



ORIGINAL

## Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España)



Juan Antonio Ortega-García<sup>a,b,\*</sup>, Indra Martínez-Hernández<sup>b</sup>, Elena Boldo<sup>c</sup>, Alberto Cárceles-Álvarez<sup>b</sup>, Carmen Solano-Navarro<sup>d</sup>, Rebeca Ramis<sup>c</sup>, Estefanía Aguilar-Ros<sup>b</sup>, Manuel Sánchez-Solis<sup>e</sup> y Fernando López-Hernández<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Comité de Salud Medioambiental, Asociación Española de Pediatría (AEP)

<sup>b</sup> Unidad de Salud Medioambiental, Servicio de Pediatría, Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, Salud y Ambiente Lab, IMIB-Arrixaca, Universidad de Murcia, Murcia, España

<sup>c</sup> Unidad de Epidemiología Ambiental y del Cáncer, Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España. CIBER en Epidemiología y Salud Pública-CIBERESP, Madrid, España

<sup>d</sup> Sección de Urgencias, Servicio de Pediatría, Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia, España

<sup>e</sup> Sección de Neumología Pediátrica, Servicio de Pediatría, Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia, España

<sup>f</sup> Departamento de Métodos Cuantitativos, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Murcia, España

Recibido el 18 de noviembre de 2019; aceptado el 16 de enero de 2020

Disponible en Internet el 27 de febrero de 2020

### PALABRAS CLAVE

Contaminación del aire;  
Salud medioambiental;  
Ingresos hospitalarios;  
Asma;  
Enfermedad respiratoria;  
Factores de riesgo

### Resumen

**Introducción:** La contaminación atmosférica urbana es una amenaza principal para la salud infantojuvenil. Los niños son más vulnerables a sus efectos asociando mayor morbimortalidad de enfermedades agudas y crónicas, especialmente respiratorias. Pretendemos estudiar los efectos de la contaminación atmosférica urbana en la tasa de ingresos hospitalarios por causa aguda respiratoria.

**Pacientes y métodos:** Estudio ecológico durante 2015 de las visitas con patología respiratoria (CIE-9) de urgencias hospitalarias en menores de 17 años en el municipio de la ciudad de Murcia. Regresión logística para el riesgo de ingreso hospitalario entre las consultas en relación con los niveles promedios diarios de contaminantes ambientales (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM10, SO<sub>2</sub>) obtenidas de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de la Región de Murcia. Otras variables de control: sexo, edad, temperatura ambiental media diaria, y estación del año.

**Resultados:** Un total de 12354 niños consultaron en urgencias por patología respiratoria, 56% niños y 44% niñas. Ingresaron el 3,5%, con edad media de 2,54 (IC95% 2,16-2,91) años. Para el riesgo de ingreso hospitalario por enfermedades respiratorias: NO<sub>2</sub> 1,02 (IC95% 1,01-1,04; p < 0,01), O<sub>3</sub> 1,01 (IC95% 1,00-1,03; p < 0,01) sexo masculino 1,4 (IC95% 1,11-1,79; p < 0,01)

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ortega@pehsu.org](mailto:ortega@pehsu.org) (J.A. Ortega-García).

e invierno 2,10 (IC95% 1,40-3,21;  $p < 0,01$ ). Ingresos por asma: PM10 1,02 (IC95% 1,01-1,04;  $p < 0,05$ ), O<sub>3</sub> 1,04 (IC95% 1,01-1,06;  $p < 0,01$ ). Ingresos por bronquiolitis: edad 0,69 (IC95% 0,48-0,99;  $p < 0,05$ ); NO<sub>2</sub> 1,03 (IC95% 1,01-1,05;  $p < 0,01$ ).

**Conclusiones:** La contaminación atmosférica urbana aumenta los ingresos hospitalarios en pediatría por patología aguda respiratoria, especialmente por crisis de asma y bronquiolitis. Poner en marcha medidas preventivas, ampliar las series temporales y estudios colaborativos con datos en abierto ayudarían a mejorar la salud pública y la calidad del aire en las ciudades. © 2020 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Asociación Española de Pediatría. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

Air pollution;  
Environmental health;  
Hospital admission;  
Asthma;  
Respiratory disease;  
Risk factors

## Urban air pollution and hospital admissions for asthma and acute respiratory disease in Murcia city (Spain)

### Abstract

**Introduction:** Urban air pollution is a major threat to child and adolescent health. Children are more vulnerable to its effects, being associated with higher morbidity and mortality due to acute and chronic diseases, especially respiratory ones. A study is performed on the relationship between urban air pollution and the rate of hospital admissions due to acute respiratory diseases.

**Patients and methods:** An ecological study was conducted on young people under 17 years-old in the city of Murcia, who had visited hospital emergency departments due to respiratory diseases (ICD-9) during 2015. A logistic regression was performed on the risk of hospital admission that included consultations in relation to the average daily levels of environmental pollutants (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM10, SO<sub>2</sub>) obtained from the Air Quality Surveillance and Control network of the Region of Murcia. Other control variables, such as gender, age, average daily ambient temperature, and season of the year.

