

Respirar aire contaminado es tan nocivo como fumar cigarrillo

Breathing contaminated air is as harmful as cigarette smoking

Elkin Martínez-López y Paula A. Díaz-Valencia

Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. elkin.martinez@udea.edu.co; paulaandreadiaz@gmail.com

Recibido 14 Noviembre 2013/Enviado para Modificación 16 Julio 2014/Aceptado 9 Diciembre 2014

RESUMEN

Objetivo Averiguar ¿Cuál de los dos factores es más nocivo? ¿Cuál es la magnitud de su efecto? y ¿Qué pasa cuando alguien se expone a ambos factores a la vez?

Métodos Estudio ecológico que evalúa la asociación epidemiológica (riesgo relativo) entre la contaminación atmosférica y el tabaquismo con la función pulmonar, evaluada mediante espirometría funcional en 489 adultos. Se comparan dos ambientes con diferentes niveles de contaminación, 30 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado respirable (PM10) y grupos de fumadores contra no fumadores.

Resultados La función pulmonar está disminuida ($\text{VEF}_1 < 80\%$) en los fumadores en mayor proporción que en los no fumadores, con un exceso de riesgo de 52 % (RR. 1,52 IC95 % 1,11-2,07). Las personas expuestas a un mayor nivel de contaminación ambiental presentan una mayor proporción de disfunción pulmonar con un exceso de riesgo de 64 % (RR. 1,64 IC95 % 1,19-2,25). Cuando los sujetos se exponen a ambos factores, es decir fuman y además se encuentran en ambientes contaminados, el exceso de riesgo es del 129 % (RR 2,29 IC95 % 1,45-3,61).

Conclusiones Las personas que respiran ambientes contaminados presentan disfunción pulmonar en una magnitud similar o superior a la que presentan los fumadores, es decir, podríamos afirmar que en relación con los efectos, respirar aire contaminado equivale a estar fumando, solo que en contra de la voluntad.

Palabras Clave: Tabaco, contaminación del aire, enfermedades pulmonares, espirometría, epidemiología, medio ambiente (*fuentes: DECS, BIREME*).

ABSTRACT

Objective We want to determine: ¿Which of the two factors is more harmful? ¿What is the magnitude of its effect? and ¿What happens when someone is exposed to both factors at once?.

Methods An ecological study that evaluates the epidemiological association (relative risk) between air pollution and smoking with lung functions as assessed by functional spirometry in 489 adults. We compare two environments with different

pollution levels 30 and 60 g/m³ of particulate matter (PM₁₀) and groups of smokers against nonsmokers.

Results Lung function is impaired (FEV1 <80 %) in smokers at higher rates than the non-smokers, with an excess risk of 52 % (RR. 1.52 CI 95 % 1.11 -2.07). People exposed to higher levels of pollution have a higher proportion of pulmonary dysfunction than those exposed to less polluted environments with an excess risk of 64 % (RR. 1,64 CI 95% 1.19-2.25). When subjects are exposed to both factors, that is smokers who also live in contaminated environments, the excess of risk reaches 129 % (RR 2.29 CI 95 % 1.45-3.61).

Conclusions People who breathe in polluted environments have impaired lung function in a similar magnitude or greater than smokers. Therefore, we could say that breathing contaminated air is equivalent to smoking, but sadly it occurs against the affected party's will.

Key Words: Tobacco, air pollution, lung diseases, spirometry, epidemiology, environment (*source: MeSH, NLM*).

El tabaquismo ha sido reconocido como factor de riesgo determinante para enfermedad respiratoria y cáncer de pulmón, así mismo, es factor causal en cáncer de nariz, boca, orofaringe, hipofaringe, laringe, esófago, estómago, páncreas, hígado, colon, cuello uterino y leucemia mieloide (1,2).

Por otra parte, el uso del tabaco es una de las causas más importantes de Infarto Agudo de Miocardio (IAM). Fumar incrementa tres veces el riesgo de tener IAM (OR 2,95, IC95 % 2,7–3,2) y se estima que por cada cigarrillo adicional que una persona consume en promedio durante el día, el riesgo de sufrir IAM se incrementa en un 5-6 % (3).

