

CARDIOLOGÍA

hoy

CARDIOLOGÍA AMBIENTAL

Coordinación científica:

Jordi Bañeras

Cardiólogo del Hospital
Universitario Vall d'Hebron,
Institut de Recerca (VHIR) e
investigador del CIBERCV, Barcelona.



Springer Healthcare Communications



sumario

COORDINACIÓN CIENTÍFICA:

Jordi Bañeras

Cardiólogo del Hospital Universitario Vall d'Hebron, Institut de Recerca (VHIR) e investigador del CIBERCV, Barcelona.

P. 02

ACTUALIZACIÓN

Jordi Bañeras

Cardiología ambiental

Se ha señalado que la contaminación atmosférica constituye el cuarto factor de riesgo después de la hipertensión arterial, el tabaco, los riesgos dietéticos, e incluso por delante de la hipercolesterolemia. Como resultado, a inicios del siglo XXI se emplea a nivel científico el término de "cardiología ambiental", pero sin dar una definición concreta. En 2022, la Sociedad Española de Cardiología y la Fundación Española del Corazón crean el proyecto SEC-FEC Verde, que ha definido la cardiología ambiental como la ciencia interdisciplinar que estudia la contribución de las exposiciones ambientales en las enfermedades cardiovasculares, con el objetivo de desarrollar estrategias preventivas o terapéuticas específicas que minimicen las influencias nocivas de la contaminación del medio ambiente y promuevan la salud cardiovascular.

P. 10

PUESTA AL DÍA

Di Q, Wang Y, Zanobetti A, et al.

Air Pollution and Mortality in the Medicare Population

N Engl J Med. 2017;376:2513-22.

Liu Y, Pan J, Fan C, et al.

Short-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Mortality From Myocardial Infarction

J Am Coll Cardiol. 2021;77:271-81.

Peralta AA, Link MS, Schwartz J, et al.

Exposure to Air Pollution and Particle Radioactivity With the Risk of Ventricular Arrhythmias

Circulation. 2020;142:858-67.

Rajagopalan S, Brauer M, Bhatnagar A, et al.

Personal-Level Protective Actions Against Particulate Matter Air Pollution Exposure.

A Scientific Statement From the American Heart Association.

Circulation. 2020;142:e411-31.

P. 17

IMÁGENES EN CARDIOLOGÍA

Se proporcionan algunas imágenes muy ilustrativas relacionadas con la temática y cedidas para el autor por la Sociedad Española de Cardiología y la Fundación Española de Corazón.

P. 19

ENTREVISTA

Dr. Josep Iglesies-Grau

Cardiólogo, Doctorando en Biología Molecular, Biomedicina y Salud (Universitat de Girona).

Fellow en Prevención Cardiovascular y Rehabilitación Cardíaca, Montreal Heart Institute, Québec, Canadá.

Cardiología ambiental

Jordi Bañeras

Cardiólogo del Hospital Universitario Vall d'Hebron, Institut de Recerca (VHIR)
e investigador del CIBERCV, Barcelona.

■ De la contaminación a la cardiología ambiental

Según el *Diccionario panhispánico del español jurídico* (2020), se entiende por contaminación a la introducción directa o indirecta, mediante la actividad humana, de sustancias, vibraciones, calor o ruido en la atmósfera, el agua o el suelo que pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana o la calidad del medioambiente, o que pueden causar daño a los bienes materiales o deteriorar o perjudicar el disfrute u otras utilizaciones legítimas del medioambiente.

Siendo estrictos con la definición, resulta atrevido decir en qué momento de la evolución humana empezamos a contaminar. Suele tomarse como referencia, fácil de comprender, la etapa de *Homo erectus*, hace aproximadamente 1,6 millones de años, cuando se estima que la humanidad fue capaz de generar fuego. Aunque no hay duda que el período de la Revolución Industrial supone un punto de inflexión en el incremento exponencial de la contaminación, hay cada vez más evidencias que llevamos siglos impactando sobre nuestro medio ambiente de una manera notable, en paralelo con la actividad

humana. Por ejemplo, en el hemisferio norte, el hielo de Groenlandia es testigo de las emisiones de tecnologías de fundición crudas y altamente contaminantes utilizadas para la producción de cobre durante la época romana y medieval, especialmente en Europa y China¹, así como en el hemisferio sur, con el plomo encontrado en el glaciar Quelccaya de Perú como consecuencia de la actividad de minería y metalúrgica coloniales².

Con todo ello, la primera mención que señala el deterioro de la calidad del aire se encuentra en la prohibición del uso del carbón marítimo que impuso el rey Eduardo I de Inglaterra en 1272 como consecuencia de la turbidez del cielo. La primera publicación que hace referencia a la contaminación atmosférica, *Fumifugium*, fue escrita en 1661 por John Evelyn, que proponía soluciones en el creciente problema de la contaminación atmosférica en Londres. Pero no es hasta el siglo xx que una serie de observaciones ponen de manifiesto un aumento de morbimortalidad cardiovascular coincidiendo con picos de contaminación atmosférica³. Desde entonces, numerosos estudios experimentales y clínicos han

mostrado de forma consistente y repetida la estrecha relación que existe entre la contaminación y la salud cardiovascular. Este conocimiento es importante porque las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen la primera causa de hospitalización y muerte en la mayor parte del mundo⁴, por lo que resulta esencial detectar todos los factores que puedan estar involucrados en el desarrollo de ECV. En este marco, el estudio más amplio realizado sobre la influencia de carga de enfermedad a nivel mundial ha señalado que la contaminación atmosférica constituye el cuarto factor de riesgo después de la hipertensión arterial, el tabaco, los riesgos dietéticos, e incluso por delante de la hipercolesterolemia⁵. Como resultado, a inicios del siglo XXI se emplea a nivel científico el término de “cardiología ambiental”⁶, pero sin dar una definición concreta. En 2022 la Sociedad Española de Cardiología y la Fundación Española del Corazón crean el proyecto SEC-FEC Verde, que definió la cardiología ambiental como la ciencia interdisciplinar que estudia la contribución de las exposiciones ambientales en las ECV, con el objetivo de desarrollar estrategias preventivas o terapéuticas específicas para minimizar las influencias nocivas de la contaminación del medio ambiente y promover la salud cardiovascular.

■ Contaminantes y enfermedad cardiovascular

Contaminantes

Se estima que la contaminación fue responsable de 9 millones de muertes en todo el mundo en 2019, de las que un 61,9% se debieron a ECV⁷. Gran cantidad de contaminantes se han relacionado con ECV, por lo que resulta de interés conocerlos, tanto para disminuir su producción como para evitar su exposición. Estos contaminantes pueden entrar en el organismo tanto por la vía respiratoria como por la vía gastrointestinal, o por las superficies cutánea y de las membranas mucosas.

En relación con su origen, la contaminación incluye la ambiental, la que se genera en espacios exteriores y también la doméstica, que se genera en espacios interiores. Gran parte de la contaminación ambiental proviene de la com-

bustión de combustibles fósiles, y la de la contaminación doméstica proviene, sobre todo, de actividades en cocinas y calefacción.

Generalmente, los contaminantes se suelen clasificar en contaminantes del aire (material particulado, gases y componentes químicos), metales y acústicos.

Contaminación del aire

- *Material particulado (PM)*: es claramente el contaminante más nocivo para el sistema cardiovascular. El PM consiste en una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas de naturaleza orgánica e inorgánica suspendidas en el aire, originadas tanto por fuentes naturales como secundarias al fenómeno de la industrialización y combustión doméstica y de motores. Estas partículas tienen la capacidad de atravesar los filtros pulmonares y entrar en contacto con la circulación sanguínea, lo que explica sus efectos nocivos⁸. Entre otros, están compuestas de sulfatos, nitratos, carbón negro y polvo mineral. A nivel práctico, de cara a medir estas partículas, se utiliza su tamaño, y se clasifican en PM_{10} (diámetro aerodinámico entre 2,5 y 10 μm) y $PM_{2,5}$ (diámetro < 2,5 μm). Algunos investigadores consideran un tercer grupo de las $PM_{2,5}$, las inferiores a 0,1 μm , a las que llaman partículas ultrafinas.
- *Gases*: son, sobre todo, el ozono, los óxidos de nitrógeno, el monóxido y el dióxido de carbono, el dióxido de azufre y el metano. Provienen de fuentes naturales, como los volcanes, y antropogénicas, como la combustión de motores.
- *Compuestos químicos*: pueden ser de origen natural o artificial, estos últimos provienen de actividades industriales como la de las pinturas, la del calzado o la de la siderúrgica, incluso también del humo del tabaco. Tres clases de productos químicos manufacturados han estado implicados en un mayor riesgo de ECV: hidrocarburos halogenados, sustancias perfluoroalquiladas y productos químicos asociados con plásticos. El consumo de carne y pescado contaminados es la principal vía de exposición. Los hidrocarburos halogenados se han asociado con hipercolesterolemia, resistencia a la insulina y obesidad⁹.

