

ESTUDIO PILOTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A HALOTANO EN DOS HOSPITALES DE LA CIUDAD DE LA HABANA

PILOT STUDY TO EVALUATE OCCUPATIONAL EXPOSURE TO HALOTHANE IN TWO HOSPITALS OF HAVANA CITY

Rita María González Chamorro ¹

Arelis Jaime Novas ²

Heliadora Díaz Padrón ³

José Antonio Arias Verdes ⁴

Gonzalo Diezmeier Corchera ⁵

Ana Miriam Galindo García ⁶

Eloisa Hernández Hermosilla ⁷

Lilian Villalba Rodríguez ⁸

RESUMEN

Se realizó un estudio analítico de corte transversal al personal expuesto a gases anestésicos de halotano en los salones quirúrgicos ubicados en dos hospitales pediátricos docentes de la ciudad de La Habana. Se analizaron muestras de orina a 80 trabajadores con ocupaciones de cirujanos, anestesistas, técnicos anestesistas, enfermeras y auxiliares generales que laboraban en estos salones operatorios, después de una exposición de más de 4 horas de forma continuada; de éstos fueron excluidos 13 sujetos por no presentar halotano en orina, por lo que se consideró solamente el 83,7 % del total de trabajadores. La evaluación individual reflejó niveles de halotano en orina, hubo diferencias significativas entre los resultados de ambos hospitales, no siendo así entre las ocupaciones y los años de trabajo.

Palabras clave: gases anestésicos, halotano en orina, exposición laboral

ABSTRACT

An analytical and transversal study was carried out to the personnel exposed to halothane in surgical rooms of two pediatric hospitals of Havana city. Urine samples of 80 surgeons, anesthetics technicians, nurses and general workers who work in these operating rooms were analyzed after more than 4 hours of constant exposure; of these, 13

individuals were excluded because they didn't present halothane in urine, so only 83,7 % of all the workers was considered. The individual evaluation revealed levels of halothane in urine; there were significant differences between the results of both hospitals, not being the case between occupations and years of work.

Keywords: anesthetic gases, halothane in urine, occupational exposure

INTRODUCCIÓN

La salud es un elemento indispensable para el desarrollo social de un país, bajo esa perspectiva las sociedades deben realizar acciones dirigidas a promover condiciones y espacios saludables.

El desarrollo industrial y tecnológico de los últimos años ha propiciado el incremento en la producción de sustancias químicas y su presencia en el mundo laboral.

Históricamente encontramos que la atención de la exposición de riesgos en los hospitales ha estado circunscrita a los riesgos biológicos, especialmente los referidos a las infecciones intrahospitalarias. Como cualquier área de trabajo, el ambiente hospitalario no se encuentra exento de

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

² Licenciada en Ciencias Farmacéuticas, Máster en Química Farmacéutica, Investigadora Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

³ Ingeniera química, Máster en Salud de los Trabajadores, Investigadora Auxiliar, Profesora Instructor. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁴ Licenciado en Química, Investigador Agregado. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, La Habana, Cuba

⁵ Licenciado en Química, Doctor en Ciencias Químicas, Investigador y Profesor Titular. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba

⁶ Licenciada en Ciencias Farmacéuticas. Vicedirección de Atención Médica, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁷ Licenciada en Lengua Inglesa, Profesora Auxiliar. Facultad de Ciencias Médicas Julio Trigo López, La Habana, Cuba

⁸ Técnica en Química Industrial. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

Correspondencia:

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

riesgos de naturaleza física, química o los generados por la interacción con el ambiente de trabajo; tal es el caso de la exposición ocupacional a gases anestésicos en salones operatorios y de recuperación¹.

Muchas de las intoxicaciones profesionales crónicas por sustancias nocivas, cuando se declaran como tales, son prácticamente irreversibles, por lo que es necesario detectarlas y controlarlas en sus primeros estadios cuando aún los cambios puedan considerarse como reversibles. Es el monitoreo biológico, con la existencia de una técnica de análisis adecuada, el que puede contribuir en gran medida a establecer criterios de prevención de enfermedades profesionales producidas por factores químicos del ambiente laboral².