El cigarrillo también es factor causal de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), la cual aporta gran carga de morbilidad y mortalidad en la comunidad, sin mencionar los altos costos para el sistema de salud y las implicaciones en la calidad de vida de los pacientes. Estas enfermedades respiratorias son un problema importante de salud en Colombia con prevalencias que oscilan desde 6,2 % en Barranquilla hasta los niveles más altos que se registran en Medellín con 13,5 % (4,5).

Las Enfermedades respiratorias crónicas, pueden detectarse en las etapas iniciales de su proceso patológico, mediante un estudio de la función pulmonar. La espirometría permite evaluar la función ventilatoria a través de indicadores tales como: la capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), la relación VEF1/CVF o

índice de Tiffeneau y otros. Este último es un indicador clásico de eficiencia respiratoria, el cual en condiciones normales ha de ser superior al 80 % de la CVF. Reducciones en esta función expresan el comienzo de alteraciones que se van acentuando gradualmente hasta configurar los cuadros clínicos obstructivos (6-10).

Ahora bien, con los efectos nocivos del tabaquismo, las cosas parecen estar claras, pero lo que no parece tan claro para la comunidad, incluso para los profesionales de la salud, es que la contaminación del aire en las ciudades pudiera tener efectos tan dañinos para el organismo como los que ya hemos admitido por causa del cigarrillo (11,12).

Al fin y al cabo, se trata de un proceso similar, prácticamente igual, pues implica respirar los humos de tantas fuentes de combustión presentes en una ciudad contemporánea, es decir, humos negros procedentes de vehículos automotores y de fábricas que utilizan combustibles fósiles. Estos humos están cargados de partículas de hollín, residuos de carbón, alquitranes, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, y otros elementos altamente tóxicos (13)

Las preguntas que nos proponemos responder con esta investigación son las siguientes: ¿Tendrá la contaminación del aire efectos similares a los que produce el tabaquismo en la generación de disfunciones respiratorias? ¿Cuál es la magnitud del efecto de la contaminación comparado con el del tabaco? ¿Qué implicaciones tiene el exponerse simultáneamente al cigarrillo y al aire de un ambiente urbano contaminado?

Conocer la respuesta a estas preguntas nos permitiría tomar conciencia sobre la importancia que puede tener el problema de la contaminación atmosférica sobre la carga de enfermedad que afrontan las comunidades urbanas contemporáneas.

MÉTODOS

Diseño

Estudio descriptivo transversal y ecológico. La exposición se mide a nivel grupal al comparar dos ambientes con diferentes niveles promedio de contaminación 30 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado respirable (PM_{10}). Los efectos sobre la función pulmonar y el tabaquismo se miden a nivel individual.

Muestra

En total se evalúan 489 personas de la población general, y con edades que varían entre 15 y 86 años. Se eligen dos grupos similares en relación a diversas variables sociodemográficas: un grupo expuesto [259] tomado de entre los habitantes de la ciudad de Medellín (PM_{10} $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y un grupo control [230] tomado de entre los habitantes del Oriente Antioqueño (PM_{10} $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). El muestreo incluye a los adultos que laboran en el sector comercial de ambas localidades y que acreditan permanecer en la localidad por lo menos por un período de un año. El tamaño muestral necesario para detectar diferencias de medias de 1 en el VEF, con poder del 80 % y confianza del 95 % es de 99 personas para cada grupo de comparación.

Espirometría

La función pulmonar se evalúa mediante espirometría funcional, el indicador básico es el %VEF1/CVF. Se utiliza un equipo Spiroanalyzer ST-95. Las espirometrías son tomadas por un profesional de la salud entrenado y estandarizado en la técnica. La calibración del equipo se hace al terminar cada jornada de trabajo. Los criterios de validez para los registros están debidamente incorporados en la programación electrónica del equipo espirométrico (9).