**Results:** A total of 12,354 (56% boys and 44% girls) children consulted in the emergency department for respiratory disease. Of those, 3.5% were admitted, with a mean age of 2.54 (95% CI; 2.16-2.91) years. The odds ratio (OR) of hospital admission for respiratory diseases: NO<sub>2</sub> 1.02 (95% CI; 1.01-1.04;  $P < .01$ ), O<sub>3</sub> 1.01 (95% CI; 1.00-1.03;  $P < .01$ ) male 1.4 (95% CI 1.11-1.79;  $P < .01$ ) and winter 2.10 (95% CI 1.40-3.21;  $P < .01$ ). Admissions for asthma: PM10 1.02 (95% CI; 1.01-1.04;  $P < .05$ ), O<sub>3</sub> 1.04 (95% CI; 1.01-1.06;  $P < .01$ ). Admissions for bronchiolitis: Age 0.69 (95% CI; 0.48-0.99;  $P < .05$ ); NO<sub>2</sub> 1.03 (95% CI; 1.01-1.05;  $P < .01$ ).

**Conclusions:** Urban air pollution increases hospital admissions in children due to acute respiratory diseases, especially asthma and bronchiolitis. Implementing preventive measures, expanding time series and collaborative studies with open data, would help improve public health and air quality in the cities.

© 2020 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Asociación Española de Pediatría. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La contaminación atmosférica urbana (CAU) es una de las principales amenazas para la salud medioambiental de la infancia<sup>1</sup>. Aunque toda la población está afectada por la mala calidad del aire, la etapa infantojuvenil es más susceptible por la inmadurez fisiológica de los sistemas respiratorio e inmunológico, la mayor tasa metabólica, frecuencia respiratoria y requerimientos de aire por kg de peso que los adultos<sup>2</sup>. Un creciente cuerpo de evidencia científica muestra cómo contribuye la CAU al incremento de morbilidad y mortalidad de la infancia en el mundo<sup>3,4</sup>. La exposición a CAU durante la infancia se ha asociado a un incremento de la sintomatología e ingresos hospitalarios de causa respiratoria, inflamación de la vía aérea, descenso de la función

pulmonar, exacerbaciones de asma e infecciones agudas de las vías áreas inferiores<sup>5-15</sup>.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) publica regularmente unas guías sobre la calidad del aire, que constituyen la principal referencia para los estándares en el mundo<sup>16</sup>. También ofrece información sobre la calidad del aire de más de 3.000 ciudades de 103 países (<http://breathelife2030.org/>). Los tipos de contaminantes del aire implicados en los estudios de morbilidad respiratoria y sus mayores fuentes de emisión<sup>3</sup>, y los niveles máximos recomendados por la OMS<sup>16</sup> aparecen en la *tabla 1*. Los principales compuestos de la CAU implicados son la materia particulada, tanto la menor de 2,5 μm (PM<sub>2,5</sub>) o la menor de 10 μm (PM<sub>10</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), y ozono (O<sub>3</sub>). El O<sub>3</sub> troposférico se localiza en las capas

**Tabla 1** Contaminantes del aire que afectan al sistema respiratorio, sus fuentes principales y niveles medios máximos recomendados por la OMS

	Fuentes de emisión	OMS niveles
Materia particulada diámetro < 2,5 $\mu\text{m}$ (PM <sub>2,5</sub> )	Fuentes de combustión	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media anual 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media de 24 h
Materia particulada diámetro < 10 $\mu\text{m}$ (PM <sub>10</sub> )	Actividades de construcción, polvo en resuspensión de carreteras, tráfico y el viento	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media anual 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media de 24h
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Emisiones diésel y combustiones relacionadas como el tráfico rodado	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media anual 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media de 1 h
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Combustión de derivados del petróleo en plantas industriales	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media de 24 h 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media de 10 min
Ozono (O <sub>3</sub> )	Reacciones fotoquímicas en presencia de luz solar y óxidos o compuestos orgánicos volátiles	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media octohoraria

más bajas de la atmósfera y se considera un contaminante secundario, ya que no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma a partir de ciertos precursores (compuestos orgánicos volátiles no metánicos, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno, y en menor medida, metano (CH<sub>4</sub>) que tienen su origen en los procesos de combustión (tráfico e industria). Por acción de la luz solar, estas sustancias químicas reaccionan y provocan la formación de O<sub>3</sub>. Como la luz solar es uno de los principales factores que influyen en estas reacciones, es en primavera y verano cuando se alcanzan las máximas concentraciones.

El objetivo de nuestro estudio es estudiar la asociación entre el nivel de CAU y los ingresos hospitalarios en menores de 18 años por problemas respiratorios agudos en la ciudad de Murcia, España.

## Población y métodos

### Población de estudio

La ciudad de Murcia de 441003 habitantes (2016), cuenta con 100539 menores de 19 años<sup>17</sup>. La Sección de Urgencias Pediátricas (SUP) del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, es la única SUP hospitalaria para el municipio de Murcia del Servicio Murciano de Salud.

En el estudio han sido considerados todos los menores de 17 años del municipio y área urbana de la ciudad de Murcia que consultan en urgencias del hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca desde el 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre de 2015 y son diagnosticados de cualquier patología de vías respiratorias altas o bajas clasificada según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-9). La codificación CIE-9 y de ingreso hospitalario es realizada por el Servicio de Documentación Clínica posteriormente al alta.

Variables de estudio: ingreso hospitalario (sí/no), sexo, edad en años y agrupado en categorías (menores de 1 año, 1-3 años, 4-9, > 9), diagnóstico CIE-9 y estaciones del año.

El estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Investigación Clínica del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca.

