

EVALUACION Y CONTROL DE CONTAMINANTES QUIMICOS EN INSTALACIONES SANITARIAS

M.^a Gracia ROSELL FARRAS
Xavier GUARDINO SOLA

Programa de Condiciones de Trabajo
Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Barcelona

INTRODUCCION

Tradicionalmente, los hospitales no han sido considerados en el ranking de riesgos para la salud al mismo nivel que la minería, construcción y las industrias manufactureras. Hasta hace poco, no ha habido mucho interés en estudiar los problemas relacionados con la salud de las personas que trabajan en centros sanitarios y, además, no estaba aún definido quién es el responsable de las condiciones de trabajo en hospitales. Según un informe de la OMS publicado en el año 1983 (*Occupational hazards in hospitals. Report on a WHO Meeting. The Hague oct. 1981. WHO Copenhagen 1983*), los servicios de salud laboral no se introdujeron en los hospitales españoles hasta el año 1973, cuando responsabilizaron de este tema a los departamentos de medicina preventiva de los mismos hospitales. Estos servicios son los encargados de promover la salud de los trabajadores, proporcionar unas bases para efectuar controles ambientales, establecer un programa de control de infecciones y recoger datos epidemiológicos dentro de los hospitales y su área de influencia. Sin embargo, el trabajo de estos servicios tiene dificultades para cumplir su cometido por falta de unas premisas adecuadas y de personal cualificado; además, estos servicios tienen un poder ejecutivo muy pequeño y muchas veces no son tenidos en cuenta por falta de interés por parte de los mismos trabajadores.

En algunos hospitales, la problemática de riesgos no biológicos ha estado encomendada a los servicios de mantenimiento o, en el mejor de los casos, al jefe de seguridad e higiene de la institución sanitaria.

Los riesgos químicos y físicos han estado tradicionalmente menos considerados que los biológicos, pensando quizás que éstos eran menos peligrosos para la salud, o bien que eran poco importantes.

Los factores que pueden influir negativamente en la salud de los trabajadores de un hospital son los siguientes:

- Infecciones.
- Dermatitis.
- Contaminantes físicos.

- Contaminantes químicos.
- Riesgos eléctricos, de incendio y explosiones.
- Riesgos de los trabajos de tipo industrial (mantenimiento, cafeterías, cocina, limpieza y jardinería).
- Cuestiones ergonómicas.
- Aspectos psicosociales (estrés, trabajo por turnos y otros).

Entre toda esta problemática nos centraremos en los contaminantes químicos.

En los hospitales se utiliza gran variedad de productos químicos, que tienen asignada cierta toxicidad de entre los cuales los más importantes son:

- Esterilizantes químicos: óxido de etileno, formaldehído.
- Agentes anestésicos: N₂O, halotano.
- Monómeros, hexaclorofeno, metales ...
- Productos químicos de laboratorio.
- Compuestos citostáticos.

OXIDO DE ETILENO

El óxido de etileno es un gas a temperatura y presión normales, soluble en el agua y fácilmente licuable a temperatura ambiente. Se utiliza como producto de síntesis y como agente de esterilización. En el año 1928 se utilizó como fumigante y durante la segunda guerra mundial, el ejército de los EE.UU. estudió la descontaminación biológica del material de guerra con óxido de etileno. No fue hasta 1962 cuando se empleó por primera vez para la esterilización del instrumental médico, habiéndose demostrado que el óxido de etileno es eficaz frente a todos los microorganismos.

El sector industrial utiliza el óxido de etileno en instalaciones de circuito cerrado situadas generalmente al aire libre, con lo que las concentraciones ambientales suelen ser muy bajas. La situación es muy diferente en la esterilización médica donde el ciclo es abierto y el trabajo se efectúa en locales cerrados.

Personal expuesto

La esterilización con óxido de etileno se utiliza para todo el material que es sensible al calor: plástico, caucho o incluso ciertos metales. Al analizar estos materiales se ha encontrado que el óxido de etileno es retenido por ellos en grandes cantidades, por lo que la exposición a óxido de etileno no sólo afecta al personal que trabaja en la unidad de esterilización, sino que, si no se ha llevado a cabo una correcta aireación, también alcanza a los propios usuarios (paciente, personal de quirófanos, etc.).

Efectos sobre la salud

El óxido de etileno es un irritante cutáneo y de las mucosas, y el contacto directo con el producto puede producir quemaduras químicas y reacciones alérgicas. Los riesgos del óxido de etileno en el ámbito industrial (peligros de explosión e incendios, quemaduras cutáneas, dermatitis alérgicas), se conoce desde hace tiempo. Sin embargo, en su aplicación más reciente como agente esterilizador para instrumental médico, juega un papel muy importante la exposición por inhalación, además de la vía dérmica.

La intoxicación aguda por óxido de etileno puede producir, según la intensidad de la exposición, irritación en los ojos, nariz y garganta, problemas gastrointestinales (náuseas, vómitos), neuralgias, cefaleas, etc. Los síntomas aparecen después de un período de latencia de algunas horas, no habiendo señales de alarma durante la exposición, como podría ser tos o irritación de las mucosas nasales. Además, el nivel olfativo del óxido de etileno es bastante elevado, de alrededor 700 ppm. Cuando se huele hay que desalojar la sala. Las manifestaciones más graves sobrevienen después de algunos minutos de exposición entre 500 y 700 ppm. En general, una vez pasada la exposición, la recuperación se efectúa sin ningún tipo de secuelas.