Variables espirométricas

Capacidad Vital Forzada (CVF), expresa el nivel de expansión ventilatoria que puede tener una persona mediante la excursión máxima del pulmón, desde una inspiración profunda al tope, hasta la máxima expiración que sea posible. Volumen espiratorio forzado (VEF1), volumen aéreo que una persona es capaz de expeler de sus pulmones, desde una inspiración máxima y en el transcurso de un segundo. Proporción de volumen espiratorio forzado (Tiffeneau) (VEF1/CVF), indicador fisiológico de eficiencia ventilatoria que se expresa en forma de porcentaje con respecto a la capacidad vital de cada individuo (10).

Plan de Análisis

Las variables cuantitativas se exploran en la distribución de frecuencia para analizar la simetría de dispersión en torno a los valores de tendencia central. Se estudian mínimos, máximos y límites de variación para detectar valores atípicos y confrontar su validez. Se calculan promedios y desviaciones estándar.

Se utilizan pruebas de hipótesis para comparación de promedios en

relación con las variables continuas. Se calcula el estadístico t de student con un nivel de significancia $p < 0,05$ como criterio de aceptación.

El análisis epidemiológico se hace sobre el contraste entre indicadores de frecuencia de disfunción pulmonar, tanto para el grupo expuesto como para el grupo no expuesto. Se calculan las Razones de Riesgos (RR) que para el caso equivalen a las razones de prevalencias, con sus respectivos intervalos de confianza del 95 % y se convalidan con pruebas de chi cuadrado (X^2) para cada tabla de contingencia

El control de las variables de confusión se hace en el diseño mediante la selección de grupos humanos muy similares en relación con las diversas variables sociodemográficas y a través del análisis estratificado, mediante el cálculo del estadístico ponderado de Mantel - Hansen (RR M-H) y se confirma con pruebas de X^2 para una confianza del 95 %.

Consideraciones éticas

El comité de bioética del centro de investigaciones de la Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, emitió visto bueno para este proyecto por considerar que estaba exento de riesgo para los participantes y porque se habían tenido en cuenta todas las regulaciones oficiales sobre consentimiento informado y confidencialidad de los datos.

RESULTADOS

Características sociodemográficas

La proporción de hombres y de mujeres en la muestra es similar para los grupos comparados. La edad promedio para cada uno de los sexos es similar. 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 de la estructura corporal (Tabla 1).

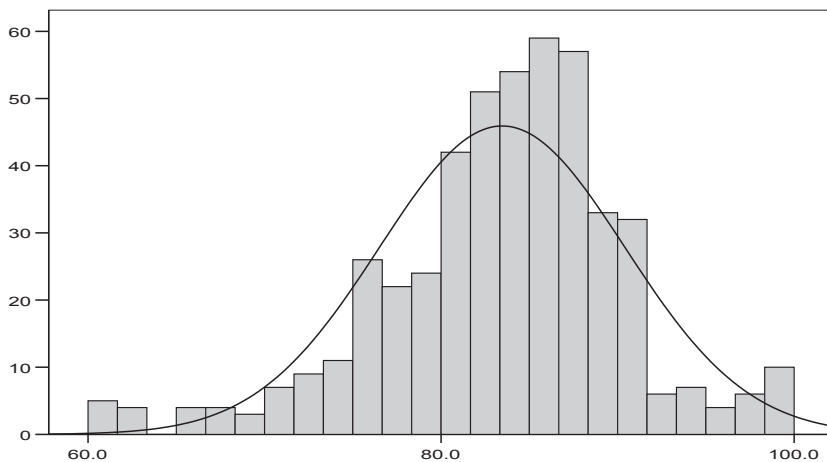
Tabla 1. Características antropométricas de los individuos según sexo y niveles de exposición crónica a contaminación atmosférica (PM_{10})

| Variables | 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
|--------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|
| | hombres | mujeres | hombres | mujeres |
| 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 y para cada estrato socio económico es notablemente 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.

