

Prevalencia de alteraciones en la función pulmonar de la población residente vecina a dos fábricas de material particulado, corregimiento La Sierra, Municipio de Puerto Nare (Antioquia, Colombia), 2008

Prevalence of abnormalities in lung function of the population resident nearby two factories of particulate matter, La Sierra in Puerto Nare Municipality (Antioquia, Colombia), 2008

Carlos M. Quiroz¹.

¹ MG en Salud Ocupacional, Auditor en Salud y Docente de la Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: cmqp@guajiros.udea.edu.co.

Recibido: 29 de julio de 2010. Aprobado: 15 de febrero de 2011

Quiroz CM. Prevalencia de alteraciones en la función pulmonar de la población residente vecina a dos fábricas de material particulado, corregimiento La Sierra, Municipio de Puerto Nare (Antioquia, Colombia), 2008. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2011; 29(1): 45-52.

Resumen

Objetivo: determinar la función pulmonar y las condiciones de exposición a material particulado producido por dos fábricas en 264 residentes en el corregimiento La Sierra del municipio de Puerto Nare, departamento de Antioquia, en el 2008. **Metodología:** se realizó espirometría y se aplicó un cuestionario de síntomas respiratorios. Se midieron el material particulado menor de 10 micrómetros (PM_{10}), la temperatura, la humedad, la dirección del viento y la precipitación en 6 meses. **Resultados:** 7,2% de las personas presentó el porcentaje del volumen espiratorio forzado (VEF) menor de 70%; 27,7% y 28% presentaron el volumen espiratorio forzado del primer segundo (VEF₁) y la capacidad vital forzada (CVF) menor de 80%. El mayor número de personas evaluadas con el %VEF < 70% vive en los cuatro barrios vecinos a las empresas. Se encontró asociación estadística entre un índice de masa corporal mayor de 25 y CVF

< de 80% ($p < 0,0009$), tiempo de residencia y CVF < de 80%. La concentración promedio de PM_{10} durante el periodo de los seis meses fue de 42,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La más alta fue de 142,89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **Conclusión:** un importante porcentaje de la población tiene alteraciones en la función respiratoria, principalmente, quienes viven cerca de las empresas en presencia de concentraciones de PM_{10} , consideradas de riesgo. Este es un problema grave de salud pública en sus componentes ambiental, de salud y de equidad social que no se está interviniendo adecuadamente, lo cual, de hacerse, sería una intervención que podría configurar un modelo para implementar políticas de protección a la población en lo referente a la exposición a contaminación ambiental.

----- **Palabras clave:** capacidad vital forzada, volumen espiratorio forzado, material particulado, efectos adversos, espirometría

Abstract

Objective: to determine lung function and the conditions of exposure to particulate matter produced by two factories among 264 residents in the township of La Sierra, in Puerto Nare municipality of Antioquia, in 2008. **Methodology:** spirometries were performed and a questionnaire of respiratory symptoms was applied. Particulate matter smaller than 10 mi-

crometers (PM_{10}), temperature, humidity, wind direction and precipitation during six months were measured. **Results:** 7.2% of the people showed the lowest percentage of forced expiratory volume (FEV) below 70%. A total amount of 27.7% and 28% had FEV₁ and forced vital capacity (FVC) below 80%. The largest number of people tested with the % FEV <70%

lives in the four neighboring districts nearby the factories. Statistical association was found between body mass index greater than 25 and FVC < 80% ($p < 0.0009$), residence time and FVC < 80%. The average concentration of PM₁₀ during the six month period was 42.1 ug/m³ and the highest was 142.89 mg/m³. **Conclusion:** a significant percentage of the population has alterations in their respiratory function, mainly those living near the factories showing concentrations of PM₁₀ which is

considered a hazard. All this means a serious public health problem according to its environmental, health and social equity components all of which are not being properly operated. It requires an appropriate intervention that should become a model to implement policies to protect the population in terms of exposure to environmental pollution.

----- *Key words:* forced vital capacity, forced expiratory volume, particulate material, adverse effects, spirometry

Introducción

Desde el punto de vista de la salud pública, las inequidades se dan también cuando una población se ve expuesta a factores de riesgo que le causan efectos negativos en su salud y no se toman las medidas necesarias para el conocimiento del problema y la implementación de las medidas de control. La contaminación del aire libre y de espacios interiores se considera como problema de creciente presencia que afecta a la población expuesta [1]. Podría esperarse que la población que vive cerca de empresas generadores de material particulado y de fuentes contaminantes no industriales puede verse afectada y presentar síntomas que afectan su la calidad de vida, principalmente en los componentes cardíaco y pulmonar.

