



Revista Argentina de Cardiología Argentine Journal of Cardiology

AGOSTO 2024 | Vol. 92 SUPL. 5

ISSN 0034-7000

www.sac.org.ar

Documento de posición Polución del aire y enfermedad cardiovascular Una visión desde los países de bajos a moderados ingresos

SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA



REVISTA ARGENTINA DE CARDIOLOGIA

ORGANO CIENTÍFICO DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

COMITÉ EDITOR

Director

JORGE THIERER
Instituto Universitario CEMIC, CABA

Director Adjunto

CLAUDIO C. HIGA
Hospital Alemán, CABA

Directores Asociados

ERNESTO DURONTO
Fundación Favalaro, CABA
JUAN PABLO COSTABEL
ICBA, CABA
WALTER M. MASSON
Instituto Universitario Hospital Italiano, CABA
JAVIER GUETTA
Instituto Universitario CEMIC, CABA
GASTÓN RODRÍGUEZ GRANILLO
Instituto Médico ENER, Clínica La Sagrada Familia (CABA)
SANDRA SWIESZKOWSKI (Hospital de Clínicas José de San Martín, CABA)

Editor Consultor

HERNÁN C. DOVAL
Instituto Universitario Hospital Italiano

Delegado por la SAC

CHRISTIAN SMITH
Hospital Felipe Arnedo, Clorinda, Formosa

Editor de Ciencias básicas

BRUNO BUCHHOLZ
Universidad de Buenos Aires

Vocales

MARIANO FALCONI (Instituto Universitario Hospital Italiano, CABA)

LUCRECIA BURGOS
ICBA, CABA

JOSÉ LUIS BARISANI (Hospital Presidente Perón, Avellaneda, Buenos Aires)

JORGE CARLOS TRAININI (Hospital Presidente Perón, Avellaneda, Buenos Aires)

GUILLERMO ERNESTO LINIADO (Hospital Argerich, CABA)

ELIÁN GIORDANINO
Clínica Las Condes, Santiago de Chile

MARIANO TREVISÁN (Sanatorio San Carlos, Bariloche, Río Negro)

BIBIANA MARÍA DE LA VEGA (Hospital Zenón Santillán, Universidad Nacional de Tucumán)

Consultor en Estadística, Buenos Aires

JAVIER MARIANI
Hospital El Cruce, Buenos Aires

Coordinación Editorial

PATRICIA LÓPEZ DOWLING
VERÓNICA TORRES

COMITÉ HONORARIO

MARCELO V. ELIZARI (ARGENTINA)
GUILLERMO KREUTZER (ARGENTINA)
JOSÉ NAVIA (ARGENTINA)

COMITÉ EDITOR INTERNACIONAL

AMBROSIO, GIUSEPPE (ITALIA)
University of Perugia School of Medicine, Perugia
ANTZELEVITCH, CHARLES (EE.UU)
Masonic Medical Research Laboratory
BADIMON, JUAN JOSÉ (EE.UU)
Cardiovascular Institute, The Mount Sinai School of Medicine
BARANCHUK, ADRIÁN (CANADÁ)
Queen's University, Kingston
BAZÁN, MANUEL (CUBA)
INCOR, La Habana
BLANKSTEIN, RON
Harvard Medical School (EEUU)
BRUGADA, RAMÓN (ESPAÑA)
Cardiology Department, The Thorax Institute, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona
CABO SALVADOR, JAVIER
Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad de Madrid UDIMA (ESPAÑA)
CAMIM, JOHN (GRAN BRETAÑA)
British Heart Foundation, St. George's University of London
CARRERAS COSTA, FRANCESC (ESPAÑA)
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universitat Autònoma de Barcelona
CHACHQUES, JUAN CARLOS (FRANCIA)
Pompidou Hospital, University of Paris Descartes, Paris
DEMARIA, ANTHONY N. (EE.UU)
UCSD Medical Center, San Diego, California
DI CARLI, MARCELO (EE.UU)
Harvard Medical School, Boston, MA
EVANGELISTA MASIP, ARTURO (ESPAÑA)
Instituto Cardiológico, Quirónsalud-Teknon, Barcelona
EZEKOWITZ, MICHAEL (EE.UU)
Lankenau Medical Center, Medical Science Building, Wynnewood, PA
FEIGENBAUM, HARVEY (EE.UU)
Indiana University School of Medicine, Indianapolis
FERRARI, ROBERTO (CANADÁ)
University of Alberta, Edmonton, Alberta
FERRARIO, CARLOS (EE.UU)
Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem
FLATHER, MARCUS (GRAN BRETAÑA)
Royal Brompton and Harefield NHS Foundation Trust and Imperial College London
FUSTER, VALENTIN (EE.UU)
The Mount Sinai Medical Center, New York
GARCÍA FERNÁNDEZ, MIGUEL ÁNGEL (ESPAÑA)
Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Medicina
JIFFÉ STEIN, ALBERTO (ESPAÑA)
Department of Cardiology, A Coruña University Hospital, La Coruña

KASKI, JUAN CARLOS (GRAN BRETAÑA)
St George's University of London, Cardiovascular Sciences Research Centre, Cranmer Terrace, London
KHANDERIA, BIJOY (EE.UU)
Aurora Cardiovascular Services
KRUCOFF, MITCHELL W. (EE.UU)
Duke University Medical Center, Durham
LÓPEZ SENDÓN, JOSÉ LUIS (ESPAÑA)
Hospital Universitario La Paz, Instituto de Investigación La Paz, Madrid
LUSCHER, THOMAS (SUIZA)
European Heart Journal, Zurich Heart House, Zurich, Switzerland
MARZILLI, MARIO (ITALIA)
Cardiothoracic Department, Division of Cardiology, University Hospital of Pisa
MAURER, GERALD (AUSTRIA)
Univ.-Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie I, Christian-Doppler-Klinik, Salzburg
MOHR, FRIEDRICH (ALEMANIA)
Herzzentrum Universität Leipzig, Leipzig
NANDA, NAVIN (EE.UU)
University of Alabama at Birmingham, Birmingham
NEUBAUER, STEFAN
University of Oxford and John Radcliffe Hospital (GRAN BRETAÑA)
NILSEN, DENNIS (NORUEGA)
Department of Cardiology, Stavanger University Hospital, Stavanger
PALACIOS, IGOR (EE.UU)
Massachusetts General Hospital
PANZA, JULIO (EE.UU)
MedStar Washington Hospital Center, Washington, DC
PICANO, EUGENIO (ITALIA)
Institute of Clinical Physiology, CNR, Pisa
PINSKI, SERGIO (EE.UU)
Cleveland Clinic Florida
RASTAN, ARDAWAN (ALEMANIA)
Universitäts-Herzzentrum Freiburg-Bad Krozingen
SERRUYS, PATRICK W.
Imperial College (GRAN BRETAÑA)
SICOURI, SERGE (EE.UU)
Masonic Medical Research Laboratory, Utica
THEROUX, PIERRE (CANADÁ)
University of Toronto, Ontario
TOGNIONI, GIANNI (ITALIA)
Consorzio Mario Negri Sud, Santa Maria Imbaro, Chieti
VENTURA, HÉCTOR (EE.UU)
Ochsner Clinical School-The University of Queensland School of Medicine, New Orleans
WIELGOSZ, ANDREAS (CANADÁ)
University of Calgary, Calgary, Alberta
ZIPES, DOUGLAS (EE.UU)
Indiana University School of Medicine, Indianapolis

SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

COMISIÓN DIRECTIVA

Presidente

VÍCTOR M. MAURO

Presidente Electo

PABLO G. STUTZBACH

Vicepresidente 1°

SERGIO J. BARATTA

Vicepresidente 2°

RICARDO S. GALDEANO

Secretario

SILVIA S. MAKHOUL

Tesorero

DIEGO PÉREZ DE ARENAZA

Prosecretario

SANDRA SWIESZKOWSKI

Protesorero

JUAN P. COSTABEL

Vocales Titulares

MARCOS AMUCHÁSTEGUI

CAROLINA SALVATORI

IVÁN CONSTANTIN

MARIANA CORNELI

Vocal Suplentes

MARÍA J. MEDUS

FEDERICO LANDETA

JORGE A. ALLÍN

Presidente Anterior

CLAUDIO R. MAJUL

Revista Argentina de Cardiología

La Revista Argentina de Cardiología es propiedad de la Sociedad Argentina de Cardiología.

