

FACTORES DE RIESGO PARA INFECCION RESPIRATORIA AGUDA CON ENFASIS EN LA CONTAMINACION AMBIENTAL

LUIS ALBERTO HERNANDEZ JARUFFE*
ALBERTO ZARATE MARTINEZ**
LUIS ALFONSO DIAZ MARTINEZ***

RESUMEN

INTRODUCCION: La infección respiratoria aguda (IRA) constituye en el mundo una de las principales causas de morbilidad en los niños. La mayoría de los casos de IRA en Bucaramanga provienen de las zonas que parecen ser las que más contaminación atmosférica presentan, por lo que se decidió establecer el grado de asociación entre IRA y contaminación ambiental, por medio de un estudio de casos y controles pareado.

METODOLOGIA: Se estudiaron 150 menores de 5 años con IRA neumonía grave según criterios OMS, procedentes de cuatro comunas de Bucaramanga, y 300 controles con IRA no neumonía de igual edad y procedencia. Por encuesta directa se determinaron factores de riesgo para IRA (hacinamiento, bajo peso al nacer, prematurez, estado de inmunización incompleto, destete antes de los 6 meses de edad, desnutrición, tiempo de permanencia en el sector y contaminación de la vivienda por humos generados en ella), así como el nivel de contaminación del aire por material particulado, el cual se midió directamente en un período simultáneo a la captación de los pacientes. Estos factores de riesgo se analizaron en un modelo multivariado de regresión logística. No se evaluaron los factores relacionados con el acceso a los servicios de salud.

RESULTADOS: Los factores de riesgo con influencia significativa para que un caso de IRA no neumonía se convierta en neumonía grave son prematuridad (OR = 6.7; límites 1.48 y 11.26), contaminación de la vivienda por humos (OR = 9.27; límites de 4.44 y 19.34) y residir en la Comuna Norte (OR = 11.6; límites de 11.3 y 103.52), la más contaminada de las estudiadas, con un nivel promedio de contaminación por arriba del 200% de la norma nacional. El modelo multivariado que mejor ajusta explica el 45.36% de los casos.

DISCUSION: Se prueba la relación directa entre contaminación ambiental y la severidad de la IRA, pero además de los factores reconocidos por la literatura acá estudiados, influyen también los relacionados con el acceso a los servicios de salud, la calidad de la atención y el cumplimiento del tratamiento.

CONCLUSION: Existe una relación directa entre la contaminación del medio ambiente y la severidad de los episodios de IRA en menores de 5 años.

PALABRAS CLAVE: Infecciones del tracto respiratorio Contaminación ambiental

* MD, Estudiante de Post-grado de Administración de Servicios de Salud, Universidad Industrial de Santander.

** MD, MSP. Profesor Asociado Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad Industrial de Santander.

*** MD, Residente Pediatría, Universidad Industrial de Santander.

Trabajo Financiado por el Ministerio de Salud, el Servicio de Salud de Santander, el Instituto de Salud de Bucaramanga y el Comité Asesor de Investigaciones de la Facultad de Salud de la UIS, Código 7659.

Tercera mención "Trabajo Distinguido", Premio "Ernesto Plata Rueda", XVIII Congreso Colombiano de Pediatría, Santafé de Bogotá, Septiembre 8 a 11 de 1993.

INTRODUCCION

La infección respiratoria aguda (IRA) y el asma constituyen en todo el mundo una de las principales causas de morbilidad en los niños. La gran mayoría de los estudios realizados en Colombia se dirigen a determinar cuales agentes etiológicos o combinación de agentes están involucrados (1,3), sin detenerse a analizar el impacto que la contaminación tiene sobre la génesis de la infección (4, 5) o el papel que juega en la progresión de la misma (6, 7).

En Bucaramanga durante 1989 la IRA produjo el 4.2% de todas las muertes en menores de un año,

con una tasa de 13.9 casos por 100.000 habitantes, ocupando el cuarto lugar en frecuencia, mientras que entre los niños de 1 a 4 años es la segunda causa y producen el 17.3% de los fallecimientos, con una tasa de 34 casos por 100.000 habitantes. La morbilidad atendida en los servicios de consulta externa del estado representa el 9.6% de todas las consultas a todas las edades, siendo la primera causa de consulta en los menores de 1 año y la primera en los niños de 1 a 4 años (8).

