

¿Se puede controlar el Formaldehído?

Peñalver Paolini, MA⁽¹⁾; Mazón Cuadrado, L⁽¹⁾; Rosado María, M⁽¹⁾; Sánchez-Cifuentes, MV⁽¹⁾; Colino Romay, E⁽¹⁾; Berrocal Fernández, P⁽²⁾.

⁽¹⁾Hospital Universitario de Fuenlabrada

⁽²⁾Valora Prevención

Correspondencia:

MA Peñalver Paolini

Correo electrónico: eldacolino@yahoo.es

La cita de este artículo es: MA Peñalver Paolini. ¿Se puede controlar el Formaldehído? Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2016; 25: 204-210

RESUMEN.

El Formaldehído es utilizado ampliamente en Anatomía Patológica para fijar y conservar las muestras, desde el 1 de Enero de 2016 ha entrado en vigor la nueva clasificación de este agente como cancerígeno, por ello es importante la evaluación de riesgo ante tal exposición. **Objetivo:** demostrar la efectividad de la aplicación de medidas preventivas para disminuir la exposición al formaldehído en salas de tallado de laboratorios de Anatomía Patológica. **Metodología:** se realizó una valoración ambiental de la exposición al formaldehído, en la sala de tallado del Hospital Universitario de Fuenlabrada, en los puestos de trabajo de técnico y facultativo de Anatomía Patológica, en el año 2008 y posteriormente en el 2012 tras aplicar medidas preventivas. El método de muestreo seguido fue el Método NIOSH 2016 Determinación de Formaldehído en Aire. Método de absorción en Gel de Sílice tratado con 2,4- dinitrophenylhydrazine y se compararon los resultados con el Valor Límite Ambiental de Corta Exposición (VLA-EC: 0.37 mg/m³) establecido en la guía de "Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos" del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. **Resultados:** el índice de exposición en 2012 después de incrementar la ventilación (22 renovaciones por hora en sala de tallado y a 15 renovaciones por hora en almacén de muestras) y de efectuar almacenamiento independiente con extracción localizada, es de una

IS IT POSSIBLE TO CONTROL FORMALDEHYDE?

ABSTRACT.

Formaldehyde is widely used in Pathology to set and store samples. From January 1, 2016 this agent was classified as carcinogen, so it is important to risk assessment to such exposure. **Objective:** To demonstrate the effectiveness of preventive measures to reduce exposure to formaldehyde in rooms carved Laboratory of Pathology. **Methodology:** We made an environmental assessment of formaldehyde exposure in the room carved from Hospital Universitario de Fuenlabrada, in the jobs of technician and pathologist, in 2008 and later in 2012 after preventive measures. The sampling method was followed NIOSH Method 2016 Determination of Formaldehyde in Air. Absorption method silica gel treated with 2,4- dinitrophenylhydrazine and the results were compared with the Environmental Exposure Limit Value Short (STEL:0.37 mg / m³) established in the guide "Occupational Exposure Limits for Chemical Agents" National Institute for Safety and Health at Work. **Results:** the exposure index in 2012 after increasing ventilation (22 air changes per hour in room carved and 15 air changes per hour in store samples) and perform independent storage localized extraction is a geometric mean (GM) 0.5 being the acceptable value. **Conclusions:** General ventilation and separate storage are preventive measures with great impact, however recommended to control such

Media Geométrica (MG) \leq 0.5 siendo el valor aceptable. **Conclusiones:** La ventilación general y el almacenamiento independiente son medidas preventivas con gran impacto, sin embargo lo recomendado para controlar tal exposición es la sustitución del formaldehído por otro producto de menor toxicidad y posteriormente las modificaciones de los procedimientos de trabajo que esto conlleve.

Palabras clave: formaldehído, exposición ocupacional, anatomía patológica, medidas preventivas, efectividad.

Fecha de recepción: 12 de agosto de 2016

Fecha de aceptación: 19 de noviembre de 2016

exposure is the substitution of formaldehyde by another product of lower toxicity and subsequent changes in work procedures that this entails.

Key words: Formaldehyde, occupational exposure, Pathology, preventive measures, effectiveness.