En la intoxicación crónica, las únicas manifestaciones demostradas para el hombre son las neurológicas. Gross J. A. *et al.* (Neurology, 1979), describe un caso de encefalopatía y tres casos de polineuritis entre los trabajadores que se ocupaban de un esterilizador médico defectuoso. Al cesar la exposición hubo una regresión progresiva de los síntomas, hasta la curación total. Las manifestaciones neurovegetativas atribuidas a la exposición crónica al óxido de etileno, han sido descritas en la literatura rusa.

Un segundo estudio efectuado con animales, concretamente en ratas y ratones, por Dunkelberg *et al.* en el año 1981, ha demostrado que el óxido de etileno administrado por inhalación (concentraciones de 10, 33 y 100 ppm. durante 6 horas por día y 5 días por semana durante 2 años), puede inducir a leucemia a ratas macho y hembra y mesotelioma a las ratas macho.

Los datos epidemiológicos publicados por Hogstedt en 1979 acerca de dos estudios, uno de ellos realizado entre trabajadores de una planta de producción de óxido de etileno y otro en una unidad de esterilización en la que utilizaban un 50 % de óxido de etileno y 50 % de otros

compuestos (formiato de metilo, cloruro de etilo, etileno y bisclorometiléter), dan un significativo aumento de la mortalidad entre los trabajadores expuestos a óxido de etileno con respecto a la media nacional. La representatividad de estas observaciones es incierta, visto el pequeño número de casos observados, la insuficiente información respecto a la intensidad de la exposición y la presencia en el ambiente de otros contaminantes potencialmente genotóxicos. Son necesarias nuevas encuestas epidemiológicas para comprobar el potencial cancerígeno del óxido de etileno para el hombre. Sin embargo, de la confrontación entre los estudios hechos con animales, y los datos epidemiológicos disponibles hasta ahora se ha concluido la consideración del óxido de etileno como una sustancia potencialmente cancerígena para el hombre.



Valores límite ambientales

En el año 1971 la American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) tenía propuesta para el óxido de etileno una concentración media permisible (TLV-TWA) de 50 ppm. Este valor estaba basado en el hecho de que los únicos problemas contemplados hasta entonces eran por vía dérmica, provocando una irritación primaria o reacción alérgica.

En estos últimos años la atención se ha dirigido hacia la actividad mutágena y carcinogénica del óxido de etileno. El reconocimiento de estos riesgos hizo que la ACGIH en el año 1982 bajase el TLV-TWA a 10 ppm. En la actualidad, el TLV-TWA adoptado es de 1 ppm. A2 (2 mg./m.³ A2). La notación A2 indica sustancia sospechosa de ser potencialmente cancerígena para el hombre.

La OSHA tiene un valor límite de 1 ppm. y a partir de una exposición de 0,5 ppm. exige un control ambiental, crear un área restringida, control médico y formación del personal que trabaja en la zona.

El NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) recomienda un nivel de exposición < 0,1 ppm., con un valor techo de 5 ppm., con unos tiempos de exposición inferiores a 10 minutos, por día de trabajo.

En la URSS la concentración límite permisible es de 0,5 ppm. En España, en el aún vigente Reglamento sobre industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas se mantiene el valor inicial de la ACGIH de 50 ppm., aunque en los estudios y valoraciones que se llevan a cabo se toman siempre como referencia los TLV actualizados por la ACGIH.

Niveles de contaminación en unidades de esterilización

Estudios realizados por el INSHT en diferentes centros hospitalarios, nos han permitido conocer los márgenes de concentraciones de óxido de etileno presente en el aire ambiente de las unidades de esterilización.

Se tomaron muestras ambientales y muestras personales. Los márgenes de concentraciones observados van de 0,2 a 3,4 ppm. para las ambientales, obteniéndose los valores más altos en las zonas de almacén y aireación (cuando no hay aireador mecánico) y en el momento en que se abre el esterilizador de óxido para sacar el material. En las muestras personales, los márgenes de valores promedio para 8 horas, van de 0,2 a 1 ppm., correspondiendo los valores más altos a las personas que durante su jornada laboral han abierto el esterilizador para sacar el material una vez terminado el ciclo.

En muestras tomadas durante períodos de tiempo de 5 minutos, cuando se abre el esterilizador de óxido de etileno y se saca el material para airear, se han detectado concentraciones de hasta 38 ppm.

En instituciones sanitarias que utilizan esterilizadores con aireación incorporada, las concentraciones ambientales promedio oscilan alrededor de los 0,5 ppm.

Recomendaciones

Se ha visto que con un funcionamiento correcto de los esterilizadores de óxido de etileno, las concentraciones ambientales no son muy elevadas. Sin embargo, dadas las características del producto (potencialmente cancerígeno para el hombre), hay que asegurarse que los valores ambientales sean siempre los más bajos posibles, por ello se recomienda:

- Una ventilación adecuada del local o sala.
- Mantenimiento periódico (correcto funcionamiento, control de fugas, etc.).
- Utilizar aireadores mecánicos.
- Esterilizar con óxido de etileno únicamente aquel material que sea sensible al calor, utilizando siempre que sea posible el autoclave de vapor, lo cual representa un beneficio económico y para la salud.
- Guardar los cartuchos de óxido de etileno vacíos dentro de agua durante un tiempo prudencial.
- Centralizar todos los esterilizadores de óxido de etileno en una misma área, lo cual permite un mejor control ambiental y de mantenimiento.

- Utilización de prendas de protección personal (guantes, mascarillas), cuando sea inevitable una exposición o contacto puntual.

La utilización de esterilizadores de óxido de etileno que llevan la aireación del material incorporada disminuyen la concentración ambiental notablemente, puesto que la contaminación más elevada tiene lugar al abrir el esterilizador y llevar el material a airear. Tienen el inconveniente de su elevado costo y el ciclo de trabajo se alarga notablemente.