Considerando que la mayoría de los casos de IRA en Bucaramanga provienen de las zonas que más contaminación atmosférica presentan, se decidió establecer la asociación existente entre IRA y contaminación del aire por medio de un estudio de casos y controles pareado, midiendo igualmente otras variables consideradas como de riesgo, tales como hacinamiento, peso al nacer, prematuridad, inmunizaciones, destete, desnutrición, tiempo de permanencia en el sector y la presencia de fumadores en la casa (4-7, 9).

METODOLOGIA

Estudio de casos y controles. Por estratificación geográfica y en forma aleatoria se escogieron al mismo tiempo 150 casos de IRA severa y 300 controles que procedían de cuatro zonas del área metropolitana de Bucaramanga: Comuna Norte, Comuna San Francisco, Comuna Oriental y Comuna Sur: La Comuna San Francisco queda ubicada entre el centro de la meseta de Bucaramanga y el extremo norte, mientras que las otras Comunas se ubican en los extremos que indica su nombre.

Los casos fueron detectados en la consulta de los centros de salud de cada zona según los criterios del Programa de Infección Respiratoria Aguda de la Organización Mundial de la Salud (10) por los médicos de tales servicios, mientras que los controles lo fueron por los promotores de salud de cada centro en las cinco cuadras aledañas a la residencia del caso, apenas se informara la existencia del caso. Se captaron dos controles por cada caso.

Se definió como caso al menor de 5 años de edad, residente en Bucaramanga por un período igual o mayor a un año o desde su nacimiento, usuario de las instituciones oficiales de salud, con dirección localizable y diagnóstico de IRA grave o moderada. Los controles cumplían los mismos re-

quisitos, excepto que presentaban IRA leve. Este grupo control se definió por ser imposible en la práctica constituir un grupo de menores de cinco años libre de episodios de IRA.

Se determinaron factores de riesgo conocidos por la severidad de IRA por medio de encuesta directa a la madre o persona responsable del menor, a más de medir de manera simultánea el nivel de contaminación del aire por material particulado. Los factores estudiados diferentes a la contaminación atmosférica fueron prematuridad, bajo peso al nacer, duración de la lactancia materna, desnutrición, tiempo de permanencia en el sector, hacinamiento, presencia de fumadores en la casa y contaminación casera por humos producidos en el interior de la vivienda. No se evaluaron los factores relacionados con el acceso a los servicios de salud.

Estudio de contaminación ambiental. Se ubicaron cuatro estaciones de muestreo en las mismas zonas de donde provenían los pacientes. Las muestras se tomaron de manera simultánea con el estudio de casos y controles. Para el muestreo se utilizaron cuatro equipos de alto volumen (Hi-Vol, General Metal Works). Los equipos utilizan filtros de fibra de vidrio de 8 por 11 pulgadas (General Metal Works), previamente calibrados. Cada determinación se corrigió para la presión atmosférica y temperatura promedio de Bucaramanga según informe verbal diario del HIMAT.

En cada una de las estaciones se programó recoger las muestras del material particulado los días lunes, miércoles y viernes durante 24 horas continuas, a partir del 4 de diciembre de 1990 y hasta el 4 de abril de 1991. La cantidad del material particulado recogido en cada muestra se determinó pesando antes y después de utilizados cada uno de los filtros, previamente calentados para eliminar el agua depositada.

Del total de muestras se tomaron al azar para análisis cuantitativo doce muestras de material particulado, cuatro de las estaciones de las Comunas Norte y San Francisco, y dos de las otras. Cada uno de los filtros se dividió en dos partes y se pesaron, cada una de las cuales se procesó de manera diferente. La primera parte se llevó a digestión en agua regia y en caliente para extraer sulfatos, fosfatos, hierro total, calcio, magnesio y el residuo insoluble que en su mayoría contiene silicatos, aluminatos y alúminosilicatos que no se pudieron determinar

Este por la naturaleza silíceo del filtro. La segunda parte se calcinó a 550 °C para evaluar gravimétricamente el contenido del material volátil; después se digirió en agua y en caliente, midiéndose los compuestos solubles en agua (cloro y carbonatos). Al extracto acuoso se le determinó pH y conductividad con el fin de determinar la alcalinidad de la muestra (11).

