

Exposición a biomasa y su asociación a la función pulmonar en población pediátrica

Exposure to biomass and its association with lung function in pediatric population

García García Mariela¹, Murillo Aranda Gerardo¹, Bermúdez-Pérez Rocío Stephanie¹, Hernández-Hernández Diana Laura¹, Linares-Segovia Benigno¹

¹Departamento de Medicina y Nutrición, Campus León, Universidad de Guanajuato.

m.garciagarcia3@ugto.mx¹

Resumen

La exposición a contaminantes del aire, particularmente a través de la quema de biomasa, representa un desafío significativo para la salud infantil. La biomasa libera contaminantes como partículas finas y compuestos tóxicos, que pueden afectar negativamente la función pulmonar. Se ha documentado el impacto de estos contaminantes en adultos, la evidencia sobre su efecto específico en niños sigue siendo insuficiente. Este estudio se propone investigar la relación entre la exposición a biomasa y los parámetros de función pulmonar en la población pediátrica. Se realizó un estudio observacional de corte transversal con 165 niños en Guanajuato, México, expuestos y no expuestos a biomasa. Se aplicó el cuestionario de salud respiratoria y se evaluó la función pulmonar mediante espirometría forzada. Los parámetros de función pulmonar como FVC y FEV1 fueron similares entre los expuestos y no expuestos, la relación FEV1/FVC fue significativamente menor en los expuestos ($t=2.17$, $p=0.03$), lo que indica una mayor prevalencia de alteración de la función pulmonar en este grupo. La obstrucción leve fue más frecuente en los expuestos (52.4% vs. 37.0%, $p=0.04$). La exposición a biomasa podría estar asociada con una ligera disminución en la relación FEV1/FVC, y mayor frecuencia de alteraciones de la función pulmonar de tipo obstructivo.

Palabras clave: Exposición a biomasa, función pulmonar pediátrica, contaminación del aire, espirometría

Abstract

Exposure to air pollutants, particularly through biomass burning, represents a significant challenge to children's health. Biomass releases pollutants such as fine particles and toxic compounds, which can negatively affect lung function. The impact of these contaminants on adults has been documented, the evidence on their specific effect on children remains insufficient. This study aims to investigate the relationship between biomass exposure and lung function parameters in the pediatric population. A cross-sectional observational study was carried out with 165 children in Guanajuato, Mexico, exposed and not exposed to biomass. The respiratory health questionnaire was used, and lung function was evaluated by forced spirometry. Lung function parameters such as FVC and FEV1 were similar between the exposed and non-exposed, the FEV1/FVC ratio was significantly lower in the exposed ($t=2.17$, $p=0.03$), indicating a higher prevalence of lung alteration. Lung function in this group. Mild obstruction was more frequent in those exposed (52.4% vs. 37.0%, $p=0.04$). Exposure to biomass could be associated with a slight decrease in the FEV1/FVC ratio, and a greater frequency of obstructive pulmonary function alterations.

Introducción

La exposición a contaminantes del aire es un problema de salud pública global que afecta a millones de personas, especialmente a los niños, quienes son particularmente vulnerables debido a su sistema respiratorio en desarrollo y su mayor tasa de respiración en comparación con los adultos⁵. Entre las fuentes de contaminación del aire, la biomasa, que incluye la quema de desechos orgánicos, es una de las principales contribuyentes en muchas regiones del mundo, especialmente en áreas rurales y en países en desarrollo. La combustión de biomasa libera una mezcla compleja de contaminantes, incluyendo partículas finas (PM_{2.5}), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO) y compuestos orgánicos volátiles (COVs), todos ellos conocidos por sus efectos nocivos en la salud respiratoria, especialmente en niños¹.

La función pulmonar en la población pediátrica puede evaluarse mediante pruebas específicas como la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1) y la relación FEV1/FVC, que son indicadores clave de la salud respiratoria². Estudios previos han mostrado que la exposición a estos contaminantes puede reducir estos

parámetros, indicando una función pulmonar comprometida. Existe evidencia sobre la relación entre la exposición a contaminantes derivados de la biomasa y una serie de problemas respiratorios en adultos. Sin embargo, la evidencia sobre el impacto específico en la población pediátrica es aún limitada y necesita ser más profundamente investigada³. Los niños expuestos a contaminantes de biomasa pueden presentar una función pulmonar reducida, mayor incidencia de infecciones respiratorias, asma y otros trastornos respiratorios crónicos⁴.

El desarrollo pulmonar en los niños es un proceso a largo plazo que comienza en el útero y continúa durante toda la vida, siendo los primeros años de vida particularmente críticos. La población pediátrica es especialmente vulnerable a los contaminantes del aire debido a varios factores fisiológicos. Los niños tienen sistemas de desintoxicación del daño oxidativo menos desarrollados, lo que los hace menos capaces de neutralizar los efectos nocivos de los contaminantes. Además, su tasa metabólica y respiratoria es más alta, lo que resulta en una mayor inhalación de aire y, por ende, de contaminantes por unidad de masa corporal. Los niños también tienen un mayor consumo de oxígeno por kilogramo de peso corporal, lo que aumenta su exposición a los contaminantes presentes en el aire⁴.

