

## AMBIENTE, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD CARDIOVASCULAR

HORACIO J ROMANO, ALEJANDRA SÁNCHEZ CABEZAS, YAZMÍN ABUABARA TURBAY, ROXANA HIZA, LUIS CAMPOS, MARÍA DO PATROCINIO TENORIO NUNES, LELITA SANTOS

**Estado actual del conocimiento**

La contaminación ambiental constituye una causa importante de enfermedades y muertes prematuras, y es uno de los principales componentes de la carga mundial de enfermedades, entre las que destacan aquellas de origen cardiovascular. En la polución aérea, uno de los contaminantes más estudiados es el material particulado (PM), cuya clasificación depende de su tamaño aerodinámico, pudiendo ser este de 1  $\mu\text{m}$ , 2.5  $\mu\text{m}$  o 10  $\mu\text{m}$ , que se relacionan en mayor medida con el uso de combustibles fósiles o de biomásas<sup>1</sup>.

A partir de estimaciones realizadas en satélites y modelos de transporte químico a nivel del suelo, se calculan las concentraciones medias a nivel mundial de partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 2.5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>) y de ozono con una resolución aproximada de 11 km  $\times$  11 km.

Las fracciones de menor tamaño ejercen mayores efectos por su capacidad para penetrar profundamente en los alvéolos pulmonares y desde allí hacia el torrente sanguíneo. Los PM urbanos tienen una composición compleja y variada, entre ellos, el carbono elemental, amonio, nitratos, sulfatos, ozono (O<sub>3</sub>), compuestos orgánica y metales pesados<sup>2,3</sup>. La exposición al PM puede ser aguda (24h o menor) o crónica (anual)<sup>4</sup>.

Naciones Unidas define como cambio climático a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos, desde el siglo XIX, dependen fundamentalmente de las actividades humanas, sobre todo de la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas. El origen del cambio climático está relacionado mayormente con combustibles fósiles, que son fuente de gases de efecto invernadero y de contaminantes climáticos de vida corta<sup>5</sup>. El cambio climático causante de catástrofes ambientales como grandes incendios, olas de calor aumenta el PM 2.5 o menor y su acción deletérea<sup>6</sup>.

Desde un punto de vista social, el incremento de la pobreza constituye un riesgo, ya que las poblaciones más vulnerables habitan zonas con mayor riesgo ambiental. En este sentido, un medio ambiente privado de buenas condiciones de vida, sin agua potable, con hacinamiento,

desempleo e infraestructura comunitaria escasa, impacta en forma directa en desarrollo comunitario, incrementando los niveles de desigualdad e inequidad<sup>7</sup>.

**Riesgos**

Los estudios han encontrado asociaciones considerables entre exposición a PM urbano y morbimortalidad cardiovascular, incluidos infarto de miocardio y accidente cerebrovascular. El PM tiene acciones agudas (p. ej., alteraciones en la frecuencia cardíaca y aumento de la presión arterial) y crónicas (exacerbación de la aterosclerosis) sobre el sistema cardiovascular. Estos incluyen disfunción vascular, mayor susceptibilidad del corazón al daño isquémico y una mayor propensión a la trombosis<sup>8</sup>.

La exposición a la contaminación del aire se asoció con un mayor riesgo de arteriosclerosis, como lo demuestra la calcificación aórtica y coronaria prematura. Los aumentos a corto plazo (horas) de la contaminación del aire se asociaron con un mayor riesgo de infarto de miocardio, accidente cerebrovascular e insuficiencia cardíaca aguda<sup>9-14</sup>. Las condiciones extremas de contaminación del aire afectan negativamente la presión arterial y la resistencia a la insulina<sup>15</sup>.

Una serie de diferentes vías biológicas parece ser la base de las acciones: estrés oxidativo e inflamación siguen siendo clave. Desde un punto de vista fisiopatológico, una vez ingresadas las partículas (PM 2.5 o menor a 1  $\mu\text{m}$ ) al torrente sanguíneo a través de especies radicales de oxígeno, inducen disfunción endotelial, activación de monocitos y cambios proaterogénicos en las lipoproteínas, que inician la formación de placas. Además, la contaminación del aire favorece la formación de trombos, debido a un aumento de los factores de coagulación y activación plaquetaria<sup>8,9</sup>.

Los hallazgos sugieren que los humanos se adaptan a diferentes condiciones climáticas, aunque las temperaturas extremas y los niveles más altos de contaminación del aire pueden influir en los resultados relacionados con la salud. En estos casos, el cambio climático afecta negativamente al sistema cardiovascular y los sujetos de

alto riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares son los más expuestos<sup>16</sup>.