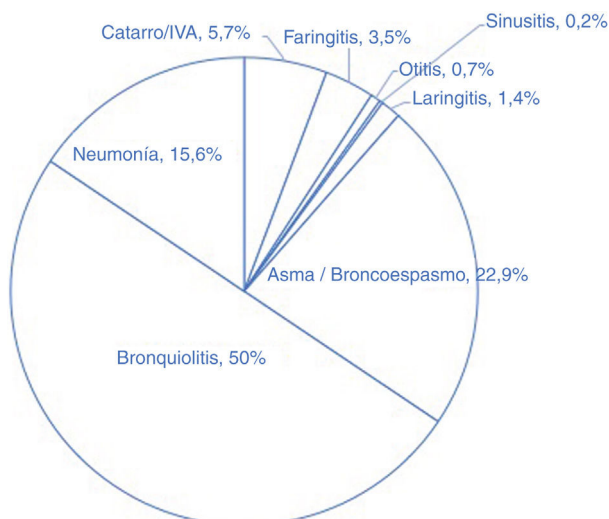
### Datos geográficos y de contaminación atmosférica urbana

Murcia es una ciudad del sureste de España a orillas del río Segura, sumida en la depresión prelitoral murciana de la Sierra de Carrascoy y a 40 km del Mediterráneo con vientos flojos y clima semiárido seco. Con inviernos suaves y veranos muy calurosos, tiene una temperatura media anual de 18,6 °C. Carece de instalaciones industriales de refinerías, centrales térmicas o incineradoras incluidas en el *Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes* (<http://www.prtr-es.es>), ha tenido un gran crecimiento urbanístico e incremento rápido de la población en los últimos 25 años. Las principales fuentes de contaminación son el tráfico motorizado y la quema de biomasa o restos agrarios relacionadas con la tradicional explotación de la huerta de Murcia (PM<sub>10</sub> y NO<sub>2</sub>). La intrusión episódica de polvo sahariano provoca algunas variaciones en el nivel de PM<sub>10</sub>. La intensidad lumínica y el calor frecuente en Murcia, unido a la CAU y orografía de la ciudad, hacen que cada vez sean más frecuentes los episodios del contaminante secundario O<sub>3</sub>.

Los datos referentes a la contaminación ambiental desde el 1 de enero de 2015 a 31 de diciembre de 2015 se han obtenido de la página web de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia<sup>18</sup>. Dispone de una estación en la plaza San Basilio en la ciudad de Murcia. Los datos empleados de los diferentes contaminantes y durante los meses a estudio han sido: NO<sub>2</sub>, partículas en suspensión 10  $\mu\text{m}$ , O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>. No se miden partículas en suspensión PM<sub>2,5</sub>. La temperatura media diaria según datos de la red de Vigilancia y Control de la calidad del Aire en la Región de Murcia por la estación (Murcia-Alcantarilla). Se revisa la comparativa de valores con los estándares de calidad del aire de la OMS.

Variables en el estudio: NO<sub>2</sub>, partículas en suspensión 10  $\mu\text{m}$ , O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> (media diaria), temperatura media diaria, mes y estaciones del año en las que consulta.

*Análisis estadístico.* Estudio descriptivo, tablas de frecuencia y contingencia. Regresión logística multivariable para evaluar el riesgo de ingreso con IC al 95%. Usamos diseño bidireccional para evitar sesgos en las tendencias temporales<sup>19</sup>.



**Figura 1** Distribución de los ingresos hospitalarios de causa respiratoria durante 2015 en la ciudad de Murcia.

## Resultados

Se atendieron 12354 consultas en la SUP procedentes de la ciudad de Murcia por patología aguda respiratoria de vías altas o bajas durante 2015. El catarro de vías altas, asma/broncoespasmo, faringosinusitis/abscesos, otitis, laringitis, bronquiolitis y neumonía/bronquitis representan el 38,7%, 18,9%, 14,9%, 10,0%, 7,9%, 6,9% y 2,6% respectivamente de los diagnósticos. Ingresan en el hospital 436 pacientes (3,5% del total) distribuidos según la [figura 1](#). En la [tabla 2](#) aparece el perfil de los enfermos que consultan y los datos de contaminación atmosférica, respectivamente.

El municipio de Murcia supera el máximo establecido de media anual para  $\text{NO}_2$  ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con un nivel de 46,92 (IC95% 46,60-47,23). El 52% de los días se supera la media anual máxima recomendada para los  $\text{NO}_2$  por la OMS<sup>20</sup>. La media anual de  $\text{PM}_{10}$  es de 34,81 (34,47-35,16). El 10% de los días se supera la media diaria máxima recomendada por la OMS para  $\text{PM}_{10}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En la [figura 2](#) aparece la distribución anual de las medias diarias de los 4 contaminantes.

En la [tabla 3](#) aparecen los resultados de la regresión logística multivariable. El riesgo de ingreso hospitalario por problemas respiratorios se incrementa en el sexo masculino, con la concentración media diaria de  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$  y disminuye con la edad.

## Discusión

Nuestros resultados muestran cómo el nivel de CAU ( $\text{O}_3$  y  $\text{NO}_2$ ) a corto plazo, el sexo masculino y el invierno incrementan el riesgo de ingresos por patología respiratoria. El efecto se observa sobre todo en el asma ( $\text{O}_3$  y  $\text{PM}_{10}$ ) y la bronquiolitis ( $\text{NO}_2$ ).

