

Efecto de la contaminación ambiental en la función pulmonar de niños de Arequipa



Autores:

Arturo Recabarren Lozada

Pediatra Neumólogo, Hospital III Yanahuara – EsSalud, Arequipa Perú;
Profesor asociado de Pediatría de la Universidad Nacional de San Agustín.

Sandy Choque Zúñiga

Médico Cirujano, Universidad Nacional de San Agustín.

Resumen

En la sociedad moderna, la polución del aire es el mayor problema de contaminación que afecta a la salud, incrementando la presentación de una serie de afecciones respiratorias.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la función pulmonar en niños que habitan en un complejo habitacional de la ciudad de Arequipa con alto tráfico de vehículos motorizados y con niveles de polución altos, con registros de PM_{10} en 24 horas mayores a $100 \mu g/m^3$ en gran parte del año, *versus* la función pulmonar en niños que habitan en un distrito rural tradicional – Chiguata – distante a 35 km de la ciudad de Arequipa y libre del efecto de la polución.

La población estuvo constituida por 30 niños en cada grupo a los que se les realizó estudio de función pulmonar mediante espirometría electrónica, determinando los valores completos de la curva tiempo-volumen y flujo-volumen.

En cada uno de los parámetros estudiados la media de los porcentajes obtenidos en el grupo de niños de Chiguata fue mayor a la de los niños de Arequipa, siendo estadísticamente significativo para el $FEF_{25-75\%}$, $FEF_{50\%}$ y $FEF_{75\%}$. De los pacientes estudiados se encontró a 2 con patrón espirométrico obstructivo siendo ambos de la ciudad de Arequipa y cuando se reporta el resultado por el "tipo de curva" obtenida, se encuentra en la ciudad de Arequipa a 8 niños: 26,7% con curva espirométrica obstructiva *versus* 2 niños de Chiguata 6,7% ($p < 0,05$).

Se concluye que la contaminación ambiental puede afectar la función pulmonar del paciente pediátrico, especialmente en la vía aérea pequeña, predisponiendo a la presentación de enfermedades de la vía aérea de tipo obstructivo.

Palabras clave: Contaminación ambiental, función pulmonar, polución del aire.

Introducción

Se define en el diccionario de la lengua española a la polución como la contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida por los residuos de los procesos industriales o biológicos, y figuradamente, en sentido moral: corrupción, profanación. Esta última es muy adecuada para indicar el daño moral que podemos transmitir a las futuras generaciones. Estamos corrompiendo y profanando la naturaleza, y como ya han indicado numerosos estudios ello se puede volver contra nosotros y poner en peligro la propia presencia humana en nuestro planeta.

En la sociedad moderna, la polución del aire es el mayor problema de contaminación que afecta a la salud; los gases y partículas nocivas emitidas a la atmósfera afectan a todo el planeta, dañando el medio ambiente y destruyendo los recursos necesarios para su desarrollo sostenido. En palabras del premio Nobel de la Paz Mijaíl Gorbachov: "El hombre no es el rey de la naturaleza y si no se tiene en cuenta el medio ambiente, el ser humano está condenado a su propia desaparición mucho antes de lo que se imagina".

El origen de los problemas de contaminación actuales se remonta al siglo XVIII y al nacimiento de la revolución industrial: la quema de combustibles fósiles por las fábricas, fue entonces, el principal problema; la aparición del automóvil empeoró la situación y condujo a nuevos riesgos. El 75% de la contaminación ambiental proviene del parque automotor y más aún en nuestra población donde el crecimiento del mismo ha sido desmesurado y donde no se cuentan con medidas preventivas eficaces para el adecuado control de emisiones de los vehículos. Esta realidad ha preocupado a muchas instituciones tales como la Dirección Regional de Salud de Arequipa, que viene realizando estudios para evaluar los grados de contaminación en las áreas de mayor riesgo de nuestra ciudad, encontrando resultados dramáticos.

