

Estudio de las medidas de prevención de la exposición a formaldehído en la sala de macroscopía de un laboratorio de anatomía patológica

RESUMEN / ABSTRACT

Los técnicos de los laboratorios de anatomía patológica pueden estar expuestos a niveles elevados de formaldehído durante la manipulación de muestras biológicas impregnadas en formol. Este estudio ha evaluado las condiciones de trabajo en un laboratorio de anatomía patológica, identificando las tareas de mayor riesgo y valorando la eficacia de los sistemas de ventilación y extracción localizada. Se elaboró un cuestionario para recoger la información sobre las características y factores determinantes. Mediante tubos fumígenos, medición de velocidad de captación de sistemas de extracción localizada y los caudales de la ventilación general se evaluó el funcionamiento de dichas medidas de control. Posteriormente se realizaron mediciones en el aire de formaldehído para determinar las tareas y situaciones que conllevan mayores niveles de exposición. Se detectan deficiencias en los sistemas de ventilación, en el funcionamiento de la extracción localizada y prácticas de trabajo inadecuadas.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

Prevención; Exposición; Formaldehído; ORP Conference

AUTORES / AUTHORS

Josep Oriol Bernad Marcos

UQMAS, Facultat de Química, Universitat de Barcelona
oriolbernad@ub.edu

Julia Del Prado Vinuesa

Parc Salut Mar

Rudolf van der Haar

MC MUTUAL

M. Carmen Alonso Martín

CNCT-INSHT

Julio Ramos Albillo

CNCT-INSHT

Luis Aliaga Bonilla

Universitat Politècnica de Catalunya

Introducción

El formaldehído es ampliamente utilizado en el entorno hospitalario como agente embalsamador, conservante y fijador de tejidos. El personal sanitario de los laboratorios de anatomía patológica puede estar expuesto por inhalación a niveles elevados de vapores de formaldehído a causa de la manipulación manual que realizan los trabajadores de muestras impregnadas en formol, una exposición que se ve acentuada por el hecho de tener que trabajar a una distancia muy corta respecto a la fuente de contaminación debido a la precisión que requiere esta tarea [1,2].

El formaldehído no solamente puede causar irritación de las vías respiratorias superiores, asma o bronquitis o eczemas alérgicos por contacto sino también es considerado como un agente cancerígeno [3].

Por ello, es necesario que en dichos laboratorios existan las medidas de prevención adecuadas. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) ha definido únicamente un límite de exposición profesional de corta duración (VLA-EC®) de 0.37 mg/m³ (0.3 ppm).

Por este motivo este estudio tiene como principal objetivo la evaluación en detalle las condiciones de trabajo en un laboratorio de anatomía patológica, identificando las tareas de mayor riesgo y valorando la eficacia de los sistemas de ventilación y extracción localizada.

Metodología

Para cumplir con los objetivos establecidos se siguieron las siguientes etapas:

1. Determinación de las condiciones de trabajo existentes:

Se aplicó un cuestionario o *checklist* exhaustivo diseñado específicamente para obtener toda la información necesaria en cuanto a las tareas en las que se realiza manipulación de formaldehído y las condiciones y métodos de trabajo asociadas a cada una de ellas y los factores determinantes de exposición correspondientes. También se realizaron observaciones visuales y entrevistas al personal del Servicio de Prevención y a los trabajadores del laboratorio de anatomía patológica.

2. Determinación de la eficacia de las medidas preventivas existentes:

Se midieron los caudales de entrada y salida de la ventilación general en el laboratorio de anatomía patológica mediante un balómetro Alnor EBT721-A2. Las velocidades de aspiración o de captura de los sistemas de extracción localizada fueron determinados utilizando un anemómetro Testo 400, tanto en vitrinas, armarios de reactivos y contenedores de residuos. La direccionalidad y la intensidad de flujos de aire de estos sistemas fueron visualizadas mediante el uso de tubos fumígenos (Dräger CH 25301), los cuales funcionan a partir de ácido sulfúrico fumante.

Asimismo se diseñó una estrategia de muestreo de formaldehído para determinar la efectividad de las diferentes medidas preventivas según diferentes escenarios planteados, como por ejemplo el trabajar con las piezas impregnadas en formol dentro o fuera de las zonas efectivas de aspiración de las vitrinas u otras posibles variaciones que pueden afectar a la exposición.

Para determinar la concentración en aire de formaldehído se aplicó el método de toma de muestra y análisis MTA/MA-062/A08 del INSHT [4], el cual se basa en el muestreo personal de aire de forma activa utilizando los tubos de sílica gel impregnados con 2,4 dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH) 300/150 mg (SKC 226-119).