Análisis estadístico. Para todas las variables se construyeron distribuciones de frecuencia y se calcularon promedio, desviación estándar, mediana y rango. Se verificó el diseño utilizando la prueba t para muestras pareadas en variables paramétricas y X² para variables no paramétricas. En todos los casos se utilizó un alfa de 0.05.

Todas las variables consideradas como factores de riesgo y categorizadas como expuesto o no expuesto fueron analizadas en tablas de contingencia para casos y controles utilizando X², test de Fisher y riesgo relativo (RR), con límites de confianza al 95% según Cornfield. Este primer análisis permitió identificar las variables que podrían tener importancia en la severidad de la IRA para incluirlas en el análisis multivariado. Adicionalmente, se hizo el mismo análisis por zona estudiada.

Se diseñó un modelo de análisis multivariado utilizando el modelo de regresión logística. El fundamento del modelo descansa en que por medio de la regresión logística se puede producir un resultado

expresado en una categoría dicotómica (neumonía-no neumonía) dependiendo de otras variables (variables independientes o factores de riesgo), las que se expresaron a nivel nominal (como factor de riesgo positivo o negativo), a excepción de la variable contaminación que se expresó a nivel ordinal para expresar menor a mayor promedio de contaminación en el sitio de la medición.

La información se procesó con los programas dBase III+, SPSS y True Epistat.

RESULTADOS

Material particulado en el aire. Por dificultades técnicas la monitorización del material particulado solo se inició en las Comunas Norte y San Francisco a partir diciembre de 1990, mientras que en las otras se inició en enero de 1991.

El promedio de material particulado (en µg/m³) fue de 186.71 ± 36.93 (promedio ± desviación estándar) en la Comuna Norte, 145.87 ± 56.96 en Comuna San Francisco, 93.77 ± 30.73 en Comuna Sur, y 62.46 ± 22.42 en Comuna Oriental. El promedio calculado en la Comuna Norte se realizó descartando las muestras 13 y 28 porque se apartan en exceso del promedio. En la Tabla 1 se aprecia la cantidad de las sustancias encontradas en el análisis de los filtros seleccionados.

TABLA 1. Análisis cuantitativo de los filtros estudiados (en mcg/m³, excepto fosfatos en ng/m³)

Sustancia	Comuna			
	San Francisco	Norte	Oriental	Sur
Sulfatos	2.9	3.88	4.09	2.50
Hierro	1.31	0.90	0.58	0.48
Magnesio	0.45	0.56	<0.01	<0.01
Cloro	0.35	0.39	0.17	0.12
Fosfatos	0.14	0.58	0.21	0.32
Calcio	17.03	33.78	3.90	7.30
Carbonatos	3.63	25.10	2.35	1.90
Residuo	112.25	200.50	55.5	76.50

Estudio de factores de riesgo. En la Tabla 2 se encuentran los parámetros que demuestran la comparabilidad existente entre el grupo control y el de casos (450 pacientes, 150 casos y 300 con-

troles), distribuidos con igual proporción en las Comunas, siendo 288 (64.0%) de la Norte, 102 (22.7%) de la Sur, 54 (12.0%) de la San Francisco, y 6 (1.3%) de la Oriental.

TABLA 2. Características generales de los pacientes

Parámetro	Grupo		Significancia
	Casos	Controles	
Edad (meses)	17.28 ± 14.12	17.56 ± 13.95	NS
Hombre: Mujer	67:82	151:148	NS
Talla (cm)	74.72 ± 17.73	75.55 ± 13.02	NS
Peso (g)	9253 ± 3556	9593 ± 3037	NS

En la Tabla 3 se muestra las diferencias encontradas entre los dos grupos en cuanto a los factores de

riesgo estudiados distintos a la contaminación ambiental.