Se han realizado diversos estudios epidemiológicos para evaluar el daño de la contaminación ambiental; así se ha observado que después de un incremento de los niveles de polución atmosférica se incrementan también la morbilidad y mortalidad especialmente por problemas respiratorios. En las ciudades industrializadas y especialmente después de los años 50, por el aumento creciente del parque automotor y de las industrias con el consecuente incremento en los niveles de óxido nítrico (NO_2) y de partículas pequeñas de contaminación (PM_{10}), se han elevado los efectos deletéreos sobre la salud, especialmente en lo referente al aparato respiratorio^(1,3,5,7,12,13).

En nuestra ciudad esta realidad y sus efectos aún no han sido estudiados, por lo que se plantea el siguiente problema: ¿Cómo se encuentra la función pulmonar evaluada mediante espirometría en los niños que habitan en una zona de alta polución como el complejo habitacional Nicolás de Piérola del distrito del Cercado de Arequipa, en relación con los niños del distrito tradicional de Chiguata, distante 35 km de nuestra ciudad?

Material y métodos

Según Altman corresponde a un estudio observacional, transversal que se realizó en Arequipa-Perú durante los meses de octubre del 2003 a marzo del 2004. La población estuvo constituida por 30 niños de familias que habitan en la zona del Complejo habitacional Nicolás de Piérola –lugar de alta polución ambiental– y 30 niños controles de familias que habitan en el distrito tradicional de Chiguata, distante a 35 km de nuestra ciudad y libre del efecto de polución.

Criterios de inclusión:

1. Niños entre 8 y 10 años 11 meses de edad, de ambos sexos.
2. Talla entre el percentil 25 y 75.
3. Niños nacidos a término.

4. Niños de familias con residencia estable en el lugar de estudio.

Criterios de exclusión:

1. Niños con patologías respiratorias infecciosas agudas.
2. Patologías extrarrespiratorias crónicas (metabólicas, infecciosas, nutricionales).
3. Niños portadores de deformidades torácicas.
4. Niños con crisis asmática.

El tamaño de la muestra correspondió al total de niños que cumplieron con los criterios de selección.

Se realizaron visitas domiciliarias y en el caso de encontrar a un niño(a), que cumpliera con los criterios de inclusión y previo consentimiento firmado del(los) padre(s) o apoderado(s), se procedió a citarlos en una fecha posterior para la realización de la espirometría. Los niños de la ciudad fueron del Complejo Habitacional Nicolás de Piérola, el mismo que se ubica en el distrito del Cercado de Arequipa; dicho complejo está rodeado de 2 de las avenidas principales de la ciudad y de acuerdo a los datos de la Dirección Regional de Salud de Arequipa; en dicha zona los niveles de partículas menores respirables PM_{10} en 24 horas son mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en gran parte del año. El otro grupo de estudio estuvo constituido por niños procedentes de un distrito rural tradicional –Chiguata– distante a 35 km de la ciudad de Arequipa y libre del efecto de la polución.

La espirometría se llevó a cabo en un consultorio particular (niños de Arequipa) y en un colegio estatal (niños de Chiguata), siguiendo las recomendaciones de la ATS, mediante un espirómetro electrónico Spirosift-5000 realizando por lo menos 3 maniobras de Capacidad Vital Forzada (CVF) y escogiendo la que tuviese la mejor suma del volumen espiratorio forzado al segundo (VEF_1) + CVF.

Se procede a registrar los datos de: CVF, VEF_1 , mesoflujos ($\text{FEF}_{25-75\%}$), Flujo Espiratorio Máximo (PEF) y flujos espiratorios al 25, 50 y 75% de la capacidad vital ($\text{FEF}_{25\%}$, $\text{FEF}_{50\%}$ y $\text{FEF}_{75\%}$). Una vez tabulados los datos se procede a su análisis estadístico, calculando con fines de comparación y con el fin de evitar discrepancias por la talla entre los 2 grupos de estudio, los porcentajes promedios (respecto al valor referencial en las tablas de Knudson) para cada uno de los parámetros evaluados, realizando el análisis de los mismos mediante la prueba de t de Student para medias independientes y la prueba χ^2 para la comparación de las curvas espirométricas.