Como consecuencia del cambio climático, con la síntesis de $PM_{2,5}$ del humo de los incendios forestales y las tormentas de polvo, ha aumentado el riesgo de ECV, con estimaciones de efectos similares a los del $PM_{2,5}$ antropogénico¹⁰.

Contaminantes metales

La evidencia indica que determinados metales se han asociado a mayor riesgo de morbimortalidad cardiovascular. Como ejemplos, se estima que el plomo, que suele encontrarse en baterías y pinturas, fue responsable de 901.000 muertes en todo el mundo en 2019, y casi el 75 % de estas muertes se debieron a ECV¹¹. Por otra parte, se han documentado asociaciones consistentes de dosis-respuesta entre la exposición al arsénico, sobre todo como contaminante del agua potable, y la cardiopatía isquémica, la enfermedad arterial periférica y la diabetes tipo 2¹².

Contaminación acústica

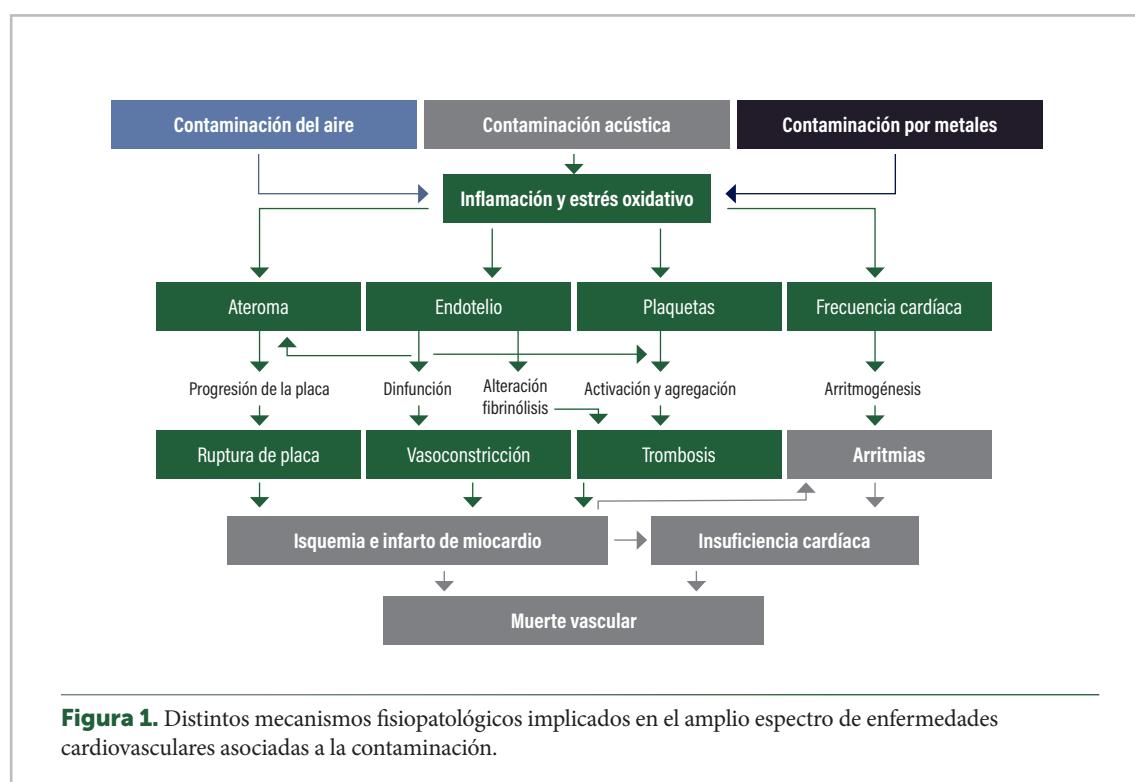
El ruido del transporte aumenta el riesgo de morbimortalidad cardiovascular, sobre todo por cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, hipertensión arterial y diabetes¹³. La

Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el nivel de ruido medio al que está expuesta una persona a lo largo de 24 h no sobrepase los 53 decibelios, para que su salud no se vea afectada a nivel cardiovascular. Cumplir con las recomendaciones de la OMS con el nivel de ruido permitiría evitar más de 3.600 muertes por cardiopatía isquémica cada año¹⁴.

Mecanismos fisiopatológicos

Se han descrito multitud de mecanismos fisiopatológicos que explican los efectos nocivos de la contaminación sobre el corazón (**Figura 1**), como inflamación, disfunción endotelial, disminución de la distensibilidad arterial, vasoconstricción, estrés oxidativo, efectos protrombóticos por aumento de la activación plaquetaria e hipercoagulabilidad, entre otros¹⁵.

El ruido del tráfico por la noche provoca fragmentación y acortamiento del sueño, elevación de los niveles de la hormona del estrés y aumento del estrés oxidativo en la vasculatura y el cerebro. Estos factores pueden promover la disfunción vascular, la inflamación y la hipertensión, elevando así el riesgo de enfermedad cardiovascular^{13,14}.



Enfermedades cardiovasculares relacionadas con la contaminación

Se estima que entre el 40 y el 80% de los efectos nocivos de la contaminación afectan al sistema cardiovascular, no solo influyendo como desencadenantes de enfermedades cardíacas, sino que también intervienen en su desarrollo.

Sin duda, la relación más estrecha está entre el contaminante $PM_{2,5}$ y la cardiopatía isquémica, tanto como desencadenantes de infartos de miocardio como con el desarrollo de placas de ateroma coronarias. En la misma dirección, en los días con más contaminación se han objetivado más episodios de muerte súbita. Se estima que más de 300.000 muertes anuales en Europa por cardiopatía isquémica están relacionadas con la contaminación.

Efectos a corto plazo

La exposición a corto plazo a ciertos contaminantes, de horas a días, aumenta el riesgo de infarto de miocardio, accidente cerebrovascular, insuficiencia cardíaca y muerte súbita, que puede llegar a explicar hasta un 2% de estas enfermedades por cada incremento en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de algunos contaminantes, sobre todo con $PM_{2,5}$ ¹⁵. Otras publicaciones científicas han puesto de manifiesto la asociación entre la contaminación atmosférica y los episodios de arritmias ventriculares y fibrilación auricular, disección de aorta, relación con el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 e incluso una mayor mortalidad en los pacientes portadores de un trasplante cardíaco.

Efectos a largo plazo

A nivel mundial, se estima que la contaminación por $PM_{2,5}$ en el aire contribuye a aproximadamente 3,2 millones de casos incidentes de diabetes cada año y a 196.792 muertes por diabetes¹⁶. Varios estudios respaldan una sólida asociación causal entre las exposiciones a $PM_{2,5}$ a largo plazo (de 1 a 5 años) y la incidencia de cardiopatía isquémica, así como de su mortalidad.

Impacto

Comparado con el tabaco, según el proyecto *Berkeley Earth*, fumar un cigarro por día equivaldría a una exposición de $PM_{2,5}$ de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La diferencia con fumar es que la contaminación

alcanza a casi toda la población. De acuerdo con esos registros, en noviembre de 2017, en Nueva Delhi la contaminación atmosférica se disparó al punto de equipararla con haber fumado 44 cigarros en 1 día, aunque su promedio regular es de 5,6 cigarros.

En términos de mortalidad, se estima que el 5,25% de todas las muertes en el mundo se pueden atribuir a la contaminación por PM . Las muertes atribuibles a la contaminación del aire han aumentado en un 51% desde 1990. Sin una intervención agresiva, se proyecta que estas muertes podrían duplicarse para 2050, y que los mayores aumentos ocurrían en el sur y este de Asia¹⁷. Un informe del *Energy Policy Institute at the University of Chicago* (EPIC) de junio del 2022 afirma que si los niveles de $PM_{2,5}$ en el mundo se redujeran a los $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ recomendados por la OMS, la esperanza de vida media aumentaría en 2,2 años¹⁸. Sin embargo, hay una desigualdad importante entre países, pues en los de ingresos altos, la contaminación del aire provoca menos muertes por ECV hoy que en el pasado, porque las leyes, los reglamentos y las nuevas tecnologías han reducido considerablemente la contaminación. En Estados Unidos, los niveles de contaminación del aire se han reducido en un 70% desde la aprobación de la *Clean Air Act* (Ley de Aire Limpio) en 1970¹⁹. Sin embargo, en los países de bajos ingresos la realidad es totalmente distinta, e incluso en determinados países la proporción de muertes de origen cardiovascular que son atribuidas a la contaminación exceden a la proporción de muertes cardiovasculares debidas al tabaco u otros factores de riesgo⁷.

