se obtuvieron mediante un el Cuestionario de Salud Respiratoria elaborado por el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) el cual fue respondido por el padre de familia y/o tutor legal, se otorgó apoyo para el completo y correcto llenado de este.

Medición y pruebas de función pulmonar

Las mediciones antropométricas se realizaron por duplicado e incluyeron el peso y la talla (tanto de pie como sentado), valorados dentro de los percentiles según la NOM-031-SSA2-1999, para determinar el peso adecuado para la talla normal. Además, se midió la circunferencia de tórax y abdomen. El peso, y el porcentaje de grasa corporal se obtuvieron utilizando una báscula de bioimpedancia, que mide este último parámetro a través de la resistencia eléctrica que el cuerpo ofrece al paso de una corriente.

El equipo utilizado para las mediciones incluyó una báscula portátil (seca® 813) con precisión de 100 gramos y estadímetro portátil (seca® 222) con precisión de 1 centímetro.

El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó con la fórmula $IMC = \text{peso(kg)}/\text{talla(m)}^2$, y se clasificó según la NOM-008-SSA2-1993. Para la clasificación de los participantes con obesidad, se consideró un IMC por encima del percentil 95 para la edad o un porcentaje de masa corporal superior al 25%.

Posteriormente, los participantes pasaron a una estación donde se les explicó la dinámica de las pruebas. Para la espirometría, se utilizó un dispositivo EasyOne Diagnostic® (NDD, Technopark Zurcú Switserland) que cumple con los criterios de la Sociedad Torácica Americana (ATS) y la Sociedad Europea Respiratoria (ERS) ATS/ERS 2005, para diagnóstico. Este instrumento determina valores que integran criterios de precisión, exactitud y linealidad. Las pruebas se realizaron siguiendo las recomendaciones de la ATS, obteniéndose parámetros como: capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la relación FEV1/FVC. Se consideraron como aceptables aquellas espirometrías que cumplieron con criterios de aceptabilidad y repetibilidad, La calidad de las espirometrías fue supervisada por un Técnico en espirometrías (RSBP=, con certificación NIOSH/OSHA, Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).

Además, se utilizó un espirómetro XEEK para medir la presión inspiratoria máxima (PIMax) y la presión espiratoria máxima (PEMax). La PIM evalúa la fuerza de los músculos respiratorios durante la inhalación, mientras que la PEM mide la fuerza durante la exhalación. Ambos parámetros son fundamentales para evaluar la función respiratoria y detectar posibles anomalías.

Consideraciones éticas

Las consideraciones éticas incluyeron la obtención del consentimiento informado tanto de los padres como de los participantes y el aseguramiento de la confidencialidad de los datos y bienestar de los participantes a lo largo del estudio.

Análisis de los datos

Se realizó estadística descriptiva. Las variables cualitativas se resumen como frecuencia o porcentaje y la cuantitativas como mediana e intervalo de confianza 95%. Para la comparación entre los grupos se realizó t de student o X^2 , de acuerdo al tipo de variable, o con U de Mann- Whitney, de acuerdo a su distribución. Se realizó correlación de Pearson entre el IMC y los parámetros espirométricos. Se utilizó el programa estadístico SPSS, se consideró estadísticamente significativa, una $p < 0.05$.

Resultados

El estudio se realizó en 84 participantes, sin embargo, 3 de ellos fueron excluidos ante la imposibilidad de realizar la espirometría. Por lo tanto, para el análisis final se consideraron 81 niños de 6 a 12 años de edad (9.0 ± 1.8). Cuarenta y cuatro participante (54.3%) fueron hombres; 28(34.6%) de los 81 niños fueron clasificados con obesidad en base al porcentaje de grasa corporal.

Como se muestra en la Tabla 1, no se observó diferencia significativa en la distribución por sexo entre los grupos ($\chi^2=0.69$, $p=0.40$), y tampoco en el promedio de edad ($t=1.67$, $p=0.09$). En las mediciones antropométricas todos los parámetros excepto la talla, fueron significativamente más altos en el grupo con obesidad. En relación con los antecedentes patológicos no se observó diferencia significativa entre los grupos.

