

ARTÍCULO ORIGINAL

Impacto de un botadero a cielo abierto en el desarrollo de síntomas respiratorios y en costos familiares de atención en salud de niños entre 1 y 5 años en Cali, Colombia

Sandra Lorena Girón, Julio César Mateus, Fabián Méndez

Grupo Epidemiología y Salud Poblacional, Escuela de Salud Pública, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Introducción. La exposición a agentes contaminantes provenientes de los sitios de disposición final de residuos sólidos, tiene efectos potencialmente negativos en la salud de la población que vive en su área de influencia.

Objetivos. Determinar los efectos del botadero municipal a cielo abierto en Cali, conocido como el botadero de Navarro, en el desarrollo de síntomas respiratorios en niños entre 1 y 5 años de edad y en los costos familiares relacionados con la atención de estos síntomas.

Materiales y métodos. Se ensambló una cohorte de niños expuestos y no expuestos al botadero y se les hizo seguimiento durante 6 meses. El desarrollo de síntomas respiratorios y los costos relacionados con la atención en salud se evaluaron mensualmente con entrevistas al adulto responsable del cuidado del niño. Se hizo un análisis logístico longitudinal para determinar el efecto independiente del botadero en el desarrollo de síntomas respiratorios. Mediante técnicas estadísticas no paramétricas de *bootstrap*, se determinaron las diferencias promedio de costos entre las familias de los niños expuestos y no expuestos.

Resultados. La exposición al botadero se asoció a una probabilidad más alta de desarrollar síntomas respiratorios (OR=1,37, IC95% 1,17-1,60) y a mayores costos familiares relacionados con el desarrollo de esos síntomas en niños (diferencia promedio: Col\$ 24.038,5; IC95% 6.211,0-39.650,4).

Conclusiones. La exposición al botadero tiene efectos negativos sobre la salud respiratoria infantil y sobre los costos familiares relacionados con la atención de los síntomas.

Palabras clave: disposición de residuos sólidos, salud del niño, costos de la atención en salud, evaluación en salud, estudios de cohortes, Colombia.

Impact of an open waste disposal site on the occurrence of respiratory symptoms and on health care costs of children

Introduction. Exposure to contaminants of waste disposal sites potentially has negative health effects on population living in close vicinity. However, the impact to the community in terms of illness and health care costs have not been documented in Colombia.

Objective. To determine the effects of an open waste disposal site on the occurrence of respiratory symptoms in children 1-5 year old and on associated household care costs in Cali, Colombia.

Material and methods. A cohort of 863 1-5 year old children was assembled—409 exposed to the site and 454 living more distant. Over a 6-month period, measurement of respiratory symptoms and estimates of associated costs were undertaken once a month by interviewing the mother or another adult responsible of child health. A longitudinal logistical analysis was used to determine the independent effect of the disposal site on the occurrence of respiratory symptoms. Differences in average costs between families of exposed and unexposed children were estimated by non-parametric bootstrap techniques.

Results. Exposure to the disposal site was associated with a larger probability of respiratory symptoms (odds ratio=1.37, 95%CI 1.17-1.60) and with higher household medical costs due to respiratory symptoms were on the average US\$ 10.19 higher (95% US\$ 2.63 - 16,82).

Conclusion. Living in neighborhoods close to garbage disposal sites has negative effects on the respiratory health of children and results in increased family costs related to treatment of associated respiratory symptoms.

Key words: refuse disposal, child health (public health), health care costs, health evaluation, cohort studies, Colombia.

La exposición a los contaminantes de los rellenos sanitarios y de los botaderos a cielo abierto, se ha asociado con el desarrollo de diversos efectos negativos en salud que incluyen fatiga, somnolencia, alergias, estrés psicológico e, incluso, malformaciones congénitas y algunos tipos de cáncer, los cuales son más evidentes en grupos de población vulnerable, como adultos mayores y niños (1-3).

En los niños, la proximidad a los sitios de disposición final de residuos sólidos y la consecuente exposición a sustancias orgánicas e inorgánicas, se han asociado a un riesgo más alto de síntomas respiratorios como rinorrea, tos, sibilancias y dolor de garganta, además de irritación ocular y dolor de cabeza (2,4). Más aun, se ha sugerido que la mayor frecuencia de síntomas respiratorios tiene consecuencias, no sólo en la salud de los niños, sino también en la economía familiar, de los servicios de salud y de la sociedad en general (5-11). La presentación de una enfermedad en una familia genera costos directos e indirectos, que afectan negativamente la economía del hogar. Por lo tanto, el establecimiento de las consecuencias económicas de los eventos en salud relacionados con la exposición a los sitios de disposición de residuos ayudaría a evaluar de manera integral sus posibles efectos.