A nivel económico, se estima que cada dólar invertido en el control de la contaminación del aire en Estados Unidos desde 1970 ha producido un rendimiento de 30 dólares²⁰. Según la *European Public Health Alliance*, la contaminación del aire cuesta a cada uno de los españoles, en términos de salud, un total de 926 euros de media al año²¹, y en términos de costes sociales totales relacionados con la salud de la contaminación del aire exterior debido a la calefacción y a la cocina domésticas, la cantidad es de 65 euros al año por hogar²².

Aunque en España ha habido cierta mejora en la calidad del aire en los últimos 10 años, todavía estamos lejos de alcanzar las últimas recomendaciones recogidas por la OMS en las

guías de calidad del aire de 2021²³. Dicho en números, en 10 años la concentración media anual en España de PM_{2,5} ha disminuido un 20,15% (de 13,4 µg/m³ en 2010 a 10,7 µg/m³ en 2020). El reto actual es llegar a cifras inferiores a 5 µg/m³ según la OMS, lo que supone disminuir en más de un 50% los niveles actuales de PM_{2,5}. A pesar de ello, el umbral de PM_{2,5} según la Unión Europea continúa siendo de 25 µg/m³, ciertamente muy discordante con el de la OMS.

■ Prevención

La sociedad ha ido tomando conciencia de la importancia de la prevención de los factores de riesgo mediante la modificación de los estilos de vida para prevenir las ECV, insistiendo en combatir la hipertensión, la obesidad, la hipercolesterolemia y el consumo de tabaco. Sin embargo, la contaminación, reconocido factor de riesgo cardiovascular, se ha considerado escasamente, a pesar de que su control, tanto a nivel poblacional como personal, podría salvar millones de vidas. Al menos, por primera vez, en guías de prevención de práctica clínica de la *European Society of Cardiology* se dan ciertas recomendaciones²⁴. Además, se conoce a la población más vulnerable a la contaminación, como las personas de edad avanzada, los factores de riesgo cardiovascular, la ECV previa, la enfermedad pulmonar y la inmunosupresión²⁵. Por dicho motivo, las recomendaciones según el índice de calidad del aire de la *US Environmental Protection Agency* no

solo están definidas por la carga de contaminación, sino también por la predisposición basal del riesgo. Por ejemplo, si los niveles de PM_{2,5} están entre 35 y 54 µg/m³, se recomienda que las poblaciones susceptibles deben reducir los esfuerzos prolongados o intensos al aire libre. En caso de niveles promedio diarios correspondientes de PM_{2,5} > 300 µg/m³, se afirma que todas las personas expuestas corren riesgo y deben evitar toda actividad física al aire libre, además de tomar medidas activas para reducir los niveles de partículas en interiores y las exposiciones al aire libre con dispositivos de protección personal.

Medidas poblacionales

Las intervenciones políticas que controlen la contaminación en su origen y fomenten una transición rápida hacia la energía limpia tienen un factor clave en la prevención. Existen múltiples estrategias como fomentar el teletrabajo, el transporte activo (a pie o en bicicleta), la construcción de edificios energéticamente eficientes, mejorar el manejo de los residuos, invertir en eficiencia energética o implantar zonas de bajas emisiones²⁶, que han impactado reduciendo contaminantes como PM₁₀.

Transmitir a la ciudadanía los niveles de contaminación a los que estamos sometidos ayuda a que tomemos conciencia de la calidad del aire que respiramos y adoptemos distintas medidas preventivas (**Figura 2**).

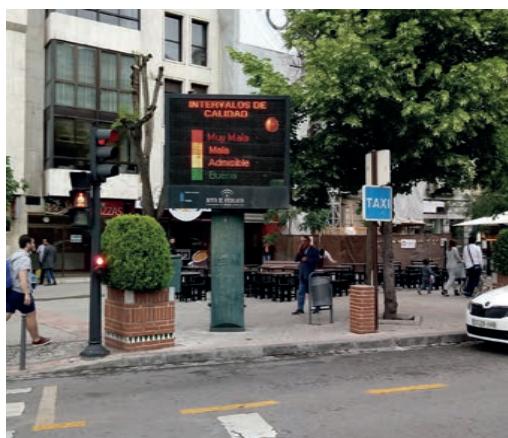


Figura 2. Fotografía de la izquierda: panel informativo en la ciudad de Granada que informa sobre la calidad del aire. Fotografía de la derecha: otro panel con la misma finalidad en la ciudad de Tenerife.

Incluso en sanidad se puede obtener una breve historia clínica de la exposición a la contaminación para cada paciente que sea relevante, valorando su susceptibilidad individual e indicando medidas de prevención.

Medidas personales

Respiradores purificadores y máscaras de aire personales

Los respiradores purificadores de aire personales (**Figura 3**) son unos dispositivos de protección personal que cubren la nariz y la boca, y que se usan para reducir la inhalación de $PM_{2,5}$ y otras partículas según su clasificación de eficiencia (N95 o N99 eliminan más del 95 o el 99% de las partículas inhaladas de $0,3\text{ }\mu\text{m}$ de tamaño, respectivamente). Pequeños estudios sobre el uso del respirador N95 en condiciones ambientales de exposición a $PM_{2,5}$ durante pocas horas han demostrado que puede reducir la presión arterial sistólica, pero en todo caso, no existe ninguna evidencia en cuanto al impacto en los eventos cardiovasculares con el uso de los respiradores purificadores. Las máscaras faciales (generalmente hechas de gasa, algodón o tela) y las máscaras de procedimiento (p. ej., máscaras quirúrgicas) están más disponibles, pero no son uniformemente efectivas para filtrar $PM_{2,5}$. No forman un sello facial hermético, lo que permite la

inhalación de un nivel variable de contaminantes del aire, por lo que no están diseñados ni certificados como equipo de protección personal.

Purificadores de aire portátiles

Si bien la regulación, el control y la prevención de la contaminación del aire ambiental es una intervención altamente rentable para reducir la mortalidad relacionada con partículas, también resulta importante buscar estrategias preventivas de la contaminación dentro de los hogares, donde las personas pasan más de la mitad de su tiempo en su interior. Aunque existen purificadores de aire con distintos mecanismos y con amplia variedad de eficacia, algunos de ellos han demostrado que pueden reducir el nivel de $PM_{2,5}$ en interiores de un 50 a un 60%. Incluso se han demostrado beneficios cardiopulmonares con la purificación del aire interior en adultos jóvenes y sanos que viven en zonas con una alta contaminación ambiental²⁷.

Suplementos y fármacos

Dado el papel central del estrés oxidativo y de otros mecanismos, como el aumento de la trombogenicidad y la disfunción endotelial, como vías iniciadoras del riesgo cardiovascular mediado por la contaminación del aire por $PM_{2,5}$, muchos estudios se han centrado en la

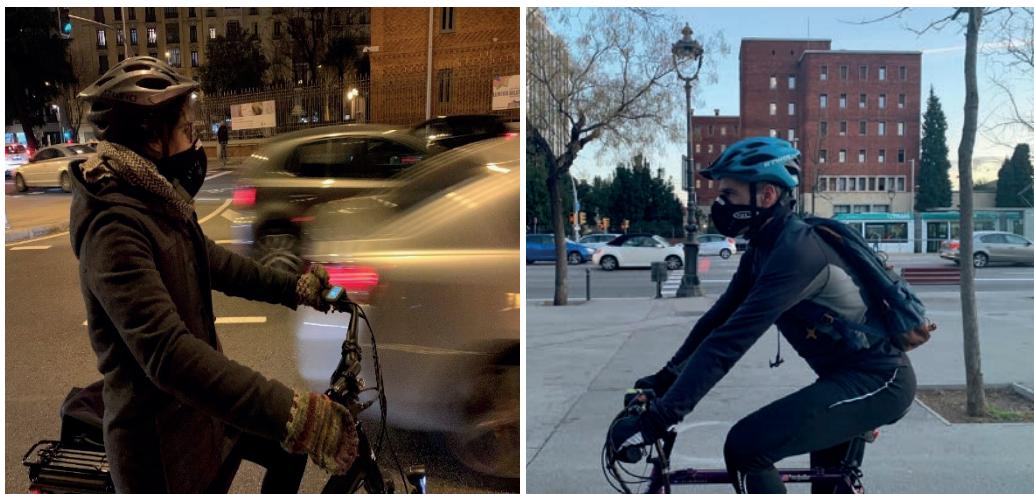


Figura 3. Fotografía de la izquierda: una mujer en bicicleta se protege con un respirador purificador de aire de la contaminación generada por vehículos en la calle de O'Donnell de Madrid. Fotografía de la derecha: un hombre en bicicleta que también se protege en la Avenida Diagonal de Barcelona. Fotografías reproducidas con permiso.

suplementación con antioxidantes, pero hasta el momento no se pueden recomendar por falta de evidencia. Con relación a los suplementos con ácidos grasos omega-3, se han observado ciertos beneficios cardiovasculares subclínicos a corto plazo frente a la exposición a PM_{2,5} entre adultos jóvenes sanos²⁸. El tratamiento mediante la quelación de metales es otra posible estrategia en estudio.

