

# Evaluación de la exposición individual a NO<sub>2</sub> de escolares residentes en dos zonas de la Ciudad de México. Estudio piloto

Teresa I. Fortoul<sup>1</sup>, William E. Lambert<sup>2</sup>, Gustavo Olaiz<sup>3</sup>, Gustavo Castro<sup>4</sup>, Rosalba Rojas<sup>3</sup>, Ivonne Sánchez<sup>1</sup>, Irma López<sup>1</sup>, Jonathan M. Samet<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Celular y Tisular, Facultad de Medicina, UNAM; <sup>2</sup>New Mexico Tumor Registry, UNM, USA; <sup>3</sup>Dirección General de Salud Ambiental, SSA; <sup>4</sup>Dirección General de Medicina Preventiva, SSA; <sup>5</sup> Johns Hopkins University, USA

(Recibido, noviembre 23, 1993; aceptado, julio 7, 1995)

## Resumen

En la literatura existe poca información con relación a los niveles de exposición individual a los contaminantes en la Ciudad de México. Se llevó a cabo un estudio piloto para la caracterización de la exposición individual de escolares al bióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Escolares de dos zonas con niveles contrastantes de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera fueron monitoreados utilizando tubos Palmes por una semana (equivalente 168 horas de exposición). Además se colocaron estos mismos tubos tanto en la escuela como en la casa de los niños estudiados. En las dos zonas analizadas, los niveles de NO<sub>2</sub> siempre fueron más elevados en el interior de la casa, probablemente por el uso de estufas de gas sin la ventilación adecuada. Los niveles más bajos reportados en el Pedregal eran más elevados que los más altos medidos en Milpa Alta. Estos datos sugieren que la exposición a NO<sub>2</sub> refleja la exposición individual intramuros que se superpone a la exposición al NO<sub>2</sub> ambiental.

**Palabras clave:** Dióxido de Nitrógeno - Exposición - Monitores individuales - Contaminación atmosférica - Ciudad de México

## Summary

There is little information about personal exposures to air pollutants in Mexico City. A pilot study was conducted to characterize the personal exposures of school children to nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>). Children from two areas with contrasting pollution levels wore Palmes tubes for one-week period. Additional sampler tubes were placed inside and outside of homes and schools. In both areas, home NO<sub>2</sub> concentrations were higher than those outdoors, probably because of the use of unvented gas cooking stoves. The minimum personal exposures in children living in Pedregal were higher than maximum exposures for those living in Milpa Alta, suggesting that personal exposures for NO<sub>2</sub> reflect indoor exposures that are superimposed onto the background ambient concentration.

**Key Words:** Nitrogen dioxide - Exposure - Personal monitors - Air pollution - Mexico City.

## Introducción

La Ciudad de México es una de las áreas más contaminadas en el mundo y para algunos contaminantes esta ciudad reporta los valores más altos. En el caso del Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), en la Ciudad de México se han informado valores muy elevados<sup>1</sup>. Estos niveles pueden ser atribuidos a la gran cantidad de vehículos automotores que circulan en la ciudad y a las industrias localizadas en la Ciudad de México que llevan a cabo procesos de combustión en sus actividades diarias. Un estudio previo en esta Ciudad refiere niveles elevados, tanto intra como extramuros de NO<sub>2</sub>, así como una elevada exposición

individual a este contaminante en una muestra de 100 residentes de la Ciudad de México, en su mayoría adultos<sup>2</sup>.

Este reporte describe la exposición individual de escolares que residen en dos zonas de la Ciudad de México: Pedregal, área en el suroeste de la misma con niveles de oxidantes en la atmósfera históricamente elevados y Milpa Alta, zona localizada en el sureste y habitualmente con reportes de bajos niveles de oxidantes en el ambiente<sup>3</sup>. Como parte de los preparativos para la conducción de un estudio

epidemiológico más amplio, se realizó el monitoreo de estas dos zonas, para establecer los niveles de exposición individual al NO<sub>2</sub> que la población en estas dos zonas experimentaba.

### Material y métodos

Niños de entre 8 y 12 años de edad fueron reclutados de escuelas primarias de las dos zonas a estudiar. Se seleccionaron seis niños del Pedregal y cuatro de Milpa Alta. A cada niño se le entregó una bolsa con cinco tubos Palmes<sup>4</sup> identificados para ser colocados en diversas áreas: uno para su uso personal, otro para colocarlo en su recámara, una más para colocarlo en algún sitio cubierto fuera de la casa, un cuarto tubo para ponerlo en su salón de clase y el quinto para utilizarlo sólo cuando viajaba en algún vehículo automotor. Tanto a los niños como a sus padres se les indicó la forma en la que deberían utilizar los tubos y también recibieron unas hojas con instrucciones, así como un cuestionario en el que registraban el tiempo en el que el tubo Palmes estaba abierto y el momento en que lo cerraban. Los tubos permanecieron abiertos aproximadamente por una semana. Estos tubos se hicieron en la Escuela de Salud Pública de Harvard siguiendo protocolos previamente validados<sup>5</sup>. Al final de la semana se les recogieron a los niños y a sus padres, tanto los tubos como los cuestionarios ya contestados. Los tubos herméticamente cerrados se enviaron a la Escuela de Salud Pública en Harvard en donde se llevó a cabo el análisis de los filtros de acuerdo a una técnica ya estandarizada<sup>4</sup>. Los resultados se analizaron utilizando una prueba de Kruskal-Wallis con un grado de libertad ( $p = 0.01$ ).