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. En nuestro país, el halotano es uno de los más utilizados, fundamentalmente en hospitales pediátricos; su nombre químico es 2-bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoretano, y es un compuesto muy volátil, por lo que puede penetrar al organismo por la vía inhalatoria, originando metabolitos con acción tóxica que pueden afectar tanto al paciente como al personal que labora en tales áreas³.

En el caso del paciente, el riesgo por exposición es mínima, no siendo así en el personal del salón, que está sometido un mayor tiempo al contacto con el contaminante y puede sufrir los efectos tóxicos de estas sustancias.

La mayoría de los escapes de vapores surge por defecto de los sellos de los equipos; hay otras causas, como son las malas técnicas de administración y la exhalación de los pacientes, o el llenado del vaporizador realizado por los técnicos anestésicos⁴.

Una adecuada ventilación, un sistema de captura de vapores para la extracción de residuos y gases exhalados en la máscara de inducción, y la revisión regular del equipo de anestesia, son componentes importantes de los programas para limitar la exposición⁴.

Las condiciones atmosféricas confortables en el lugar de trabajo son esenciales para la salud y el bienestar de los trabajadores. En todo lugar de trabajo se deben brindar los medios para que, teniendo presentes los procesos y actividades que se llevan a cabo, se controlen efectivamente las condiciones ambientales dentro de los parámetros de confort razonables.

El propósito de este trabajo fue evaluar la exposición ocupacional a halotano en los trabajadores de salones operatorios en dos hospitales de la ciudad de la Habana, a través de la determinación de halotano en orina de forma individual a los trabajadores expuestos a este tipo de contaminante.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio analítico transversal a trabajadores de salones quirúrgicos de dos hospitales de la

ciudad de la Habana. El universo estuvo constituido por 80 trabajadores expuestos a una mezcla de halotano y óxido nitroso en salones de operaciones de dos hospitales pediátricos, a los cuales denominaremos A (52 sujetos) y B (28 sujetos), entre los que se encontraban ocupaciones de cirujanos, anestésicos, técnicos de anestesia, enfermeras y auxiliares generales. Se les recogieron los datos generales a cada trabajador, el tiempo de exposición y los años de trabajo en esas áreas.

Para realizar las determinaciones y evaluar la exposición a halotano, fue necesario validar un método de ensayo para la determinación de este anestésico en orina, según las directrices de la consulta de expertos⁵.

Las muestras de orina fueron tomadas por micción espontánea después de 4 horas de exposición al personal en áreas libres de contaminación en frascos de 120 mL, herméticamente tapados y trasladadas al laboratorio para su posterior análisis.

La determinación de halotano en orina se realizó por cromatografía de gases con detector de captura electrónica de Ni₆₃ e introducción de la muestra por espacio de cabeza estático (static head space), según método validado.

A las muestras de orina se les realizó la determinación de creatinina para corregir los efectos de dilución. La creatinina se determinó por el método de Jaffé₂ leyendo a una longitud de onda de 492nm en un espectrofotómetro UV-visible marca ERMA INC^{6,7}. La base de datos fue realizada en Excel y transportada al programa estadístico de SPSS versión 11,5. Se calculó el porcentaje de muestras positivas a halotano en los dos hospitales. Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ver el tipo de distribución de los resultados y se utilizó análisis de varianza de un factor (Anova) para la comparación de medias. En el caso de las ocupaciones y de los años de exposición, se aplicó como prueba *a posteriori* Scheffé del paquete estadístico del sistema SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de sujetos estudiados (80), 13 no presentaron valores de halotano en orina dentro del rango cuantificable, lo que representa un 16,25 %, los cuales fueron excluidos del estudio. Al conjunto de valores incluidos se les aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov en ambas entidades, comportándose los resultados dentro de una distribución normal. De los 67 casos (83,7 %) que presentaron valores cuantificables de halotano en orina (tabla 1), 53 fueron del sexo femenino (79,10 %) y 14 del masculino (20,9 %). Los puestos de trabajo presentes fueron el de cirujano, anestésico, técnico anestésico, enfermera y auxiliar general, siendo el de mayor por ciento los anestésicos (23,7 %), seguidos de técnicos anestésicos y enfermeras (20 %).