Interacción entre factores de riesgo

Resulta esencial prevenir y tratar todos y cada uno de los factores de riesgo, así como favorecer estilos de vida cardiosaludables. Una pregunta

frecuente está en relación con la práctica del ejercicio físico en ambientes contaminados. Recomendar a las personas sanas para que eviten la actividad al aire libre en áreas con alta contaminación tiene el potencial de producir más daño que beneficio, dado el bajo riesgo absoluto de episodios cardiovasculares. Sin embargo, en personas con factores de riesgo o ECV establecida, el mensaje es distinto, ya que deberían evitar concentraciones altas de contaminación según la evidencia científica disponible actualmente, además de que la contaminación evita la ganancia de algunas propiedades fisiológicas del ejercicio es un desencadenante claro de muchas ECV.

■ CONCLUSIONES

No hay duda de que la contaminación representa un claro factor de riesgo cardiovascular, que se asocia (tanto a corto como a largo plazo) a un amplio espectro de enfermedades cardíacas, y las consecuencias, en términos de morbilidad, son alarmantes. Actualmente se conocen los contaminantes más dañinos, dónde se originan, cómo interactúan y su impacto devastador. Son necesarias medidas individuales y poblacionales enérgicas de forma urgente para ganar en salud.

■ Bibliografía

1. Hong S, Candelone J-P, Patterson CC, Boutron CF. History of Ancient Copper Smelting Pollution During Roman and Medieval Times Recorded in Greenland Ice. *Science*. 1996;272:246-9.
2. Uglietti C, Gabrielli P, Cooke CA, Vallegonga P, Thompson LG. Widespread pollution of the South American atmosphere predates the industrial revolution by 240 y. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015;112:2349-54.
3. Dockery DW, Pope CA 3rd, Xu X, *et al*. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med*. 1993;329:1753-9.
4. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, *et al*. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990-2019: update from the GBD 2019 study. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76:2982-3021.
5. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396:1204-22.
6. Weinhold B. Environmental cardiology: getting to the heart of the matter. *Environ Health Perspect*. 2004;112:A880-7.
7. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396:1223-49.
8. Nemmar A, Hoet PHM, Vanquickenborne B, *et al*. Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. *Circulation*. 2002;105:411-4.
9. Kahn LG, Philippat C, Nakayama SF, Slama R, Trasande L. Endocrine-disrupting chemicals: implications for human health. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2020;8:703-18.
10. DeFlorio-Barker S, Crooks J, Reyes J, Rappold AG. Cardiopulmonary effects of fine particulate matter exposure among older adults, during wildfire and nonwildfire periods, in the United States 2008-2010. *Environ Health Perspect*. 2019;127:37006.
11. Lamas GA, Navas-Acien A, Mark DB, Lee KL. Heavy metals, cardiovascular disease, and the unexpected benefits of chelation therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67:2411-8.
12. Moon K, Guallar E, Navas-Acien A. Arsenic exposure and cardiovascular disease: an updated systematic review. *Curr Atheroscler Rep*. 2012;14:542-55.
13. Shin S, Bai L, Oiamo TH, *et al*. Association Between Road Traffic Noise and Incidence of Diabetes Mellitus and Hypertension in Toronto, Canada: A Population-Based Cohort Study. *J Am Heart Assoc*. 2020;9:e013021.
14. Khomenko S, Cirach M, Barrera-Gómez J, *et al*. Impact of road traffic noise on annoyance and Preventable mortality in European cities: A health impact assessment. *Environ Int*. 2022;162:107160.
15. Rajagopalan S, Al-Kindi SG, Brook RD. Air pollution and cardiovascular disease: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72:2054-70.
16. Bowe B, Xie Y, Li T, Yan Y, Xian H, Al-Aly Z. The 2016 global and national burden of diabetes mellitus attributable to PM_{2,5} air pollution. *Lancet Planet Health*. 2018;2:e301-12.

17. Vohra K, Vodonos A, Schwartz J, Marais EA, Sulprizio MP, Mickley LJ. Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: results from GEOS-Chem. *Environ Res.* 2021;195:110754.
18. Greenstone M, Hasenkopf C, Lee K. Air Quality Life Index®. AQLI; 2022.
19. Samet JM, Burke TA, Goldstein BD. The Trump administration and the environment – heed the science. *N Engl J Med.* 2017;376:1182-8.
20. EPA Office of Air and Radiation. The Benefits and Costs of the Clean Air Act from 1990 to 2020. Final Report – Rev. A. Washington D. C.: U.S. Environmental Protection Agency; 2011.
21. Health impacts and costs of diesel emissions in the EU. CE Delft; 2018.
22. Health-related social costs of air pollution due to residential heating and cooking In the EU27 and UK. CE Delft; 2022.
23. World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.
- WHO; 2021. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
24. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, *et al*; ESC National Cardiac Societies; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J.* 2021;42:3227-337.
25. Al-Kindi SG, Brook RD, Biswal S, Rajagopalan S. Environmental determinants of cardiovascular disease: lessons learned from air pollution. *Nat Rev Cardiol.* 2020;17:656-72.
26. Gu J, Deffner V, Küchenhoff H, *et al*. Low emission zones reduced PM₁₀ but not NO₂ concentrations in Berlin and Munich, Germany. *J Environ Manage.* 2022;302 (Pt A):114048.
27. Chen R, Zhao A, Chen H, *et al*. Cardiopulmonary benefits of reducing indoor particles of outdoor origin: a randomized, double-blind crossover trial of air purifiers. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65:2279-87.
28. Lin Z, Chen R, Jiang Y, *et al*. Cardiovascular Benefits of Fish-Oil Supplementation Against Fine Particulate Air Pollution in China. *J Am Coll Cardiol.* 2019;73:2076-85.

Puesta al día

01

CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y MORTALIDAD EN LA POBLACIÓN DE MEDICARE

Air Pollution and Mortality in the Medicare Population

AUTORES:

Di Q, Wang Y, Zanobetti A, et al.

REFERENCIA:

N Engl J Med. 2017;376:2513-22.



ANTECEDENTES

Diversos estudios han demostrado que la exposición a largo plazo a la contaminación del aire aumenta la mortalidad. Sin embargo, la evidencia es limitada para los niveles de contaminación del aire por debajo de los *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS) más recientes. Los estudios previos habían involucrado poblaciones predominantemente urbanas y no tenían poder estadístico para estimar los efectos en la salud en grupos subrepresentados.



OBJETIVO

Evaluar la relación entre la contaminación del aire y la mortalidad en la población de los beneficiarios de Medicare.



MÉTODOS

Se creó una cohorte abierta de todos los beneficiarios de Medicare (60.925.443 personas) en Estados Unidos continentales desde el año 2000 hasta el 2012, con 460.310.521 años-persona de seguimiento. Se estimaron promedios anuales de material particulado fino (PM)

—partículas con un diámetro aerodinámico mediano de masa $< 2,5 \mu\text{m}$ o $\text{PM}_{2,5}$ — y ozono de acuerdo con el código postal de residencia de cada afiliado, con el uso de modelos de predicción previamente validados. Se estimó el riesgo de muerte asociado con la exposición a aumentos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$ y 10 partes por 1.000 millones (ppb) de ozono utilizando un modelo de riesgos proporcionales de Cox de 2 contaminantes, que controló las características demográficas, la elegibilidad de Medicaid, y covariables a nivel de área.



RESULTADOS PRINCIPALES

En el análisis de 2 contaminantes, cada aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la exposición anual a $\text{PM}_{2,5}$ (estimado independientemente del ozono) y cada aumento de 10 ppb en la exposición al ozono en la estación cálida (estimado independientemente de $\text{PM}_{2,5}$) se asoció con un aumento en la mortalidad por todas las causas del 7,3% (intervalo de confianza del 95% [IC95%], 7,1-7,5) y 1,1% (IC95%, 1,0-1,2), respectivamente. Cuando el análisis se restringió a años-persona con exposición a $\text{PM}_{2,5}$ de menos de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y ozono de menos de 50 ppb, los mismos aumentos de $\text{PM}_{2,5}$ y ozono se asociaron con aumentos en el riesgo de muerte del 13,6% (IC95%, 13,1-14,1) y 1,0% (IC95%, 0,9-1,1), respectivamente.

