

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

## EVALUACIÓN QUÍMICA DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES ANESTÉSICOS RESIDUALES PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN SALONES DE OPERACIONES

*Lic. Pedro J. González Almeida,<sup>1</sup> Ing. Heliodora Díaz Padrón,<sup>2</sup> Dr. Fredy J. González Ricardo<sup>3</sup> y Lic. Osvaldo Duarte Bríngas<sup>1</sup>*

### RESUMEN

Se estudia la eficiencia de un sistema de extracción local de gases anestésicos residuales el cual fue propuesto con la finalidad de controlar, mediante un método sencillo y económico, la contaminación por este tipo de sustancias en los salones de operaciones del país.

Descriptores DeCS: DEPURADORES DE GAS; QUIROFANOS; CONTAMINACION DEL AIRE/prevencción & control; HALOTANO/efectos adversos; EVALUACION.

Los compuestos utilizados como gases anestésicos en los quirófanos han ido evolucionando desde el siglo pasado en un intento por conseguir mayor efectividad e inocuidad. El óxido nitroso y el halotano se hallan entre los más usados, por las ventajas que presentan de menor toxicidad y mayor seguridad en su manejo. Estos anestésicos pueden, al penetrar al organismo por la vía inhalatoria, originar metabolitos con acción tóxica que pueden afectar tanto al paciente como al personal que labora en tales áreas.<sup>1</sup>

En el caso del paciente el riesgo por la exposición es mínima, no así el perso-

nal del salón que está sometido un mayor tiempo al contacto con el contaminante y puede sufrir los efectos tóxicos de estas sustancias.

Mayor probabilidad de incidencia de abortos espontáneos, defectos congénitos en el feto, infertilidad involuntaria, enfermedades hepáticas, renales, cefaleas, astenia, irritabilidad, náuseas, descenso en el rendimiento psicomotor, así como una prevalencia de cáncer más alta, especialmente de leucemias y linfomas, son los principales daños para la salud que se han descritos en el trabajo con gases anestésicos.<sup>1-6</sup>

<sup>1</sup> Licenciado en Química. Investigador Agregado. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT).

<sup>2</sup> Ingeniera Química. Investigadora Auxiliar. Jefa del Departamento de Riesgos Químicos. INSAT.

<sup>3</sup> Especialista de I Grado de Anestesiología y Reanimación. Hospital Docente Clínicoquirúrgico "Julio Trigo López".

Los estudios epidemiológicos realizados relacionan el uso de gases anestésicos y el incremento de las enfermedades mencionadas.

Dentro de la higiene industrial se han establecido concentraciones máximas admisibles para los distintos contaminantes y se han introducido conceptos de valor límite umbral, valor techo, etc., pero los niveles de seguridad de inhalación crónica a los anestésicos no han sido bien establecidos. A pesar de las interrogantes aún existentes sobre el tema, desde el punto de vista de la protección a la salud, es un hecho cierto que se miden concentraciones elevadas de vapores anestésicos en el aire ambiental y que se pueden determinar cuantitativamente la existencia de éstos o sus metabolitos en el aire exhalado y fluidos biológicos, por lo que deben tomarse medidas para reducir las concentraciones en el medio.<sup>1,2</sup>

El halotano es el anestésico de uso más común en Cuba y sus vapores en el aire constituyen un factor de riesgo mayor para la salud que el óxido nitroso, si se atiende a los valores límites de exposición (16,2 y 46,0 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente) que recomendaron para este ambiente laboral el Instituto Nacional de Seguridad y Salud del Trabajo (NIOSH) de los EE.UU. en 1994, y están muy bien diferenciados de los que propone la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) para los procesos de fabricación.<sup>1,7-9</sup>

El propósito de este trabajo es evaluar la eficiencia de un sistema de extracción local de gases anestésicos residuales con el objetivo de demostrar su aplicabilidad en la prevención de la contaminación por este tipo de sustancias.