Las tasas de mortalidad aumentan progresivamente cuando la temperatura del aire exterior sube por encima o por debajo de los 20-25 grados C°. Un estudio examinó la asociación entre la mortalidad diaria y las temperaturas diarias en los Países Bajos en el período 1979-1987 y encontró que el 57% de la mortalidad relacionada con el frío “inexplicable” y el 26% de la mortalidad relacionada con el calor “inexplicable” era atribuible a enfermedades cardiovasculares<sup>17</sup>.

En un estudio de 652 ciudades en 24 países, se halló que, en promedio, un aumento de 10 µg por metro cúbico en concentración de PM10, que representa el promedio del día actual y el anterior, se asoció con aumentos del 0.44% en mortalidad diaria por cualquier causa, 0.36% en mortalidad cardiovascular diaria y 0.47% en mortalidad respiratoria diaria<sup>18</sup>.

La exposición a la contaminación del aire en el hogar se asoció con una mayor prevalencia de la EPOC, en particular entre las mujeres, y es probable que sea un factor de riesgo importante de la EPOC atribuible a la población en entornos de escasos recursos<sup>19</sup>.

Para mitigar el impacto de estos fenómenos sobre la salud se deben tener en cuenta distintas poblaciones en función de sus características y/o porque padecen comorbilidades, lo que las expone a riesgos particulares<sup>11</sup>. Frente a valores de PM 2.5 promedio/24 h de 35µg/m<sup>3</sup> o más, estas poblaciones tienen mayores riesgos cardiovasculares y cerebrales, y se clasifican de la siguiente manera<sup>4</sup>:

- De Muy Alto Riesgo: enfermedad cardiovascular, reciente hospitalización por síndrome coronario agudo, EPOC o asma.

- De Alto Riesgo: diabetes o enfermedad renal estadio III o mayor.

- Poblaciones especiales: adultos mayores, embarazadas, trasplantados.

El cambio climático también afecta la salud cardiovascular debido al estrés producido por las alteraciones climáticas (grandes tormentas, incendios, pérdida de fuentes de agua, pérdida de hábitats, migraciones), a la afectación de las olas de calor y por la suma de contaminación aérea y calor<sup>20, 21</sup>. Estas alteraciones pueden producir nuevas enfermedades o afectar las afecciones cardiovasculares precedentes en una amplia gama de manifestaciones que van desde el golpe de calor, arritmias, infarto agudo de miocardio y/o descompensación de insuficiencia cardíaca, entre otras. El mecanismo de acción es por exacerbación de los efectos adversos de la contaminación del aire sobre la salud, a través de múltiples mecanismos, como, por ejemplo, la formación de ozono a nivel del suelo<sup>22</sup>.

## Recomendaciones

Numerosas revisiones demostraron que la contaminación del aire y el cambio climático son una de las principales causas de la carga mundial de enfermedades, especialmente en países de bajos y medianos ingresos. En ambos casos se puede intervenir con acciones de prevención y/o de cuidados especiales<sup>1,4,8</sup>. Para ser efectivas, estas acciones, tanto colectivas como individuales, deberían estar enmarcadas en un proceso de gestión gubernamental que aborde todos los niveles de decisión y de intervención<sup>1,4,8</sup>. En este marco, las asociaciones científicas y universidades, idealmente lideradas por los gobiernos deberían desarrollar programas de educación, prevención y acción a nivel individual y colectivo<sup>23</sup>.

Se recomienda que, para las estrategias gubernamentales, se prioricen acciones que puedan transformar los procesos productivos que utilizan energías contaminantes por otras renovables de baja polución, que promuevan el uso de vehículos de baja emisión estimulando el transporte activo (caminata o bicicleta), que se evite el diseño de áreas urbanas mixtas residencial/industrial, que se promueva la investigación sobre la mitigación de cambios climáticos y del riesgo de la contaminación y del cambio climático sobre la salud, que se mida de manera sistemática y se realice un seguimiento de la polución por medio de sensores de calidad de aire en las ciudades, y, finalmente, que se implementen campañas publicitarias sobre los peligros de estos fenómenos<sup>1,4</sup>. Establecido el riesgo y de acuerdo a la calidad del aire (si el nivel de polución es mayor de 35µg/m<sup>3</sup> 24 h) y la exposición es aguda se sugiere que los gobiernos promuevan el uso de máscaras N95 fuera del hogar, que se cierren las ventanas y en lo posible que se facilite el uso de filtros (HEPA) en el interior de las casas<sup>4</sup>. En el caso de zonas con niveles de exposición crónica (PM 2.5 mayor a 12 µg/m<sup>3</sup> promedio anual), se debe recomendar que las personas susceptibles eviten actividades al aire libre, los gobiernos deben garantizar el acceso a filtros en los aires acondicionados y en los autos y que se implementen medidas que eviten congestionamientos en el tránsito<sup>4</sup>.