En general, el riesgo de muerte asociado con la exposición al ozono fue menor y algo menos sólido que el asociado con la exposición a $\text{PM}_{2,5}$. También se detectó una interacción pequeña pero significativa entre la exposición al ozono y la exposición a $\text{PM}_{2,5}$.

Las personas asiáticas e hispanas y las personas que eran elegibles para Medicaid, es decir, las que tenían un nivel socioeconómico bajo,

tenían un mayor riesgo estimado de muerte por cualquier causa en asociación con la exposición a PM_{2,5} que la población general. El riesgo de muerte asociado con la exposición al ozono fue mayor entre las personas blancas elegibles para

Medicaid y fue significativamente inferior a 1 en algunos subgrupos raciales. Entre las personas de raza negra, la estimación del efecto de PM_{2,5} fue tres veces mayor que la de la población general.

PUNTOS CLAVE

- » Este estudio, que involucró una cohorte abierta de todas las personas que reciben Medicare, incluidas las de pequeñas ciudades y áreas rurales, mostró que las exposiciones a largo plazo a PM_{2,5} y ozono se asociaron con un mayor riesgo de muerte, incluso a niveles por debajo del NAAQS anual actual para PM_{2,5}.
- » El estudio mostró que los hombres negros y las personas elegibles para recibir Medicaid tenían un riesgo mucho mayor de muerte asociado con la exposición a la contaminación del aire que otros subgrupos.
- » Estos hallazgos sugieren que la reducción de los NAAQS anuales puede producir importantes beneficios para la salud pública en general, especialmente entre las minorías raciales autoidentificadas y las personas con bajos ingresos.

EXPOSICIÓN A CORTO PLAZO A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE AMBIENTAL Y MORTALIDAD POR INFARTO DE MIOCARDIO

Short-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Mortality From Myocardial Infarction

AUTORES:

Liu Y, Pan J, Fan C, et al.

REFERENCIA:

J Am Coll Cardiol. 2021;77:271-81.



ANTECEDENTES

La exposición a corto plazo a la contaminación del aire ambiental se ha relacionado con la aparición de infarto de miocardio (IM). Sin embargo, solo un número limitado de estudios ha investigado su asociación con la muerte por IM y los resultados siguen siendo inconsistentes.



OBJETIVO

Este estudio buscó investigar la asociación de la exposición a corto plazo a la contaminación del aire en un amplio rango de concentraciones con la mortalidad por IM.



MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio cruzado de casos estratificado en el tiempo para investigar 151.608 casos de muerte por IM en la provincia de Hubei (China) entre 2013 y 2018. Según la dirección del domicilio de cada caso, se evaluaron la exposición a material particulado (PM) con un diámetro aerodinámico $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$), PM con un diámetro aerodinámico $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}), dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono y ozono en cada uno de los casos y controles dia-

rios, como la concentración promedio ponderada por la distancia inversa en la calidad del aire vecino a las estaciones de monitoreo. Se implementaron modelos de regresión logística condicional para cuantificar las asociaciones exposición-respuesta.



RESULTADOS PRINCIPALES

Entre los 151.608 casos de muerte por IM identificados entre 2013 y 2018, el 98,2% murió por IM agudo, el 54,0% eran hombres, el 41,0% murió antes de los 75 años y el 55,8% murió en la estación fría. La edad de muerte osciló entre 12,7 y 114,9 años (media 75,2 años).

La exposición a $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} y NO_2 (exposición media el mismo día de la muerte y 1 día antes) se asoció significativamente con mayores probabilidades de mortalidad por IM.

Las probabilidades asociadas con las exposiciones a $\text{PM}_{2,5}$ y PM_{10} aumentaron abruptamente antes de un punto de corte ($\text{PM}_{2,5}$: 33,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y PM_{10} : 57,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y se estabilizaron a niveles de exposición más altos, mientras que la asociación para la exposición a NO_2 fue casi lineal.

Cada aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la exposición a $\text{PM}_{2,5}$ ($< 33,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), PM_{10} ($< 57,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y NO_2 se asoció significativamente con un 4,14% (intervalo de confianza del 95% [IC95%], 1,25-7,12), 2,67% (IC95%, 0,80- 4,57%) y 1,46% (IC95%, 0,76-2,17) de aumento en las probabilidades de mortalidad por IM, respectivamente.

La asociación entre la exposición a NO_2 y la mortalidad por IM fue significativamente más fuerte en los adultos mayores.



CONCLUSIONES

La exposición a corto plazo a la contaminación del aire se asoció significativamente con un mayor riesgo de mortalidad por IM. Para $\text{PM}_{2,5}$ y PM_{10} , la asociación de respuesta a la exposición no fue lineal, con un riesgo que aumentó abruptamente en exposiciones relativamente bajas y se aplano en exposiciones más altas, mientras que la asociación para la exposición a NO_2 fue lineal.

PUNTOS CLAVE

- » La exposición a corto plazo a $PM_{2,5}$, PM_{10} y NO_2 se asoció con un mayor riesgo de mortalidad por IM.
- » Estos hallazgos se suman al conocimiento de los efectos adversos agudos de la contaminación del aire sobre la mortalidad cardiovascular, y resaltan la necesidad de que la población general o los profesionales de la política tomen medidas efectivas para reducir la exposición a la contaminación del aire, especialmente para los adultos mayores y aquellos con mayor riesgo de ocurrencia de IM.
- » Se necesitan más investigaciones para explorar los mecanismos biológicos subyacentes a la asociación de la exposición a corto plazo a la contaminación del aire con eventos cardiovasculares adversos.

EXPOSICIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y PARTÍCULAS RADIACTIVAS CON RIESGO DE ARRITMIAS VENTRICULARES

Exposure to Air Pollution and Particle Radioactivity With the Risk of Ventricular Arrhythmias

AUTORES:

Peralta AA, Link MS, Schwartz J, et al.

REFERENCIA:

Circulation. 2020;142:858-67.



ANTECEDENTES

Las personas están expuestas a la contaminación del aire y a la radiación ionizante procedentes de fuentes naturales a través de la inhalación de partículas. Tanto la exposición a corto como a largo plazo a la contaminación del aire por partículas se ha asociado con morbilidad y mortalidad cardiovascular. Está demostrado que la contaminación del aire puede influir en el sistema nervioso autónomo y, a su vez, afectar la variabilidad del ritmo cardíaco, lo que provoca arritmias. Aunque algunos estudios examinan los efectos agudos de la contaminación del aire en las arritmias ventriculares (AV), pocos han explorado los efectos a corto y medio plazo.



OBJETIVO

Este estudio investiga la asociación entre las arritmias cardíacas y las exposiciones a corto plazo a partículas finas (partículas $\leq 2,5 \mu\text{m}$ de diámetro aerodinámico o $\text{PM}_{2,5}$) y a partículas radiactivas.



MÉTODOS

Entre septiembre de 2006 y junio de 2010, en Boston (Massachusetts), en 176 pacientes que

portaban desfibriladores cardioversores de doble cámara se identificaron acontecimientos de AV. Se asignó la exposición a los pacientes en función de las direcciones residenciales. Los niveles diarios de $\text{PM}_{2,5}$ se estimaron en celdas de cuadrícula de 1 km \times 1 km a partir de un modelo de predicción previamente validado.

La actividad β bruta de las partículas se usó como un sustituto de la radiactividad de las partículas y se midió por la red de monitoreo de la US Environmental Protection Agency en varios lugares de monitorización. La asociación de la aparición de AV con los promedios móviles de 0 a 21 días de $\text{PM}_{2,5}$ y partículas radiactivas (2 modelos de un solo contaminante y un modelo de 2 contaminantes) antes del acontecimiento, se examinó utilizando análisis cruzados de casos estratificados en el tiempo, ajustados por punto de condensación y temperaturas del aire.



RESULTADOS PRINCIPALES

Se registraron un total de 1.050 AV en 91 pacientes, incluidas 123 AV sostenidas en 25 de estos pacientes. En el modelo de un solo contaminante de $\text{PM}_{2,5}$, cada aumento del intervalo intercuartílico en los niveles diarios de $\text{PM}_{2,5}$ para un promedio móvil de 21 días se asoció con un 39% más de probabilidades de un acontecimiento de AV (intervalo de confianza del 95% [IC95%], 12-72%). En el modelo de radiactividad de partículas de un solo contaminante, cada aumento del intervalo intercuartílico en la radiactividad de partículas para un promedio móvil de 2 días se asoció con un 13% más de probabilidades de un acontecimiento de AV (IC95%, 1-26%).

