



EXPOSICIÓN A AGENTES CANCERÍGENOS EN LABORATORIOS Y SALAS DE AUTOPSIAS: USO Y MANEJO DE FORMALDEHIDO

**EXPOSURE TO CARCINOGENS IN
LABORATORIES AND AUTOPSY ROOMS:
HANDLING AND USE OF
FORMALDEHYDE**

Miguel López Gobernado
Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales
mlopezgeb@saludcastillayleon.es

David Villalba Gil
Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales
dvillalba@saludcastillayleon.es

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS

Patología forense / Formaldehído / Laboratorio.
Forensic pathology / Formaldehyde / Laboratory.

RESUMEN / ABSTRACT

Este documento se centra en los peligros potenciales para criminalistas y antropólogos forenses por exposición a formaldehído y las medidas preventivas para evitar los riesgos, ya que desde el 1 de enero de 2016 es considerada una sustancia que puede provocar cáncer y se sospecha que provoca defectos genéticos.

This paper focuses on the potential dangers to forensics and forensic anthropologists from exposure to formaldehyde and preventive measures to avoid risks, as from January 1, 2016 is considered a substance that can cause cancer and are suspected of causing genetic defects.



DEFINICIÓN Y USOS DEL FORMALDEHÍDO

El formaldehído es el aldehído más sencillo que se conoce. Recibe diversos nombres, entre los que destacan por su uso, formol o metanol. Lo encontramos en la mayoría de los sistemas vivos y en el medio ambiente como producto natural. Además podemos estar expuestos a formaldehído en procesos de combustión como las emisiones de los vehículos a motor, centrales eléctricas, refinería e incluso en el humo de tabaco, si bien, tiene una vida media corta en el medio ambiente porque se elimina desde el aire por procesos fotoquímicos, por precipitación y por biodegradación.

La exposición laboral a este compuesto químico es frecuente en la producción de papel, como adhesivo y aglutinante en la industria de la madera, en la fabricación de circuitos impresos, también es utilizado como desinfectante y, sobre todo, como conservante y fijador de tejidos en el medio sanitario.

En los laboratorios de anatomía patológica y salas de autopsias el formaldehído es usado desde finales del siglo XIX debido a las características físicas y químicas que posee para la fijación y conservación tisular.

Debido a su elevada capacidad de polimerización, su uso se da habitualmente en forma de disolución acuosa, con una concentración de formaldehído al 30-50%, conteniendo hasta un 15% de metanol como estabilizante. Su disolución en agua,

con adición de metanol, recibe el nombre de formol o formalina. En la conservación de piezas anatómicas se utilizan habitualmente disoluciones con aproximadamente un 4% de formaldehído y estabilizadas con metanol entre el 0,5% y 1,5%.

RIESGOS PARA LA SALUD POR EXPOSICIÓN LABORAL A FORMALDEHÍDO EN LABORATORIOS Y SALAS DE AUTOPSIAS

La manipulación del formol en las diversas operaciones en el tratamiento de los cadáveres o restos anatómicos hace que se pueda emitir al ambiente formaldehído y penetrar en el organismo principalmente por vía inhalatoria y, en menor medida, por absorción cutánea.

Los efectos sobre la salud varían en función de la exposición al formol por tiempo y concentración del mismo. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) señala que a partir de concentraciones superiores al 0,2% puede producir reacción alérgica en la piel, y en concentraciones entre el 5 y el 25% además es nocivo en caso de inhalación, en contacto con la piel, en caso de ingestión y provoca irritación cutánea, ocular y de las vías respiratorias.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasifica el formaldehído como un cancerígeno para los seres humanos (Grupo 1), con base en pruebas suficientes en humanos y en animales de experimentación, existiendo un

En los laboratorios de anatomía patológica y salas de autopsias el formaldehído es usado desde finales del siglo XIX debido a las características físicas y químicas que posee para la fijación y conservación tisular.



mayor riesgo en desarrollar cáncer de nasofaringe y la posible asociación entre el cáncer linfohematopoyético y la exposición al formaldehído. Desde el 1 de enero de 2016, con la entrada en vigor del Reglamento de la Unión Europea 491/2015, el formaldehído ha sido clasificado como cancerígeno de categoría 1B y mutágeno de categoría 2, es decir, que puede provocar cáncer y se sospecha que provoca defectos genéticos.

Los altos valores registrados en los laboratorios y en las salas de autopsias y el obligado cumplimiento del Real Decreto 665/1997, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (y agentes mutágenos - R.D 349/2003), hace que se deban tomar medidas para la sustitución del formaldehído por otro producto alternativo o, si esto no es posible, adoptar medidas para la reducción de la exposición.