En Cali, una de las ciudades más grandes de Colombia, desde 1967 funciona el botadero de Navarro como sitio actual de disposición final de residuos sólidos, alrededor del cual se ha generado un amplio crecimiento urbano con conflictos debidos a la percepción comunitaria sobre los posibles efectos negativos del botadero sobre la salud de la población. En este estudio evaluamos el impacto de la exposición

a este botadero en el desarrollo de síntomas respiratorios en niños que viven en su área de influencia y en los costos familiares relacionados con la atención de dichos síntomas.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Se realizó un estudio de cohortes prospectivo en niños entre 1 y 5 años de edad. Los niños se reclutaron en sus casas y sus madres se entrevistaron en la captación y cada mes durante un periodo de seis meses o hasta que se perdieron del seguimiento, es decir, cuando fuera imposible encontrar la madre en la dirección y teléfonos disponibles. El Comité de Ética Institucional de la Universidad del Valle revisó y aprobó el protocolo de investigación.

Exposición de interés

El estudio se llevó a cabo en Cali en el área del botadero municipal de la ciudad que recibe, además, los residuos sólidos de otros municipios del departamento del Valle. Se conformaron dos grupos de niños, uno considerado expuesto y otro no expuesto. El estado de exposición se definió con base en la distancia al botadero de Navarro (menos de 3 km para el grupo expuesto), las condiciones meteorológicas y topográficas (que hicieran probable la dispersión de agentes contaminantes a la zona expuesta) y la permanencia en el área durante el día (80% del tiempo o más). Como no expuestos se seleccionaron los niños que permanecieran 80% del tiempo o más en una zona con baja probabilidad de exposición a las emisiones del botadero de Navarro (más de 3 km y en ubicación opuesta a la dirección predominante del viento) y similares condiciones socioeconómicas. Se incluyeron 409 niños expuestos y 454 no expuestos para el seguimiento.

Síntomas de enfermedad

Se determinó la presencia de uno o más de los siguientes síntomas respiratorios: tos, rinorrea, dolor de garganta, fiebre, eritema y edema ocular, prurito en garganta y oídos, dolor de

Correspondencia:

Sandra Lorena Girón, Escuela de Salud Pública, Universidad del Valle, San Fernando, calle 4B No. 36-140, edificio 118, Cali, Colombia.

Teléfono: (572) 554 2476; fax: (572) 557 0425
sandragiron@fundacionfes.org

Recibido: 19/09/08; aceptado: 19/03/09

cabeza y oídos, disfonía, estornudos, sibilancias y dificultad para respirar.

Variables evaluadas

Para controlar por posibles variables de confusión, se midieron: las características socio-demográficas de la madre y el padre (edad, escolaridad, ocupación, estado civil, ingreso familiar y afiliación a seguridad social); las características demográficas del niño (sexo y edad); los antecedentes de salud del niño (inmunizaciones, lactancia, enfermedades previas); las características de la vivienda (hacinamiento, acceso a servicios públicos y material de las paredes, piso y techos) y de contaminación en el domicilio (hábito de fumar, combustible para cocinar, tenencia de animales en la vivienda y presencia de humedad y hongos en paredes o techo).

Determinación de costos

Como costos familiares directos relacionados con los síntomas respiratorios del niño, se midieron los gastos por consultas, transporte, medicamentos prescritos y remedios caseros. De otra parte, los costos indirectos comprendieron los gastos relacionados con el valor del tiempo dedicado por el cuidador a la atención del niño.

Recolección y administración de los datos

Se diseñó un cuestionario que fue probado y ajustado antes de su aplicación. El cuestionario lo diligenciaron auxiliares de enfermería con experiencia en aplicación de encuestas, bajo la supervisión de un coordinador de trabajo de campo. Las madres de los niños seleccionados se contactaron en la vivienda y, previa obtención del consentimiento informado, se les aplicó el cuestionario de línea de base y se acordaron las citas para las encuestas mensuales de seguimiento. Los cuestionarios se digitaron en Microsoft Access® y se exportaron al programa Stata v.9.0 para su análisis.

Análisis estadístico

Las variables resultado de interés fueron la presencia/ausencia de algún síntoma respiratorio independientemente de su gravedad y el reporte de síntomas respiratorios bajos en el niño

(dificultad respiratoria o sibilancias) durante el último mes.

Se evaluó, en primera instancia, si al momento de la captación había diferencias entre la zona expuesta y la zona no expuesta en la prevalencia de los síntomas respiratorios y se ajustó por potenciales variables de confusión en un modelo de regresión logística múltiple. Para la construcción del modelo final, se seleccionaron las variables con la estrategia de construcción de modelos de *stepwise* hacia atrás con una probabilidad de retiro de 0,25 (12).