ISSN 0034-7000 ISSN 1850-3748 versión electrónica - Registro de la Propiedad Intelectual en trámite

Full English text available. Indexada en SciELO, Scopus, Embase, LILACS, Latindex, Redalyc, Dialnet y DOAJ. Incluida en el Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas del CONICET.

VOL 92 SUPLEMENTO 5 2024

Dirección Científica y Administración

Azcuénaga 980 - (1115) Buenos Aires / Tel.: 4961-6027/8/9 / Fax: 4961-6020 / e-mail: revista@sac.org.ar / web site: www.sac.org.ar

Atención al público de lunes a viernes de 13 a 20 horas

**DOCUMENTO DE POSICIÓN
POLUCIÓN DEL AIRE Y ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR.
UNA VISIÓN DESDE LOS PAÍSES DE BAJOS A MODERADOS INGRESOS**

**SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA
ÁREA DE CONSENSOS Y NORMAS**

Director

Mario César Spennato^{MTSAC}

Sub-Director

Santiago Lynch^{MTSAC}

Secretaria

Guadalupe Pagano

Vocales

Gustavo Castiello^{MTSAC}

Ramiro García Manghi

Paola Rojas

Comité Asesor

Sebastián Peralta^{MTSAC}

Maximiliano De Abreu^{MTSAC}

Gustavo Giunta^{MTSAC}

Las opiniones, pautas o lineamientos contenidos en los Consensos o Recomendaciones han sido diseñados y planteados en términos genéricos, a partir de la consideración de situaciones concebidas como un modelo teórico. Allí se describen distintas hipótesis alternativas para arribar a un diagnóstico, a la definición de un tratamiento y/o prevención de una determinada patología. De ningún modo puede interpretarse como un instructivo concreto ni como una indicación absoluta. La aplicación específica en el paciente individual de cualquiera de las descripciones generales obrantes en los Consensos o Recomendaciones dependerá del juicio médico del profesional interviniente y de las características y circunstancias que se presenten en torno al caso en cuestión, considerando los antecedentes personales del paciente y las condiciones específicas de la patología por tratar, los medios y recursos disponibles, la necesidad de adoptar medidas adicionales y/o complementarias, etc. La evaluación de estos antecedentes y factores quedará a criterio y responsabilidad del médico interviniente en la decisión clínica final que se adoptará.

**DOCUMENTO DE POSICIÓN
POLUCIÓN DEL AIRE Y ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR.
UNA VISIÓN DESDE LOS PAÍSES DE BAJOS A MODERADOS INGRESOS**

Autores

César Berenstein^{MTSAC}

Guillermina Eleit^{MTSAC}

Miriam Herrera

Mauro García

Ana Uliarte

Koji Ishino

Consejo de Cardioecología y Hábitos Saludables de la Sociedad Argentina de Cardiología

Los autores recomiendan citar el artículo de esta forma:

Berenstein C, Eleit G, Herrera M, García M, Uliarte A, Ishino K. Documento de posición. Polución del aire y enfermedad cardiovascular. Una visión desde los países de bajos a moderados ingresos. Rev Argent Cardiol 2024;92 (Suplemento 5): 1-10. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v92.s5>



Índice

Mensajes clave de la toma de posición.....	1
Introducción.....	1
Mecanismos de acción de la polución del aire sobre los eventos cardiovasculares.....	2
Exposición a la polución ambiental (puertas afuera).....	3
Polución intradomiciliaria (puertas adentro).....	3
Interacción del cambio climático y la polución del aire.....	4
Contaminación en países de bajos a moderados ingresos: justicia ambiental	4
Intervenciones comunitarias y personales para mitigar la exposición y sus efectos	6
Otras formas de contaminación.....	7
Contaminación del agua y el suelo	7
Metales pesados.....	7
Contaminantes relacionados con los alimentos.....	7
Contaminación sonora y lumínica	8
Otros contaminantes emergentes.....	8
Consideraciones finales.....	8
Bibliografía.....	8

Documento de posición

Polución del aire y enfermedad cardiovascular.

Una visión desde los países de bajos a moderados ingresos

MENSAJES CLAVE DE LA TOMA DE POSICIÓN

- 1) La contaminación del aire es un problema de alto impacto en la salud pública que debe preocupar a cada persona, a la comunidad, al personal de salud y las sociedades científicas ligadas a la medicina. Debemos trabajar en la concientización para influenciar a los formadores de políticas de salud; por lo tanto, la difusión de la problemática ambiental desde la evidencia científica resulta indispensable para planificar estrategias de mitigación de la polución y reducir la carga de enfermedad cardiovascular.
- 2) Las sociedades científicas y las casas de estudio deben comprometerse en la formación de grado y posgrado de los profesionales a fin de que estén capacitados para abordar a los pacientes y la comunidad, especialmente las poblaciones más susceptibles y vulnerables. Deben estimular la investigación para crear mayores niveles de evidencia con el objetivo de conocer los efectos de la contaminación sobre la población expuesta y las intervenciones eficaces para su prevención.
- 3) Prácticamente, todos los órganos pueden verse afectados, pero la enfermedad cardiovascular es una de las principales causas de muerte y enfermedad atribuibles a la polución del aire. Medidas personales y comunitarias pueden mitigar los efectos de la contaminación.
- 4) Las inequidades en la información, toma de decisiones y acceso a la Justicia en temas ambientales es una realidad mundial, pero se hacen más evidentes en los países de bajos a moderados ingresos (PBMI). En Latinoamérica, el cumplimiento del pacto de Escazú puede ser un punto de partida para garantizar los derechos ambientales de las poblaciones más vulnerables de nuestro continente.
- 5) Existen contaminantes como los metales pesados, los agroquímicos, los químicos industriales y agentes físicos (contaminación sonora y lumínica), que también puede afectar la salud cardiovascular. Otros están emergiendo, pero aún requieren mayor evidencia científica.

INTRODUCCIÓN

La cardiovascular es la principal causa de muerte en el mundo y también en la Argentina. (1) El reconocimiento de los factores de riesgo convencionales como tabaquismo, sedentarismo, obesidad, diabetes, hipertensión y dislipidemia orientó la toma de conciencia, métodos de diagnóstico y tratamiento específico con evidencia científica que tienden a reducir el nivel de riesgo de eventos y muerte cardiovascular. En los últimos años la polución del aire se ha sumado como un factor de riesgo emergente mostrando un incremento exponencial en el número de publicaciones en revistas especializadas y participa de prácticamente todos los congresos y guías de práctica clínica de prevención cardiovascular.

La contaminación puede provenir del aire, el suelo y el agua. Debido a que el 99% de la población mundial vive en áreas con niveles de contaminación del aire que superan los límites aceptados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la importante carga de enfermedad cardiovascular, con un estimado de 12% de todas las muertes en 2019, la cardiología ha puesto su atención en el aprendizaje de sus efectos y eventuales intervenciones para reducir el riesgo sobre la salud. Mientras que el impacto de la polución del aire en las enfermedades respiratorias es ampliamente reconocido, más de la mitad de los 6,7 millones de muertes atribuidas a esa polución corresponden a enfermedad cardiovascular. Se constituye así la polución del aire en el 4.º mayor factor de riesgo para mortalidad, superando al tabaquismo, la obesidad, el sedentarismo y la ingesta de alcohol. (2-4)

La polución del aire se divide en dos grandes categorías: la contaminación ambiental (puertas afuera) y la intradomiciliaria (dentro del hogar). En este documento valoraremos los efectos de ambas formas de alteración del medioambiente.

