

Morbilidad respiratoria asociada con la exposición a material particulado en el ambiente*

Respiratory morbidity associated with exposure to particulate matter in the environment

Elkin Martínez. L¹; Carlos M. Quiroz²; Jessica A. Rúa³

¹ Médico, magíster en Fisiología Médica, magíster en Salud Pública, docente titular de epidemiología, Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: elkmartz@saludpublica.udea.edu.co

² Profesor Asistente Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: cmqp@saludpublica.udea.edu.co

³ Estudiante de Gerencia en Sistemas de Información en Salud, Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. jarg.rua@gmail.com

Recibido: 4 de Agosto de 2011. Aprobado: 10 de octubre de 2011.

Martínez E. Morbilidad respiratoria asociada con la exposición a material particulado en el ambiente. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2011; 29(4): 454-460

Resumen

Se supone que la exposición prolongada a material particulado en el aire en los lugares donde se vive o trabaja puede afectar las vías respiratorias. La provisión de evidencias locales en este sentido se hace necesaria para demandar medidas de control que busquen proteger la salud de las personas.

Métodos: se estudia la morbilidad respiratoria en personas que habitan o trabajan en las zonas urbanas de Medellín (alta contaminación por material particulado, promedio de PM_{10} 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y se contrasta con la morbilidad respiratoria de una muestra comparable de habitantes de los municipios del oriente antioqueño (baja contaminación, promedio de PM_{10} 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). **Resultados:** los grupos comparados son similares respecto de las variables sociodemográficas y otras variables potencialmente confusoras. En las zonas urbanas

de Medellín se registra un mayor riesgo de signos y síntomas respiratorios con respecto al grupo control. La congestión nasal, la dificultad respiratoria y la tos son los síntomas que se presentan en un mayor contraste con riesgos relativos de 2,60 IC 95% (1,93, 3,62); 2,22 IC 95% (1,56, 3,15) y 2,14 IC 95% (1,63, 2,81), respectivamente. **Conclusión:** los niveles altos de PM_{10} como indicador de la contaminación del aire en el entorno urbano donde viven y trabajan las personas contribuye a un riesgo mayor de enfermedad respiratoria, lo cual conlleva consecuencias desfavorables en los campos económico y social. El control de tal situación constituye por lo tanto un imperativo social y laboral.

-----**Palabras clave:** enfermedades respiratorias, contaminación del aire, salud ocupacional

Abstract

Introduction: it is assumed that prolonged exposure to airborne pollutants in the areas where people live or work can affect their respiratory systems. In order to demand for control measures aimed at protecting the community's health, it is necessary to provide evidence for this claim. **Methods:** the respiratory morbidity of people living or working in urban areas of Medellín was analyzed (high particulate matter pollution.

The average of PM_{10} is 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) and then compared with the respiratory morbidity of a matched sample of inhabitants living in the municipalities located in eastern Antioquia (low pollution. The average of PM_{10} is 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). **Results:** the groups that were compared were similar with respect to socio-demographic and other potential confounding variables. Upon comparing the two groups, a higher risk of respiratory signs and

* El presente estudio se inscribe en la línea de Epidemiología Ambiental del Grupo de Epidemiología con el título de "Contaminación Atmosférica y Efectos sobre la Salud de la Población de Medellín y su Área Metropolitana" y fue realizado bajo el auspicio de la Secretaría de Salud del municipio de Medellín, La Secretaría del Medio Ambiente del municipio de Itagüí, el centro de Investigaciones de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia y El Área Metropolitana del Valle de Aburra. Convenio Interadministrativo 477/05

symptoms can be observed for subjects from the urban areas of Medellín. Nasal congestion, respiratory distress, and cough are the symptoms that occur in sharper contrast with relative risk of 2.60 95% CI (1.93, 3.62); 2.22 95% CI (1.56, 3.15) and 2.14 95% CI (1.63, 2.81) respectively. **Conclusion:** high PM_{10} levels as an indicator of air pollution in urban environments

where people live and work contribute to a higher risk of respiratory disease. This implies adverse consequences both in economic and social terms. The control of such a situation hence becomes a social and professional priority.