### Resultados

El promedio semanal de exposición de estos niños, tanto intra como extramuros se resume en el Cuadro 1. Como puede notarse, existen diferencias muy claras en los rangos de exposición observados en las dos áreas estudiadas. Las concentraciones mínimas obtenidas en el Pedregal siempre fueron más elevadas que las máximas reportadas en Milpa Alta. La concentración media de NO<sub>2</sub> del grupo total *no excedió la Norma Mexicana de Calidad de Aire (0.21 ppm en una hora de exposición)*. Las concentraciones en el interior de las casas de los niños fueron mayores que en el exterior en las dos zonas. En los salones de clase del Pedregal las concentraciones de NO<sub>2</sub> fueron mayores que las de Milpa Alta. La concentración más alta reportada de todo el grupo fue en un caso en Pedregal en uno de los tubos utilizados durante la transportación (0.089 ppm). Las concentraciones de NO<sub>2</sub> en los otros tubos fueron semejantes a los reportados extramuros.

**Cuadro 1.** Comparación de las concentraciones por exposición individual a NO<sub>2</sub>

	MP <sup>1</sup> (N = 4)	P <sup>2</sup> (N = 6)	MP <sup>1</sup> (N = 4)	P <sup>2</sup> (N = 6)
Tipo	Media	Media	Rango	Rango
Personal	0.013	0.027*	0.009-0.015	0.016-0.035
Recámara	0.014	0.034*	0.008-0.014	0.028-0.054
Escuela	0.006	0.025*	0.006-0.007	0.018-0.035
Interior casa	0.009	0.029*	0.005-0.014	0.026-0.045
Transporte	0.19	0.035*	0.009-0.24	0.027-0.089

<sup>1</sup> Milpa Alta

<sup>2</sup> Pedregal

\* Estadísticamente significativo

Mediciones realizadas en abril 1992

Tiempos de exposición promedio en una semana (equivalente a 168 horas)

Valores expresados en ppm

### Discusión

Aunque este estudio se realizó en una muestra pequeña, se pueden discutir algunos puntos. Que en la Ciudad de México no hay una concentración homogénea en el aire de los contaminantes como se hace evidente en el caso de NO<sub>2</sub>. Al parecer las concentraciones de NO<sub>2</sub> en el ambiente parecen influir significativamente en la exposición individual a este gas y también en las concentraciones intramuros. La diferencia referida en este estudio entre las concentraciones intra y extramuros las atribuimos, en el caso del interior de las casas a factores como el tipo de ventilación (ventilación natural por ventanas que permiten la entrada de los contaminantes del exterior) y el uso de estufas de gas sin campana de extracción. Para el caso de los salones de clase, en los que no hay fuentes de combustión en el interior de los mismos, suponemos que esta diferencia se debe a la difusión de los gases del exterior a través de las ventanas abiertas del salón de clase. De acuerdo a la información referida aquí consideramos que los reportes de NO<sub>2</sub> del monitoreo ambiental de la Ciudad de México (por ejemplo los reportes de SEDESOL) son de utilidad para identificar las concentraciones de los contaminantes en las diversas zonas, pero para

identificar la exposición individual de la población a los mencionados contaminantes y su relación con los efectos en la salud solo puede hacerse utilizando otro tipo de técnicas como lo son los monitores personales.

Es necesario realizar estudios de población más amplios para contar con una adecuada evaluación de estos niveles de exposición.

### Referencias

1. Romieu I, Westzenfeld H, Finkelman J. Urban air pollution in latin america and the caribbean. *J Air Waste Management Assoc* 1991;41:153-67.
2. Lambert WE, Ortiz-Monasterio F, Martínez L, Samet MJ. Exposures of Mexico city residents to nitrogen dioxide atmospheric environment. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: A93
3. Reportes Diarios de la Dirección General de Epidemiología SSA 1992 y 1993. Dirección General de Epidemiología SSA. México.
4. Palmes ED, Gunnison AF, Dimattio J, and Tomczyk. Personal sampler for nitrogen dioxide. *Am Industrial Hygiene Assoc J* 1976;37:570-7.
5. Samet MJ, Lambert WE, Skipper BJ, Cushing AH, McLaren LC, Schwab M, Spengler JD. A study of respiratory illness in infants and NO<sub>2</sub> exposure. *Arch Environ Health* 1992;47:57-68.