Luego, se comparó la incidencia de síntomas respiratorios entre las zonas del estudio durante el seguimiento. Para estos análisis, dado que la enfermedad respiratoria es un evento recurrente, se utilizaron modelos estadísticos que tienen en cuenta la correlación entre los datos. Además, se evaluó la presentación de cronicidad, es decir, agregación por individuo en la presentación de síntomas con el tiempo, ajustando un modelo Poisson longitudinal de efectos aleatorios, en el que un parámetro adicional sigma (σ) estima el incremento de la dispersión de los datos, lo cual permite diferenciar la distribución de Poisson de una Gamma-Poisson (13).

Para el análisis de costos se realizó un análisis exploratorio de los costos familiares directos, indirectos y totales. Para establecer si había diferencias entre las familias expuestas y las de la zona no expuesta, se estimaron y compararon los promedios de costos. Dado que la distribución de estos costos era muy sesgada, los intervalos de confianza de esas diferencias se estimaron utilizando técnicas no paramétricas de *bootstrap*, con iteraciones de 1.000 muestras (14,15). De manera similar, las diferencias se ajustaron utilizando modelos de regresión lineal con técnicas de *bootstrap*.

Resultados

Descripción de la población

Se incluyeron 863 niños, 409 expuestos y 454 no expuestos. De los 863 incluidos, 797 (92,4%) se encontraron para la visita 1 posterior a la captación, 766 (88,8%) para la visita 2, 734

(85,1%) para la visita 3, 708 (82,0%) para la visita 4 y 656 (76,0%) para la visita 5.

Las características sociodemográficas de los niños incluidos se presentan en el cuadro 1. Se observó que los niños expuestos eran de mayor edad, sus padres tenían mayor escolaridad y estaban, principalmente, afiliados al régimen de afiliación en salud de mayor cobertura, en comparación con los niños de la zona no expuesta.

Análisis de la línea de base

Al momento de la captación, se observó una mayor prevalencia de eritema ocular en los niños expuestos (19,3%) comparados con los no expuestos (14,4%), es decir que la probabilidad de presentar este síntoma fue 42% mayor en los niños expuestos que en los no expuestos ($p=0,005$). Además, se encontró una mayor prevalencia de prurito ocular en los expuestos (17,6%) que en los no expuestos (12,8%) ($p=0,05$).

El modelo logístico múltiple mostró asociación entre la exposición al botadero de Navarro y la presencia de síntomas respiratorios (*odds ratio*, OR=1,56; IC95% 1,07-2,26). También, se observaron asociaciones estadísticamente significativas con características sociodemográficas de la madre, como ser mayor de 21 años (OR=1,81; IC95% 1,12-2,92), y con características de la vivienda, como la presencia de humedad (OR=1,58; IC95% 1,06-2,38) y paredes hechas en materiales diferentes al ladrillo (OR=1,64; IC95% 1,03-2,59).

El análisis logístico múltiple también mostró asociación significativa entre la exposición al botadero y la presencia de síntomas respiratorios bajos al momento de la captación. De esta manera, la probabilidad de presentar síntomas respiratorios bajos fue 60% mayor en niños expuestos que en no expuestos (OR=1,59; IC95% 1,01-2,33).

Análisis de seguimiento

Durante los seis meses de seguimiento se observaron mayores riesgos de presencia de tos, prurito ocular, en la garganta y en los oídos, dolor de cabeza y de garganta en los niños expuestos, en comparación con los no expuestos.

Los modelos logísticos múltiples para datos correlacionados mostraron mayores tasas de incidencia de síntomas respiratorios en niños expuestos al botadero (OR=1,37; IC95% 1,17-1,60), en los menores de 3 años (OR=1,24; IC95% 1,06-1,45), en quienes se reportó la presencia de humedad en la vivienda (OR=1,72; IC95% 1,43-2,06) y en aquéllos de familias con ingresos menores de Col\$ 400.000 (US\$ 172,4) (OR=1,59; IC95% 1,36-1,85) (cuadro 2).

Además, el modelo múltiple para la presencia de síntomas respiratorios bajos mostró mayores tasas de incidencia en los niños expuestos. Sin embargo, esta asociación no fue estadísticamente significativa (cuadro 3). De igual manera, se observaron mayores tasas de incidencia en los niños con reporte de humedad en la vivienda (OR=1,30; IC95% 1,00-1,69) (cuadro 3).

El modelo múltiple de Poisson mostró mayor agregación de síntomas en los niños expuestos (*incidence rate ratio*, IRR=1,17; IC95% 1,07-1,29), en aquellos menores de 3 años (IRR=1,11; IC95% 1,01-1,21) y en aquéllos con humedad en la vivienda (IRR=1,31, IC95% 1,19-1,46). Además, se observó que la probabilidad de recurrencia de síntomas en un niño durante los seis meses de seguimiento fue 36% (IC95% 0,34-0,43) mayor en niños expuestos que en los no expuestos.