Las variables relacionadas con la función respiratoria, muestran distribuciones de frecuencias con apariencia normal, si bien en la variable de mayor interés VEF1/CVF se registra una cola hacia la izquierda que representa a las personas que tienen reducciones en su capacidad funcional (Figura 1).

Figura 1. Distribución de frecuencias para la función pulmonar (VEF1/CVF) en los individuos adultos evaluados



Los indicadores espirométricos CVF, VEF1 y VEF1/CVF fueron significativamente más bajos en las personas que viven y trabajan expuestas a mayores niveles de contaminación atmosférica ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en comparación con quienes respiran un aire más limpio ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Tabla 2).

Tabla 2. Variables funcionales espirométricos en individuos más expuestos ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y menos expuestos ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a la contaminación atmosférica (PM_{10})

| Variable | $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | D (%) | t | p |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|-------|------|-----|
| CVF | 3.50 | 3.73 | 6.17 | 7.5 | .01 |
| VEF1 | 2.88 | 3.13 | 7.99 | 13.2 | .00 |
| VEF1/CVF | 81.80 | 84.20 | 2.85 | 10.7 | .00 |

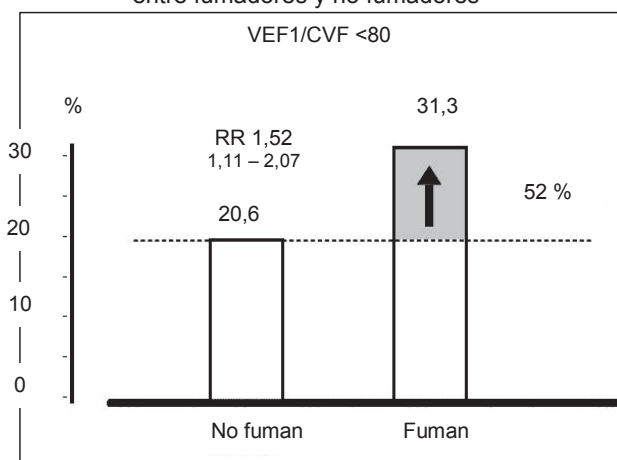
Otros indicadores de la función pulmonar que no se reportan en este artículo también muestran las diferencias sistemáticas en desfavor de quienes respiran aire contaminado.

Análisis Epidemiológico

Tabaquismo

Cuando se examina la frecuencia de personas con función pulmonar subnormal (VEF1/CVF) por debajo de 80 %, se observa que dicha proporción es de 31,3 % en los fumadores en comparación con 20,6 % en los no fumadores, es decir, se evidencia un exceso de riesgo del 52 % (RR 1,52 IC95 % 1,11–2,07; X²: 7,2; p= 0,00) (Figura 2).

Figura 2. Comparación de la frecuencia de disfunción pulmonar entre fumadores y no fumadores



El efecto del tabaquismo persiste después de controlar en el análisis estratificado por presencia de distintos niveles de contaminación (RR M-H 1,41 IC95 % 1,04–1,93 X²: 4,9; p=0,02).

Cuando se exploran los puntos de corte para el VEF1/CVF en 75 y 70, los resultados también son significativos y el exceso de riesgo es de magnitud similar en ambos procedimientos

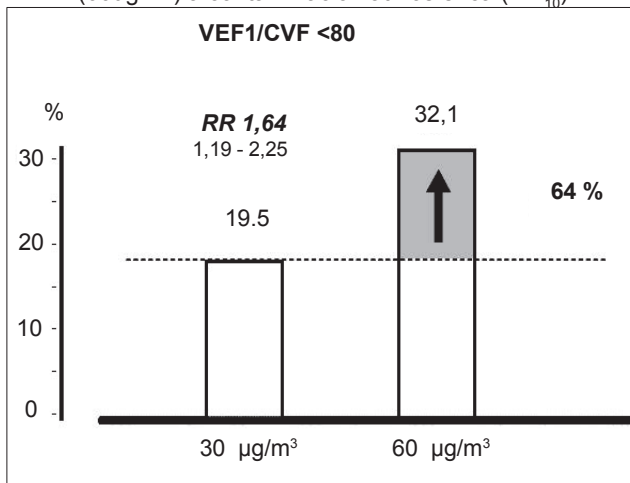
Contaminación atmosférica

La proporción de personas que tiene un VEF1/CVF <80 en quienes habitan la ciudad y respiran aire más contaminado (PM₁₀ 60 ug/m³) es de 32,1 %

