

Enfermedad y síntomas respiratorios en niños de cinco municipios carboníferos del Cesar, Colombia

PM₁₀ exposure-related respiratory symptoms and disease in children living in and near five coal-mining areas in the Cesar department of Colombia

Leonardo Quiroz-Arcentales¹, Luis J. Hernández-Flórez²,
Carlos A. Agudelo Calderón³, Katalina Medina⁴,
Rocío Robledo-Martínez³ y Samuel D. Osorio-García⁵

1 Ministerio de Salud y Protección Social. Bogotá, Colombia. leoquiroz45@hotmail.com,

2 Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. luisjorge.hernandezflorez@gmail.com

3 Instituto de Salud Pública. Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. caagudelo@unal.edu.co; rrobledom@unal.edu.co

4 Secretaría Distrital de Salud. Bogotá, Colombia. ekmedina@saludcapital.gov.co

5 Hospital Vista Hermosa. Bogotá, Colombia. sdsosoriog@unal.edu.co

Recibido 5 Julio 2012/Enviado para Modificación 05 Agosto 2012/Aceptado 21 Agosto 2012

RESUMEN

Objetivos Establecer la prevalencia de síntomas respiratorios y enfermedad respiratoria en niños menores de 12 años de municipios de influencia de la zona carbonífera del departamento del Cesar y posibles factores asociados.

Métodos Estudio transversal en 1 627 niños menores de 10 años habitantes de municipios carboneros del Cesar expuestos a diferentes niveles de MP₁₀ en los años 2008-2010, en quienes se midieron enfermedades y síntomas respiratorios relacionados con exposición a PM₁₀, buscando asociación con diferentes zonas de exposición al material particulado.

Resultados Niños de corregimientos próximos a depósitos mineros y de corregimientos con tráfico tuvieron mayor proporción de casos probables de asma; mientras que los del corregimiento con tráfico se ausentaron más días por enfermedad respiratoria aguda; se encontró mayor frecuencia de síntomas respiratorios en niños expuestos al humo de cigarrillo o de leña intramurales, niños de viviendas con paredes de bareque o adobe, tenencia de animales, presencia de humedad en las viviendas, vehículos de carga a menos de 100 m de la vivienda; vivir en zonas con tráfico aumentó el riesgo de presentar síntomas respiratorios, enfermedad respiratoria aguda y ausentismo escolar.

Discusión Todos los efectos estudiados estuvieron asociados a condiciones intramurales, factores del entorno cercano o individuales, coincidiendo con lo encontrado en estudios similares de salud y contaminación del aire. Se sugiere la creación de estrategias y políticas regionales para el control y monitoreo de la calidad del aire y la salud de los habitantes del departamento del Cesar.

Palabras Clave: Calidad del aire, minería, salud ambiental (*fuentes: DeCS, BIREME*).

ABSTRACT

Objectives Establishing the prevalence of respiratory symptoms and disease in children aged less than 12 years-old living within the Cesar department's coal-mining area and possible associated factors.

Methods This was a cross-sectional study of 1,627 children aged less than 10 years-old living in and near coal-mining areas in the Cesar department who were exposed to different levels of PM₁₀ from 2008-2010; their PM₁₀ exposure-related symptoms and respiratory diseases were measured, seeking an association with living in areas exposed to particulate material.

Results Children living in areas close to coal-mining activity which also had high traffic volume had a higher rate of probable cases of asthma; those living in areas with traffic (not no coal-mining) were absent from school for more days due to acute respiratory disease. Respiratory symptoms were most commonly found in children experiencing living conditions which exposed them to cigarette or firewood smoke indoors, living in houses made with wattle and daub or adobe walls, living where animals were kept, living in damp housing and diesel-powered dump trucks operating within 100 m or less of their housing. Living in areas having high traffic volume increased the risk of respiratory symptoms, acute respiratory disease and being absent from school.

Discussion All the effects studied were associated with intramural conditions, individual factors or those associated with the immediate surroundings thereby coinciding with results found in similar studies regarding air pollution and health. It is thus suggested that regional strategies and policy be created for controlling and monitoring the air quality and health of people living in the Cesar department.

Key Words: Air quality, coal-mining, environmental health (*source: MeSH, NLM*).

Existe evidencia de que en varias de las fases de la explotación del carbón se produce contaminación del aire y del agua, la cual se puede medir como material particulado (MP) (1-6). El límite recomendado de MP menor de 10 micras (MP10) por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 20 μ/m^3 para el promedio anual y de 50 μ/m^3 para el promedio de concentración diaria (7). En Itabira, Brasil, se encontró una media de la concentración de MP10 de 38,6 μ/m^3 (rango: 6,1-160 μ/m^3) en un tiempo de 547 días (8). Hallazgos similares se han encontrado en comunidades inglesas ubicadas en la cercanía de minas activas, que se compararon con comunidades alejadas (9). También se ha demostrado la presencia y se ha medido la concentración de contaminantes gaseosos como el dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃) y metales pesados como el Cromo, Cadmio y Plomo en zonas mineras de Alemania (10).