La mayor tasa de hospitalizaciones de los varones ha sido reportada en la literatura<sup>14,15</sup>, aunque contrasta con la mayor susceptibilidad descrita en el sexo femenino al  $\text{O}_3$ <sup>21</sup>. Se ha especulado con diferencias tanto en modelos de exposición (juegan más tiempo en la calle y con actividades más

aeróbicas) como biológicas (diferencias hormonales, tamaño de los pulmones, inflamación de la vía aérea).

Hay plausibilidad biológica que los contaminantes del aire pueden incrementar la severidad del asma y bronquiolitis, debido a su conocido efecto en la función pulmonar e inflamación de la vía aérea<sup>22</sup>.

Las exposiciones a corto plazo de  $\text{PM}$ ,  $\text{O}_3$ <sup>18</sup>,  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$  se han asociado a un incremento de las exacerbaciones de asma<sup>10</sup>. El efecto de las partículas  $\text{PM}_{10}$  con las exacerbaciones de asma, se podría explicar por el estrés oxidativo inducido por la presencia de la  $\text{PM}_{10}$  en el epitelio, un aumento de la prostaglandina E que provoca una fagocitosis defectuosa de los macrófagos, inflamación, edema y citotoxicidad. Los datos sobre ingresos hospitalarios por asma asociados a la exposición a  $\text{O}_3$  requieren más estudios<sup>14,23,24</sup> pero en una revisión de 87 trabajos, en 71 se observó un mayor riesgo significativo de ingreso hospitalario por asma<sup>15</sup>.

La bronquiolitis es una infección de las pequeñas vías respiratorias, que afecta sobre todo a los menores de 2 años. Provoca una inflamación de la vía aérea y necrosis de las células del epitelio bronquial<sup>25</sup>. Asociado en el 80% al virus respiratorio sincitial, constituye un motivo principal de ingreso hospitalario en los menores de 2 años tanto en los países de ingresos económicos altos<sup>26</sup> como en los de bajos ingresos<sup>27</sup>. Aunque hay casos aislados a lo largo de todo el año, lo normal es que se den una o dos epidemias de bronquiolitis durante los meses de frío, entre noviembre y marzo. Los factores de riesgo conocidos que incrementan el riesgo de ingreso hospitalario son prematuridad, bajo peso al nacimiento, cardiopatías o exposición a humo ambiental de tabaco. Nosotros observamos una asociación con la media diaria de  $\text{NO}_2$  y el riesgo de ingresar por bronquiolitis. La evidencia científica sugiere una asociación entre las exposiciones cortas (< 24 h) y recientes a  $\text{PM}_{2,5}$ ;  $\text{PM}_{10}$ ;  $\text{NO}_2$  y  $\text{SO}_2$ , entre otros, y el incremento de infecciones de vías bajas<sup>11</sup> y el riesgo de hospitalización por bronquiolitis<sup>28</sup>. El mayor efecto observado en otros trabajos con la exposición crónica a  $\text{PM}$  (varios días o media semanal) sobre la hospitalización por bronquiolitis podría reflejar mecanismos patogénicos distintos<sup>29</sup>. La exposición crónica de  $\text{PM}_{2,5}$  y  $\text{PM}_{10}$  tendría un efecto crónico proinflamatorio<sup>30</sup>, mientras  $\text{NO}_2$  y  $\text{SO}_2$  podría estar asociado con un daño más agudo de la vía aérea<sup>31</sup>.

El ozono, generalmente alcanza las mayores concentraciones en épocas de calor, muy diferentes a los periodos de las olas epidémicas de virus respiratorio sincitial. Esto dificultaría encontrar relación con la bronquiolitis. En invierno otros contaminantes como el  $\text{NO}_2$  serían más relevantes en la fisiopatología respiratoria. Similar a trabajos previos<sup>32</sup> hemos realizado un análisis de sinergia / interacción en un modelo de multicontaminantes y por grupos de edad y no cambian los resultados obtenidos.