## MÉTODOS

Se procedió a un estudio comparativo en 2 etapas de las concentraciones ambien-

tales de halotano, en la forma habitual de trabajo para este tipo de local, en el cual se dispusieron los medios y condiciones instrumentales siguientes:

- Máquina de anestesia Boyle 2000 con ventilador pulmonar Ohmeda Fluidor MK-2 y respirador con válvulas inhalatoria y espiratoria. El anestésico se dosificó al 1,5 % v/v en oxígeno, con un flujo de 8 L/min a razón de 16 respiraciones por minuto como frecuencia respiratoria y con presión intrapulmonar máxima de  $20 \pm 2$  cm de H<sub>2</sub>O. Las condiciones descritas representan una intensidad de trabajo media.
- El sistema de extracción considerado consta de una conexión de goma de 1 m de longitud y 500 cm<sup>3</sup> de capacidad con un extremo libre abierto al local y el otro acoplado a la válvula espiratoria de la máquina citada, mediante un suplemento plástico de 30 cm de longitud y 100 cm<sup>3</sup> de capacidad provisto de una tubuladura lateral flexible de 3 m de longitud y 6 mm de diámetro interno. Esta última se conecta a la toma de vacío del salón, y gradúa la presión negativa a 40 mm de Hg aproximadamente. Este sistema trabajando unido a la máquina antes descrita, ambos regulados en la forma indicada, permiten una entrada de aire circundante por su extremo libre de 1 465 cm<sup>3</sup> y un volumen de salida de 175 cm<sup>3</sup> de forma aproximada, medidos con espirómetro.
- Como colector de contaminante se utilizaron absorbedores de vidrio conectados en serie de a 2, que contenían cada uno 5 cm<sup>3</sup> de etanol absoluto; la técnica de muestreo fue estacionaria puntual mediante el empleo de bombas de aspiración de aire manuales Dräger calibradas y modificadas con agujas

hipodérmicas No. 27, para controlar el flujo de aire a través del sistema de muestreo con intensidad reducida.

- El método de ensayo químico empleado para el análisis de las muestras fue espectrofotométrico de absorción molecular.<sup>10</sup>

En el primer experimento se llevó a cabo una serie de mediciones de halotano en el salón (quirófano No. 3) sin emplear el sistema de extracción, durante un intervalo de casi 5 h se tomaron muestras de aire simultáneas en los puntos siguientes:

- Centro del salón, junto a la mesa de operaciones, a la altura de las vías respiratorias del cirujano.
- A la salida de la válvula espiratoria del respirador del equipo de anestesia.

En el segundo experimento se repitió el procedimiento en análogas condiciones, en el mismo salón, pero esta vez se utilizaba el sistema de extracción, el cual se conectó a la salida de la válvula espiratoria del respirador y se monitoreó entonces la concentración de halotano en el extremo libre de dicho sistema.

La comparación de los resultados de ambos experimentos permite establecer el grado de eficiencia del sistema evaluado para disminuir o eliminar la generación de vapores contaminantes a este medio.

En otro quirófano (No. 4) se realizó, de forma adicional, una prueba similar al segundo experimento, con otra máquina y la anestesia dosificada a un flujo mayor (12 L/min) y a una frecuencia de 12 respiraciones por minuto, con el fin de apreciar las posibilidades del sistema estudiado en condiciones que representaran una intensidad de trabajo máximo (dentro del intervalo usual). En el extremo libre del siste-

ma de extracción los volúmenes de entrada y salida de aire fueron de alrededor de 2 000 y 300 cm<sup>3</sup>, respectivamente.

## RESULTADOS

Los resultados de los 2 primeros experimentos se encuentran en la tabla. La medición inicial, sin el sistema de extracción, muestra la presencia remanente de vapores de halotano en el ambiente debido a su aplicación reciente (probablemente el día anterior) y a la volatilización espontánea del producto contenido dentro de la máquina dosificadora. Una vez que se da comienzo a la dosificación mecánica del anestésico (9:42), la concentración de éste se eleva rápidamente y 18 min después de iniciado el proceso el nivel de la contaminación en el punto medio del local excede en casi 14 veces el límite de exposición. Después de transcurridas cerca de 2 h, se observa una estabilización del contaminante en el tiempo a valores del orden de los 440 mg/m<sup>3</sup> (más de 25 veces el límite citado).<sup>7</sup>

La situación anterior es consecuencia de la intensa emanación de los vapores residuales hacia el salón a través de la válvula espiratoria del respirador, en cuya salida la mezcla gaseosa fluye a una concentración promedio de alrededor de 23 200 mg/m<sup>3</sup>.