-----**Keywords:** respiratory diseases, air pollution, occupational health

Introducción

Se ha demostrado que la contaminación del aire tiene efectos desfavorables para la salud. Los estudios epidemiológicos en diversas partes del mundo han reportado aumento en la mortalidad y en la morbilidad por exposición a diversos contaminantes presentes en el aire de las grandes concentraciones urbanas [1-5].

La contaminación del aire puede provocar o agravar afecciones respiratorias crónicas como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y las enfermedades cardiovasculares, y es especialmente dañina para personas con enfermedades crónicas, así como para mujeres embarazadas, ancianos y niños [6-9]. Los trabajadores y la población que permanece por largos periodos en exteriores contaminados son grupos humanos de alto riesgo.

Las grandes ciudades propician la concentración de personas y actividades, lo cual plantea serios retos para la convivencia humana. Los procesos industriales y el transporte en vehículos automotores obtienen la energía a partir de la combustión de materiales fósiles, lo cual infortunadamente se acompaña de residuos o subproductos nocivos para la salud que son vertidos al entorno aéreo. La exposición a las partículas suspendidas “respirables” (menores de 10 micras) y “finas” (menores de 2,5 micras), provenientes principalmente de la combustión de materiales fósiles, es la razón principal de la morbilidad y mortalidad asociada a la contaminación del aire [10-12].

El presente estudio explora la morbilidad por causas respiratorias en dos poblaciones similares en sus variables sociodemográficas que viven y trabajan en ambientes en los que están expuestos a diferentes niveles de contaminación.

Metodología

Diseño

Se realizó un estudio ecológico de asociación en el cual se examinaron dos grupos de personas en cuanto a las variables de interés: exposición a material particulado (PM_{10}) como subrogado de la contaminación del aire e indicadores de morbilidad respiratoria.

Población objeto de estudio

Personas que realizan actividades laborales durante más de ocho horas diarias en condiciones de exposición al aire libre en zonas urbanas, cercanas a las vías de circulación de vehículos. Se seleccionaron dos grupos: un grupo expuesto a concentraciones anuales promedio de PM_{10} de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tomado de la población habitante del Valle de Aburrá (grupo expuesto) y un grupo control expuesto a concentraciones anuales promedio de PM_{10} de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de los habitantes del oriente antioqueño cercano y del corregimiento de Santa Elena (grupo no expuesto).

Criterios de inclusión

Hombres y mujeres mayores de 18 años con más de un año de estar laborando en el sitio de trabajo.

Criterios de exclusión

Personas que no fueran capaces de responder la encuesta, ya fuera por condiciones de salud o por estar bajo efectos de alcohol o drogas alucinógenas.

Muestra

Para garantizar una muestra cualitativamente apropiada se establecieron criterios de inclusión para cada grupo de comparación.

Grupo expuesto

Personas adultas mayores de 18 años que permanecen en sus actividades laborales habituales durante todo el día mientras están expuestos al aire que circunda las calles en sectores comerciales de Medellín y del Área Metropolitana, y que llevan permanencia igual o superior a un año en esta zona.

Grupo no expuesto

Personas que cumplen las mismas condiciones que las personas del grupo expuesto, pero que se ubican en los municipios del oriente antioqueño y el corregimiento de Santa Elena.

El tamaño muestral se calculó en Epidat, con los siguientes criterios:

Confianza (1- α)	95%
Poder para detectar diferencias	80%
Prevalencia en grupo de estudio	30%
Diferencia porcentual a detectar	10%
Tamaño por grupo	313 personas

Para los estudios de morbilidad por síntomas respiratorios (variables categóricas), la muestra se superó hasta obtener 828 personas (459 expuestos, 369 no expuestos).