Costos familiares

Se observaron mayores costos directos relacionados con la atención de los síntomas respiratorios evaluados en las familias de los niños expuestos ($p<0,05$), los cuales fueron 43% mayores en medicamentos, 50% mayores en transporte y 42% mayores en el total de los costos directos, en comparación con las familias de niños no expuestos. De manera similar, los costos indirectos fueron 46% mayores en las familias de los niños expuestos ($p<0,05$). Consecuentemente, se observaron costos totales 45% mayores en familias de los niños expuestos ($p<0,05$).

El modelo lineal múltiple mostró mayores costos en familias de niños expuestos, en aquéllas de niños menores de 3 años, y en aquéllas que

Cuadro 1. Características socio-demográficas de los niños incluidos en la cohorte expuestos y no expuestos al Botadero de Navarro en Cali, Colombia, 2007.

Característica	Expuestos al botadero			
	Sí		No	
	n ¹	%	n ¹	%
Sexo				
Femenino	194	47,43	236	51,98
Masculino	215	52,57	218	48,02
Edad (años)				
1	84	20,54	76	16,74
2	90	22,00	104	22,91
3	61	14,91	85	18,72
4	89	21,76	95	20,93
5	85	20,78	94	20,70
Edad de la madre *				
16-20	25	6,11	58	12,78
21-25	89	21,76	134	29,52
26-30	117	28,61	106	23,35
31-35	98	23,96	82	18,06
≥36	80	19,56	74	16,30
Escolaridad de la madre*				
Ninguna/primaria	50	12,41	75	16,89
Secundaria	248	61,54	260	58,56
Técnica /universitaria	105	26,05	109	24,55
Edad del padre *				
17-20	10	2,44	14	3,08
21-25	40	9,78	100	22,03
26-30	83	20,29	80	17,62
31-35	98	23,96	78	17,18
≥36	178	43,52	182	40,09
Escolaridad del padre *				
Ninguna/primaria	52	14,02	97	26,72
Secundaria	243	65,50	212	58,40
Técnica /universitaria	76	20,49	54	14,88
Ocupación de la madre				
Trabajo	133	32,92	153	34,23
Hogar	264	65,35	264	59,06
Estudio	5	1,24	15	3,36
Busca empleo	2	0,50	15	3,36
Ocupación del padre				
Trabajo	357	94,69	353	96,19
Hogar	6	1,59	2	0,54
Estudio	1	0,27	1	0,27
Busca empleo	13	3,45	11	3,00
Afiliación en salud del niño *				
Contributivo	249	60,88	184	40,53
Subsidiado	58	14,18	151	33,26
No afiliado	102	24,94	119	26,21

¹ Las variaciones en los totales se debe a datos faltantes.

* p<0,05

Cuadro 2. Factores de riesgo de desarrollar síntomas respiratorios en niños entre 1 y 5 años de edad expuestos al Botadero de Navarro en Cali ⁽¹⁾.

Variables	OR crudo	IC _{95%}	OR ajustado	IC _{95%}
Expuesto al botadero				
No	1		1	
Sí	1,17	1,00 ; 1,36 **	1,37	1,17 ; 1,60 **
Edad (años)				
≥3	1		1	
<3	1,23	1,05 ; 1,44 **	1,24	1,06 ; 1,45 **
Humedad en la vivienda				
No	1		1	
Sí	1,72	1,43 ; 2,07 **	1,72	1,43 ; 2,06 **
Ingreso familiar				
>US\$ 172,4 (Col\$ 400,000)	1		1	
≤US\$ 172,4 (Col\$ 400,000)	1,59	1,37 ; 1,86 **	1,59	1,36 ; 1,85 **

¹ Análisis de datos con base en un modelo logístico longitudinal para datos repetidos en el tiempo (GEE)

** p<0,05 US\$ 1=Col\$ 2.320

Cuadro 3. Factores de riesgo de desarrollar síntomas respiratorios bajos en niños entre 1 y 5 años de edad expuestos al Botadero de Navarro en Cali ⁽¹⁾.

Variables	OR crudo	IC _{95%}	OR ajustado	IC _{95%}
Expuesto al botadero				
No	1		1	
Sí	1,14	0,91 ; 1,43	1,23	0,97 ; 1,55 *
Edad (años)				
≥3	1		1	
<3	1,12	0,89 ; 1,42	1,14	0,90 ; 1,43
Humedad en la vivienda				
No	1		1	
Sí	1,32	1,03 ; 1,69 **	1,30	1,00 ; 1,69 *
Material de las paredes de la vivienda				
Ladrillo	1		1	
Madera / Barro / Otro	1,35	1,01 ; 1,80 **	1,30	0,96 ; 1,76 *

¹ Análisis de datos con base en un modelo logístico longitudinal para datos repetidos en el tiempo (GEE).