En los laboratorios de anatomía patológica la exposición a formaldehído se sitúa entre 0,08 y 6,90 partes por millón (ppm), en las prácticas de disección de cadáveres entre 0,38 y 2,94 ppm y en las salas de autopsias se alcanzan valores entre 0,07 y 8,40 ppm. Los límites de exposición profesional para el año 2015 publicados por el Ministerio de Empleo y Seguridad Social en España señalan que el valor límite ambiental para exposiciones cortas (VLA-EC) para el formaldehído es de 0,3 ppm (0,37 mg/m³).

PREVENCIÓN DE LA EXPOSICIÓN A FORMOL

En la medida en que sea técnicamente posible, cumpliendo la legislación vigente, se debe limitar la utilización en el trabajo de agentes cancerígenos o mutágenos, en particular mediante su sustitución por una sustancia, un preparado o un procedimiento que, en condiciones normales de utilización, no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores.

La tendencia actual es eliminar el uso del formol. Para la fijación y conservación de tejidos existen varios productos elaborados a partir de glyoxal, etanol, isopropanol, metanol y otras sustancias. Si bien se ha limitado el uso de formol, no es posible la eliminación total del mismo en el ámbito sanitario, puesto que se han detectado problemas con algunas técnicas inmunohistoquímicas y de patología molecular.

Se debe limitar la utilización en el trabajo de agentes cancerígenos o mutágenos, en particular mediante su sustitución por una sustancia, un preparado o un procedimiento que, en condiciones normales de utilización, no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores.

Technique	Use on human cadáver	Fixative used	Period of preservation*	Quality of tissue	References
Genelyn	Yes	Formalin based	N/A	Harder than Fresh	(Jaung et al., 2011; Norton-old et al., 2013)
Thiel	Yes	Formalin based (low)	Over a Year	Similar to Fresh	(Thiel, 1992)
Anderson	Yes	Formalin based (diluted)	Two weeks	Similar to Fresh	(Anderson, 2006)
Frolich	Yes	Formalin based (buffered)	N/A	N/A	(Frolich et al., 1984)
St. George's	Yes	Alcohol, phenol and glycerol	Six months	Similar to Fresh	(Barton et al., 2009)
ESCO	Yes	ESCO epic conditioner and ESCO anticoagulant softener	30 days	Similar to Fresh	(Messmer et al., 2010)
Universidade Nova de Lisboa	Yes	Aliphatic alcohols, Diethylene glycol and Monoethylene glycol	Six months to a Year	Similar to Fresh	(Goyri-O'Neill et al., 2013)
Bronopol	Yes	Bronopol	Not clear	Similar to Fresh	(Dissard et al., 2009)
Ethanol Glycerine	Yes	Ethanol Glycerine and Tymol	One year	Similar to Fresh	(Hammer et al., 2012)
Glutaraldehyde	Yes	Glutaraldehyde	Six weeks	Similar to Fresh	(Campbell and Margrave, 1988; Thollurst and Hart, 1990)
PHMGH	No	Polyhexamethyleneguanidine hydrochloride	N/A	Similar to Fresh	(Anichkov et al., 2011)
Ionic liquids	No	Ionic liquids	Two years	Similar to Fresh	(Majewski et al., 2003)
δ -lactones	No	2-para-dioxanon	N/A	Similar to Fresh	(Langer and Jackson, 1966)

*The period of preservation could be limited by the legislations governing different anatomy departments as different countries allow retaining body parts for different periods of time.

Tabla 1: Comparación de diferentes técnicas de embalsamamiento.

Fuente: Balta JY et al. Human Preservation Techniques in Anatomy: A 21st Century Medical Education Perspective. Clinical Anatomy. 2015; 28:725–734.

Una vez que no ha sido posible eliminar en su totalidad el uso del formol en los laboratorios y salas de autopsias, se deben tomar medidas para la prevención y reducción de la exposición al contaminante químico, por ello se deberían implantar medidas organizativas que definan un método de trabajo, elaborando guías y procedimientos de trabajo seguros. Además, se debe sectorizar el área y restringir el acceso para limitar el número de trabajadores expuestos. Se hace imprescindible agrupar los trabajos que supongan aporte de formol al ambiente en un área única o en áreas contiguas. Para ello se debe realizar una distribución y diseño adecuado del área de trabajo.

Asimismo, es recomendable confinar la zona de trabajo en el mayor grado posible con el objetivo de evitar la dispersión de los vapores de formaldehído y evitar el paso del contaminante por la zona de respiración de los trabajadores. La extracción del aire contaminado de la sala se debe filtrar previamente mediante prefiltro de fibra sintética y un filtro de carbón activo extruido, específico para formaldehído, y ser evacuado al exterior si es posible. En caso contrario, si el aire recircula a la sala de autopsia, debería pasar a través de filtros de óxido de aluminio impregnados con permanganato potásico que fija químicamente el formaldehído y así el aire regenerado puede volver al am-



biente sin riesgo para los forenses y demás trabajadores.