En el modelo de 2 contaminantes, para la misma ventana de promedio de 21 días, cada aumento del intervalo intercuartílico en las $\text{PM}_{2,5}$ diarias se asoció con un 48% más de probabilidades de un acontecimiento de AV (IC95%, 15-90%) y cada aumento del intervalo intercuartílico de la partícula de radiactividad con un 10% menos de probabilidades de un acontecimiento de AV (IC95, -29 a 14%), y se descubrió que con niveles más altos de radiactividad de partículas, se reduce el efecto de $\text{PM}_{2,5}$ en la incidencia de AV.

PUNTOS CLAVE

- » En esta población de alto riesgo, la exposición intermedia (21 días) a PM_{2,5} se asoció con mayores probabilidades de aparición de un acontecimiento de AV en pacientes con enfermedad cardíaca conocida e indicación para el implante de desfibriladores cardioversores, independientemente de la radiactividad de las partículas.
- » Se descubrió que la exposición a partículas finas independientemente de los bajos niveles de radiación de fondo contribuye al riesgo de AV.
- » Además, la radiactividad de las partículas reduce el efecto de las partículas finas en presencia de niveles más altos de radiación de partículas en los AV.

ACCIONES DE PROTECCIÓN A NIVEL PERSONAL CONTRA LA EXPOSICIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR PARTÍCULAS. UNA DECLARACIÓN CIENTÍFICA DE LA AMERICAN HEART ASSOCIATION

Personal-Level Protective Actions Against Particulate Matter Air Pollution Exposure. A Scientific Statement From the American Heart Association

AUTORES:

Rajagopalan S, Brauer M, Bhatnagar A, et al.; American Heart Association Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; and Stroke Council.

REFERENCIA:

Circulation. 2020;142:e411-31.

La contaminación del aire ambiental es el principal factor de riesgo ambiental del mundo que contribuye más a la morbilidad y mortalidad que otros muchos factores de riesgo comunes. En un informe reciente de 5 academias nacionales, se determinó que era inequívoca la evidencia que asocia la contaminación del aire por partículas finas suspendidas en el aire (partículas $< 2,5 \mu\text{m}$ de diámetro aerodinámico o PM_{2,5}) producidas por la combustión de combustibles fósiles, con enfermedades cardíacas, accidentes cerebro-vasculares, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer de pulmón y parto prematuro. El documento *Global Burden of Disease* de 2015 relacionó las PM_{2,5} ambientales con 4,2 millones de muertes prematuras, con más de la mitad de estas muertes atribuibles a enfermedades cardiovasculares (infarto de miocardio, accidentes cerebrovasculares e insuficiencia cardíaca).

Desde la publicación de la última declaración científica de la *American Heart Association*, ha habido un creciente interés en proporcionar estrategias a nivel personal basadas en la evidencia como medidas adicionales y provisionales para evitar los efectos nocivos de la contaminación del aire por partículas.

La motivación principal de este documento es resumir la evidencia actual de estrategias a nivel personal para prevenir el impacto de las PM_{2,5} en la salud, ayudar a guiar y facilitar el uso racional de los enfoques más comprobados o viables, eludir el uso de medidas ineficaces o poco confiables y evitar intervenciones injustificadas cuando no se requiere ninguna. El enfoque está en las PM_{2,5}, en parte porque es el contaminante del aire que representa la mayor amenaza para la salud mundial, y porque la mayoría de las intervenciones comprobadas y los enfoques a nivel personal potencialmente viables están diseñados para reducir la exposición a partículas y pueden no ser efectivos frente a cocontaminantes gaseosos. Sin embargo, muchas acciones que apuntan a reducir la exposición a las PM_{2,5} (p. ej., permanecer en el interior o cambiar los patrones de conducción) podrían reducir potencialmente la exposición a otros contaminantes (p. ej., ozono o partículas ultrafinas).

Una intención adicional de este documento es ayudar a crear conciencia sobre los aspectos de prevención, un tema que ha recibido menos atención de la que debería merecer la alta carga de enfermedad atribuible a las PM_{2,5}. Además, el documento podría facilitar la conciencia pública de estrategias prácticas sin coste (p. ej., acciones de estilo de vida prudente) para mitigar la exposición a la contaminación del aire por PM_{2,5}.

El grupo de redactores buscó proporcionar opiniones de consenso de expertos sobre medidas a nivel personal, y reconoció la incertidumbre actual y la base de evidencia limitada para muchas intervenciones. El grupo de redactores reconoce que su intención es ayudar a otras agencias encargadas de proteger la salud pública, sin minimizar las consideraciones de elección personal de un sujeto que puede decidir utilizar estas intervenciones frente a la exposición continua a la contaminación del aire.

También reconocen la necesidad crítica de educar al público para que aprecie la contaminación del aire como un factor de riesgo crítico y la necesidad de desarrollar estrategias de alerta de salud/comunicación cuidadosamente investigadas y consensuadas, así como informar al público para facilitar la prevención de exposiciones adversas, mientras se alivia la ansiedad pública innecesaria, en particular, cuando no se justifiquen acciones de emergencia.

Imágenes en cardiología

Figura 1. Principales fuentes de emisión de material particulado.

$PM_{2.5}$, el contaminante con más impacto en las enfermedades cardiovasculares resulta de la combustión industrial y doméstica de carbón, madera o aceite, produciendo partículas de carbón, sulfatos, nitratos, moléculas orgánicas complejas y metales de transición. La combustión por parte de vehículos diésel, especialmente en motores antiguos, es también una fuente importante de $PM_{2.5}$.

La constitución de PM_{10} proviene principalmente de las partículas en resuspensión desprendidas del suelo y del polvo de la carretera secundario a vehículos en movimiento, así como las originadas en trabajos de construcción y emisiones industriales.

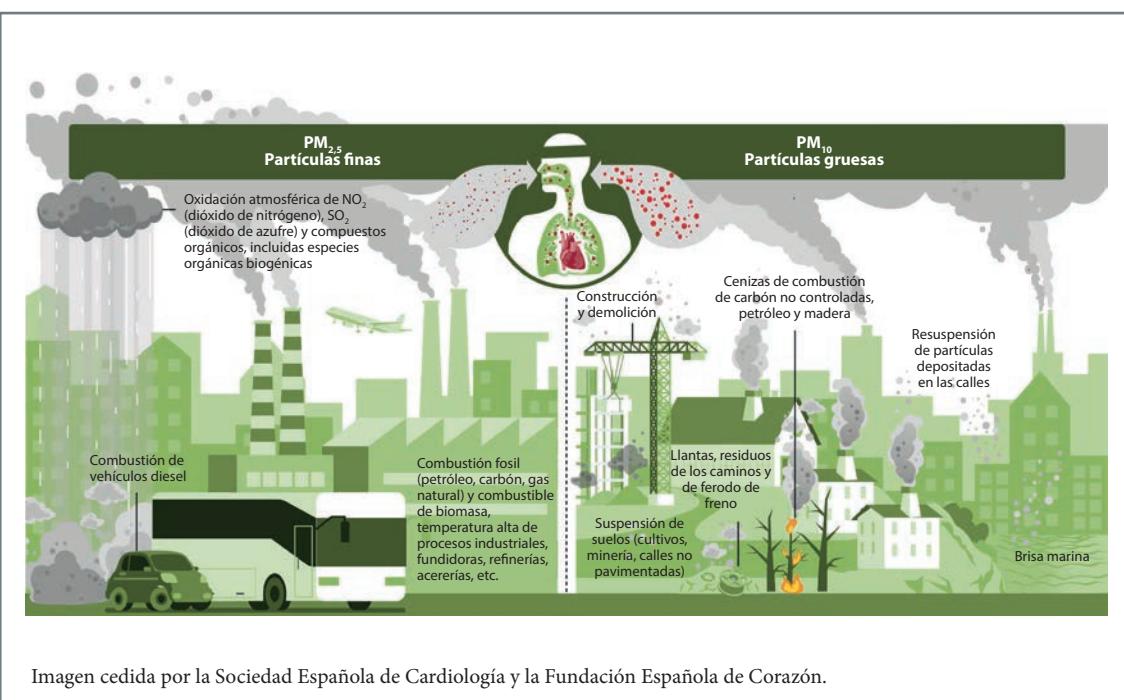


Imagen cedida por la Sociedad Española de Cardiología y la Fundación Española de Corazón.