En el segundo experimento, con el sistema de extracción y conectado éste a la salida de la válvula espiratoria, no se detectó evolución del contaminante a través del extremo libre del sistema y por ende tampoco se registró presencia de tal sustancia en el aire del salón propiamente.

En el salón No. 4, con las condiciones de flujo con que se dosifica el anestésico incrementadas, las mediciones se comenzaron a efectuar 40 min después de dar

TABLA. Niveles de halotano en el aire antes y durante la dosificación de anestésico (quirófano No. 3)

Medición No.	Hora	Concentración de halotano en el aire (mg/m <sup>3</sup> )			
		Sin sistema de extracción		Con sistema de extracción	
		Centro del salón	Salida de la válvula espiratoria	Centro del salón	Extremo libre del sistema
1	09:20	11	106	ND	ND
2	10:00	211	20 077	ND	ND
3	11:00	380	-	ND	ND
4	12:00	449	16 971	ND	ND
5	13:00	437	33 430	ND	ND
6	14:00	434	22 323	ND	ND

ND: No detectable, el límite de detección de la determinación atendiendo al volumen de aire muestreado es menor que 8 mg/m<sup>3</sup> (1/2 del límite de exposición recomendado).

La máquina de anestesia se cargó con halotano a las 09:30 y se comenzó a dosificar sus vapores a las 09:42.

inicio al proceso y manteniendo este intervalo entre ellas, no se produjeron escapes de halotano al ambiente a través del sistema, lo cual demuestra adicionalmente la efectividad de su funcionamiento.

## DISCUSIÓN

Se registraron altos niveles de contaminación por halotano en el quirófano estudiado cuando se dosificó este producto

con intensidad media y en condiciones normales de trabajo. En los experimentos realizados no se detectó generación de anestésico hacia el aire del local cuando se utilizó el sistema de extracción de gases de desecho.

El empleo de este sistema elimina la posibilidad de contaminación en los salones de operaciones por esos vapores residuales, por lo que la aplicación y generalización del método sería un aporte valioso para preservar el estado de salud del personal que labora en esas áreas.

## SUMMARY

The efficiency of a system for the local extraction of residual anesthetic gases that was proposed to control by a single and economic method the pollution caused by this type of substances in the operating rooms of the country is studied in this paper.

Subject headings: GAS SCAVENGERS; OPERATING ROOMS; AIR POLLUTION/ prevention & control; HALOTHANE/adverse effects; EVALUATION.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Condiciones de trabajo en hospitales. Guía descriptiva de los principales riesgos. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 1988:43-9. (Documentos técnicos, 47).
2. Gestal Otero JJ. Riesgos del trabajo del personal sanitario. Madrid: Interamericana, Mc Graw-Hill, 1989:353-81.
3. International Labour Office. Encyclopaedia of occupational health and safety. 3 ed. Geneva, 1989; vol 1:150-2.

4. Clayton G, Clayton F. Patty's industrial hygiene and toxicology. 3 ed. New York: John Wiley, 1981; vol 2B:3107-9.
5. Lauwerys RR. Riesgos de contaminación en el medio hospitalario. En: Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales. Paris: Masson; 1994:597-9.
6. Hazardous substance fact sheet. Halothane. New Jersey: Department of Health, 1989:2.
7. NIOSH. Pocket guide to chemical hazards. Washington: National Institute of Occupational Safety and Health, 1994:156.
8. ACGIH. Threshold limit values and biological exposures indexes. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1997:25.
9. Lewis RJ. Sax's dangerous properties of industrial materials. 9 ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1996:1761.
10. Ibarra FE. Determinación y evaluación de la exposición ocupacional a sustancias nocivas. 1999 (en prensa).

Recibido: 20 de febrero de 1997. Aprobado: 31 de marzo de 1999.

Lic. *Pedro J. González Almeida*. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. Calzada de Bejucal km 7½, Arroyo Naranjo, La Habana, Cuba. Apartado 9064. CP 10900.