Formaldehído

Isabel Eugenia Escobar Toledo
Médica y Cirujana
Especialista Toxicología Clínica
Clínica SOMA, Clínica del Oriente
Torre Médica Ciudad del Río 1411
Medellín
isaescobartoledo@gmail.com
isabeltoxicologaclinica@gmail.com

Resumen

El Formaldehído en su forma pura, es un gas incoloro, de olor fuerte y efecto irritante para las mucosas, aún a bajas concentraciones. Es una sustancia muy reactiva, puede intervenir en reacciones de descomposición, polimerización, oxido-reducción, adición, condensación y formación de resinas.

La exposición ocupacional es frecuente, por ser un producto de gran importancia y amplio uso en el sector industrial; por sus características irritantes y su alta capacidad reacción con múltiples elementos, se han descrito efectos en salud tanto locales como sistémicos, lo que ha llevado a implementar medidas de prevención y protección para el personal que labora con esta sustancia, buscando evitar los eventos relacionados del contacto a corto y largo plazo.

El objetivo principal de esta revisión es presentar de una forma práctica los elementos necesarios para la evaluación, vigilancia y seguimiento de los eventos relacionados con la exposición a Formaldehído.

Se realizó una revisión bibliográfica, en la cual se encontraron los principales efectos de la exposición crónica: irritación e inflamación en vías respiratorias y mucosas, dermatitis de contacto, genotoxicidad y carcinogénesis, especialmente de vías respiratorias superiores y leucemias.

Se describen finalmente las estrategias de prevención y control para dicha sustancia en el personal potencialmente expuesto en su actividad laboral.

Palabras clave: Asma, Cáncer, Exposición, Formaldehído, Guías, Ocupacional.

Abstract

In its pure form, Formaldehyde is a colorless gas, with a strong odor and irritating effect on the mucous membranes, even at low concentrations. It´s a very reactive substance, it can be involved in different reactions: decomposition, polymerization, oxidation-reduction, addition, condensation and resins formation.
Occupational exposure is frequent as it is a very important product

and is wide used in the industry; because of its irritant characteristics and high capacity of reaction with multiple elements, it has been related with health consequences locally and systemically, which has led to the implementation of prevention and protection measures for people who work with the substance, to avoid adverse events related to short and long term exposure.

The main objective of this review is to present the elements necessary to evaluate, watch and follow up the events related with Formaldehyde exposure, in a practical view.

A bibliographic search was made, finding the main effects of chronic exposure: irritating and inflammatory events in respiratory and mucous tissues, contact dermatitis, genotoxicity and carcinogenesis, especially upper respiratory and hematologic tumors.

Finally, the strategies for prevention and control for the potentially exposed workers are described.

Keywords: *Asthma, Cancer, Exposition, Formaldehyde, Guides, Occupational.*

Introducción

El Formaldehído es una sustancia a la cual estamos expuestos, no sólo en el ámbito laboral, ya que se encuentra de forma habitual en el medio ambiente y el hogar en bajas concentraciones, por ser un producto metabólico importante en plantas y animales, y está presente en una gran cantidad de materiales de uso diario; también se genera por la combustión incompleta de derivados del petróleo (combustibles líquidos y gaseosos).

La exposición ocupacional es frecuente, por ser un producto de gran importancia y amplio uso en el sector industrial; por sus características irritantes y su alta capacidad reacción con múltiples elementos, se han descrito efectos en salud tanto locales como sistémicos, lo que ha llevado a implementar medidas de prevención y protección para el personal que labora con esta sustancia, buscando evitar los eventos relacionados del contacto a corto y largo plazo.

Tras casi 40 años de estudios y análisis que evalúan el impacto de esta sustancia sobre los trabajadores, especialmente el riesgo de algunos tipos de cáncer específicos, es necesario actualizar con frecuencia los conceptos relacionados y los mecanismos de detección temprana, prevención y control en los casos implicados; el objetivo principal de esta revisión es presentar de una forma práctica los elementos necesarios para la evaluación, vigilancia y seguimiento de los eventos relacionados con la exposición a Formaldehído.

