

EL HALOTANO COMO CONTAMINANTE DEL AIRE EN EL AMBIENTE DE TRABAJO HALOTHANE AS AN AIR POLLUTANT IN THE OCCUPATIONAL ENVIRONMENT

Rita María González Chamorro ¹
Arelis Jaime Novas ²
Heliadora Díaz Padrón ³
Enrique José Ibarra Fernández de la Vega ⁴
Lilian Villalba Rodríguez ⁵

RESUMEN

El halotano es un agente anestésico inhalatorio volátil empleado en algunos procedimientos quirúrgicos. En este trabajo nos propusimos compilar información a partir de la literatura existente relacionada con el personal expuesto, efectos sobre la salud, métodos de muestreo y análisis, así como estudios realizados en este campo. Esta revisión muestra que la presencia de concentraciones elevadas en los puestos de trabajo puede ocasionar daños a la salud de los trabajadores expuestos, por lo que es necesario establecer una metodología adecuada de evaluación y control a este contaminante dentro del sistema de vigilancia.

Palabras clave: halotano, exposición ocupacional, anestésicos

ABSTRACT

Halothane is an inhaling volatile anesthetic used in some surgical procedures. In this work it was our purpose to compile information through the existent literature related to exposed personnel, effects to health, and methods of sampling and analysis, as well as studies done in this field. This review shows that the presence of high concentrations in working places can cause damage to the health of the exposed workers, so it is necessary to establish an adequate method of evaluation and control of this contaminant within the vigilance system.

Key words: halothane, occupational exposure, anesthetics

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria contemporánea requiere de la utilización masiva en los procesos productivos de prácticamente todas las sustancias químicas conocidas, así como de la incorporación acelerada de muchas otras nuevas, generalmente más complejas y nocivas. Esta situación acrecienta el peligro potencial de contaminación de los ambientes de trabajo por dichas sustancias, así como el riesgo de exposición e intoxicación entre los trabajadores asociados a los

puestos de trabajo de referencia ¹.

La presencia de sustancias nocivas en el ambiente laboral puede constituir, bajo ciertas condiciones, contaminantes del aire en la zona de trabajo e incidir desfavorablemente en la salud de los trabajadores que allí laboran ¹.

Por otra parte, los agentes anestésicos inhalatorios son sustancias volátiles empleadas en algunos procedimientos quirúrgicos, tanto sobre humanos como sobre animales, para aumentar el umbral de sensibilidad al dolor y eliminar el estado de vigilia. Los más empleados en la actualidad son el óxido nitroso, el halotano, el enflurano, el isoflurano, el sevoflurano y el desflurano ². La exposición a estos gases y vapores anestésicos del personal que labora en algunas áreas específicas de hospitales es un ejemplo característico de contaminación no biológica. La presencia de concentraciones elevadas de gases o vapores anestésicos en el aire del ambiente de los quirófanos, salas de reanimación, etc. es habitual en estos puestos de trabajo, sobre todo en aquellos casos en que no se emplean medidas apropiadas para evitar que ello ocurra ³.

En la década de 1950 a 1960 se comenzó a utilizar el halotano como anestésico inhalatorio. Éste puede administrarse conjuntamente con el óxido nitroso o de manera separada, según las características de la anestesia que se quiera obtener, las del paciente y los hábitos de trabajo de las personas que la administran.

El halotano es el anestésico más utilizado en Cuba, sobre todo en hospitales pediátricos, por la rápida recuperación que tiene el paciente después del acto quirúrgico. Es un hidrocarburo halogenado cuyo nombre químico es 2-bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoretano. Debido a su alta volatilidad, la vía inhalatoria es la ruta de entrada más usual de este compuesto al organismo.

¹ Licenciada en Química, Investigadora Agregado. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

² Licenciada en Farmacia, Master en Química Farmacéutica, Investigadora Agregado. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

³ Ingeniera Química, Master en Salud de los Trabajadores, Investigadora Auxiliar, Profesora Instructora. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁴ Licenciado en Química. Máster en Salud de los Trabajadores, Investigador Titular, Profesor Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁵ Técnica A Auxiliar de Investigación. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

Correspondencia:

Lic. Rita María González Chamorro
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores
Calzada de Bejucaí km 7 ½, Apartado 9064, CP10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba
E-mail: ritamg@infomed.sld.cu

PERSONAL EXPUESTO

El colectivo de trabajadores expuestos profesionalmente al halotano es elevado, puesto que no se trata solamente del personal especializado en anestesia, sino que también hay que considerar a las otras personas que laboran en los quirófanos (cirujanos, enfermeras, auxiliares), así como dentistas que practican intervenciones odontológicas y cirujanos veterinarios³.