Resultados

La Figura 1 muestra en forma gráfica las diferencias entre los promedios porcentuales de la CVF, VEF_1 y mesoflujos,

obtenidos en la curva espirométrica tiempo-volumen. No se encuentra diferencia estadística en la CVF y VEF₁, pero si en el FEF_{25-75%} (t=2,7787; p<0,05).

La Figura 2 muestra en forma gráfica las diferencias entre los promedios porcentuales de todos los valores obtenidos en la curva flujo-volumen. Se encuentra diferencia estadística significativa (p<0,05) en los flujos correspondientes al 50% y 75% de la CVF: FEF_{50%} (t=1,7398; p<0,05) y FEF_{75%} (t=3,3299; p<0,05).

La Tabla 1 muestra una distribución "flexible" del "tipo de curva espirométrica", incluyendo la curva de "tipo obstructivo" que quedó definida si se presentó en forma clara una concavidad en la fase espiratoria de la curva flujo-volumen (x²=6,9333; p<0,05).

La Tabla 2 muestra la interpretación "estricta", en base a los parámetros de la ATS de las diferentes espirometrías entre los dos grupos estudiados (x²=2,0689; p>0,05).

Tabla 1
Distribución de los "tipos" de curva espirométrica entre los niños de Arequipa y Chiguata

Distrito	Arequipa		Chiguata	
	Nº	%	Nº	%
Normal	20	66,67	28	93,33
Obstrucciona	2	6,66	0	0
Restrictiva	0	0	0	0
"Tipo obstructiva"	8	26,67	2	6,67
TOTAL	30	100	30	100

Tabla 2
Distribución de la función pulmonar en base a la interpretación de la espirometría entre niños de Arequipa y Chiguata

Distrito	Arequipa		Chiguata	
	Nº	%	Nº	%
Normal	28	93,33	30	100
Obstrucciona mínima	2	6,67	0	0
Restrictiva	0	0	0	0
TOTAL	30	100	30	100

Discusión

La contaminación del aire es la presencia en la atmósfera de elementos contaminantes que alteran la composición del "aire limpio" y afectan a cualquier componente del ecosistema. Los contaminantes se pueden clasificar por su estado físico en gases o partículas y éstas últimas según su tamaño se depositan cerca o a cierta distancia de la fuente de emisión. Si son muy pequeñas pueden mantenerse suspendidas y ser transportadas a grandes distancias. Dentro de las partículas suspendidas (PTS) se denomina "respirables" a las de un diámetro menor

Figura 1
CVF, VEF₁ y FEF_{25-75%} en niños de Arequipa y Chiguata

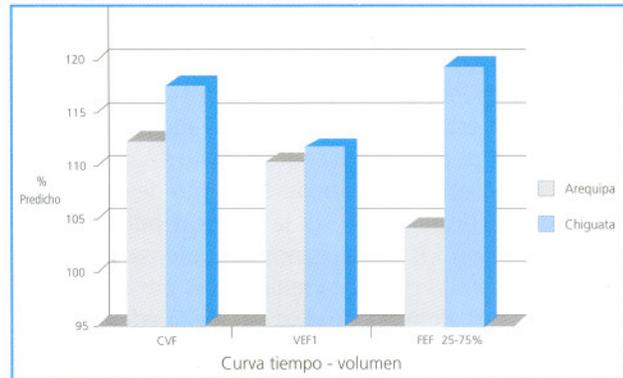
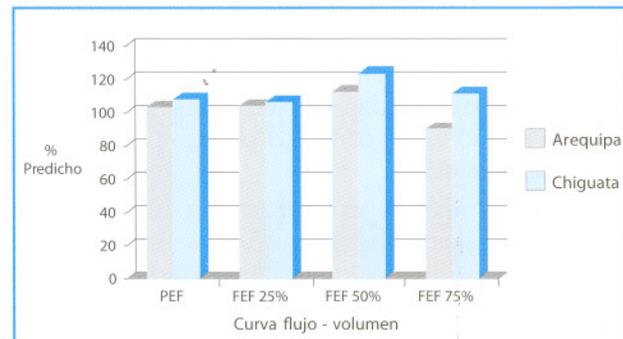


Figura 2
PEF, FEF_{25%}, FEF_{50%} y FEF_{75%} en niños de Arequipa y Chiguata



o igual a 10µm (PM₁₀) por su capacidad de introducirse hasta los alvéolos^(2,4,8,9).