Estudios sobre la asociación entre la enfermedad respiratoria y la contaminación del aire generada por la minería del carbón han encontrado una relación positiva entre la producción de carbón, la Enfermedad Pulmonar

Obstructiva Crónica (EPOC) y la hipertensión, aunque la falta de control de factores como la estacionalidad o el sitio de residencia representan un riesgo de sesgo en los resultados (11). Zullig y Hendryx reportaron en 2010 que los residentes de zonas carboníferas presentaron menos días saludables, tanto para la salud mental como física, sin embargo reconocen las limitaciones causadas por el diseño que asume que vivir en un condado minero significa estar expuesto (12,13).

En el estudio de Itabira (Brasil) se encontró que por cada 10 μ/m^3 de incremento de la concentración de MP10, la proporción de consultas por enfermedades respiratorias de menores de 13 años aumentó 4 % en los dos días posteriores al incremento (IC95 %:9,5-14,5), y 12 % en los tres días posteriores (IC95 %:9,5-14,5) en el grupo de 14-19 años. Al analizar las enfermedades cardiovasculares se evidenció que por cada 10 μ/m^3 de incremento de la concentración de MP10 se aumenta a su vez la proporción de consultas en un 4 % (IC95 %:0,8-8,55) en el mismo día. Esto indicaría un efecto más prolongado del MP10 en las patologías respiratorias (8).

En el presente estudio se pretendió establecer la prevalencia de síntomas respiratorios y enfermedad respiratoria en niños menores de 12 años en los municipios de influencia de la zona carbonífera del Departamento del Cesar y sus posibles factores asociados en cuanto a variables de persona, tiempo y lugar.

MÉTODOS

Estudio de prevalencia tipo transversal

Área del estudio

La zona Carbonífera del Cesar (ZCC) se localiza en el centro del Departamento y está conformada por los municipios de Becerril, Agustín Codazzi, La Jagua de Ibirico, Chiriguán y El Paso. Se analizaron en conjunto con el municipio de Bosconia, que se ubica en el trayecto hacia el puerto de embarque para exportación. Fueron definidos por la autoridad de salud del Departamento por el interés ciudadano. El territorio de los municipios incluye ecosistemas estratégicos, como las Serranías de los Motilones y del Perijá, donde se originan ríos y quebradas. El clima es cálido en las zonas bajas de 35-200 msnm, con temperaturas medias entre 28-32° C. Tiene un régimen de precipitación bimodal con dos períodos de lluvia entre abril y junio y entre agosto a septiembre; el período seco más intenso va de diciembre a marzo

y se observa otro menos intenso entre junio y julio. Entre junio y agosto se observa un período semi húmedo (9).

Identificación de Zonas de diferente exposición según la Concentración Promedio Anual de MP10

Con base en los datos de boletines del Sistema Especial de Vigilancia de Calidad del Aire en la Zona Carbonífera del Cesar (SEVCA-ZCC) se identificaron 5 zonas con condiciones de diferente exposición determinada por la concentración promedio anual de MP10 durante el período 2008-2010:

- Área Control: alejada de la zona de explotación y sin exposición al material particulado proveniente del tráfico pesado. Incluye el corregimiento de Minguillo y las fincas entre este centro poblado y el Municipio de Agustín Codazzi. En esta zona se ubica una estación de monitoreo del SEVCA-ZCC que reportó una concentración promedio de MP10 en el año 2010 de $20 \mu/m^3$ (6).

- Área urbana con menor exposición al tráfico: viviendas a más de 500 metros de las vías de circulación de tráfico pesado. En esta se reportaron concentraciones de MP10 de 42 y $33 \mu/m^3$ en el año 2010.

- Área urbana con mayor exposición al tráfico: viviendas a menos de 100 metros de las vías de circulación de tráfico pesado. En esta zona se reportaron concentraciones de MP10 de 42 y $33 \mu/m^3$ en el año 2010.