A nivel asistencial se debería comenzar a incluir una historia clínica ambiental o por lo menos un breve historial de exposiciones a contaminación, tanto laborales como en la vida cotidiana, evaluando susceptibilidad y brindando orientación. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el impacto ambiental sobre la salud debe abordarse desde los primeros años de la vida y para eso insta a implementar estrategias que permitan abordar, divulgar y resolver los problemas de salud ambiental en los servicios de salud<sup>4</sup>. En todos los casos se sugiere recomendar evitar la utilización de vehículos particulares, fomentar el uso de bicicletas como medio de transporte

y el incremento de los cítricos en la dieta y las dietas mediterráneas.

Es necesario también disminuir el impacto tanto en el cambio climático como en contaminación que tiene el sector salud<sup>23</sup>.

Específicamente en relación a la enfermedad cardiovascular, las recomendaciones se orientan a<sup>22</sup>:

- Identificar a las personas más expuestas o sensibles a los efectos del cambio climático para orientarlas en relación a los cuidados adecuados y/o para que reduzcan o prevengan los efectos sobre su salud. Estas personas pueden ser: aquellas con antecedentes de enfermedad cardíaca, de hipertensión arterial, con comorbilidades, o de mayor edad, entre otros.

- Conocer que ciertos fármacos como por ejemplo diuréticos o antihipertensivos entre otros en contexto de olas de calor pueden acentuar sus efectos secundarios (trastornos hidroelectrolíticos, hipotensión).

- Prestar especial atención a los golpes de calor para incrementar la hidratación, el registro de temperatura, el uso de ropa liviana, y la modificación de la dieta, etc.

- En sistemas de guardia médica estar atentos a la información disponible sobre alertas tempranas de fenómenos climáticos y meteorológicos ya que pueden ocurrir episodios de reagudización de enfermedades cardiovasculares (las mencionadas anteriormente) en mayor proporción que lo habitualmente esperado.

- Preparar los servicios de emergencia e internación para recibir casos de impacto del cambio climático y de polución.

De acuerdo a lo desarrollado hasta aquí, queda claro que los problemas de salud vinculados a la contaminación y al cambio climático, se están convirtiendo en centrales en relación a la salud de las poblaciones. En este sentido, ambos fenómenos ponen de manifiesto el múltiple rol de los equipos de salud, que no deben limitarse a la atención individual de pacientes, sino que deben asumir su rol social para hacer visibles las consecuencias de los modos de producción que incrementan los niveles de contaminación sobre la salud de la población<sup>7</sup>.

Es necesario un involucramiento activo de las sociedades de Medicina Interna y de los internistas de toda Iberoamérica a fin que desempeñen un papel activo en asuntos relacionados con el cambio climático y la degradación ambiental. Así lo ha expresado recientemente la Federación Europea de Medicina Interna<sup>23</sup>, que emite recomendaciones a nivel nacional, hospitalario, societario e individual.

A nivel **nacional** (medidas que reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero y la degradación ambiental, el uso de fuentes de energía renovables, uso de vehículos de bajas emisiones, edificios saludables, cambio de comportamientos en la población, detener la deforestación, financiar planes de adaptación, financiar investigación para comprender y mitigar los efectos en la

salud humana del cambio climático, imposición de la ética ambiental en organizaciones, generar políticas para que los sistemas de salud puedan responder a los problemas de salud de las poblaciones, relacionados con el cambio climático y la degradación ambiental, y reducir su impacto ecológico); a nivel **hospitalario** y en la práctica clínica (definir acciones del sector salud para reducir su huella ecológica e implementar un ambiente sostenible: evaluar el uso de calefacción, ventilación y aire acondicionado, adaptar su uso a los fines a los que están destinados y ajustar las horas de uso, mejorar la eficiencia energética en el entorno construido, reducir las emisiones de las flotas hospitalarias, reducir los residuos, eliminar los inhaladores de dosis medidas –MDI– que usan hidrofluorocarbonos como propulsores, adoptar alternativas bajas en carbono para los gases anestésicos; reemplazar equipos y dispositivos de un solo uso por reutilizables; introducir una dieta basada en vegetales en los hospitales y reuniones científicas, evitar el uso de folletos y documentos en papel, reducir el impacto de los viajes, fomentando reuniones virtuales y evitar viajes aéreos para distancias cortas, incentivar a los hospitales para que adopten la certificación “Hospitales Verdes”, promover circuitos híbridos para los pacientes –puntos de contacto digitales y humanos–, promover estilos de vida saludables en la práctica clínica, reducir la sobreexploración, el sobrediagnóstico y el sobretratamiento.), a nivel de las **Sociedades de Medicina Interna** promover actividades educativas y desarrollar un conjunto de herramientas para ayudar a los internistas a reducir el uso de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero en sus prácticas, preparar a los internistas para actuar en los diagnósticos relacionados con desastres por crisis climática, mejorar conocimientos para la atención a los ciudadanos que sufren las consecuencias del cambio climático y la degradación ambiental, promover e implementar acciones efectivas para reducir la huella ecológica de la industria de la salud, introducir esta temática en sus congresos, bregar para introducir la temática en las carreras de grado y en el posgrado y a nivel **personal** ser agentes activos en la promoción de prácticas para mejorar para el medio ambiente, aumentando la conciencia de la comunidad sobre los riesgos para la salud del cambio climático y la degradación ambiental, y ser modelos a seguir en la adopción de comportamientos amigables con el ambiente.