En el corregimiento La Sierra había en el 2008 una población estimada por la Oficina de Planeación del Departamento de Antioquia de 7.226 habitantes, quienes están expuestos al material particulado que se emite al ambiente en el proceso industrial de cal y cemento producido en dos empresas ubicadas en la zona urbana. En la población no vinculada como trabajadores a estas empresas que consulta en la institución hospitalaria de esta localidad, no se ha explicado el aumento en el número de consultas médicas por síntomas respiratorios y cardiovasculares. En el proceso de producción, se escapa al ambiente material particulado menor de 10 micrómetros (PM₁₀). Diferentes estudios [2] han evidenciado un incremento del riesgo de morir por exposición a PM₁₀ y se ha encontrado que las altas concentraciones de este contaminante están asociadas con la mortalidad diaria y las admisiones hospitalarias. Las investigaciones que se han realizado con el fin de estudiar los efectos del PM₁₀ contenido en la contaminación atmosférica lo han identificado como un responsable de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y de muerte [3, 4]. Los riesgos para la salud se disminuyen de una manera importante si las concentraciones anuales y diarias de material particulado se mantienen por debajo de 30 microgramos por metro cúbico anual y de 50 microgramos por metro cúbico en 24 horas [5]. Al respecto, un meta-análisis realizado en Estados Unidos evidencia que un incremento de 10 ugr/m³ de PM₁₀ puede acompañarse de un incremento de 1% del riesgo relativo de muerte en la población expuesta (por causa cardíaca y pulmonar) [6].

Los resultados obtenidos en esta investigación aportan elementos para considerar la exigencia de condiciones sin riesgos que permitan un margen de seguridad adecuado y la protección de la comunidad y de los expuestos laboralmente.

Metodología

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en una población de 7.226 personas en el poblado de La Sierra, ubicado en el departamento de Antioquia, a orillas del río Magdalena. El número de habitantes del lugar fue suministrado por la Oficina de Planeación del Departamento de Antioquia. Se hizo el cálculo con la fórmula para una población finita, suponiendo una proporción de 50% y un máximo error permisible de 5%.

El marco del muestreo se fundamentó en la cartografía que para el año 2008 se tiene en el departamento de planeación del departamento de Antioquia (planos digitales), con verificación en el terreno de las manzanas y las residencias (estratificación por manzanas y residencias). Se identificaron las manzanas y se distribuyeron en 12 conglomerados. En cada uno de estos se identificó el número de manzanas, y en cada manzana, el número de predios. En la tabla 1 se observa la distribución de la muestra por cada conglomerado, el número de personas y el salto de muestra por predios.

Tabla 1. Distribución de la muestra por conglomerados

Conglomerado	Número de personas seleccionadas	Salto de muestra por predio
1	17	5
2	32	5
3	11	19
4	30	5
5	13	15
6	17	10
7	36	4
8	32	5
9	14	13
10	27	6
11	24	7
12	7	35

La caracterización de las condiciones de salud se hizo mediante la aplicación de una encuesta de síntomas respiratorios, con aplicación de la versión en español del cuestionario de síntomas respiratorios de Ferris, y se realizaron pruebas funcionales (espirometrías) a los 264 pobladores seleccionados del corregimiento La Sierra. Para las espirometrías se usó un espirómetro Spirolite TM 323. La calibración del equipo se efectuó al terminar cada jornada siguiendo las instrucciones del fabricante para tal fin. No se hizo espirometría broncodilatador.

Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta fueron: ser residente en la zona urbana del corregimiento La Sierra, tener más de 10 años de edad, tener más de cinco años de residencia en la zona urbana y haber aceptado la participación en el estudio. Como criterios de exclusión se tuvieron: laborar en las empresas productoras de cal o cemento, personas hospitalizadas o en la cárcel, alteraciones mentales que dificultaran la aplicación del cuestionario y las pruebas funcionales, tener menos de cinco años de residencia en La Sierra, ser menor de 10 años, no haber presentado recientemente hemoptisis o cirugía ocular, de tórax o abdomen ni infarto del miocardio.