FORMALDEHIDO

El formaldehído es un gas incoloro con un olor fuerte y picante. Es inflamable y puede formar mezclas explosivas con aire y oxígeno y es extremadamente soluble en agua. Es un producto químico ampliamente utilizado en la industria (adhesivos, cosméticos, detergentes, contrachapado de madera, tintes, construcción, etc.).

Las soluciones acuosas de formaldehído, aproximadamente el 37 %, constituyen el formol o formalina, que contiene además de un 10 a un 15 % de metanol para inhibir la polimerización.

Personal expuesto

En el ámbito hospitalario el formaldehído se utiliza en los laboratorios de patología, en autopsia y en las unidades de diálisis. Los trabajadores que fuman están expuestos a unos niveles de formaldehído adicional, puesto que los humos de cigarrillo contienen alrededor de 40 ppm., dependiendo de la marca del tabaco.

También en la atmósfera se pueden encontrar cantidades, aunque muy pequeñas, de formaldehído procedente de incineradoras y humos de máquinas.

Efectos sobre la salud

Aunque la exposición a formaldehído puede ser por vía dérmica y por ingestión, la vía principal es por inhalación. Exposiciones prolongadas a bajas concentraciones pueden producir irritaciones de los ojos, inflamación de los párpados y erupciones de tipo alérgico. A unos niveles de 25 a 50 ppm., se pueden dañar ya los tejidos. Las soluciones acuosas son muy irritantes y pueden causar quemaduras. Se han descrito muchos casos de dermatitis por contacto con formol. Sin embargo, la mayoría de los incidentes han sido descritos por inhalación de vapores de formaldehído.

En 1977 Kane y Alarie publican un estudio de inhalación de diferentes concentraciones de formaldehído, realizado con animales y humanos. Los resultados que obtuvieron se detallan en las tablas 1, 2 y 3.

Por otra parte, la Chemical Industry Institute of Toxicology de Carolina del Norte publicó en 1979 un estudio realizado con 120 ratones de cada sexo, expuestos a unos

TABLA 1

KANE, ALARIE (1977) (Continuación)

HOMBRE

<u>Concentración (ppm.)</u>	<u>Duración exposición</u>	<u>Efectos</u>
1	5 min.	8 % personal expuesto irritación de ojos.
2 - 4	5 min.	33 % personal expuesto irritación de ojos.
5	5 min.	67 % personal expuesto irritación de ojos.
4 - 5	10 - 30 min.	Irritación, disconfort, lacrimación, tolerable para algunos.

TABLA 2

KANE, ALARIE (1977)

<u>Especie</u>	<u>Concentración (ppm.)</u>	<u>Duración exposición</u>	<u>Efectos</u>
Ratas	3,8	90 días	1/15 murieron.
	250	4 horas	Letal.
	490 - 1388	0,5 horas	Incremento secreciones nasales, dificultades respiratorias.
	815	0,5 horas	LC ₅₀ (en tres semanas de observación).
Conejos	15.5	Más 10 horas	3/5 murieron.

TABLA 3

KANE, ALARIE (1977) (continuación)

<u>Especie</u>	<u>Concentración (ppm.)</u>	<u>Duración exposición</u>	<u>Efectos</u>
Ratones	15.5	Hasta 10 horas	17/50 murieron.
	82	1 h./día, 3 días/sem. hasta 35 semanas	Aumento de peso normal
	163	1 h./día, 3 días/sem.	Intoxicación fuerte muerte.
	735	2 horas	Letal.

niveles de concentración de 0, 2, 6 y 15 ppm. de vapor de formaldehído, durante 6 horas diarias y 5 días a la semana. Después de 12 meses, algunos de los ratones expuestos a los niveles más altos de formaldehído habían desarrollado un tumor en las fosas nasales.

Otros estudios, entre ellos los realizados en el año 1982 por el Institute of Environmental Medicine de la Universidad de Nueva York, han confirmado la aparición de tumores cancerígenos en ratas expuestas a formaldehído.

Todos estos estudios han hecho pensar que el formaldehído pueda ser cancerígeno para el hombre, aunque no existe una evidencia clara por las limitaciones de diseño y metodología de los estudios realizados hasta ahora.

Además de todas las consideraciones anteriores hay que hacer mención a la facilidad que tiene el formaldehído para reaccionar con el ácido clorhídrico para formar el bisclorometiléter cuando ambos están en el ambiente. Este compuesto es un potente cancerígeno para los animales y

hay una gran evidencia de que pueda causar cáncer en humanos.

Cuando el formaldehído y el ácido clorhídrico se hallan a concentraciones ambientales poco elevadas (inferiores al TLV), la reacción es poco probable.

Valores límite ambientales y niveles de contaminación

La ACGIH tiene establecido un valor límite ambiental TWA de 1 ppm. A2 (sospechoso de ser cancerígeno para el hombre) y valor STEL de 2 ppm. A2.

NIOSH recomienda un valor techo de 1 ppm. durante 30 minutos y un TWA de 0,03 a 0,3 ppm., ya que consideran que con concentraciones inferiores a 1 ppm. ya se producen irritaciones en ojos y fosas nasales. A concentraciones por debajo del nivel olfativo, que es aproximadamente de 1 ppm., algunas personas pueden dar reacciones de tipo alérgico.

En el Reino Unido el valor límite es de 2 ppm. (1983), en Alemania es de 1 ppm. y en la URSS de 0,4 ppm. (1977).

En España, en el Reglamento de IMIN y P se indica un valor de 5 ppm. para el formol.

En un artículo publicado por R. P. Clark en 1983 los niveles de contaminación estimados, en departamentos de patología, están entre 2,2 y 7,9 ppm., que son relativamente altos si los comparamos con los de los trabajadores de las industrias de contrachapado de madera, o con los trabajadores de hornos de fundición, que tienen respectivamente de 1 a 2,5 ppm. y de 0,02 a 18,3 ppm.