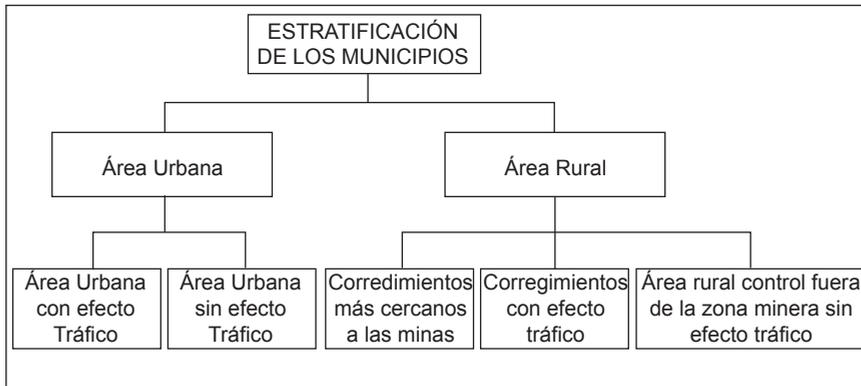
- Corregimientos con efecto tráfico: identificados por la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) como áreas con influencia del tráfico asociado a la producción del carbón. Incluye los corregimientos de Las Palmitas y el Boquerón en la Jagua de Ibirico, La Aurora, la zona de El cruce, La Sierra y los Cerrejones en Chiriguaná. En esta zona se reportaron concentraciones de MP10 de 69, 43 y $71 \mu/m^3$ en el año 2010.

- Corregimientos cercanos a las minas: San Isidro, La Victoria y La Loma. Se incluyeron por tener población residente en áreas de influencia de los sitios de acopio. En estas zonas no se reportaron concentraciones de PM_{10} . (Figura 1).

Muestra de 1 627 niños menores de 10 años que hayan residido o nacido en los municipios en los últimos 12 meses, calculada por muestreo aleatorio

estratificado. Se definió un error α de 0,05, un nivel de confianza del 95 % y una precisión del 5 %. Para el cálculo del tamaño de muestra se usó la prevalencia de enfermedad respiratoria en menores de 10 años de cada municipio con base en los caso de enfermedad respiratoria aguda (ERA) reportados en los RIPS del año 2010 suministrados por la Secretaría Departamental de Salud. El tamaño de la población se obtuvo de las proyecciones de población del DANE para el año 2010. Se determinó una proporción de no respuesta del 15 %. Con la excepción del municipio de El Paso, la muestra se distribuyó proporcionalmente entre la zona urbana y la rural.

Figura 1. Zonas de exposición diferente



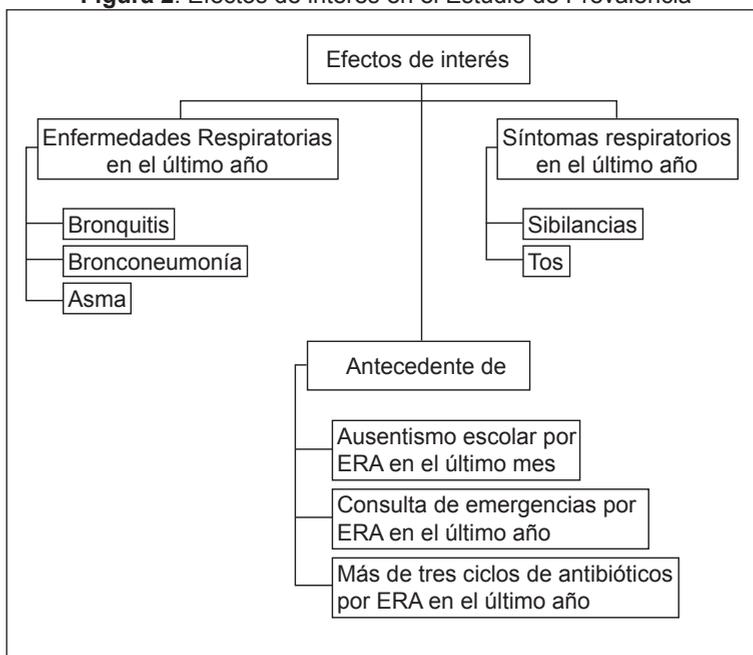
Fuente: Grupo Investigador

Antes de iniciar el trabajo de campo se informó a los grupos de interés, a la comunidad y a la autoridad de salud; se conformó un grupo de trabajo en los municipios de influencia del estudio compuesto por 9 profesionales de la salud a quienes se capacitó. Este equipo realizó la convocatoria a la comunidad mediante visita casa a casa, diligenciando un consentimiento informado por parte de los responsables de los niños. Se realizó auditoría concurrente para asegurar la calidad del dato, el cual también fue evaluado en el momento de la digitación. Se evaluó la integralidad de los datos, encontrando un porcentaje de error en los registros entre el 0 % y el 0,6 % según la variable. Para el almacenamiento de datos se diseñó una base en Acces®.