La exposición profesional a agentes anestésicos inhalatorios depende cuantitativamente de la utilización de sistemas adecuados de extracción de gases junto con sistemas de ventilación que produzcan un número suficiente de renovaciones, que se cifra en un mínimo de 10 intercambios de aire por hora en la sala de operaciones⁴⁻⁶. Por este motivo, debe considerarse también como personal expuesto a todo aquel que realice su trabajo en dependencias cercanas a aquéllas en las que se utilizan dichas sustancias, siempre que no haya sistema adecuado de extracción de gases o de ventilación.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD

Existen antecedentes de trabajos realizados con este tipo de personal expuesto a halotano que expresan cuán dañino es este tóxico en el organismo cuando los niveles en el aire exceden los valores permisibles durante el tiempo de trabajo.

Los efectos potenciales de la exposición crónica a estos agentes han estado relacionados con eventos de infertilidad, abortos espontáneos en féminas durante o previamente al embarazo, e incluso en mujeres de hombres expuestos, aumento de malformaciones congénitas en hijos de madres expuestas, riesgos al cáncer, afectaciones generales en el sistema nervioso central, disminución del apetito, depresión respiratoria, y puede asociarse también a eventos hepatotóxicos leves (tempranos) o graves, a menudo fatales (tardíos)^{2,3,7}.

Pese a todos estos estudios, no se han obtenido pruebas suficientemente concluyentes de que la exposición profesional a halotano produzca alteraciones adversas e irreversibles de salud. No obstante, es un hecho cierto que existen efectos negativos sobre la salud que pueden producirse a dosis habitualmente usadas en los tratamientos anestésicos, que se observan concentraciones elevadas de gases anestésicos en esos ambientes de trabajo y que se pueden determinar concentraciones también elevadas de éstos o de sus metabolitos en el aire exhalado y/o fluidos biológicos. Por esta razón, se deben tomar medidas dirigidas a la vigilancia y protección de la salud de los trabajadores expuestos a estas sustancias, que reduzcan o anulen el riesgo derivado de la inhalación de los agentes anestésicos². La primera medida, por supuesto, es la de determinar y evaluar con regularidad y sistematicidad el comportamiento de las concentraciones de estos contaminantes, en particular del halotano, en el aire del ambiente laboral.

MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRAS DE AIRE EN EL AMBIENTE LABORAL

Consultando distintas referencias bibliográficas, hemos encontrado que la captación del contaminante puede hacerse utilizando colectores activos como son los llamados frascos absorbedores conteniendo disolución de alcohol etílico^{1,8}, tubos de vidrio rellenos de carbón activado⁹ y de Anasorb 747^{10,11}, todos estos conectados a bombas de muestreo personal. También pueden colectarse los vapores utilizando muestreadores pasivos.

La toma de muestra utilizando como colectores tubos de vidrio o acero inoxidable rellenos de sorbente sólido, permite una mayor maniobrabilidad en las condiciones de terreno comparadas con aquella en que se emplean frascos absorbedores; es más fácil el traslado de las muestras y mayor el tiempo de conservación de las mismas.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Las muestras pueden ser determinadas por métodos sencillos validados como los espectrofotométricos de absorción molecular a una longitud de onda de 496 nm^{1,8}, o por métodos más complejos; tal es el caso de los métodos de cromatografía gaseosa con detector de ionización por llama, utilizando para la desorción disulfuro de carbono⁹⁻¹¹. En los casos en que se contara con un equipo de desorción térmica, sería conveniente utilizarlo en lugar de trabajar con reactivos tan nocivos como el disulfuro de carbono. Los análisis utilizando cromatografía gaseosa poseen una menor interferencia, mayor sensibilidad y es menos compleja la manipulación de la muestra que en la espectrofotometría de absorción molecular.

La desorción térmica ha ganado reconocimiento mundial en lo relativo a la seguridad y salud en el trabajo. Es una técnica que utiliza una trampa enfriada eléctricamente para la retención y concentración de especies volátiles, de modo que simplifica y agiliza una gran variedad de aplicaciones de la cromatografía gaseosa. Su empleo otorga importantes ventajas al proceso, entre las que se incluyen mayor sensibilidad, eficiencia, automatización y alta desorción; además, evita interferencias de los disolventes en el análisis¹².