mientras que la proporción de disfunción pulmonar en quienes respiran aire más limpio (PM_{10} $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) es de 19,5 %. El exceso de riesgo para quienes están más expuestos es de 64 % (RR 1,64 IC95% 1,19-2,25 X2: 9,8; $p=0,00$) (Figura 3).

El efecto de la contaminación del aire persiste después de controlar en el análisis estratificado por la presencia de distintos niveles de tabaquismo (RR M-H 1,55 IC95 % 1,15–2,12 X2: 7,6; $p=0,00$).

Figura 3. Comparación la frecuencia de disfunción pulmonar entre individuos menos expuestos ($30\mu\text{g}/\text{m}^3$) y más expuestos ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$) a contaminación atmosférica (PM_{10})



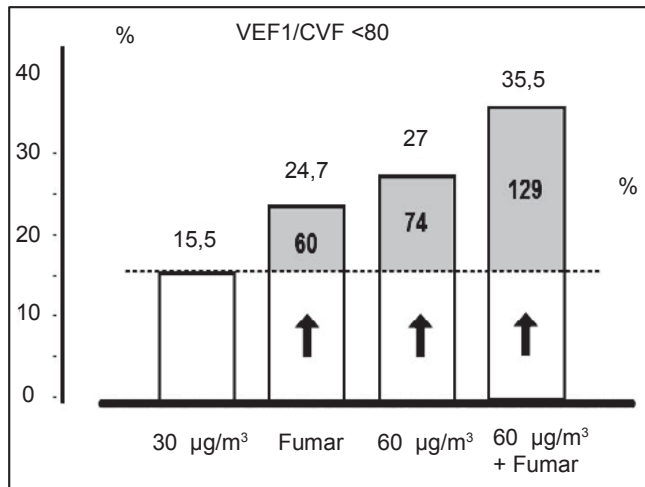
Tabaquismo y Contaminación del aire

Al separar los grupos en estratos con relación a su nivel de exposición, tanto al tabaquismo como a la contaminación del aire, se puede ver con mayor claridad el efecto específico de cada factor y su efecto conjunto.

En el grupo menos expuesto, es decir aquellos que no fuman y que además viven en un ambiente más limpio, la prevalencia de disfunción pulmonar registra el valor más bajo de 15,5 %. En contraste el grupo más expuesto que incluye a los fumadores que viven en ambientes más contaminados la prevalencia es de 35,5 %. En el intermedio están los que fuman y tienen baja exposición al aire contaminado, con prevalencia de 24,7 %, en tanto que los que viven en ambientes más contaminados, aunque no fumen, tienen una proporción mayor de disfunción pulmonar con 27,0 %.

Comparando con el grupo de riesgo más bajo de padecer disfunción pulmonar, es decir, quienes no fuman y viven en ambientes más limpios; se puede observar que los fumadores tienen un exceso de riesgo de 60 % (RR 1,60 IC95 % ,94–2,70 X2: 3,1; $p=0,08$) a pesar de que vivan en un entorno más limpio. Quienes respiran un aire urbano más contaminado tienen un exceso de riesgo más alto de 74 % (RR 1,74 IC95% 1,04 – 2,90 X2: 4,6; $p=0,03$), a pesar de que no fumen. La situación más crítica la presentan quienes fuman y a la vez respiran el aire más contaminado de la ciudad, en estos el exceso de riesgo alcanza 129 % (RR 2,29 IC 95 % 1,45–3,61 X2: 14,5; $p=0,00$) (Figura 4).