A todos los individuos seleccionados se les aplicó el cuestionario de síntomas respiratorios de Ferris [7]. Este cuestionario fue analizado por el investigador principal y la profesional encargada de tomar las espirometrías. Cada pregunta fue analizada en la prueba piloto con personas de la población general, con diferentes estratos y niveles educativos. Las encuestas fueron aplicadas por el investigador principal y eran revisadas diariamente para detectar inconsistencias o campos incompletos. La recolección de la información ambiental (manejo de filtros y estación meteorológica) fue realizada por un tecnólogo en el área ambiental, previamente capacitado en el laboratorio de higiene de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia, donde igualmente se hizo la preparación de los filtros y se pesaron.

Criterios diagnósticos funcionales

Para la prevalencia de alteraciones, se consideraron los criterios funcionales anormales según la definición de la Iniciativa Mundial para la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Gold): $CVF < 80\%$, $VEF_1 < 80\%$ y la relación VEF_1/CVF ($\%VEF$) $< 70\%$. Las variables espirométricas analizadas fueron la CVF, el VEF1, la relación VEF_1/CVF y el VEF 25-75. Las variables principales sociodemográficas evaluadas fueron edad, sexo, índice de masa corporal —con peso y medida de las personas utilizando la fórmula del peso/talla al cuadrado—, hábito de fumar (consumo periódico de cigarrillo), ejercicio semanal (número de horas por semana), barrio de residencia, tiempo (en años) de residencia en La Sierra y ocupación.

La información se analizó utilizando el programa SPSS, y para identificar algún tipo de asociación entre las alteraciones y la función pulmonar, se utilizó la prueba de Chi cuadrado.

Para la caracterización de la calidad del aire (PM_{10}), en el lugar de investigación se ubicó en la terraza del segundo piso de una vivienda (a 7,5 metros de altura) un equipo para medir PM_{10} . Siguiendo los protocolos definidos internacionalmente y para Colombia, se realizó el muestreo de PM_{10} bajo los parámetros definidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en el capítulo 3 de la Resolución 0601 de 2006: “procedimientos de medición de la calidad del aire”.

Para muestrear las partículas en el aire ambiente, se aplicó la metodología de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA) de los Estados Unidos, definida en el *Código de regulaciones federales* (PM_{10}) [8]. Este método se adopta en Colombia mediante la Resolución 601 del 2006, artículo 6, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial sobre las normas de calidad del aire y sus métodos de medición.

Se utilizó el método 06-01 para determinar la concentración de partículas suspendidas menores de 10 micrómetros en la atmósfera (método gravimétrico). El técnico encargado del funcionamiento del equipo iniciaba y detenía el muestreo, con el fin de obtener un tiempo de operación de 24 ± 1 hora (1.440 ± 60 minutos) y una confiabilidad de ± 15 min. La calibración se realizó al iniciar el primer muestreo y al cambiar las escobillas (se realizaron tres calibraciones).

Se verificó en cada vivienda otras posibles fuentes de exposición a material particulado, como son, por ejemplo, la práctica de cocinar con leña o carbón o alguna otra fuente de material particulado (tránsito de vehículos automotores o parqueaderos o canchas deportivas de arenilla u otro material particulado).

La limitante considerada en el estudio se obtuvo al poco tiempo de medición del material particulado (seis meses).

Consideraciones éticas

Los investigadores se comprometieron a mantener la confidencialidad en el manejo de la información de las personas investigadas y su identificación no se presentará en ninguna publicación o informe resultante de los datos recogidos en el estudio. Se adoptaron las *Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*, establecidas en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud [9], y los *Principios éticos para la investigación que involucra sujetos humanos*, considerados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial [10].

Resultados

En las tablas 2 y 3 pueden observarse las características según género, grupo de edad y consumo de cigarrillo, el índice de masa corporal y las horas de ejercicio por semana. El mayor número de personas se encontró en el grupo de 16 a 44 años. El mayor porcentaje de personas evaluadas era de sexo femenino. El mayor número de personas tenía como oficio el de ama de casa. El 16,3% eran estudiantes, 9,5% manifestó no tener ningún oficio y 8,3% no suministró datos. El mayor porcentaje de los evaluados no fuma y aproximadamente la mitad presenta un índice de masa corporal (IMC) indicador de

exceso de peso. La gran mayoría de los investigados no practica ni una hora de ejercicio a la semana. De los que tienen alteración en la función pulmonar, 75,3% no hace ejercicio, y de los que no tienen, 70% tampoco lo practica. Ninguno de los investigados estaba expuesto al humo producido por leña.