Recomendaciones

A pesar de que el hombre y los animales tienen diferentes susceptibilidades respecto a un mismo compuesto químico, cualquier sustancia que se haya demostrado experimentalmente que produce cáncer en animales, debe ser considerada potencialmente cancerígena para el hombre. Basándose en

esto NIOSH y OSHA recomiendan que en los puestos de trabajo el formaldehído sea manipulado como un potencial cancerígeno y que se tomen todas las medidas posibles para que la contaminación ambiental sea lo más baja posible. Para conseguirlo se recomienda:

- Puestos de trabajo con una ventilación adecuada y, cuando sea posible, trabajar en campana de extracción.
- Los recipientes que contienen formaldehído deben estar bien tapados.
- Reducir al mínimo los tiempos de exposición.
- Controles periódicos de los niveles de contaminación.
- Control médico del personal expuesto.
- El personal sensibilizado debe cambiar de puesto de trabajo.

AGENTES ANESTESICOS

Los agentes anestésicos más utilizados actualmente son el óxido nitroso (protóxido de nitrógeno N_2O) y el 2-Bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoroetano, llamado Halotano o Fluotano, que se usan indistintamente juntos o por separado. Durante muchos años se ha trabajado en los quirófanos con cantidades elevadas de estos gases o vapores, debido a la ausencia de mecanismos efectivos para la eliminación de los gases residuales.

Personal expuesto

El colectivo de trabajadores expuesto profesionalmente a gases anestésicos es elevado, puesto que no se trata solamente del personal especializado en anestesia, sino que también hay que considerar las otras personas que concurren en el quirófano (cirujanos, ayudantes técnicos sanitarios y auxiliares), así como dentistas que practiquen intervenciones odontológicas, al personal de salas de partos y también a los cirujanos veterinarios. Asimismo, se detecta la presencia de gases anestésicos en salas de reanimación, exhalados por los pacientes que se hallan en recuperación después de la anestesia.

Efectos sobre la salud

Desde la aparición en 1967 de la encuesta Vaisman se han publicado gran número de trabajos epidemiológicos que pretenden estudiar los efectos de gases anestésicos —normalmente óxido nitroso y halotano— en las personas expuestas. Los efectos evaluados son: Aumento de abortos espontáneos en las mujeres expuestas durante o previamente al embarazo, e incluso en mujeres de hombres expuestos, aumento de malformaciones congénitas en hijos de madres expuestas, aparición de problemas hepáticos, renales y neurológicos y de incluso ciertos tipos de cáncer.

Contemplados todos los trabajos en conjunto se podría deducir una aceptable relación entre exposición y aumento del riesgo, sobre todo de los primeros efectos citados. Los trabajos publicados por Cohen, que realizó un estudio

para la ASA (Sociedad Americana de Anestésicos), forman un conjunto bastante concluyente a primera vista en este sentido. Revisiones aparecidas posteriormente admiten estas correlaciones, aunque no sin una fuerte crítica a los aspectos técnicos de los muestreos realizados, sobre todo en cuanto a una adecuada elección del grupo de control, concentraciones a las que ha estado sometido el grupo expuesto, eliminación de falsos positivos, hábitos no controlados (tabaco, alcohol), historia ginecológica previa, infertilidad voluntaria, etc. La últimas revisiones aparecidas se muestran aún mucho más críticas, sugiriendo que para poder admitir con garantías estas relaciones exposición-efecto, deberían comprobarse en nuevos estudios epidemiológicos.

Los estudios toxicológicos llevados a cabo con animales de laboratorio tampoco son concluyentes si se exceptúan aquéllos que se han llevado a cabo a concentraciones anestésicas o subanestésicas. En general se puede afirmar que es constatable una ralentización de los procesos de desarrollo, crecimiento y aprendizaje de animales expuestos a concentraciones ambientales de anestesia equivalente a los existentes como residuales en los quirófanos.

A la vista de todo esto, debemos afirmar que no se pueden demostrar con todo tipo de garantías los efectos nocivos ocasionados por la exposición laboral a gases anestésicos. Sin embargo, desde el punto de vista de la protección de la salud, es un hecho cierto que se miden concentraciones elevadas de gases anestésicos en el aire ambiente y que se pueden determinar concentraciones de éstos (o sus metabolitos) en aire exhalado y fluidos biológicos, por lo que deben tomarse medidas para reducir las concentraciones ambientales de gases anestésicos, residuales en quirófanos, máxime siendo ello técnicamente factible.

Valores límite ambientales

Para el óxido nitroso la ACGIH no tiene establecido ningún límite ambiental. NIOSH propone un valor TLV-TWA de 25 ppm., indicando que con la tecnología actual disponible es fácil no sobrepasar nunca los 50 ppm.

En cuanto al halotano, la ACGIH para 1986-87 tiene propuesto (no adoptado) un valor TLV-TWA de 50 ppm. (400 mg/m³) para el proceso de fabricación, obtenido por comparación con los valores asignados al cloroformo y tricloroetileno y teniendo en cuenta la diferente toxicidad de estos compuestos. En la propia documentación de los TLV se hace referencia a que los valores tolerables en quirófanos, donde hay probablemente también óxido nitroso, deben ser sensiblemente inferiores. NIOSH recomienda para los agentes anestésicos halogenados un límite de 2 ppm. o inferior, si además hay óxido nitroso en el ambiente, señalando la posibilidad técnica de que las concentraciones ambientales estén por debajo de 0,5 ppm.