** p<0,05 * p<0,10

reportaron la presencia de eritema ocular y de síntomas respiratorios bajos (cuadro 4). En contraste, se observaron menores costos en las familias cuyos padres tienen primaria como mayor nivel de escolaridad o no tienen ningún grado de estudio.

Se exploró la presencia de una posible modificación de efecto entre los costos totales promedio y las variables independientes, mediada por el tipo de afiliación en salud al sistema colombiano. Se observó que, entre los niños no afiliados al sistema, las familias de los expuestos tuvieron

mayores costos relacionados con la atención de síntomas, en comparación con las de los no expuestos; sin embargo, esta interacción no fue estadísticamente significativa.

Discusión

En este estudio se encontró que la exposición a un botadero a cielo abierto se asoció a un mayor riesgo de presentar síntomas respiratorios en niños, tanto al momento de la captación como durante el seguimiento. Específicamente, en la captación, 19,3%, 17,6% y 19,8% de los niños expuestos reportaron la presencia de eritema

Cuadro 4. Diferencias en costos familiares totales (en pesos colombianos) relacionados con la atención de síntomas respiratorios en niños expuestos y no expuestos al Botadero de Navarro en Cali.

Variable	Diferencia promedio cruda	IC _{95%}	Diferencia promedio ajustada	IC _{95%} (a)
Expuesto al botadero				
No				
Sí	30.809,9	11.896,5-47.085,4 **	24.038,5	6.211,0-39.650,4 **
Edad (años)				
≥3				
<3	21.021,4	3.340,5-38.043,8 **	20.811,0	43.30,3-36.580,1 **
Escolaridad del padre				
Técnica /universitaria				
Secundaria	-7.564,7	-30.412,2-13.448,5	-13.400,4	-32.501,8-6.214,6
Ninguna /primaria	-23.604,2	-48.603,7- -955,6 **	-24.241,4	-44.820,8- -3.157,1 **
Afiliación en salud				
Contributivo				
Subsidiado	-5.913,8	-26.003,6-16.760,1	-65,0	-18.974,9-20.895,6
No afiliado	-17.829,1	-37.050,92-542,3 **	-14.859,6	-31.510,1-2.225,5
Ingreso familiar				
>US\$ 172,4 (Col\$ 400.000)				
≤US\$ 172,4 (Col\$ 400.000)	-1.110,0	-17.290,3-17.283,6	954,2	-15.623,7-17.170,1
Eritema ocular				
No				
Sí	79.433,5	48.194,0-11.9356,3 **	65.661,0	35.602,5-100.693,9 **
Síntomas respiratorios bajos				
No				
Sí	73.561,4	48.973,8 ; 109.937,4 **	59.453,2	33.135,9-92.353,4 **

(a)Intervalo calculado con técnicas no paramétricas de bootstrap

** p<0,05 * 0,05<p<010 US\$1=\$2.320

y prurito ocular y síntomas respiratorios bajos, mientras que 14,4%, 12,8% y 15,9% de los niños no expuestos reportaron tales síntomas. Además, durante el seguimiento se observaron riesgos significativamente mayores en el desarrollo de tos, prurito nasal, en la garganta y en los oídos, dolor de cabeza y de garganta en niños expuestos. También, se observó que los niños expuestos tienen mayor probabilidad de agregación y recurrencia de síntomas respiratorios, en comparación con los niños no expuestos.

Estos mayores riesgos de síntomas respiratorios son coherentes con los efectos que generan los contaminantes emitidos por los rellenos sanitarios y por los botaderos a cielo abierto en general y en particular, por los que se han reportado en el botadero de Navarro de Cali, tales como metano, compuestos orgánicos volátiles y PM10 (16-20).

Además de los mayores riesgos debidos a la exposición al botadero, la presencia de humedad

en las viviendas incrementó la probabilidad de desarrollar síntomas respiratorios en general y síntomas respiratorios bajos en particular. Como otros autores lo han reportado, la exposición a moho y humedad se relaciona con una mayor frecuencia de síntomas respiratorios, tales como sibilancias, asma y rinoconjuntivitis (21,22). De esta manera, la presencia de humedad incrementa el nivel de bacterias, polvo y microbios en el ambiente dentro del domicilio, lo cual produce una respuesta alérgica de las vías respiratorias altas y bajas (23).

En relación con las características sociodemográficas, en este estudio se observó una mayor probabilidad de presentar síntomas respiratorios a menor edad de la madre y del niño. En particular, los niños de madres menores de 21 años tuvieron 81% más de riesgo de presentar síntomas respiratorios bajos al momento de la captación, en comparación con niños de madres mayores de dicha edad. Este mayor riesgo

podría explicarse por la menor experiencia de las madres más jóvenes respecto al cuidado de los niños, en comparación con las de mayor edad (24,25). También es posible que este hallazgo muestre tendencia hacia un mayor reporte de síntomas respiratorios en madres mayores que en las menores.