Justificación

Con la entrada en vigor de la nueva clasificación del formaldehído como agente cancerígeno, es obligatorio para profesionales, instituciones y organismos oficiales adaptar las infraestructuras de los laboratorios de Anatomía Patológica y de los procedimientos de trabajo que se llevan a cabo. Es por ello que este estudio, tiene como objetivos:

Objetivo principal: Demostrar la efectividad de las medidas preventivas para disminuir la exposición al formaldehído implementadas en la sala de tallado del laboratorio de Anatomía Patológica del Hospital Universitario de Fuenlabrada.

Objetivos secundarios:

- Valorar la aplicación de nuevas medidas y procedimientos de trabajo para el control de la exposición al formaldehído.
- Establecer la realización de una nueva valoración ambiental.

Introducción

En los laboratorios de Anatomía Patológica se utilizan numerosas sustancias químicas en las diferentes técnicas realizadas. En la sala de tallado, el principal producto químico es el formaldehído, el cual es ampliamente utilizado debido a las características químicas y físicas que posee para la fijación y conservación de muestras; por estas propiedades, su uso se remonta al siglo XIX y es tan extendido que, a pesar de su conocido efecto tóxico, se ha constatado la aceptación del riesgo de exposición por parte del personal de estos servicios¹.

El formaldehído es una sustancia líquida, incolora, de olor penetrante muy soluble en agua, en la cual polimeriza rápidamente. Su disolución en agua, con adición de metanol, recibe el nombre de formol o formalina y está compuesto en un 37% de formalina y un 63% de agua. Tiene un punto de ebullición a los 100 grados centígrados, un pH entre 2.8 y 4.0. Es muy inflamable y puede formar atmósferas explosivas a determinadas concentraciones²⁻³. Su fórmula química es simple: CH₂O. Como fijador se utiliza en una dilución

TABLA 1. NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN OPERACIONES REALIZADAS EN LA SALA DE TALLADO DE LABORATORIOS DE ANATOMÍA PATOLÓGICA⁽⁶⁾

OPERACIÓN ESTUDIADA	NIVELES DE CONTAMINACIÓN
Manipulación de piezas:	2-4 PPM
Biopsias	1-4 PPM
Lavado de piezas o perfusiones	5-6 PPM

tamponada del 4-10%, estabilizada con metanol para evitar la floculación⁴.

Las tareas en donde hay mayor exposición a concentraciones elevadas de éste agente químico dentro de los Laboratorios de Anatomía Patológica son: el procesamiento de los tejidos, la manipulación de las piezas anatómicas conservadas en perfusión de formaldehído, el lavado de las piezas, el vaciado de casetes, la eliminación de los residuos y la realización de las biopsias (cortes histológicos); en operaciones como las mencionadas, en estudios realizados se han detectado niveles de contaminación de los siguientes órdenes⁵:

La vía de exposición más importante es la inhalatoria ya que se difunde rápidamente en el tracto respiratorio y también se puede absorber a través del aparato gastrointestinal y la vía dérmica⁷.

Los efectos agudos de la exposición a formaldehído son irritación a nivel del tracto respiratorio superior y de los ojos. Concentraciones de 0.5 a 2.0 partes por millón (ppm) irritan ojos, nariz y garganta, de 10-20 ppm causa dificultad respiratoria, sensación quemante a nivel de nariz, garganta y accesos de tos, de 25-30 ppm se produce daño severo que lleva a edema pulmonar y neumonitis. Por último una concentración mayor de 100 ppm puede causar la muerte⁵.

Existe una tolerancia y adaptación a los efectos irritativos de la exposición al formaldehído que aparece después de 10 minutos de contacto directo sin equipos de protección individual. El desarrollo de esta tolerancia a los efectos agudos puede dar una falsa sensación de seguridad lo que puede influir en la no utilización de equipos de protección individual⁸.

La exposición dérmica puede causar efectos de irritación y sensibilización de la piel y puede producir descamación, sequedad, prurito y quemaduras, endurecimiento de uñas, alergias, eczema irritativo y/o alérgico⁹. La exposición prolongada, puede causar secuelas res-

piratorias crónicas por la como pérdida progresiva del olfato, asma, rinitis, sinusitis, bronquitis, síntomas neurológicos como cefalea, fatiga, somnolencia, pérdida de la concentración, efectos mutagénicos y carcinogénicos. Estudios epidemiológicos han demostrado una relación causal entre exposición a formaldehído y la aparición de cáncer; evidenciándose un aumento del riesgo para cáncer nasosinusal y linfomatomatopoyético, específicamente la leucemia mieloide¹⁰. Para ésta última, su aparición en ratas se ha observado a concentraciones de formaldehído de 3-6 mg/ml¹¹.