Se estima que para 2050 la mortalidad relacionada con la contaminación del aire ambiente se duplicará, a expensas principalmente del incremento de los niveles de polución de los países asiáticos con una rápida industrialización y a un incremento de la edad de la población en general. (3,5) A pesar del mayor conocimiento del impacto de la polución del aire en la salud, su consideración como factor de riesgo modificable sigue siendo limitada entre el personal de salud.

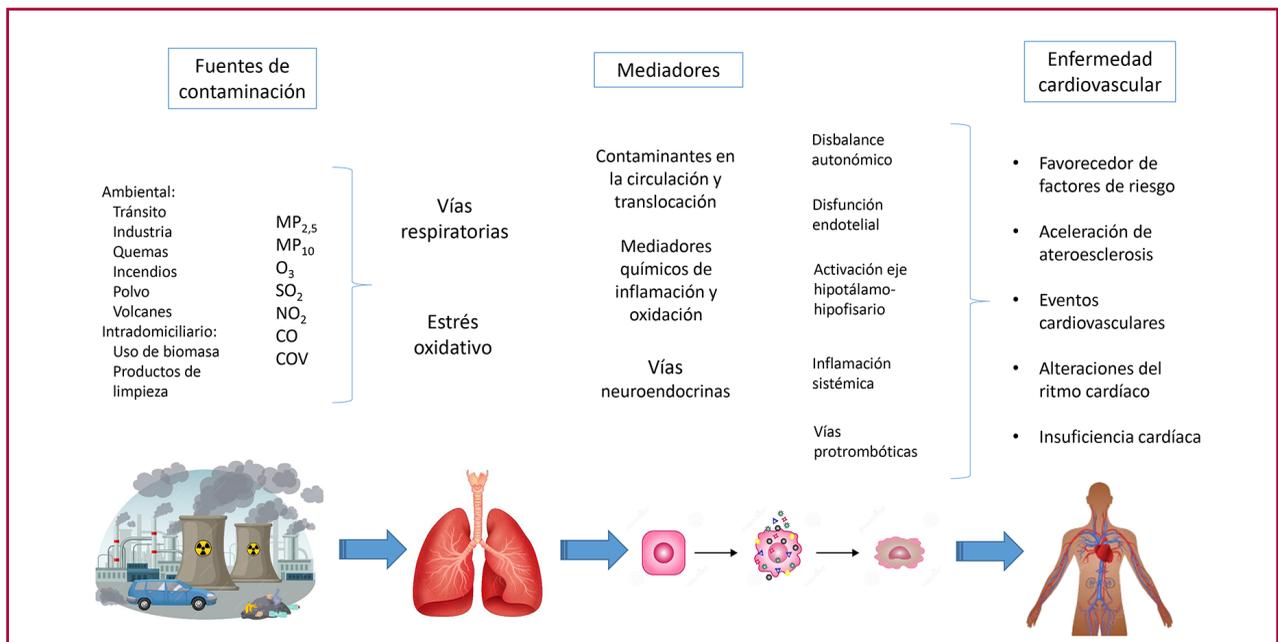
Los efectos de la contaminación tienen sus costos: la pérdida del producto bruto interno por contaminación del aire en PBMI de alta contaminación y rápido desarrollo alcanza el 2% y ocupa más del 7% de los gastos en salud y el 1,7% de estos gastos en países de altos ingresos (PAI). (6)

La Sociedad Argentina de Cardiología ha creado en el año 2023 un Consejo llamado “Cardioecología y hábitos saludables” para concientizar sobre esta problemática, tanto a profesionales como a la comunidad e incentivar a la población a modificar su estilo de vida hacia uno más sustentable. Se intenta también influenciar a los formadores de políticas de salud para que la legislación se modifique en busca de cambios que reduzcan las fuentes generadoras de contaminación. Nos proponemos en este documento realizar una revisión sobre los efectos de la contaminación del medioambiente sobre el sistema cardiovascular, desde una perspectiva de PBMI haciendo énfasis en la contaminación del aire y las situaciones de inequidad en los países en vías de desarrollo, para generar posteriormente propuestas tanto individuales como colectivas para su mitigación.

MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE SOBRE LOS EVENTOS CARDIOVASCULARES

La contaminación del aire está constituida por una mezcla de componentes gaseosos y material particulado en suspensión con constituyentes químicos variados. El material particulado (MP) se clasifica según su diámetro aerodinámico en MP <10 µg (MP₁₀) o MP grueso, que afecta principalmente las vías respiratorias; MP <2,5 µg (MP_{2,5}) o MP fino, que puede alcanzar el alvéolo, y MP <0,1 µg (MP_{0,1}) o MP ultrafino, que se puede detectar en la circulación. El MP se cuantifica por la masa de partículas contenidas en µg/m³. El ozono troposférico (O₃) es el contaminante secundario más extendido en la contaminación aérea: no se produce en forma directa a partir de fuente alguna, sino que se genera en el ambiente a partir de reacciones químicas que involucran óxidos de nitrógeno producidos por combustión y compuestos orgánicos volátiles (COV). Estos son liberados por la industria en los productos epoxi y en las pinturas, entre otros. El dióxido de nitrógeno (NO₂) y el dióxido de azufre (SO₂) son otros de los componentes que pueden contaminar el aire que respiramos. Se generan a partir del tránsito vehicular, la combustión industrial y las fuentes de energía. El monóxido de carbono contribuye especialmente a la contaminación intradomiciliaria.

El primer paso indispensable para iniciar la cadena de reacciones cardiovasculares nocivas para la salud es, luego de su ingreso por las vías respiratorias, la generación de estrés oxidativo a nivel pulmonar. Posteriormente, ya sea a través de mediadores biológicos o por ingreso en la circulación y translocación a las células, se va a desencadenar una serie de efectos aterogénicos y protrombóticos que son los culpables de la repercusión cardiovascular: desequilibrio autonómico, disfunción endotelial, activación del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal, inflamación sistémica y activación de vías protrombóticas (Figura 1). (7) Emergen de esta fisiopatología la predisposición de los expuestos, a eventos isquémicos coronarios y accidente cerebrovascular que se ha comprobado en múltiples



Referencias: MP_{2,5}, material particulado fino; MP₁₀, material particulado grueso; COV, compuestos orgánicos volátiles.

Fig. 1. Fisiopatología de los efectos cardiovasculares de la contaminación del aire

estudios, así como el aumento de la prevalencia de insuficiencia cardíaca, las arritmias (entre ellas la fibrilación auricular) y otros eventos trombóticos, como la trombosis venosa profunda y el tromboembolismo de pulmón. Debemos enfatizar que no solo se registra un exceso de eventos cardiovasculares, sino también que la noxa afecta prácticamente toda la anatomía humana: a nivel respiratorio genera enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumonía y cáncer de pulmón, así como enfermedad renal, hepática y diferentes tipos de cáncer. También contribuye a complicaciones en el embarazo y patología del recién nacido, incluyendo mortalidad neonatal. (8,9)

La influencia de la contaminación del aire sobre el perfil cardiometabólico está bien determinada: se ha demostrado no solo el aumento en la prevalencia de hipertensión en poblaciones expuestas, sino además la progresión desde prehipertensión a hipertensión y su evolución a enfermedad cardiovascular y muerte. (10) Similares hallazgos se observaron con la incidencia de diabetes en los expuestos a niveles elevados de diferentes contaminantes del aire. Quienes son portadores de síndrome metabólico también han mostrado ser más susceptibles a los efectos de la polución del aire. (11,12)