En la tabla 4 se observa el número y porcentaje de personas que presentan alteración en la CVF, el VEF₁ y el %VEF. La alteración funcional que más se evidenció fue el VEF₁ <80% (17,4% de los 264 evaluados). Le siguió en frecuencia la CVF < 80%, con 13,6%, ambos en el grupo de edad menor de 44 años. El 7,2% de los 264 evaluados presento un %VEF < 70%.

Tabla 2. Características de la población evaluada según género, grupo de edad y hábito de fumar.

Género	Grupo de edad									Hábito de fumar	
	Menor de 44 años		45 a 60 años		61 o más años						
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Hombre	92	35	61	23,1	19	7,2	12	4,5	16	6,1	
Mujer	172	65	102	38,6	45	17	25	9,5	23	8,7	
Total	264	100	163	61,7	64	24,2	37	14	39	14,8	

Tabla 3. Características de la población evaluada según género, superficie corporal y horas de ejercicio por semana.

Género	Superficie corporal				Horas de ejercicio por semana			
	Menor de 25		Mayor o igual a 25		Nunca		1 o más horas	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Hombre	66	25	26	9,8	57	21,6	35	13,3
Mujer	110	41,7	62	23,5	132	50	40	15,2
Total	176	66,7	88	33,3	189	71,6	75	28,4

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de personas con alteración de CVF, VEF₁ y %VEF, corregimiento La Sierra, 2008.

Grupo de edad	N	Personas con %VEF < 70%		Personas con VEF ₁ < 80%		Personas con CVF < 80%	
		n	%	n	%	n	%
Menores de 44 años	163	9	3,4	46	17,42	36	13,6
Entre 45 y 60 años	64	4	1,5	17	6,4	26	9,8
61 y más años	37	6	2,2	10	3,7	12	4,5
Total	264	19	7,2	73	27,7	74	28

El mayor número de personas con el %VEF < 70% se encontró en el grupo que tiene menos de 44 años de edad. El mayor porcentaje de personas con alteración en alguna función pulmonar se encontró en quienes tienen más de 21 años de residencia en el corregimiento La Sierra; y es un poco más frecuente en la CVF < 80%. Por barrio de residencia, el mayor número de personas

con el %VEF < 70 viven a menos de 300 metros de las dos empresas (26% de la población evaluada). El mayor porcentaje de personas con alteración en el %VEF < 70%, CVF < 80% y VEF₁ < 80% tienen mas de 21 años de residencia en el corregimiento La Sierra. En la tabla 5 se observa el número y el porcentaje por sexo de las personas evaluadas según prueba funcional.

Tabla 5. Número y porcentaje de personas con alteración de CVF, VEF₁ y %VEF según tiempo de residencia en La Sierra, corregimiento La Sierra, 2008.

Tiempo de residencia en La Sierra	Personas con %VEF < 70%		Personas con VEF ₁ < 80%		Personas con CVF < 80%	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
5 a 10 años	1	2	3	3	2	2
11 a 20 años	1	1	4	13	2	9
21 y mas años	5	9	9	40	14	45
Subtotal	7	12	16	56	18	56
Total	19		72		74	
% de muestra total	7,2		27,7		28	

Tabla 6. Asociación entre variables funcionales pulmonares alteradas y condiciones propias de los investigados, corregimiento La Sierra, 2008.

Condición	%VEF < 70%	CVF < 80%	VEF ₁ < 80%
	(p)	(p)	(p)
Barrio de residencia	0,006	0,6750	0,111
Índice de masa corporal	0,618	0,0009	0,025
Tiempo de residencia	0,318	0,0010	0,503
Edad	0,171	0,1570	0,965
Hábito de fumar	0,172	0,7190	0,761
Ejercicio semanal	0,793	0,3580	0,403

Se encontró asociación estadísticamente significativa entre el barrio de residencia y el %VEF < 70%, así como el IMC con la CVF < 80% y el VEF₁ < 80%. Para el tiempo de residencia, se encontró asociación estadísticamente significativa en los que presentaban CVF < 80% (tabla 6).

