



ARCHIVOS DE BRONCONEUMOLOGIA

www.archbronconeumol.org



El aire es nuestro: la importancia de mantener su calidad

José Antonio Rodríguez Portal^a, F. Javier González-Barcala^b, Ramón Magarolas Jorda^c
y Cristina Martínez González^{d,*}

^aServicio de Neumología, UMQER, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

^bServicio de Neumología, Hospital de Pontevedra, Pontevedra, España

^cServicio de Neumología, Hospital Universitari Joan XXIII, Tarragona, España

^dÁrea del Pulmón, Instituto Nacional de Silicosis, Hospital Universitario Central de Asturias, Facultad de Medicina, Oviedo, España

RESUMEN

Palabras clave:

Aire limpio
Contaminación atmosférica
Contaminantes
Educación

La preocupación y el interés por conocer los efectos perjudiciales a largo plazo de la contaminación atmosférica en la salud respiratoria han impulsado la realización de diferentes estudios, algunos de cuyos resultados se han publicado a lo largo del año. Con motivo del año SEPAR medioambiente, desde el área de enfermedades respiratorias de origen ocupacional y medioambiental (EROM) revisaremos los avances en los efectos de la contaminación atmosférica en la salud respiratoria y las acciones emprendidas por SEPAR. El objetivo principal del año medioambiente SEPAR es informar al ciudadano en general y al enfermo respiratorio, en particular, de los beneficios de respirar un aire limpio. La educación es el primer paso para conseguir nuestros objetivos. Se trata de educar a los más jóvenes para introducir unos hábitos de conducta duraderos que promuevan una actitud respetuosa con el medio ambiente, inculcar la necesidad de un desarrollo sostenible a través de un consumo energético responsable y una reducción en la emisión de contaminantes. El ciudadano informado reclamará a los gobernantes políticas de salud pública dirigidas a mantener la calidad del aire que respiramos. La web www.elaireesnuestro.com ofrece contenidos didácticos e informativos.

© 2010 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

The air belongs to us: the importance of maintaining air quality

ABSTRACT

Keywords:

Clean air
Atmospheric pollution
Pollutants
Education

Interest in identifying the long-term harmful effects of atmospheric pollution on respiratory health, and concern about this issue, has prompted several studies, whose results have been published throughout this year. On the occasion of the Spanish Society of Pneumology and Thoracic Surgery's Year of the Environment, from the Section of Occupational and Environmental Respiratory Diseases, we review the advances made in the effects of atmospheric pollution on respiratory health and the actions undertaken by the Society. The main objective of the Society's Year of the Environment is to inform citizens in general and respiratory patients in particular of the benefits of breathing clean air. The first step in achieving this aim is education. The goal is to educate young people in lasting habits that promote a respectful attitude to the environment, inculcating them with the need for sustainable development through responsible energy consumption and reduction of the emission of pollutants. Informed citizens will demand public health policies aimed at maintaining the quality of the air we breathe from politicians. The website www.elaireesnuestro.com provides information and educational material on the subject.

© 2010 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cmartinez@hca.es (C. Martínez González).

Introducción

El año 2010 ha sido proclamado por el Foro Internacional de Sociedades Respiratorias como el Año Internacional del Pulmón. Entre los motivos de esta declaración se señala que casi la mitad de la población mundial vive en zonas con aire contaminado y uno de sus objetivos es conseguir una legislación que proteja de forma eficaz la calidad del aire que respiramos. La Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) ha dedicado el año 2010 al medioambiente. Ambas acciones recogen la necesidad de poner de manifiesto la importancia de la calidad del aire para mantener la salud en general y la respiratoria en particular.

El cuidado de la salud es una tarea de todos. Los médicos recogemos el conocimiento científico y lo aplicamos a nuestros pacientes, diagnosticamos y tratamos enfermedades, también aconsejamos a los ciudadanos sobre medidas de protección de la salud. Como individuos nos preocupamos de adoptar los hábitos de vida que contribuyan a mantener y mejorar nuestra salud; la dieta, el ejercicio físico y el control de algunos factores de riesgo constituyen opciones personales.

