

Boletín Epidemiológico Distrital

1 de enero a 31 de diciembre de 2009. Volumen 14, Edición -18 / ISSN 0123-8590



**Contaminación asociada a morbilidad por enfermedad respiratoria
aguda, en menores de 5 años, en las localidades de Puente Aranda,
Kennedy y Fontibón**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
HUMANANA

Boletín Epidemiológico Distrital

Alcalde Mayor de Bogotá
Gustavo Francisco Petro Urrego

Secretario Distrital de Salud
Aldo Enrique Cadena Rojas

Subsecretario Distrital de Salud
Helver Giovanni Rubiano García

Director de Salud Pública
Jaime Hernán Urrego Rodríguez

Vigilancia en Salud Pública
Patricia Arce Guzmán

Editores
Luis Jorge Hernández Flórez
Daibeth Elena Henríquez Iguarán

Comité Editorial
Hernán Vargas
Bibiana Pérez
Claudia Moreno
Diana Guevara Jaramillo
Sandra Gómez

Apoyo Técnico
Nelcy Zambrano Hernández

Coordinación editorial

Oficina Asesora de Comunicaciones en Salud
Oriana Obagi Orozco

Corrección de Estilo
Gustavo Patiño Díaz

Fotografía, Diseño y Diagramación
Harol Giovanni León Niampira

Impresión
Subdirección Imprenta Distrital D.D.D.I.

Secretaría Distrital de Salud
Carrera 32 No.12-81
Conmutador: 364 9090
Bogotá, D. C. - 2013
www.saludcapital.gov.co

*Luis Jorge Hernández Flórez,
Gustavo Aristizábal Duque,
Yenny Salgado, Lizeth Cantor C., Katalina
Medina, Jaime Barrera y Rolando Bayona
(Grupo de Aire y Salud - Secretaría Distrital de Salud).*

Correspondencia

Dr. Luis Jorge Hernández Flórez
luishern@uniandes.edu.co

Contaminación asociada a morbilidad por enfermedad respiratoria aguda, en menores de 5 años, en las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Fontibón

CONTENIDO

Introducción	3
Métodos	3
Resultados	5
Discusión de resultados	13
Referencias	18

Introducción

La contaminación del aire en Bogotá se da por diversos agentes, dentro de los cuales el que más sobrepasa el límite de la norma de calidad de aire es el material particulado menor a 10 micras (PM_{10}). Las mediciones en espacios extramuros han mostrado valores promedio diarios que exceden la norma de calidad de aire en el 70% de los días del año. También se ha evidenciado la presencia de PM_{10} en espacios intramuros como extensión de la contaminación extramural o por la presencia de fuentes de emisión dentro de las viviendas o de los jardines infantiles (intramuros) (1).

Existe evidencia de que la enfermedad respiratoria aguda (ERA) está asociada con la contaminación del aire por PM_{10} , en especial en niños menores de 5 años (2). Los niños que viven en áreas altamente contaminadas están más propensos a buscar atención médica por síntomas respiratorios y crisis de asma (3).

La cercanía del jardín infantil a fuentes de emisión de PM_{10} , como chimeneas o vías de alto flujo vehicular, constituye un factor de riesgo, si se tiene en cuenta que los niños menores de 5 años pasan la mayor parte del día dentro del jardín infantil.

El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre la contaminación del aire extra e intramuros por material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y su asociación con síntomas respiratorios en niños menores de 5 años en tres localidades del Distrito Capital.

Métodos

Durante el periodo de julio a diciembre de 2007 en las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Fontibón, del Distrito Capital, se escogieron por conveniencia nueve jardines infantiles públicos, de los cuales cinco (con 315 niños en total) correspondieron a una zona de mayor exposición y cuatro (con 304 niños en total) a una zona de menor exposición. Los niños elegidos para este estudio pasan la mayor parte de su tiempo en el jardín infantil (de 7:00 a. m. a 5:00 p. m.) y su vivienda se ubica a menos de un kilómetro del mismo.

Se consideró el jardín infantil ubicado en zona de mayor exposición a aquel que esté a menos de 100 metros de fuentes fijas o móviles de mayor emisión de PM_{10} , como vías en mal estado, vías de alto flujo vehicular o presencia de chimeneas. Estos jardines están ubicados en zonas clasificadas como industriales. Los jardines infantiles en zona de menor exposición están ubicados a más de 100 metros de fuentes fijas o móviles de emisión de PM_{10} y en zonas catalogadas como residenciales.

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó mediante EPI 2000, a partir de los siguientes presupuestos: nivel de confianza del 95%, potencia del 80%, riesgo relativo RR estimado de 1,5 e incidencia esperada del 30% de morbilidad respiratoria en población expuesta, según el reporte de los boletines de ERA del Distrito Capital.

Al tener en cuenta un aumento del 20% en el tamaño de la muestra por posibilidad de deserción de los participantes, el tamaño final de la muestra fue de al menos 300 individuos en cohorte expuesta y 300 en no expuesta.

Se ubicaron monitores de PM_{10} intramuros y extramuros en tres jardines infantiles representativos: dos de mayor exposición y uno de menor exposición. Se siguieron las normas de estandarización en la ubicación de equipos gravimétricos tipo *low vol* (muestreador *Low-vol* de marca OMNI BGI), los cuales se instalaron en el patio cercano al cuarto de cocina y cerca a uno de los salones en el que los niños realizan diferentes actividades. Se compararon las excedencias y los promedios de PM_{10} entre las mediciones intramuros y las de la red de monitoreo de calidad de aire extramuros.