Con respecto a los resultados del cuestionario de síntomas respiratorios, se resalta que la condición de toser varias veces al día se encontró en 20,8% de los evaluados. El porcentaje de casos evaluados con sibilancias fue de 23,5%, algunos de los cuales se deben a asma. Las sibilancias en el pecho, en la noche, se dan en 16,7% de los evaluados. Un total de 29 personas de las 264 (10,98%) dicen que tienen más de un año con las sibilancias. Es posible pensar en un componente alérgico y hereditario, lo cual es muy frecuente en los casos de asma. Un indicador de reacción a elementos extraños es la flema, y 82,6% de las personas evaluadas presentan flema que proviene del tórax y no de secreciones nasales cuando tiene gripe. Con respecto al asma, un médico se la ha diagnosticado a 11,4% de los evaluados.

Resultados ambientales

La gran mayoría de las viviendas son de adobe. No se evidenció uso frecuente de fogones de leña (se utiliza energía eléctrica) ni otras fuentes de material particulado (canchas de arenilla, parqueaderos, chimeneas, carretera destapada con paso de vehículos). La ubicación de muchas de las viviendas es distante de vías pavimentadas, y estas están construidas con tejas de barro o techo de cemento.

Concentración de PM₁₀, temperatura, régimen de vientos y precipitaciones

Las concentraciones encontradas, al igual que la temperatura, se relacionan en la tabla 7. El promedio para el tiempo medido fue de 42,1 µg/m³. La máxima concentración medida en un día fue de 142,1 µg/m³ y la mínima, de 9,89 µg/m³. En promedio se tuvo una temperatura alta (26 °C), con mínima de 21 °C y máxima de 32,9 °C, y la moda de 24,2 °C. El régimen de vientos, teniendo en cuenta la información de seis años, evidencia la existencia de un vector predominante en el eje sur-norte desde el sur, con algunos componentes sureste y suroeste, e igualmente hacia el norte. La precipitación promedio se consideró anormalmente alta, muy congruente con la situación que ha venido padeciendo el país de un incremento en las lluvias durante todo el año.

Tabla 7. Concentración de PM₁₀ y temperatura (período evaluado), La Sierra, 2008.

PM ₁₀	Concentración (µg/m ³)	Temperatura (°C)
Promedio	42,1	26,2°C
Máxima	142,89	32,9°C
Mínima	9,89	21°C

Discusión

La equidad en salud pública es un componente importante en la organización y la vida de una sociedad. La inequidad puede manifestarse cuando un problema de salud pública, siendo evidente, no es estudiado ni ca-

racterizado, ni se implementan medidas de control frente a él, principalmente en la fuente y en el medio donde se produce el factor de riesgo. La exposición a contaminantes ambientales como el material particulado, producto de procesos industriales, puede llevar a efectos negativos en la población que reside cerca de dichos procesos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la exposición al material particulado conlleva riesgos para la salud, y es posible establecer una relación cuantitativa entre el nivel de contaminación y efectos en la salud de las personas [1]. La EPOC está reconocida como enfermedad respiratoria de origen principalmente ocupacional [11], pero con un componente complejo para su reconocimiento, fundamentado en un proceso de dosis-respuesta temporalmente inespecífico y en su multicausalidad, incluso no ocupacional.

La población que vive cerca de complejos industriales generadores de material particulado y de fuentes contaminantes no industriales puede verse afectada y presentar síntomas que afectan su calidad de vida, principalmente en los componentes cardíaco y pulmonar. Se han realizado investigaciones en las cuales se ha documentado el impacto negativo que la EPOC tiene en el ámbito laboral en las personas afectadas, asociado con un riesgo de enfermedad y discapacidad ocupacional específicamente [12]. El estilo de vida tiene implicaciones en la salud de las personas: por ejemplo, el consumo de cigarrillo está reconocido como importante factor de riesgo para la alteración en la función respiratoria que conduce al desarrollo de EPOC [13]. Si bien no se encontró asociación estadísticamente significativa entre $\%VEF < 70$ y el consumo de cigarrillo, sí hay un riesgo en este 14% de la población de sufrir alteraciones en la dinámica pulmonar, en función de la presencia de PM_{10} en el ambiente donde viven. Se ha planteado que 1 de cada 5 casos de EPOC no se explica por la exposición directa al humo de cigarrillo, considerando la exposición ocupacional como una causa [14]. No es posible comparar los resultados obtenidos del hábito de fumar en este estudio con otros resultados que indagan sobre el mismo evento porque no se tiene una metodología similar.