Además, existen otros riesgos menos visibles, pero no por ello menos importantes, que son persistentes, que no dependen de nosotros y de los que no podemos escapar. La contaminación atmosférica es uno de ellos. Evitar los efectos nocivos derivados de respirar aire contaminado es una empresa colectiva; es indispensable una política gubernamental para reducir los contaminantes, pero también es necesaria la colaboración entre la sociedad civil y los profesionales de la salud para reclamar de forma autorizada la toma de medidas que garanticen el derecho a respirar un aire limpio. La SEPAR, como sociedad científica encargada de velar por la salud respiratoria de la comunidad, se ha postulado de forma decidida como motor de impulso e integración de todos los elementos involucrados en la consecución de un aire limpio.

Con motivo del año SEPAR medioambiente, desde el área de enfermedades respiratorias de origen ocupacional y medioambiental revisaremos los últimos avances en los conocimientos de los efectos de la contaminación atmosférica en la salud respiratoria y las acciones emprendidas por la SEPAR para su divulgación en la sociedad, con la finalidad de aumentar su implicación en la consecución de un aire limpio.

Efectos de la contaminación atmosférica en la salud respiratoria

Desde los trágicamente conocidos episodios de contaminación ambiental de Bélgica en 1930, Pensilvania en 1948 y Londres en 1952, que causaron un importante número de muertes, nadie pone en duda que la contaminación atmosférica contribuye a aumentar la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Afortunadamente, la introducción progresiva de cambios en los tipos de combustibles, sistemas de filtros y mejoras técnicas ha evitado la posterior repetición de estas tragedias en las ciudades. Sin embargo, aunque en menor magnitud, el problema persiste y la contaminación provocada por el tráfico ha sustituido a los contaminantes provocados por las calefacciones. Una gran parte de la población mundial vive en ciudades con alta densidad de tráfico, y las previsiones apuntan a que en los próximos años el 70% de la población vivirá en las ciudades. Por tanto, aunque los efectos perjudiciales de la contaminación por el tráfico sean más débiles, un gran número de individuos puede verse afectado. El APHEA (estudio multicéntrico en ciudades europeas)¹ y el EMECAS (estudio multicéntrico en ciudades españolas)² han puesto de manifiesto una asociación entre los días con elevados niveles de contaminación y el incremento en el número de ingresos hospitalarios y defunciones por enfermedades respiratorias.

Los efectos agudos provocados por episodios de mayor contaminación han sido puestos de manifiesto en algunos estudios con relativa facilidad. Por el contrario, los efectos a largo plazo de la contaminación ambiental y su papel en la incidencia de algunas enfermedades como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) requieren diseños de gran complejidad, por varias circunstancias de-

rivadas de las peculiaridades en la emisión de los contaminantes y de la naturaleza dinámica de la exposición. La compleja mezcla de productos generados por las fuentes de energía utilizadas, por los residuos de otros materiales fungibles (frenos o ruedas), así como su interacción con factores ambientales y climáticos, dificulta el análisis de las consecuencias de la polución generada por el tráfico en la salud. Algunos de estos productos son partículas de tamaño suficientemente pequeño (inferior a 10 μm) para penetrar en la vía aérea. Otros productos estarán en formas gaseosas, como el dióxido de sulfuro (SO_2) o los óxidos de nitrógeno (NO_x), con lo cual también alcanzarán fácilmente la vía aérea distal. Las condiciones climáticas van a influir en la producción de algunos contaminantes secundarios, como el ozono, y en su posterior dispersión. Los componentes de la polución ambiental varían en su tamaño, solubilidad y composición química. La variabilidad en la exposición, tanto por las diferencias en las emisiones como por los cambios de domicilio de los individuos expuestos, se añade a la dificultad de contar con amplias cohortes de sujetos con un seguimiento estrecho, durante un largo plazo de tiempo. La presencia de otros factores de riesgo de enfermedad asociados, tan relevantes como el tabaquismo, dificulta la tarea de delimitar el efecto de la contaminación en los individuos expuestos. Todo ello contribuye a que la tarea de evaluar los efectos a largo plazo de la contaminación ambiental sea un arduo trabajo.