Se evaluaron enfermedades y síntomas respiratorios relacionados con exposición a contaminación del aire (Figura 2). Se utilizó un cuestionario para medir la frecuencia de antecedentes de asma, bronquitis y bronconeumonía, prevalencia de tos y sibilancias en el último año y asma a través del instrumento del ISAAC validado al español; este tipo de instrumentos ha

sido utilizado en estudios que evaluaron eventos similares en poblaciones residentes en zonas de influencia de minas de carbón a cielo abierto, zonas mineras, o puertos de embarque de carbón (3,4,9). Se incluyeron en el cuestionario, variables que permitieran evaluar cualitativamente las diferencias en las exposiciones intramurales a contaminantes del aire y la exposición a emisiones de fuentes fijas y móviles próximas a la vivienda y a la escuela; esfuerzos similares han sido hechos en otras investigaciones sobre el tema (13,14). Se usó como criterio de comparación la zona de residencia; otros estudios también han utilizado como estimadores de la exposición variables la zona de residencia de residencia (15) o el número de toneladas de carbón producidas (16). Los padres o acudientes firmaron un consentimiento informado.

Figura 2. Efectos de interés en el Estudio de Prevalencia



Fuente: Grupo Investigador.

Se calcularon proporciones de prevalencia de los eventos de interés por zonas. Como medida de asociación entre la zona de residencia y los eventos de interés se calcularon OR comparando todas las zonas con la zona control, con intervalos de confianza del 95 %.

RESULTADOS

La distribución por sexo fue similar a la del Departamento (mujeres 51 %). La proporción de población menor de 1 año fue similar en todas las zonas de residencia, pero la de 1 a 5 años fue mayor en las zonas rurales y la de 6 a 10 años fue mayor en las zonas urbanas. Diferencias parecidas se encontraron en el estrato socioeconómico por el hallazgo de pequeñas proporciones de población de estrato 0,2 y 3 en las zonas urbanas. En otros factores como el acceso a acueducto, alcantarillado y al servicio de recolección de basuras se encontraron diferencias, especialmente entre las zonas rurales y urbanas. Toda la población del estudio residía hace 32-44 meses en la zona (Tabla 1).

Se identificaron diferencias en: frecuencia de uso de carbón o leña entre la zona control y las demás zonas, en la exposición al humo de cigarrillo de segunda mano, y en el tipo de material del piso o la vivienda (Tabla 2). La presencia diaria de vehículos de carga pesada a menos de 100 metros de la vivienda fue más frecuente en las zonas con tráfico, lo cual le da consistencia a la clasificación realizada. La proporción de población que identifica la quema de basuras a menos de 100 metros de la vivienda también presentó variación entre las zonas, especialmente entre las rurales y las urbanas. La presencia de vehículos pesados, de quema de basuras y de humo de chimeneas a menos de 100 metros de los colegios se identificó con menos frecuencia que en las vecindades de la vivienda.

Tabla 1. Características y comparabilidad de las zonas de estudio (Corregimientos)

Características Socioeconómicas	Corregimiento control (n=131)		Corregimientos cercanos a depósitos (n=281)		Corregimientos con tráfico (n=308)		Urbano con Tráfico (n=377)		Urbano sin tráfico (n=526)		Total (n=1 627)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Grupos de edad												
<1 año	9	7,0	22	8,0	22	7,0	28	7,0	50	9,5	131	8,1
1 a 5 años	78	60,0	150	53,0	154	50,0	176	46,0	251	47,7	809	49,7
6 a 10 años	44	34,0	109	39,0	132	43,0	177	46,0	225	42,8	687	42,2
Estrato Socioeconómico												
0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	25	7,0	41	8,0	66	4,0
1	131	100,0	281	100,0	308	100,0	312	84,0	442	84,0	1474	91,0
2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	31	8,0	41	8,0	72	4,0
3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	1,0	1	0,0	6	0,0
Sin acueducto	128	98,0	3	1,0	5	2,0	8	2,0	85	16,0	229	14,0
Sin alcantarillado	129	98,0	93	33,0	156	51,0	128	34,0	248	47,0	754	46,0
Sin recolección de basura	130	99,0	279	99,0	300	97,0	75	20,0	219	42,0	1003	62,0
Escolarizados >10 años	-	84,0	-	98,0	-	98,0	-	93,0	-	95,0	-	95,0

Fuente: Base de datos del estudio

El corregimiento con tráfico presentó una menor proporción de niños con antecedente de bronconeumonía en el último año, la cual fue estadísticamente significativa con respecto al corregimiento control (OR 0,4; IC95 %:0,2-0,9; $p<0,05$); esto puede estar determinado por el uso de leña o carbón para cocinar y por una mayor exposición al humo de segunda mano. Los niños residentes en los corregimientos próximos a depósitos de material estéril, en las zonas urbanas con tráfico, y en los corregimientos con tráfico, tuvieron con mayor frecuencia los antecedentes de: consulta médica por disnea ($p<0,05$), y haber recibido más de tres ciclos de antibióticos en el último año por enfermedad respiratoria aguda ($p<0,05$), con respecto a la zona control.

