Impacto de la contaminación atmosférica en la frecuencia de las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias. Revisión sistemática

Impact of atmospheric pollution on the frequency of cardiovascular, cerebrovascular and respiratory diseases. Systematic review

DOI: 10.46932/sfjdv2n2-060

Received in: January 1st, 2021

Accepted in: March 30th, 2021

Leslie Montealegre Esmeral

Fisioterapeuta., Magister en Salud Pública, Candidata a Doctor en investigación biomédica y salud pública. Universidad Libre Seccional Barranquilla.

E-mail: lesliep.montealegree@unilibre.edu.co

Tammy Pulido Iriarte

Fisioterapeuta. Magíster en Salud Pública. Universidad Libre Seccional Barranquilla.

E-mail: tammy.pulidoi@unilibre.edu.co

Eulalia Amador Rodero

Fisioterapeuta. Doctora en investigación biomédica y salud pública, Magister en Neurociencias, Magister en neuropsicología. Universidad Libre Seccional Barranquilla.

E-mail: eulaliam.amadorr@unilibre.edu.co

Nathaly Monery Ramos

Fisioterapeutas Egresados. Universidad Libre Seccional Barranquilla.

E-mail: nathaly-moneryr@unilibre.edu.co

Angie Bohorquez Prada

Fisioterapeutas Egresados. Universidad Libre Seccional Barranquilla.

E-mail: angiec-bohorquezp@unilibre.edu.co

Daniela Paez Duran

Fisioterapeutas Egresados. Universidad Libre Seccional Barranquilla.

E-mail: danielam-paezd@unilibre.edu.co

Oswal Arrieta Rico

Fisioterapeutas Egresados. Universidad Libre Seccional Barranquilla.

E-mail: oswalar73@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Diversos estudios epidemiológicos aseguran que cuantos más bajos sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud de la población con respecto a los sistemas cardiovascular, cerebrovascular y respiratorio debido a que son los que han demostrado mayores índices de mortalidad y morbilidad en la población general. **Objetivo:** Identificar en la literatura científica el impacto de la contaminación atmosférica en la frecuencia de las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias. **mMétodos:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica mediante la consulta directa y

acceso via internet, empleando los términos Mesh: tesauros desarrollados por la U.S. National Library of Medicine en las bases de datos: ClinicalKey (ELSEVIER database), Scientific electronic library online (SCIELO), la biblioteca virtual en salud (BVS), Medlars Online International Literature (MEDLINE). Teniendo como criterios de inclusión: artículos en idioma inglés y español, publicados desde el año 2010 a la fecha, con diseños de estudios analíticos experimentales y no experimentales revisiones sistemáticas y estudios ecológicos. Se valoró la calidad y el nivel de evidencia de los artículos siguiendo la metodología de evaluación de Oxford (OCEBM). **Resultados y conclusiones:** Inicialmente se identificaron 1518 artículos en las bases de datos, se descartaron 1427 artículos por diferentes razones: a. títulos duplicados, b. no cumplir con criterios de inclusión, c. información no concluyente con el tema de interés, d. no se encontraba el texto completo disponible, quedando un total de 91 artículos elegibles: 50 revisiones sistémicas, 14 estudios ecológicos, 18 estudios de cohortes, 7 casos y controles, 2 ensayos clínicos. El presente estudio a partir de la literatura científica revisada se permite concluir que existe evidencia suficiente para afirmar que la contaminación atmosférica tiene un alto impacto en la frecuencia de presentar una enfermedad cardiovascular, cerebrovascular o respiratoria, dependiendo de la exposición al factor de riesgo en términos de tipo, intensidad y frecuencia y otras condiciones propias del individuo y su entorno.

Palabras claves: Contaminación atmosférica, enfermedades cardiovasculares, respiratorias y Cerebrovascular.

ABSTRACT

Introduction: Air pollution represents a significant environmental health risk. Various epidemiological studies ensure that the lower the levels of air pollution, the better the health of the population will be with regard to the cardiovascular, cerebrovascular and respiratory systems because they are the ones that have demonstrated the highest rates of mortality and morbidity in the population. **Objective:** The aim of this research is to identify in the scientific literature the impact of air pollution on the frequency of cardiovascular, cerebrovascular and respiratory diseases. **Methods:** A systematic review of the scientific literature was carried out through direct consultation and access via the Internet, using the terms Mesh: thesauri developed by the U.S. National Library of Medicine in databases: ClinicalKey (ELSEVIER database), Scientific electronic library online (SCIELO), virtual library in health (VHL), Medlars Online International Literature (MEDLINE). Inclusion criteria: articles in English and Spanish, published since 2010 to date, with designs of experimental and non-experimental analytical studies, systematic reviews and ecological studies. The quality and level of evidence of the articles were assessed following the Oxford evaluation methodology (OCEBM). **Results and Conclusions:** Initially 1518 articles were identified in the databases, 1427 articles were discarded for different reasons: a. duplicate titles, b. not meeting the inclusion criteria, c. inconclusive information on the topic of interest, d. The full text was not available, leaving a total of 91 eligible articles: 50 systematic reviews, 14 ecological studies, 18 cohort studies, 7 cases and controls, 2 clinical trials. The present study concludes that there is sufficient evidence to affirm that air pollution has a high impact on the frequency of presenting a cardiovascular, cerebrovascular or respiratory disease, depending on the exposure in terms of type, time and level to the risk factor and other factors inherent to the individual and their environment.