La relación entre los contaminantes procedentes del tráfico y el asma parece sólida a la vista de los resultados de estudios experimentales, pero los datos epidemiológicos son menos concluyentes. Los estudios experimentales han confirmado que el aumento del estrés oxidativo y un incremento de la inflamación local y sistémica son los principales efectos de los contaminantes atmosféricos.

En el último año han aparecido estudios que pretenden evaluar los efectos a largo plazo de la contaminación ambiental.

Contaminación y asma

Por una parte, un amplio estudio epidemiológico, siguiendo la metodología del International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC), analizó los datos de más de medio millón de niños (190.624 en el grupo de 6-7 años, y 322.529 en el grupo de 13-14 años) procedentes de 105 poblaciones de 51 países, encontrando escasa relación entre el incremento de PM10 y los síntomas de asma, ajustados para el producto nacional bruto³. En este estudio, las definiciones de enfermedad se basaron en el cuestionario ISAAC, ampliamente validado, y que ha demostrado buena correlación con los ingresos hospitalarios o la mortalidad por asma. En los niños pequeños la información de los síntomas se basa en las respuestas de los padres, y en los mayores es el propio niño quien responde al cuestionario. Los niveles de partículas se obtuvieron del estudio del Banco Mundial, que ha publicado una estimación de la exposición anual a partículas en áreas residenciales, aunque no se han incluido otros contaminantes relacionados con el tráfico, distintos de las partículas ni tampoco otras partículas más pequeñas. Los resultados de este estudio sugieren que las PM10 tienen poco efecto en la prevalencia de asma.

En el estudio Southern California Children's Health Study se incluye una cohorte de 5.349 niños, seguida desde el curso 2002-2003, en 13 comunidades de California, para evaluar la relación del asma incidente con la exposición a contaminantes ambientales relacionados con el tráfico⁴. Fueron excluidos los niños con historia de asma o sibilancias, con datos incompletos, o sin información suficiente sobre contaminantes ambientales, quedando una muestra final de 2.497 niños sin asma al inicio del estudio. Se consideró asma si lo había diagnosticado un médico durante el período de seguimiento. Los niveles de contaminantes se determinaron mediante monitores de medición en cada comunidad. También se evaluó la distancia del domicilio y del colegio del niño a las vías de tráfico. Tanto la cercanía a las vías de tráfico como los niveles más elevados de contaminantes ambientales se asociaron a una mayor incidencia de asma.

Los receptores *toll-like* (TLR) son una familia de proteínas transmembrana de tipo I, responsables del reconocimiento de patrones moleculares asociados a diversos patógenos. Este reconocimiento lleva a una rápida producción de citocinas y quimiocinas, interfiriendo con la respuesta inmune del paciente. Algunos de los TLR se han relacionado con la mayor o menor probabilidad de desarrollar asma. En un elegante estudio prospectivo, desarrollado en Holanda, tomando como referencia a la población del estudio Prevention and Incidence of Asthma and Mite Allergy se evaluó si el polimorfismo en los TLR se podría asociar con la incidencia de asma⁵. Los resultados muestran que cambios genéticos en estos TLR condicionan diferentes efectos de la contaminación ambiental en la presencia de síntomas de asma.

Estos datos parecen reforzar la relación de la inmunidad innata en general y de los TLR con el asma, así como su papel en la respuesta a los contaminantes ambientales. Asimismo, parecen indicativos de las complejas interacciones entre genes y medioambiente para la expresión del fenotipo asmático.