Tabla 1
Caracterización de la muestra

Puesto de trabajo	Cantidad		%	Femenino		Masculino	
	Total	Real		n	% (real)	n	% (real)
Cirujano	7	6	7,5	4	5,9	2	3,0
Anestésista	23	19	23,7	15	22,4	4	5,9
Técnico anestésista	18	16	20,0	15	22,4	1	1,5
Enfermera	19	16	20,0	14	20,9	2	3,0
Auxiliar general	13	10	12,5	5	7,5	5	7,5
Total	80	67	83,7	53	79,1	14	20,9

Al comparar el promedio de las concentraciones halladas en cada uno de los hospitales estudiados (tabla 2), se observa que las concentraciones tanto en $\mu\text{g/L}$ como en $\mu\text{g/g}$ de creatinina, en el hospital B son supe-

riores a las del hospital A. Al realizarse el análisis de varianza (Anova de un factor), éste presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos hospitales para $p < 0,05$.

Tabla 2
Promedio de las concentraciones de halotano en orina en el personal expuesto de los hospitales seleccionados

Concentración de halotano	Hospital A	Hospital B
$\mu\text{g/L}$	$\bar{x} = 3,51 (0,37-15,19)$	$\bar{x} = 9,22 (0,40-18,0)$
$\mu\text{g/g}$ de creatinina	$\bar{x} = 3,32 (0,33-9,27)$	$\bar{x} = 15,28 (0,43-52,31)$

Se debe señalar que los salones operatorios del hospital A son de reciente explotación, ya que el hospital sufrió modificaciones y grandes reparaciones, por lo que en el momento del monitoreo biológico prácticamente los salones tenían de uso alrededor de 3 meses, aún no estaban en plena explotación y no se realizaba guardia de cirugía; además constructivamente cada salón es independiente, por lo que no existe contaminación entre las diferentes áreas de trabajo. En el caso del hospital B, las condiciones constructivas eran diferentes; todos los salones se comunicaban entre sí, por lo que de una forma u otra la fuente de contaminación pudiéramos decir que era la misma, teniendo en cuenta que la climatización no realizaba las renovaciones de aire requerida en estos casos; esto hace que los niveles de concentración de halotano en orina pudieran estar afec-

tados por estas condicionales, pero para una mejor confirmación se requeriría de las mediciones ambientales en todos los salones.

Al analizar estadísticamente las concentraciones de las diferentes ocupaciones (tabla 3), no se encontraron diferencias significativas entre ellas para $p < 0,05$, lo que pudiera estar dado por los distintos tamaños de las observaciones en las ocupaciones. Las ocupaciones que presentaron mayores concentraciones de halotano en orina en el momento del muestreo correspondieron a los anestésistas y enfermeras, lo cual se justifica, ya que mantienen una exposición permanente desde el punto de vista ambiental mayor que el resto, debido a que ellos en su actividad, por la responsabilidad que tienen, su movimiento es mínimo independientemente del tiempo de trabajo.