Medición de contaminantes: si bien se pueden medir en forma independiente diferentes contaminantes –habitualmente tiene prioridad el $MP_{2,5}$ tal vez por ser el que más interactúa con la salud humana–. El método más utilizado es el Índice de Calidad del Aire (ICA), que se basa en la medición de 5 contaminantes: PM_{10} , $PM_{2,5}$, O_3 , NO_2 y SO_2 . Los niveles de ICA saludables son inferiores a 50 y es altamente peligroso por encima de 300. (13) Las estaciones de monitorización constituyen probablemente el método más fiable de medición. También existen otros dispositivos individuales “vestibles” (p. ej., se pueden colocar en un cinturón o en una mochila) o portátiles, que logran momento a momento informar sobre la contaminación en el ambiente. Otras formas de medición se desarrollaron por medio de imágenes satelitales o a través de diferentes modelos de exposición. (14)

EXPOSICIÓN A LA POLUCIÓN DEL AIRE AMBIENTAL (PUERTAS AFUERA)

La polución del aire ambiente se genera a partir de una mezcla de contaminantes individuales compuestos por miles de diferentes químicos que pueden afectar tanto la salud humana como el medioambiente. Simplificar los efectos a uno de sus componentes o a su tamaño puede llevar a un escenario incompleto. La polución del aire ambiente incluye la generada por la acción antropogénica, que se materializa a través del intenso tránsito vehicular, la actividad industrial, las quemas agrícolas, o por fuentes naturales provenientes de incendios forestales, actividad volcánica y polvo suspendido en el aire, y es responsable de 4,1 millones de muertes anuales. El riesgo generado sobre la salud está relacionado con la composición química, el contenido de metales pesados y el potencial oxidativo. (8,15)

La evolución de los niveles de $MP_{2,5}$ entre 2010 y 2019 en el mundo se mantuvo estable con una lenta regresión del 1% anual, con grandes diferencias entre distintas regiones. Así, mientras en Europa la reducción fue mayor, en las Américas el 46% de los países mostraron un aumento de sus niveles. (16)

POLUCIÓN INTRADOMICILIARIA (PUERTAS ADENTRO)

La OMS calculó que alrededor de 2,3 billones de personas en el mundo dependen de la utilización de biomasa, como la leña, el carbón, residuos biológicos y hasta excremento de animales, para cocinar y calefaccionar sus hogares. Es importante considerar que los efectos de la polución domiciliaria pueden generar un amplio rango de afectaciones respiratorias, pediátricas y maternofetales, además de las cardiovasculares, y son causa de mortalidad para 3,2 millones de personas por año a nivel global. La carga de polución intradomiciliaria ha declinado desde 1990, en relación con el acceso en algunos PBMI al gas licuado envasado y a otras fuentes de energía renovable, reemplazando la quema de combustibles sólidos. (17,18)

La cocción de alimentos y la calefacción por combustibles sólidos se emplea más frecuentemente en regiones rurales y en hogares de PBMI.

En promedio, el nivel de $MP_{2,5}$ en estos hogares puede rondar los 500 a 1500 $\mu g/m^3$, valores sumamente elevados si consideramos que los rangos permisibles según la OMS no deben superar los 15 $\mu g/m^3$ en 24 horas. Se debe tener en cuenta que la exposición al humo del tabaco en el hogar, la quema de repelentes para insectos, sahumerios o velas, ciertos tipos de agentes de limpieza, fragancias, barnices, solventes y pinturas se consideran parte de la polución intradomiciliaria por los efectos desfavorables para la salud de algunos de sus componentes. (19,20)

Las mujeres embarazadas expuestas a la combustión de biomasa tienen el doble de riesgo de desarrollar hipertensión durante la gestación. (21) Puede generar además complicaciones en el feto y la vida neonatal, por ejemplo aborto espontáneo, prematuridad, bajo peso al nacer y aumento de la mortalidad neonatal (22). Este tipo de contaminación en los hogares expone principalmente a los niños que permanecen por lo general junto a sus madres mientras ellas cocinan y genera patología cardiovascular y respiratoria, así como mortalidad en los primeros 5 años de la infancia. (23)

INTERACCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA POLUCIÓN DEL AIRE

El cambio climático y la polución del aire están claramente interconectados. La contaminación del aire favorece el cambio climático a través, por ejemplo, del carbono negro (hollín), componente del material particulado que absorbe el calor. El cambio climático que se expresa como el aumento de temperatura global favorece los procesos climáticos extremos como grandes incendios, desertificación y tormentas de polvo, que incrementan la contaminación del aire. El solo aumento de las marcas térmicas en presencia del aire contaminado actúa en forma sinérgica favoreciendo la enfermedad cardiovascular. Las temperaturas extremas han sido asociadas a disfunción endotelial e inflamación sistémica. Adicionalmente, ante aumentos excesivos de las marcas térmicas, puede sobrevenir deshidratación con aumento de la viscosidad de la sangre y esto podría tener algún papel como causa de eventos trombóticos. Las tormentas e inundaciones no solo causan daño físico, sino también generan estrés psicológico, asociado con el aumento de la presión arterial y la incidencia de eventos cardiovasculares. Los incendios forestales liberan grandes cantidades de partículas finas y gases tóxicos, que inducen inflamación sistémica, estrés oxidativo y disfunción endotelial, factores que contribuyen al desarrollo y exacerbación de enfermedades cardiovasculares. (24,25)

Los desastres naturales que predominan en América Latina y el Caribe son las inundaciones, las tormentas, los incendios y los terremotos. Al comparar el período 1991-1998 con el período 2015-2022 se observa que en este último se registraron 100 eventos más. Tal fenómeno puede ser explicado en gran parte por el cambio climático, que actuaría favoreciendo la contaminación del aire y los eventos cardiovasculares. (26)

CONTAMINACIÓN EN PAÍSES DE BAJOS A MODERADOS INGRESOS: JUSTICIA AMBIENTAL

Debemos considerar inicialmente los componentes del riesgo al que se expone una población al interactuar con el medioambiente contaminado. En este sentido, dos conceptos son importantes para tener en cuenta: la susceptibilidad y la vulnerabilidad.

La susceptibilidad nos informa acerca de las poblaciones que, ante niveles similares de exposición, tendrán mayor probabilidad de padecer sus consecuencias. Los niños, las personas mayores, quienes padecen enfermedades crónicas respiratorias y cardiovasculares, las personas diabéticas, los individuos obesos, entre otros, son más proclives a sufrir la enfermedad atribuida a la polución. Por otro lado se considera vulnerables a quienes tienen mayor nivel de exposición por estar en contacto con la fuente contaminante. En este punto se hace presente la disparidad entre los integrantes de una población: sin duda, las poblaciones marginadas, las minorías y los integrantes de los grupos económicamente menos favorecidos son quienes estarán más expuestos. (27)

Más del 90% de las muertes atribuibles a polución del aire suceden en países de bajos niveles socioeconómicos ¿Por qué existe más polución del aire en PBMI? Probablemente porque en estos países se registra mayor debilidad en el cumplimiento de las regulaciones ambientales, la mayor cantidad de maquinarias y parque automotor más antiguo, subsidios a los combustibles fósiles, congestión de los sistemas de transporte urbano, sectores industriales en rápido desarrollo, quema de desechos biológicos cercanos a centros urbanos asociada a la agricultura y la contaminación intradomiciliaria por combustión de biomasa para calefaccionar o cocinar ante el escaso acceso al gas de red o a sistemas eléctricos eficaces de calefacción. Además, estas naciones empobrecidas tienen menor conocimiento de sus niveles de contaminación por contar con escasas estaciones de monitorización, lo que reduce la calidad de información. (4) Finalmente, las poblaciones vulnerables tienen menor capacidad de respuesta ante la noxa: dificultad de acceder a una alimentación adecuada, al sistema de salud, a la información, y niveles más bajos de educación formal.