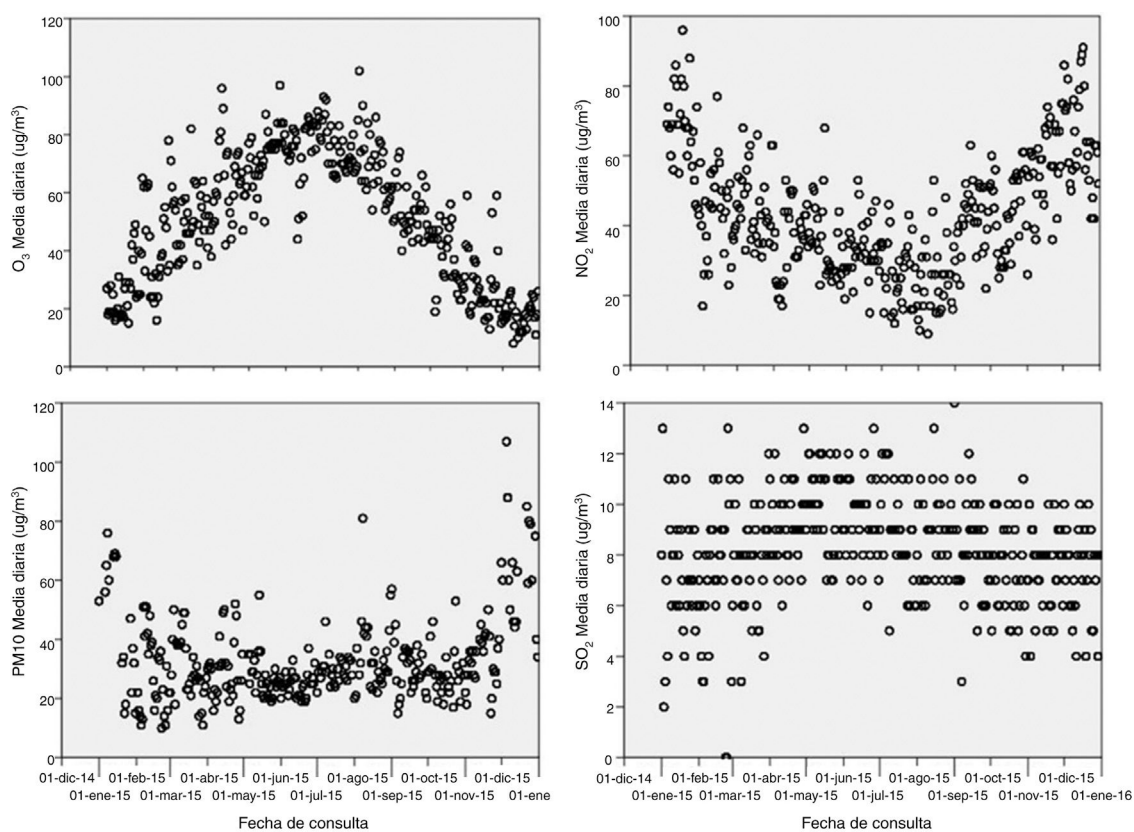
En nuestro estudio, la media anual de  $\text{NO}_2$  de la ciudad de Murcia superaba el límite recomendado para proteger la salud de los ciudadanos. Es la octava ciudad española con mayor nivel medio anual de  $\text{NO}_2$ . La creciente urbanización y concentración de la población en megaciudades<sup>33</sup>, sin la consideración de las medidas de control de la calidad del aire repercute directamente en la salud de los niños. Actualmente, el 98% de las ciudades de países de bajos y medianos ingresos y 56% de las ciudades en países de altos ingresos

**Tabla 2** Variables sociodemográficas y análisis univariante

	Se van de alta a casa		Ingresan en el hospital		Anova /CW/ji <sup>2</sup> *
	N (%)	X (IC95%)	N (%)	X (IC95%)	
<b>Sexo</b>					0,05
Masculino	6.661 (96,2)		264 (3,8)		
Femenino	5.257 (96,8)		172 (3,2)		
<b>Edad (años)</b>		3,11 (3,06-3,16)		2,54(2,16-2,91)	< 0,01
< 1	2.961 (24,0)		257 (2,1)		
1-3	5.726 (46,3)		91 (0,7)		
4-9	2.739 (22,2)		50 (0,4)		
> / = 10	492 (4,0)		38 (0,3)		
<b>Tª media (°C)</b>		17,35 (17,23-17,47)		15,26 (14,68-15,84)	< 0,01
<b>Estaciones del año</b>					< 0,01
Invierno	4.850 (40,7)		255 (58,5)		
Primavera	2.509 (21,1)		76 (17,4)		
Verano	2.375 (19,9)		49 (11,2)		
Otoño	2.184 (18,3)		56 (12,8)		
<b>CAU (media diaria ug/m<sup>3</sup>)</b>					
NO <sub>2</sub>		46,92 (46,60-47,23)		53,88 (52,06-55,69)	< 0,01
PM10		34,81(34,47-35,16)		37,13 (35,01-39,25)	0,02
O <sub>3</sub>		44,35 (43,95-44,75)		38,27 (36,16-40,38)	< 0,01
SO <sub>2</sub>		7,84 (7,80-7,88)		7,61 (7,39-7,82)	0,02

CAU: contaminación atmosférica urbana; IC: intervalo de confianza; ji<sup>2</sup>: ji cuadrado; NO<sub>2</sub>: dióxidos de nitrógeno; O<sub>3</sub>: ozono; PM10: materia particulada ≤ 10 micras; SO<sub>2</sub>: dióxidos de azufre; Tª: temperatura; X: media.

En negrita, las variables significativas p < 0,05.



**Figura 2** Distribución de la media diaria a lo largo del año de la contaminación atmosférica urbana en la ciudad de Murcia.

