



**Universidad de Ciencias Médicas
de Granma**

**Facultad de Ciencias Médicas de Bayamo
Dr. Efraín Benítez Popa**

EVENTO NACIONAL AMBIMED 2021

Contaminación atmosférica y su influencia en la salud cardiovascular

Autores:

- Lilianna Yesenia Garcés Rivero ^I
- Rachel Roxana Domínguez Rivero ^{II}
- Elizabeth de la Caridad Milán Villegas ^{III}

^I Estudiante de 3er año de Medicina. Alumno ayudante de Neurología. E-mail:
liliannagarces@gmail.com

^{II} Estudiante de 4to año de Medicina. Alumno ayudante de Cardiología

^{III} Estudiante de 4to año de Medicina. Alumno ayudante de Neurología

Granma

Septiembre, 2021

RESUMEN

La contaminación ambiental se ha convertido en la principal causa reversible de discapacidad y muerte prematura mundial. Ha sido responsable del 21% de todas las muertes por enfermedad cardiovascular, del 26% de las muertes por cardiopatía isquémica y del 23% de las muertes por accidente cerebrovascular. Se realizó una revisión bibliográfica de 20 documentos, mediante una búsqueda actualizada en Google, Wikipedia y revistas tanto nacionales como internacionales, con el objetivo de describir los efectos de la contaminación ambiental en la salud cardiovascular. Se concluyó que la contaminación ambiental es un problema mundial que afecta a varios países, y que las intoxicaciones por Monóxido de Carbono se relacionan con afectaciones cardiovasculares importantes, llegando a ser desde moderadas hasta mortales.

Palabras clave: contaminación ambiental, enfermedad cardiovascular, monóxido de carbono

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica se define como la presencia en la atmósfera de elementos contaminantes que alteran su composición y que afectan a cualquier componente del ecosistema. Los efectos de los contaminantes sobre la salud se han estudiado a través de diversos modelos experimentales (exposición a contaminantes de células, tejidos, animales y voluntarios) y epidemiológicos (episodios de contaminación, comparación de poblaciones expuestas versus no expuestas, sanos versus enfermos y meta análisis).¹

La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre.²

Desde hace aproximadamente 15 años se ha acumulado un número creciente de evidencias epidemiológicas, experimentales y clínicas respecto a la relación entre la concentración de material particulado atmosférico (PM) y diversos daños en los sistemas respiratorio y cardiovascular. En un comienzo, el interés de las investigaciones se centró en el daño respiratorio, atendiendo a los crecientes niveles de contaminación atmosférica, producidos por la vida moderna en las grandes ciudades y a su relación con la incidencia de enfermedades respiratorias.³

En cuanto al sistema cardiovascular, las investigaciones son más recientes, pero también significativas, respecto a la relación de la contaminación atmosférica con la mortalidad y morbilidad de algunas patologías, especialmente angina de pecho, arritmias, infarto miocárdico y accidente cerebrovascular.³

Objetivo: Describir los efectos de la contaminación ambiental en la salud cardiovascular.

DESARROLLO

El incremento de la mortalidad asociado a aumentos en los niveles de contaminación atmosférica es un hecho constatado en múltiples estudios epidemiológicos. Las primeras evidencias sobre el impacto de la contaminación atmosférica en la salud se generaron después de episodios que ocurrieron a mediados del siglo XX, en los que se observó un exceso de muertes e ingresos hospitalarios, especialmente por causas respiratorias y cardiovasculares, coincidentes con incrementos muy acentuados de la contaminación atmosférica.⁴

La contaminación del aire ambiente ocupa el noveno lugar entre los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular modificables, por encima de otros factores como la escasa actividad física, la dieta alta en sodio, colesterol alto, y el consumo de drogas. Entre las múltiples vías que vinculan la contaminación del aire a la morbilidad y mortalidad cardiovascular, los más relevantes son la inducción de estrés oxidativo, la inflamación sistémica, disfunción endotelial, aterotrombosis y arritmogénesis. Existe variación temporal de las concentraciones de contaminación del aire en relación con las condiciones climáticas que afectan a la dispersión de la contaminación. La contaminación del aire exterior (especialmente PM 2,5) se infiltra en los edificios y la mayoría de la exposición se produce normalmente en el interior.⁵

Debido al impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud, la Organización Mundial de la Salud ha revisado las directrices sobre la calidad del aire, por primera vez aplicables en todo el mundo, en las que se establecen nuevos límites recomendados de la concentración de algunos contaminantes. Los contaminantes atmosféricos, especialmente las partículas en suspensión, se relacionan con efectos adversos para la salud en concentraciones cada vez más bajas; no se ha identificado ninguna concentración segura.⁶