En España, los Límites de Exposición Profesional del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (año 2015), fijan para el formaldehído, como valor límite ambiental para exposiciones de corta duración un VLA-EC de 0,3 ppm (0,37 mg/m³)¹². Este VLA-EC coincide con el propuesto por la American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) y ambos están basados en su efecto irritativo agudo.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) reclasificó el formaldehído en 2004 como agente cancerígeno (grupo 1) ante las evidencias suficientes de su relación con el cáncer nasofaríngeo y la leucemia. Tras esta reclasificación, el Reglamento Europeo n° 605/2014 ha establecido que desde el 1 de Abril de 2015 el formaldehído pase a ser considerado agente cancerígeno 1B con indicación de peligro H350 que se asigna a las sustancias que se considera que pueden provocar cáncer en el ser humano⁴. En el mismo reglamento, de aplicación en toda la Unión Europea el formol se clasificó como mutágeno de clase 2; por todo ello no existe un nivel de exposición seguro ante éste y por lo tanto es necesario eliminar o reducir al máximo la exposición como se recomienda en el Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo¹³.

TABLA 2. AGENCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL CÁNCER, IARC⁽¹⁴⁾

Grupo 1	Carcinogenic to humans
Grupo 2A	Probably carcinogenic to humans
Grupo 2B	Possibly carcinogenic to humans
Grupo 3	Not classifiable as to its carcinogenicity to humans
Grupo 4	Probably not carcinogenic to humans

Materiales y Métodos

El presente estudio se ha llevado a cabo en el Laboratorio de Anatomía Patológica del Hospital Universitario de Fuenlabrada, en el año 2008 y 2012, tomando como muestra 2 técnicos de Anatomía Patológica y 3 facultativos de dicha especialidad, en cada año respectivamente.

Descripción de los Puestos de Trabajo evaluados:

- **Técnico de Anatomía Patológica, Sección de Tallado:** se encarga de preparar las muestras que posteriormente analizará el Facultativo. El principal foco de generación de contaminante de éste puesto, es la emisión de vapores de formaldehído procedentes de los botes que lo contienen y de las propias piezas que están fijadas con esta sustancia. El tiempo de exposición medio al contaminante es de entre 1 y 5 horas diarias, siendo en función del número de piezas que sea necesario preparar.

- **Facultativo de Anatomía Patológica, Sección de Tallado:** realiza el tallado de la pieza procedente de cirugía, biopsias o necropsias. El principal foco de generación de contaminante de éste puesto, es la emisión de vapores de formaldehído procedentes de los botes que lo contienen y de las propias piezas que están fijadas con esta sustancia. El tiempo de exposición al contaminante es variable, en función del número de piezas que sea necesario tallar, pudiendo variar de 1 a 3 horas diarias.

Método de Muestreo elegido

Para la realización del presente estudio se realizó una valoración ambiental, siguiéndose los criterios establecidos en el método de muestreo NIOSH 2016 Determinación de Formaldehído en Aire. Método de adsorción en Gel de Sílice tratado con 2,4-dinitrophenylhydrazine¹.

Condiciones de realización del muestreo

Se realizaron mediciones para valorar la exposición al formaldehído en el año 2008 antes de la aplicación de las medidas preventivas y posteriormente en el año 2012, en los puestos de trabajo mencionados anteriormente.

En el año 2008 los muestreos personales fueron realizados los días 21 y 29 de octubre y el 14 de Noviembre.

En el año 2012 los muestreos personales fueron realizados los días 13, 15 y 22 de Noviembre.

Durante las mediciones, según informaron los propios trabajadores y el responsable del laboratorio, se realizaron las tareas habituales, desarrollándose a un ritmo que puede considerarse normal en esa Sección (excepto en el muestreo del día 29 de octubre 2008/Facultativo) por lo que las circunstancias de la toma de datos pueden considerarse, en su conjunto, representativas de las condiciones de trabajo de esa área.

