

Alternativas contra la contaminación ambiental.

El enfoque del internista

Sergio A. Islas Andrade* ♦ Alberto Lifshitz Guinzberg**

RESUMEN

El potencial patógeno de la contaminación ambiental depende del tipo de contaminante, de su concentración, su permanencia y las características de los hospederos. Ante la amenaza que representan conviene estar al acecho de los efectos sobre la salud, que sólo serán reconocidos si se intenta una descripción anticipada. Se puede distinguir un síndrome agudo y un síndrome crónico que constituyen el marco de referencia para una eventual vigilancia epidemiológica.

Los medios masivos de comunicación casi a diario hacen referencia a problemas de contaminación y, en no pocas ocasiones, señalan a ésta como responsable de los daños a la salud.

Conviene comentar que nunca en la historia del planeta ha existido un ambiente libre de contaminantes, y el solo hecho de que estos estén presentes no es razón suficiente para que se produzcan efectos adversos en la salud humana, debido a que se requieren ciertas características coexistiendo como son, el tiempo y la frecuencia de exposición a una sustancia o agente, la dosis, la susceptibilidad, etc.

Por otro lado, existe la corriente que tiende a minimizar la problemática de la polución con argumentos en el sentido de que las tasas de morbi-mortalidad no se han incrementado en las zonas con niveles elevados de contaminación en relación con aquellas donde ésta es menor.

Es indudable que la contaminación existe en distintas magnitudes. Son diversas las fuentes que la originan y van desde la actividad que utiliza procesos industriales para la transformación de las que se derivan las complejas mezclas de contaminantes, la originada en los productos agrícolas por la utilización de plaguicidas y fertilizantes, la contaminación biológica por microorganismos por procesos inadecuados en la manufactura de alimentos o la manipulación deficiente de los mismos, hasta la que se produce por desechos humanos, como son las excretas y la basura.

Al analizar objetivamente el caso de la ciudad de México en el complejo caso de la contaminación del aire, intervienen diversos factores como la ubicación geográfica, un valle con

SUMMARY

Potential pathogenesis from pollution depends on the kind of contaminant, its concentration, its duration in environment and on host's characteristics. Faced to the threat of medical consequences of pollution, it is necessary to be alert to recognize them, with an anticipated description. Two syndromes can be distinguished, one acute and the other chronic, that may be useful as reference for an eventual epidemiologic surveillance.

una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar, rodeado por montañas mucho mayores e inmerso en una gran concentración de industrias transformadoras, aproximadamente 2'500,000 vehículos y cerca de 16 millones de habitantes. Con estas características se emiten a la atmósfera cinco millones de toneladas de contaminantes por año, de las que el 80 por ciento son producidas por vehículos automotores, 15 por ciento por fuentes fijas y 5 por ciento por causas naturales.¹

Se han establecido índices de referencia avalados por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud, que han fijado los límites máximos permisibles por tipo de contaminante al que puede ser expuesto el ser humano, sin sufrir daños a la salud. En México, son medidos por el Índice Mexicano de Calidad del Aire (IMECA). Este índice señala para cada uno de los cinco contaminantes principales del aire: monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas totales; un valor de 0 a 100 puntos. Si estas concentraciones son superadas pueden ocasionar molestias y daños a la salud, los que se agudizan conforme aumenta el nivel de contaminantes. Se fijó en 500 puntos el nivel en que se inicia el periodo de emergencia; sin embargo, a partir de los 200 puntos se adoptan medidas preventivas obligatorias para reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera.²

Por lo que se refiere a los daños a la salud, los contaminantes referidos han sido vinculados, en diversos estudios, con alteraciones de la función respiratoria en niños y en personas con enfermedades previas;³ asimismo se ha asociado con aumento de las crisis asmáticas y con problemas de rinitis alérgica y cefaleas. Sin embargo, no se puede afirmar científicamente que exista el problema en vista de que se carecen de

* Jefe de la División de Medicina del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

** Titular de la Jefatura de Educación Médica del IMSS. Académico numerario.

estudios controlados y/o de seguimiento a plazo mediano o largo o bien de tipo epidemiológico.