Figura 4. Disfunción pulmonar según exposición al tabaquismo, a la contaminación atmosférica o a ambos factores



DISCUSIÓN

Es claro que fumar, hace daño a la salud. La evidencia en relación con los efectos dañinos del humo del cigarrillo es incuestionable. El humo afecta todos los epitelios de las vías respiratorias, desde la cavidad oral hasta los alveolos pulmonares. La acción irritativa del humo tiene efectos inflamatorios agudos y especialmente crónicos que se acumulan hasta producir la enfermedad obstructiva crónica o hasta que se generan alteraciones de la replicación celular que son la base del cáncer de pulmón (1,2).

También se ha documentado el efecto trombogénico de algunas partículas muy pequeñas presentes en el humo del cigarrillo, cuando logran ingresar en el torrente sanguíneo, después de atravesar la barrera alveolo capilar. Esto explica las muertes por infarto agudo de miocardio, las cuales representan una proporción considerable del total de muertes atribuidas al tabaco (3).

Es claro también que la función pulmonar se afecta desfavorablemente con la contaminación atmosférica. La reducción de los valores espirométricos de las personas que viven y trabajan en ambientes atmosféricos más contaminados, es realmente sistemática. Se presenta para todas las variables espirométricas estudiadas en magnitudes que alcanzan significación clínica, estadística y epidemiológica. Los resultados son coincidentes con los reportados por C Pope y W Dockery quienes describen reducciones de la CVF, el VEF1 y el VEF1/CVF muy similares a las nuestras (14,15).

La calidad del aire que respiran las personas determina en buena medida su nivel de salud respiratoria. Se ha demostrado que las personas que se exponen a respirar aire contaminado padecen diversas clases de enfermedades respiratorias y circulatorias, las cuales son incluso de naturaleza mortal (16). Se plantea que por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado presente en el aire que respira una comunidad, se aumenta en un 4-5% la mortalidad general, en un 6-9 % la mortalidad por enfermedades cardiorrespiratorias y en un 14-20 % la mortalidad por cáncer de pulmón (11).

Asimismo, la contaminación atmosférica se asocia con aumento en hospitalizaciones por causa respiratoria, incapacidades, consultas de emergencia, ataques de asma y complicaciones respiratorias en niños y ancianos (17).

Hoy en día, es innegable que tanto el tabaquismo como la exposición crónica al aire contaminado se asocian con la progresión y la mortalidad tanto de origen pulmonar como cardiovascular y participan ambos en las complicaciones letales de enfermedades isquémicas preexistentes, pero la tendencia es hacia una preeminencia de la contaminación del aire que va haciéndose cada vez mayor, ante el descenso gradual del hábito de fumar que se ha venido registrando en las comunidades (18).

Los efectos de la contaminación atmosférica varían en términos de gravedad y están asociados tanto con la exposición crónica acumulativa, como también con la exposición aguda (19). Las personas que padecen

afecciones cardiopulmonares o quienes tienen defensas disminuidas por alguna razón, son más vulnerables y pueden desencadenar episodios graves, con consecuencias letales, aún ante concentraciones de contaminantes discretamente elevados (20).

Se ha demostrado asociación entre contaminación del aire y la reducción de la esperanza de vida, los niveles de material particulado fino (PM2.5) correlacionan inversamente con la duración de la vida. Por cada reducción de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que se logre en la calidad del aire, se alcanza un aumento de la esperanza de vida de 0,4-0,8 años (21).

Respecto a la magnitud del efecto, se puede constatar que la disfunción pulmonar temprana está presente en quienes respiran aire contaminado en una dimensión igual a la que produce el humo del tabaco o quizá un tanto mayor. Hay distintas razones que podrían explicar este hallazgo.