Se obtuvo el consentimiento informado, previa reunión de sensibilización a padres y maestros de los jardines infantiles seleccionados. Se realizó una encuesta inicial de caracterización a los niños, utilizando el instrumento aplicado inicialmente en el estudio “Asthma and Persistent Wheeze in the Harvard Six Cities” (1990) con ajustes incorporados de la encuesta ISAAC (International Study on Asthma and Allergies in Childhood, 1994) y modificaciones al medio colombiano hechas por Solarte en 1999 (4). Dicha encuesta tenía preguntas sobre prevalencia de sibilancias, tos, expectoración, antecedente de enfermedades previas, bajo peso al nacer, exposición a humo de cigarrillo, nivel educativo de los padres, y características de la vivienda en cuanto a posibles fuentes de emisión de PM_{10} intra- y extramuros, lo cual se verificó mediante visita intradomiciliaria.

Luego de la caracterización inicial se realizó seguimiento de las cohortes durante 19 semanas, utilizando el formato de diario de síntomas; instrumento ya validado por Solarte (4) en Bogotá. Se aplicó un instructivo de ayuda al entrevistador en el que se estandarizaron los principales síntomas respiratorios para diligenciar el formato y para la entrevista con padres o cuidadores.

Los datos diurnos entre semana fueron tomados por el personal de salud que visitó día a día los jardines infantiles y quedaron consignados en el instrumento “Diario de síntomas respiratorios”. Los datos de la jornada nocturna y de los fines de semana, se recolectaron tres días a la semana por vía telefónica con los acudientes de los menores. El procedimiento de diligenciamiento consistió en leer uno a uno los síntomas del formato y el padre de familia iba indicando cuáles había presentado el niño; estos datos igualmente fueron consignados en el formato. El encuestador y los padres sabían si el jardín estaba en una zona de mayor o menor exposición a PM_{10} .

Si un niño presentaba ERA, se remitía al servicio de salud de los hospitales del área de influencia.

Análisis estadístico

Se calcularon las prevalencias para cada una de las variables indagadas en el cuestionario con sus respectivos intervalos de confianza; para tal fin se utilizó la corrección de varianza por muestreos de conglomerados. Posteriormente, se evaluó la asociación de las variables de interés en función de la exposición mediante la implementación de pruebas χ^2 y se calcularon razones de prevalencia y *odds ratio* (OR) crudas y ajustadas mediante regresión logística con sus respectivos intervalos de confianza.

Para la cohorte mediante Epidata se calcularon tasas de incidencia y razones de tasas de incidencia; luego, mediante el programa SPSS, se construyeron modelos de regresión de Poisson para evaluar la asociación entre las variables analizadas y las tasas de los síntomas de interés.

RESULTADOS

Valoración de la concentración de PM_{10} intramuros y extramuros en los jardines infantiles

La tabla 1 muestra las concentraciones de PM_{10} durante 144 días de monitoreo. Se comprueba que hay diferencia en el promedio de PM_{10} extramuros entre los jardines más expuestos y los menos expuestos: $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los primeros, frente a $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los segundos (en el caso de la localidad de Puente Aranda) y con significancia estadística. En el jardín infantil menos expuesto de esta misma localidad, se presentó un mayor promedio de PM_{10} intramuros ($62 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que extramuros ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), con significancia estadística. Todos los jardines infantiles —tanto los más expuestos como los menos expuestos— presentaron valores promedio diarios por encima de la norma EPA de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cuanto a los valores reportados por la autoridad ambiental se observa que no se presenta diferencia estadísticamente significativa en los promedios de PM_{10} en la zona de mayor exposición, donde el promedio extramuros es de $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el de la autoridad ambiental es de $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el jardín de menor exposición sí se evidencia una mayor concentración promedio de PM_{10} por parte de la autoridad ambiental, con significancia estadística de $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ frente a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En lo que se refiere a la localidad de Fontibón, el promedio de PM_{10} es también más alto en la medición de la autoridad ambiental y presenta significancia estadística.

Tabla 1. Concentración de PM₁₀ en jardines infantiles según exposición (año 2007)

Tipo estimador	Puente Aranda					Fontibón	
	Jardín infantil más expuesto No. 1		Jardín infantil menos expuesto No. 2		Red monitoreo autoridad ambiental	Jardín infantil más expuesto No.3	Red monitoreo autoridad ambiental
	Intra (µg/m ³)	Extra (µg/m ³)	Intra (µg/m ³)	Extra (µg/m ³)	(µg/m ³)	Extra (µg/m ³)	(µg/m ³)
Promedio	86	91	62	50	95	69	104
IC 95%	77,3-93,9	77,4-104,6	55,7-67,9	44,9-55,4	88,7-101,5	56,6-72,6	98,9-109,0
Mediana	80	77	57	49	92	69	98
Mínimo	12	16	6	8	47	35	52
Máximo	268	377	136	121	179	125	167
p25	61	51	41	29	69	55	86
p50	80	77	57	49	92	69	98
p75	108	109	80	70	113	81	113

Fuente: Hospital del Sur y Hospital Fontibón (2007).