Encuesta

Para la caracterización de la población y la evaluación de los síntomas de enfermedad respiratoria, se utilizó una encuesta que recoge la morbilidad sentida más frecuente en relación con la exposición al aire contaminado. La encuesta fue perfeccionada a través de un proceso de pruebas realizadas dentro del estudio piloto ejecutado con antelación al proyecto. Se ajustaron las escalas de evaluación y la escogencia de términos técnicos que fueran de fácil comprensión para la comunidad.

Mediciones de PM_{10}

os datos de contaminación atmosférica se toman de los reportes regulares de Redaire para la ciudad de Medellín, con promedios de contaminación de 24 horas que mantuvieron una gran consistencia entre las estaciones centrales del Valle de Aburrá (Aguinaga, Corantioquia y San Fernando) durante los años 2006 a 2008. Para los niveles de contaminación del oriente antioqueño, los referentes corresponden a los datos de Cornare. Los niveles de PM_{10} se constataron con mediciones realizadas con los instrumentos del laboratorio de salud pública de la Universidad de Antioquia.

Plan de análisis

Estadística descriptiva: las variables cuantitativas se exploraron en la distribución de frecuencia para analizar la eventual simetría de dispersión en torno a los valores de tendencia central. Se estudian mínimos, máximos y esquemas de cajas y límites de variación para detectar valores atípicos y confrontar su validez. Se calcularon promedios y desviaciones estándares. Las variables categóricas se exploran en una aproximación cuantitativa, cuando se utiliza la escala ordinal de 1-10, y también se exploran en relación con la proporción de sintomáticos que pueden establecerse a partir de un punto de corte en la escala de frecuencias.

Bivariado: se utilizaron pruebas de hipótesis para comparación de promedios en relación con las variables discretas medidas a nivel de escala. Se calculó el estadístico t de Student con un nivel de significación $p < 0,05$ como criterio de aceptación. En los síntomas respiratorios se aplican pruebas no paramétricas de tipo Kruskal-Wallis para la comparación de sumas de rangos con criterio de aceptación $p < 0,05$.

El análisis epidemiológico se hizo sobre el contraste entre indicadores de frecuencia de morbilidad para grupo expuesto y no expuesto. Se calcularon los riesgos relativos

(RR), intervalos de confianza del 95% y pruebas de significancia complementarias de χ^2 (chi cuadrado) y $p < 0,05$.

Resultados

Características sociodemográficas

Se evaluaron 828 personas, de las cuales 459 constituyeron el grupo de individuos expuestos (Medellín y el área metropolitana con nivel de exposición promedio para PM_{10} de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y 369 el grupo de no expuestos (municipios del oriente antioqueño cercano con nivel de exposición promedio para PM_{10} de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La proporción de hombres y de mujeres es similar para ambos grupos (54 y 46% respectivamente). La edad promedio para cada uno de los sexos es similar, con valores cercanos a 44 años en los hombres y 39 años en las mujeres. Los resultados muestran que tampoco hay diferencias de significación entre las dos poblaciones (expuestos y no expuestos) en las variables de peso, talla, carpo y abdomen, las cuales expresan aspectos del estado nutricional (tabla 1).

El peso corporal varía en torno a 71 kg en los hombres y 63 kg en las mujeres. La estatura promedio de los primeros está cerca de 168 cm y de 156 cm para las mujeres. El perímetro del carpo como indicador de complejidad corporal es muy cercano entre los grupos de comparación, con 17 cm para hombres y 15,5 cm para mujeres. La acumulación de grasa abdominal resulta también muy similar, con valores de cintura de alrededor de 91 cm para los hombres y de 87 cm para las mujeres (tabla 1).