El caudal de las bombas empleadas (SKC Deluxe PTCX-8 y MSA ESCORT ELF 67267) fue medido antes y después de las mediciones mediante un medidor de caudal (Drycal defender 510).

Resultados

Descripción de las tareas

Las distintas tareas identificadas con posible exposición a formaldehído que se realizan en la sala de macroscopía del laboratorio de anatomía patológica, se muestran resumidas en la siguiente tabla:

Tarea	Descripción
1	Recepción de la muestra: Los tejidos pequeños vienen en potes de 60 ml sumergidos en unos pocos ml de formol. Los órganos o piezas más grandes, por otro lado, llegan frescos y después de una observación macroscópica inicial, registro y fotografía se introducen en un recipiente con formol durante 24 horas.
2	Procesamiento inicial de las piezas grandes de órganos u órganos enteros (útero, riñón, colon, pulmón, etc.): Se realiza la observación macroscópica inicial, registro y fotografía de la pieza. En el caso que muestras frescas se introducen en un recipiente con formol durante 24h.
3	Corte de la pieza e inclusión: Se coloca un tablero en la mesa de trabajo. Seguidamente, en el caso de las muestras biológicas grandes se extrae la pieza del envase con formol, se lava con agua y se realiza la exploración y los cortes para preparar aquella fracción que será colocada en casetes. En las muestras pequeñas se saca el tejido del pote, se coloca encima del tablero y se realizan los cortes directamente.
4	Transporte de casetes a las máquinas de deshidratación/ inclusión.

Tabla 1. Tareas con posible exposición a formaldehído en la sala de microscopía.

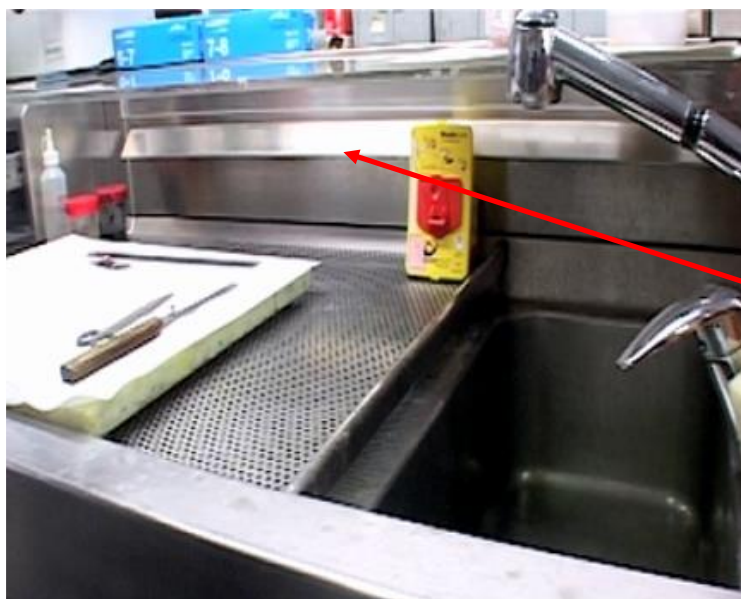
Descripción de la sala de macroscopía

La sala de macroscopía del laboratorio de anatomía patológica es el espacio de trabajo en el que se realizan las tareas descritas anteriormente, cuenta con una superficie de 15,4 m² y una altura de 2,5 m. En esta sala trabajan un máximo de 4 o 5 personas.

Hay 3 mesas de trabajo centrales, construidas de metal acero inoxidable. Acopladas a cada una de ellas, se encuentra una mesa lateral donde están ubicados un ordenador y una máquina dispensadora de casetes. Al otro extremo están provistos de contenedores de residuos líquidos y sólidos así como de un fregadero. Hay una cuarta mesa, ubicada en la parte lateral de la sala, para 2 puestos de trabajo y que posee 2 ordenadores y 1 dispensador de casetes.

En cuanto al sistema de ventilación general, no existe como tal, aunque los mismos sistemas de extracción localizada generan una ventilación general mediante la entrada de aire a través de las rejillas ubicadas en las dos puertas laterales y de la zona adyacente. Sin embargo, sí dispone de un sistema de climatización que regula la temperatura a partir de aire recirculado de la propia sala.

Respecto a los sistemas de extracción localizada, existen dos variantes. Por un lado, en las mesas de trabajo centrales el diseño es de aspiración frontal, con rendija pequeña localizada en el fondo de la mesa y con una conducción final ascendente. Existe un cajón de metacrilato para aumentar la eficacia de la extracción que cubre el espacio de trabajo hasta una distancia de 25 cm respecto a la rendija. Y, por otro lado, en las mesas de trabajo laterales el sistema instalado se basa en la aspiración por orificios descendentes situados en la misma mesa.