Los niños residentes en los corregimientos próximos a depósitos de estéril tuvieron una mayor frecuencia de sibilancias y tos seca nocturna en el último año, con respecto al grupo control ($p>0,05$). Los residentes en corregimientos próximos a los depósitos de material estéril y en corregimientos con tráfico presentaron una mayor proporción de casos probables de asma con respecto al grupo control ($p=0,04$); la prevalencia más alta se encontró en el grupo de 1 a 5 años (33,0 %)

Tabla 2. Porcentajes de exposición a MP al interior de las viviendas, en el peridomicilio y en el perímetro escolar por zonas de estudio

Otras fuentes de exposición	Corregimiento control (n=131)	Corregimiento cercano a depósitos (n=281)	Corregimiento con tráfico (n=308)	Urbano con tráfico (n=377)	Urbano sin tráfico (n=526)
Exposición intramural					
Cocina con leña	74,0	6,0	29,0	12,0	14,0
Expuestos humo segunda mano	39,0	13,0	24,0	20,0	23,0
Piso de tierra	34,0	17,0	42,0	26,0	42,0
Pared de bareque	24,0	29,0	64,0	11,0	25,0
Actividad económica en la vivienda	0,0	3,0	6,0	6,0	3,0
Con animales en la vivienda	86,0	12,0	57,0	55,0	51,0
Humedad dentro de la vivienda	21,0	25,0	32,0	36,0	28,0
Fuentes a menos de 100 m de la vivienda					
Vehículos pesados	17,0	50,0	70,0	95,0	12,0
Quema de basuras	64,0	43,0	81,0	28,0	41,0
Fuentes fijas	0,0	58,0	60,0	18,0	25,0
Fuentes a menos de 100 m de la escuela					
Vehículos pesados	2,0	39,0	29,0	18,0	15,0
Quema de basuras	0,0	13,0	43,0	7,0	7,0
Emisiones fuentes fijas	0,0	29,0	43,0	4,0	5,0

Fuente: Base de datos del Estudio

De los niños de 6-10 años escolarizados, 108 (17,0 %) faltaron a clases al menos un día del último mes por presentar enfermedad respiratoria aguda. La proporción fue mayor entre los residentes de corregimientos con tráfico que en el corregimiento control ($p<0,05$), y también fue mayor que la

encontrada en la zona urbana sin efecto tráfico (OR 1,4; IC95 %:1,02-1,92). El promedio de días de ausencia por ERA fue de 0,7 días (rango: 1-30 días), encontrándose mayor promedio en los niños residentes en los corregimientos con efecto del tráfico.

Entre los niños que habitaban en viviendas en la cuales se cocinaba con leña se encontró una mayor frecuencia de: diagnóstico de bronconeumonía en el último año (OR 1,63; IC95 %:1,03-2,56), tos seca nocturna (OR 1,34; IC95 %: 1,05-1,71), y sibilancias durante el ejercicio (OR 1,45; IC95 %:1,04-2,04), comparados con los que habitaban en casas en las que se cocinaba con otro combustible. Entre los niños que se exponen al humo de cigarrillo de segunda mano se encontró una mayor frecuencia de sibilancias, tos seca nocturna y sibilancias nocturnas. Habitar viviendas con paredes de bareque o adobe se asoció con una mayor prevalencia de: asma, sibilancias en el último año, sibilancias con el ejercicio, tos seca nocturna y con una mayor proporción de ausentismo ($p < 0,05$). En los niños de viviendas que comparten el uso habitacional con el productivo no se encontró una mayor frecuencia de los efectos evaluados.

La tenencia de animales se asoció con: mayor frecuencia de tos seca nocturna, de sibilancias en el último año, de sibilancias con el ejercicio, de sibilancias nocturnas, de consulta de urgencias por disnea, y con el antecedente de haber recibido más de tres ciclos de antibióticos en el último año. La presencia de humedad se asoció con una mayor frecuencia de reporte de tos seca nocturna (OR 1,61; IC95 %:1,30-2,0), sibilancias en el último año (OR 1,85; IC95 %: 1,24-2,75), sibilancias nocturnas (OR 1,53; IC95 %: 1,15-2,03), lo mismo que con una mayor frecuencia de dermatitis alérgica (OR 1,77; IC95 %:1,37-2,27), y episodios de ausentismo escolar (OR 1,56; IC95 %:1,16-2,11).

Factores del peri-domicilio que se relacionaron con ERA y síntomas respiratorios: presencia de vehículos de carga a menos de 100 m, quema de basuras a menos de 100 m, y la presencia de fuentes fijas cercanas, este último factor más frecuente en las zonas cercanas a las minas. Elementos presentes a menos de 100 metros de la escuela asociadas con síntomas respiratorios y ERA: presencia de vehículos de carga pesada, quema de basuras, y presencia de fuentes fijas.