Aunque es intuitivo que la contaminación del aire es un estímulo importante para el desarrollo y la exacerbación de enfermedades respiratorias, como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el cáncer de pulmón, generalmente hay

menos conciencia pública de su impacto sustancial en la enfermedad cardiovascular. Históricamente, la gran niebla de Londres de 1952 condujo a un aumento en la muerte cardiovascular, así como las muertes por enfermedades respiratorias. Estudios posteriores en la década de 1990, como los estudios de cohortes Harvard Six Cities y American Cancer Society, establecieron una asociación positiva duradera entre la exposición a largo plazo a la contaminación del aire y la mortalidad total y cardiovascular, principalmente debido a la enfermedad de las arterias coronarias.⁷

Los químicos pueden afectar el corazón directamente o indirectamente llevando a ECV, ciertos tóxicos pueden afectar el riñón produciendo hipertensión arterial y esta a su vez produciendo cardiopatía, o alteraciones como el cor pulmonale el cual produce hipoxia tisular que conduce a enfermedades cardiacas. Algunos materiales o sustancias químicas se han relacionado con la aparición de enfermedades cardiovasculares.⁸

Son varias las patologías cardiovasculares susceptibles frente a la contaminación atmosférica:

1. Eventos coronarios agudos e infarto miocárdico. Con una casuística importante (12.800 pacientes con coronariografía contemporánea) Pope y col15 observaron que un incremento de la concentración de MP 2,5 de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ determina un aumento del riesgo de angina inestable e infarto agudo miocárdico en porcentajes significativos (>4,5%) cuando se trata de exposiciones agudas. El riesgo relativo es mayor en los casos con coronariografías positivas (con obstrucciones críticas o importantes) y el riesgo es menor si las coronarias no están obstruidas. En exposición crónica a partículas pequeñas (MP 2,5), los mismos autores han demostrado un aumento del riesgo de muerte por enfermedad isquémica cardiaca de 18% frente a cada aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la concentración de partículas.⁹
2. Hipertensión arterial y crisis hipertensiva. En 5.112 sujetos entre 45 y 84 años de edad, sin enfermedad cardiovascular, incluidos en un estudio multiétnico de arterioesclerosis en USA, se observó que un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP

2,5 durante un mes se asoció a un aumento significativo de la presión arterial (PA) sistólica (promedio + 1 mmHg) y de la presión de pulso (+1,12 mmHg). Los cambios fueron menores y no significativos para la PA diastólica y la media. Los autores sugieren que podría existir un cambio en alza de la regulación de la presión arterial.⁹

3. Accidente cerebro vascular. En la ciudad de Kaohsiung de Taiwán, en un estudio cruzado, caso a caso, se observó que las hospitalizaciones por infarto y hemorragia cerebrales eran mayores por cada 25% de aumento de la concentración de MP 10 y de NO₂. El riesgo de accidente hemorrágico fue de 54% y de trombosis de 56%, ambos significativos. Lo interesante del estudio es que los cambios se produjeron en tiempo templado, con temperaturas promedio de 20°C.⁹
4. Arritmias. En exposición crónica a MP 2,5, el estudio de Pope y col18 mostró que el riesgo de arritmia y mortalidad por paro cardíaco aumentó 13% por cada incremento de 10 µg/ m³ de la concentración de partículas. En Brasil, Santos y col25 evaluaron en forma seriada las hospitalizaciones debidas a arritmias y observaron que los aumentos de 22 µg/m³ de la concentración de MP10 se correlacionaban con aumento de 6,7% de hospitalizaciones por arritmias. Se ha sugerido que la respuesta cardiovascular por la contaminación del aire, expresada como estrés, es consecuencia de la interacción entre el sistema autonómico, el estado del miocardio y la vulnerabilidad de éste, lo que puede llevar a respuestas arritmogénicas o de tipo isquémico. El ECG da información valiosa sobre el comportamiento y el estado del miocardio, especialmente en relación a los cambios del segmento ST y a los inducidos por la influencia del sistema autónomo.⁹
5. Cambios del sistema autonómico. Se ha observado que el control autonómico cardíaco se altera con la contaminación por partículas. Los incrementos de MP10 se asocian a aumentos de la frecuencia cardíaca y a reducción de la variabilidad de ella, revelada ésta por disminución de la desviación estándar de los intervalos RR. Estos cambios son comparativamente más significativos en los pacientes coronarios que en los

normales. Se ha observado además que con exposición a MP 2,5 se produce una marcada disminución del componente de alta frecuencia de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en adultos mayores y que los hipertensos son los más susceptibles a dicho efecto. Estos cambios pueden asociarse a arritmias potencialmente fatales en pacientes de alto riesgo, como aquellos con desfibrilador implantable.⁹