Keywords: Air pollution, cardiovascular, respiratory and cerebrovascular diseases

1 INTRODUCCION

Desde la década de 1970, diversos estudios epidemiológicos han sugerido una asociación entre la contaminación del aire y el riesgo medioambiental para la salud. Aseguran que cuantos más bajos sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud de la población con respecto a los sistemas cardiovascular, cerebrovascular y respiratorio, debido a que estos tres sistemas son los que han demostrado mayores índices de mortalidad y morbilidad en la población general con relación a la contaminación atmosférica (1). En los últimos años, se ha prestado considerable atención a los efectos adversos de la contaminación atmosférica sobre la salud (2).

Se considera un problema importante la contaminación atmosférica para la salud pública, dados los avances tecnológicos y metodológicos que muestran no solo que existe una relación entre los gradientes de exposición a los contaminantes y la morbilidad y mortalidad asociada a la polución; sino también que los riesgos para la salud aumentan en determinadas poblaciones vulnerables en función de las inequidades sociales de los grupos poblacionales que habitan determinadas áreas geográficas en dado caso los contaminantes atmosféricos más relevantes para la salud son material particulado (PM) con un diámetro de 10 micras o menos, que pueden penetrar profundamente en los pulmones e inducir la reacción de la superficie y las células de defensa (3).

El desarrollo de esta investigación pretende ofrecer a los fisioterapeutas una mirada de los factores de riesgo relacionados con la aparición de enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias en la población, derivadas de los efectos de la contaminación ambiental. Así mismo, pretende llamar la atención sobre la importancia de la gestión coordinada de todos los actores relacionados con la gestión de la calidad del aire y se garantice la coherencia, consistencia y armonía con las políticas y regulaciones ambientales y sectoriales, a través de espacios de coordinación y participación del recurso humano involucrado. Esta revisión pretende identificar mediante una revisión sistemática, cual es el impacto de la contaminación atmosférica en la frecuencia de las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias en la población.

2 ANTECEDENTES

La atmósfera es la parte del ambiente, con la que los seres vivos se encuentran en permanente contacto, desafortunadamente no se encuentra exenta de contaminación, lo que puede incidir en la calidad y bienestar de sus beneficiarios. Los contaminantes del aire pueden estar en forma de partículas sólidas, gotas líquidas o gases, pueden ser naturales o artificiales. Las fuentes de contaminación del aire se refieren a los diversos lugares, actividades o factores que son responsables de la liberación de contaminantes a la atmósfera. La materia particulada (PM) en el rango respirable (PM_{2.5}) es de particular interés, ya que

puede transportar múltiples elementos traza e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), los cuales tienen el potencial de causar alteraciones en la salud de las poblaciones humanas. (4). La contaminación atmosférica es un fenómeno que se ha considerado por el impacto en la salud de las poblaciones humanas, como una problemática de salud pública.

La contaminación del aire como problemática de salud ambiental, se ha asociado con la morbilidad y mortalidad cardiovascular (5). Los responsables de la contaminación del aire exterior están relacionados con la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales y agrícolas. Entre los contaminantes del aire que revierten especial interés por su impacto en la salud pública incluyen partículas (PM) (por ejemplo, carbono orgánico y elemental [CE], metales e hidrocarburos aromáticos policíclicos [HAP]), monóxido de carbono (CO), ozono (O₃), plomo, nitrógeno dióxido (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) (<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>).

En el mundo 4,2 millones de muertes por año se le atribuyen a la contaminación del aire en áreas urbanas y rurales, esta mortalidad se debe a la exposición a partículas pequeñas de 2,5 micrones o menos de diámetro (PM_{2.5}), relacionadas con la aparición de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, y de acuerdo a la OMS, el cáncer se suma a la lista. La OMS estimó que una de cada nueve muertes en todo el mundo es el resultado de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica.

3 OBJETIVO GENERAL

- Describir desde la literatura cual es el Impacto de la contaminación atmosférica en la frecuencia de las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias en la población.

4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las bases de datos y motores de búsqueda que se van a utilizar
- Efectuar la búsqueda de los artículos en las bases de datos científicas seleccionadas para extraer contenidos y datos relevantes.
- Evaluar la calidad de la información, desechar los artículos que no cumplan con los criterios y seleccionar los aquellos que reúnan los criterios de inclusión.