Las células T reguladoras (Treg) tienen efectos antiinflamatorios e inmunosupresores, por lo cual su deterioro funcional o disminución puede conllevar empeoramiento del asma. Nadeau et al⁶ estudiaron 4 grupos de pacientes en zonas con alta y baja contaminación ambiental de California. Observaron que la disfunción de las células Treg fue mayor en los asmáticos expuestos a altos niveles de contaminación. Además, esta disfunción celular Treg se asociaba a una peor función pulmonar y mayor gravedad del asma.

En conclusión, los trabajos del último año que relacionan la contaminación atmosférica y la incidencia de asma contribuyen a un mejor conocimiento de los mecanismos fisiopatológicos, pero también se mantiene el debate en los resultados de los estudios epidemiológicos.

Contaminación y enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Las enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares y las patologías respiratorias crónicas, son la primera causa de morbilidad y mortalidad en el mundo y en el caso de algunas enfermedades respiratorias, como la EPOC, esta tendencia va en aumento. Este tipo de enfermedades se desarrolla de manera más o menos lenta a lo largo de amplios períodos y se debe a la exposición a múltiples factores de riesgo. Para las enfermedades pulmonares como la EPOC o el cáncer de pulmón, los factores de riesgo con más peso son el humo del tabaco y la exposición a agentes químicos tóxicos. Cada vez más, parece evidente que la exposición a niveles elevados de contaminación medioambiental puede suponer un aumento en la incidencia de este tipo de afecciones, y sobre todo, se ha relacionado con las exacerbaciones de procesos crónicos. En áreas urbanas, en el aire respirado se encuentran cientos de sustancias, como dióxido de sulfuro, ozono, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, partículas en suspensión, hidrocarburos policíclicos aromáticos y otros diversos componentes orgánicos volátiles. La exposición continua a estos elementos puede provocar alteraciones a nivel pulmonar que ocasionan la aparición de alguna patología a largo plazo o pueden agravar la enfermedad ya existente⁷.

Recientemente, se ha publicado un metaanálisis⁸ en el que se estudian los efectos a largo plazo que sobre las enfermedades respiratorias y cardiovasculares tiene la exposición a la contaminación atmosférica. Se revisan 17 estudios de cohortes y 20 estudios de casos y controles, publicados entre 1957 y 2007. Se observa un aumento no accidental de un 6% en la mortalidad por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas finas en el aire respirado, independientemente de la edad, el sexo o el área geográfica donde se haya realizado el estudio. Este incremento sigue un patrón lineal-logarítmico, es decir, la mortalidad aumenta de manera exponencial con cada incremento de las partículas respiradas. Existe un aumento en el riesgo de morir por cáncer de pulmón (rango 15-21% por cada aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y de enfermedad cardiovascular (rango 12-14% por cada aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Aunque estos hallazgos tienen una importancia indudable en cualquier caso, la magni-

tud de estas asociaciones es menor que la que se produce con otros factores de riesgo como el humo del tabaco. Por ejemplo, fumar entre 1-14 cigarrillos al día multiplica por 6 el riesgo de padecer cáncer de pulmón⁹. Debemos tener en cuenta que es imposible comparar estos riesgos relativos de forma directa, ya que los métodos de medida son completamente diferentes, pero dado que la exposición a los efectos de la contaminación atmosférica es virtualmente ubicua, existe una gran probabilidad de que tenga importantes repercusiones a largo plazo en las enfermedades respiratorias crónicas.