En primer lugar, el nivel de exposición podría ser mayor en quienes respiran el aire contaminado de una ciudad, en comparación con un fumador. La persona que fuma usa un filtro en el cigarrillo para atenuar los tóxicos en la inhalación y toma solo algunas bocanadas en los esporádicos cigarrillos fumados durante el día. En cambio, el habitante de un espacio contaminado como el de nuestras ciudades, respira incesantemente durante todo el día, los tóxicos flotantes en el aire, que aunque diluidos, permanecen presentes en la atmósfera.

También durante las horas de la noche, el aire continúa contaminado, pues el bajo peso de las partículas contaminantes, hace que permanezcan suspendidos en el aire, por tiempos de hasta 48 horas. A eso se agrega la contaminación de las fábricas que continúan sus procesos industriales en horarios nocturnos, y vierten sus tóxicos a la atmósfera en las oscuras noches cuando son menos evidentes y los controles sociales bajan.

Otro factor crítico en la generación de altos niveles de contaminación del aire en las zonas urbanas, ha sido la utilización por muchos años de combustibles “sucios”, especialmente el diesel o ACPM, el cual se vende a un precio más bajo que la gasolina corriente y mucho más bajo con relación a la gasolina “extra” de alta refinación.

Queda un asunto ético por discutir. El fumador, en su libre albedrío, elige voluntariamente intoxicar su organismo con el humo del cigarrillo,

sin embargo, el individuo que quiere cuidarse de este insensato hábito, se ve forzado a tener que respirar el aire que otros contaminan, y no le queda otra opción diferente, dado que no puede dejar de respirar, ni siquiera puede aislarse o protegerse porque las partículas de hollín invaden todo el ambiente y son capaces de penetrar incluso dentro de los espacios intradomiciliarios (22).

Con el uso del cigarrillo hemos avanzado en su comprensión y en la defensa de los espacios de convivencia. Las políticas de los organismos internacionales de salud y de los gobiernos ayudan a la protección de los ciudadanos a través de las campañas “espacios libres de humo” (23), sin embargo estas acciones no se muestran tan contundentes para la contaminación atmosférica. Parece entonces sensato, que se defiendan los espacios ciudadanos de las tantas fuentes generadoras de humo, cuya emisión en magnitud es inmensamente más grande, pues las chimeneas de fábricas, buses y camiones fumigan constantemente las ciudades con densos chorros de humo hasta generar nubes de polución de color gris terroso que se hacen visibles a simple vista, pues enturbian la visión y le dan al paisaje urbano una apariencia difusa de suciedad. Las autoridades ambientales tienen la obligación social y moral de impedir que las fábricas y especialmente los vehículos fumiguen las ciudades y viertan al ambiente aéreo en forma impune, toneladas de contaminantes tóxicos que todos los ciudadanos se verán forzados a respirar.

Las leyes físicas se cumplen, nos guste o no. Debemos respirar aire limpio para preservar nuestra salud y nuestra vida o la naturaleza vulnerable de nuestro organismo pagará el precio de una intoxicación lenta pero constante, acumulativa e irreversible, hasta que llegue el momento, más temprano que tarde, cuando se establezca, la incapacidad de incorporar el oxígeno del cual depende la vida y entonces ya no sea posible continuar con nuestros procesos vitales. La Organización Mundial de la Salud reporta que una de cada 8 muertes en el mundo es atribuible a la contaminación del aire, lo cual representa 7 millones de personas fallecidas por esta causa en tan solo un año (24).

Estos hallazgos nos permiten concluir que respirar el aire contaminado de una ciudad, equivale a fumar en forma masiva y en contra de la voluntad, por lo tanto, consentir con esta situación sería una negligencia que cobraría muchas vidas, muchas más de las que hasta ahora se han sacrificado sin justificación alguna ♦

Agradecimientos: Los autores agradecen el soporte logístico, académico y financiero del Grupo de Epidemiología. Estrategia de Sostenibilidad. Centro de Investigaciones. Facultad Nacional de Salud Pública. Vicerrectoría de Investigaciones. Universidad de Antioquia. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Secretaria de Salud de la Alcaldía de Medellín.

Conflicto de intereses: Ninguno.