Tabla 1. Características clínicas de la población de estudio

Variable	Con obesidad (n=28)	Sin obesidad (n=53)	Valor de p
Sexo M/F (%)	30.2/39.4	60.8/60.6	0.40
Edad (años)	9.5 ± 1.7	0.8 ± 1.8	0.09
Antropometría			
Peso (kg)	45.9 ± 15.6	30.0 ± 7.8	0.0001
Talla (cm)	140 ± 12.4	134 ± 13	0.06
IMC (kg/m^2)	22.8 ± 4.7	16.4 ± 1.5	0.0001
Índice WC/HT	0.55 ± 0.06	0.45 ± 0.06	0.0001
Circunferencia abdominal (cm)	77.6 ± 13.3	60.4 ± 10.2	0.0001
Grasa Corporal (%)	31.9 ± 6.2	18.3 ± 3.7	0.0001
Antecedentes No,(%)			
Tabaquismo	24 (85.7)	42 (79.2)	0.47
Humo de Leña	23(82.1)	48(90.6)	0.27
Asma	3(10.7)	2(3.8)	0.36
Bronquitis	2(7.1)	3(5.7)	0.36
Tos	0(0.0)	3(5.7)	0.17
Sinusitis	0(0.0)	4(7.5)	0.052
Neumonía	0(0.0)	3(5.7)	0.17
Rinitis	0(0.0)	2(3.8)	0.22
Otitis	1(3.6)	1(1.9)	0.34
Alergias	4(14.3)	8(15.1)	0.38
Bronquiolitis	1(3.6)	2(3.8)	0.14

Nota: IMC=Índice de Masa Corporal, Índice WC/HT= índice de circunferencia de cintura y altura.

Los datos de las variables cualitativas se expresan número (porcentaje), mientras que las cuantitativas como media \pm desviación estándar.

Relación obesidad con PIMAX y PEMAX

En sujetos con obesidad la Presión Inspiratoria Máxima (PIMax) fue significativamente más alta que en los sujetos sin obesidad (36 cmH_2O , IC 95%: 29-39 versus 43 cmH_2O , IC 95%: 35-51, $p=0.002$). Esta diferencia no se observó para la Presión Espiratoria Máxima (PEMax) que, si bien fue mayor, esta diferencia no fue significativa (55, IC 95%: 50-63 VS. 62, IC 95%: 57-82 cmH_2O , $p=0.16$).

El valor de PIMax correlacionó con el IMC ($R=0.41$, $p=0.0001$) y con el porcentaje de grasa corporal ($r=0.27$, $p=0.01$). La PEMax también mostró correlación con el IMC ($r=0.41$, $p=0.0001$) y con el porcentaje de grasa corporal ($r=0.27$, $p=0.01$).

Discusión

Los músculos respiratorios son los encargados de generar diferencias de presión que aseguran la ventilación, por ello, la medida de la fuerza muscular respiratoria se considera indispensable y de gran utilidad en la evaluación de diversos estados y enfermedades. Sin embargo, las implicaciones de la obesidad en este contexto aún no están bien definidas, lo que motivó la presente investigación.⁸

Entre los resultados de este estudio identificamos una correlación significativa de PIMax y PEMax con el IMC y con el porcentaje de masa corporal, es decir, el grupo con obesidad mostró valores más altos en comparación con el grupo sin obesidad. Estos hallazgos pueden apuntar a que la obesidad exige una demanda amplificada de ventilación, mayor trabajo respiratorio, consumo de oxígeno, gasto de energía respiratoria y por lo tanto los músculos respiratorios se enfrentan a una mayor carga, lo que impulsa un umbral de carga en reposo.⁷

Es interesante notar que este evento fue diferente a lo observado por otros autores. Jung y Schivinski mencionan que los niños con obesidad presentaron valores más bajos de PIMax en comparación con los niños sin obesidad. Además, hubo una fuerte relación entre PIMax y PEMax, estando ambos relacionados con la edad y el FEV₁ (Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo). Este hallazgo lo explican por una disfunción del diafragma relacionada con el depósito de tejido adiposo abdominal y visceral, lo que lleva a una desventaja en la relación longitud-tensión, debido al sobreestiramiento de las fibras musculares.⁸ Siguiendo este mismo patrón, Santiago et al. encontraron valores más altos de PEMax en los niños sin obesidad y se discute una tendencia de disminución de PIMax para los niños con sobrepeso u obesidad, atribuyendo este hallazgo a la distribución de grasa abdominal y su efecto sobre la fuerza muscular respiratoria.⁹

También hay autores que reportan que no existe una diferencia significativa en la fuerza muscular respiratoria entre los grupos con y sin obesidad, tal como es el caso de un estudio Tailandés y otro estudio que no mostró influencia del peso corporal sobre la fuerza muscular, este hallazgo lo atribuyen al efecto del entrenamiento constante que juega la sobrecarga inspiratoria impuesta por la acumulación de tejido adiposo.^{10, 11}

El denominador común entre este estudio y los mencionados anteriormente es que el análisis no tomó en cuenta el desarrollo puberal de los niños, lo que puede haber influido en los resultados. Es bien sabido que los individuos afectados por la obesidad tienden a iniciar el desarrollo puberal antes que los individuos sanos. Entonces, ¿existe un mayor desarrollo muscular entre los individuos con obesidad, que tiende a equilibrarse al final de la pubertad? ¿Se puede observar claramente el deterioro de la función pulmonar en personas con obesidad después de la pubertad?