ESTUDIOS REALIZADOS EN ESTE CAMPO

Internacionalmente se han abordado varios estudios de monitoreo y posterior análisis de vapores de halotano en salones de operaciones. A continuación se mencionarán algunos de ellos.

En uno de los estudios realizados, las muestras fueron colectadas con tubos rellenos con sorbente sólido y analizadas por cromatografía gaseosa con detector de ionización de llama (FID), utilizando una columna de 1,8 m de longitud y 3 mm de diámetro interior de Chromosorb 102 operada a 105 °C; el rango de concentración detectada fue de 2 a 103 ppm¹³.

En otra investigación se evaluó la exposición ocupacional en 5 hospitales de la ciudad de Lodz, en Polonia. Para la toma de muestras utilizaron dosímetros individuales conectados a bombas personales con un período de muestreo equivalente al 100% de la jornada laboral; el halotano fue determinado por cromatografía gaseosa con detector FID, utilizando una columna capilar Supercowax-10 de 30 m de longitud y 0,25 mm de diámetro interno. La concentración de halotano en los 5 hospitales osciló en un intervalo de 1,1 a 176,6 mg.m⁻³, dependiendo del método de administración empleado¹⁴.

En Italia se han llevado a cabo varios estudios donde se evaluaron las exposiciones a gases anestésicos. Dentro de éstos está el realizado por Marcelo Ibriani en 1995¹⁵, donde se analizaron 5 salones de operaciones, y las concentraciones excedían los valores recomendados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (NIOSH) de los EEUU. El monitoreo ambiental lo realizaron utilizando muestreadores pasivos personales (Orsa 5 de Dräger); cada muestreador fue expuesto por 2 horas, utilizándose 4 horas de la jornada laboral; el valor promedio de exposición fue de 10,38 mg.m⁻³ y se encontró asociación significativa entre los valores hallados en orina y en aire.

En otro estudio realizado por este mismo autor en 1998, se monitorearon 190 salones de operaciones de 41 hospitales. Para la determinación de halotano en la zona de respiración utilizaron dosímetros pasivos personales (TK-200 de Zambelli); el halotano fue desorbido del carbón activado con disulfuro de carbono, y el análisis se realizó por cromatografía de gases con detector de masas; también se encontró asociación significativa entre los valores de las concentraciones del anestésico en orina y en el medio ambiente¹⁶.

En Cuba se abordó también un trabajo de monitoreo ambiental a halotano en 8 salones de operaciones, utilizando para la toma de muestras dos frascos absorbedores en serie conectados a una bomba de aspiración manual; las muestras fueron analizadas por espectrofotometría UV-visible. Los resultados reflejaron valores de concentraciones en un intervalo que osciló entre 19,9 y 322 mg.m⁻³, lo cual representa 29 veces el límite máximo recomendado para este tipo de labor¹⁷. Teniendo en cuenta los valores tan elevados encontrados, se realizó un trabajo en un hospital donde se modificó el sistema de extracción local de gases anestésicos residuales para el control de la contaminación, y se tomaron nuevamente muestras ambientales, no detectándose generación de contaminante¹⁸.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL

Son valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo para proteger la salud de los trabajadores y su descendencia.

El valor propuesto por el Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo (National Institute for Occupational Safety and Health -NIOSH) de los EEUU es de 2 ppm (16,2 mg.m⁻³), dado como concentración promedio permisible en el ambiente de trabajo por períodos de hasta 60 minutos¹⁹.

En cuanto a la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (American Conference of Governmental Industrial Hygienists -ACGIH) de los EEUU, ésta admite 50 ppm (410 mg.m⁻³) como concentración promedio durante las 8 horas de trabajo (time-weighted average -TWA).²⁰

En España se admiten los valores recomendados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en el que se valora el VLA-ED (valor límite ambiental-exposición diaria) como 50 ppm, equivalente a 410 mg.m⁻³²¹.

En Cuba, en cambio, aunque no están establecidos oficialmente aún los límites de exposición ocupacional al halotano, se utilizan oficiosamente los valores de 20 y 10 mg.m⁻³ como concentración máxima admisible (CMA) y concentración promedio admisible (CPA), respectivamente²².