5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación atmosférica es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes, entendidos estos como fenómenos físicos o sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables

y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

Esta problemática afecta de distintas formas a diferentes grupos poblacionales. Los efectos más graves se producen en las personas que presentan condiciones de vulnerabilidad fragilidad en su condición de salud. Además, los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las familias de pocos ingresos y con un acceso limitado a la asistencia médica son más susceptibles a los efectos nocivos de dicho fenómeno.

6 MÉTODOS

La presente investigación es una revisión sistemática de la literatura científica, se realizó mediante de la consulta directa y acceso via internet, la búsqueda de estudios originales primarios, que se contituiran en unidades de anlysis, a través de las bases de datos, ClinicalKey (ELSEVIER dtabase), Scientific electronic library online (SCIELO), la biblioteca virtual en salud (BVS), Medlars Online International Literature (MEDLINE).

Los términos de búsqueda fueron definidos mediante los términos MeSH (tesauros desarrollados por ls U.S. National Library of Medicine), quedando los siguientes descriptores mencionados en la tabla 1.

Tabla 1. Terminos y descriptores de búsqueda

Terminos (MeSH Terms)	Air pollution; Pollution, Air; Air Quality; Pollution, Environmental; cardiovascular diseases; Disease, Cardiovascular; Diseases, Cardiovascular; Respiratory Tract Disease; Diseases, Respiratory Tract; Tract Diseases, Respiratory; Tract Disease, Respiratory; Cerebrovascular Disorder; Vascular Diseases, Intracranial; Intracranial Vascular Disease; Cerebrovascular Diseases; Cerebrovascular Disease; Disease, Cerebrovascular; Diseases, Cerebrovascular; Brain Vascular Disorders; Brain Vascular Disorder; Vascular Disorder, Brain; Vascular Disorders, Brain.
Operadores	AND OR
Bases de datos	ClinicalKey SCIELO BVS MEDLINE
Filtros	Humanos Adultos y niños Full text Desde el 2010 Idiomas: ingles y español

Fuente: Elaboración grupo investigador

Con los terminos de búsqueda establecidos se realizaron diferentes combinaciones booleanas en la base de datos MEDLINE, la cual será tomada como referencia con el fin de establecer ecuaciones de

búsqueda, que arrojen la literatura científica que se ajuste a los criterios de inclusión para la esta revisión. Dicha estrategia de búsqueda será replicada con adaptaciones a las demás bases de datos definidas para la revisión.

Criterios de inclusión:

- Mujeres y hombres de cualquier edad
- Grupos poblacionales definidos
- Artículos originales
- Artículos en idioma inglés y español

Criterios de exclusión:

- Publicados antes del 2010
- Que no tengan texto completo
- Que sus resultados no sean concluyentes
- Con desviación del tema requerido

Una vez se identificaron artículos por parte de cada uno de los investigadores, se realizó una búsqueda conjunta para revisar y discutir las posibles discrepancias que se hayan presentado en la búsqueda. Posteriormente se identificaron y descargaron los artículos seleccionados, para su posterior lectura y análisis sistemático de la evidencia, consignado en una tabla de datos diseñada por los investigadores, los aspectos relacionados a la identificación del artículo, el método, resultados y conclusiones, como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Variables estudiadas en la lectura de los artículos seleccionados

Identificación	Método	Resultados y conclusiones
Título Autor/es Año publicación Población	Diseño del estudio Tamaño muestral Objetivos Tipo de contaminación atmosférica Tipo de enfermedad Método de medida Tiempo del estudio Sesgos	Limitaciones Resultados Nivel de evidencia Grado de recomendación

Fuente: Elaboración grupo investigador

Para la valoración de la calidad de la evidencia de los artículos seleccionados se utilizará la metodología del Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford (OCEBM) para establecer el nivel de evidencia.

7 RESULTADOS

Partiendo de los criterios anteriormente descritos para la búsqueda de artículos, inicialmente se identificaron 1518 artículos en las bases de datos, se descartaron 1427 artículos por diferentes razones: a. títulos duplicados, b. no cumplían con criterios de inclusión, c. información no concluyente con el tema de interés, d. no se encontraba el texto completo disponible, quedando un total de 91 artículos elegibles: 50 revisiones sistémicas, 14 estudios ecológicos, 18 estudios de cohortes, 7 casos y controles, 2 ensayos clínicos (ver flujograma 1).

Flujograma 1. Metodología aplicada en la búsqueda de la literatura científica

Fuente: Elaboración grupo investigador

A continuación, se presentan algunos hallazgos relacionados con el impacto de la contaminación atmosférica y las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias.