Se necesitan estudios exhaustivos para comprender si hay cambios mecánicos e inflamatorios presentes en la obesidad infantil y durante el proceso de crecimiento. Además, los cambios hormonales pueden influir directamente en la función pulmonar: al principio, mediante un crecimiento acelerado, seguido por un aumento de la altura del tronco y del diámetro de la caja torácica, que influyen en el aumento de la capacidad y los volúmenes pulmonares. Otro ejemplo es el aumento de la producción de testosterona masculina durante la pubertad, lo que desencadena un pico de crecimiento muscular, que incluye los músculos respiratorios y favorece el aumento de la FVC y los flujos respiratorios. Otros estudios han demostrado una relación entre la resistencia a la insulina y el aumento de los niveles séricos de leptina. Por tanto, comparar individuos del mismo grupo de edad, en diferentes etapas del desarrollo puberal y de diferentes géneros, puede suponer un sesgo en el análisis de la función pulmonar.²

Los hallazgos de este estudio pueden darnos una dirección para futuras investigaciones. Se debe considerar la estadiación puberal para evitar la influencia de la maduración temprana de los individuos afectados por obesidad en la sobreestimación de la fuerza muscular respiratoria. La cuantificación y distribución de la grasa corporal y el análisis de los hábitos de vida promoverían coherencia y estandarización en esta materia, favoreciendo el abordaje clínico de los individuos.

Conclusiones

La obesidad está asociada a mayor Presión Inspiratoria Máxima (PIMax), en nuestra población el valor de PIMax y PEMax mostraron correlación positiva con el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal.

Recomendaciones

Este estudio encontró una correlación significativa entre la fuerza muscular respiratoria y las variables antropométricas, sugiriendo que la obesidad incrementa la carga sobre los músculos respiratorios. Sin embargo, la literatura presenta resultados contradictorios, posiblemente debido a la falta de consideración del desarrollo puberal y su efecto en la función respiratoria.

Durante la pubertad, el rápido crecimiento, la disanapsis de las vías respiratorias y los cambios hormonales pueden influir en la función pulmonar y fuerza muscular respiratoria. Futuras investigaciones deben incluir la estadificación puberal y la distribución de la grasa corporal para comprender mejor estas implicaciones y mejorar el abordaje clínico.

Bibliografía/Referencias

1. World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva: World Health Organization; 2021. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Ferreira MS, Marson FAL, Wolf VLW, Ribeiro JD, Mendes RT. Lung function in obese children and adolescents without respiratory disease: a systematic review. *BMC Pulm Med* [Internet]. 2020 [citado el 17 de julio de 2024];20(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33115462/>
3. Ferreira MS, Marson FAL, Wolf VLW, Zambon MP, Antonio MÂR de GM, Ribeiro JD, et al. Association between pulmonary function and body composition in children and adolescents with and without obesity. *J Clin Med* [Internet]. 2022 [citado el 17 de julio de 2024];11(24):7410. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36556026/>
4. Pérez Herrera A. Situación actual de la obesidad infantil en México. *Nutr Hosp* [Internet]. 2018 [citado el 19 de julio de 2024];36(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30866635/>
5. Melo LC, Silva MAM da, Calles AC do N. Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein (Sao Paulo)* [Internet]. 2014 [citado el 19 de julio de 2024];12(1):120–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24728258/>
6. Forno E, Han Y-Y, Mullen J, Celedón JC. Overweight, obesity, and lung function in children and adults—A meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract* [Internet]. 2018 [citado el 19 de julio de 2024];6(2):570-581.e10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28967546/>
7. Chlif M, Chaouachi A, Ahmaidi S. Effect of aerobic exercise training on ventilatory efficiency and respiratory drive in obese subjects. *Respir Care* [Internet]. 2017;62(7):936–46. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/62/7/936.abstract>
8. Rosa GJ da, Schivinski CIS. Assessment of respiratory muscle strength in children according to the classification of body mass index. *Rev Paul Pediatr* [Internet]. 2014 [citado el 20 de julio de 2024];32(2):250–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25119758/>
9. Santiago SQ, Silva ML, Davidson J, Aristóteles LR. Evaluation of respiratory muscle strength in overweight/obese children and adolescents. *Rev Paul Pediatr* 2008;26:146-50.
10. Charususin N, Jarungjitaree S, Jirapinyo P, Prasertsukdee S. The pulmonary function and respiratory muscle strength in Thai obese children. *Siriraj Med J* 2007;59:125-30.
11. K Teixeira VS, Fonseca BC, Pereira DM, Silva BA, Reis FA. Evaluation of the effect of childhood and adolescent obesity on the ventilometric properties and muscle strength of the respiratory system. *ConScientiae Saude* 2009;8:35-40.