Población estudiada

En total se evaluaron 619 niños menores de 5 años en las tres localidades y en nueve jardines infantiles. No se evidenció diferencia por edad ni por sexo entre el grupo de mayor exposición —promedio de edad, 30,6 meses; valor mínimo de 6 meses y máximo de 58 meses— y el de menor exposición —promedio de edad, 31,5 meses, valor mínimo de 6 meses y máximo de 59 meses— (tabla 2). El sexo masculino representó el 54,9% (340), y el femenino el 45,0% (279).

Tabla 2. Población de estudio

Edad (meses)	Total	%
0 a 12	41	6,6
13 a 24	150	24,2
25 a 59	428	69,1
Total	619	100,0

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

En cuanto a exposición a PM_{10} , 315 niños correspondieron a jardines infantiles con mayor exposición, y 304, a jardines con menor exposición.

Prevalencia de síntomas respiratorios

La prevalencia de sibilancias en el último año fue de 74,3% en el total de niños. La prevalencia fue más alta en quienes viven en la zona de mayor exposición a PM_{10} . En este mismo grupo fue también mayor la prevalencia de sibilancias con los resfriados y el número de ataques de sibilancias. A mayor exposición, se incrementa la frecuencia de los ataques de sibilancias (tabla 3). La prevalencia de tos fue de 33,3%, y de tos al levantarse temprano, 54,4% (tabla 4).

Tabla 3. Sibilancias

Aspecto	Total	Mayor exposición	Menor exposición	Razón de prevalencia
		Frecuencia %	Frecuencia %	
Sibilancias en el último año	313 (74,3%) IC 95% (70,1-78,6)	168 (79,6%) IC 95% (74,1-85,0)	145 (69,0%) IC 95% (62,7-75,3)	1,2 IC 95% (1,0- 1,3)
Sibilancias con los resfriados	356 (57,5%) IC 95% (53,6-61,4)	196 (62,2%) IC 95% (56,8-67,5)	160 (52,6%) IC 95% (47,0-58,2)	1,2 IC 95% (1,0- 1,4)
De 1 a 3 ataques de sibilancias en el último año	226 (72,2%) IC 95% (67,2-77,1)	110 (65,5%) IC 95% (58,2-72,7)	116 (80,0%) IC 95% (73,4-86,5)	0,8 IC 95% (0,7-0,9)
De 4 a 12 ataques de sibilancias en el último año	61 (19,5%) IC 95% (15,0-23,9)	42 (25,0%) IC 95% (18,4-31,5)	19 (13,1%) IC 95% (7,5-18,6)	1,9 IC 95% (1,2-3,1)
Más de 12 ataques de sibilancias en el último año	19 (6,1%) IC 95% (3,4-8,7)	15 (8,9%) IC 95% (4,5-13,2)	4 (2,8%) IC 95% (0,0-5,4)	3,2 IC 95% (1,1- 9,6)

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

Tabla 4. Tos y expectoración

Variable	Total	Mayor exposición	Menor exposición	Razón de prevalencia
Tos con frecuencia	206 (33,3%) IC 95%(29,5-37,0)	92 (29,2%) IC 95%(24,1-40,2)	114(37,5%) IC95% (32,0-42,9)	0,8 IC 95% (0,6- 1,0)
Tos al levantarse, o temprano en la mañana	112 (54,4%) IC95%(47,5-61,2)	53 (57,6%) IC95%(47,4-67,7)	59 (51,8%) IC95%(42,5-61,0)	1,1 IC 95% (0,9-1,4)

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

Exposición al cigarrillo

La tabla 5 muestra mayor tabaquismo pasivo en los niños que viven en la zona de mayor exposición a PM_{10} .

Tabla 5. Exposición al cigarrillo

Aspecto	Total	Mayor exposición	Menor exposición
		Frecuencia %	Frecuencia %
Las personas que viven con el niño fuman*	254 (41,0%) IC 95%(37,1-44,8)	151 (47,9%) IC95%(42,3-53,4)	103 (33,9%) IC95%(28,5-39,2)
El niño estuvo en contacto regularmente con personas que fuman*	247 (39,9%) IC 95%(36,1-43,8)	147 (46,7%) IC95%(41,1-52,2)	100 (32,9%) IC95%(27,6-38,3)

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

* $p < 0,05$

Estudio de cohorte

Los días de observación oscilaron entre 7 y 119 días, con una media de seguimiento de 102 días. El 47,3% (293) de los 619 niños cumplieron un seguimiento de por lo menos 119 días. Del total de niños seleccionados, en 33 hubo seguimiento menor a 30 días. La tabla 6 muestra la ocurrencia de síntomas respiratorios en los grupos de mayor y de menor exposición.

La columna del total incluye los eventos ocurridos del respectivo síntoma. Se observa mayor número de síntomas en el grupo de niños más expuestos en el caso de tos, expectoración, sibilancias, ojos rojos, fiebre, ahogo y ausentismo escolar por ERA.