## Bibliografía

1. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet* 2018; 391: 462-512.
2. Martinelli N, Olivieri O, Girelli D. Air particulate matter and cardiovascular disease: a narrative review. *Eur J Intern Med* 2013; 24: 295-302.
3. Anderson JO, Thundiyil JG, Stolbach A. Clearing the air:

- a review of the effects of particulate matter air pollution on human health. *J Med Toxicol* 2012; 8: 166-75.
4. 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-e31.
  5. Ballester F. Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Rev Esp Salud Pública* 2005; 79: 159-75.
  6. Haikerwal A, Akram M, Del Monaco A, et al. Impact of Fine Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub>) Exposure During Wildfires on Cardiovascular Health Outcomes. *J Am Heart Assoc* 2015; 4: e001653.
  7. Ministerio de Salud de la Nación, Organización Panamericana de la Salud, 2010. Salud Ambiental Infantil: Manual para enseñanza de grado en escuelas de medicina / compilado por Daniel Quiroga; Ricardo Fernández; Enrique Paris. - 1a ed. En: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000271cnt-s12-manual-universitario-salud-ambiental-infantil.pdf>; consultado octubre 2022.
  8. Rajagopalan S, Landrigan PJ. Pollution and the Heart. *N Engl J Med* 2021;385: 1881-92.
  9. 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.
  10. Bourdrel T, Bind MA, Béjot Y, Morel O, Argacha JF. Cardiovascular effects of air pollution. *Arch Cardiovasc Dis* 2017; 110: 634-42.
  11. Mustafic H, Jabre P, Caussin C, et al. Main air pollutants and myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2012; 307: 713-21.
  12. Burnett R, Chen H, Szyszkowicz M, et al. Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *Proc Natl Acad Sci USA* 2018; 115: 9592-7.
  13. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet* 2017; 389: 1907-18.
  14. Di Q, Dai L, Wang Y, et al. Association of short-term exposure to air pollution with mortality in older adults. *JAMA* 2017; 318: 2446-56.
  15. Brook RD, Sun Z, Brook JR, et al. Extreme air pollution conditions adversely affect blood pressure and insulin resistance: the air pollution and cardiometabolic disease study. *Hypertension* 2016; 67: 77-85.
  16. Giorgini P, Di Giosia P, Petrarca M, Lattanzio F, Stamerra CA, Ferri C. Climate changes and human health: a review of the effect of environmental stressors on cardiovascular diseases across epidemiology and biological mechanisms. *Curr Pharm Des* 2017; 23: 3247-61.
  17. Kunst AE, Looman CWN, Mackenbach JP. Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time-series analysis. *Am J Epidemiol* 1993; 137: 331-41.
  18. Liu C, Chen R, Sera F, et al. Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *N Engl J Med* 2019; 381: 705-15.
  19. Siddharthan T, Grigsby M, Goodman D, et al. Association between household air pollution exposure and chronic obstructive pulmonary disease outcomes in 13 low- and middle-income country settings. *Am J Respir Crit Care Med* 2018; 197: 611-20.
  20. Pan American Health Organization, 2022. The essential environmental Public Health Functions. A framework to implement the Agenda for the Americas on Health, Environment, and Climate Change 2021-2030. En: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55673/PAHOCDECE220003\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55673/PAHOCDECE220003_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y); consultado octubre 2022.
  21. Romanello M, McGushin A, Di Napoli C, et al. The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *Lancet* 2021; 398: 1619-62.
  22. Organización Panamericana de la Salud, 2020. Cambio climático para profesionales de la salud: un libro de bolsillo. En: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52950/9789275322833\\_spa.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52950/9789275322833_spa.pdf?sequence=4&isAllowed=y); consultado octubre 2022.
  23. Campos L, Barreto JV, Bassetti S, et al. Physicians' responsibility toward environmental degradation and climate change: A position paper of the European Federation of Internal Medicine. *Eur J Intern Med* 2022; 104: 55-8.