Tabla 3.Eventos de interés según acceso a servicios públicos y factores individuales

Variables	Acueducto			Alcantarillado			Recolección de Basuras			Hospitalizado al nacer por ERA			Vacunas completas		
	OR	IC 95 %		OR	IC 95 %		OR	IC 95 %		OR	IC 95 %		OR	IC 95 %	
		LI	LS		LI	LS		LI	LS		LI	LS		LI	LS
Bronquitis	0,7	0,3	1,6	0,9	0,5	1,5	0,9	0,5	1,5	1,5	0,9	2,5	0,6	0,2	1,7
Bronconeumonía	1,1	0,6	1,9	0,8	0,6	1,2	0,8	0,6	1,2	1,0	0,7	1,5	0,2	0,1	0,8
Asma	0,7	0,3	1,5	2,0	1,2	3,4	2,0	1,2	3,4	1,3	0,8	2,2	0,3	0,1	1,1
Padres o hermanos del niño con asma	1,7	1,2	2,4	1,4	1,0	1,8	1,4	1,0	1,8	1,2	0,9	1,6	1,1	0,7	1,7
Alergias en la piel	0,8	0,5	1,1	1,4	1,1	1,7	1,4	1,1	1,7	1,6	1,3	2,1	0,6	0,4	1,0
Tratamiento con antibióticos	0,5	0,3	0,7	0,8	0,6	1,1	0,8	0,6	1,1	0,9	0,7	1,2	0,6	0,4	1,0
Ha tenido que consultar por falta de aire	0,7	0,4	1,0	1,0	0,8	1,3	1,0	0,8	1,3	1,2	0,9	1,5	0,4	0,2	0,8
Pecho silbado, chillado o apretado	0,9	0,7	1,3	1,2	1,0	1,5	1,2	1,0	1,5	1,3	1,1	1,7	0,5	0,3	0,8
Tos Seca	0,8	0,6	1,1	1,2	0,9	1,4	1,2	0,9	1,4	1,2	1,0	1,5	0,8	0,6	1,1
Pecho silbado, chillado o apretado durante el ejercicio	0,9	0,6	1,3	1,3	1,0	1,8	1,3	1,0	1,8	1,4	1,1	1,9	0,3	0,1	0,6
Alteración del sueño por silbidos en el pecho	1,4	0,9	1,9	1,3	1,0	1,7	1,3	1,0	1,7	1,4	1,0	1,8	0,3	0,2	0,6
El pecho le ha impedido hablar de corrido	0,4	0,2	0,7	1,0	0,7	1,4	1,0	0,7	1,4	1,4	1,1	2,0	0,7	0,4	1,2
Ausentismo escolar por enfermedad respiratoria	0,5	0,3	0,8	1,1	0,8	1,5	1,1	0,8	1,5	1,5	1,2	2,1	1,2	0,8	1,9

Fuente: Base de datos del Estudio

La falta de acueducto parece no estar asociada con una mayor frecuencia de reporte de enfermedades y síntomas respiratorios, pero la ausencia de alcantarillado se asocia con una mayor frecuencia del antecedente de asma, dermatitis alérgica y sibilancias nocturnas. La falta de recolección de basuras se asoció con los mismos efectos ($p < 0,05$) (Tabla 3). Niños con antecedente de ser hospitalizado al nacer tuvieron una mayor frecuencia de todos los efectos evaluados ($p < 0,05$); mientras que el antecedente de tener esquema de vacunación completo demostró ser un importante factor de protección contra la mayoría de los eventos estudiados (Tabla 3).

Se realizó una regresión logística binaria obteniendo: en los niños que viven en zona urbana con tráfico el cociente entre la probabilidad de presentar silbado o pecho apretado durante el ejercicio y no presentarlo es 1,62 veces mayor que en el corregimiento con tráfico. En niños de zona urbana sin tráfico este mismo cociente es 0,294 veces menor frente a los de corregimiento con tráfico. Vivir en zona urbana sin tráfico redujo en 0,70 el riesgo de que los

niños presentaran silbado o pecho apretado durante el ejercicio, comparado con vivir en corregimiento con tráfico.

El cociente mencionado previamente es 0,393 veces menor en los niños cuyas viviendas están a más de 100 metros de donde pasan diariamente vehículos de carga pesada, con respecto a los niños cuyas viviendas están a una distancia menor de 100 metros, por lo que se podría afirmar que vivir a más de 100 metros de donde pasan diariamente vehículos de carga pesada reduce en 0,607 el riesgo de silbado o pecho apretado durante el ejercicio en los niños, comparado con vivir a menos de 100 metros del mismo lugar.

En los niños de corregimiento sin tráfico el cociente entre la probabilidad de presentar ausentismo escolar por enfermedad respiratoria es 0,338 veces menor frente a los niños que viven en corregimiento con tráfico, por lo que se trata de un posible factor de protección. Siendo así, vivir en corregimiento sin tráfico reduciría en 0,662 el riesgo de presentar ausentismo escolar por enfermedad respiratoria en niños, comparado con vivir en corregimiento con tráfico. En niños de zona urbana sin tráfico el mismo cociente es 0,296 veces menor frente a los niños que viven en corregimiento con tráfico, por lo que se trata de un posible factor de protección; entonces vivir en zona urbana sin tráfico reduce en 0,704 el riesgo de ausentismo escolar por enfermedad respiratoria en niños, comparado con vivir en corregimiento con tráfico.