Tabla 1. Características de los individuos según sexo y niveles de exposición crónica a PM_{10}

Variable	PM_{10} 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		PM_{10} 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
n	268	191	196	173
Edad (años)	45,3	38,4	42,2	39,0
Peso (kg)	71,2	62,4	70,1	63,1
Talla (cm)	167,0	157,3	168,3	156,1
Carpo (cm)	17,0	15,3	17,2	15,7
Abdomen (cm)	92,5	86,4	90,3	87,2

La proporción de personas en cada uno de los niveles educativos es similar, tanto para el grupo de estudio como para el grupo control. Las pruebas de bondad de ajuste estadístico confirman que su composición desde este punto de vista es prácticamente igual (tabla 2). La proporción de personas ubicadas en los distintos estratos económicos es para ambos grupos muy cercana y, de nuevo, los indicadores estadísticos no distinguen diferencia entre los grupos de estudio y de control (tabla 2).

La variable que representa la mayor potencialidad de confusión es la exposición de las personas al humo de tabaco; por lo tanto, se exploró el hábito de fumar en categorías establecidas según la frecuencia de consumo. Las proporciones de personas en cada categoría son muy similares y los estadísticos de prueba confirman la similitud (tabla 2).

Tabla 2. Características sociodemográficas de los individuos según niveles de exposición crónica a contaminación ambiental

Variable	60 µg/m ³	30 µg/m ³	x ²	p
Nivel educativo (%)				
Primaria	37,3	37,9	0,01	0,94
Secundaria	41,4	40,4	0,03	0,86
Universitario	15,7	18,7	0,32	0,57
Sin dato	5,6	3,0		
Estrato				
1-2	47,3	48,2	0,03	0,87
3-5	48,8	49,3	0,03	0,87
Sin dato	3,9	2,5		
Fumar				
Nunca-antes	68,0	72,4	1,29	0,26
Leve	12,4	11,9	0,02	0,89
Moderado	11,8	8,1	0,08	0,78
Severo	7,4	7,1	0,10	0,75
Sin dato	0,4	0,5		

La variable que representa la mayor potencialidad de confusión es la exposición de las personas al humo de tabaco; por lo tanto, se exploró el hábito de fumar en categorías establecidas según la frecuencia de consumo. Las proporciones de personas en cada categoría son muy

similares y los estadísticos de prueba confirman la similitud (tabla 2).

Síntomas respiratorios

En la (tabla 3) se comparan los promedios de las frecuencias con las cuales se presentan los síntomas y se acude a pruebas paramétricas para estudiar la diferencia entre los grupos. Las personas del grupo más expuesto (PM₁₀ 60 µg/m³) que habitan las áreas urbanas del Valle de Aburrá tienen un exceso de síntomas respiratorios con respecto a las personas del grupo menos expuesto (PM₁₀ 30 µg/m³), quienes habitan en el altiplano del oriente antioqueño (figura 1).

Tabla 3. Síntomas orgánicos en individuos más expuestos (60 µg/m³) y menos expuestos (30 µg/m³) a material particulado

Variable	60 µg/m ³	30 µg/m ³	D	K-W	p
Ardor en ojos	4,53	2,79	1,74	60,6	0,00
Congestión nasal	3,19	1,85	1,34	35,5	0,00
Dificultad respiratoria	2,25	1,23	1,02	25,7	0,00
Garganta irritada	2,69	1,86	0,83	20,4	0,00
Tos	3,64	2,58	1,06	40,9	0,00
Estornudos	4,68	3,24	1,44	59,4	0,00
Dolor de cabeza	3,62	2,79	0,83	17,6	0,00
Voz afectada	1,57	1,15	0,42	9,1	0,00
Gripa	2,64	2,32	0,32	7,3	0,00
Asma	0,45	0,28	0,17	1,5	0,22