El alto porcentaje de personas sedentarias detectadas es una condición que afecta adicionalmente a las personas con alteración en la función respiratoria. Solo 28,4% de las personas practica al menos una hora de ejercicio por semana. No es posible darle una interpretación al índice de masa corporal mayor a 25 encontrado en 45,4% de los evaluados y su relación con la alteración pulmonar, porque, entre otras razones, no se plantea como un factor de riesgo si se tiene en cuenta que puede ser una consecuencia de la EPOC.

El 7,2% de la población evaluada presentó el $\%VEF$ con menos de 70%, lo que indica que tienen riesgo de EPOC, porcentaje que resulta bajo en comparación con

un estudio reciente realizado en Colombia, en el que se encontró una prevalencia de 13,2% (sin uso de broncodilatador). En ese mismo estudio, realizado en cinco ciudades de Colombia, la prevalencia en una ciudad con las mismas condiciones de temperatura, humedad y altura sobre el nivel del mar fue de 6,2% (1% más bajo que el encontrado en la presente investigación) [15]. La prevalencia de EPOC en España, según una investigación realizada con los criterios de la Sociedad Europea de Enfermedades Respiratorias (European Respiratory Society, ERS) fue de 9,1%, y de 6,8% en Estados Unidos, según un estudio que utilizó los criterios de la Iniciativa Mundial para la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (Gold) [14]. Usar este criterio es pertinente, pues valora la condición de tipo progresivo que tiene la enfermedad [15] y podría orientar precozmente el control de la exposición (control del factor de riesgo).

Un hallazgo que preocupa es que el mayor número de investigados con riesgo de EPOC que viven cerca de las empresas y están expuestos directamente al material particulado que se emite al ambiente, lo que implica el mayor riesgo de sufrir manifestaciones pulmonares y cardíacas relacionadas con esta exposición.

Con respecto al tiempo de residencia en el corregimiento y la alteración en la función pulmonar, se encontró variabilidad en los resultados, pero en quienes tienen mayor tiempo de residencia, se evidenció el mayor número de personas con alteración en el $\%VEF < 70\%$, $VEF_1 < 80\%$ y $CVF < 80\%$. Por edad, en el grupo mayor de 60 años no se encontró un número anormalmente alto de personas con alteración en las funciones pulmonares investigadas. Se ha considerado que las alteraciones en la función pulmonar aparecen generalmente después de una exposición prolongada a los agentes causales; entonces la prevalencia de las alteraciones funcionales pulmonares aumenta concomitantemente con la edad. En los investigados que tenían $CVF < 80\%$, $VEF_1 < 80\%$ y $\%VEF < 70\%$, se evidenció que el síntoma más consistente fue la falta de aire cuando caminan rápido. El 82,6% del total de los evaluados contestó que tenían secreciones o flema provenientes del tórax en casos de síntomas de resfriado o gripe. Esto podría interpretarse como una reacción a los contaminantes ambientales a los que se ven expuestos.

El FEV_1 se ha considerado como parámetro con valor pronóstico en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. En los datos de supervivencia de la Encuesta Nacional de Salud y Examen Nutricional de los Estados Unidos (NHANES) en 5.542 sujetos seleccionados de la población general, se volvió a demostrar que los sujetos que experimentaban EPOC presentan una supervivencia inversamente relacionada con el valor del FEV_1 [15].

Con respecto al número de casos de personas evaluadas y que tienen asma, es posible pensar en un com-

ponente alérgico y hereditario, lo cual es muy frecuente en los casos de asma. Con el tipo de investigación que se hizo de material particulado, no es posible encontrar una explicación relacionada con la exposición al material particulado y el asma.