En Arequipa se aprecia mayor tendencia a procesos respiratorios en los meses de abril a setiembre, con incremento inclusive de hospitalizaciones. La contaminación es influenciada por factores climáticos: los vientos tienen un efecto positivo al permitir la renovación del aire atmosférico; en cambio, las temperaturas frías provocan un descenso de la capa de "inversión térmica", disminuyendo el volumen de distribución de los contaminantes atmosféricos; las lluvias permiten que las partículas suspendidas en el aire se depositen en el suelo, en tanto que la radiación solar permite el desarrollo de reacciones fotoquímicas que generan contaminantes como el O₃^(6,7,10,11).

Los efectos de la contaminación atmosférica dependen de la dosis y duración de la exposición, pero también de la susceptibilidad de las personas expuestas. La dosis efectivamente recibida es modulada por algunos factores que aumentan la ventilación, elevando la carga de contaminantes que recibe el pulmón; ello podría explicar por qué los más afectados son los enfermos respiratorios (obstrucciona y con insuficiencia respiratoria) y los enfermos cardiovasculares; y adicionalmente el paciente asmático que tiene que realizar mayor esfuerzo respiratorio (con incremento de la frecuencia respiratoria), llevando probablemente mayor cantidad de contaminantes a su vía aérea y pulmón^(7,14,16).

La Figura 1 muestra que en cada uno de los parámetros estudiados la media de los porcentajes obtenidos en el grupo de niños de Chiguata fue mayor a la de los niños de Arequipa, siendo estadísticamente significativo en el $FEF_{25-75\%}$, lo que nos indica un mayor compromiso en la vía aérea periférica en los niños que viven en nuestra ciudad y que están sometidos a niveles altos de polución. Al respecto, los principales contaminantes aéreos se han asociado a efectos específicos: aumento de morbilidad respiratoria, disminución de la función pulmonar, interferencia con los mecanismos de defensa pulmonar e HRB; sin embargo, en la realidad las personas están expuestas a una mezcla de ellos, lo que puede potenciar los efectos atribuidos a cada uno^(7,15).

El mecanismo íntimo de acción de las partículas sobre el sistema respiratorio es aún desconocido aunque hay evidencias epidemiológicas de que aumentan la morbilidad y mortalidad respiratorias; un incremento de sólo $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , aumenta estos efectos, como asimismo provoca deterioro funcional respiratorio y exacerbaciones de asma medidas por el aumento de uso de β_2 -agonistas, consultas por crisis asmáticas y hospitalizaciones⁽⁸⁾.

La Figura 2 muestra la comparación de los valores porcentuales medios de la curva flujo-volumen, donde nuevamente se encuentra el compromiso principal en la vía aérea periférica ($FEF_{50\%}$ y $FEF_{75\%}$) de los niños que viven en el complejo habitacional Nicolás de Piérola, sometidos a niveles altos de polución, señalando que probablemente el compromiso de la vía aérea mediana a pequeña se aprecia en los estadios iniciales de

la enfermedad pulmonar obstructiva antecediendo a alteraciones en el VEF_1 ^(4,14).