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro e insípido, producto de una combustión incompleta de los motores de los vehículos que emplean gasolina como combustible. Su fórmula química es CO, en la que existe la unión de un átomo de carbono y otro de oxígeno mediante un enlace covalente. Tiene una afinidad mucho más alta que el oxígeno por la hemoglobina de la sangre, formando un compuesto denominado carboxihemoglobina, que impide el transporte de oxígeno a las células, y por tanto el organismo no puede obtener la energía para sobrevivir.¹⁰

Se forma en la naturaleza mediante la oxidación del Metano (CH₄), que es un gas común producido por la descomposición de la materia orgánica. La principal fuente antropogénica de monóxido de carbono son las fuentes estacionarias o móviles que queman combustibles como motores de combustión interna y principalmente motores de gasolina. Sus efectos pueden ser mortales en un tiempo de exposición corto en áreas cerradas. También reacciona con la hemoglobina en la sangre, evitando la transferencia de Oxígeno.¹¹

Epidemiología Cada año en los Estados Unidos mueren al menos 430 personas por envenenamiento accidental con CO, en España aproximadamente 125 persona por año (CDC, 2016) (Buchelli et al, 2014). La intoxicación por monóxido de carbono es la principal causa de muerte por intoxicación en Estados Unidos, y en general es la causa más común de lesiones y muertes por envenenamiento en todo el mundo (Buchelli et al, 2014) (ATSDR, 2012). Además, es la primera causa de intoxicación por gases y el agente que mayor número de muertes por intoxicación produce (Fleta et al, 2005). Lo anterior tomando en cuenta que existe un infradiagnóstico y las cifras reportadas son menores que las reales (Yurtseven et al, 2015). La incidencia en

niños es de aproximadamente 15-30% de todas las intoxicaciones agudas por gases, y 1,5-2% de todas las intoxicaciones infantiles.¹²

El CO puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. En concentraciones tóxicas penetra en el organismo por vía inhalatoria sin ser detectado por la víctima, hasta que cause síntomas clínicos. Se le llama "el asesino silencioso". La intoxicación por CO es frecuente y muchas veces grave. Puede ser letal o dejar secuelas irreversibles, pero que tiene un tratamiento eficaz. Es una urgencia médica, el cuadro clínico depende de la intensidad de la exposición y varía según el grado de afectación de los órganos involucrados. Puede minimizarse o prevenirse tras el tratamiento con oxígeno (O₂) al 100 % o la terapia de oxígeno hiperbárico. La administración de oxígeno normobárico es el tratamiento utilizado en la mayoría de los servicios de urgencias, hasta la resolución de los síntomas y la normalización de los niveles de carboxihemoglobina.¹³

El mismo se produce por la combustión incompleta de gas de cañería, carbón, querosén, nafta, madera, gasoil o materia orgánica y en incendios, sobre todo en ambientes poco ventilados. Los niños son más vulnerables a intoxicarse con CO por tener mayor frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, ritmo metabólico, demanda de oxígeno y particularmente en los primeros tres meses de vida por persistencia de hemoglobina fetal.¹⁴

El humo de tabaco ambiental en viviendas, oficinas, vehículos y restaurantes puede levantar la concentración de monóxido de carbono media de 8 horas a 23-46 mg/m³ (20-40 ppm), con lo que es aconsejable no fumar en espacios interiores. Las concentraciones de monóxido de carbono dentro de los vehículos son generalmente más altas que aquellas medidas en el aire exterior. Debido a que la ruta más probable de exposición al monóxido de carbono es respirar aire contaminado, se debe tratar de limitar las actividades al aire libre durante los períodos de mayor contaminación.¹⁵

Las alteraciones cardiovasculares se caracterizan por incremento en los niveles de lípidos plasmáticos, facilita la adhesión y agregación plaquetaria, lo que favorece el proceso arterioesclerótico y aumenta la probabilidad de desarrollar hipertensión arterial sistémica y episodios de trombosis. Arritmias supraventriculares y ventriculares, supradesnivel o infradesnivel del segmento S-T, prolongación del intervalo Q-T e inversión de la onda T son las alteraciones de la actividad electrocardiográfica más frecuentemente reportadas. Estas alteraciones se han descrito incluso en individuos con niveles de carboxihemoglobina en sangre inferiores a 6 %.¹⁶