Tabla 3
Media general y rangos de concentraciones de halotano en orina por ocupación de ambos hospitales

Puesto de trabajo	Real	Concentración e intervalo ($\mu\text{g/L}$)	Concentración e intervalo ($\mu\text{g/g}$ de creatinina)
Cirujano	6	$\bar{x} = 4,25 (0,67-11,24)$	$\bar{x} = 5,03 (0,66-9,27)$
Anestésista	19	$\bar{x} = 6,44 (0,67-18,0)$	$\bar{x} = 7,96 (0,57-37,79)$
Técnico anestésista	16	$\bar{x} = 4,09 (0,40-16,43)$	$\bar{x} = 6,30 (0,43-38,89)$
Enfermera	16	$\bar{x} = 6,20 (0,42-15,50)$	$\bar{x} = 9,11 (0,54-52,31)$
Auxiliar general	10	$\bar{x} = 4,27 (0,37-12,78)$	$\bar{x} = 4,55 (0,52-13,19)$

Como se observa en la tabla 4, no se evidencia una proporción creciente de los valores de halotano en orina con los años de trabajo; esto lo explica el rápido mecanismo de eliminación que presenta este compuesto, que

hace que no se acumule en el organismo, pero la exposición a pequeñas dosis diarias pueden dar afectaciones en los órganos dianas, como es referido en la literatura.

Tabla 4
Relación entre la concentración de halotano en orina y los años de exposición en ambos hospitales

Años de trabajo	Total		Concentración promedio ($\mu\text{g/L}$)	Concentración promedio ($\mu\text{g/g}$ de creatinina)
	n	%		
1-5 años	27	40,3	5,17 (0,37–16,43)	6,05 (0,33–38,89)
6-10 años	13	19,4	6,20 (0,42–15,5)	11,73 (0,52–52,31)
11-21 años	19	28,3	4,72 (0,67–14,13)	6,16 (0,53–37,79)
> 21 años	8	11,9	5,49 (0,51–18,0)	4,35 (0,43–15,64)

El control biológico junto con el monitoreo ambiental constituyen las bases de la evaluación de riesgos a sustancias químicas de forma integral, pero a su vez, debemos tener en cuenta que puede ser un medio para estimar la exposición de los trabajadores, y en la vigilancia proporciona una evaluación de la exposición global a las sustancias químicas presentes en el puesto de trabajo. Los años de trabajo tienen gran trascendencia si se aportaran datos clínicos, donde se pudieran asociar los efectos a la salud con relación al tiempo de exposición, en busca de daños crónicos, pero de acuerdo a los objetivos que nos trazamos, no se tomaron datos del estado de salud de este personal.

Aunque no existen límites biológicos admisibles de exposición reportados oficialmente por los organismos nacionales e internacionales encargados de esta labor para la exposición ocupacional a halotano, existen los valores límites ambientales, los cuales son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos a su salud; por ejemplo, los informados oficialmente por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad de los Estados Unidos (NIOSH) para el halotano, es de 2 ppm (hasta 60 minutos de exposición), y mezclado con óxido nitroso es de 0,5 ppm. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales (ACGIH) y el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España (INSHT) recomiendan un valor de 50 ppm para 8 horas de trabajo⁸⁻¹¹.

Cuando la reactividad de la sustancia química es elevada y ésta se elimina relativamente rápido del organismo, las concentraciones máximas adquieren una importancia mayor, por lo que se asocian al concepto de intoxicación aguda. Es posible que un trabajador expuesto a altas concentraciones de este tipo de contaminante durante períodos relativamente cortos, contraiga una

intoxicación de carácter agudo sin que necesariamente la concentración promedio supere significativamente el límite de exposición correspondiente.

En el análisis higiénico sanitario integral de la zona de trabajo, no sólo es importante definir la calidad del aire que se respira por concepto de la ocupación, sino que también es imprescindible conocer el estado de salud del trabajador sometido ocupacionalmente al riesgo. El hombre y su medio laboral constituyen una unidad en el proceso de trabajo. La evaluación conjunta de ambos factores proporciona un criterio multilateral mucho más acertado de la situación específica ambiental y permite establecer un determinado nivel de correspondencia entre la causa y el efecto¹.