Efectos de la contaminación atmosférica sobre el sistema cerebrovascular y cardiovascular

El problema de la contaminación ambiental es tan preocupante que el simple hecho de respirar está comprometiendo seriamente la salud (6). Hay evidencia de que la exposición al aire contaminado, especialmente a partículas ultrafinas, puede dañar el endotelio y favorecer las enfermedades cardiovasculares. Estos mecanismos son probablemente mediados por fenómenos epigenéticos. Muchos estudios observaron que los microARN (miARN), transferidos entre las células por vesículas

extracelulares (EV), pueden jugar un papel importante en el riesgo cardiovascular inducido por material particulado (PM). Otros estudios también investigaron el papel de la metilación del ADN en la contaminación del aire y las enfermedades cardiovasculares inducidas por este. Encontrando que es una fuente de energía para las plaquetas y podría explicar, en parte, el papel de estas células en enfermedades cardiovasculares.

Un estudio de revisiones pudo concluir de acuerdo a la evidencia que con respecto a la contaminación del aire relacionada con el tráfico tiene incidencia directa sobre la sustancia blanca cerebral, la sustancia gris cortical y los ganglios basales, por lo que es plausible afirmar que estas modificaciones cerebrales pueden estar ligadas al daño cerebral detectado, cambios cognitivos y alteraciones psicomotoras de la población general (7).

Los científicos han descubierto que, en un lapso de 20 años, el papel de la contaminación atmosférica ha aumentado sensiblemente. La parte atribuible a la contaminación se ha evaluado en un 33,7% en los países con ingresos bajos y medios, contra sólo un 10,2% en los países de altos ingresos en 2013, en fuerte alza desde 1990. Algunos estudios han relacionado la contaminación interna y externa autoinformada con el accidente cerebrovascular y el mini accidente cerebrovascular (8).

Exponerse a largo plazo a la contaminación del aire puede llegar a provocar cambios físicos en la estructura del cerebro, afecta las funciones cognitivas y provoca más daños en la materia blanca del cerebro, que se vincula a la capacidad lingüística, por lo tanto, las autoridades sanitarias todavía trabajan para desvelar exactamente cómo interactúan los contaminantes atmosféricos con el cerebro (9).

La contaminación daña la salud neurológica, las partículas contaminantes, que llegan al cerebro mediante el torrente sanguíneo y al que previamente han entrado a través de los sistemas respiratorio y digestivo, pueden producir estrés oxidativo, respuestas inflamatorias, deterioro de los mecanismos de protección de la barrera hematoencefálica o daños en las células cerebrales o el material genético, se precisa en un estudio reciente del Global Burden of Disease (10).

Investigadores en Chile encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre múltiples contaminantes atmosféricos y el riesgo de tener epilepsia, utilizando un intervalo de confianza del 95% (1). Los contaminantes atmosféricos que los investigadores trataron de correlacionar con la incidencia aumentada de epilepsia incluyen: monóxido de carbono, ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, partículas gruesas y finas en suspensión. Los investigadores probaron los contaminantes a través de siete ciudades y, en todos menos en un caso, se encontró una correlación entre los niveles de contaminación y la aparición de epilepsia (11).

Todas las correlaciones encontradas mostraron ser estadísticamente significativas. Es así, que los investigadores plantearon la hipótesis de que los contaminantes del aire incrementan el riesgo de epilepsia

al aumentar los mediadores de la inflamación, y proporcionando una fuente de estrés oxidativo. Se cree que estos cambios, alteran eventualmente el funcionamiento de la barrera hematoencefálica, causando inflamación cerebral (12). La inflamación cerebral es conocida por ser un factor de riesgo para la epilepsia; por lo tanto, la secuencia de eventos proporciona un mecanismo plausible por el cual la contaminación puede incrementar el riesgo de epilepsia en individuos que son genéticamente vulnerables a la enfermedad (13).

Otro estudio llevado a cabo en China, uno de los países más poblados del mundo, se estudió la relación entre mortalidad y altas temperaturas, lo cual es provocado por el calentamiento global. Dentro de sus hallazgos encontraron (población $n=152.150$) que las olas de calor aumentaron significativamente el riesgo de muerte debido a mortalidad no accidental (RR 1,02; IC del 95%: 1,00 - 1,05), enfermedad cardiovascular (RR 1,03; IC del 95%: 1,00 - 1,06) y accidente cerebrovascular (RR 1,06; IC del 95%: 1,00 - 1,13). Los ancianos eran más vulnerables durante la exposición a la ola de calor (14).

La inhalación es la vía más frecuente de absorción de sustancias neurotóxicas. La exposición neurotóxica afecta a los procesos celulares que participan en el transporte de membrana y a las reacciones intracelulares, interfiriendo en la neurotransmisión (13).

Actualmente el Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental (CREAL) de Barcelona, España, está en la vanguardia del estudio de los efectos de la contaminación en el cerebro. En su más reciente estudio, midieron los niveles de polución en 39 escuelas primarias en la ciudad. Luego, examinaron el desarrollo cognitivo de los 3.000 alumnos (15).