En cuanto a la interpretación de la espirometría, podemos optar por una valoración "flexible" y otra estricta (Tablas 1 y 2). En cualquier caso, en ambos análisis los niños que habitan en nuestra ciudad muestran una mayor tendencia a presentar trastorno funcional obstructivo en relación a los niños de Chiguata, así 26,67% de niños de Arequipa tienen curva flujo-volumen con "fase espiratoria" de tipo obstructivo, mientras que ello sólo ocurre en el 6,67% de niños de Chiguata alcanzando esta diferencia significancia estadística ($\chi^2=6,9333$; $p<0,05$). Cuando se realiza una interpretación "estricta" de las espirometrías, sólo se encontró patrón espirométrico obstructivo (mínimo) en 2 casos=6,67% y ambos en la ciudad de Arequipa, sin diferencia estadística ($\chi^2=2,0689$; $p>0,05$). Sin embargo cuando se contrasta estos resultados funcionales con estudios epidemiológicos a nivel poblacional, los grandes estudios multicéntricos efectuados no avalan necesariamente la hipótesis de que la contaminación atmosférica constituya un riesgo determinante para la incidencia de asma, ya que esta enfermedad es multifactorial^(7,17,18,19). Por otro lado la obstrucción de la vía aérea no es patrimonio exclusivo del asma bronquial y en esta investigación se deja notar en forma clara compromiso funcional periférico de la vía aérea, por lo que podríamos concluir que la contaminación ambiental puede afectar la función pulmonar del paciente pediátrico, especialmente en la vía aérea pequeña, predisponiendo a la presentación de enfermedades de la vía aérea de tipo obstructivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ribeiro H, Cardoso M: Air pollution and children's health in Sao Paulo. *Soc Sci Med* 2003; 57 (11): 2013 – 2022.
- Kunzli N: Breathless in Los Angeles, the exhausting search for clean air. *Am J Public Health* 2003; 93(9): 1494 – 1499.
- Annesi-Maesano I: Subpopulations at increased risk of adverse health outcomes from air pollution. *Eur Respir J* 2003; 40(5): 57 – 63.
- Grella E: Respiratory function and atmospheric pollution. *Arch Chest Dis* 2002; 57(3): 196 – 199.
- Cakmak: Spacial regression models for large cohort studies linking community air pollution and health. *J Toxicol Environ Health* 2003; 66(19): 1811 – 1823.
- Segala C: Health effects of urban outdoor pollution in children, current epidemiology data. *Pediatr Pulmonol* 1999; 18: 6 – 8.
- Oyarzún M, Pino P: Contaminación atmosférica y del aire intradomiciliario. En Fielbaum O, Herrera O: *Enfermedades Respiratorias Infantiles*, Editorial Mediterráneo 2002; 12: 108 – 118.
- Dockery D, Pope C: Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Ann Rev Public Health* 1994; 15: 107 – 132.
- Becker S: Response of human alveolar macrophages to ultrafine, fine and coarse urban air pollution particles. *Exp Lung Res* 2003; 29(1): 29 – 44.
- Smith K, Mehta S: The burden of disease from indoor air pollution in developing countries, comparison of estimates. *Int J Hyg Environ Health* 2003; 206 (4): 279 – 289.
- Jansen N: The relationship between air pollution from heavy traffic and allergic sensitization, bronchial hyperresponsiveness and respiratory symptoms in Dutch school children. *Environ Health Perspect* 2003; 111(12): 1512 – 1518.
- Calderón L, Garciduenas L: Respiratory damage in children exposed to urban pollution. *Pediatr Pulmonol* 2003; 36(2): 148 – 161.
- Churg A: Chronic exposure to high levels of particulate air pollution and small airway remodeling. *Environ Health Perspect* 2003; 111(5): 714 – 718.
- Chapman R, Hadden W, Perlin S: Influences or asthma and household environment on lung function in children and adolescents: the third national health and nutrition examination survey. *J Epidemiol* 2003; 158 (2): 175 – 189.
- Gavett S: Metal composition of ambient $\text{PM}_{2,5}$ influences severity of allergic airway disease in mice. *Environ Health Perspect* 2003; 111(12): 1471 – 1477.
- Daigle C: Ultrafine particle deposition in human during rest and exercise. *Inhal Toxicol* 2003; 15(6): 539 – 552.
- Nicolai T: Urban traffic and pollutant exposure related to respiratory outcomes and atopy in a large sample of children. *Eur Respir J* 2003; 21(6): 956 – 963.
- Chun-Yuh Y, Jun-Der W, Chang-Chuan CH: Respiratory symptoms of primary school children living in a Petrochemical polluted area in Taiwan. *Ped Pulmonol* 1998; 25(5): 299 – 303.
- Braga A, Saldiva P, Pereira L, Menezes J: Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in Sao Paulo Brazil. *Ped Pulmonol* 2001; 31(2): 106 – 113.