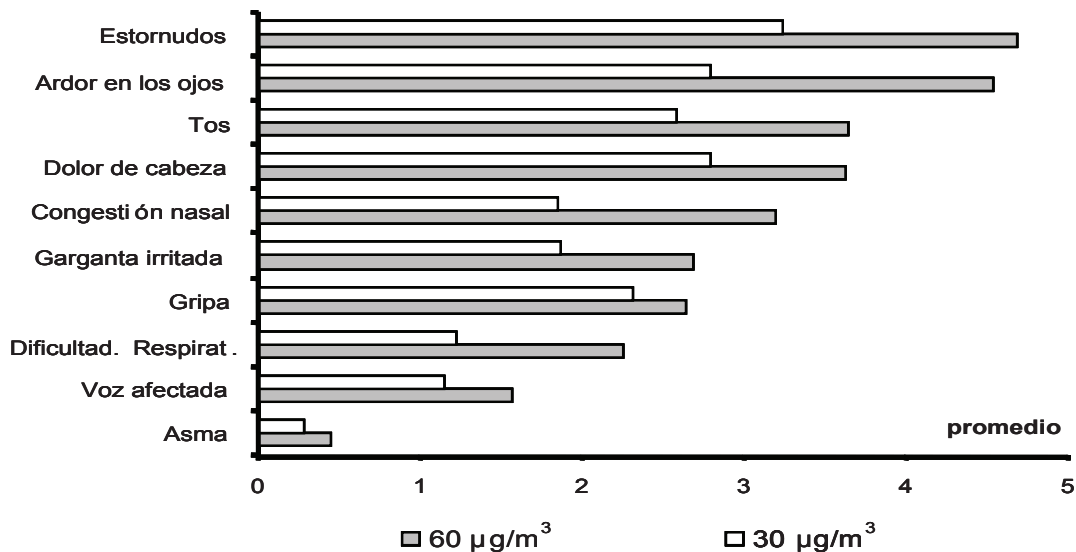


Figura 1. Síntomas orgánicos en individuos más expuestos (60 µg/m³) y menos expuestos (30 µg/m³) a contaminación por material particulado (la escala corresponde a la frecuencia de síntomas)

La congestión nasal, la dificultad respiratoria y la tos son los síntomas que se presentan en un mayor contraste con riesgos relativos de 2,60 IC 95% (1,93, 3,62); 2,22 IC 95% (1,56, 3,15) y 2,14 IC 95% (1,63, 2,81), respectivamente. Los estornudos, el ardor en los ojos y la garganta irritada son síntomas que aparecen con excesos cercanos al 80%, en todos los casos con riesgos relativos altamente significativos. Las afectaciones de la voz y el dolor de cabeza aparecen como signos y síntomas que se presentan con excesos cercanos al 50%, en magnitudes que alcanzan significación estadística.

Los episodios de asma también revelan un exceso para los residentes de zonas más contaminadas en un 45%, lo cual resulta de importancia clínica, así como la frecuencia de resfriados que se reportan con un exceso del 30%, RR 1,45 IC 95% (0,87, 2,43) y RR 1,30 IC 95% (0,89, 1,92) (figura 2).

Los valores de los síntomas representan promedios en una escala de frecuencias que varía entre 0 y 9; *D* representa la diferencia entre los promedios de los más expuestos y los menos expuestos.