A algunos de los niños les escanearon el cerebro usando imagen por resonancia magnética funcional (IRMf), y los resultados preliminares mostraron que los cerebros de los niños que están en áreas de polución alta responden más lentamente a los estímulos visuales y auditivos. La conclusión general del estudio demuestra que la contaminación del aire está ralentizando la actividad de las neuronas. Así mismo varios estudios muestran lo mismo en los adultos, en las últimas etapas de vida donde la decadencia cognitiva se acelera debido a la polución atmosférica (16).

Efectos de la contaminación atmosférica sobre el sistema respiratorio

En Medellín, Colombia se llevó a cabo un estudio con una muestra de 1.000 personas encuestadas expuestas a la zona centro de la ciudad de la capital Antioqueña para realizar 27 modelos ante la alta presencia de contaminación en dicha zona. Los modelos tuvieron como variables dependientes: presenta un síntoma o enfermedad (emf), presenta un síntoma (leve) y presenta una enfermedad (grave). Dentro de los resultados pudieron demostrar que la población con bajos ingresos, bajo estrato socioeconómico, ser mujer y tener acceso limitado a los servicios de salud es más vulnerable a presentar síntomas o

enfermedad, evidenciando así que la exposición es una variable clave para presentar problemas respiratorios. (17).

En cuanto a la urbanización y los costos en salud que acarrea una población en términos de industrialización, los estudios epidemiológicos han demostrado que la urbanización, los altos niveles de emisiones de los vehículos, y el estilo de vida occidentalizado se correlaciona con una mayor frecuencia de alergia respiratoria predominantemente en personas que viven en áreas urbanas en comparación con personas que viven en áreas rurales (18).

El impacto clínico de la contaminación del aire muestra que aumentos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$ está asociado a un incremento del 12% para presentar infecciones respiratorias de vías aéreas inferiores, condición que se agrava en el caso de niños expuestos a humo de cigarrillo de segunda mano. Lo anterior se representa en un aumento significativo de los ingresos y admisiones hospitalarias de esta población (19).

La contaminación atmosférica tiene efectos directos sobre la salud pulmonar de los niños a corto plazo, siendo los más frecuentemente reportados en la literatura: aumento de síntomas y consultas de urgencia por causas respiratorias, aumento de exacerbaciones asmáticas y reducción en la función pulmonar (20).

Se estudió la exposición a largo plazo de Ozono (O_3) y el riesgo atribuible a la mortalidad en adultos mayores de 30 años. Los hallazgos de este estudio sugieren que la magnitud potencial de los beneficios para la salud de las políticas de calidad del aire dirigidas al O_3 , los cobeneficios para la salud de las políticas de mitigación del clima y las implicaciones para la salud de los cambios en las concentraciones de O_3 provocados por el cambio climático, son mayores de lo que se pensaba anteriormente (21). Es decir, que las políticas públicas para minimizar los efectos sobre las concentraciones de O_3 secundarias al cambio climático son un factor protectos frente a la mortalidad de la población general.

Por ello la OSM hace un llamado a los entes internacionales para llevar a cabo estrategias efectivas de política ambiental y de salud dirigidas a reducir la contaminación del aire, con el fin de ayudar a prevenir trastornos patológicos (22).

La siguiente tabla (Tabla 3) resalta algunos de los estudios incluidos dentro de esta revisión y que fueron objeto de la discusión y adicionalmente aportaron gran valor a las conclusiones de la presente investigación:

Tabla3. Algunos estudios incluidos en la investigación.

REVISIONES SISTEMÁTICAS					
Nº	NOMBRE DEL ARTICULO	TIPO DE ESTUDIO	NIVEL DE EVIDENCIA	GRADO DE RECOMENDACIÓN	APORTE
1	Global association of air pollution and heart failure	Revision sistematica	1a	A	Hubo una asociación positiva entre la hospitalización por insuficiencia cardíaca o la mortalidad por insuficiencia cardíaca y todos los contaminantes gaseosos y particulados del aire, excepto el ozono.
2	Cost of Respiratory Diseases Aggravated by Environmental Pollution	Revision sistematica	1a	A	Los estudios epidemiológicos han demostrado que la urbanización, los altos niveles de emisiones de los vehículos, y el estilo de vida occidentalizado se correlaciona con una mayor frecuencia de alergia respiratoria predominantemente en personas que viven en áreas urbanas en comparación con personas que viven en áreas rurales.
3	Short-Term Exposure to Air Pollution and Cardiac Arrhythmia	Revision sistematica	1a	A	Tanto los componentes particulados como los gaseosos, con la excepción del ozono, tienen una asociación temporal con la hospitalización por arritmia o la mortalidad.
ESTUDIOS DE COHORTE					
1	Influencia de la variabilidad climática en las enfermedades respiratorias agudas en Bogotá	Cohorte	1b	A	En el presente estudio se analizó el comportamiento semanal de la enfermedad respiratoria aguda en Bogotá y se asoció con las variables climatológicas de temperatura, humedad relativa y precipitación, analizando su impacto en la aparición de casos en la ciudad.
2	Source-specific fine particulate air pollution and systemic inflammation in ischaemic heart disease patients.	Cohorte	1b	A	Se Identificaron cinco categorías de fuentes: el transporte regional y de largo alcance (LRT), tráfico, combustión de biomasa, sal marina y la industria de celulosa.
3	Asociación entre la contaminación del aire y la morbilidad por enfermedad respiratoria aguda en menores de cinco años en tres localidades de Bogotá	Cohorte	1b	A	Se encontraron diferencias en el promedio de pm10 en el exterior de los jardines más y menos expuestos (91 µg/m3 vs. 62 µg/m3).
ESTUDIOS DE CASOS Y CONTROLES					