**Tabla 3** Regresión logística multivariable. Riesgo de ingresar por enfermedades respiratorias agudas

Riesgo de ingreso / todos los ingresos de causa respiratoria							
	B	ET	Wald	Sig	Exp (B)	Inferior	Superior
Edad (años)	-0,035	0,021	2,661	0,103	0,966	0,926	1,007
Género (masculino)	0,346	0,121	8,260	0,004	1,414	1,116	1,791
Tª (°C)	-0,003	0,019	0,033	0,856	0,997	0,960	1,035
NO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	-0,024	0,006	16,786	0,000	1,024	1,013	1,036
O <sub>3</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	0,016	0,006	6,493	0,001	1,017	1,004	1,030
PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	-0,005	0,004	1,313	0,252	0,995	0,987	1,003
SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	-0,021	0,028	0,602	0,438	0,979	927	1,033
Estación del año			15,421	0,001			
Invierno	0,744	0,215	11,993	0,001	2,105	1,403	3,211
Primavera	0,130	0,246	0,279	0,597	1,139	0,879	1,846
Verano	-0,158	0,296	0,284	0,594	0,854	0,478	1,525
Constante	-5,285	0,583	82,133	0,000	0,005		
Riesgo de ingresos / asma							
	B	ET	Wald	Sig	Exp (B)	Inferior	Superior
Edad (años)	0,040	0,036	1,221	0,269	1,041	0,969	1,118
Género (masculino)	0,481	0,268	3,217	0,073	1,618	0,956	2,738
Tª (°C)	-0,028	0,040	0,495	0,482	0,972	0,898	1,052
NO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	0,014	0,012	1,356	0,244	1,014	0,990	1,039
O <sub>3</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	0,036	0,013	7,835	0,005	1,037	1,011	1,063
PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	0,019	0,008	5,194	0,023	1,019	1,003	1,036
SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	0,005	0,062	0,008	0,931	1,005	0,891	1,134
Estación del año			2,691	0,442			
Invierno	-0,017	0,448	0,001	0,970	0,983	0,409	2,365
Primavera	-0,710	0,502	1,998	0,158	0,492	0,184	1,316
Verano	-0,424	0,544	0,609	0,435	0,654	0,225	1,899
Constante	-5,970	1,195	24,958	0,000	0,003		
Riesgo de ingresos / bronquiolitis							
	B	ET	Wald	Sig	Exp (B)	Inferior	Superior
Edad (años)	-0,365	0,184	3,927	0,048	0,694	0,484	0,996
Género (masculino)	0,377	0,206	3,354	0,067	1,457	0,974	2,180
Tª (°C)	-0,006	0,035	0,034	0,854	0,994	0,928	1,064
NO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	0,031	0,010	10,031	0,002	1,032	1,012	1,052
O <sub>3</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	0,019	0,011	2,953	0,086	1,019	0,997	1,041
PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	-0,008	0,007	1,497	0,221	0,992	0,979	1,005
SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	0,001	0,046	0,001	0,979	1,001	0,915	1,096
Estación del año			4,254	0,235			
Invierno	0,342	0,375	0,832	0,362	1,408	0,675	2,938
Primavera	0,547	0,417	1,721	0,190	1,729	0,763	3,916
Verano	-0,920	0,884	1,084	0,298	0,398	0,070	2,252
Constante	-3,388	1,114	9,252	0,002	0,034		

Variable(s) introducida(s): NO<sub>2</sub>: dióxidos de nitrógeno; O<sub>3</sub>: ozono; PM10: materia particulada ≤ 10 micras; SO<sub>2</sub>: dióxidos de azufre; media diarias, estación del año, temperatura ambiente media diaria de la temperatura ambiente de la ciudad, edad en años, sexo.

económicos, mostraba unos niveles de contaminación por encima de las recomendaciones de la OMS<sup>34</sup>.

Una limitación importante proviene de la escasez de fuentes de información sobre contaminación en este estudio. El municipio de Murcia con 400000 habitantes, el séptimo más poblado de España, solo dispone de una estación de control de la contaminación, y por ejemplo carece de información sobre PM<sub>2,5</sub> y otros contaminantes.

Estacionalidad y temperatura afecta a la variabilidad de la CAU y hemos controlado los análisis por estos factores<sup>35-39</sup>. Otras variables comunitarias e individuales como el tabaquismo, factores dietéticos y estilos de vida pueden interferir con los resultados. De especial importancia es el tabaquismo, cuando alrededor del 50% de los menores en España convive con algún fumador en el hogar<sup>40</sup>. El bajo nivel de registro y la falta de codificación sobre la exposición

a humo ambiental de tabaco en los menores que acudieron al SUP ha impedido analizar su influencia en los resultados obtenidos. Consideramos primordial la formación de los pediatras en el manejo de intervención breve oportunista en las asistencias en los SUP. De otro lado, son necesarios estudios de cohortes y más series temporales de forma colaborativa con un enfoque metodológico estandarizado para examinar mejor las asociaciones observadas en nuestro estudio.

Aunque la proporción de casos de hospitalización por asma o bronquiolitis que podrían ser atribuibles a la contaminación atmosférica pareciera pequeño a nivel poblacional tiene probablemente un impacto sustancial en la morbilidad y carga global de enfermedad. La buena noticia es que la exposición a la CAU es totalmente prevenible. Ya se están desarrollando modelos de éxito en numerosas ciudades y áreas del planeta. La disminución de la CAU se ha asociado a beneficios en la salud pública con reducciones en las tasas de mortalidad cardiovascular y respiratoria en adultos, y en niños se ha reportado una disminución en el número de ingresos hospitalarios por problemas respiratorios (de hasta un 87% en ciudades que partían con altos niveles de contaminación), en el número de recién nacidos pretérmino y reducción de la inflamación pulmonar<sup>33,41-45</sup>. De esta forma, mejorar los sistemas de monitorización ambiental y la puesta en marcha de medidas de control de la CAU (transporte público, diseño urbano, evitar las quemaduras de rastrojos, estimular el uso de la bicicleta, limitar el uso de automóviles contaminantes, mejorar la monitorización de la CAU y de los efectos en grupos vulnerables...) contribuye a disminuir la tasa de ingresos hospitalarios en pediatría.