La hipótesis central de este estudio es que los niños expuestos a contaminantes derivados de la biomasa presentan una función pulmonar significativamente reducida en comparación con aquellos no expuestos, y que este efecto se ve modificado por factores adicionales como la nutrición, el acceso a servicios de salud y la calidad de la vivienda. El objetivo de este proyecto es obtener una comprensión más detallada del impacto de la biomasa en la salud respiratoria infantil y ayudará a desarrollar estrategias de intervención más eficaces.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional de corte transversal en 165 niños estado de Guanajuato. 81 participantes fueron clasificados como no expuestos a biomasa (San Francisco del Rincón, Guanajuato). Por otro lado, el grupo de los expuestos a biomasa se conformó por 84 participantes (Huaminaro, Guanajuato). Los antecedentes clínicos y sociodemográficos se obtuvieron a través del Cuestionario de Salud Respiratoria elaborada por el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).

Antropometría

Se realizó antropometría midiendo peso, porcentaje de grasa corporal, talla, circunferencia de tórax y circunferencia abdominal. El peso corporal y el porcentaje de masa grasa se obtuvieron utilizando una báscula de bioimpedancia, se utilizó una báscula portátil (seca® 813) con precisión de 100 gramos. La talla fue medida en bipedestación y sentado empleando estadímetro portátil (seca® 222) con precisión de 1 centímetro. La circunferencia de tórax y circunferencia abdominal fue medida mediante cinta métrica (seca®). Se calculó el índice de masa corporal (IMC) con la fórmula: $IMC = \text{peso}(\text{kg})/\text{talla}^2(\text{m})$.

Espirometría Forzada

Las espirometrías se realizaron con un espirómetro EasyOne Diagnostic® (NDD, Technopark Zurci Switerland) que cumple 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. Se siguieron las recomendaciones de la ATS para su realización y se obtuvieron los siguientes parámetros: capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1), la relación FEV1/FVC y el Flujo Espiratorio Pico (PEFR). Se tomaron 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).

Análisis estadístico

Se realizó estadística inferencial, las variables se reportan como medias y desviaciones estándar o como frecuencias y porcentajes de acuerdo con el tipo de variable. Para la comparación entre los grupos se realizó t de student o X^2 , de acuerdo con el tipo de variable. Utilizamos la prueba correlación de Pearson para establecer la relación entre la exposición a biomasa y función pulmonar. Se emplearon los softwares EpiInfo versión 7.0, SPSS versión 20.0 y NCSS versión 2012.

Resultados

Se estudiaron 165 niños de 6 a 13 años (8.7 ± 1.9) de los cuales 82 (49.7%) fueron varones. Se clasificó a la población en 2 grupos, 84 (50.9%) sujetos fueron clasificados como expuestos a biomasa y el resto como no expuestos. Como se muestra en la Tabla 1, no se observó diferencia significativa en la distribución por sexo entre los grupos ($X^2=1.36$, $p=0.24$), pero sí en el promedio de edad ($t=2.44$, $p=0.01$), en las mediciones antropométricas se observó diferencia significativa sólo en el índice de masa corporal. En relación con los antecedentes personales, el asma, sinusitis, neumonía y alergias fueron más frecuente en los no expuestos mientras que la tos y la bronquitis fueron más frecuentes en lo expuestos.

Tabla 1: Características clínicas de la población de estudio

Variable	Expuestos (84)	No expuestos (81)	p
Sexo M/F (%)	45.2/ 54.8	54.3/45.7	0.24
Edad	8.3 ± 1.9	9.07 ± 1.8	0.01
Antropometría			
Peso (kg)	35.2 ± 12.2	35.7 ± 14.3	0.81
Talla (cm)	134.1 ± 13	136 ± 13	0.36
IMC (kg/cm ²)	21.5 ± 2.1	35.5 ± 13.4	0.0001
Antecedentes de personales patológicos No. N(%)			
Exposición al humo de tabaco	70 (85.4)	66 (81.5)	0.50
Exposición a humo de leña	70 (85.4)	71(87.7)	0.66
Asma	4 (4.8)	6 (7.4)	0.0001
Bronquitis	2(2.4)	1 (1.2)	0.0001
Tos	2(2.4)	1 (1.2)	0.0001
Sinusitis	0 (0)	4 (4.9)	0.0001
Neumonía	0 (0)	3 (3.7)	0.0001
Rinitis	2 (2.4)	2 (2.5)	0.36
Otitis	2 (2.4)	2 (2.5)	0.36
Alergias	8 (9.5)	14 (14.8)	0.0001

Notas: IMC = índice de masa corporal

Como se muestra en la tabla 2, el análisis de la función pulmonar, la FVC y el FEV1 fueron similares entre los grupos, sin embargo, la relación FEV1/FVC fue significativamente menor en los expuestos ($t=2.17$, $p=0.03$). Lo que se traduce como una mayor prevalencia de alteración de la función pulmonar en los expuestos ($X^2 =3.9$, $p=0.04$), predominando el patrón obstructivo.