Tabla 6. Síntomas respiratorios y días-niña/o exposición

Síntoma	Total episodios	Episodios mayor exposición	Episodios menor exposición	Días niña/o mayor exposición	Días niña/o menor exposición	Total día niña/o mayor y menor exposición	Tasa de incidencia × 1.000
Tos	1.261	609	652	53.886	63.812	117.698	10,7
Expectoración	584	325	259	65.242	67.974	133.216	4,4
Sibilancia	352	203	149	67.394	69.244	136.638	2,6
Ahogo	175	75	100	68.378	69.618	137.996	1,3
Nariz tapada	523	258	265	67.846	67.585	135.431	3,9
Secreción nasal	2.490	1.346	1.144	47.843	50.401	98.244	25,3
Ojos rojos	106	54	52	69.392	69.764	139.156	0,7
Fiebre	119	71	48	69.326	74.311	143.637	0,8
Dolor de cabeza	31	12	19	68.665	74.734	143.399	0,2
Ausentismo escolar	229	143	86	33.859	34.627	68.486	3,3
Consulta por ERA	91	36	55	68.595	69.976	138.571	0,7
Faltó algún familiar al trabajo por cuidar al menor por ERA	62	21	41	68.723	70.108	138.831	0,4
Tos y expectoración	1.107	587	520	32.484	32.826	65.310	16,9
Expectoración y sibilancia	610	371	239	36.298	36.910	73.208	8,3
Tos y ahogo	1.056	536	520	33.128	32.826	65.954	16,0
Síntomas: ojos, nariz tapada, secreción nasal, fiebre y dolor de cabeza	1.585	779	806	22.531	22.544	45.075	35,2

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

Razón de tasa de incidencia

La tabla 7 muestra el resultado de cálculo de las razones de tasa de incidencia Riesgo Relativo según mayor y menor exposición a la contaminación del aire a PM_{10} intra- y extramuros.

Tabla 7. Resultados síntomas total día y noche

Síntoma	Razón de tasa de incidencia	IC (95,0%)
Expectoración o flemas de uno o más días de evolución	1,3	1,1-1,5
Sibilancias o <i>hervidera</i> de pecho de uno o más días de evolución	1,4	1,1-1,7
Fiebre de tres o más días de evolución	1,6	1,1-2,3
Secreción nasal de tres o más días de evolución	1,2	1,1-1,3
Faltó al colegio por ERA durante uno o más días	1,7	1,3-2,2
Tos de tres o más días de evolución	1,1	1,0-1,2
Ahogo o dificultad para respirar de uno o más días de evolución	0,8	0,6-1,0
Nariz tapada de tres o más días de evolución	1,0	0,8-1,1
Ojos rojos o con rasquiña de tres o más días de evolución	1,2	0,8-1,8
Dolor de cabeza de tres o más días de evolución	0,7	0,3-1,4
Consulta médica por ERA uno o más días	0,7	0,4-1,0

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

Síntomas agrupados

En la tabla 8 se observa que los síntomas agrupados “tos y flemas” y “expectoración y sibilancias” presentan razones de tasa de incidencia de 1,14 y 1,57, respectivamente, con significancia estadística.

Tabla 8. Síntomas combinados. Total día y noche

Síntoma	Razón de tasa de incidencia	IC (95,0%)
Tos y flemas de tres o más días de evolución	1,1	1,0-1,3
Expectoración y sibilancias	1,6	1,3-1,9
Tos y ahogo	1,0	0,9-1,1
Síntomas combinados: ojos rojos, nariz tapada, secreción nasal, fiebre y dolor de cabeza	1,0	0,9-1,0

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

Análisis multivariado

Al realizar la regresión multivariada (Poisson), se identificaron los factores asociados al respectivo síntoma respiratorio en forma individual y agrupada. Luego de ajustar por todas las variables independientes incluidas, se mantiene la exposición a PM_{10} como factor de riesgo. Se evidencian otros factores ambientales, como la cercanía a fuentes de emisión dadas por el tipo tráfico, la presencia de edificaciones o vías en construcción a menos de 100 metros de la vivienda y las fuentes de emisión dentro del hogar, como el tabaquismo pasivo y la existencia de fábrica o negocio dentro de la vivienda.

Se mantuvieron los factores personales de antecedente de bajo peso al nacer y sibilancias en el último año. Un factor familiar es el colecho como factor de riesgo. Se resalta también la asociación entre exposición a PM_{10} y el ausentismo escolar por ERA (tabla 9).

Tabla 9. Factores asociados a los síntomas respiratorios individuales y agrupados

Factor	Evento	Riesgo Relativo	p	IC 95%
Exposición a PM₁₀	Tos con expectoración	1,2	0,031	1,0-1,4
	Secreción nasal	1,1	0,045	1,0-1,2
	Ausentismo escolar	1,7	0,001	1,3-2,3
	Sibilancias	1,3	0,041	1,0-1,6
	Total de síntomas	1,1	0,001	1,0 -1,2
Peso al nacer menor de 2.500 g	Tos con expectoración	1,3	0,003	1,1-1,6
	Ahogo	1,7	0,009	1,1-2,6
	Sibilancias	1,8	0,001	1,4-2,5
	Nariz tapada	1,6	0,001	1,2-2,0
	Total de síntomas	1,2	0,001	1,1-1,4
Sibilancias en el último año	Secreción nasal	1,0	0,029	1,0-1,2
	Ahogo	1,9	0,010	1,2-3,2
	Fiebre	2,0	0,042	1,0-3,9
	Sibilancias	1,7	0,001	1,4-2,2
	Total de síntomas	1,1	0,001	1,1-1,2
Personas fumadoras que viven con el niño	Secreción nasal	1,1	0,026	1,0-1,2
	Fiebre	1,5	0,023	1,1-2,2
Edificaciones o vías en construcción a menos de 100 metros de la vivienda	Secreción nasal	1,1	0,045	1,0-1,2
Tráfico mediano	Ojos, nariz, garganta	1,9	0,020	1,1-3,1
Fábrica o negocio dentro de la vivienda	Fiebre	1,7	0,018	1,1-2,6
Tráfico suave	Todos los síntomas	0,9	0,029	0,9-1,0
Colecho	Tos	1,9	0,001	1,5-2,5
	Expectoración	1,9	0,002	1,3-2,9
	Tos con expectoración	1,6	0,009	1,1-2,2
	Nariz tapada	1,4	0,004	1,1-1,7

Fuente: Hospital del Sur y Hospital de Fontibón (2007).