DISCUSIÓN

Los niños de corregimientos con tráfico y de corregimientos cerca de depósitos de estéril, presentaron mayor prevalencia de los antecedentes: diagnóstico de asma en el último año (3,8 %), frecuencia inferior a la encontrada en estudios realizados en niños expuestos a polvo de carbón (17), pero similar a la encontrada por Heinrich y colaboradores en zonas mineras de Alemania (10); y del antecedente de bronquitis en el último año (3,6 %). La prevalencia de bronquitis fue similar a la encontrada por Pless-Mulloly y colaboradores (17) pero inferior a la reportada por Heinrich y colaboradores (10). El 20,9 % presentó antecedente de dermatitis, frecuencia superior a la reportada por estudios hechos en poblaciones similares (9,10). Este hallazgo concuerda con la experiencia manifestada por médicos generales que atienden a la población de la zona.

La frecuencia de consulta por disnea en el último año (13,4 %) fue inferior a la reportada por estudios similares (9, 10), lo que puede deberse a la forma

en que se realizó la pregunta, que se dirige a evaluar la disnea severa que requiere atención médica y no la moderada o leve. Las frecuencias de reporte de sibilancias o tos seca nocturna en el último año son similares a las encontradas en estudios en poblaciones vecinas a minas de carbón a cielo abierto (9,10).

De los niños escolarizados, 108 (17,0 %) faltaron a clases al menos un día por ERA en el último mes, con mayor frecuencia en residentes de los corregimientos con tráfico con respecto al corregimiento control ($p < 0.05$), y mayor que en la zona urbana sin tráfico (OR 1,40 [IC95 %:1,02-1,92]). El estudio realizado en Liverpool, Inglaterra, relacionado con los efectos del polvo de carbón proveniente del puerto de descarga, midió la proporción de niños que se habían ausentado en el último año, encontrando una proporción de 49,5 % en los más expuestos. En el presente estudio, el promedio de días de ausencia por ERA fue de 0,7 (rango: 1-30 días), con mayor promedio en niños residentes de corregimientos con tráfico.

Todos los efectos estudiados tienen asociación, bien sea con condiciones intramurales, con factores presentes en el entorno cercano, con condiciones presentes en las escuelas, y con condiciones individuales. Esto coincide con lo encontrado en otros estudios sobre la relación entre salud y contaminación del aire (10).

La estimación de la exposición extramural con base en el sitio de residencia ha sido utilizada en estudios de impacto en salud de comunidades residentes en zonas mineras, sin embargo, tiene limitaciones propias de la ausencia de mediciones ambientales. En el estudio realizado la existencia del SEVCA_ZCC permitió controlar parcialmente esta situación y definir los estratos de análisis teniendo en consideración datos de la concentración anual de MP_{10} en estaciones cercanas a varios de ellos. La estimación de la exposición intramural con base en variables cualitativas ha sido usada en investigaciones similares por los costos en insumos y logística relacionados con las mediciones de exposición personal a contaminantes del aire. La estimación cualitativa puede ser suficiente para orientar las inversiones públicas para controlar dicha exposición.

El estudio orientado a determinar la prevalencia de los resultados de interés en el último año, no refleja las variaciones asociadas a los períodos de lluvia y a las temporadas secas por la forma agregada en que se obtuvo la información, sin embargo, otro estudio complementario, realizado con

base en el reporte de enfermedades respiratorias de notificación obligatoria al SIVIGILA permitió realizar ese análisis para un período de 4 años (documento institucional).

Se encontró evidencia de que la enfermedad respiratoria está posiblemente relacionada con diferentes formas de exposición presentes en los municipios de la ZCC, y de que la distribución de dichas exposiciones tiene relación con las condiciones socioeconómicas de la población. Factores como el acceso a fuentes de energía para cocinar, mejoras en las condiciones de la vivienda, acceso a los servicios públicos de alcantarillado y recolección de basuras, forman parte del control de las exposiciones.

La frecuencia de los resultados de interés fue mayor en la población residente en corregimientos cercanos a los depósitos de material estéril producidos por la actividad minera. El control de esta condición requiere de la movilización de los recursos necesarios con la participación de los generadores. A excepción del asma, la frecuencia de los eventos de interés también es mayor en la población residente de los corregimientos con tráfico pesado, lo cual debe ser tenido en cuenta por los encargados de los planes o esquemas de ordenamiento territorial para la instalación de escuelas, jardines infantiles y centros de acogida ubicados en zonas alejadas de las vías de tráfico pesado.