Rendija de captación de aire



Contenedor residuos sólidos

Contenedor residuos líquidos

Imagen 1. Mesa de trabajo central con ampliación de la zona de aspiración. Se observan también los contenedores de residuos líquidos y sólidos.



Imagen 2. Mesa de trabajo lateral

Finalmente, respecto al uso de Equipos de Protección Individual, se utilizan solamente ropa de trabajo (bata, pantalón y calzado) y guantes dobles de látex-nitrilo de un solo uso. Aun así, los trabajadores disponen de mascarillas para vapores orgánicos, formaldehído y partículas FFP3, aunque no suelen utilizarlos

Eficacia de los sistemas de extracción

Las pruebas de flujo realizadas con los tubos fumígenos y las medidas de caudal y de velocidad de captación de los sistemas de ventilación y extracción en el laboratorio aportaron los siguientes resultados:

Prueba realizada	Elemento	Localización de la medida	Resultado
Comprobación de flujos de humo mediante tubos fumígenos	Mesas centrales	Distancias crecientes desde la rendija hacia el extremo opuesto de la mesa, a 20 cm de altura respecto la mesa	Aspiración eficaz, según mesa, hasta 10 ó 24 cm respecto al plano de captación
	Mesas laterales	En los orificios de evacuación del aire	El humo se acumula y no es extraído
	Contenedores de residuos líquidos	Boca de entrada de los líquidos	El humo se acumula y no es extraído
	Contenedores de residuos sólidos	Orificio de acceso al contenedor	El humo es aspirado correctamente

Velocidad de captación de aire sistemas de extracción localizada	Mesa central	En el centro del plano de captación	0,25 m/s
		En el centro de la rendija	Entre 1,5 y 3 m/s
		A 20 cm del plano de captación	0,06 m/s
	Mesa lateral	En el centro de la rendija	0,5 m/s
	Mesa lateral	En el centro de la zona de trabajo, tocando los orificios	< 0,01 m/s
	Contenedor residuos líquidos	En la boca del depósito	0,04 m/s
	Contenedor residuos sólidos	En la boca del depósito	0,14 m/s
Caudal entrada de aire al laboratorio	Rejilla puertas (x2)	Rejillas inferiores de las dos puertas	260 m ³ /h

Tabla 2. Resultados de las mediciones de la eficacia de las medidas preventivas



Imagen 3. Prueba de comprobación del flujo del aire en una de las mesas centrales.

Resultados de las mediciones de exposición

Para comprobar los niveles de exposición de los trabajadores se realizaron mediciones de la concentración de formaldehído a la que estaban expuestos los trabajadores del laboratorio de anatomía patológica. Se muestrearon aquellas tareas consideraras críticas, los resultados de las cuales se muestran resumidos en la siguiente tabla, donde a modo ilustrativo se ha calculado el índice de exposición teniendo en cuenta el límite de exposición profesional ponderado de 8 horas holandés (0.15 mg/m³). Todas las tareas muestreadas fueron realizadas en las mesas centrales:

Tarea	Caudal (L/min)	Tiempo medición (min)	Conc. aire (mg/m ³)	Tiempo expos. (horas)	Conc. ponderada 8 horas (mg/m ³)	Ind. exp. Holanda (DECOS)
Cortes e inmersión de casetes (órgano grande)	0,3742	76	0,40	4	0,20	1,3
	0,3742	32	0,29	4	0,14	0,9
Cortes e inmersión de casetes (órgano grande)	0,2374	47	0,71	4	0,35	2,3
Procesamiento piezas pequeñas	0,2409	86	0,48	6	0,36	2,4
Procesamiento piezas pequeñas	0,2440	53	0,52	6	0,38	2,5

Tabla 3. Resultados de las mediciones de formaldehído.

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos indican que existe contacto con vapores de formaldehído a lo largo de muchas de las tareas que se realizan en el laboratorio de anatomía patológica. Las tareas o puntos críticos identificados son los siguientes: la apertura del envase, el lavado, la colocación de las muestras en la mesa y la observación y realización de cortes de las mismas. El llenado con formol de los envases una vez se reciben las muestras frescas también constituye una tarea de riesgo, así como la gestión de los residuos de formol, especialmente los residuos líquidos.

Respecto a las extracciones localizadas, las pruebas realizadas con los tubos fumígenos y el medidor de velocidad de captura muestran una eficacia variable pero insuficiente en la mayoría de los casos.