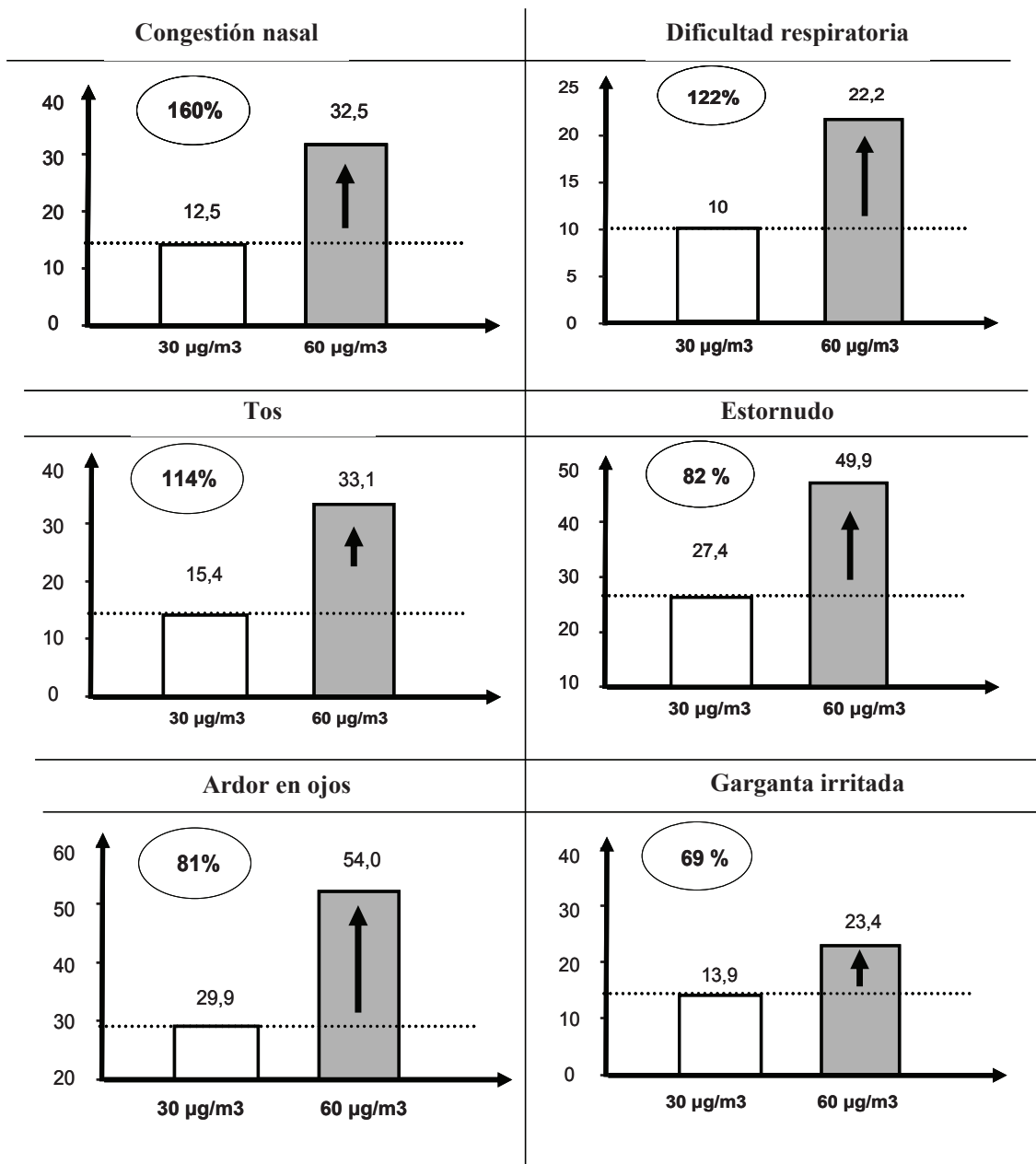


Figura 2. Comparación de síntomas respiratorios entre personas más expuestas y menos expuestas a material particulado en el aire

Discusión

Las afecciones respiratorias e irritativas de mucosas oculares y nasales son la consecuencia lógica de la exposición a los contaminantes del aire que respiran los seres humanos. El registro de un exceso sistemático de síntomas respiratorios en las personas expuestas al aire más contaminado (PM_{10} 60 μ g/ m^3) muestra la consistencia de los datos; es decir, que en todos los casos, el exceso de signos y síntomas respiratorios ocurre justamente en la población que está más expuesta a la contaminación.