Concentraciones ambientales de material particulado

La concentración encontrada de PM_{10} puede considerarse de riesgo, según el planteamiento de la OMS (la concentración de PM_{10} no debería sobrepasar los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diarios o $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anuales). Se encontraron concentraciones que pueden afectar la salud cardiorespiratoria de las personas, sobre todo por la exposición crónica, y pueden explicar el porcentaje anormalmente alto de personas con alteración en el VEF_1 , la CVF y el %VEF. El 27% de personas con riesgo de EPOC (VEF_1 y CVF < 80%) cuestiona la calidad de vida a la que esta sometida más de la cuarta parte de las personas del corregimiento La Sierra de Puerto Nare. Esta situación obliga a plantear objetivos relacionados con la reducción de las concentraciones hasta niveles que eviten el deterioro de la salud por la exposición ambiental a PM_{10} .

La OMS, en el documento “Directrices sobre la calidad del aire en la protección de la salud pública: actualización mundial” (nota descriptiva 113 de octubre del 2006 plantea que la contaminación atmosférica se ha relacionado directamente —incluso en concentraciones bajas— con efectos negativos para la salud, por lo que hay que tratar de mantener las mínimas concentraciones posibles de material particulado. En este sentido, allí también se plantea que “no se ha identificado ninguna concentración de PM por debajo de la cual no se tengan efectos en la salud”. En Illinois, Estados Unidos, se encontró 1,14% de incremento en el riesgo de muerte por cada incremento de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ en concentraciones ambientales de PM_{10} [16].

La evidencia de los efectos negativos en las personas por exposición a material particulado, el alto número de personas investigadas con alteraciones funcionales pulmonares y la concentración promedio anual medida de material particulado configuran condiciones desventajosas para la salud y la calidad de vida de las personas del corregimiento La Sierra de Puerto Nare.

El manejo de los afectados requiere de la implementación de estrategias para reducir la exposición de las personas mediante implementación de controles de ingeniería en la fuente. Hay informes que demuestran la eficacia de las intervenciones al disminuir o eliminar la exposición, si se considera, además, que la prevención es la primera herramienta para disminuir la presencia de casos de EPOC por exposición a contaminación del ambiente [17]. Adicionalmente, John R. Balmes considera que un diagnóstico de EPOC inducido por irritantes pulmonares debe considerarse un evento centinela, y es necesario identificarlo rápidamente [17].

Al analizar condiciones ambientales, la alta temperatura de la zona donde está ubicado el corregimiento La Sierra es un atenuante porque permite que el contaminante se disperse más fácil que si la temperatura fuera fría. El régimen de vientos analizado, según la información de un periodo de seis años entregada por Empresas Públicas de Medellín, se evidencia que no existe un predominio en el régimen de vientos que pueda explicar un resultado negativo en la función pulmonar de las personas expuestas en alguna zona específica de la región directamente relacionada con la dispersión del contaminante ambiental. Con respecto a la precipitación promedio, se obtuvo en el periodo medido un resultado anormalmente alto. Esto podría disminuir la cantidad de material particulado en el ambiente y favorecer circunstancialmente la exposición. En un contexto global, la información obtenida de tan corto periodo no permite plantear una relación entre la precipitación, la contaminación ambiental y los efectos en los expuestos.

Peso de factores ocupacionales en la aparición de EPOC

El riesgo de sufrir EPOC por parte de la población vecina a las empresas deben tenerlo en cuenta las autoridades en el campo de la salud pública. En diferentes estudios realizados en poblaciones, se ha reportado la asociación entre factores ocupacionales y EPOC. Se ha estimado entre 15 y 20% la proporción de la enfermedad en la población que se explica por la exposición al factor de riesgo, y existe fuerte evidencia que demuestra dicha situación [17]. Esta evidencia obliga al control del factor de riesgo, fundamentalmente en la fuente. Condiciona la instalación de equipos que impidan el escape y las fugas de material particulado, el uso de estrategias para evitar la dispersión de polvo en las zonas de tránsito vehicular y de personas, la medición sistemática del factor de riesgo y de los efectos en las personas y la sensibilización de la comunidad sobre la necesidad de controlar el factor de riesgo. Hay numerosas investigaciones que han reportado asociación entre exposición a material particulado y enfermedad respiratoria, manifestados en el incremento de síntomas respiratorios, disminución en la función pulmonar y otras manifestaciones cardiopulmonares [18], tal como se evidenció en esta investigación, y que condiciona entonces la necesidad de intervenir el control del factor de riesgo.