REFERENCIAS

1. Hecht SS. Cigarette smoking and lung cancer: chemical mechanisms and approaches to prevention. *Lancet Oncol.* 2002; 3(8):461-9.
2. De Restrepo H, Correa P, Haenszel W, Brinton L, Franco A. Relación del tabaquismo con cánceres de vías respiratorias, digestivas y urinarias. Estudio de casos y testigos. *Bol Of Sanit Panam.* 1988; 105(3):221-30.
3. Teo K, Ounpuu S, Hawken S, Pandey MR, Valentin V, Hunt D, et al. Tobacco use and risk of myocardial infarction in 52 countries in the INTERHEART study: a case-control study *The Lancet.* 2006 368(19):647-58.
4. Caballero A, Torres-Duque CA, Jaramillo C, Bolívar F, Sanabria F, Osorio P, et al. Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study). *Chest.* 2008; 133(2):343-9.
5. Halbert RJ, Natoli JL, Gano A, Badamgarav E, Buist AS, Mannino DM. Global burden of COPD: systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J.* 2006; 28(3):523-32.
6. Medbo A, Melbye H. Lung function testing in the elderly--can we still use FEV1/FVC<70% as a criterion of COPD? *Respir Med.* 2007; 101(6):1097-105.
7. Young RP, Hopkins R, Eaton TE. Forced expiratory volume in one second: not just a lung function test but a marker... *Eur Respir J.* 2007; 30(4):616-22.
8. Antonisen NR, Connett JE, Murray RP. Smoking and lung function of lung health study participants after 11 years. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166:675-9.
9. Calverley P, Agusti C, Anzueto A, Barnes P, Decramer M, Fukuchi Y, et al. The Global Strategy for Diagnosis, Management and Prevention of COPD, the Pocket Guide: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Updated 2008.
10. Miravittles M, De la Roza C, Morera J, Montemayor T, Gobart E, Martín A, et al. Chronic respiratory symptoms, spirometry and knowledge of COPD among general population. *Respir Med.* 2006; 100:1973-80.
11. Pope CA. Health Effects of Particulate Air Pollution: Time for Reassessment? *Environ Health Perspect.* 1995; 103:472-80.
12. Organización Panamericana de la Salud. Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe. Washington DC. O.P.S.; 2005.
13. Bedoya J, Martínez E. Calidad de aire en el Valle de Aburrá. *DYNA. Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental,* 2009; 158 (76):7-15.
14. Pope CA, Dockery D. Epidemiology of Particle Effects. En: *Air Pollution and Health.* Holgate, Stephen, et al. London: Eds. Academic Press; 1999.
15. Pope CA, Dockery D. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Line that Connect. *J of the Air & Waste Management Assoc.* 2006; 56:709-42.
16. Pope CA, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *J Air Waste Manag Assoc* 2006; 56: 1368-80.
17. Fusco D, Forastiere F, Michelozzi P. Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *Europ Resp J.* 2005; 17:1143-50.

18. Pope CA, Burnett R, Thun M, Calle E, Krewski D, Kazuhiko I, Thurston G. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA*. 2002; 287: 1132–1141.
19. Pope CA, Dockery DW, Spengler JD, Raizenne ME. Respiratory health and PM10 Pollution: A daily time-series analysis. *Am Review of Resp Disease* 1991; 144: 668-74.
20. Bateson T, Schwartz J. Who is Sensitive to the Effects of Particulate Pollution on Mortality? *Epidemiology*. 2004; 15(2):143-49.
21. World Health Organization. Burden of Disease from Ambient Air Pollution. Geneva. 2014.
22. Pope CA, Ezzatí M, Dockery DW. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *The New England J of Med*. 2009; 360(4): 376-86.
23. Kotz D, Huijbers M, Vos R, Van Schayck C, G. W. Principles of confrontational counseling in: smokers with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). 2008; 70:384-6
24. Colombia. Ministerio de Protección Social. Adhesión al Convenio marco para el control del tabaco de la Organización Mundial de la Salud. Ley 1355 de 2009.