TABLA 3. Factores de riesgo

Factor de riesgo	Grupo			RR (Lím. conf. 95%)
	Casos	Controles	p	
Prematuridad	4.7%	1.7%	10 ⁻⁷	2.89 (0.81 - 10.68)
Bajo peso al nacer	7.0%	5.0%	NS	1.61 (0.67 - 3.90)
Lactancia < 6 meses	22.7%	38.0%	0.0014	0.48 (0.30 - 0.76)
PAI incompleto	25.3%	52.0%	10 ⁻⁷	0.31 (0.19 - 0.49)
Desnutrición	41.3%	34.0%	NS	1.36 (0.90 - 2.08)
Permanencia en el Sector > 1 año o desde el nacimiento	43.3%	91.7%	10 ⁻⁷	0.69 (0.04 - 1.21)
Hacinamiento	38.0%	76.7%	10 ⁻⁷	0.19 (0.12 - 0.29)
Fumadores en la casa	38.0%	53.3%	0.0026	0.53 (0.35 - 0.81)
Contaminación de la vivienda	57.3%	20.7%	10 ⁻⁷	5.16 (3.29 - 8.10)

En el modelo de regresión logística las variables se expresaron a nivel nominal, como factor de riesgo negativo o positivo, a excepción de la variable contaminación atmosférica, teniendo en cuenta los hallazgos del análisis que se expresó a nivel ordinal de 1 a 4. El logaritmo de máxima verosimilitud ("likelihood") que mejor se ajusta al modelo es de 45.36% del logaritmo, es decir, que de la máxima probabilidad de ocurrencia de neumonía ($p = 1$),

las variables incluidas en el modelo explican el 45.36%. Las variables que más explican esta probabilidad en forma positiva, tanto por su RR como por los límites de confianza son contaminación de Comuna Norte, contaminación de la vivienda, contaminación en Comuna Sur y prematurez. Las otras variables se comportan con una asociación negativa (Tabla 4).

TABLA 4. Modelo de regresión

Variable	Coefficiente β	RR	Límites de confianza
Hacinamiento	-1.5132915	0.2201841	0.1134166 - 0.4274597
Contaminación de la vivienda	2.2266265	9.2685459	4.4408385 - 19.344532
Permanencia > 6 m	-2.8065072	0.0604156	0.0282238 - 0.1293250
Contaminación Comuna Sur	2.2047039	9.0675665	0.9935403 - 82.755338
Contaminación Comuna San Francisco	-0.3655497	0.6938152	0.0765099 - 6.2917295
Contaminación Comuna Norte	2.4510218	11.600194	11.2998844 - 103.52036
Prematurez	1.9020529	6.6996339	1.4834381 - 30.257478

Asumiendo una probabilidad de 0.5 de ocurrencia de neumonía (comportamiento binomial), se ana-

lizó la capacidad del modelo para predecir los casos y los controles (Tabla 5).

TABLA 5. Capacidad de predicción del modelo

Modelo	Neumonía	No. neumonía	Total
+	100	17	117
-	50	283	333
Total	150	300	450

De la Tabla 5 se calcula Sensibilidad de 66.7%, Especificidad de 94.3%, Concordancia de 85.1%, Valor Predictivo Positivo de 85.5%, Valor Predictivo Negativo de 85.0%, Falsos positivos de 14.5% y Falsos negativos de 15.0%. La sensibilidad significa que el modelo multivariado detecta como neumonía el 67% de los casos del estudio. La especi-

ficidad significa que el modelo es eficiente al detectar como IRA (leve o moderada) el 94% de los controles del estudio. El porcentaje de falsos positivos indica que el modelo detecta como neumonía sin serlo, al 14.5% de pacientes. El porcentaje de falsos negativos indica que el modelo detecta como IRA leve o moderada el 15% de los pacientes.

En la Tabla 6 se aprecia la relación de factores de riesgo de la zona de Comuna Norte, esta es la zona de la ciudad que más casos aportó al estudio y es la

más contaminada. En las otras zonas analizadas no se encontraron aspectos significantes adicionales