Discusión de resultados

La medición de los efectos en salud por la contaminación debida a PM_{10} es un tema que cada vez cobra más vigencia. Gran diversidad de estudios muestran una creciente evidencia de los efectos en morbilidad atendida y mortalidad por PM_{10} fino (5).

Los estudios usualmente determinan como indicador de exposición el promedio diario de PM_{10} respirable, lo cual, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), constituye la guía a corto plazo y las medias anuales, que son las guías a largo plazo. Es así como el lineamiento de la OMS establece las siguientes guías de calidad de aire para PM_{10} : 20 $\mu g/m^3$ de media anual, y de 50 $\mu g/m^3$ de media en 24 horas (6).

Estas guías de calidad de aire se fundamentan en la evidencia de estudios epidemiológicos que muestran que a partir de los valores definidos por la OMS se aumentan significativamente los efectos en la salud. Es decir, no significa que los efectos en la salud se presenten a partir de estas concentraciones, sino que hay un aumento de los eventos de morbilidad o mortalidad a medida que aumenta la concentración en la contaminación del aire. De hecho, no se ha encontrado un límite por debajo del cual ningún efecto en salud ocurra (7).

La exposición diaria de una persona a la contaminación del aire es la sumatoria de sus exposiciones a varios ambientes a lo largo del tiempo. Estos espacios particulares de exposición se conocen como “microambientes” y pueden variar a lo largo del día. La exposición en cada microambiente es el producto de la concentración del contaminante, en especial por el tiempo que permaneció la persona en cada uno de estos espacios (vivienda, jardín infantil).

La exposición no debe ser confundida con la dosis, que es la cantidad de contaminante absorbido. Mientras más microambientes se estudien, se obtendrá una mejor valoración de la exposición diaria. El promedio diario de una concentración ambiental (extramuros) de contaminante es una aproximación a la exposición real de la persona (8).

La exposición a PM_{10} puede producir efectos a corto y largo plazo. Los efectos a corto plazo son aquellos eventos de morbilidad o mortalidad que pueden ocurrir en un periodo menor a una semana después de la exposición (8). Esto implica mediciones de exposición con intervalo inferior a una semana; es decir, promedios diarios. Los efectos a largo plazo implican mediciones de exposición como las medias anuales.

La prevalencia del síntoma respiratorio de sibilancias alguna vez fue, en el presente estudio, de 68,0% en niños menores de 5 años, en comparación con los resultados del estudio realizado también en preescolares entre los 2 y 60 meses residentes en la localidad de Puente Aranda, en el cual se obtuvo

una prevalencia de 21,4 % y en niños de mayor edad (entre 5 a 14 años) residentes en las localidades de Puente Aranda, Tunjuelito y Engativá, en el cual la prevalencia de sibilancias fue de 38,0% (4,9).

En el estudio ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) se preguntó sobre síntomas compatibles con asma, como sibilancias o “hervidera de pecho” en el último año del niño. En el primer estudio realizado en la ciudad de Cartagena en 1992 se estimó una prevalencia de estos síntomas de 8,8 % (12,3 % para el grupo entre 5 y 9 años y 8,3 % para el grupo entre 10 y 14 años).

En el segundo estudio, realizado en 2004, la prevalencia fue de 10,4% (11,6% para el grupo entre 5 a 11 años y 10,3% para los niños entre 12 y 18 años). Para Bogotá la prevalencia fue del 9,4%. En el ISAAC de 2002 realizado en Bogotá (publicado en 2008), la prevalencia de síntomas compatibles con asma fue de 10,4% para el grupo de 6 a 7 años de edad y de 8,6% para el grupo entre 13 y 14 años (10).

Un factor que favorece la aparición de sibilancias en los niños es la contaminación del aire intramuros. Algunos investigadores consideran que en los países de ingresos medios y bajos las personas dependen de los combustibles sólidos —como madera o residuos de cosecha— o de estufas que implican prender fuego dentro de la vivienda.

Otra fuente de contaminación intramuros en estos países es el humo de cigarrillo. Se ha considerado que la contaminación del aire intramuros puede ser cinco veces más alta en un país en vías de desarrollo que en uno desarrollado (11). En el presente estudio la principal fuente de contaminación intramuros fueron las fuentes de emisión extramuros a menos de 100 metros del jardín infantil; se presentaron problemas de ventilación en los jardines, por ser ambientes cerrados que impiden la dispersión de PM_{10} .

En otro estudio realizado en Perú se mostró una prevalencia de sibilancias en los últimos 12 meses entre 4,1% y 32,1% en escolares entre 6 y 7 años de edad. Al comparar niños que viven y estudian cerca a vías de alto flujo con los que viven más lejos, se observó en el grupo de niños entre los 6 y 7 años mayor riesgo de diagnóstico de asma (OR=1,9, IC 95% 1,4-2,6). En este grupo de niños también se reportó el haber tenido siempre sibilancias (OR=1,4, IC 95% 1,2-1,7), asma persistente (OR=1,4, IC 95% 1,1-1,7) o ataques de asma (OR=1,5 IC 95% 1,2-1,9) (12).