Esta hoja de ruta requiere liderazgos valientes, creación de nuevas estructuras que unan salud y medioambiente, recursos sustanciales, y amplios cambios sociales<sup>40</sup>. La creciente conciencia social de la relación entre salud y medioambiente es el principal motor de cambio. Hacemos una llamada a la participación de los pediatras de España para aumentar el tamaño de la muestra ofreciendo nuestros datos en abierto ([http://pehsu.org/wp/wp-content/uploads/CAU\\_IngresosRespi.zip](http://pehsu.org/wp/wp-content/uploads/CAU_IngresosRespi.zip)) a otros grupos de investigación pediátrica de España. El estudio combinado de fuentes de información sanitaria y de las redes de vigilancia medioambiental constituyen una herramienta poderosa para establecer una adecuada monitorización y crear modelos que contribuyan a mejorar la salud y la calidad del aire en las ciudades.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Al Dr. Picazo Román y todo su equipo del Servicio de Documentación Clínica del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca por su colaboración en el proyecto. A los colectivos de Madres por el Clima Murcia y Stop Quemaduras Murcia por su trabajo de sensibilización social por la mejora de la calidad del aire en la ciudad de Murcia.

## Bibliografía

1. Ortega-García JA, Sánchez-Solís M, Ferris-Tortajada J. Air pollution and children's health. *An Pediatr (Barc)*. 2018;89:77-9.
2. Schwartz J. Air pollution and children's health. *Pediatrics*. 2004;113 4 Suppl:1037-43.
3. Unicef. Clear the air for children: the impact of air pollution on children. New York: UNICEF; 2016.
4. Global Burden of Disease 2016 Risk Factors Collaborators. Global Burden of Disease 2016 Risk Factors Collaborators Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*. 2017;390:1345-422.
5. Goldizen FC, Sly PD, Knibbs LD. Respiratory effects of air pollution on children. *Pediatr Pulmonol*. 2016;51:94-108.
6. Gehring U, Gruziova O, Agius RM, Beelen R, Custovic A, Cyrus J, et al. Air pollution exposure and lung function in children: the ESCAPE project. *Environ Health Perspect*. 2013;121:1357-64.
7. Luong LMT, Phung D, Dang TN, Sly PD, Morawska L, Thai PK. Seasonal association between ambient ozone and hospital admission for respiratory diseases in Hanoi, Vietnam. *PLoS One*. 2018;13:e0203751.
8. Bono R, Romanazzi V, Bellisario V, Tassinari R, Trucco G, Urbino A, et al. Air pollution, aeroallergens and admissions to pediatric emergency room for respiratory reasons in Turin, northwestern Italy. *BMC Public Health*. 2016;16:722.
9. Nicolai T. Environmental air pollution and lung disease in children. *Monaldi Arch Chest Dis*. 1999;54:475-8.
10. Orellano P, Quaranta N, Reynoso J, Balbi B, Vasquez J. Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12:e0174050.
11. Mehta S, Shin H, Burnett R, North T, Cohen AJ. Ambient particulate air pollution and acute lower respiratory infections: a systematic review and implications for estimating the global burden of disease. *Air Qual Atmos Health*. 2013;6:69-83.
12. Götschi T, Heinrich J, Sunyer J, Künzli N. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review. *Epidemiology*. 2008;19:690-701.
13. Schultz ES, Gruziova O, Bellander T, Bottai M, Hallberg J, Kull I, et al. Traffic-related air pollution and lung function in children at 8 years of age: a birth cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;186:1286-91.
14. Kuo CY, Chan CK, Wu CY, Phan DV, Chan CL. The short-term effects of ambient air pollutants on childhood asthma hospitalization in Taiwan: A National Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16:203.
15. Zheng XY, Ding H, Jiang LN, Chen SW, Zheng JP, Qiu M, et al. Association between air pollutants and asthma emergency room visits and hospital admissions in time series studies: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10:e0138146.
16. World Health Organization (WHO) (2006) World Health Organization (WHO) Air quality guidelines. Global Update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen: World Health Organization; 2006, en: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/78638/E90038.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf).
17. Instituto Nacional de Estadística. Estadística del Padrón Continuo a 1 de enero de 2016. Datos por municipios. Murcia [consultado 18 Oct 2019]. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/e245/p05/a2016/l0/&file=00030001.px>.
18. Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia [consultado 15 Sep 2019]. Disponible en: <https://sinqlair.carm.es/calidadaire/>.