1	Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente	Casos y controles	3b	B	Los resultados y conclusiones de esta evaluación es especialmente importantes para el sector de la atención sanitaria, cuyas políticas y programas suelen abordar problemas específicos de salud y de morbilidad.
2	¿Las partículas ultrafinas son un factor de riesgo de enfermedades Cardiovasculares?	Casos y controles	3b	B	En resumen, este estudio de Domínguez-Rodríguez et al ⁹ respalda la existencia de una asociación entre la exposición a las PUF y las hospitalizaciones por IC y aporta más argumentos para considerarla un factor de riesgo cardiovascular. El estudio subraya la importancia de los efectos cardiovasculares de los contaminantes atmosféricos en una población española.
3	Burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure in Taiwan.	Casos y controles	4	C	La contaminación ambiental de PM 2.5 es un importante factor de riesgo de mortalidad en Taiwan. Se necesitan con urgencia estrategias de intervención agresivas y multisectoriales para reducir el impacto de la contaminación del aire en el medio ambiente y la salud
ESTUDIOS ECOLÓGICOS					
1	Impacto de la contaminación del aire por mp10 en la morbi-mortalidad por enfermedad respiratoria, cardiovascular y algunos cánceres en la población de Coyhaique, 2009-2014.	Ecológico	2c	B	Los resultados orientan a que se produciría un incremento de estas variables biomédicas en los meses fríos y que los grupos de edad extremos serían los más afectados.
2	Outdoor air pollution respiratory health effects in children.	Ecológico	2c	B	Se identificaron veintisiete estudios que fueron heterogéneos con respecto al diseño del estudio, la población, el resultado respiratorio y la exposición a la contaminación del aire.
3	Los agentes contaminadores de aire y admisiones de hospital debido a enfermedades cardiovasculares en San José, Río Preto, Brasil.	Ecológico	2c	B	Una cantidad significativa de investigaciones ha demostrado que la exposición a largo plazo a materia en partículas finas, conocidas también como PM2.5, puede tener un impacto en las enfermedades del corazón.
ENSAYOS CLINICOS					

1	Contaminación ambiental, variabilidad climática, y cambio climático en una revisión de impacto en la salud de la población peruana	Ensayo clínico	1a	A	Se estima que en 2010 el aire intradomiciliario fue responsable de 3,5 millones de muertes prematuras en el mundo, que es mayor al número de muertes atribuibles a contaminación ambiental del aire (3,1 millones de muertes)
2	Air Pollution Is Associated With Ischemic Stroke via Cardiogenic Embolism.	Ensayo clínico	5	D	En los análisis estratificados, la proporción de casos de accidente cerebrovascular cardioembólico se correlacionó positivamente con la materia particulada <10 µm, NO ₂ y quintiles de SO ₂ . Además, los factores estacionales y geográficos se relacionaron con una mayor proporción de accidentes cerebrovasculares cardioembólicos, que pueden atribuirse a los altos niveles de contaminación del aire.

8 DISCUSIÓN

Se ha revisado los estudios más recientes que han demostrado una significativa correlación entre los niveles de contaminación atmosférica y las enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cerebrovasculares. Esta evidencia científica plantea que la contaminación atmosférica puede constituir un nuevo factor de riesgo de las enfermedades. Ello no significa minimizar el rol clásico de los factores de riesgo reconocidos por largos años, sino reconocer un nuevo factor en las ciudades con alta contaminación.

Aunque en la variabilidad de artículos encontrados se vieron reflejados varios tipos de enfermedades a causa de la contaminación atmosférica, es necesario dar a conocer las limitaciones que se tuvieron al realizar esta revisión sistemática; una de ellas es que se encontraron muchos artículos con relación a la contaminación auditiva y contaminación del agua, lo cual hacía imposible alimentar, el trabajo con los mismos porque no cumplían con los criterios de inclusión, y además muchos otros tenían bajo nivel de confiabilidad. Por otra parte, muchos otros como los estudios de ensayos clínicos eran realizados en animales lo cual hacía imposible incluir estos artículos en la investigación.