En los PBMI podemos plantearnos si el desarrollo, medible a través del incremento del Producto Bruto Interno per cápita, conlleva en forma ineludible una mayor degradación del medioambiente. El Premio Nobel de Economía Simon Kuznets describió una curva que relaciona el crecimiento económico de una población inicialmente agraria a una urbana e industrializada con la inequidad en la distribución de ingresos que fue posteriormente adaptada a la idea de que el crecimiento conlleva la degradación del medioambiente bajo el concepto “demasiado pobre para ser verde”. Esta situación progresaría hasta un punto de inflexión a partir del cual el crecimiento coincide con mejoras en las condiciones ambientales, probablemente por el avance tecnológico y quizás (esto excede la postulación de los seguidores de Kuznets) por la relocalización de industrias contaminantes hacia países aún no desarrollados. El final de la curva nunca llega al nivel del inicio ya que parte de la degradación ambiental no es reversible (Figura 2). (28)

Desde los años 80, en que Robert Bullard, conocido como el padre del movimiento de la Justicia Ambiental en el contexto de que su esposa había iniciado la lucha contra la empresa que desarrolló los centros de acopiamiento de basura en la zona aledaña a los barrios de personas de color de Houston, Texas, los conflictos socioambientales

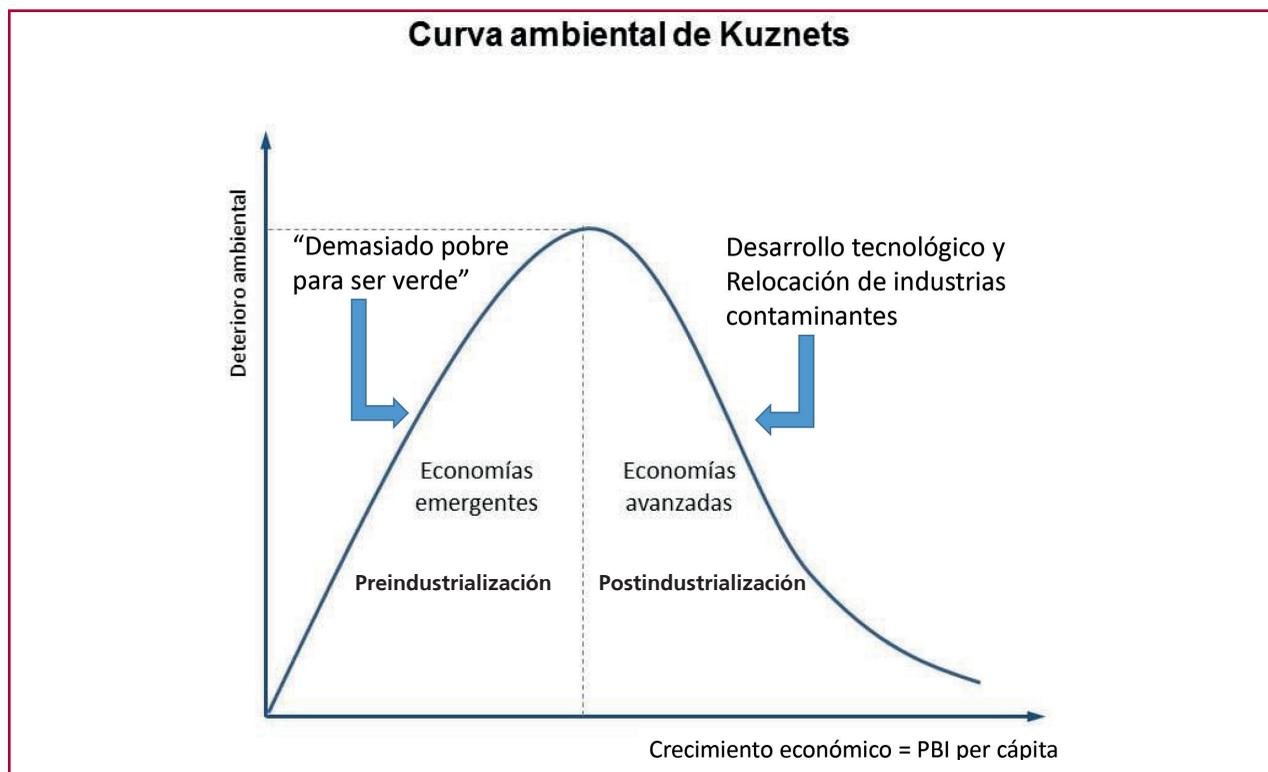


Fig. 2. Curva ambiental de Kuznets, que relaciona el crecimiento económico con el deterioro ambiental

se han multiplicado. (29) La agencia de protección medioambiental de Estados Unidos ha definido la “Justicia ambiental” como el tratamiento justo y la participación significativa de todas las personas, independientemente de sus ingresos, raza, color, origen nacional, afiliación tribal o discapacidad, en la toma de decisiones para que los individuos de una comunidad estén plenamente protegidos de los riesgos, incluyendo los relacionados con el cambio climático, para tener acceso equitativo a un entorno saludable, sostenible y resiliente en el que sea posible vivir, jugar, trabajar, aprender, crecer y participar en prácticas culturales y de subsistencia. (30) La Constitución Argentina incluye los derechos de conservación del medioambiente en su artículo 41 con el siguiente párrafo: “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo”. (31) La Universidad Autónoma de Barcelona ha creado desde el año 2014, un Atlas de la Justicia Ambiental (EJAtlas) que ha incorporado más de 4000 conflictos socioambientales de nuestro planeta, en los cuales diversas poblaciones desprotegidas son víctimas de la inequidad a la hora de exponer a la población a diferentes formas de contaminación. El 75% de estas contiendas se observan en los PBMI y, en Latinoamérica, el país que tiene mayor representación es Brasil (5,2% de los conflictos). (32) En 2018 se firmó en Escazú (Costa Rica) el “Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe” generado en el contexto de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) firmado y ratificado en 2020 por la Argentina. Según este acuerdo, el Estado debe asegurar la participación abierta e inclusiva del público en los procesos de toma de decisiones ambientales, así como brindar la información necesaria para ejercer este derecho. Debe garantizar la potestad del ciudadano de acudir a la Justicia en asuntos ambientales y salvaguardar el entorno seguro de los individuos y organizaciones que promueven los derechos humanos en asuntos ambientales. (33)

INTERVENCIONES COMUNITARIAS Y PERSONALES PARA MITIGAR LA EXPOSICIÓN Y SUS EFECTOS

Intervenciones comunitarias

Existe una serie de medidas que no están al alcance del médico asistencial, ya que compromete las políticas de salud que involucran a gobiernos municipales, provinciales o al gobierno nacional. Es responsabilidad de las Sociedades Científicas poner en agenda esta temática para que las intervenciones reduzcan la utilización de los recursos del sistema de salud, el ausentismo laboral y la morbimortalidad principalmente de causa cardiovascular y respiratoria. El programa del medioambiente de las Naciones Unidas del año 2021 (UNEP) realizó un informe de la legislación nacional sobre calidad del aire en 194 países, encontrando que 124 de ellos (64%) entre los cuales se encuentra la Argentina, tienen legislación con estándares sobre calidad del aire ambiente. La mayor parte de los países que no contienen dicha legislación son africanos. Sin embargo, los estándares incluidos en la gran mayoría de esas leyes no se alinean con las Guías Mundiales de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud del año 2021. (34,35)

Entre las medidas que podrían colaborar con la mitigación de la contaminación del aire y sus efectos podemos enumerar:

- Adoptar y asegurar el cumplimiento de las normas nacionales de calidad del aire de acuerdo con las directrices de la OMS. (35)
- Monitorizar la calidad del aire e identificar las fuentes de contaminación. Generar alertas en las comunidades en momentos en que los valores de calidad del aire se encuentran en niveles peligrosos para la salud, y planificar intervenciones para reducir la exposición ante la alarma.
- Incentivar políticas de desarrollo sustentable para reemplazar las plantas de energía contaminante por otras más limpias, como los parques eólicos y el uso de energía solar.
- Promover vehículos de baja emisión y facilitar el transporte activo (caminatas, trasladarse en bicicleta) con su doble beneficio sobre la emisión de gases contaminantes y el estímulo de la actividad física. Favorecer un transporte público eficaz y poco contaminante.
- Evitar áreas mixtas industriales/residenciales, alejando los lugares con elevada densidad de población de los sitios con mayor concentración de contaminantes.
- Modificar los sistemas de calefacción y cocción con biomasa hacia sistemas más limpios y eficaces basados en gas natural o electricidad. En áreas rurales o suburbanas, evitar la quema de residuos biológicos derivados de la actividad agrícola, ya sea mediante chipiado (convertir restos de la poda en pequeños trozos de madera o astillas) o compostaje. Otra opción podría ser la generación de biogás a partir de desechos biológicos, que brindaría el beneficio de obtener una fuente de energía con reducción en el uso de biomasa a nivel domiciliario y de la emisión de gases de efecto invernadero. (36,37)
- Mejorar la planificación urbana: generar espacios verdes para realizar actividad física y facilitar medios para el traslado sin motor, promover “vecindarios de 15 minutos” con no más de 15 minutos de caminata o bicicleta para acceder a la mayoría de los servicios esenciales y favorecer las prácticas de reducción, reciclado y reutilización. (38)
- Promover beneficios impositivos para las empresas menos contaminantes.
- Incluir la polución del aire, los efectos de otras formas de contaminación y el cambio climático en los planes de estudio de grado y de posgrado de los profesionales de la salud. Estimular la investigación para generar evidencia sobre intervenciones poblacionales e individuales que aseguren la reducción de sus efectos sobre la salud cardiovascular.

Hay intervenciones personales que se acercan algo más a la tarea cotidiana del profesional de la salud, que pueden reducir la exposición individual a los contaminantes.

- El uso de barbijos N95 puede reducir la cantidad de MP inhalado. Esta podría ser una medida útil en el contexto de altos niveles de contaminación ambiental del aire en áreas cercanas a tránsito vehicular, fuentes industriales o también en regiones aledañas a un incendio o erupción volcánica. (39)
- Uso de filtros de aire tipo HEPA (filtros de partículas de alta eficacia) en ambientes cerrados o lugares de trabajo con alto nivel de emisiones. Estos filtros remueven partículas de hasta 0,3 μg y reducirían algunos indicadores subclínicos como la presión arterial sistólica, la disfunción endotelial y la inflamación sistémica. (40)
- Evitar trasladarse o hacer ejercicio en las horas pico. Sociedades canadienses relacionadas a la actividad física recientemente publicaron recomendaciones para reducir el impacto de realizar ejercicio cerca de las fuentes de contaminación. (41)
- Cerrar ventanas y evitar la filtración del aire contaminado en hogares que tienen alto nivel de contaminación puertas afuera y, al contrario, ventilar si la fuente de contaminación está dentro del hogar. En el caso de la cocción y calefacción con biomasa que no pueden ser modificados por falta de acceso a fuentes de energía menos contaminantes, asegurar el tiraje del sistema y la ventilación de los ambientes.

- Diversas medidas farmacológicas y no farmacológicas se han propuesto para mitigar los efectos de la contaminación del aire. Dietas o fármacos antioxidantes, inhibidores del sistema renina-angiotensina y estatinas podrían tener algún papel en la reducción de las consecuencias de la polución, pero se requiere investigación más robusta para generalizar su indicación. (42)
- En cuanto a la recomendación médica de tomar medidas para reducir el riesgo emergente, quizá la inicial y más importante es algo tan sencillo como sumar al interrogatorio del paciente si está expuesto a contaminación aérea tanto intradomiciliaria como ambiental y planificar las medidas de mitigación que estén al alcance de cada individuo.

OTRAS FORMAS DE CONTAMINACIÓN

Los efectos cardiovasculares de la polución del aire han sido estudiados y se consideran el factor de riesgo ambiental más importante que se traduce en morbilidad y mortalidad en los más expuestos y vulnerables. Sin embargo, existen otras fuentes de contaminación no relacionadas con el aire que están emergiendo como productores de enfermedad, ya que afectan el sistema arterial y el perfil cardiometabólico.

Estos contaminantes emergentes son compuestos de distintos orígenes y naturaleza química o física, cuya presencia en el medioambiente durante años ha pasado en gran medida inadvertida. Son compuestos de los que relativamente se conoce poco, en cuanto a su presencia, impacto y tratamiento; en la mayoría de los casos son contaminantes no regulados.

• Contaminación del agua y el suelo

Metales pesados

Plomo: inicialmente fue identificado como causa de enfermedad ocupacional, pero, a partir del siglo XX, fue incorporado a productos de consumo como pinturas, combustibles y baterías de plomo ácido, facilitando la dispersión de su poder contaminante y generando enfermedad en la población general. El principal origen de su exposición extraocupacional en la población adulta es a través del agua ingerida y de las partículas esparcidas por el aire. Hoy en día, la exposición se expande por la alta demanda de baterías. (43) Diversos estudios epidemiológicos de gran escala han demostrado una relación causal con hipertensión. También se ha documentado la asociación entre plomo y enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, alteraciones del ritmo cardíaco y enfermedad arterial periférica, además de otras patologías no cardiovasculares. Se ha responsabilizado al plomo como causa de alrededor de un millón de muertes anuales a nivel global. (44,45)

Cadmio: la fuente más importante de la contaminación por este metal es el tabaquismo; quienes fuman pueden tener niveles séricos hasta 5 veces más altos que la población general. Otras formas de contaminación se transmiten a través de las hortalizas y la exposición ocupacional: fundición de minerales y galvanoplastia. (46)

Otros metales pesados que pueden afectar la salud cardiovascular son el mercurio –en sus formas de mercurio metálico y metilmercurio–, el arsénico, el cromo hexavalente y el cobalto.

Contaminantes relacionados con los alimentos

Los contaminantes orgánicos persistentes son químicos que perduran por años y hasta décadas en el medioambiente, bioacumulables y con potencial alto rango de transporte a distancia. Los bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y pesticidas como el DDT son los más caracterizados como productores de enfermedad.

Otra fuente está constituida por los contaminantes derivados del plástico: los ftalatos y el bisfenol A, que se usan para modificar las propiedades del plástico y hacerlos más maleables o en la producción de resinas epoxi y policarbonato.

Muchos de estos productos químicos actúan como disruptores endocrinos, favorecen el estrés oxidativo y la disfunción endotelial, la promoción de factores de riesgo como hipertensión y diabetes, favoreciendo la progresión de la enfermedad aterosclerótica, y los eventos cardiovasculares. (47)

También se ha sugerido que los microplásticos y nanoplasticos (MNP) son responsables de enfermedad cardiovascular. En un estudio italiano, cerca del 60% de los pacientes sometidos a endarterectomía carotídea por obstrucción asintomática eran portadores de MNP en el material obtenido de la cirugía. Quienes tuvieron estos productos plásticos en sus arterias mostraron mayor probabilidad de presentar infarto de miocardio, accidente cerebrovascular (ACV o *stroke*) o muerte de cualquier causa. (48)

Para mitigar los efectos de los contaminantes de los alimentos sugerimos el estímulo del consumo de alimento orgánico o agroecológico. Ambas propuestas intentan reducir la exposición a agroquímicos, tóxicos y fertilizantes sintéticos. El enfoque agroecológico agrega un componente social ligado a la idea de solidaridad y equidad, así como prácticas ligadas a la tradición y el consumo local y regional de los productos. La Sociedad Argentina de Cardiología a través del Consejo de Cardioecología y Hábitos Saludables promueve un proyecto de Producción