En muchos países de América Latina se han realizado estudios de prevalencia del asma con metodologías y cuestionarios del ISAAC. La prevalencia de sibilancias en niños, reportada en la región es elevada: en niños en edad escolar (6 años) varió entre 21,1% y 49,6%. Se resalta que en el presente trabajo se estudiaron niños preescolares, en los cuales usualmente es más alta la prevalencia de sibilancias: 68,0% alguna vez y 74,3% en el último año.

A través de metaanálisis se ha establecido que el hábito de fumar en familiares o convivientes del niño puede causar ERA y producir sibilancias. También hay evidencia de que la contaminación del aire, especialmente por PM_{10} , disminuye la función pulmonar, produce exacerbaciones de ataques de asma y aumenta las tasas de hospitalización por esta causa (13).

En una revisión hecha por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en 2005 (14) se estableció que en Latinoamérica se han realizado varios tipos de diseños epidemiológicos para determinar la relación entre contaminación del aire y salud, la mayoría de los cuales han sido de tipo ecológico: series de tiempo. También, aunque en menor proporción, se han desarrollado estudios transversales y de cohorte. La mayoría de estudios han buscado relacionar la contaminación del aire extramuros con mortalidad por causas respiratorias.

Los estudios sobre morbilidad se han centrado básicamente en la llamada “morbilidad atendida”; es decir, visitas diarias a la sala de emergencia o de admisión hospitalaria. Hay consenso en que los estudios de morbilidad son más sensibles que los de mortalidad para establecer relaciones entre calidad de aire por contaminantes como PM_{10} y efectos en salud (14).

En la revisión de la OPS, mediante búsqueda sistemática de la literatura solo se reseñan dos estudios de cohorte: en 1994 en Chile y en 1996 en La Habana. En el primero se realizó un seguimiento a 96 niños menores de 2 años de edad, diferenciados por residir en áreas de mayor y menor exposición a PM_{10} durante 26 semanas, y se evidenció mayor número de casos de consulta por ERA en los niños menos expuestos. En el segundo estudio, la cohorte fue de 1.030 escolares y se evidenció un riesgo relativo mayor que 1 en el asma bronquial y en la nariz tapada en los niños residentes en las zonas de mayor exposición, en comparación con las de menor exposición. En la literatura indexada latinoamericana no se han publicado estudios que incluyan como evento la morbilidad sentida por medio de la aplicación de diarios de síntomas respiratorios como el que se practicó en el presente estudio.

En el caso de Bogotá, en el estudio no indexado realizado por Solarte en 1999 —con una cohorte de 545 niños entre 5 y 15 años de edad y un seguimiento de 12 semanas, dividiendo los niños según la residencia en mayor y menor exposición— se evidenció una prevalencia elevada de síntomas respiratorios con un incremento de síntomas a medida que aumentaba el contaminante PM_{10} , en especial para los síntomas de tos y flemas, sibilancias, fiebre y dolor de cabeza. No se determinaron en este estudio razones de tasas. Se estableció que un aumento de $10 \mu g/m^3$ en la concentración de PM_{10} producía un aumento de al menos 8% en el número de consultas por ERA (4).

Otro estudio no indexado fue realizado por Aristizábal en 1997, que contó con una cohorte dinámica de 126 niños menores de 5 años, con un seguimiento durante seis meses (9). Las variables dependientes fueron los episodios de ERA alta definidos como secreción nasal y tos; en episodios de ERA alta se incluyeron ruidos bronquiales o sibilancias.

En la definición de caso se incluyó que el niño hubiera pasado dos días sin la enfermedad para considerarlo nuevo caso; es así como en este estudio se reportó una incidencia de sibilancias de 8,0 por 1.000 niños-día exposición frente a lo evidenciado en el presente estudio, que fue de 2,6 por 1.000 niños-día exposición. Para el síntoma de tos, la incidencia del estudio referenciado fue de 21,0 por 1.000 niños-día exposición, frente a una incidencia de 10,7 por 1.000 niños-día exposición en el presente estudio.

En el caso de ausentismo escolar, el estudio de Aristizábal reportó una incidencia de 5,0 por 1.000 niños-día exposición frente a una incidencia de 3,3 por 1.000 niños-día exposición del presente estudio. Estas diferencias pueden deberse a dos razones: las definiciones de caso de los síntomas respiratorios y el periodo de estudio.

En cuanto a la primera causa, en el presente estudio se consideró como nuevo caso de síntoma respiratorio (reincidencia) si habían pasado al menos siete días sin el respectivo síntoma, mientras que en el estudio de Aristizábal este tiempo fue, como ya se mencionó, de dos días, lo cual puede llevar a sobreestimar la incidencia. Para los síntomas respiratorios altos y bajos estudiados, los periodos de inducción y latencia son muy cortos, por lo cual se considera que los efectos frente a la contaminación del aire son de corto plazo.

Sin embargo, los estudios realizados en México han señalado periodos de latencia hasta de 5 a 7 días; es decir, una vez se da la exposición, los efectos en salud pueden aparecer hasta este tiempo después. Este periodo es el de inducción y latencia necesaria para la aparición de un nuevo síntoma respiratorio. Por esta razón, en la presente investigación se tuvo en cuenta un periodo sin síntomas de siete días (15).