Además, los niños menores de 3 años tuvieron una mayor probabilidad de desarrollar síntomas respiratorios durante el seguimiento, en comparación con los niños mayores. Este hallazgo es coherente con otros reportes que describen mayores riesgos de asma posnatal y alergias en niños menores de 3 años generados por la exposición a contaminantes ambientales, como NO₂, SO₂ y material sólido (26-28). Además, las características anatómicas y fisiológicas de los menores de 3 años se relacionan con una mayor susceptibilidad del epitelio de las vías respiratorias, lo cual resalta la importancia del efecto que la exposición a agentes ambientales puede tener sobre la salud respiratoria infantil en el primer año de vida.

Los hallazgos de este estudio también mostraron que un menor nivel de ingreso y la existencia de materiales frágiles en la vivienda incrementan el riesgo de presentar síntomas respiratorios en general y de síntomas respiratorios bajos en particular. El ingreso familiar y los materiales de las paredes reflejan el efecto de las condiciones socioeconómicas de la familia y otras características relacionadas, como el menor nivel educativo y las dificultades de acceso a los servicios de salud, las cuales incrementan el riesgo de enfermedades en los niños.

En este estudio se midieron las diferencias de costos debidas a la presencia de síntomas respiratorios en niños de familias expuestas y no expuestas al botadero de Navarro en Cali. Se encontró que las familias expuestas tuvieron costos en promedio 45% mayores que aquellas no expuestas; así, vivir en el área de influencia del botadero de Navarro incrementó los costos familiares relacionados con la presencia de síntomas respiratorios en niños.

Además, los costos fueron mayores en familias de niños menores de 3 años y en aquellas con

niños que presentaron síntomas respiratorios bajos y eritema ocular. Estos mayores costos podrían sugerir más acciones de cuidado en salud orientadas a solucionar los síntomas en los niños de menor edad y podría resaltar la gravedad impuesta por el eritema ocular y los síntomas respiratorios bajos, como sibilancias y dificultad respiratoria, los cuales estimulan la búsqueda de atención en salud para la resolución de estos síntomas (29).

Como se esperaba, se observaron menores costos en familias de padres sin ningún nivel educativo y en aquellas con primaria como su mayor nivel; así, estas familias asumieron costos que en promedio fueron de Col\$ 24.241,4 (US\$ 10,36) menores, comparadas con familias cuyo padre tenía mayor nivel educativo. Esta diferencia podría estar relacionada con la menor capacidad económica de las familias para responder a la presencia de síntomas respiratorios en sus niños, en comparación con familias de mejores condiciones socioeconómicas.

Debilidades y fortalezas

Una de las debilidades de este estudio es la medición de los síntomas respiratorios y de los costos familiares mediante entrevista, lo cual podría guiar a un reporte aumentado en la población expuesta. En relación con este punto, se ha descrito que las encuestas realizadas en población residente cerca de los sitios de riesgo local reconocido, tienden a mostrar incremento en el autorreporte de resultados y síntomas en salud, como dolor de cabeza, somnolencia, síntomas respiratorios, condiciones psicológicas y problemas gastrointestinales (30-33). Aunque no es posible descartar un mayor reporte en la población expuesta, otros autores han usado registros médicos que confirman la presencia de algunos síntomas y no muestran la presencia de un reporte aumentado o disminuido (34).

Otra debilidad de este estudio es que, aunque se hicieron mediciones ambientales, no se tomaron en forma simultánea a la medición de los síntomas respiratorios y tampoco hubo medición individual de la exposición a los contaminantes. Además, el estudio caracterizó el estado de exposición a partir del tiempo de permanencia en el área y del

lugar de residencia. Aunque esto podría guiar a posibles sesgos, es probable que el error en la clasificación sea no diferencial, con lo cual los efectos podrían guiar a la subestimación en las asociaciones encontradas y, por tanto, las asociaciones positivas encontradas podrían ser de mayor magnitud a las reportadas. Además, las mediciones de contaminación por fuera del domicilio en el área expuesta y en la no expuesta ayudaron a confirmar el estado de exposición e hicieron evidente la relación directa entre la contaminación dentro y fuera del domicilio (35).

Entre las fortalezas del estudio se encuentra el diseño de cohorte prospectivo, el cual permitió incorporar la dinámica de cambio en los síntomas respiratorios estudiados, durante el seguimiento a seis meses. Este diseño y la medición repetida de los síntomas respiratorios ayudaron a incrementar el poder estadístico del estudio. Además, debido a que para establecer los efectos de la disposición final de residuos no es posible realizar un estudio experimental, el diseño de cohorte es la mejor forma de establecer la presencia de estos efectos, con un mayor nivel de confiabilidad en las asociaciones encontradas.