Familiar de Alimentos Vegetales (ProFAV) como una de las herramientas para mejorar la alimentación de la comunidad tanto para lograr alimentos más sanos como para estimular una producción sustentable. (49) El estudio de cohorte NutriNet Santé que realizó seguimiento de pacientes consumidores de alimento orgánico comparados con quienes consumen preferentemente alimento industrializado, sugirió que quienes se alimentan con productos orgánicos reducirían el riesgo de hipertensión arterial, hipercolesterolemia y diabetes tipo II. También se observó una reducción en enfermedad cardiovascular en hombres, algunos tipos de cáncer y complicaciones en el embarazo. (50-52)

• Contaminación sonora y lumínica

El ruido ambiental es aquel emitido por todas las fuentes, con excepción del ruido del ámbito laboral. Los ruidos que producen contaminación sonora más estudiados son los provenientes del tránsito y de regiones cercanas a aeropuertos. En estudios que consideraron los sonidos nocturnos que provienen de la actividad aeroportuaria, estos tuvieron correlación con un aumento de la prevalencia de hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular. El ruido del transporte motorizado ha demostrado generar disfunción endotelial, estrés oxidativo, inflamación y alteración del ritmo circadiano, favoreciendo trastornos cardiovasculares que incluyen hipertensión arterial, enfermedad coronaria crónica, síndromes coronarios agudos, accidente cerebrovascular e insuficiencia cardíaca. (53) Ciertas medidas de mitigación, como el uso de dispositivos de protección o aislamiento sonoro de habitaciones, pueden reducir el impacto sonoro sobre nuestro sistema auditivo y podrían reducir los efectos deletéreos de este tipo de contaminación.

La relación con enfermedad cardiovascular también se observó con el estímulo lumínico durante la noche, aunque mayor evidencia es necesaria para confirmar la asociación. Tanto en el caso de la contaminación sonora como lumínica, el estrés relacionado con la disrupción del sueño parece desempeñar un papel preponderante. (54,55)

• Otros contaminantes

Existen contaminantes emergentes que requieren probablemente más evidencia para declararlos factores de riesgo pero de los que hay alta sospecha de su responsabilidad en favorecer el proceso de enfermedad cardiovascular, entre ellos las ondas electromagnéticas y la ausencia de espacios verdes. Nuevas investigaciones nos permitirán conocer su verdadero poder predictor de enfermedad y generar intervenciones que puedan llevarse a cabo para contrarrestar sus efectos sobre la salud humana.

CONSIDERACIONES FINALES

Nuestra mayor aspiración es que este documento de la Sociedad Argentina de Cardiología constituya un estímulo hacia la toma de conciencia de los profesionales de la salud sobre los efectos cardiovasculares de la polución del aire. La difusión de esta problemática, el incentivo hacia la investigación, la interacción con otras sociedades científicas y la influencia sobre los formadores de políticas de salud y desarrollo es uno de los compromisos asumidos para lograr un futuro mejor. Que la población más vulnerable mejore su situación de salud en condiciones de equidad y en armonía con su entorno constituye nuestra prioridad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estadísticas vitales de Argentina. Información básica año 2022. Dirección de Estadísticas e información en salud. (Internet) Consultado el 12 de mayo 2024. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/serie_5_nro_66_anuario_vitales_2022_3.pdf
2. Miles de millones de personas siguen respirando aire insalubre: nuevos datos de la OMS. (internet) Consultado el 12 de mayo de 2024. <https://www.who.int/es/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data#cms>
3. Global Burden of Disease 2019 Risks 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;396:1135-59.
4. Roth G, Mensah G, Johnson C, Addolorato G, Ammirati E, Baddour L, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019. Update from the GBD Study. *JACC* 2020;76:2982-3021. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
5. Vohra K, Vodonos A, Schwartz J, Marais E, Sulprizio M, Mickley L. Global Mortality from Outdoor Fine Particle Pollution Generated by Fossil Fuel Combustion: Results from GEOS-Chem. *Environ Res* 2021;195:110754. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110754>
6. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJ, Ayeji O, Arnold R, Basu N, et al. The Lancet Commission on Pollution and Health. *Lancet* 2018;391:462-512. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
7. Rajagopalan S, Al-Kindi S, Brook R. Air Pollution and Cardiovascular Disease. *JACC State-of-the-Art Review*. *JACC* 2018;72:2054-70. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.07.099>
8. Miller M, Di Cesare M, Rahimzadeh S, Shrikhande S, Taylor S, Berenstein C, et al. World Heart Report 2024: Clearing the Air to Address Air Pollution's Cardiovascular Health Crisis. (internet) Consultado el 20 de Julio de 2024. <https://world-heart-federation.org/report2024>
9. Aguilera J, Konvinse K, Lee A, Maecker H, Prunicki M, Mahalingaiah S, et al. Air Pollution and Pregnancy. *Semin Perinatol* 2023;47:151838. <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2023.151838>