Figura 2. Evolución de las concentraciones de material particulado en 10 años en las distintas comunidades autónomas y su relación con los umbrales recomendados por la Organización Mundial de la Salud y de la legislación de la Unión Europea.

Los contaminantes más dañinos a nivel cardiovascular son el material particulado (PM). Las recomendaciones vigentes de la Organización Mundial de la Salud y de la legislación de la Unión Europea marcan una media anual de $PM_{2,5}$ por debajo de 5 y 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Para el PM_{10} el umbral es de 15 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Todas las regiones, excepto Canarias, Murcia y La Rioja, han logrado disminuir entre 2010 y 2020 la concentración media anual de $PM_{2,5}$, pero todas las comunidades autónomas sobrepasan el umbral recomendado por la OMS.

En cuanto a las PM_{10} solo en Canarias y Galicia se ha incrementado la concentración media anual de estas partículas, pero solo Extremadura, Navarra y Aragón se sitúan por debajo del límite recomendado por la OMS, pero en 2010 no era así.

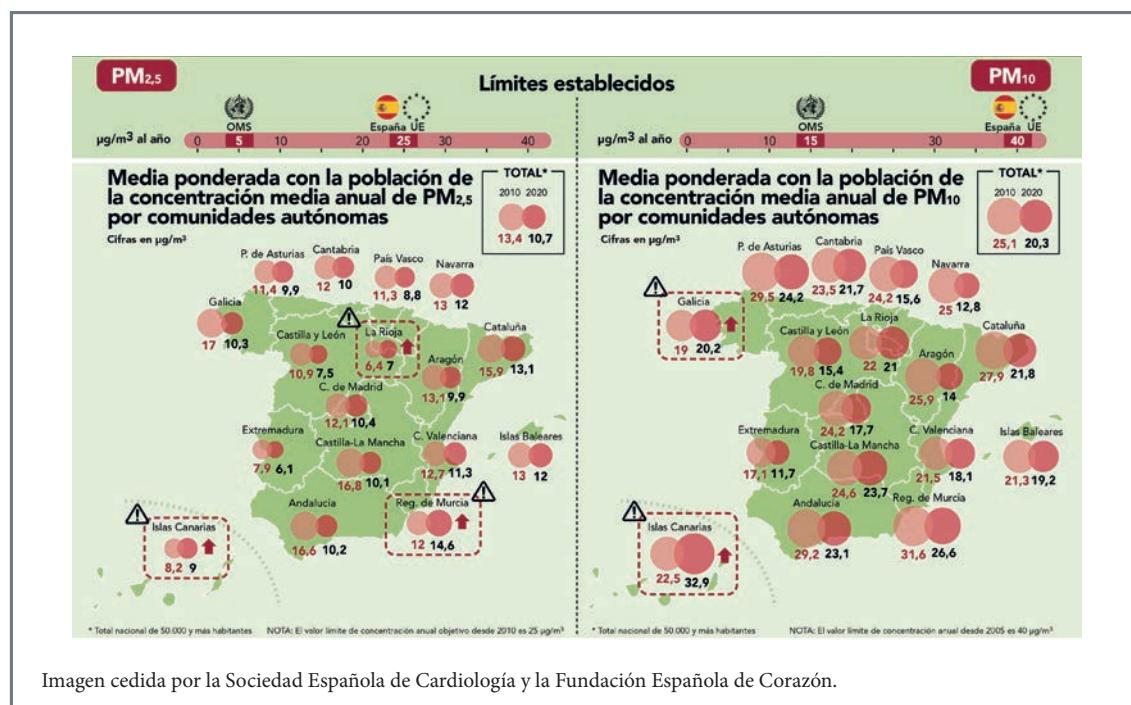
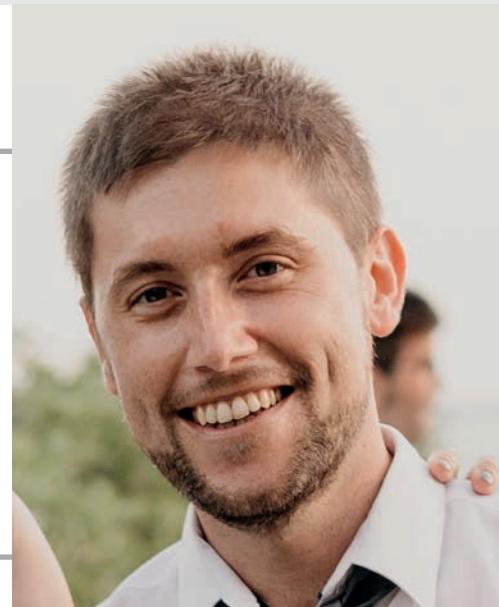


Imagen cedida por la Sociedad Española de Cardiología y la Fundación Española de Corazón.

entrevista

“La contaminación ambiental tiene efectos directos sobre la salud cardiovascular a corto y largo plazo”



DR. JOSEP IGLESIAS-GRAU

Cardiólogo, Doctorando en Biología Molecular, Biomedicina y Salud (Universitat de Girona). Fellow en Prevención Cardiovascular y Rehabilitación Cardíaca, Montreal Heart Institute, Québec, Canadà.

A pesar de que se conocen desde hace tiempo los efectos de la contaminación ambiental en la salud, solo desde hace poco se ha puesto el foco en ella desde el ámbito de la cardiología. ¿Por qué ahora sí?

En el ámbito de la medicina en general, y la cardiología no es una excepción, el conocimiento se incorpora con mucho retraso. Primero se plantea una hipótesis, se intenta demostrar a través del método científico, y los resultados tardan años en obtenerse. Posteriormente, otros autores intentan demostrar lo mismo de otras maneras, y de nuevo se requieren unos años para obtener resultados. De modo que, desde que se plantea una hipótesis hasta que esta queda plenamente demostrada y empieza

a aplicarse transcurre un período largo. La cardiología ambiental no es que sea una novedad, de hecho, hace ya unos 15 o 20 años que se está publicando sobre el tema, pero sí es nuevo que los cardiólogos españoles nos fijemos en el tema.

Podríamos decir que el interés surgió a raíz de la charla que la Dra. Ana Navas, que trabaja en Estados Unidos, dio en el congreso de la Sociedad Española de Cardiología del pasado año. Esa charla generó mucho interés, y algunos de los asistentes empezamos a trabajar en el tema, lo que ha culminado en la redacción de un artículo de revisión de toda la evidencia disponible que acaba de publicarse en la *Revista Española de Cardiología**.

*Bañeras J, et al. Medioambiente y salud cardiovascular: causas, consecuencias y oportunidades en prevención y tratamiento. Rev Esp Cardiol. 2022. Disponible online el 8 de Julio de 2022.

DOI: 10.1016/j.recesp.2022.05.022

¿Cuáles son los factores ambientales que contribuyen a la evolución de la enfermedad cardiovascular?

Lo que más contamina es el material particulado (PM) y los metales, como el cadmio y el plomo. El PM son partículas en suspensión que se encuentran en el aire, y los metales en el aire y en el agua.

Las partículas contaminantes provienen de fuentes prevenibles, que incluyen toda la actividad antropogénica (industria, transporte, calefacción, uso de combustibles fósiles) y fuentes no prevenibles, como el polvo del desierto, los incendios forestales o las erupciones volcánicas.

Las partículas que más se han relacionado con la enfermedad cardiovascular son el PM. Se dividen en partículas gruesas, cuyo diámetro se encuentra entre $> 2,5$ y $\leq 10 \mu\text{m}$; partículas finas, con un diámetro $\leq 2,5 \mu\text{m}$, y partículas ultrafinas, de $< 0,1 \mu\text{m}$. Las partículas gruesas se depositan en las partes altas de las vías respiratorias. Las partículas finas y las ultrafinas son las que más afectan a la salud cardiovascular. Se depositan en las partes más profundas del pulmón, pasando al torrente sanguíneo y suelen proceder de actividades humanas como la quema de madera, la industria, la construcción, los automóviles y el sector del transporte en general. Los incendios forestales también son una fuente, así como el polvo de los hogares, y el humo de los cigarrillos y la cocina. Las partículas ultrafinas las emiten también los automóviles, especialmente los motores diésel, y también pueden acceder fácilmente a la circulación sistémica.

¿Se ha cuantificado el impacto del componente medioambiental en las enfermedades cardiovasculares? ¿Qué proporción de los fallecimientos por causas cardiovasculares tiene un componente ambiental?

Se estima que en el mundo se producen 8,8 millones de muertes relacionadas con la contaminación cada año. En España, se estima que son unas 30.000 anuales, de las cuales el 50% son de causa cardiovascular. Además, el coste sanitario de la contaminación atmosférica en España es superior a 3,5 millones de euros cada año.