TABLA 6. Factores de riesgo, Comuna Norte y Comuna Sur

Factor de riesgo	Grupo			RR (Lím. conf. 95%)
	Casos	Controles	p	
Prematuridad	6.3%	2.1%	NS	3.13 (0.76 - 13.61)
Bajo peso al nacer	6.3%	5.7%	NS	1.10 (0.35 - 3.34)
Lactancia < 6 meses	88.5%	56.2%	10 ⁻⁷	6.05 (2.89 - 12.76)
PAI incompleto	16.7%	51.0%	10 ⁻⁷	0.19 (0.09 - 0.37)
Desnutrición	42.7%	37.5%	NS	1.24 (0.73 - 2.10)
Permanencia en el sector > 1 año o desde el nacimiento	37.5%	97.4%	10 ⁻⁷	0.02 (0.005 - 0.045)
Hacinamiento	29.2%	77.6%	10 ⁻⁷	0.12 (0.05 - 0.21)
Fumadores en la casa	30.2%	52.1%	0.00044	0.40 (0.23 - 0.69)
Contaminación de la vivienda	63.5%	2.6%	10 ⁻⁷	65.18 (22.99 - 199.4)

DISCUSION

Se deben hacer algunas observaciones respecto a este trabajo. En primer lugar los pacientes incluidos pertenecen en su mayoría a los miembros menos favorecidos de la comunidad en lo que respecta a nutrición, recursos económicos, nivel educacional y social de sus padres, y acceso a los servicios de salud. Proviene de familias grandes que viven en condiciones de hacinamiento y donde el niño comparte la cama con los padres y otros menores (12).

En segundo lugar, los factores de riesgo que mejor contribuyen a la ocurrencia de neumonía son prematuridad, contaminación de la vivienda, contaminación de la Comuna Norte y contaminación de la Comuna Sur. Estos resultados son muy similares a los encontrados por Ordóñez en Ciudad de México, donde hay una estrecha relación entre contaminación e incidencia de IRA en dos grupos de Colonias con grado de contaminación diferente (13).

Las otras variables se comportan con una asociación negativa, pero no se puede expresar que desempeñan un papel de protección en la severidad; esto explica porqué el modelo multivariado que

mejor ajusta solo explica el 45.36% de los casos. El resto lo explican factores posiblemente protectores que no se exploraron en esta investigación, como podría ser el acceso precoz a los servicios médicos, la adherencia al tratamiento, el número y severidad de los episodios previos, y la eficacia del tratamiento. Para resolver este problema podría plantearse el seguimiento de una cohorte de edad en comunas de diferente nivel de contaminación y en el que evalúen todos estos aspectos, de tal forma que permita ver la frecuencia y severidad de la IRA a lo largo del tiempo y su asociación con las variables no estudiadas acá.

La distribución por comunas para casos y controles con relación al gradiente de contaminación de menor a mayor promedio en el sitio de medición se registró así:

Comuna Norte 64.0%	Nivel de contaminación 4
Comuna San Francisco 12.0%	Nivel de contaminación 3
Comuna Sur 22.7%	Nivel de contaminación 2
Comuna Oriental 1.3%	Nivel de contaminación 1

La hipótesis del estudio tanto por RR como por límites de confianza queda demostrada: la contaminación de la Comuna Norte es la más alta de las cuatro estudiadas, con RR de 22.18 y de donde proviene el 64% de los pacientes del estudio. Lo anterior es consecuente con lo reportado en la literatura y estudios similares que se han realizado (14, 15).

Jerris (16) estudió la relación entre las ausencias escolares y las pruebas de función pulmonar de niños entre 6 y 7 años de diferentes escuelas de Berlín, New Hampshire, Estados Unidos. No pudo comprobar diferencia en el número o tiempo de ausencias entre los niños procedentes de las zonas más contaminadas, pero sí una significativa reducción de su función pulmonar. Una situación similar encontraron Klein y cols (17), quienes encontraron que los menores de 10 años que vivían en un ambiente con atmósfera polucionada no se enfermaban más frecuentemente que los niños que vivían en zonas limpias, pero detectaron que el período de enfermedad y hospitalización de los niños del primer grupo que sufrían tal suceso, era mayor, aunque recientemente Braun-Fahrlander y cols (4) encontraron fehacientemente en niños suizos que el nivel de contaminación por partículas se correlaciona directamente con la incidencia y duración de los episodios de IRA.