Con respecto a los posibles sesgos, la toma de las espirometrías se realizó por parte de una profesional experta en el tema, quien tomó a cada persona tres pruebas y seleccionó la mejor. El material de construcción de las casas podría ser una fuente de confusión, sobre todo si no se tenían pisos, paredes y techos en cemento o adobe, por lo cual se descartaron las personas que tenían esta condición en sus casas.

Conclusiones

La prevalencia de alteración en las funciones pulmonares evaluadas es muy similar a la encontrada en una investigación reciente para Colombia, y puede considerarse como alta, principalmente para los parámetros $CVF < 80\%$ y $VEF_1 < 80\%$.

Vivir en un barrio vecino a las empresas productoras del material particulado puede considerarse como factor de riesgo importante para desarrollar alteraciones en la función pulmonar.

Las concentraciones de material particulado encontradas suponen un riesgo de aparición de casos de consulta al médico por enfermedad pulmonar o cardiovascular, y de deterioro de la calidad de vida de la población expuesta, teniendo en cuenta las recomendaciones y el análisis que hace la OMS acerca de las concentraciones de material particulado en el ambiente.

Es necesario que las instituciones públicas del departamento y del país encargadas de la vigilancia así como las empresas implicadas analicen las medidas de control necesarias para evitar que el material particulado producido en el proceso de producción afecte la salud de la población del corregimiento La Sierra, de Puerto Nare, y que se mantenga estricto seguimiento a las medidas de control necesarias.

Referencias

- Organización Mundial de la Salud. Calidad del aire y salud. Nota descriptiva N° 313. [Internet] [Acceso 10 de Diciembre de 2009]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>.
- Bateson TF, Schwartz J. Who is sensitive to the effects of particulate air pollution on mortality?: A case-crossover analysis of effect modifiers. *Epidemiology* 2004; 15(2): 143-149.
- Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la salud en el mundo en el año 2002. Ginebra: OMS; 2002.
- Organización Panamericana de la Salud, Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe. Washington: OPS; 2005.
- Organización Mundial de la Salud. Guía de calidad del aire: actualización mundial 2005. Genova: OMS; 2005. p. 11-13.
- Seaton A, Macnee W, Donaldson K, Godden D. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet* 1995; 345: 176-178.
- Código de regulaciones federales (Code of Federal Regulations, CFR), book 40. Protection of Environment. Parts 50. Appendix B (PST) and J.
- Ferris B. American Thoracic Society. Epidemiology Standardization project. *Am. Rev Respir Dis* 1978; 118: 7-54.
- Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 08430 de 1993: por la cual se determina que las instituciones que vayan a realizar investigaciones en humanos deberán tener un Comité de Ética en investigación. Bogotá: El Ministerio; 1993.
- Universidad Nacional de Colombia, Dirección de investigación sede Bogotá. Buenas Prácticas en la Investigación. [Internet] [Acceso 13 de Diciembre de 2010]. Disponible en www.dib.unal.edu.co/promoción/etica_helsinki.html.
- World Health Organization. International classification of impairments, disabilities and handicap. Geneva: WHO; 1980.
- Blanc PD, Toren K. Occupation in chronic obstructive pulmonary disease and chronic bronchitis: an update. *Int J Tuberc Lung Dis* 2007; 11(3): 251-257.
- Caballero A, Torres-Duque C, Jaramillo C, Bolívar F, Sanabria F, Osorio P, *et al.* Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in five Colombian cities situated at low, medium and high altitude (PRECOPOP study). *CHEST* 2008; 133: 343-349.
- Muñoz A, López M, Menezes M. Prevalencia de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica y sus principales factores de riesgo: proyecto PLATINO en Montevideo. *Rev Med Uruguay* 2005; 21(1): 37-48.
- Marin JM. Viejos y nuevos criterios para clasificar la EPOC. *Arch Bronconeumol* 2004; 40: 9-15.
- Bateson TF, Schwartz J. ¿Who is sensitive to the effects of particulate air pollution on mortality?. *Epidemiology* 2004; 15(2):143-139.
- Balmes JR. Occupational Contribution to de Burden of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *JOEM* 2005; 47(2):154-160.
- Arden Pope III C, Bates D, Raizzene M. Health Effects of Particulate Air Pollution: Time for Reassessment?. *Environ Health Perspect* 1995; 103:472-480.