Un estudio muy interesante al respecto ha relacionado el $\text{PM} < 2,5 \mu\text{m}$ con la mortalidad cardiovascular y ha demostrado que por cada

10 unidades de PM que hay en el aire se incrementa un 1% la mortalidad cardiovascular.

La OMS recomienda un límite anual de $5 \mu\text{g}$ de $\text{PM} < 2,5$ y un límite diario de $15 \mu\text{g}$. A menudo, las grandes ciudades españolas y europeas presentan niveles de 30, 40 o 50 μg , lo que nos da una idea del nivel de contaminación al que estamos expuestos. En Barcelona, por ejemplo, la media anual para $\text{PM}_{2,5}$ se encuentra alrededor de $15 \mu\text{g/m}^3$ y para PM_{10} alrededor de $25 \mu\text{g/m}^3$. Estos niveles se pueden seguir en directo casi por barrios y calles en muchas de las ciudades donde vivimos con aplicaciones como Airvisual.

¿Podemos distinguir entre efectos agudos y efectos crónicos de la contaminación medioambiental?

Sí, de hecho se ha demostrado el aumento de la mortalidad, de infartos de miocardio y de arritmias en episodios agudos de contaminación. El efecto crónico más destacable para la salud cardiovascular es la contribución al desarrollo de enfermedad aterosclerótica. Las PM también se han asociado a más ictus, cáncer de pulmón, infecciones respiratorias y EPOC.

¿Por qué mecanismos la contaminación del aire afecta a la salud cardiovascular?

Existen diversos mecanismos. Globalmente, podemos decir que estas partículas que respiramos o que ingerimos a través del agua y los alimentos pueden tener por sí mismas capacidad aterogénica y además provocan una respuesta inflamatoria, todo lo cual favorece la progresión de la placa de ateroma. En las personas más expuestas a contaminación ambiental, se han descrito mayores niveles de estrés oxidativo, inflamación sistémica (aumento de interleucinas y de proteína C reactiva), disfunción autonómica, vasoconstricción y trombosis, así como más cambios epigenéticos. Todo ello aumenta la proporción de enfermedad aterosclerótica, cardíaca y metabólica.

¿Qué evidencias publicadas existen sobre efectos concretos de los contaminantes ambientales en la salud cardiovascular (aumento de infartos, etc.)?

Todo se ha estudiado sobre la base de asociaciones epidemiológicas. Creo que los estudios que

demuestran aumento de infartos en relación con episodios de contaminación son bastante claros en este sentido. Me parece muy interesante la constatación de que al cabo de unas horas de un episodio agudo de contaminación aumenta la mortalidad cardiovascular y el número de infartos. Son resultados que demuestran con bastante claridad un efecto directo.

Así como en relación con el estilo de vida se pueden promover cambios que reduzcan el riesgo cardiovascular, ¿qué puede recomendarse a las personas para protegerse de los efectos negativos de los factores medioambientales?

Pueden adoptarse medidas de salud pública y colectivas, medidas preventivas en episodios agudos, e intervenciones y tratamientos.

Las medidas de salud pública son las que tendrían mayor impacto global. Se puede legislar sobre los niveles de contaminación en el aire, el agua y los alimentos. También se pueden adoptar medidas urbanísticas, como un aumento de espacios peatonales, carriles para bicicletas, zonas verdes o espacios de bajas emisiones, que contribuyen a reducir la contaminación. Además, las ciudades están empezando a ver la importancia en este sentido y haciendo cambios hacia la buena dirección. Por ejemplo, se puede trabajar en la reducción de los combustibles fósiles y el control del cambio climático, así como en la potenciación de energías renovables.

A nivel personal pueden adoptarse medidas preventivas en episodios agudos, para lo cual es necesario conocer los niveles de contaminación, algo que es posible con el uso de aplicaciones específicas para móviles, que nos indican los niveles de PM en el aire o el envío de correos electrónicos advirtiendo a la población del riesgo, y proporcionando recomendaciones, como evitar realizar deporte en el exterior o utilizar mascarillas en momentos de elevada contaminación.

Finalmente, están las intervenciones y el tratamiento. No existe ningún tratamiento específico para reducir el efecto del PM, más allá de la filtración del aire con mascarillas, pero sí hay tratamiento para quedar metálico. En este sentido, hay un único fármaco, el EDTA disódico que, por el momento, ha demostrado reducir

los *endpoints* cardiovasculares (menos hospitalizaciones, menos episodios agudos) en los individuos con niveles elevados de cadmio y plomo. En el ensayo, el EDTA demostró una reducción significativa del 18% ($p = 0,035$) en un criterio principal de valoración combinado de muerte, infarto de miocardio, accidente cerebrovascular, revascularización coronaria y hospitalización por angina. También hay estudios nutricionales que han asociado el mayor consumo de productos antiinflamatorios (con alto contenido de polifenoles y omega-3) con un menor impacto de la contaminación en la salud. Creo que esta línea de investigación puede tener futuro, porque tiene sentido que el consumo de más alimentos antiinflamatorios sea capaz de reducir la inflamación sistémica y el impacto de los contaminantes.

¿Se debería hacer un cribado cardiovascular a las personas que viven o están expuestas de forma crónica a altas concentraciones de contaminantes?

Las guías europeas de prevención cardiovascular de 2021 hablan, por primera vez, de la contaminación ambiental en relación con la salud cardiovascular, e incluyen dos recomendaciones, ambas con un nivel de evidencia C, es decir, basadas en consensos de expertos.

La primera recomendación es que a los pacientes con elevado riesgo de enfermedad cardiovascular se les puede proponer evitar regiones de muy alto índice de contaminación. La segunda es que, en regiones donde las personas viven con elevados niveles de exposición a contaminación ambiental, se podría pensar en realizar cribados cardiovasculares.

Así que, aunque faltan evidencias, el cribado cardiovascular tendría sentido en población de alto riesgo y en entornos muy contaminados.

Hasta ahora, los factores ambientales se han abordado desde el ámbito de la salud pública. ¿Cree que esto debería cambiar y abordarse desde los hospitales, en unidades específicas de cardiología ambiental?

Hablar de unidades de cardiología ambiental tal vez sea excesivo, porque es un área muy específica de la prevención cardiovascular, pero

sí debería haber en los hospitales unidades de prevención cardiovascular en el sentido global, porque no existen. En grandes hospitales, hay unidades de lípidos, unidades de hipertensión, de diabetes, algunos tienen centros de rehabilitación cardíaca, por ejemplo, pero no unidades de prevención cardiovascular global o promoción de la salud. El papel que los centros de salud primaria pueden jugar, también es esencial. Sin ninguna duda, hay que potenciar la prevención cardiovascular y mejorar la formación en las universidades, donde en la actualidad la enseñanza consiste en aprender la enfermedad y el

remedio para curarla o controlarla, pero no se estudia suficientemente la causa de la enfermedad. Es decir, entendemos mejor la enfermedad que cómo mantener la salud.

En mi opinión, en este sentido hay mucho por hacer, y todo pasa por mejorar la formación de los médicos y todos los profesionales de la salud y la educación de la población general, crear conciencia sobre los peligros de la contaminación ambiental y sus consecuencias para la salud, y promover medidas de prevención que permitan, por una parte, reducir la contaminación y, por otra, protegernos de los efectos nocivos de esta.

Esta publicación ha sido patrocinada por Almirall

© 2022 de esta edición por Springer Healthcare Ibérica S.L.

ISSN: 2695-8767

Imagen de cubierta: ©Freepik

Ninguna parte de esta publicación podrá reproducirse o transmitirse por medio alguno o en forma alguna, bien sea electrónica o mecánicamente, tales como el fotocopiado y la grabación o a través de cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información sin el previo consentimiento escrito de Springer Healthcare Ibérica.

Aunque se ha tenido el máximo cuidado en la recopilación y verificación de la información contenida en esta publicación, Springer Healthcare Ibérica y sus asociados no se responsabilizan de la actualización de la información ni de cualquier omisión, inexactitud o error. La inclusión o exclusión de cualquier producto no implica que su uso esté recomendado o rechazado. El uso que se haga de marcas comerciales se destina únicamente a meros fines de identificación del producto y no implica su recomendación. Las opiniones manifestadas no reflejan necesariamente las de Springer Healthcare Ibérica y sus asociados.

Por favor, consulte la ficha técnica del fabricante antes de prescribir ningún medicamento mencionado en esta publicación.



Springer Healthcare

Springer Healthcare Ibérica, S.L.

Rosario Pino, 14 - 4^a planta. 28020 Madrid. España

Tel: +34 91 555 40 62

www.springerhealthcare.com

www.springernature.com

Part of the Springer Nature group