Niveles de contaminación en quirófanos

Estudios realizados en grandes hospitales han permitido conocer los márgenes de concentraciones de halotano y

óxido nitroso presentes en el aire ambiente de los quirófanos, así como corroborar la influencia de diversos factores en estas concentraciones.

Se tomaron muestras personales al anestesta o su ayudante y muestras ambientales en lugares del quirófano no cercanos a la mesa de operaciones que se consideraron representativas de la concentración a la que se hallan expuestas el resto de personas que se encuentran en la sala de operaciones. Los márgenes de concentraciones observados coinciden con los que se describen en la bibliografía para quirófanos no equipados con sistemas de eliminación de gases residuales: 178-3847 ppm. de N₂O y < 0.1-23 ppm. de halotano para muestras ambientales y 0.4-47.8 ppm. de halotano para muestras personales. En la tabla 4 se exponen los valores promedios ambientales de óxido nitroso y halotano determinados en dos instituciones sanitarias de diferente estructura. En A se trata de un hospital antiguo con quirófanos descentralizados en los diferentes servicios, una parte de los cuales han sido renovados recientemente. B es un hospital relativamente nuevo que tiene centralizados los quirófanos en 3 zonas. Se observa manifiestamente (los resultados son significativos) que los quirófanos nuevos de A presentan valores mucho más bajos que los antiguos, mientras que en B cada bloque quirúrgico presenta valores diferentes atribuibles probablemente al diferente funcionamiento del aire acondicionado en cada uno de ellos.

TABLA 4

CONCENTRACIONES AMBIENTALES PROMEDIO (PPM.) DE OXIDO NITROSO Y HALOTANO

		X _{N₂O}	X _{Halotano}	
Hospital A	Quirófanos antiguos	1939	10,0	(1)
	Quirófanos nuevos	581	2,3	
Hospital B	Bloque quirúrgico 1	562	3,0	(2)
	Bloque quirúrgico 2	1523	6,4	
	Bloque quirúrgico 3	1139	4,3	

(1) Valores significativos P < 0,01
 (2) Valores significativos P < 0,05

También se ha constatado la influencia del tipo de circuito empleado: cerrado, semicerrado o abierto. La diferenciación entre semicerrado y abierto se ha hecho en función del modelo de respirador empleado, considerándose "semicerrado" el sistema de trabajo habitual en los modelos tipo Boyle-Cyclator (R). La concentración más baja observada es utilizando el circuito cerrado, aunque por tratarse de

una sola muestra queda excluida de un análisis de homogeneidad. La comparación entre los sistemas semicerrado y abierto es significativo.

TABLA 5

Concentraciones ambientales residuales de anestésicos según el tipo de circuito anestésico empleado

	ppm (coef. var.)	
	Halotano	Oxido nitroso
Cerrado	0,5 (—)	430 (—)
Semicerrado	2,4 (14 %)	1045 (19 %)
Abierto	3,5 (23 %)	1416 (19 %)

(1) Valores significativos $P < 0,05$

Otro factor a tener en cuenta es la concentración de anestésico empleada en las intervenciones de larga duración. En la tabla 6 se resumen los valores obtenidos para el halotano. Para el óxido nitroso los resultados no han sido significativos, probablemente por el escaso margen de variación de las concentraciones suministradas.

TABLA 6

Relación Conc. suministrada/Conc. ambiental de halotano

Conc. suministrada	Conc. ambiental
< 1 %	3,7 (18 %)
≥ 1 %	5,8 (17 %)

(1) Valores significativos $P < 0,05$

La proximidad al foco de emisión es otro factor que influye en la exposición al anestésico. En la tabla 7 se observan los resultados comparativos entre las medidas efectuadas en el foco de emisión (respirador), al lado del

mismo (muestra personal del anestesista) y en un lugar alejado de la mesa de operación (ambiental). Como es obvio, la concentración promedio de halotano disminuye al alejarse el punto de muestreo del foco de emisión.