19. Bateson TF, Schwartz J. Control for seasonal variation and time trend in case-crossover studies of acute effects of environmental exposures. *Epidemiology*. 1999;10:539–44.
20. Air pollution country profile. Spain. European Environment Agency [consultado 18 Ene 2018]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/spain>.
21. Mikerov AN, Phelps DS, Gan X, Umstead TM, Haque R, Wang G, et al. Effect of ozone exposure and infection on bronchoalveolar lavage: sex differences in response patterns. *Toxicol Lett*. 2014;230:333–44.
22. Barraza-Villarreal A, Sunyer J, Hernandez-Cadena L, Escamilla-Núñez MC, Sienna-Monge JJ, Ramírez-Aguilar M, et al. Air pollution, airway inflammation, and lung function in a cohort study of Mexico City schoolchildren. *Environ Health Perspect*. 2008;116:832–8.
23. Gharibi H, Entwistle MR, Ha S, Gonzalez M, Brown P, Schweizer D, et al. Ozone pollution and asthma emergency department visits in the Central Valley, California USA, during June to September of 2015: a time-stratified case-crossover analysis. *J Asthma*. 2018;9:1–12.
24. Nhung NTT, Schindler C, Dien TM, Probst-Hensch N, Perez L, Künzli N. Acute effects of ambient air pollution on lower respiratory infections in hanoi children: An eight-year time series study. *Environ Int*. 2018;110:139–48.
25. Cano-Garcinuño A, Praena-Crespo M, Mora-Gandarillas I, Carvajal-Urueña I, Callén-Blecua MT, García-Merino Á. Grupo de Expertos para el Diagnóstico de la Bronquiolitis Criterios heterogeneidad en el diagnóstico de aguda bronquiolitis in Spain. *An Pediatr (Barc)*. 2019;90:109–17.
26. Green CA, Yeates D, Goldacre A, Sande C, Parslow RC, McShane P, et al. Admission to hospital for bronchiolitis in England: trends over five decades, geographical variation and association with perinatal characteristics and subsequent asthma. *Arch Dis Child*. 2016;101:140–6.
27. Robertson SE, Roca A, Alonso P, Simoes EA, Kartasasmita CB, Olaleye DO, et al. Respiratory syncytial virus infection: denominator-based studies in Indonesia, Mozambique Nigeria and South Africa. *Bull World Health Organ*. 2004;82:914–22.
28. King C, Kirkham J, Hawcutt D, Sinha I. The effect of outdoor air pollution on the risk of hospitalisation for bronchiolitis in infants: a systematic review. *PeerJ*. 2018;6:e5352.
29. Yitshak-Sade M, Yudovitch D, Novack V, Tal A, Kloog I, Goldbart A. Air Pollution and Hospitalization for Bronchiolitis among Young Children. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14:1796–802.
30. Calderón-Garcidueñas L, Mora-Tiscareño A, Fordham LA, Valencia-Salazar G, Chung CJ, Rodríguez-Alcaraz A, et al. Respiratory damage in children exposed to urban pollution. *Pediatr Pulmonol*. 2003;36:148–61.
31. Chen TM, Gokhale J, Shofer S, Kuschner WG. Outdoor air pollution: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects. *Am J Med Sci*. 2007;333:249–56.
32. Karr C, Lumley T, Schreuder A, Davis R, Larson T, Ritz B, et al. Effects of subchronic and chronic exposure to ambient air pollutants on infant bronchiolitis. *Am J Epidemiol*. 2007;165:553–60.
33. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, Adeyi O, Arnold R, Basu NN, et al. The Lancet Commission on Pollution and health. *Lancet*. 2018;391:462–512.
34. World Health Organization (WHO) (2016) World Health Organization (WHO) WHO's urban ambient air pollution database—update 2016. 2016. [consultado 21 Nov 2017]. Disponible en: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/).
35. Karr CJ, Demers PA, Koehoorn MW, Lencar CC, Tamburic L, Brauer M. Influence of ambient air pollutant sources on clinical encounters for infant bronchiolitis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;180:995–1001.
36. Girgis MS, Strickland MJ, Hu X, Liu Y, Chang HH, Belanoff C, et al. Chronic PM(2.5) exposure and risk of infant bronchiolitis and otitis media clinical encounters. *Int J Hyg Environ Health*. 2017;220:1055–63.
37. Karr CJ, Demers PA, Koehoorn MW, Lencar CC, Tamburic L, Brauer M. Infant exposure to fine particulate matter and traffic and risk of hospitalization for RSV bronchiolitis in a region with lower ambient air pollution. *Environ Res*. 2009;109:321–7.
38. Ségala C, Poizeau D, Mesbah M, Willems S, Maidenberg M. Winter air pollution and infant bronchiolitis in Paris. *Environ Res*. 2008;106:96–100.
39. Martín Martín R, Sánchez Bayle M. Impact of air pollution in paediatric consultations in Primary Health Care: Ecological study. *An Pediatr (Barc)*. 2018;89:80–5.
40. Ortega-García JA, Tellerías L, Ferrís-Tortajada J, Boldo E, Campillo-López F, van den Hazel P, et al. Threats, challenges and opportunities for paediatric environmental health in Europe, Latin America and the Caribbean. *An Pediatr (Barc)*. 2019;90:124, e1-124.e11.
41. Rich DQ, Liu K, Zhang J, Thurston SW, Stevens TP, Pan Y, et al. Differences in Birth Weight Associated with the 2008 Beijing Olympics Air Pollution Reduction: Results from a Natural Experiment. *Environ Health Perspect*. 2015;123:880–7.
42. Clancy L, Goodman P, Sinclair H, Dockery DW. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin Ireland: an intervention study. *Lancet*. 2002;360:1210–4.
43. Izquierdo R, García dos Santos S, Borge R, de la Paz D, Sari-giannis D, Gotti A, et al. Health impact assessment by the implementation of Madrid City air-quality plan in 2020. *Environ Res*. 2020;183:1090212.
44. Zhang Z, Wang J, Liu F, Yuan L, Yuan J, Chen L, et al. Impacts of event-specific air quality improvements on total hospital admissions and reduced systemic inflammation in COPD patients. *PLoS One*. 2019;14:e0208687.
45. Pope CA 3rd. Respiratory disease associated with community air pollution and a steel mill. Utah Valley. *Am J Public Health*. 1989;79:623–8.