La selección de las áreas expuestas y no expuestas, comparables en sus características socioeconómicas, permitió el control de potenciales factores de confusión. Además, los efectos observados del botadero de Navarro sobre los niños expuestos y el hecho de que la población del área expuesta tenga mejores condiciones socioeconómicas, dan mayor soporte a las asociaciones encontradas y resaltan la importancia que podría llegar a tener la exposición a un botadero a cielo abierto en poblaciones con menores condiciones económicas.

Igualmente, este estudio midió y ajustó por potenciales factores de confusión, tales como características sociodemográficas de padres y niños, características de las viviendas y condiciones de salud relacionadas en los niños. Estas mediciones otorgan mayor validez a las asociaciones encontradas y superan las dificultades de varios estudios orientados a establecer efectos del manejo de residuos sobre la salud (36).

Aunque la medición de síntomas respiratorios se obtuvo mediante entrevista a las madres, sólo se midieron aquéllos recomendados por otros autores como los más reconocibles por los padres y, por tanto, menos susceptibles a minimización en este tipo de medición (37).

Otra fortaleza de este estudio es el bajo nivel de pérdidas ocurridas durante el seguimiento, lo cual ayudó a minimizar la posibilidad de un sesgo de selección.

De acuerdo con el diseño del estudio, los datos se analizaron teniendo en cuenta la posible correlación entre mediciones repetidas durante los seis meses de seguimiento. Igualmente, se aplicaron técnicas no paramétricas de *bootstrap* para analizar los datos de costos, los cuales presentaron distribuciones sesgadas, sin tener que hacer transformaciones de los datos.

Este estudio evidencia los efectos de un botadero a cielo abierto sobre el desarrollo de síntomas respiratorios en niños y sobre los costos familiares relacionados con la solución de estos síntomas; además, resalta la importancia de los efectos de la disposición final de residuos sobre la salud de las poblaciones del área de influencia. Esta información puede ser un insumo clave en las decisiones relacionadas con la planeación, manejo y regulación respecto a la disposición final de residuos, tanto en Colombia como en otros países.

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación de la población de las zonas expuestas y no expuestas por su colaboración durante el desarrollo del estudio y el trabajo cuidadoso realizado por el equipo de recolección de datos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización de esta investigación.

Financiación

Este estudio fue financiado con recursos del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud del Instituto Nacional para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José

de Caldas-Colciencias y de la Universidad del Valle, Convenio No. RC. 412-2004. Código del proyecto No. 1106-04-16318.