Cada vez con más frecuencia se utiliza el término de medicina ambiental para referirse al estudio y manejo de los efectos sobre la salud atribuidos a factores extrínsecos, con particular referencia en los agentes físicos y químicos.⁴

En el presente siglo, los avances en el control de enfermedades infecciosas y parasitarias, ha hecho que la expectativa de vida de las personas que nacen y se desarrollan en grandes ciudades, se haya incrementado; de tal manera que estas enfermedades han sido superadas por enfermedades cronicodegenerativas, el cáncer y las anomalías en el crecimiento y desarrollo. Estas enfermedades tienen además acompañantes inevitables como la senectud, los hábitos dietéticos y sociales, los cambios en los estilos de vida y otros factores extrínsecos de riesgo, de los cuales los más importantes son: los agentes físicos y químicos del aire, la comida, el agua, las drogas y los cosméticos. El medio ambiente comprende entonces innumerables factores de riesgo con un sinnúmero de combinaciones.⁵

Mecanismos en la producción de enfermedades por contaminantes ambientales. Efectos adversos sobre la salud

Las enfermedades por contaminantes ambientales son consecuencia de un conjunto heterogéneo de interacciones entre agente y huésped, de manera que cualquier intento de sistematizar la descripción de los mecanismos de daño es una sobresimplificación artificiosa. Sin embargo, intentando hacerlo, los efectos de los distintos contaminantes sobre el organismo humano se pueden incluir en alguno de los siguientes mecanismos de daño.⁶

A) Toxicidad: se refiere a los efectos que cada uno de los agentes ejerce sobre el organismo, en proporción con la dosis del agente. Por ejemplo el monóxido de carbono, propicia la formación de carboxihemoglobina en razón directa a su concentración atmosférica y a su concentración alveolar. El plomo, interfiere con el metabolismo de las porfirinas según la concentración que alcance en los tejidos.⁷

B) Hipersensibilidad: si se mide la relación dosis-respuesta de cualquier agente en un grupo de personas, se obtiene una curva normal en cuya parte central se encuentra la mayoría de los individuos que presentan la respuesta habitual, mientras que en los extremos, se encuentran los pocos que tienen una respuesta mínima o exagerada a los efectos de los agentes. La diferencia entre hipersensibilidad y toxicidad es puramente cuantitativa.

Hay ciertas condiciones que vuelven al huésped más sensible a los efectos de los agentes contaminantes, por

ejemplo, el estado de nutrición, la integridad de sus sistemas orgánicos de defensa, la presencia de enfermedades predisponentes, etc.⁸

C) Mecanismos inmunitarios: se ha propuesto que muchos contaminantes ambientales actúan como haptenos e inducen la formación de anticuerpos IgG y que ante la exposición a un agente químico particular, forman complejos inmunes circulantes, que activan el sistema del complemento y mediadores de inflamación. Asimismo, se ha propuesto que ciertas enfermedades por contaminantes ambientales involucran trastornos de regulación inmunitaria causados por la toxicidad sobre linfocitos T supresores, de manera que propician respuestas inmunitarias excesivas.⁹⁻¹⁰

D) Reacciones anormales de causa genética: en este terreno, se ha considerado el término de "idiosincrasia" para referirse a las respuestas patológicas que despiertan ciertos agentes y no están mediadas por mecanismos inmunitarios. Por ejemplo, los individuos con deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, que pueden desarrollar una crisis hemolítica cuando se someten a agentes oxidantes.⁶

E) Aspectos psicológicos: en las investigaciones que se han desarrollado sobre las consecuencias del aire contaminado sobre la conducta humana, se han analizado básicamente los efectos de por lo menos cuatro agentes químicos: CO, NO₂, SO₂ y el ozono. En condiciones de baja estimulación sensorial o social (sujetos aislados en una cabina a prueba de ruidos) o cuando las tareas son muy prolongadas o extremas, hay disminución de la atención debido a aspiración de monóxido de carbono. Las altas concentraciones de oxidantes ambientales incrementó el número de accidentes automovilísticos en Los Ángeles, California.³⁻¹¹