A MANERA DE CONCLUSIONES

Por todo lo anteriormente expuesto, resulta evidente que altas concentraciones de halotano en el aire de los salones operatorios en que se utiliza este gas anestésico, propician la aparición de alteraciones significativas de salud en el personal expuesto, por lo que es necesario que ese tipo de medición, que puede ser ambiental y/o biológica, se realice regular y sistemáticamente en dichos salones, a fin de garantizar con este control la vigilancia apropiada de salud de los trabajadores en riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ibarra EJ. Ambiente químico y salud en el trabajo. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2007.
2. Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Agentes anestésicos inhalatorios. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2001.
3. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [homepage en Internet]. NTP-141: Exposición laboral a gases anestésicos [citado 6 Oct 2008]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_141.pdf.
4. Borganelli GN, Primosch RE, Henry RJ. Operator ventilation and scavenger evacuation rate influence on ambient nitrous oxide levels. J Dent Res 1993;72(9):1275-8.
5. U.S. Department of Health and Human Services. Control of nitrous oxide in dental operatories. DHHS (NIOSH) Publication N° 96-107. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health; 1996.

6. National Institute for Occupational Safety and Health. Controlling exposures to nitrous oxide during anesthetic administration. NIOSH Alert. DHHS (NIOSH) Publication N° 94-100. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health; 1994.
7. Carreras E. Bibliografía sobre toxicidad de gases anestésicos usados en quirófanos. ITB/170.83. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 1983.
8. Comité Estatal de Normalización del Consejo de Ministros de Bulgaria. Sustancias nocivas en el aire del ambiente de trabajo. Método de determinación de halotano. BDS 15036. República Popular de Bulgaria; 1980.
9. U. S. Department of Labor. Occupational Safety & Health Administration. Sampling and analytical methods. Enflurane and halothane. Method n° 29 [citado: 6 Oct 2008]. Disponible en: <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/organic/org029/org029.html>.
10. Organic methods evaluation Branco. UT 84165-0200. Salt Lake City: OSHA Salt Lake technical Center; 1994.
11. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Determinación de gases anestésicos (desflurano, sevoflurano, isoflurano, halotano) en aire - Método de adsorción en carbón / cromatografía de gases. MTA/MA-046/A00 [citado: 6 Oct 2008]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_046_A00.pdf.
12. Técnicas separativas. Desorción térmica para optimizar la cromatografía gaseosa. Boston: Perkin Elmer Inc.; 2006.
13. Salvione C. Sampling and gas – chromatographic determination of nitrous oxide, etherane (enflurane) and halothane in air of operating theatres. Boll Chim Unione Ital Lab Prov Parte Sci 1983; 3(S6):647-52.
14. Sitarek K, Wesolowski W, Kucharska M, Celi-chowski G. Concentrations of anesthetic gases in hospital operating theatres. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health 2000;13(1):61-6.
15. Ibriani M, Ghittori S, Pezzagno G, Capodaglio E. Anesthetic in urine as biological index of exposure in operating-room personnel. Journal of Toxicology and Environmental Health 1995;46:249-60.
16. Ibriani M, Ghittori S, Pezzagno G. The biological monitoring of inhalation anaesthetics. G Ital Med Lav Erg 1998;20:(1)44-9.
17. González PJ, Díaz H, González FJ, Ibarra E. Contaminación ambiental por vapores anestésicos en salones de operaciones. Su prevención. Revista Cubana de Salud y Trabajo 2000;1(1):11-3.
18. González PJ, Díaz H, González FJ, Ibarra E. Evaluación química de un sistema de extracción de gases anestésicos residuales para el control de la contaminación en salones de operaciones. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología 1999;37(3):136-40.
19. National Institute for Occupational Safety and Health. Pocket guide to chemical hazards. Publication N° 2005-149. Cincinnati: NIOSH Publication; 2005.
20. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. 2006. Cincinnati (OH): ACGIH; 2006.
21. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2007. ISBN:978-84-7425-724-3. Madrid: INSHT; 2007.
22. Oficina Nacional de Normalización. Seguridad y salud en el trabajo. Sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo. Evaluación de la exposición laboral. Requisitos generales (proyecto de Norma Cubana). La Habana: ONN; 2008.

Recibido: 10 de noviembre de 2008

Aprobado: 17 de noviembre de 2008