Materiales y Métodos

Se realizó una búsqueda de material bibliográfico nacional e internacional, en las bases de datos sciencedirect y pubmed, utilizando las palabras clave en Inglés y Español, sin restricción de idioma para las publicaciones; por ser un tema de interés y que ha presentado modificaciones frecuentes en sus clasificaciones en el contexto de esta revisión, no se realizó un filtro por año de publicación, para poder evidenciar dichos cambios y referenciarlos.

Resultados

Descripción

El Formaldehído, también conocido como Formol, Formalina, aldehído fórmico, Metilenglicol y Oximetileno, es el aldehído más simple de dicho grupo químico y su nombre oficial es Metanal; a temperatura y presión ambiental, en su forma pura, es un gas incoloro, de olor fuerte y efecto irritante para las mucosas, aún a bajas concentraciones. El Formol y la Formalina son soluciones acuosas de uso común en laboratorios de anatomía patológica; no se comercializa en su estado gaseoso puro, pues tiende a polimerizarse; se almacena y transporta como soluciones con agua y Metanol, que contienen concentraciones de Formaldehído entre 30 y 40% y 15% de Metanol como agente estabilizante(1,2).

Es una sustancia muy reactiva, puede autopolimerizarse y generar paraFormaldehído; se descompone a temperaturas mayores de 150°C en CO2 y Metanol, proceso que también se presenta por exposición a la luz solar. El Formaldehído es soluble en agua, alcoholes y otros solventes polares; los vapores de soluciones de formaldehído son inflamables y explosivos; reacciona rápidamente al contacto con agentes oxidantes fuertes, ácidos, álcalis, fenoles y úrea (3).

El Formaldehído puede intervenir en reacciones de descomposición, polimerización, oxido-reducción, adición, condensación y formación de resinas; ésta última es tal vez la que representa el mayor consumo de este compuesto en el sector industrial, estando involucrado en la elaboración de una amplia gama de productos, por ser una sustancia abundante, de bajo costo, alta pureza y versatilidad (1,4).

Las resinas de formaldehído son utilizadas en la elaboración de tableros, plástico, calzado, cosméticos, tratamiento de papel y textiles, compuestos de moldeo, recubrimientos para superficies y espumas, laminados, aislamientos y adhesivos para conglomerados de madera; también en la producción de lubricantes,

barnices, interruptores, tomacorrientes, partes de motores eléctricos; por su efecto insecticida, germicida y fungicida, se usa como preservativo en productos de limpieza, detergentes, jabones, champús y productos de higiene oral (4).

Las principales vías de exposición son la inhalatoria y dérmica, sin embargo puede presentarse también accidentes en los cuales pueden involucrarse la vía oral y la mucosa oftálmica (5).

Límites de exposición

Los límites de exposición laboral permisibles establecidos por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA por sus siglas en Inglés) son:

- 0.75 ppm para períodos de 8 horas (0.93 mg/m3).
- 2 ppm para exposiciones de máximo 15 minutos (3 mg/m3).
- 0.5 ppm en una jornada de 8 horas como nivel de acción, que es el momento en el cual debe iniciarse el monitoreo de higiene industrial y la vigilancia médica ocupacional (6).

La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) estableció un valor límite umbral (TLV) de 0.3 ppm (0.37 mg/m3) para períodos de 8 horas de exposición, y el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) define el valor de 20 ppm (24.7 mg/m3) como el valor de riesgo inmediato para la salud y la vida (IDLH) (7).

Como métodos de detección, hay descritos diferentes tipos de cromatografía que pueden ser utilizados; sin embargo, el método "Determinación de formaldehído en aire-Método espectrofotométrico mediante la sal disódica del ácido 4-5 dihidroxinaftaleno 2-7 disulfónico (ácido cromotrópico)", es un método aceptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (8).