Monóxido de carbono

La afinidad de la hemoglobina para el CO es 210 veces mayor que para el oxígeno, pero cuando se forma carboxihemoglobina, ésta libera al CO muy lentamente. Adicionalmente, cuando se forma carboxihemoglobina, la curva de disociación de la HbO₂ restante, se desplaza a la izquierda, disminuyendo así la cantidad de oxígeno liberado. La gravedad de los efectos adversos, es decir, lo que se mencionó antes como toxicidad, guarda relación con los niveles de carboxihemoglobina y con el tiempo de exposición. Así, los niveles bajos de carboxihemoglobina ocasionan una disminución de la capacidad para percibir la luz y cierta desorientación. Los niveles moderados pueden romper el equilibrio del consumo y suministro miocárdico de oxígeno y ocasionar insuficiencia coronaria en individuos susceptibles por otros factores de riesgo. Los niveles altos producen cefalea, somnolencia, coma y muerte.¹²

En el Cuadro I, se presentan algunos de los efectos del CO sobre la salud en relación con los niveles de carboxihemoglobina.

Cuadro 1. Efectos del monóxido de carbono sobre la salud

Nivel de COHb (%)		Efectos demostrados
<	1.0	Ningún efecto aparente.
1.0 -	2.0	Alteraciones leves de la conducta.
2.0 -	2.0	Efectos sobre el SNC, incapacidad para determinar o distinguir intervalos de tiempo, fallas en la agudeza visual, en la discriminación de la brillantez y algunas otras funciones motoras.
>	5.0	Cambios funcionales pulmonares y cardíacos.
10.0 -	80.0	Cefalea, fatiga, somnolencia, coma, falla respiratoria y muerte.

Hidrocarburos

Los efectos de éstos sobre la salud a largo plazo no se conocen suficientemente.

El formaldehído es muy irritante y su inhalación a concentraciones altas puede provocar alteraciones respiratorias graves como asma, hemorragia pulmonar y edema pulmonar entre otras. Al contacto directo con la piel y los ojos, causa quemaduras. Existe evidencia que puede ocasionar abortos, anemia, alteraciones menstruales y toxemia en exposiciones laborales, así como productos con bajo peso. Sin embargo, en un estudio sobre los efectos agudos y crónicos de este compuesto sobre las membranas mucosas y los pulmones, después de una exposición media de 10 años, no hubo evidencia de que ocasionara cambios respiratorios permanentes.¹³

El benceno a dosis altas produce somnolencia, coma y muerte. La exposición crónica se relaciona con anemias graves, leucemia y alteraciones cromosómicas

Partículas suspendidas

De manera general, cuando el ambiente está contaminado con altas concentraciones de partículas suspendidas (PS), la incidencia y morbilidad de enfermedades respiratorias, aumenta. Algunos efectos se pueden relacionar con la composición de estas partículas, así algunos procesos alérgicos de vías respiratorias pueden asociarse con la presencia de ciertas algas, esporas y pólenes; el desarrollo de fibrosis pulmonar y algunos procesos neoplásicos como los mesoteliomas, en ambientes contaminados con fibras de asbestos y silicatos. Por último, las partículas que contienen metales tóxicos favorecen las infecciones respiratorias agudas al inhibir la actividad de los macrófagos alveolares, y asimismo favorecen el desarrollo de enfermedades crónicas como la pulmonar obstructiva.¹⁴

Óxidos de azufre

Principalmente el bióxido de azufre irrita los ojos y las vías respiratorias. Su presencia en la atmósfera se ha correlacionado con aumento en la morbi-mortalidad por padecimientos cardiovasculares y pulmonares crónicos.

No se conocen con exactitud los efectos a largo plazo sobre la salud de este contaminante.¹²

Óxidos de nitrógeno

Principalmente el bióxido de nitrógeno es irritante para los ojos y la mucosa de las vías respiratorias. Hay ciertas evidencias de que exagera la sintomatología en personas con padecimientos pulmonares crónicos y de que puede aumentar la susceptibilidad a las infecciones respiratorias.¹²

No se conocen los efectos sobre la salud de la exposición prolongada a niveles bajos (menos de 1 ppm).