Acerca de la segunda razón, el periodo de estudio de Aristizábal fue el primer semestre del año, el cual se caracteriza por la alta estacionalidad de ERA. En el presente estudio, la contaminación del aire poblacional intra- y extramuros estuvo asociada a los síntomas respiratorios bajos de sibilancias, tos y ahogo y al síntoma respiratorio alto de secreción nasal. Así mismo, el ausentismo escolar se asoció a contaminación del aire intra- y extramuros.

Estos hallazgos son consistentes con lo que se conoce de los efectos de la contaminación por PM_{10} y síntomas respiratorios. Meredith *et al.* (16) realizaron un estudio de cohorte durante 6 meses de 150 niños asmáticos entre 2 y 6 años, que mostró que los niños permanecen aproximadamente el 80% de su tiempo dentro de instituciones educativas como los jardines infantiles y se evidenció asociación entre el incremento de los niveles de PM_{10} intramuros y la severidad de los síntomas compatibles con asma en estos niños. Por cada $10 \mu g/m^3$ que aumenta el PM_{10} intramuros, se incrementan en 8% los días de tos y la sensación de opresión en el pecho (sibilancias). Así mismo, se evidenció mayor contaminación intramuros que extramuros, lo cual se relacionó con la cercanía a fuentes de emisión de PM_{10} , como vías de alto flujo vehicular, lo cual constituye hallazgos similares a los del presente estudio (16).

Usualmente los estudios han resaltado más la contaminación extramuros que la intramuros. Sin embargo, hay evidencia de que la contaminación intramuros puede ser incluso mayor que la extramuros (17). Si bien el alcance del presente estudio no fue determinar las causas de la contaminación intramuros, la literatura ha señalado como causas el tabaquismo y la cercanía a fuentes de emisión fijas y móviles, lo cual hace que el PM_{10} penetre en el jardín infantil y no se disperse fácilmente. No se mencionan, por ejemplo, los posibles problemas de ventilación dentro de los jardines infantiles. Cabe anotar que los antecedentes de estudios intramuros en nuestro medio son pocos.

Se sabe que si las personas que residen en áreas urbanas están expuestas durante corto tiempo a contaminación del aire producido por el combustible diesel de los vehículos, pueden experimentar un aumento en la resistencia de las vías aéreas y cambios inflamatorios bronquiales. Los efectos fueron mayores en personas con asma moderada que en personas con asma leve (18).

En el presente estudio se evidenció una asociación entre contaminación del aire por PM_{10} y ausentismo por ERA en los niños preescolares que asisten a los jardines infantiles estudiados ($RR = 1,70$, $IC95\% (1,3-2,9)$). En otros diseños de cohorte se ha establecido asociación con exposiciones de corto tiempo con ozono (O_3).

El ausentismo de escolares por exposición a ozono fue más evidente en sitios con bajos niveles promedio de PM_{10} a largo plazo. Lo contrario también se ha demostrado; es decir, en los periodos de alta exposición a PM_{10} se atenúa el efecto del O_3 . Esto se debe al efecto de la estación climática predominante en el momento (18). En el presente estudio no se dispone de datos de O_3 , ya que no se midió este contaminante.

Limitaciones del estudio

Se pudieron presentar los siguientes sesgos, los cuales buscaron corregirse con las intervenciones mencionadas:

- *El sesgo en la identificación de la exposición*, que puede llevar a mala clasificación. Se pudo presentar una mala clasificación de la exposición debido a que la cohorte expuesta se conformó según una mayor exposición tanto intramuros como extramuros, las cuales pueden presentar variaciones diarias en la concentración de PM_{10} . Un menor de 5 años puede convivir en varios microambientes, y si alguno de ellos presenta mayor contaminación, se asimila a una mayor exposición. Sin embargo, esta medición se considera indirecta y aproximada a la verdadera exposición personal. Esto se puede solucionar en la medida en que disponga de medidores personales de contaminación de aire, lo cual no ocurrió.

- Otra posibilidad de sesgo estuvo en la selección de los jardines infantiles, a los cuales usualmente asisten niños de bajo nivel socioeconómico en estas localidades, tanto en las de mayor como en las de menor exposición. Así mismo, es posible que los cuidadores tiendan a seguir más a los niños con ERA. Lo anterior se trató de corregir en la medida en que la selección de los jardines y de los niños fuera lo más aleatoria posible.
- El *sesgo del entrevistador* al tratar de inducir respuestas se corrigió en la medida en que se utilizó un instructivo de preguntas, se realizó una capacitación y estandarización de los conceptos de los encuestadores, así como un control de calidad en el 20%, al repetir las encuestas realizadas.
- El *sesgo de la identificación del desenlace* consistente en que los entrevistadores podían consignar en las encuestas y diarios de síntomas desenlaces diferentes para un mismo evento, esto se corrigió también con la estandarización de definiciones; por ejemplo, las de la tos, el ahogo y las sibilancias.
- El *sesgo “del que responde”* pudo haberse presentado en la medida en que, por ejemplo, los niños con antecedente de ERA tienden a tener por parte del cuidador un mejor seguimiento y, por el contrario, los cuidadores de los niños sin mayor adherencia tienden a omitir respuestas. Este factor se corrigió mediante la valoración de los niños en la jornada diurna (diarios de síntomas en el día) por parte de un cuidador de la salud capacitado.
- El *sesgo de pérdida diferencial de seguimiento* puede presentarse cuando se pierden participantes, por ejemplo en la cohorte o en el seguimiento, la pérdida de niños en el diario de síntomas fue inferior al 5%, esto se debió principalmente al cambio de jardín de los niños.