En el muestreo del 29 de octubre la facultativa comentó que el tiempo de exposición de unas 3 horas fue superior a lo habitual debido a que la muestra que se estaba tallando era complicada.

Criterios de Evaluación

Se han basado en los siguientes criterios de tipo legal: Real Decreto 374/2.001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, establece como criterio legal en España los Valores Límites Ambientales (VLA) que periódicamente publica el INSHT en su documento "Límites de exposición profesional para agentes químicos (versión 2012)"¹².

El VLA-EC establecido para el formaldehído es 0.37 mg/m³, que representa la concentración media ponderada para cortos periodos de exposición (máximo de 15 minutos) a la cual puede estar expuesta la mayoría de los trabajadores sin sufrir efectos adversos para su salud.

Resultados

TABLA 3. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE EXPOSICIÓN DE FORMALDEHÍDO DEL AÑO 2008

PUESTO DE TRABAJO	FECHA MUESTRA	EXP. DIARIA- CORTA DURACIÓN (mg/m ³)	VLA- EC (mg/m ³)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN	VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN
Técnico	21/10/08	0.85	0.37	I ₁ : 2.3	I ₁ , I ₂ , I ₃ > 1 Inaceptable
	29/10/08	0.99		I ₂ : 2.67	
	14/11/08	0.90		I ₃ : 2.43	
Facultativo	21/10/08	1.02		I ₁ : 2.75	I ₁ , I ₂ , I ₃ > 1 Inaceptable
	29/10/08	1.38		I ₂ : 3.73	
	29/10/08	1.21		I ₂ : 3.27	
	14/11/08	0.74	I ₃ : 2		

TABLA 4. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE EXPOSICIÓN DE FORMALDEHÍDO DEL AÑO 2012

PUESTO DE TRABAJO	FECHA MUESTRA	EXP. DIARIA- CORTA DURACIÓN (mg/m ³)	VLA- EC (mg/m ³)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN	VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN
Técnico	13/11/12	0.0432	0.37	I ₁ : 0.12	MG ≤ 0.5 Aceptable
	15/11/12	0.1557		I ₂ : 0.42	
	22/11/15	0.0664		I ₃ : 0.18	
Facultativo	13/11/12	0.0437		I ₁ : 0.12	MG ≤ 0.5 Aceptable
	15/11/12	0.1302		I ₂ : 0.35	
	22/11/12	0.0648		I ₃ : 0.17	

Discusión

En las mediciones realizadas en el 2008 las concentraciones de formaldehído obtenidas suponían que la exposición a este contaminante en los puestos de facultativo y técnico de Anatomía Patológica superaban ampliamente el VLA durante sus tareas en la sala de tallado a pesar de las medidas preventivas técnicas implantadas, las cuales eran principalmente; el uso de cabinas de tallado y la ventilación general proporcionada por el sistema de tratamiento de aire.

La sala disponía de dos cabinas de tallado de la marca Diapath modelos Patholab 130 y 180 con flujo de aspiración frontal e inferior y con expulsión hacia arriba del aire filtrado. La zona de trabajo está perforada para permitir la recogida del líquido a un recipiente. Según el manual de instrucciones ambas cabinas tienen un caudal de aspiración de 1500 m³/h y una velocidad de aspiración regulable entre 0,3-0,7 m/s. Como consecuencia de estos resultados se implementa-

ron una serie de medidas preventivas en la sala de tallado, que supuso:

- Ampliación de la sala, para proporcionar una mayor superficie y volumen.
- Los recipientes con muestras en formaldehído que se almacenaban en la sala de tallado, se trasladaron a un almacén independiente, algunos con extracción localizada para evacuar los gases al exterior.
- Se instaló una unidad de tratamiento de aire, específico para la sala de tallado y el almacén.
- Las renovaciones por hora calculadas, se modificaron a 22 en sala de tallado y 15,3 en almacén, superándose las 15 renovaciones /horas.

En las mediciones realizadas en el noviembre 2012 tras las modificaciones mencionadas, los resultados

obtenidos demostraron que la exposición de los trabajadores era muy inferior al VLA establecido para el formaldehído.