El proceso de urbanización está asociado con el decrecimiento en la calidad del aire, por lo tanto, se estima que la contaminación del aire será para el 2050 la principal causa de muerte infantil a nivel mundial debido principalmente a la inhalación de material particulado (Grafica 1).

Grafica 1: Muertes prematuras globales por riesgos ambientales seleccionados

Fuente: OECD Environmental Outlook Baseline; Output from IMAGE

El más reciente modelo de la OMS afirma que el 92% de la población mundial habita en lugares donde la calidad del aire excede los límites determinados por esta organización. Así mismo, la OMS calcula que, en 2015, entre 3.7 y 4.2 millones de personas murieron debido a enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire exterior (Grafica 2). China e India aportan el 55% de estas muertes a las estadísticas mundiales que han aumentado notablemente con respecto al año 2005 (American academy of pediatrics. Ambient air pollution: Health Hazard to Children. Pediatrics 2004).

Grafica 2: Muertes causadas por la contaminación en exteriores e interiores 1990 - 2015

Fuente: IMHE, Global Burden of Disease, 2016

La contaminación del aire no se relaciona únicamente con enfermedades mortales, sino también con menor índice de salud y disminución en la calidad de vida de millones de personas. Esta puede causar dificultad al respirar, asma, bronquitis, inflamación de las vías respiratorias y ojos. Pudiendo desencadenar enfermedades infecciosas como la neumonía.

Los artículos científicos que se han incluido demuestran que la contaminación atmosférica es un factor desencadenante de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cerebrovasculares por sí misma.

Sin embargo, los otros contaminantes del medio ambiente, como los residuos de hidrocarburo, también influyen.

Los estudios revisados se refieren a la contaminación atmosférica, pero no puede desconocerse que también actúan factores similares intradomiciliarios. Elementos de uso diario en algunas comunidades como: carbón, leña y el cigarrillo pueden ser factores concomitantes o aceleradores de padecer alguna enfermedad respiratoria, cardiovascular y cerebrovascular, especialmente en los sectores nacionales de extrema pobreza.

9 CONCLUSIONES

El presente estudio a partir de la literatura científica revisada se permite concluir que existe evidencia suficiente para afirmar que la contaminación atmosférica tiene un alto impacto en la frecuencia de presentar una enfermedad cardiovascular, cerebrovascular o respiratoria, dado que los individuos están expuestos continuamente a la contaminación del aire, variando sus efectos según el tipo, tiempo y nivel de exposición, susceptibilidad biológica y respuesta social, edad, y antecedentes personales como lo enmarca los estudios epidemiológicos referenciados. Siendo este un tema de interés público es importante que el personal de la salud esté capacitado para identificar las enfermedades adquiridas por este factor de riesgo para poder abordarlas de manera oportuna, aconsejar y concientizar a las personas afectadas y a su entorno.

REFERENCIAS

1. Amable Álvarez I, Méndez Martínez J, Delgado Pérez L, Acebo Figueroa F, de Armas Mestre J, Rivero Llop ML. Contaminación ambiental por ruido. *revmedicaelectronica* [Internet]. 2017 [citado 30 Abr 2021];, 39(3):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2305>
2. Bernstein, Jonathan & Alexis, Neil & Barnes, Charles & Bernstein, I & Nel, Andre & Peden, David & Diaz-Sanchez, David & Tarlo, Susan & Williams, P. (2004). Health Effects of Air Pollution. *The Journal of allergy and clinical immunology*. 114. 1116-23. 10.1016/j.jaci.2004.08.03
3. Mercedes Jiménez, Alberto Ferrer, Liliana Chaves, Oscar E. Navarro, Juan G. Marín, Julián Cárdenas y Sandra C. Rodríguez. Análisis preliminar de un cuestionario de evaluación de la percepción social de la contaminación atmosférica. (2015) [editorial: scielosp], [país: Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia], [internet], Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/rsap/2015.v17n5/713-727/es/>
4. Kado NY, Okamoto RA, Kuzmicky PA, Kobayashi R, Ayala A, Gebel ME, Rieger PL, Maddox C, Zafonte L. (2005). Emissions of toxic pollutants from compressed natural gas and lowsulfur diesel-fueled heavy-duty transit buses tested over multiple driving cycles. *Environmental Science & Technology*. 39:7638–7649. doi: 10.1021/es0491127
5. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, Holguin F, Hong Y, Luepker RV, Mittleman MA, Peters A, Siscovick D, Smith SC, Whitsel L, Kaufman JD, on behalf of the American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention, Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation AHA Journals*. 121:2331–2378. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181dbee1. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbee1>
6. Gaviria CF, Muñoz JC, González GJ. Contaminación del Aire y vulnerabilidad de individuos expuestos: un caso de estudio para el centro de Medellín. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 2012; 30(3): 316-327.
7. de Prado Bert, P., Mercader, E., Pujol, J., Sunyer, J., & Mortamais, M. (2018). The Effects of Air Pollution on the Brain: a Review of Studies Interfacing Environmental Epidemiology and Neuroimaging. *Current environmental health reports*, 5(3), 351–364. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0209-9>
8. Hernández-Cadena L, Barraza-Villarreal A, Ramírez-Aguilar M, Moreno-Macías H, Miller P, Carbajal-Arroyo L et al. Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Scielo.org.mx*. 2019 [cited 2 August 2018]. [internet], disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342007000100005
9. Ballester F. Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Scielo.isciii.es*. 2019. [internet], disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200005
10. Frias D. La contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud. *A Tu Encuentro*. 2019 [cited 6 August 2018]. [internet], disponible en: <https://atuencuentro.wordpress.com/2015/11/24/la->