En el Cuadro 2, se muestran los efectos del bióxido de nitrógeno y su concentración

Cuadro 2. Efectos del bióxido de nitrógeno sobre la salud

Concentración (ppm) Efectos	
1 - 3	Concentración mínima para que su olor sea detectable.
13	Principia la irritación en ojos, nariz y faringe.
25	Causa congestión y enfermedades pulmonares.
100 - 1000	Mortal en exposiciones breves.

Ozono

El ozono provoca cambios estructurales muy graves en las vías respiratorias con destrucción del epitelio alveolar y de las células endoteliales.

Los mecanismos bioquímicos responsables de estos efectos incluyen la liberación de histamina, oxidación de los grupos sulfhidrilo, oxidación de lípidos polisaturados, formación de peróxidos y radicales libres.

Las manifestaciones tóxicas agudas incluyen tos, resecaedad de las vías respiratorias superiores, irritación de los ojos, nariz y faringe. Cuando la concentración es muy alta, puede causar edema pulmonar y muerte.

Las investigaciones en animales indican que el ozono tiene capacidad mutagénica y carcinógena.

Se ha observado que el ozono induce tolerancia por mecanismos no bien establecidos; probablemente por disminución de la sensibilidad del receptor y aumento en la producción de moco en la vía aérea.

Los efectos a largo plazo, con niveles bajos, son cefalea, fatiga, disnea y disfonía.¹⁵⁻¹⁶

En el Cuadro 3, se muestran los efectos del ozono en relación a su concentración.

Cuadro 3: Efectos del ozono sobre la salud

Concentración (ppm)		Efectos
0.02 - 0.05		Concentración mínima para que tenga un olor detectable.
0.03		Principia la irritación de nariz y faringe.
1 - 3		Causa fatiga, cefalea, pérdida de la coordinación.
9		Causa congestión y enfermedad pulmonar.
15		Mortal con exposiciones breves.

Perspectivas terapéuticas en el daño por contaminantes

La medición específica de los factores ambientales para determinar de manera válida y confiable sus efectos, mecanismos de acción, posibilidades de eliminación y sobre todo el control y aleatorización de variables, resulta sumamente difícil.

En la actualidad, la investigación que se está realizando al respecto se encuentra en etapas iniciales, aunque existen algunos estudios que relacionan estadísticamente sus efectos; la comprobación empírica y experimental en seres humanos, tiene por necesidad limitaciones éticas.

Con base en ello, en el Instituto Mexicano del Seguro Social, hemos intentado sistematizar las manifestaciones más comunes e integrar un Síndrome por Contaminación Atmosférica. Este síndrome puede ser agudo o crónico.

Síndrome agudo por contaminación atmosférica

Este síndrome estaría relacionado con la exposición aguda a altas concentraciones de uno o varios contaminantes, y predominarían las manifestaciones propias del principal contaminante involucrado, ya que el aumento agudo de todos los contaminantes habitualmente no ocurre. Las manifestaciones que se han integrado en estos síndromes corresponden a los contaminantes más abundantes. Sin embargo, debemos de tomar en cuenta que existen otros contaminantes en menor concentración pero con mayor toxicidad, y que no se monitorean sistemáticamente.

Síndrome crónico por contaminación atmosférica

Este síndrome estaría relacionado con la exposición crónica a bajas concentraciones de los diferentes contaminantes, con las siguientes manifestaciones clínicas:

- Ardor de ojos, lagrimeo e hiperemia conjuntival.
- Gestión y prurito nasal, congestión y dolor faríngeo, disnea.
- Tos seca o productiva.
- Astenia y adinamia
- Cefalea, somnolencia, disminución de la capacidad de concentración.

Hallazgos de laboratorios

- Gasometría arterial: Hipoxemia ($pO_2 < 60$ torr), tendencia a la alcalosis respiratoria ($pCO_2 < 33$ torr).
- Citología hemática: Poliglobulia
- Carboxihemoglobina: Concentración $> 1\%$.

Hallazgos de gabinetes

- Rx de tórax. Cambios relacionados con la inflamación crónica de las vías respiratorias, hiperclaridad pulmonar, etc.
- Espirometría. Disminución de la capacidad vital y volumen espiratorio forzado.

La distribución de contaminantes en el área metropolitana no es uniforme, ya que generalmente existe predominio de uno o dos contaminantes por zona, y por lo tanto en el síndrome por contaminación predominarían las manifestaciones propias del contaminante(s) que se encuentren en mayor concentración según sea la zona estudiada.