Conclusiones

La reducción en las concentraciones de formaldehído en la sala de tallado, desde unas concentraciones inaceptables a unas aceptables se puede atribuir a las mejoras introducidas posterior a las mediciones del 2008; las cuales se enfocaron en disminuir la emisión de vapores en la sala y a mejorar el sistema de ventilación tanto de la sala de tallado como en el almacén.

La ventilación general y el almacenamiento independiente son medidas preventivas con gran impacto, sin embargo lo recomendado para controlar tal exposición es la sustitución del formaldehído por otro producto de menor toxicidad; en la actualidad existen diversos fijadores alternativos cuya composición está basada en distintos tipos de diluciones alcohólicas de Glyoxal (etanol, 2-diona) o de Propilenglicol pero aún no existe suficiente evidencia de su rendimiento como fijadores; por lo que mientras no sea posible la sustitución del formaldehído, es necesario adoptar medidas que permitan minimizar los riesgos de ésta exposición.

Basándonos en las características actuales de la sala de tallado y en el último documento de recomendaciones de la Sociedad Española de Anatomía Patológica referente a las medidas de seguridad aconsejadas en el manejo de formaldehído y al uso de fijadores alternativos, se podrían recomendar algunas modificaciones para la mejora de la mesa de tallado, como: una cabina de triple extracción (la actual sólo tiene inferior y frontal), desagüe específico para formol con cierre automático, depósito de recogida de formol con dispositivo indicador de nivel máximo y posteriormente las modificaciones de los procedimientos de trabajo que esto conlleve.

Bibliografía

1. Arana Beloso D, Blanco Guerra C, Caldés Casas A, Gallego Piñol E, Gómez Pérez F, et al. Agentes químicos en el ámbito sanitario. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT). Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid: 2010.
2. Pascual J, Córdoba A. Mesas de tallado: diseño participativo para la mejora de la seguridad y la productividad. En: Giménez Mas J, Guerra Merino I. Libro Blanco 2013 de la Anatomía Patológica en España. 3era edición. España: SEAP-IAP; 2013. p. 297-315.
3. Mena Marín M, Alpizar Calvo T, Mena Umaña F. Medidas de bioseguridad en una sala de disección de anatomía patológica. Medicina Legal de Costa Rica. 2011; vol. 27 (1): 35-39.
4. Concha López Á, Álvarez Alegret R, Autonell Reixach F, Cabrera Pérez R, Carrasco García M, Claro González I, et al. Documento de recomendaciones de la Sociedad Española de Anatomía Patológica- IAP referente a las medidas de seguridad aconsejadas en el manejo del formaldehído y al uso de fijadores alternativos. Sociedad Española de Anatomía Patológica. 2016.
5. Soria Torrez D. Análisis de la efectividad de la implementación de medidas preventivas para controlar la exposición a formaldehído en la sala de anatomía patológica de un hospital universitario. Barcelona. 2011.
6. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 248: Formaldehído: su control en laboratorios de Anatomía y Anatomía Patológica. Madrid: INSHT; 1990.
7. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 873: Prevención de la Exposición a Formaldehído. Madrid: INSHT; 2010.
8. Mirabelli MC, Holt SM, Cope JM. Anatomy laboratory instruction and occupational exposure to formaldehyde. Occup Environ Med. 2010 Nov 22.
9. Lundov MD, Johansen JD, Carlsen BC, Engkilde K, Menné T, Thyssen JP. Formaldehyde exposure and patterns of concomitant contact allergy to formaldehyde and formaldehyde-releasers. Contact Dermatitis. 2010 Jul; 63(1):31-6
10. National Toxicology Program. Formaldehyde. IN: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Report on Carcinogens, Thirteenth Edition. 2014. p. 1-11.
11. International Agency for Research on Cancer (IARC): Chemical agents and related occupations: A review of human carcinogens. IARC Monographs. 100F: 401-435. 2012.

12. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España para el año 2015. Madrid: INSHT; 2015.

13. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, nº 124, (24/05/1997).

14. International Agency for Research on Cancer (IARC): Chemical agents and related occupations: A review of human carcinogens. IARC Monographs. 100F: 29- 31. 2012.

15. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 590: Prevención de la exposición a formaldehído. Instituto Nacional de Higiene y Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid: INSHT; 2003.