Las exposiciones leves a moderadas al monóxido de carbono pueden provocar cefalea, náuseas, mialgias y mareos; con concentraciones mayores o por tiempo prolongado pueden ocasionar disnea, dolor torácico, desorientación, cansancio, cefalea pulsátil, vértigo, diplopía, apatía, adinamia, irritabilidad, labilidad emocional exagerada, somnolencia o insomnio, alteraciones de la memoria, confusión mental, depresión y alteraciones en el electrocardiograma como taquicardia sinusal, anormalidades de la onda T y segmento ST, fibrilación auricular, descensos de la presión diastólica, aumento de la agregación plaquetaria, disfunción de los músculos papilares, movilidad anormal del tabique ventricular, prolapso de la válvula mitral, fibrilación, aleteo ventricular y trastornos del sistema de conducción, coma e, incluso, la muerte. Las personas que están durmiendo o que han estado tomando bebidas alcohólicas pueden morir por la intoxicación de monóxido de carbono antes de presentar algún síntoma.¹⁷⁻¹⁸

No existe un tratamiento específico que permita disminuir la toxicidad cardiaca mediada por monóxido de carbono. La terapia con oxígeno hiperbárico ha sido objeto de discusión, pues aunque en general se considera el tratamiento estándar en intoxicación por CO (incluso se le ha denominado el «antídoto natural»), en el contexto de daño miocárdico, los estudios que han evaluado el efecto del oxígeno sobre la cardiopatía isquémica han mostrado un efecto deletéreo cuando se administra de forma rutinaria oxígeno al 100%. El oxígeno hiperbárico logra reducir la vida media del CO de cinco horas a 10 minutos cuando se administra a 2.5 atm

de presión. Su indicación está bien documentada en el manejo del déficit neurológico, síncope, coma o convulsiones, o cuando los niveles séricos sobrepasan 25% (o 15% en mujeres embarazadas). En general, no se pueden transpolar posturas terapéuticas hacia los casos de lesión miocárdica por CO; sin embargo, cuando se presenta cardiomiopatía con disfunción ventricular sin evidencia de isquemia aguda, las recomendaciones apuntan a utilizar oxígeno hiperbárico hasta que los pacientes se encuentren asintomáticos y los niveles de COHb descendan a menos de 5%. No existen tampoco estudios que valoren el uso de inotrópicos en esta patología, y no han sido medidos los niveles de catecolaminas. En casos más graves, sólo la terapia a través de membrana de circulación extracorpórea podría constituir una opción viable mientras se espera la recuperación del proceso agudo.¹⁹

El Instituto de Meteorología de Cuba ha planteado que el clima de la isla se ha caracterizado, durante la segunda mitad del siglo XX, por el incremento de la temperatura superficial del aire, la mayor frecuencia de eventos de sequías severas, el aumento de la proporción de totales de lluvia en invierno, asociadas a eventos de grandes precipitaciones. Se adiciona el aumento de la capacidad destructiva de las líneas de tormentas prefrontales y tormentas locales severas. Debido a esta situación, el país ha tomado medidas preventivas y de acción para mitigar los efectos de la contaminación ambiental y reducir las zonas de desertificación. La contaminación se redujo en 44 000 t, en lo que se refiere a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) durante 2000-2001, como resultado del buen uso de los desechos y de la protección al ambiente.²⁰

CONCLUSIONES

- La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial que aparece independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y tiene gran incidencia sobre la salud del hombre.
- La contaminación atmosférica se relaciona con la mortalidad y morbilidad de algunas patologías, especialmente angina de pecho, arritmias, infarto miocárdico y accidente cerebrovascular.
- La intoxicación por Monóxido de Carbono puede ser letal o dejar secuelas irreversibles si la persona ha sido expuesta a cantidades elevadas de este gas.
- En Cuba se han tomado medidas de prevención y control de la contaminación ambiental, alcanzando buenos resultados en los últimos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Oyarzún GM. Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Rev Chil Enf Respir [Internet]. 2010 [citado 25 Sep 2021];26:16-25. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>
- 2- Romero PM, Diego OF, Álvarez TM. La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. Rev Cubana Hig Epidemiol [Internet]. 2006 [citado 25 Sep 2021];44(2). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v44n2/hie08206.pdf>
- 3- Román AO, Prieto AM y Pedro M. Contaminación atmosférica y daño cardiovascular. Rev Méd Chile [Internet]. 2004 [citado 25 Sep 2021]; 132:761-767. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v132n6/art14.pdf>
- 4- Tenías BJ, Ballester F. Evidencias sobre la relación entre la contaminación atmosférica y las enfermedades del sistema circulatorio. Gac Sanit [Internet]. 2002 [citado 25 Sep 2021];16(2):12-28. Disponible en: <https://gacetasanitaria.org/es-pdf-13042663>
- 5- Secardiología.es [Internet]. España: Sociedad Española de Cardiología; [actualizado 2 Sep 2021; citado 25 Sep 2021]. Disponible en: <https://secardiologia.es/blog/5900-la-contaminacion-ambiental-como-factor-de-riesgo-cardiovascular>
- 6- López FA, Macaya MC. Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la Fundación BBVA [Internet]. 1st ed. España: Fundación BBVA; 2009 [actualizado 10 Dic 2009; citado 25 Sep 2021]. Disponible en: https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon_cap7_2.pdf
- 7- Siacardio.com [Internet]. SIAC; [actualizado 22 Ene 2020; citado 25 Sep 2021]. Disponible en: <http://www.siacardio.com/editoriales/prevencion-cardiovascular/contaminacion-del-aire-y-enfermedades-cardiovasculares/>
- 8- Carreño LO, Pinilla IB. Alteraciones cardiovasculares descritas en los trabajadores expuestos a plomo y monóxido de carbono. Rev Pont Univ Valeriana [Internet]. 2014 [citado 25 Sep 2021]. Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15553/CarrenoOmosLuisaFernanda2014.pdf?sequence=3>