De todas las enfermedades respiratorias crónicas, es la EPOC la que más se ha relacionado con la contaminación atmosférica y con la rápida urbanización global. Sabemos que la exposición mantenida a partículas respirables (PM_{10}) en áreas con importante tráfico urbano supone un deterioro de la función pulmonar. Usando los criterios GOLD para definir la EPOC, un aumento de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} en el aire respirado a lo largo de un período de 5 años se asocia a un deterioro de un 5% más rápido en la caída del volumen espiratorio máximo en el primer segundo y un mayor riesgo (*odds ratio* de 1,33) para desarrollar EPOC¹⁰. A lo largo de este año 2010, han ido apareciendo algunos trabajos que van mostrando los efectos a largo plazo de la polución ambiental sobre la incidencia de la EPOC¹¹. Se ha investigado la repercusión de la contaminación por el tráfico en una cohorte de 57.053 personas durante un período de 35 años (desde 1993 a 2006). Como medida de la contaminación se estimaron los niveles de dióxido de nitrógeno (NO_2) y óxido de nitrógeno (NO) en cada una de las zonas de residencia de los miembros de la cohorte estudiada, así como los niveles de densidad de tráfico. Se analizó la asociación entre los niveles de contaminación y la aparición de EPOC en toda la cohorte. La incidencia de EPOC se relacionaba con los niveles de NO_2 (*hazard ratio* 1,08; intervalo de confianza del 95%, 1,02-1,14, para cada rango intercuatílico de 5,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Por otra parte, esta asociación era mucho más fuerte en los que además padecían de diabetes (1,29; 1,05-1,60) o asma (1,19; 1,03-1,38).

Como contrapartida, en áreas urbanas de países industrializados se ha demostrado que los programas puestos en marcha para controlar la contaminación medioambiental repercuten de forma directa en la salud de la población. Un trabajo reciente¹² demuestra que la reducción en los niveles de PM_{10} una media de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ produce un descenso en la incidencia de tos y expectoración crónica de un 13,3 a un 9,5%, y la prevalencia de EPOC moderado pasa de un 18 a un 8,6%.

Es indudable que el humo del tabaco es el principal factor de riesgo para el desarrollo de la EPOC; sin embargo, cada vez tenemos más datos sobre la importancia que tienen los efectos de la contaminación del aire que respiramos para el desarrollo de enfermedades pulmonares crónicas. Este efecto deletéreo puede verse influenciado en mayor o menor medida por condicionantes genéticos todavía por aclarar. De la importancia que tiene el aire que respiramos en la aparición de enfermedades que afectan al aparato respiratorio habla el hecho de que recientemente la American Thoracic Society Environmental and Occupational Health Assembly ha creado un subcomité para estudiar qué factores de riesgo, además del tabaco, pueden ocasionar EPOC. La exposición al humo del tabaco no explica todos los casos de EPOC y algunas alteraciones genéticas, factores ocupacionales y medioambientales parecen también tener algún papel. Los autores concluyen que para disminuir la morbimortalidad de la EPOC los esfuerzos han de centrarse no sólo en la reducción del consumo de tabaco, sino también en el control de estos factores de riesgo derivados de la contaminación¹³.

Año SEPAR medioambiente

Así pues, disponemos de evidencias suficientes para considerar que la contaminación del aire afecta la salud de los individuos y entre los colectivos más susceptibles se encuentran los enfermos respiratorios crónicos. Pero además, la emisión de algunos contaminantes, los llamados gases de efecto invernadero (CO_2 , ozono, metano, NO_x y fluorocarbonados), es la gran responsable del calentamiento global