Las salas de autopsias deben disponer de una ventilación general que proporcione un adecuado número de renovaciones /hora del ambiente que vendrá determinado por las características del local. Cuando exista una ventilación inadecuada y además no sea posible controlar todas las fuentes potenciales de aporte de formol al ambiente se utilizarán extracciones localizadas.

La eliminación de residuos ha de ser segura y eficiente. Para ello, disponer de un contenedor específico bien etiquetado para el formol (residuos de disolventes orgánicos no halogenados), otro contenedor específico para piezas anatómicas incluidas en formol y otro para los materiales usados en la recogida y absorción de derrames y salpicaduras.

Los principios de la actividad preventiva descritos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establecen que se deben adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Si las medidas colectivas descritas anteriormente para limitar la exposición a formaldehído no son suficientes para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, habría que dotar a éstos de equipos de protección individual (EPI) que protejan de contacto dérmico y de salpicaduras, como guantes, delantales, gafas y máscara facial. Si se pretende evitar completamente la inhalación de vapores, debe recu-



rrirse a la utilización de equipos de protección respiratoria incluyendo filtros químicos del tipo BP3.

No debemos olvidar que a los trabajadores, en función de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo, se les debe garantizar la vigilancia periódica de su estado de salud. Se deberá tener en cuenta el grado y la duración de la exposición a formol de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, ya que algunas tareas realizadas en las salas de autopsias y laboratorios pueden influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto. ■

**BIBLIOGRAFÍA**

AENOR. (2004). *UNE-EN 14387:2004+A1: Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayos, marcado*. Madrid: AENOR.

Balta, J. Y., & et al. (2015). Human Preservation Techniques in Anatomy: A 21st Century Medical Education Perspective. *Clinical Anatomy*, 28, 725–734.

Brasseur, G. (febrero de 2015). Le formaldéhyde un produit au long règne. *Travail & Sécurité*(758).

Concha López, Á., & et al. (2016). *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*. Madrid: Sociedad Española de Anatomía Patológica.

Foment del Treball. (2011). *Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos, en la industria*. Barcelona: Foment del Treball.

Fonseca-Matheus, J. (2012). Conservación de piezas anatómicas para la enseñanza en carreras médicas. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*(17), 5-10.

Giménez Mas, J. A., Fontana Justes, A., Moñita Blanco, A., Sanz Andrés, Y., Sota Ochoa, P., & Pérez Ibáñez, A. (2011). *Alternativas al formol como fijador de piezas y tejidos anatómicos*. Madrid: SEAP.

Haffner, M., Oakes, P., Demerdash, D. A., & Yammine, K. C. (2015). Formaldehyde exposure and its effects during pregnancy: Recommendations for laboratory attendance based on available data. *Clinical Anatomy*, 28, 972–979.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2009). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans v. 100F. A review of human carcinogens. Part F: Chemical agents and related occupations. *IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* (págs. 401-430). Lyon: IARC.

INRS. (2014). *Guide pratique de ventilation. Laboratoires d'anatomie et cytologie pathologiques*. Paris: Institut National de Recherche et de Sécurité.

INSHT. (1989). *Nota Técnica de Prevención NTP 248. Formaldehído: su control en laboratorios de Anatomía*. Madrid.

INSHT. (2010). *Nota Técnica de Prevención NTP873. Prevención de la exposición a formaldehído*. Madrid.

INSHT. (2015). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2015/Limites%20de%20exposicion%202015.pdf

Schwilk, E., Zhang, L., Smith, M. T., Smith, A. H., & Steinmaus, C. (2010). Formaldehyde and leukemia: an updated meta-analysis and evaluation of bias. *J Occup Environ Med*, 52, 878-86.

Schwilk, E., Zhang, L., Smith, M., Smith, A., & Steinmaus, C. (2010). Final Report on Carcinogens Background Document for Formaldehyde. En U. D. Services (Ed.), *National Toxicology Program. Rep Carcinog Backgr Doc. 10*, págs. 1-512. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program.

Uribe Llopis, P. (2001). Formaldehído uso en un centro hospitalario Riesgos y Medidas de prevención. *Medicina y seguridad del trabajo*, 48, 43-59.

Viegas, S., Ladeira, C., Nunes, C., Malta-Vacas, J., Gomes, M., Brito, M., . . . Prista, J. (2010;). Genotoxic effects in occupational exposure to formaldehyde: A study in anatomy and pathology laboratories and formaldehyde-resins production. *J Occup Med Toxicol*, 5-25.

VV.AA. (2016). *Tallado de muestras en anatomía patológica: exposición a formaldehído*. Obtenido de Situaciones de exposición a agentes químicos BASEQUIM: <http://stp.insht.es:86/stp/basequim/010-tallado-de-muestras-en-anatom%C3%ADa-patol%C3%B3gica-exposici%C3%B3n-formaldeh%C3%ADdo>