No solo la contaminación por partículas suspendidas en el aire tiene que ver con la IRA. Jaakola y cols (7) encontraron que aún con niveles bajos de contaminación por partículas, los polutantes gaseosos contribuyen de manera significativa en la génesis de la enfermedad. Por otro lado, Perry y cols (18) evaluaron el efecto de la polución del aire en niños asmáticos y encontraron que en las zonas donde la polución está ligeramente por encima de lo normal, si la presencia de nitratos finos se relacionaban con incremento en los síntomas y mayor uso de broncodilatadores; por su parte, Pope y cols (5) encontraron que las partículas suspendidas en el aire alteran las pruebas de función pulmonar de niños asmáticos, en especial entre aquellos sintomáticos. Chilmoczyk y cols (9) probaron que esto es cierto incluso con el tabaquismo pasivo hogareño que se presenta cuando los niños inhalan el humo del cigarrillo fumado por los adultos, es especial la madre.

En Colombia, Tafur (19) encontró que los niños de 12 a 35 meses residentes en zonas pobres de Cali y

con alto grado de contaminación domiciliar por humos (cigarrillo, uso de combustibles líquidos derivados del petróleo y la orina) presentaban una mayor severidad del IRA, así como los niños de vivían en casa con piso de tierra y paredes de bahareque, tal como había sido expuesto por Pamdey y cols (20).

Muchos estados se han visto en la obligación de poner en marcha o reactivar diferentes legislaciones que protejan el medio ambiente y a las personas de la contaminación. Es así como en los Estados Unidos existe desde 1963 la Clean Air Act, reformada en 1977 y que define los estándares de calidad del aire ambiente. Es de anotar que esta es solo una referencia ya que otros países tienen diferentes estándares, alguno más severos. Además, no se puede hablar de "niveles permisibles" en el caso de contaminantes peligrosos como berilio, mercurio, benceno y asbesto (11).

En Colombia existe el Decreto 02 de 1982 que reglamenta la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, el cual determina las características de las emisiones atmosféricas permitidas y los estamentos que tienen la jurisdicción para hacerlas cumplir (21). El decreto 02 de 1982 definió el nivel promedio máximo permisible de contaminación por partículas en $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El Instituto de Salud de Bucaramanga (ISABU) estableció el nivel máximo permisible en $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (División de Factores de Riesgo, Instituto de Salud de Bucaramanga).

En Bucaramanga no se han realizado estudios globales de la contaminación del aire, pero sí se han hecho mediciones más o menos seriadas en la Comuna Norte en 1987, en donde el promedio de material particulado fue de $130.5 \pm 36.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en barrio Kennedy y de $151.31 \pm 50.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el barrio Regadero (División de Saneamiento Ambiental, Servicio de Salud de Santander), niveles que al momento de la realización de este estudio persistían, y como se ha probado acá, son un muy importante factores de riesgo para severidad de IRA, de tal manera que para mejorar las condiciones de salud de la población menor de 5 años se han de controlar los fuentes emisores de contaminación. Es importante realizar nuevas mediciones del grado de contaminación en la ciudad, de tal manera que se puedan confrontar los resultados presentados, al tiempo que se haga seguimiento al problema detectado y se evalúe el impacto de las medidas de control que se ejerzan en las fuentes de contaminación (22).

**RISK FACTORS FOR ACUTE RESPIRATORY
INFECTION WITH EMPHASIS
ON AIR POLLUTION**

INTRODUCTION: The acute respiratory infection (ARI) is one of the major causes of childhood morbidity in the world. Most of ARI cases in Bucaramanga come from areas with apparent greater air pollution. A paired case-control study on the association between ARI and air pollution was undertaken.

METHODS: One hundred and fifty children, 5 years old or younger, with ARI-severe pneumonia according with WHO criteria, proceeding from four different districts of Bucaramanga and three hundred controls with ARI-non pneumonia of similar age and origin were studied. By means of a questionnaire, risk factors for ARI were determined (crowding, low birth weight, prematurity, immunization status, breast feeding weaning before 6 months of age, malnutrition, period of residency in the district and home pollution by smoke produced inside the house) as well as particulate matter contamination which was measured simultaneously during the period of study. These risk factors were analyzed by a multivariate model of logistic regression. Factors related with access to health services were not evaluated.

RESULTS: The significant risk factors for a case to develop severe pneumonia from a IRA-no pneumonia status were prematurity (OR=6,7; limits 1,48 and 11,26), home pollution by smoke (OR=9,27; limits of 4,44 and 19,34) and residency in a North community district (OR=11,6; limits of 11,3 and 103,53) the most polluted of the studied districts, with a mean contamination level above 200% of the national average. The multivariate model which fits better explain 45,36% of cases.