El estudio aporta evidencia suficiente para sugerir que la promoción de la salud y la prevención de las enfermedades respiratorias requieren de un Plan Regional de Calidad del Aire y Salud que parta de la formulación de la Política de Salud Ambiental del Departamento del Cesar y de la conformación de los consejos territoriales de Salud ambiental. Esto puede permitir controlar exposiciones intramurales, por fuentes fijas y móviles y las generadas por las actividades de la minería de carbón a cielo abierto. Además se hace necesario un monitoreo continuo que implique diseños transversales periódicos para valorar las modificaciones en la salud de las personas por exposición a contaminantes del aire, estudios de fuente receptor para identificar el origen del contaminantes, y diseños de vigilancia de segunda o tercera generación •

REFERENCIAS

1. Pless-Mulloli T, Howel D, King A, Stone I, Merefield J, Bessell J, et al. Living near opencast coal mining sites and children's respiratory health. *Occupational and Environmental Medicine*. 2000 March 1, 2000;57(3):145-51.
2. Heinrich J, Hoelscher B, Wjst M, Ritz B, Cyrys J, Wichmann H. Respiratory diseases and allergies in two polluted areas in East Germany. *Environmental health perspectives*. 1999 Jan;107(1):53-62. PubMed PMID: 9872717. Pubmed Central PMCID: PMC1566314. Epub 1999/01/05. eng.
3. Ministerio de Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial. Guía ambiental para la minería del carbón a cielo abierto.: Ministerio de Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial.; 1998. [Internet]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion_ds_municipal/nuevas_guias/carbon_mineria_cielo_abierto/creditos.htm. Consultado Junio de 2011.
4. Angulo LC, Huertas JI, Restrepo GM. Caracterización de Partículas Suspendidas (PST) y Partículas Respirables (PM 10) producidas en Áreas de Explotación Carbonífera a Cielo Abierto. *Información tecnológica*. 2011;22:23-34.
5. Howel D, Pless-Mulloli T, Darnell R. Consultations of children living near open-cast coal mines. *Environmental health perspectives*. 2001 Jun;109(6):567-71. PubMed PMID: 11445509. eng.
6. CORPOCESAR. Estudio de la calidad del aire en zonas urbanas y mineras del Departamento del Cesar. Valledupar: CORPOCESAR, 2006.
7. OMS Organización Mundial de la Salud. Guías de calidad del aire. Ginebra (Suiza): OMS; 2005. [Internet]. Disponible en: <http://www.who.int/phe/healthtopics/outdoor/airaqg/es/>. Consultado Junio de 2011.
8. Braga ALF, Pereira LAA, Procópio M, André PAD, Saldiva PHdN. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2007;23:S570-S8.
9. Alcaldía Municipal de la Jagua de Ibirico. Plan Básico de Ordenamiento Territorial. La Jagua de Ibirico, Cesar, Colombia.2000.
10. Brabin B, Smith M, Milligan P, Benjamin C, Dunne E, Pearson M. Respiratory morbidity in Merseyside schoolchildren exposed to coal dust and air pollution. *Archives of Disease in Childhood*. 1994 Apr;70(4):305-12. PubMed PMID: 8185364. eng.
11. Hendryx M, Ahern MM, Nurkiewicz TR. Hospitalization patterns associated with Appalachian coal mining. *Journal of toxicology and environmental health Part A*. 2007 Dec;70(24):2064-70. PubMed PMID: 18049995. Epub 2007/12/01. eng.
12. Samecka-Cymerman A, Kolon K, Mroz L, Kempers AJ. Bioindicative comparison of the fern *Athyrium distentifolium* for trace pollution in the Sudety and Tatra mountains of Poland. *Environmental monitoring and assessment*. 2012 Oct;184(10):6357-65. PubMed PMID: 22089625. Epub 2011/11/18. eng.
13. Corpocesar, UIS. Boletín 2. 2011.
14. Brauer M, Lencar C, Tamburic L, Koehoorn M, Demers P, Karr C. A cohort study of traffic-related air pollution impacts on birth outcomes. *Environmental health perspectives*. 2008 May;116(5):680-6. PubMed PMID: 18470315. Pubmed Central PMCID: PMC2367679. Epub 2008/05/13. eng.
15. Noss RF. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*. 1990;4(4):355-64.
16. Ministerio de Minas y Energía. La cadena el carbón en Colombia, Bogotá: Unidad de planeación Minero Energética. 2005.
17. Vedal S, Brauer M, White R, Petkau J. Air pollution and daily mortality in a city with low levels of pollution. *Environmental health perspectives*. 2003 Jan;111(1):45-52. PubMed PMID: 12515678. Pubmed Central PMCID: PMC1241305. Epub 2003/01/08. eng.