TABLA 7

Concentraciones de halotano relativas a la muestra personal promedio

Respirador	2,7	}	(1)
Personal asistencia	1,0		
Ambiental	0,68		

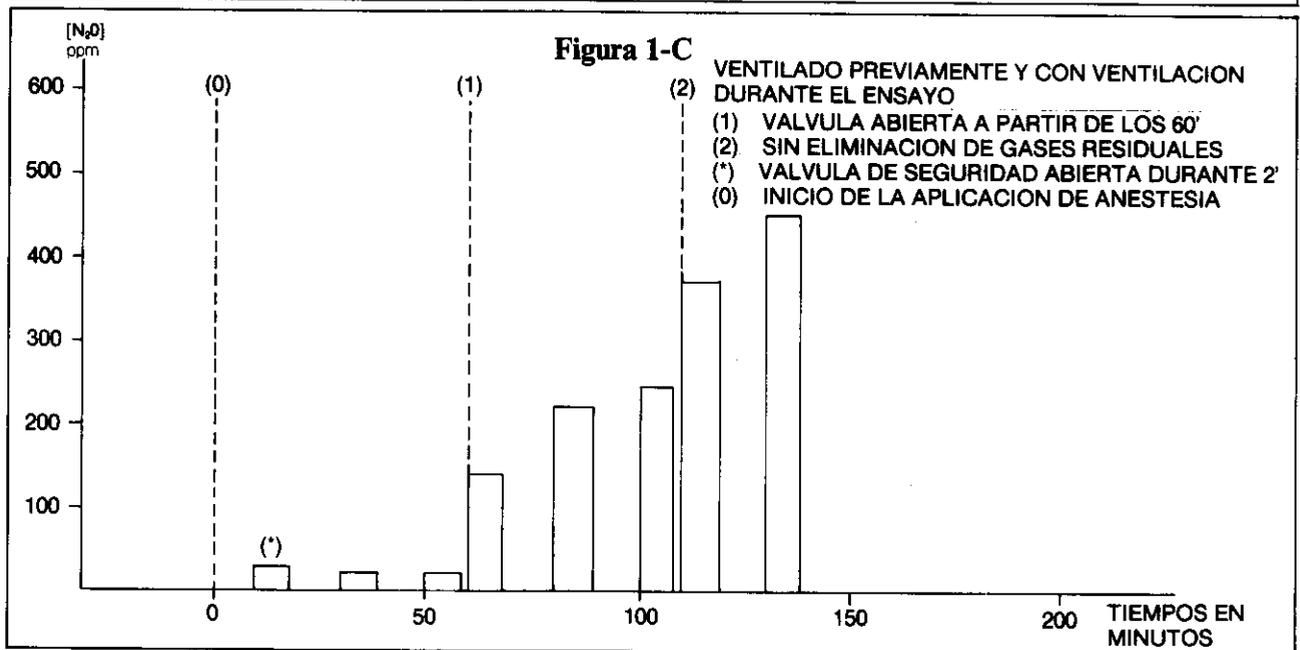
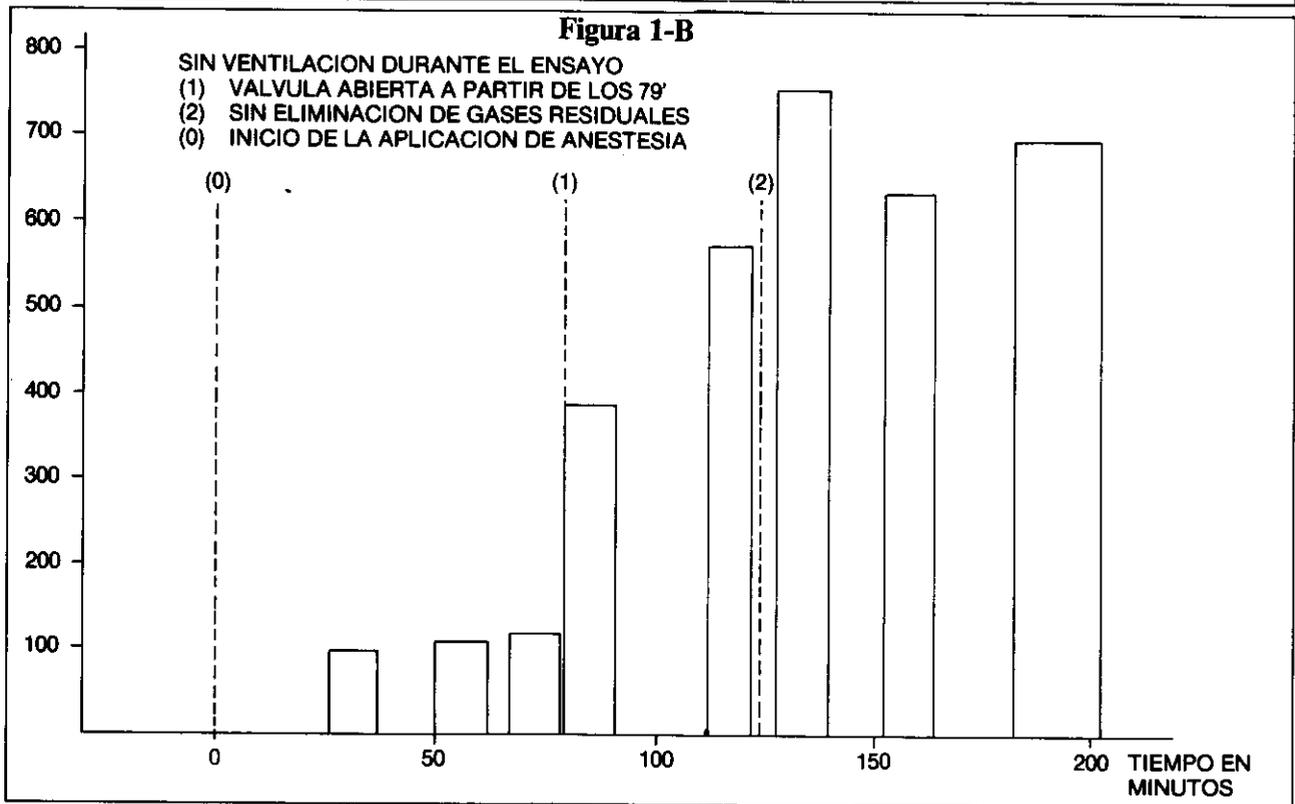
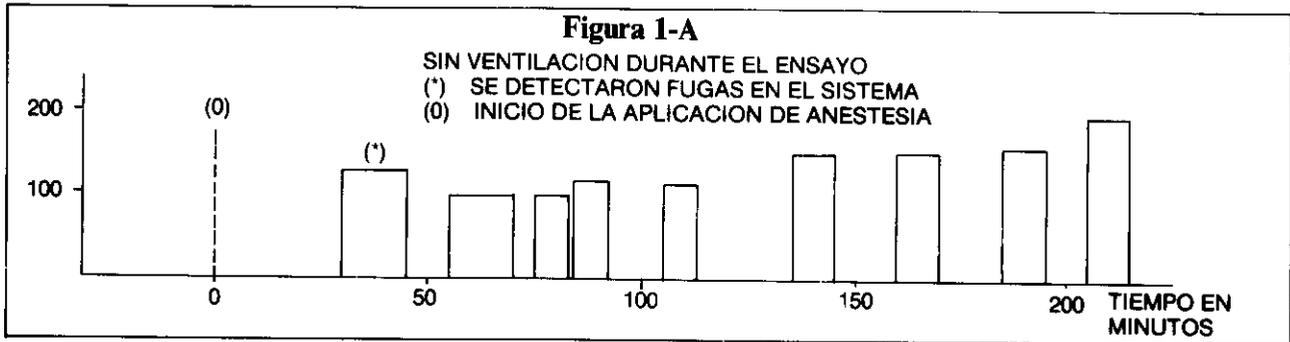
(1) Valores significativos $P < 0,01$