contaminacion-ambiental-y-sus-efectos-sobre-la-salud/

11. Ballester Díez Ferran, Tenías José María, Pérez-Hoyos Santiago. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. Rev. Esp. Salud Publica [Internet]. 1999 Mar [citado 2019 Abr 01] ; 73(2): 109-121. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57271999000200002&lng=es
12. Waller M, Ruiz S. Fuentes del material particulado. Proaire. 2019 [citado 27 marzo de 2019]. [Internet], disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mec/villanueva_c_mm/capitulo1.pdf
13. OMS. Guías para la calidad del agua potable. Ginebra: OMS; 2012. [Internet], disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/dwqtraining/es
14. Han J, Liu S, Zhang J, et al The impact of temperature extremes on mortality: a time-series study in Jinan, China BMJ Open 2017;7:e014741. doi: 10.1136/bmjopen-2016-014741
15. Tamburlini G et al. Eds.Children´s Health and environment: a review of evidence. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2002. [Internet], disponible en: http://reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_29/en/eip_29.pdf
16. Strategies for Establishing an Environmental Health Surveillance System in California: A report of the SB 702 Expert Working Group. Berkeley CA: California Policy Research Center University of California; 2004. Disponible en: <http://www.ucop.edu/cprc/ehsrspt.pdf>
17. Gaviria CF, Muñoz JC, González GJ. Contaminación del Aire y vulnerabilidad de individuos expuestos: un caso de estudio para el centro de Medellín. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2012; 30(3): 316-327
18. Argüelles, Luis & Argüelles, Clara. (2018). Cost of Respiratory Diseases Aggravated by Environmental Pollution. 12. 82-95.
19. Restrepo-Arango M, Vélez-Pélaez M, Vallejo-Agudelo E, Martínez-Sánchez L. Impacto clínico de la contaminación aérea. Arch Med (Manizales) 2016; 16(2):373-84
20. Carlos Ubilla, Karla Yohannessen, CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EFECTOS EN LA SALUD RESPIRATORIA EN EL NIÑO, Revista Médica Clínica Las Condes, Volume 28, Issue 1, 2017, Pages 111-118, ISSN 0716-8640, <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.12.003>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864017300214>)
21. Malley CS, Henze DK, Kylenstierna JCI, Vallack HW, Davila Y, Anenberg SC, Turner MC, Ashmore MR. Updated Global Estimates of Respiratory Mortality in Adults ≥30Years of Age Attributable to Long-Term Ozone Exposure. Environ Health Perspect. 2017 Aug 28;125(8):087021. doi: 10.1289/EHP1390. PMID: 28858826; PMCID: PMC5880233.
22. Southwest Consortium for Environmental Research and Policy. 2004. Temas actuales y emergentes de la calidad del aire a lo largo de la frontera México-Estados Unidos. [Internet], disponible en: <http://www.scerp.org/docs/APFSpan.pdf>
23. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2018, Contaminación atmosférica. (2018)

[editorial: minambiente], [país: colombia], [internet], Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1801:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-2>

24. Organización mundial de la salud, Calidad del aire y salud. (2018) [editorial: who.int], [país: las Américas], [internet], Disponible en: [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-airquality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-airquality-and-health)

25. Organización Mundial de la Salud. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud (2016) [editorial:], [país: las Américas], [internet]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

26. Organización Mundial de la Salud, Enfermedades cardiovasculares. (2017) [editorial: who.int], [país: las Américas], [internet]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>

27. Chen Y, Craig I, Krewski D. Air quality risk assessment and Management. J Toxicol Environ Health A (2018) [editorial: ncbi], [pais: ee.uu], [internet], disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18080890>

28. Samet M, MARBUCY M C, SPENGLER M. Health effects and sources of indoor air pollution (Part I). Am Rev Respir Dis 1987; 136: 486-508. Part II Am Rev Respir Dis 1987; 137: 221-42