10. Zhang S, Qian Z, Chen L, Zhao X, Cai M, Wang C, et al. Exposure to Air Pollution during Pre-hypertension and Subsequent Hypertension, Cardiovascular Disease and Death: A Trajectory Analysis of the UK Biobank Cohort. *Environ Health Perspect* 2023;131:17008. <https://doi.org/10.1289/EHP10967>
11. Wu Y, Zhang S, Qian S, Cai M, Li H, Wang C, et al. Ambient Air Pollution Associated with Incidence and Dynamic Progression of Type 2 Diabetes: A Trajectory Analysis of a Population-Based Cohort. *BMC Medicine* 2022;20:375-86. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02573-0>
12. Clementi E, Talusan A, Vaidyanathan S, Veerappan A, Mikhail M, Ostrofsky D, et al. Metabolic Syndrome and Air Pollution: A Narrative Review of Their Cardiopulmonary Effects. *Toxics* 2019;7:6-18. <https://doi.org/10.3390/toxics7010006>
13. AirNow. Air Quality Index (AQI) Basics. (internet) Consultado el 12 de Julio de 2024. <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/>
14. Hadley M, Baumgartner J, Vedanthan R. Developing a Clinical Approach to Air Pollution and Cardiovascular Health. *Circulation* 2018;137:725-42. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030377>
15. Al-Kindi S, Brook R, Biswal S, Rajagopalan S. Environmental Determinants of Cardiovascular Disease: Lessons Learned from Air Pollution. *Nat Rev Cardiol* 2020;17:656-72. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0371-2>
16. IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. World Bank, Washington DC. 2023. TrackingSDG 7. The Energy Progress Report 2024. (internet) Consultado el 24 de junio 2024. <https://trackingsdg7.esmap.org/>
17. Lee K, Bing R, Kiang J, Bashir S, Spath N, Stelzle D, et al. Adverse Health Effects Associated with Household Air Pollution: A Systematic Review, Meta-analysis and Burden Estimation Study. *Lancet Global Health* 2020;8:1427-34. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30343-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30343-0)
18. WHO. Household Air Pollution 15 march 2023. (internet) Consultado el 1 de Julio de 2024. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
19. Clark M, Peel J, Balakrishnan K, Breyse P, Chillrud S, Naeher L, et al. Health and Household air Pollution from Solid Fuel Use: the Need for Improved exposure assessment. *Environ Health Perspect* 2013;121:1120-8. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206429>
20. Vardoulakis S, Giagloglou E, Steinle S, Davis A, Smeuwenhoek A, Galea K, et al. Indoor Exposure to Select Air Pollutants in the Home Environment: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:8972-95. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238972>
21. Ye W, Thangavel G, Pillarisetti A, Steenland K, Peel JL, Balakrishnan K, et al; HAPIN Investigators. Association between personal exposure to household air pollution and gestational blood pressure among women using solid cooking fuels in rural Tamil Nadu, India. *Environ Res* 2022;208:112756. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112756>
22. Younger A, Alkon A, Harknet K, Jean Louis R, Thompson L. Adverse Birth Outcomes Associated with Household Air Pollution from Unclean Cooking Fuels in Low and Middle-Income Countries: A Systematic Review. *Environ Res* 2022;204:112274. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112274>
23. Air Pollution and Child Health: Prescribing Clean Air. Department of Public Health, Environmental and Social Determinants of Health, Climate and Other Determinants of Health Cluster, World Health Organization, 2018. (internet) Consultado el 28 de julio de 2024. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/275545/WHO-CED-PHE-18.01-eng.pdf?sequence=2>
24. Miller M, Landrigan P, Arora M, Newby D, Münzel T, Kovacic J. Environmentally Not So Friendly; Global Warming, Air Pollution, and Wildfires: JACC Focus Seminars Part 1. *JACC* 2024;83:2291-307. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2024.03.424>
25. Newby D, Mannucci P, Tell G, Baccarelli A, Brook R, Donaldson K et al. Expert Position Paper on Air Pollution and Cardiovascular Disease. *EHJ* 2015;36:83-93. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu458>
26. Temas estadísticos de la CEPAL (Naciones Unidas) marzo 2024. Eventos Naturales Extremos y Desastres en América Latina y El Caribe 1990-2022: Una Revisión Estadística. (Internet) Consultado el 10 de julio 2024. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a6af6f1a-802a-4cb5-81a2-a87f50450806/content>
27. Air Pollution and Noncommunicable Disease: A review by the Forum of International Respiratory Societies Environmental Committee, Part 1: The Damaging Effects of Air Pollution. *Chest* 2019;155:409-16.
28. Stern D. Environmental Kuznets Curve. *Encyclopedia of Energy* 2004;2:517-25. <https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00454-X>
29. Robert D Bullard. American Sociologist and environmental activist. *Encyclopedia Britannica* (internet) Consultado el 16 de Julio de 2024. <https://www.britannica.com/place/Robert-D-Bullard>.
30. United States Environment Protection Agency: environmental justice. (internet) Consultado el 17 de Julio de 2024. <https://www.epa.gov/environmentaljustice>
31. Constitución de la Nación Argentina 1994, artículo 41.
32. El 75% de los conflictos ambientales registrados en el EJAAtlas tiene lugar en países de rentas bajas. Institut de Ciencia i Tecnologia Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona. (internet) Consultado el 20 de julio de 2024. <https://www.uab.cat/servlet/ContentServer/sala-de-prensa/detalle-noticia/el-75-de-los-conflictos-ambientales-registrados-en-el-ajatlas-tiene-lugar-en-paises-de-rentas-bajas-1345830290069.html?detid=1345918976113>.
33. Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe” CEPAL, Escazú marzo de 2018. (internet) Consultado el 24 de julio de 2024. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/624ca75e-7b4e-4f1b-b314-1f9d27ee3245>.
34. United Nations Environment Programme (UNEP). Regulating Air Quality: The first global assessment of air pollution legislation. Nairobi; 2021.
35. WHO Global Air Quality Guidelines. Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide And Carbon Monoxide. World Health Organization 2021. (internet) Consultado el 20 de julio de 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
36. Zhao B, Zheng H, Wang S, Smith K, Lu X, Aunan K et al. Change in Household Fuel Dominates the Decrease in PM (2,5) Exposure and Premature Mortality in China in 2005-2015. *Proc Natl Acad Sci USA* 2018;115:12401-6. <https://doi.org/10.1073/pnas.1812955115>
37. Yan B, Li Y, Shi W, Yan J. Biogas Potential from Agricultural Waste and its CO₂ Emission Reduction: A Case Study of Hubei Province, China. *Environ Sci Pollut Res Int* 2023;30:66170-185. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27195-8>
38. Shoina M, Voukkali I, Anagnostopoulos A, Papamichael I, Stylianou M, Zorpas A. The 15-minute City Concept: The Case Study Within a Neighbourhood of Thessaloniki. *Waste Manag Res* 2024;42:694-710. <https://doi.org/10.1177/0734242X241259926>
39. Quantifying the Health Benefits of Face Masks and Respirators to Mitigate Exposure to Severe Air Pollution. Kodros J, O`Dell K, Samet J, L`Orange C, Pierce J, Volckens J. *Geohealth* 2021;5. <https://doi.org/10.1029/2021GH000482>
40. Allen R, Barn P. Individual- and Household-Level Interventions to Reduce Air Pollution Exposures and Health Risks: a Review of the Recent Literature. *Curr Envir Health Rep* 2020;7:424-40. <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00296-z>

41. Hung A, Koch S, Bougault V, Gee C, Bertuzzi R, Elmore M et al. Personal Strategies to Mitigate the Effects of Air Pollution Exposure During Sport and Exercise: a Narrative Review and Position Statement by the Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine and the Canadian Society for Exercise Physiology. *Br J Sports Med* 2023;57:193-202. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106161>
42. Miller M. The Cardiovascular Effects of Air Pollution: Prevention and Reversal by Pharmacological Agents. *Pharmacol Ther* 2022;232:107996. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2021.107996>
43. Miller M, Landrigan P, Arora M, Newby D, Münzel T, Kovacic J. Water, Soil, Noise and Light Pollution. *JACC Focus Seminar Part 2. J Am Coll Cardiol* 2024;83:308-2323. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2024.03.421>
44. Schober S, Mirel L, Graubard B, Brody D, Flegal K. Blood Lead Levels and Death from All Causes, Cardiovascular Disease, and Cancer: Results from the NHANES III Mortality Study *Environ Health Perspect* 2006;114:1538-41. <https://doi.org/10.1289/ehp.9123>
45. The Public Health Impact of Chemicals: Knowns and Unknowns – Data Addendum for 2019. World Health Organization 2021 (internet) Consultado el 8 de septiembre de 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-EHD-21.01>
46. Public Health Statement for Cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (USA). (internet) Consultado el 22 de Julio de 2024. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/PHS/PHS.aspx?phsid=46&toxid=15>
47. Argacha J, Mizukami T, Bourdrel T, Bind M. Ecology of the System: Part II- a Focus on Non-Air Related Pollutants. *Trends Cardiovasc Med* 2019;29274-82. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2018.09.003>
48. Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *N Engl J Med* 2024;390:900-10. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309822>
49. Berenstein C. Alimentación en el Antropoceno: ¿Por qué debemos saber los cardiólogos de huertas? *Rev Interam Cardiol* 2024;1:85-91. <https://doi.org/10.24875/RIAC.23000033>
50. Baudry J, Méjean C, Péneau S, Galan P, Hercberg S, Lairon D et al. Health and Dietary Traits of Organic Food Consumers: Results from the NutriNet-Santé Study. *Br J Nutr* 2015;114:2064-73. <https://doi.org/10.1017/S0007114515003761>
51. Baudry J, Assmann K, Touvier M, Alles B, Seconda L, Latino-Martel P et al. Association of Frequency of Organic Food Consumption with Cancer risk. *JAMA Intern Med* 2018;178:1597-606. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.4357>
52. Liu B, Curl C, Brantsaeter A, Torjusen H, Sun Y, Du Y et al. Perspective: Organic Food Consumption During Pregnancy and the Potential Effects on Maternal and Offsprings Health. *Adv Nutr* 2023;14:12-21. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2022.11.001>
53. Münzel T, Daiber A, Steven S, Tran L, Ullman E, Kossmann S, et al. Effects of Noise on Vascular Function, Oxidative Stress, and Inflammation: Mechanistic Insight from Studies in Mice. *Eur Heart J* 2017;38:2838-49. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx081>
54. Sun S, Cao W, Ge Y, Ran J, Sun F, Zeng Q, et al. Outdoor light at night and risk of coronary heart disease among older adults: a Prospective Cohort Study. *Eur Heart J* 2021;42:822-30. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa846>
55. Münzel T, Kroll-Schon S, Oelze M, Gori T, Schmidt F, Steven S, et al. Adverse cardiovascular effects of traffic noise with a focus on nighttime noise and the new WHO noise guidelines. *Annual Review in Public Health* 2020;41:309-28. <https://doi.org/10.1146/annurev-publ-health-081519-062400>