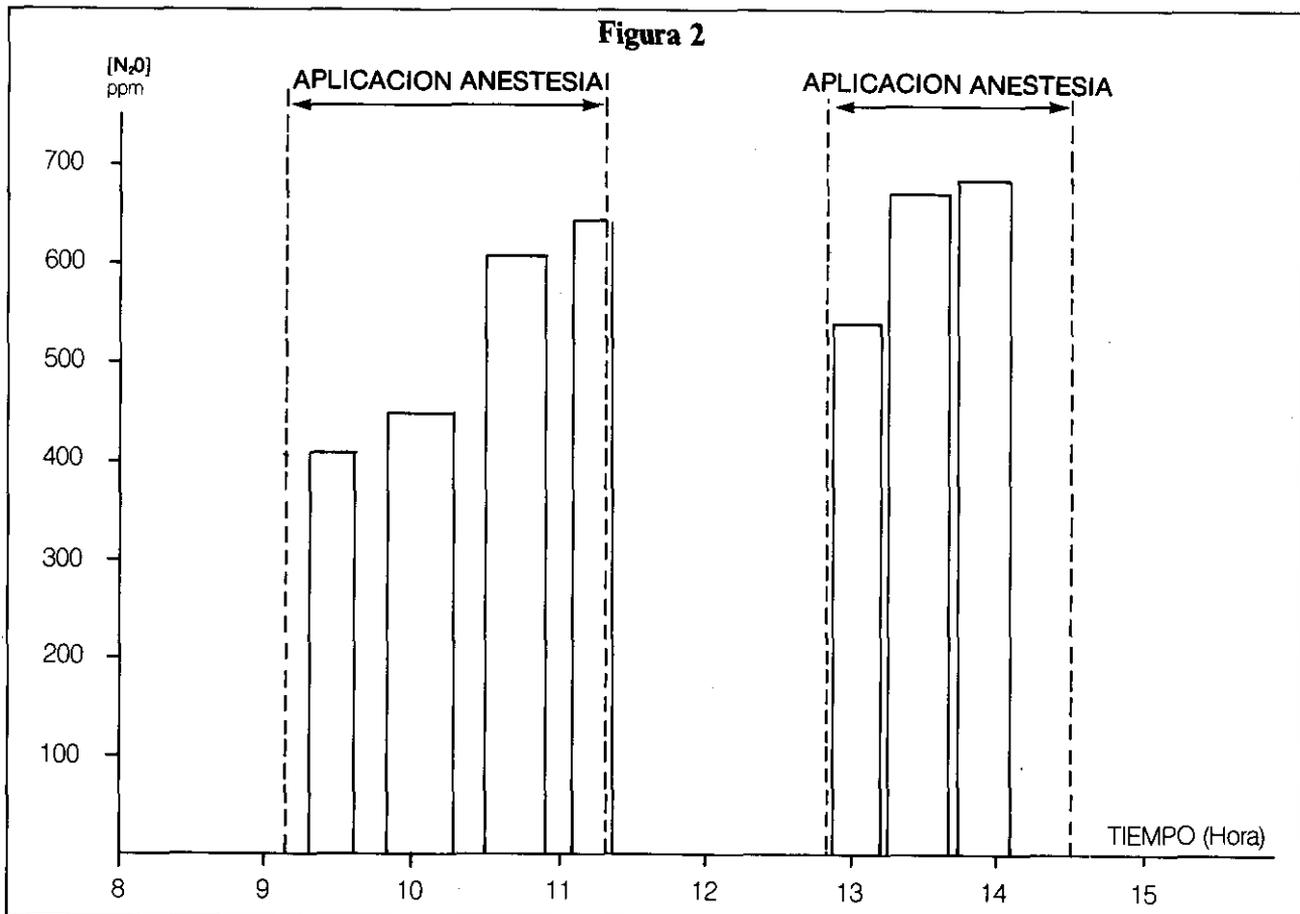
En la figura 1 se observa cómo evoluciona de manera diferente la concentración de óxido nitroso residual en un mismo quirófano cuando el sistema de eliminación de gases residuales funciona correctamente a lo largo de una intervención (1-A), cuando funciona incorrectamente o es desconectado (1-B) y, en este caso, pero con una ventilación adecuada del quirófano, previa y durante la experiencia (1-C). Es evidente que combinando una buena ventilación general (con renovación de aire) con el empleo correcto de un sistema de eliminación de gases residuales por aspiración al vacío, se mantienen concentraciones ambientales de gases anestésicos bajas.

Otro aspecto a tener en cuenta es la presencia de concentraciones de fondo en el aire ambiental del quirófano antes de iniciar una intervención. Mediciones efectuadas antes del inicio de la jornada han dado valores de hasta 200 ppm. de N_2O por ventilación defectuosa o bien porque no ha estado en funcionamiento. Este aspecto se agrava cuando en un mismo quirófano se efectúan varias intervenciones consecutivas. Al cesar la aplicación de anestesia inhalatoria, la concentración ambiental disminuye lentamente si la ventilación del quirófano no es buena, por lo que al iniciar nuevamente la aplicación de anestesia se alcanzarán rápidamente concentraciones elevadas como se observa en la figura 2.