La irritación de las vías respiratorias superiores se evidencia claramente en la presencia de riesgos relativos altos y significativos para la congestión nasal, la dificultad respiratoria, la tos, los estornudos y el ardor en la garganta. La utilización de las escalas de valoración de la frecuencia sintomática en cada una de las variables permite una mejor discriminación para captar diferencias verdaderas y con importancia clínica.

El exceso de morbilidad respiratoria en las personas que viven y trabajan en ambientes más contaminados alcanza valores altos. Para el gradiente de 30 μ g/ m^3 de material particulado respirable que se analizó en el presente estudio, se obtuvieron incrementos de entre 30 y 160%. Esta sobrecarga en la morbilidad ha de implicar naturalmente más requerimientos de servicios asistenciales y más medicación, y también genera un aumento de la frecuencia de ausencias o incapacidades laborales por causa médica [13].

Las enfermedades respiratorias constituyen la principal causa de atención primaria por enfermería, consulta médica y ausentismo o incapacidad laboral en las poblaciones trabajadoras [13-15]. Las inflamaciones de las vías respiratorias, como rinitis, faringitis, laringitis, traqueitis, bronquitis, neumonías, entre otros, son morbilidades de alta ocurrencia en los espacios urbanos donde viven y laboran las personas [16-18].

La contaminación del aire por material particulado no solamente tiene relación con el aumento de las enfermedades respiratorias, sino que podría causar también complicaciones de tipo cardiovascular, como el infarto del miocardio. Las partículas ultrafinas alcanzarían a penetrar en el torrente sanguíneo y podrían inducir aumento de la coagulabilidad de la sangre hasta causar la formación de trombos oclusivos [19-23].

Se ha comprobado incluso que la contaminación del aire por material particulado puede, en conjunto, afectar desfavorablemente la duración de la vida. Se estima que por cada 10 μ g de $PM_{2.5}$, se produce una reducción de cerca de 0,7 años de esperanza de vida, lo cual implica que la exposición a ambientes contaminados similares al de una ciudad como Medellín podría ocasionar una

pérdida de tres a cuatro años en un ciudadano expuesto constantemente durante su vida laboral a altos niveles de contaminación [24].

Es evidente, entonces, que la exposición de las personas a la contaminación del aire por material particulado es un factor nocivo que causa aumento de las enfermedades respiratorias, aparte de las potenciales afectaciones cardiovasculares y de la eventual reducción en la esperanza de vida, cuando la exposición se prolonga por mucho tiempo. El problema de la contaminación del aire tiende a hacerse más crítico en la medida en que aumenta las cantidades de procesos industriales y de vehículos automotores, los cuales, a su vez, derivan su operación de la combustión de materiales fósiles, como la gasolina, el diesel, la madera y el carbón [25].

Estas evidencias reclaman una reflexión social profunda sobre las consecuencias de contaminar el ambiente donde vivimos o trabajamos y nos convoca a reclamar medidas de mitigación o control a un problema de salud pública de importancia creciente.

Conclusión

Las personas que habitan en lugares expuestos a contaminación del aire por material particulado sufren con más frecuencia diversas molestias y enfermedades respiratorias, como congestión nasal, dificultad respiratoria, garganta irritada, tos, estornudos, dolor de cabeza, ardor en los ojos, laringitis, resfriados y crisis asmáticas. Estas enfermedades implican pérdida de calidad de vida en las personas y sobrecarga del sistema de seguridad social en salud, además de que disminuyen la productividad de las empresas; por lo tanto, las medidas de control sobre la emisión de contaminantes al aire se convierten en un imperativo laboral, social y económico.

Referencias

- 1 Pope CA, Bates DV, Raizenne ME. Health effects of particulate air pollution: time for reassessment? *Environmental Health Perspectives*. 1995; 103: 472-480.
- 2 Korc M. Gestión de la calidad del aire. Calidad del aire y su impacto en la salud en América latina y el Caribe. CEPAL. Serie de seminarios y conferencias. 2001; (9): 15-32.
- 3 Organización Panamericana de la Salud. Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América latina y el Caribe. Washington D.C; OPS: 2005.
- 4 Ostro B. Estimating the health effects of air pollution: a method with an application to Jakarta. Policy Research Working Paper, World Bank. 1994.
- 5 Pope CA, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: line that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2006; (56): 709-742.