En Italia, Marcelo Imbriani et al realizaron un monitoreo ambiental en una serie de salones operatorios y monitoreo biológico a trabajadores ocupacionalmente expuestos; los resultados obtenidos se correlacionaron, encontrándose asociación significativa ($r = 0,92$; $p < 0,001$) entre ambos monitoreos. Los valores obtenidos demuestran que la concentración de halotano en orina puede ser usada como un índice apropiado de exposición biológica. Los valores biológicos propuestos son: 97 $\mu\text{g/L}$ correspondiente a 50 ppm de exposición ambiental; 6,5 $\mu\text{g/L}$ de halotano en orina que corresponden a 2 ppm de exposición ambiental; y 3,9 $\mu\text{g/L}$ para 0,5 ppm, respectivamente.

En nuestro trabajo no se realizó monitoreo ambiental y no debemos correlacionar las concentraciones en aire obtenidas en Italia con las de orina reflejadas en este estudio, debido a que las condiciones en los salones operatorios en ese país las desconocemos.

Imbriani ha reportado indicadores de 0,25 mg/g de creatinina en el libro 'Reconocimientos médicos preventivos'; a nuestro juicio, este valor resulta excesivamente elevado teniendo en cuenta, por una parte, los límites admisibles en aire recomendados por la ACGIH y por el INSHT, y por la otra, la relación obtenida entre los valo-

res en orina y en aire reportados por este autor en las investigaciones realizadas en Italia.

Por otra parte, existe la guía para el monitoreo biológico, donde se han propuesto valores tentativos al finalizar la exposición de 10 µg de halotano en orina por gramo de creatinina ¹². Existen valores obtenidos en nuestro estudio que se encuentran por encima de este valor; esto no quiere decir categóricamente que este personal se encuentre intoxicado, pues como se puede observar, no existe un consenso para el establecimiento de este límite biológico de exposición.

A manera de conclusiones podemos decir que la evaluación individual de los expuestos reflejó niveles cuantificables de halotano en orina, siendo en el hospital B que se presentaron significativamente mayores concentraciones que en el hospital A.

El pequeño tamaño de la muestra evaluada y su focalización en solo dos hospitales, no permite generalizar los resultados obtenidos en el mismo, pero nos brinda una valiosa información acerca del comportamiento de este contaminante en muestras biológicas, así como crear las bases para futuros estudios sobre la temática, donde se tengan en cuenta los límites admisibles en el aire de la zona de trabajo para esta exposición y su correlación paralela con los valores de halotano en orina de forma individual del personal expuesto .

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Panamericana de la Salud. Líneas de acción. Promoción de la salud ocupacional en gestión de la seguridad hospitalaria. Manual de salud ocupacional. Lima; OPS; 2005. p. 63-5.
2. Ibarra EJ. Ambiente químico y salud en el trabajo. La Habana: ECIMED; 2007.
3. González AP, Díaz PH, González RF, Duarte BO. 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.
4. Organización Panamericana de la Salud. Salud y seguridad de los trabajadores del sector salud: Manual para gerentes y administradores. Washington: OPS; 2005. p. 48-50.
5. International Symposium on the Harmonisation of Quality Assurance Systems in Chemical Laboratory. Harmonised guidelines for the in-house validation of methods of analysis. Bupadest: ISO, IUPAC and AOAC International; 2005.
6. Newman DJ, Price CP. Renal function and nitrogen metabolites. In: Textbook of clinical chemistry. 3rd ed. Philadelphia: W.B Saunders Company; 1999. p. 1204.
7. Thomas L. Clinical laboratory diagnostics. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft; 1998. p. 366-74.
8. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Madrid: INSHT; 2007.
9. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. 2006. Cincinnati (OH): ACGIH; 2006.
10. 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.
11. National Institute for Occupational Safety and Health. Controlling exposures to nitrous oxide during anesthetic administration. NIOSH Alert. DHHS (NIOSH) Publication N° 2005-149. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health; 2005.
12. Lauwerys RR, Hoet P. Industrial chemical exposure. Guidelines for biological monitoring. 2nd ed. Boca Raton: Lewis Publishers; 1993.

Recibido: 23 de febrero de 2011 **Aprobado:** 9 de mayo de 2011