Comentarios

La presencia de gases anestésicos residuales en el aire ambiente de los quirófanos y demás lugares donde se utilizan es un hecho demostrado, dependiendo la concentración a la que se hallan de una serie de factores que se resumen en la tabla 8. La actuación sobre estos factores nos permitirá una reducción de las concentraciones presentes hasta valores





bajos. Desde el punto de vista técnico, hay dos acciones básicas en este sentido: La eliminación de los gases residuales en el mismo foco de emisión mediante aspiración al vacío (scavenging) y la ventilación general del quirófano con renovación o tratamiento del aire.

TABLA 8

- TIPO DE ANESTESIA (máscara o intubación)
- TIPO DE CIRCUITO (con o sin reinspiración)
- FLUJOS Y CONCENTRACIONES DE ANESTESICOS UTILIZADOS
- FACTORES PROPIOS DEL QUIROFANO (Ventilación, volumen, nivel de renovación del aire).
- FACTORES PROPIOS DEL INSTRUMENTO (fugas, envejecimiento, conexión a una fuente de vacío para eliminación).
- FACTORES PROPIOS DEL ANESTESISTA (utilización inadecuada, falta de mantenimiento, despreocupación del problema).

Para la eliminación de gases residuales existen diferentes procedimientos basados en la mayoría de ellos en la aspiración por vacío. En la aplicación de estos procedimientos se toman siempre una serie de precauciones para evitar que puedan producirse alteraciones en el ritmo respiratorio del paciente, por lo que suelen estar equipados con diferentes

medidas de seguridad. La apertura innecesaria de las mismas provoca la ineficacia del sistema, por lo cual debe procederse a controles periódicos para regular su buen funcionamiento.

Un complemento básico a la extracción localizada es la ventilación general del local con renovación o tratamiento del aire. La combinación de ambos sistemas junto con revisiones periódicas del respirador y el circuito, una concienciación frente al problema y controles periódicos, entre otras medidas, permitirán obtener unas condiciones de calidad de aire ambiental adecuadas sin coste excesivo.

Recomendaciones

- Utilización de sistemas de eliminación de gases residuales (scavenging).
- Ventilación general con renovación o tratamiento de aire y funcionamiento permanente.
- Revisiones periódicas de los aparatos anteriores: Búsqueda de fugas, sustitución de filtros y comprobación de los sistemas de eliminación.
- Formación del personal.
- Consideración de los gases anestésicos como tóxicos laborales.
- Controles ambientales y biológicos.

COMPUESTOS CITOSTATICOS

La quimioterapia cancerosa puede presentar riesgo para las personas que los suministran por la propia toxicidad de muchos de los agentes citostáticos. Falk *et al.*, en un artículo publicado en *The Lancet* del año 1979 sugieren que cantidades de estos agentes químicos pueden ser absorbidos por el personal que trabajan en salas de oncología y demuestran actividad mutágena en la orina de las personas expuestas. Esta sugerencia ha estado debatida posteriormente por otros autores como Lassila *et al.*, (ibid. 1981) y Staiano *et al* (ibid. 1981).

De todas maneras, y tal como afirman Knowles y Virden (Br. Med. J., 1980) la utilización de ropa de protección adecuada (básicamente guantes) y de vitrinas de seguridad, así como la manipulación de los productos con las suficientes precauciones, evitando el contacto directo con los productos, eliminará ya de entrada los riesgos de contaminación.

OTROS COMPUESTOS QUIMICOS DE USO CORRIENTE EN HOSPITALES

El metacrilato de metilo, utilizado en la implantación de prótesis ósea, el hexaclorofeno, mercurio y otros metales, medicamentos y otros muchos compuestos pueden presentar algunas veces un riesgo para la salud. La utilización adecuada de estos productos garantiza normalmente la ausencia de problemas para la salud excepto en algunos casos descritos de sensibilización (formol, hexaclorofeno). En caso de duda se puede recurrir a medidas ambientales, para

garantizar unas condiciones adecuadas de calidad del ambiente.

PRODUCTOS QUIMICOS EN LOS LABORATORIOS DE HOSPITALES

Finalmente, un área posible de contaminación química son indudablemente los laboratorios de análisis que, más o menos centralizados, se encuentran en todos los hospitales. En estudios efectuados recientemente en laboratorios clínicos las concentraciones de ácido acético, metanol, etanol, tolueno y xilenos halladas no son muy destacables a pesar de tomarse las muestras aparentemente, en momentos de máxima concentración. Sin embargo, hay que trabajar siempre en las mejores condiciones de higiene y seguridad, y en caso de duda, recurrir a determinaciones ambientales de contaminantes o incluso a determinaciones en aire exhalado, sangre y orina de los contaminantes sospechosos o de sus metabolitos.

RIESGOS DE TRABAJOS DE TIPO INDUSTRIAL

Hay una tendencia a considerar como trabajadores de un hospital los médicos, enfermeras, técnicos y auxiliares, porque se considera al hospital como un edificio donde hay camas, pacientes y personal que cuida de ellos. Hay que recordar que un hospital también tiene: oficinas, cafeterías, lavanderías, calderas, plantas eléctricas, conducciones y a veces jardín. Hay que tener en cuenta estas diferentes ocupaciones y el riesgo que comportan a la hora de pensar en un plan general de prevención de salud laboral de los centros sanitarios.

Este pequeño libro pretende ayudarle a convertir su hogar en un lugar seguro. En él se analizan los principales riesgos que se pueden presentar en las distintas dependencias de su casa, así como las acciones a adoptar con el fin de evitar los accidentes.

Autor: Grupo de trabajo de INSHT.
Coordinado por: Forest, M.
Publicación de 44 págs.
Editado en 1.983 por el INSHT.
Precio de venta 50 ptas. (+6% I.V.A.).