- 9- Román AO, Prieto CM, Mancilla FP, Astudillo OP, Dussaubat AA, Miguel WC, et al. Daño cardiovascular por material particulado del aire. Puesta al día 2008. Rev Méd Chile [Internet]. 2009 [citado 25 Sep 2021];137:1217-1224. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v137n9/art13.pdf>
- 10- Miteco.gob.es [Internet]. España: PRTR; [actualización 16 Feb 2021; citado 25 Sep 2021]. Disponible en: <https://prtr-es.es/CO-Monoxido-de-carbono,15589,11,2007.html>
- 11- Sema.gob [Internet]. México: RETC; [actualizado 11 Nov 2017; citado 25 Sep 2021]. Disponible en: <https://www.sema.gob.mx/SGA-MONITOREO-CLASES.html>
- 12- Bolaños MP, Chacón AC. Intoxicación por monóxido de carbono. REV Med Legal CR [Internet]. 2017 [citado 25 Sep 2021];34(1). Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v34n1/2215-5287-mlcr-34-01-137.pdf>
- 13- Guirola FJ, Pérez BL, García YG, O'Rellys ED, Guédes DR. Intoxicación por monóxido de carbono. Rev Cub de Med Militar [Internet]. 2019 [citado 25 de Sep 2021];48(2):245-251. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedmil/cmm-2019/cmm192l.pdf>
- 14- Vomero A, Pandolfo S, Vázquez M, Más M, Bello O. Intoxicación por monóxido de carbono. Análisis de tres casos clínicos. Arch Pediatr Urug [Internet]. 2009 [citado 25 Sep 2021];80(3): 204-209. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/adp/v80n3/v80n3a06.pdf>
- 15- Murciasalud.es [Internet]. España: Consejería de Salud de la región de Murcia; [actualizado 23 Ago 2021; citado 25 Sep 2021]. Disponible en: <http://www.murciasalud.es/pagina.php?id=180398>
- 16- Téllez J, Rodríguez A, Fajardo A. Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental. Rev. Salud Pública [Internet]. 2006 [citado 25 Sep 2021];8(1):108-117. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2006.v8n1/108-117/es>

- 17- Vargas MA, Reyna LV, Rodríguez OF. Intoxicación ocupacional por monóxido de carbono. Trastornos otoneurológicos y cardiovasculares. Rev Med del Inst Mex del Seguro Social [Internet]. 2014 [citado 25 Sep 2021];52(1):44-49. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/4577/457745480011.pdf>
- 18- Cdc.gov [Internet]. Estados Unidos: Departamento de Salud y Servicios Humanos; [actualizado 19 Ene 2021; citado 25 Sep 2021]. Disponible en:
<https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/envenenamientoco/index.html>
- 19- Fuentes GA, Gómez MC, Aguirre SJ, Martínez DB. Cardiomiopatía inducida por intoxicación de monóxido de carbon. Anales Médicos [Internet]. 2018 [citado 25 Sep 2021];63(4):288-292. Disponible en:
<https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2018/bc184h.pdf>
- 20- Febles G, Ruiz T. El cambio climático global y sus repercusiones en Cuba. Acciones para el futuro. Rev Cub de Ciencia Agrícola [Internet]. 2009 [citado 25 Sep 2021];43(4):337-344. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193014888002.pdf>