Las mesas centrales, por un lado, obtienen valores aceptables solamente en las proximidades de la rendija mientras que si nos alejamos hasta la zona de trabajo habitual las velocidades de captura se muestran insuficientes, obteniéndose unos valores de 0,25 m/s en el plano de captación y de solamente 0,06 m/s a 20 cm. Así, en condiciones óptimas los trabajos se realizaran con una aspiración de entre 0,06 y 0,25 m/s, muy por debajo del valor recomendado por el INSHT de 0,7 m/s [5]. Se observó mediante las pruebas con tubos fumígenos que la corriente de aire proveniente del climatizador producía turbulencias sobre la mesa de trabajo impidiendo la correcta aspiración del humo. Este hecho demuestra que, debido a las reducidas velocidades de captura, cualquier corriente de aire externa, incluso aquella provocada por el movimiento del trabajador, impide la captación adecuada de los contaminantes. Esto explica las diferencias encontradas en las distintas mesas centrales en las pruebas realizadas con tubos fumígenos.

Las mesas laterales mostraron una eficacia todavía más limitada, puesto que en la rendija la velocidad de captación fue de 0,5 m/s y en la mesa, con el tablero colocado, la velocidad de captación fue inferior a 0,01 m/s. Las pruebas con tubos fumígenos también demostraron como estas mesas no son capaces de retirar el aire de manera satisfactoria. Además, hay que tener en cuenta que los trabajadores tapan los orificios de aspiración con un tablero cuando realizan las tareas.

Por otro lado, los contenedores de residuos líquidos y sólidos también mostraron una eficacia limitada. El depósito de residuos sólidos obtuvo una velocidad de captura de 0,14 m/s mientras que el de líquidos se quedó en los 0,04 m/s, lo cual concuerda con las pruebas con tubos fumígenos. Esta deficiente extracción es posiblemente debida a que el armario donde se encuentran el bidón de residuos y el depósito de desechos no es estanco.

La metodología aplicada ha podido demostrar las diferencias existentes en la eficacia entre los sistemas de ventilación por extracción localizada también según los métodos de trabajo de los usuarios. Así, los escenarios de exposición que se han puesto a prueba muestran la importancia de no solamente disponer del equipo adecuado en cada situación para cada una de las tareas y subtareas estudiadas sino también de las buenas prácticas de trabajo y la consciencia adecuada

de los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos y cómo deben evitarlos o minimizarlos al nivel más bajo que es técnicamente posible.

Conclusiones

La conclusión principal de este trabajo es que los sistemas de extracción localizada existentes no son suficientes eficaces para reducir la exposición a formaldehído a niveles aceptables. El diseño del sistema de extracción localizada no es óptimo. Una opción de mejorarlo es alargar el cajón de metacrilato hasta el final de la mesa que obliga a los trabajadores trabajar dentro del mismo cajón y/o aumentar el caudal para garantizar una captación de velocidad adecuada.

Las prácticas de trabajo incorrectas observadas por parte de los trabajadores contribuyen también a que la exposición a formaldehído sea elevada.

La ubicación de las mesas de trabajo con extracción localizada en relación con las salidas del aire proveniente de sistemas de climatización o ventilación general es fundamental para el buen funcionamiento de los sistemas de extracción localizada

El procedimiento y los métodos de evaluación utilizados en este estudio para valorar la eficacia de los sistemas de extracción localizada pueden ser una guía para otros hospitales.

Agradecimientos

Los autores de este estudio quieren agradecer la colaboración de las entidades y hospitales participantes: Institut Català de la Salut (ICS), Parc de Salut Mar, Hospital General de Granollers, Hospital Universitari Parc Taulí de Sabadell, Hospital de Sant Pau, Hospital Clínic de Barcelona, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (CNCT-INSHT), MC MUTUAL, Centre de Seguretat i Salut Laboral (Generalitat de Catalunya) y Facultat de Química (Universitat de Barcelona).

Referencias bibliográficas

1. Ryan TJ, Burroughs GE, Taylor K, Kovein RJ. *Video Exposure Assessments Demonstrate Excessive Laboratory Formaldehyde Exposures*. Appl Occup & Env Hyg. 2003; 18 (6): 450-457
2. Caldés A, Juan A, Mesquida M. *Estudio longitudinal de la exposición a formaldehído en el Laboratorio de Anatomía Patológica del Hospital Universitario Son Dureta*. Medicina del Trabajo. 2009; 18 (1): 23-29
3. International Agency for Research on Cancer. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 88. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1- tert-Butoxypropan-2-ol*. Lyon (Francia): World Health Organization; 2006.
4. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Métodos de toma de muestra y análisis. Método MTA/MA-062/A08. Determinación de formaldehído en aire- Método de captación en sílica gel impregnada con 2,4.dinitrofenilhidracina/ Cromatografía líquida de alta resolución*. [Documento en Internet consultado el 02/12/2013]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/MetodosAnálisis/Ficheros/MA/mta_ma_062_a08.pdf
5. Heras C. *NTP 248: Formaldehído: su control en laboratorios de Anatomía y Anatomía Patológica*. Notas técnicas de prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1990.