y el cambio climático. “El cambio climático será el primer determinante sobre la salud en el siglo XXI” y “la incertidumbre sobre las predicciones no es, sin embargo, una excusa para la inacción” son algunas de las impactantes conclusiones de un informe elaborado por un panel de expertos, publicado en *Lancet*, del que Sunyer se hace eco en un elocuente editorial recientemente publicado¹⁴. En muchas de nuestras ciudades los niveles de contaminación continúan por encima de los límites recomendados por la Agencia Europea de Medio Ambiente y, a pesar de constituir una preocupación global en los entornos especializados, la población general no percibe la contaminación y el cambio climático como fenómenos interrelacionados que son un riesgo para su salud. En este escenario, SEPAR ha dedicado el año 2010 a divulgar estos conocimientos entre la sociedad, a aumentar la formación e implicación de los profesionales sanitarios en la importancia de la calidad del aire. A lo largo del año, se han lanzado varias campañas periódicas que persiguen concienciar al ciudadano en la importancia de la calidad del aire para mantener la salud. La web <http://www.elaireesnuestro.com> recoge gran parte de las iniciativas realizadas. Esta información general sobre los principales contaminantes, sus fuentes de emisión, los problemas que provocan y consejos para evitarlos está disponible. También señalamos cómo contribuir a reducir la contaminación y los beneficios duales de evitar el transporte en automóvil y aumentar el ejercicio físico. Además de reducir la emisión de contaminantes y gases de efecto invernadero, la introducción de conductas que incrementen el aumento del ejercicio físico van a producir beneficios para la salud. Unas unidades didácticas para los ciclos educativos de primaria y de la ESO y una sección de juegos permiten educar a los más pequeños en el cuidado del aire. Confiamos en que el impulso de la SEPAR contribuya a unar los esfuerzos necesarios para respirar un aire de calidad.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Samoli E, Peng R, Ramsay T, Pipikou M, Touloumi G, Dominici F, et al. Acute effects of ambient particulate matter on mortality in Europe and North America: results from the APHENA study. *Environ Health Perspect*. 2008;116:1480-6.
2. Ballester F, Iñiguez C, Sáez M, Pérez-Hoyos S, Daponte A, Ordóñez JM, et al; Grupo EMECAM-EMECAS. Short-term relationship between air pollution and mortality in 13 Spanish cities. *Med Clin (Barc)*. 2003;121:684-9.
3. Anderson HR, Ruggles R, Pandey KD, Kapetanakis V, Brunekreef B, Lai CK, et al, ISAAC Phase One Study Group. Ambient particulate pollution and the world-wide prevalence of asthma, rhinoconjunctivitis and eczema in children: Phase One of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Occup Environ Med*. 2010;67:293-300.
4. McConnell R, Islam T, Shankardass K, Jerrett M, Lurmann F, Gilliland F, et al. Childhood incident asthma and traffic-related air pollution at home and school. *Environ Health Perspect*. 2010;118:1021-6.
5. Kerkhof M, Postma DS, Brunekreef B, Reijmerink NE, Wijga AH, De Jongste JC, et al. Toll-like receptor 2 and 4 genes influence susceptibility to adverse effects of traffic-related air pollution on childhood asthma. *Thorax*. 2010;65:690-7.
6. Nadeau K, McDonald-Hyman C, Noth EM, Pratt B, Hammond SK, Balmes J, et al. Ambient air pollution impairs regulatory T-cell function in asthma. *J Allergy Clin Immunol*. 2010;126:845-52.
7. Amiot N, Tillon J, Viacroze C, Aouine H, Muir JF. Consequences of atmospheric pollution fluctuations in patients with COPD. *Rev Mal Respir*. 2010;27:907-12.
8. Cheng H, Goldberg MS, Villeneuve PJ. A systematic review of relation between long-term exposure to ambient air pollution and chronic diseases. *Reviews on Environmental Health*. 2008;23:243-96.
9. Cheng H, Goldberg S. The effects of outdoor air pollution on chronic illnesses. *MJM*. 2009;12:58-64.
10. Ling SH, Van Eeden SF. Particulate matter air pollution exposure: role in the development and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Int J COPD*. 2009;4:233-43.
11. Andersen ZJ, Hvidberg M, Jensen SS, Kettel M, Loft S, Sørensen M, et al. Chronic obstructive pulmonary disease and long-term exposure to traffic-related air pollution: a cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010. [Epub ahead of print].
12. Schikowski T, Ranft U, Sugiri D, Vierkötter A, Brüning T, Harth V, et al. Decline in air pollution and change in prevalence in respiratory symptoms and chronic obstructive pulmonary disease in elderly women. *Respir Res*. 2010;11:113.
13. Eisner MD, Anthonisen N, Coultas D, Kuenzli N, Perez-Padilla R, et al; Committee on Nonsmoking COPD, Environmental and Occupational Health Assembly. An official American Thoracic Society public policy statement: Novel risk factors and the global burden of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182:693-718.
14. Sunyer J. Promoción de la salud frente al cambio climático. *Gac Sanit*. 2010;24:101-2.