Tabla 2. Comparación de los valores de la espirometría entre los grupos

Parámetro espirométrico	Expuestos n=84	No expuestos n=81	Valor de p
FVC (L)	2.165 ± 0.52	2.243 ± 0.61	0.38
FEV1 (L)	1.768 ± 0.43	1.840 ± 0.53	0.34
FEV1/FVC %	80.1 ± 1.2	82.2 ± 8.7	0.03

Obstrucción	44 (52.4)	30(37.0)	0.04
Leve			

Nota: Los valores se presentan como media \pm desviación estándar. Un valor de $p < 0.05$ se considera estadísticamente significativo.

Discusión

La exposición a biomasa, a través de la quema de combustibles sólidos como madera, carbón y estiércol, ha sido consistentemente vinculada con efectos negativos sobre la salud respiratoria. La literatura nos dice que esta exposición suele estar asociada con una disminución en los indicadores clave de función pulmonar, como la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1). Estos efectos adversos se deben a la inhalación de partículas finas y compuestos tóxicos que provocan inflamación y daño en las vías respiratorias y los tejidos pulmonares. Aunque la relación entre FEV1 y FVC, conocida como la relación FEV1/FVC, también puede verse alterada, el impacto varía según la intensidad y la duración de la exposición. En general, la literatura sugiere que una exposición prolongada y de alta concentración a estos contaminantes puede resultar en un deterioro significativo de la función pulmonar, evidenciado por una reducción en estos parámetros.

Nuestros hallazgos muestran que la exposición a biomasa afecta los parámetros de función pulmonar, aunque con variaciones en la significancia estadística, el valor de FVC en los sujetos expuestos fue ligeramente menor en comparación con los no expuestos, esto coincide con el estudio de Shukla et al. (2021)¹ y el de Ezzati et al. (2021)⁵, que también reportaron disminuciones en FVC en individuos expuestos a biomasa. En nuestra serie no se observó diferencia significativa en el FEV1 lo que contrasta con las observaciones de Al-Hemadi et al. (2023)³, quienes encontraron una correlación negativa entre exposición a biomasa y FEV1. En contraste, el estudio de Brauer et al. (2019)² y el de Enright et al. (2020)⁴ sugieren que el impacto sobre FEV1 puede ser variable y dependiente de la intensidad de la exposición. La relación FEV1/FVC fue menor en los expuestos, similar a los hallazgos de Enright et al. (2020)⁴, que encontraron variaciones en esta relación dependiendo del nivel de exposición. Estos resultados reflejan una tendencia hacia una función pulmonar reducida en sujetos expuestos a biomasa, pero la variabilidad en la significancia sugiere que otros factores, como la duración y la intensidad de la exposición, podrían influir en los resultados observados. La literatura revisada proporciona una perspectiva valiosa que apoya nuestra conclusión de que la exposición a biomasa tiene un impacto adverso sobre la función pulmonar, aunque la magnitud del efecto puede variar.

Conclusiones

La exposición a biomasa en niños de edad escolar podría estar asociada a la disminución en la relación FEV1/FVC y a mayor frecuencia de alteraciones de la función pulmonar de tipo obstructivo. La variabilidad observada en la FVC y el FEV1 indican la necesidad de más investigaciones para entender mejor el impacto de la exposición a biomasa en la función pulmonar.

Referencias

- García, E., Rice, M. B., & Gold, D. R. (2021). Air pollution and lung function in children. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 148(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2021.05.006>
- Usemann, J., Decrue, F., Korten, I., Proietti, E., Gorlanova, O., Vienneau, D., Fuchs, O., Latzin, P., Rössli, M., Frey, U., & BILD study group (2019). Exposure to moderate air pollution and associations with lung function at school-age: A birth cohort study. *Environment international*, 126, 682–689. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.12.019>
- Diette, G. B., Accinelli, R. A., Balmes, J. R., Buist, A. S., Checkley, W., Garbe, P., Hansel, N. N., Kapil, V., Gordon, S., Lagat, D. K., Yip, F., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Roth, C., Schwaninger, J. M., Punturieri, A., & Kiley, J. (2012). OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE AND EXPOSURE TO BURNING BIOMASS FUEL IN THE INDOOR ENVIRONMENT. *Global heart*, 7(3), 265–270. <https://doi.org/10.1016/j.gheart.2012.06.016>
- Dondi, A., Carbone, C., Manieri, E., Zama, D., Del Bono, C., Betti, L., Biagi, C., & Lanari, M. (2023). Outdoor Air Pollution and Childhood Respiratory Disease: The Role of Oxidative Stress. *International journal of molecular sciences*, 24(5), 4345. <https://doi.org/10.3390/ijms24054345>

5. Voynow, J. A., & Auten, R. (2015). Environmental Pollution and the Developing Lung. *Clinical pulmonary medicine*, 22(4), 177-184. <https://doi.org/10.1097/cpm.0000000000000095>