DISCUSSION: The direct relationship between air pollution and ARI severity is proven. Additional factors such as access to health care, quality of medical care and compliance to treatment, not studied in this work, might also be related.

CONCLUSION: There is a direct relationship between air pollution and the severity of ARI episodes in children younger than 5 years old.

1. Escobar JA et al. Etiología de la enfermedad respiratoria en los niños de Cali, Colombia. *Acta Méd Valle (Colomb)* 1976; 7: 14-20.
2. Borrero IH et al. Acute respiratory tract infection among a birth cohort of children from Cali, Colombia, who were studied through 17 months of age. *Rev Infect Dis* 1990; 12 (Suppl 8):S950-6.
3. González J, Muñoz N, Ramírez M, Ruiz F, Aristizaba G, Lozano JM. Colonización bacteriana de las vías aéreas superiores en menores de dos años de edad. Informe preliminar. XVII Congreso Colombiano de Pediatría, Cali, 1991:520.
4. Braun-Fahlander C, Ackermann-Liebrich U, Schwartz J, Gnehn HP, Rutishauser M, Wanner HU. Air pollution and respiratory symptoms in preschool children. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145:42-7.
5. Penna ML, Duchicade MP. Contaminación de aire y mortalidad infantil por neumonía. *Bol Of Sanit Panam* 1991; 110:199-207.
6. Pope CA, Dockery DW. Acute health effects of PM₁₀ pollution on symptomatic and asymptomatic children. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145:1123-8.
7. Jaakola JJ, Paunio M, Heinonen OP. Low-level air pollution and upper respiratory infections in children. *Am J Public Health* 1991; 81:1060-3.
8. Unidad de Salud de Bucaramanga. Estadísticas vitales de salud, 1989.
9. Chilmonczyk BA, Salmun LA, Megathlin KN et al. Association between exposure to environmental tobacco smoke and exacerbation of asthma in children. *N Eng J Med* 1993; 328:1665-9.
10. Organización Panamericana de la Salud. Infecciones respiratorias agudas: Guía de planificación, ejecución y evaluación de las actividades de control dentro de la atención primaria de salud. Washington: OPS, 1988.
11. Flagan RC, Seinfeld JH. Fundamentals of air pollution engineering. Englewoods: Prentice Hall, 1988.
12. Muñoz M. Evolución de la pobreza en siete ciudades colombianas, 1986-1990. *Bol Estadíst DANE* 1991; 465: 199-224.
13. Ordóñez BR. La contaminación ambiental como problema de salud pública. *Salud Públ Méx* 1977; 19: 779-85.

14. Cámara de Comercio de Bucaramanga. Monografía sobre Bucaramanga. Bucaramanga: La Cámara, 1975.

15. Butrico FA. El control de la calidad del ambiente: un esfuerzo nacional. Bol Of Sanit Panam 1976; 80: 1-10.

16. Mohs E. Infección respiratoria aguda en los niños. Posibles medidas de control. Bol Of Sanit Panam 1985; 98: 528-34.

17. Klein L, Fulenyova R, Kahanec J. Evaluation of the influence of polluted atmosphere in the area of magnesite plant of the sickness rate of selected children population. Cesk Hyg 1987; 32(7-8):474-80. Resumen en Excerpt Med (Pub Health Soc Med Hyg) 1988; 50(2): 80.

18. Perry G. Effects of particulate air pollution on asthmatics. Am J Pub Health 1983; 73: 50-6.

19. Tafur LA. Severidad de la infección respiratoria aguda en menores de 5 años. Factores condicionantes en Cali. Colomb Méd 1990; 21:144-8.

20. Pamdey MR, Smith KR, Boleij JSM, Wafula EM. Indoor air pollution in developing countries and acute respiratory infection in children. Lancet 1989; 1:427.

21. República de Colombia. Ministerio de Salud. Disposiciones sanitarias sobre contaminación del aire. Bogotá: El Ministerio, 1984.

22. Instituto Colombiano del Petróleo. Contaminación: causas y soluciones. Santafé de Bogotá: ICP, 1987: 44.

BIBLIOTECA UIS