Referencias

- Fielder HM, Poon-King CM, Palmer SR, Moss N, Coleman G.** Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective analysis. *BMJ*. 2000;320:19-22.
- Vrijheid M.** Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect*. 2000;108 (Suppl.1):101-12.
- Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, et al.** Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. *BMJ*. 2001;323:363-8.
- Paigen B, Goldman LR, Highland JH, Magnant MM, Steegman AT.** Prevalence of health problems in children living near Love Canal. *Haz Waste Haz Mat*. 1985;2: 23-43.
- Carabin H, Gyorkos TW, Soto JC, Penrod J, Joseph L, Collet JP.** Estimation of direct and indirect costs because of common infections in toddlers attending day care centers. *Pediatrics*. 1999;103:556-64.
- Elden LM, Coyte PC.** Socioeconomic impact of otitis media in North America. *J Otolaryngol*. 1998;27 (Suppl. 2): 9-16.
- Frank TL, Cropper JA, Hazell ML, Frank PI, Hannaford PC.** Childhood asthma: healthcare resource utilization in those with and without a diagnosis of the condition. *Respir Med*. 2004;98:454-63.
- Anand VK.** Epidemiology and economic impact of rhinosinusitis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2004;193 (Suppl.):3-5.
- Austin JB, Selvaraj S, Russell G.** Childhood asthma in the Highlands of Scotland - morbidity and school absence. *Scott Med J*. 2004;49:18-21.
- Crystal-Peters J, Neslusan CA, Smith MW, Togias A.** Health care costs of allergic rhinitis-associated conditions vary with allergy season. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2002;89:457-62.
- Stevens CA, Turner D, Kuehni CE, Couriel JM, Silverman M.** The economic impact of preschool asthma and wheeze. *Eur Respir J*. 2003;21:1000-6.
- Hosmer DW, Lemeshow S.** Applied logistic regression. New York, NY: John Wiley & Sons; 1989.
- Diggle P, Heagerty P, Liang K-Y, Zeger S.** Analysis of longitudinal data. 2nd edition. New York, NY: Oxford University Press; 2002.
- Barber JA, Thompson SG.** Analysis of cost data in randomized trials: an application of the non-parametric bootstrap. *Stat Med*. 2000;19:3219-36.
- Thompson SG, Barber JA.** How should cost data in pragmatic randomized trials be analyzed? *BMJ*. 2000;320:1197-200.
- Wong TW, Wun YT, Yu TS, Tam W, Wong CM, Wong AH.** Air pollution and general practice consultations for respiratory illnesses. *J Epidemiol Community Health*. 2002;56:949-50.
- Hernández-Cadena L, Téllez-Rojo MM, Sanín-Aguirre LH, Lacasaña-Navarro M, Campos A, Romieu I.** Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Salud Pública Mex*. 2000;42:288-97.
- Maître A, Collot-Fertey D, Anzivino L, Marques M, Hours M, Stoklov M.** Municipal waste incinerators: air and biological monitoring of workers for exposure to particles, metals, and organic compounds. *Occup Environ Med*. 2003;60:563-9.
- Delfino RJ, Gong H, Linn WS, Hu Y, Pellizzari ED.** Respiratory symptoms and peak expiratory flow in children with asthma in relation to volatile organic compounds in exhaled breath and ambient air. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2003;13:348-63.
- Ballester Díez F, Tenías JM, Pérez-Hoyos S.** Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud a introducción. *Rev Esp Salud Pública*. 1999;73:109-21.
- Simoni M, Lombardi E, Berti G, Rusconi F, La Grutta S, Piffer S, et al.** Mould/dampness exposure at home is associated with respiratory disorders in Italian children and adolescents: the SIDRIA-2 Study. *Occup Environ Med*. 2005;62:616-22.
- Simoni M, Lombardi E, Berti G, Rusconi F, La Grutta S, Piffer S, et al.** Effects of indoor exposures on respiratory and allergic disorders. *Epidemiol Prev*. 2005;29(Suppl.2):57-61.
- Skorge TD, Eagan TM, Eide GE, Gulsvik A, Bakke PS.** Indoor exposures and respiratory symptoms in a Norwegian community sample. *Thorax*. 2005;60:937-42.
- Basu AM, Stephenson R.** Low levels of maternal education and the proximate determinants of childhood mortality: a little learning is not a dangerous thing. *Soc Sci Med*. 2005;60:2011-23.
- Valadez JJ, Hage J, Vargas W.** Understanding the relationship of maternal health behavior change and intervention strategies in a Nicaraguan NGO network. *Soc Sci Med*. 2005;61:1356-68.
- Zmirou D, Gauvin S, Pin I, Momas I, Sahraoui F, Just J, et al.** Traffic related air pollution and incidence of childhood asthma: results of the Vesta case-control study. *J Epidemiol Community Health*. 2004;58:18-23.
- Peden DB.** Development of atopy and asthma: candidate environmental influences and important

- periods of exposure. *Environ Health Perspect.* 2000;108(Suppl.3):475-82.
28. **Pino P, Walter T, Oyarzun M, Villegas R, Romieu I.** Fine particulate matter and wheezing illnesses in the first year of life. *Epidemiology.* 2004;15:702-8.
 29. **Sreeramareddy CT, Shankar RP, Sreekumaran BV, Subba SH, Joshi HS, Ramachandran U.** Care seeking behaviour for childhood illness- a questionnaire survey in western Nepal. *BMC Int Health Hum Rights.* 2006;6:7.
 30. **Ozonoff D, Colten ME, Cupples A, Heeren T, Schatzkin A, Mangione T, et al.** Health problems reported by residents of a neighborhood contaminated by a hazardous waste facility. *Am J Ind Med.* 1987;11:581-97.
 31. **Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B.** The health effects of chemical waste in an urban community. *Med J Aust.* 1990;152:592-7.
 32. **Miller MS, McGeehin MA.** Reported health outcomes among residents living adjacent to a hazardous waste site, Harris County, Texas, 1992. *Toxicol Ind Health.* 1997;13:311-9.
 33. **Lipscomb JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR.** A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. *Environ Health Perspect.* 1991;94:15-24.
 34. **Hertzman C, Hayes M, Singer J, Highland J.** Upper Ottawa street landfill site health study. *Environ Health Perspect.* 1987;75:173-95.
 35. **Wheeler BW, Ben-Shlomo Y.** Environmental equity, air quality, socioeconomic status, and respiratory health: a linkage analysis of routine data from the Health Survey for England. *J Epidemiol Community Health.* 2005; 59:948-54.
 36. **Rushton L.** Health hazards and waste management. *Br Med Bull.* 2003;68:183-97.
 37. **Lanata CF, Rudan I, Boschi-Pinto C, Tomaskovic L, Cherian T, Weber M, et al.** Methodological and quality issues in epidemiological studies of acute lower respiratory infections in children in developing countries. *Int J Epidemiol.* 2004;33:1362-72.