REFERENCIAS

1. Hernández LJ, Arciniegas A, Aristizábal G. Asociación entre la contaminación y la morbilidad por enfermedad respiratoria en tres localidades de Bogotá. Informe Final. Bogotá: Secretaría de Salud, Hospitales del Sur y Fontibón; 2009.
2. Gauderman J. Air pollution and children. An unhealthy mix. N Engl J Med. 2006;355:78-9.
3. American Academy of Pediatrics. Ambient air pollution: health hazards to children. Pediatrics. 2004;114:1699-707.
4. Solarte I, Caicedo A, Restrepo S. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años en Bogotá. Bogotá: Universidad Javeriana; 1999.

5. Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, *et al.* Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Eng J Med.* 2007;356:447-58.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías de calidad de aire. Actualización Mundial. Ginebra: OMS; 2005.
7. Moschandreas D, Sumeet S. Modeling exposure to particulate matter. *Chemosphere.* 2002;49:1137-50.
8. Sáez M, Daponte A, Ordóñez J, *et al.* El proyecto EMECAS: protocolo del estudio multicéntrico en España de los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la salud. *Rev Esp Salud Pública.* 2005;79:229-42.
9. Aristizábal G. Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en la población infantil de Puente Aranda. Bogotá: Universidad del Bosque; 1997.
10. García E, Aristizábal G, Vásquez C, *et al.* Prevalence of and factors associated with current asthma symptoms in school children aged 6-7 and 13-14 yr old in Bogotá, Colombia. *Pediatr Allergy Immunol.* 2008;19:307-14.
11. Mantzouranis EC. Taking your child's breath away, the extension of asthma's global reach. *N Engl J Med.* 2008;358:1211-3.
12. Carbajal-Arroyo L, Barraza-Villarreal A, Durand-Pardo R, *et al.* Impact of traffic flow on the asthma prevalence among school children in Lima, Perú. *J Asthma.* 2007;44:197-202.
13. Eder W, Ege MJ, von Mutius E. The asthma epidemic. *N Engl J Med.* 2006;355:2226-35.
14. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la Salud de América Latina y el Caribe. Washington: OPS; 2005.
15. Lacasaña-Navarro M, Aguilar-Garduño C, Romieu I. Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina. *Salud Pública Mex.* 1999;41:2003-15.
16. McCormack M, Breyse P, Matsui E, *et al.* In-home particle concentrations and childhood asthma morbidity. *Environ Health Perspect.* 2009;117:294-8.
17. McCreanor J, Cullinan P, Nieuwenhuijsen MJ, *et al.* Respiratory effects of exposure to diesel traffic in persons with asthma. *N Engl J Med.* 2007;357:2348-58.
18. Gilliland FD, Berhane K, Rappaport EB, *et al.* The effects of ambient air pollution on school absenteeism, due to respiratory illnesses. *Epidemiology.* 2001;12:43-53.

COMPARATIVO DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS CASOS NOTIFICADOS AL SIVIGILA ENERO-DICIEMBRE, BOGOTÁ, D. C. 2008-2009

Evento	Confirmado por clínica		Confirmado por laboratorio		Confirmado por nexos		Descartado		Otro ajuste	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
ESI IRAG	0	0	1.165	1.751	1	2	1.387	4.770	0	0
ETA	1.310	1.391	63	9	4	0	4	17	0	0
Exposición rábica	0	0	0	0	0	0	3.546	3.188	3.892	2.900
Hepatitis A	686	540	1.574	458	256	3	42	43	0	0
Hepatitis B	0	0	270	300	0	0	1	2	0	0
Hepatitis C	0	0	50	37	0	0	0	2	0	0
Lepra	0	0	23	16	0	0	0	0	0	0
Meningitis H. Influenzae	0	0	10	4	0	0	1	3	0	0
Meningitis N. Meningea	0	0	35	24	0	0	2	6	0	0
Meningitis H. Neumoniae	0	0	30	21	0	0	5	13	0	0
Parálisis flácida aguda	0	0	0	0	0	0	17	24	0	0
Parotiditis	1.133	2.598	0	0	0	0	1	0	0	0
Reacción posvacunal	118	111	0	2	0	0	45	82	0	0
Rubéola	0	0	0	0	0	0	404	467	0	0
Rubéola congénita	0	0	0	0	0	0	80	55	0	0
Sarampión	0	0	0	0	0	0	249	121	0	0
Sífilis congénita	0	0	0	0	330	250	2	4	0	0
Sífilis gestacional	0	0	469	417	0	0	5	3	0	0
Tos ferina	0	0	105	29	20	1	1.108	1.017	0	0
Tuberculosis extrapulmonar	128	109	259	268	5	1	7	13	0	0
Tuberculosis pulmonar	127	82	554	546	8	1	13	11	0	0
Varicela	31.018	25.429	20	0	68	46	2	5	0	0
VIH/SIDA	0	0	1.151	1.753	0	0	6	0	0	0

Fuente: Secretaría Distrital de Salud, Bogotá, D. C., SIVIGILA - NACIONAL