- 6 Kim JJ. Ambient air pollution: health hazards to children. *Pediatrics*. 2004; 114(6): 1699-1707.
- 7 Bateson TF, Schwartz J. Who is sensitive to the effects of particulate pollution on mortality? *Epidemiology*. 2004; 15(2): 143-149.
- 8 Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la salud en el mundo. Ginebra; OMS: 2002.
- 9 Pereira LA, Loomis D, Conceição GM, Braga AL, Arcas RM, Kishi HS, Singer JM, Böhm GM, Saldiva PH. Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. *Environmental Health Perspectives*. 1998; 106(6): 325-329.
- 10 Pope CA, Dockery DW. Epidemiology of particle effects. En: Holgate S. *Air pollution and health*. Londres; Academic Press: 1999.
- 11 World Health Organization. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. Ginebra; WHO/SDE/PHE/OEH: 2006.
- 12 Fusco D. Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *European Respiratory Journal*. 2005; 17: 1143-1150.
- 13 Saldarriaga J, Martínez E. Factores asociados al ausentismo laboral por causa médica en una institución de educación superior. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2007; 25(1): 32-39.
- 14 Martínez E, Saldarriaga J. Inactividad física y ausentismo en el ámbito laboral. *Rev Fac Nac Salud Pública*. *Journal of Public Health*. 2008; 10(2): 227-238.
- 15 Mesa L, Bouzas MJ. Prevalencia de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos a material particulado. *Colombia Médica*. 1997; 28(2): 62-66.
- 16 Martínez E. Indicadores de mortalidad y morbilidad en el área metropolitana de Medellín y Antioquia. *Observar (edición especial)*. 2010; 22: 50-56.
- 17 Rodríguez LA, Herrera AB, Castro H, Velázquez JN, Vera LM. Incidencia de síntomas respiratorios y su asociación con contaminación atmosférica en preescolares. *Cad. Saude Publica*. Río de Janeiro. 2010; 26(7): 1411-1418.
- 18 Melgarejo P, Gaby I, Sanchez S. Salud pulmonar y contaminación ambiental. En comerciantes de las ciudades de La Paz y El Alto. *Biofarbo*. 2010; 18(1): 42-53.
- 19 Nawrot T, Pérez L, Künzli P, Munters E, Nemery B. Public health importance of triggers of myocardial infarction: a comparative risk assessment. *The Lancet*. 2011; 377: 732-740.
- 20 Clayton TC, Thompson M, Meade TW. Recent respiratory infection and risk of cardiovascular disease: case control study through a general practice database. *Eur Heart J*. 2008; 29: 96-103.
- 21 Meyers DG, Neuberger JS, Jianghua HE. Cardiovascular effect of bans on smoking in public places: a systematic review and meta analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2009; 54: 1249-1255.
- 22 Maitre A, Booneterre V, Huillard L, Sabatier P, de Gaudemaris R. Impact of urban atmospheric pollution on coronary disease. *Eur Heart J*. 2006; 27: 2275-2284.
- 23 Pope CA, Burnett RT, Krewski D. Cardiovascular mortality and exposure to airborne fine particulate matter and cigarette smoke. Shape of the exposure-response relationship *Circulation*. 2009; 120: 941-948.
- 24 Pope CA, Ezzati M, Dockery D. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *N Engl J Med*. 2009; 360:376-386.
- 25 Bedoya J, Martínez E. Calidad de aire en el Valle de Aburrá. *Revista de ingeniería sanitaria y ambiental*. 2009; 158 (76): 7-15.