Terapéutica propuesta

Estaría encaminada a combatir los efectos demostrados para todos y cada uno de los contaminantes atmosféricos descritos de manera general y/o específica.

Medidas generales. Uso sistemático de colirios inertes, uso de lubricantes de la mucosa nasal, terapia mecánica, fisioterapia, terapia con fármacos: broncodilatadores, mucolíticos, glucocorticoides, antibióticos; disminuir o suspender el hábito tabáquico, salir de la zona de mayor contaminación, evitar el ejercicio intenso en las zonas de mayor contaminación.

Medidas específicas. Oxigenación hiperbárica en la intoxicación aguda por monóxido de carbono, antihistamínicos en la intoxicación por ozono, corrección de las alteraciones del equilibrio ácido-base.

Perspectivas de investigación

Las perspectivas que en materia de investigación se pueden sugerir tendrían que enfocarse desde el punto de vista epidemiológico y desde el punto de vista toxicológico.

Epidemiológico

Este tipo de estudio nos permitiría, caracterizar el síndrome agudo y el síndrome crónico por contaminación atmosférica. Se podría establecer la frecuencia y distribución del síndrome general a partir de encuestas descriptivas y comparativas en la población. Nos permitiría también determinar la morbi-mortalidad del síndrome a partir de estudios longitudinales prospectivos, y de cohortes. Estimariamos el riesgo de padecer el síndrome en la población expuesta mediante estudios de casos y controles.

Toxicológicos

Este abordaje nos ayudaría a establecer la influencia real que tienen los contaminantes atmosféricos sobre la salud, mediante estudios experimentales, asimismo podríamos determinar la utilidad real de las medidas terapéuticas propuestas mediante ensayos clínicos controlados.

Referencias

1. Juan Mercedes. Mitos y realidades de la contaminación en el Valle de México. En: Examen 1991:44.
2. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Subsecretaría de Ecología.
3. Landazuri Ortiz AM. Efectos de la contaminación en la conducta humana ICYT, Información Científica y Tecnológica 1989;11:5-9
4. Rom WN: The discipline of environmental and occupational medicine. In Environmental and Occupational Medicine. Boston, Little, Brown, 1983:3-6
5. Islas-Andrade S. El internista frente a la salud ambiental. Medicina Interna (Mex) 1990;2:33-36
6. Lifshitz A. Mecanismos en la producción de enfermedades por contaminantes ambientales. Medicina Interna (Mex) 1990;2:35-36
7. American College of Physicians-Clinical Ecology. Ann Intern Med 1989;111:168-178
8. Committee on Environmental Hypersensitivities. Report of the Ad Hoc Committee on Environmental Hypersensitivity Disorders. Toronto, Ontario Ministry of Health; 1985
9. Rea WJ, Bell JR, Suits CW, Smiley RE. Food and Chemical susceptibility after environmental chemical overexposure: case histories. Ann Allergy 1978;41:101-9
10. Levin AS, McGovern JJ, Le Cann LL. Immune complex mediated vascular inflammation in patients with food and chemical allergies. Ann Allergy 1981;47:138
11. Lewis J, Naddale K, Banham K, Lovitt D. Traffic pollution and mental efficiency. Nature 1970;225:95-97
12. Dickson RT. Contaminación del aire. En: Dickson RT, Química. Enfoque ecológico. México, Limusa S.A. 1989:169-198
13. Horvarth MS, Gliner AJ, Folinsbee JL. Adaptation to ozone: Duration of effect. Am Rev Respir Dis 1981;123:496-499
14. Secretaría de la Defensa Nacional y Departamento del Distrito Federal: Memoria de la Reunión sobre Salud y Ambiente en la Ciudad de México, México 1989
15. Lin SW, Medway AD, Anzar TU. Persistence of adaptation to ozone in volunteers exposed repeatedly for six weeks. Am Rev Respir Dis 1980;121:431-439
16. Kulle JT, Sauder RL, Hebel RJ, Chatham DM. Ozone response relationships in healthy nonsmokers. Am Rev Respir Dis 1985;132:36-41.