A continuación se describen las técnicas con sus respectivos límites de detección (9):

- Método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) mediante captación activa con sílica gel impregnado con hidroclorhidrato de 2,4dinitrofenilhidracina. Límite 2g/m3.

- Método Espectrofotométrico de captación activa mediante la sal disódica del ácido 4,5 dihidroxinaftaleno-2,7- disulfónico (ácido cromotrópico). Límite 0.02mg/m3.

- Método colorimétrico mediante captación pasiva (por difusión) mediante la sal disódica del ácido 4,5 dihidroxinaftaleno-2,7-disulfónico (ácido cromotrópico). Límite 3.6g/muestra.

- Método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) mediante captación pasiva (por difusión) con 2,4- Dinitrofenilhidrazina-filtro de fibra de vidrio. Límite 2g/m3.

Efectos Sistémicos

El cuerpo humano produce Formaldehído; sus niveles sanguíneos se han reportado como 2-3 mg/L. Actúa como intermediario esencial en la producción de algunos aminoácidos, purinas y Timidina. Después de una exposición a Formaldehído exógeno, éste presenta una rápida absorción en el sitio de contacto, por vía inhalatoria u oral, mas no por contacto dérmico, y reacciona con aminas primarias y secundarias, grupos tiol, hidroxilo y amidas, formando derivados metilol en el sitio de contacto (10).

El Formaldehído se metaboliza rápidamente a Formato, reacción mediada principalmente por la Formaldehído Deshidrogenasa en el sitio de contacto local, y puede sufrir procesos de oxidación adicionales a dióxido de carbono, eliminándose, o puede utilizarse en algunas vías de síntesis de purinas y aminoácidos; también puede reaccionar con el DNA, RNA y proteínas, formando aductos o entrecruzamientos, que parecieran no ser acumulables a pesar de exposiciones repetidas (11).

Según la vía de contacto, la exposición crónica o prolongada a Formaldehído puede generar diferentes efectos en el organismo:

- Inhalación: Produce irritación de las mucosas oculares, nasales, boca y tracto respiratorio superior, similares a los efectos al contacto agudo con altas concentraciones; no se ha evidenciado cambios persistentes en la función pulmonar en individuos con exposición crónica; hay evidencia de lesiones histológicas del epitelio nasal a concentraciones inferiores a 1ppm (11, 12). Respecto a la sensibilización de la vía respiratoria y reacciones de hipersensibilidad, el rol del Formaldehído es incierto; hay reportes de pacientes que presentan reacción a las pruebas de reto bronquial con la sustancia, pero muchas de ellas no se acompañan de la detección de anticuerpos IgE específicos para Formaldehído; los reportes de asma alérgica son poco frecuentes y en los casos que presentan anticuerpos específicos no hay correlación clara con la magnitud de la exposición o de los síntomas (12).
- Cutánea: El efecto del Formaldehído en el desarrollo de dermatitis contacto alérgica es bien conocido; la evaluación se realiza por pruebas de parche, encontrando por ejemplo en la población europea hasta un 2% de la población con reactividad cutánea con soluciones al 1%, pero menos relevantes a concentraciones inferiores; existen algunos reportes de caso de anafilaxia y urticaria posteriores a exposición por esta vía (13).
- Genotoxicidad: Varios estudios han reportado aumento de la formación de micronúcleos en la mucosa nasal y oral en personas expuestas a formaldehído. En el año 2012 el Comité para evaluación del riesgo de la Unión Europea (EU RAC) reevaluó los datos disponibles e indicó que aunque los datos indican un potencial efecto mutagénico en el sitio de contacto, la mayoría de resultados no eran completamente confiables debido a carencias metodológicas (14). En concordancia con lo analizado por el Comité de

Mutagenicidad de químicos en alimentos, productos de consumo y ambiente (COM) en el año 2007, la EU RAC también indicó que no serían esperables efectos sistémicos ya que la exposición inhalatoria no genera un aumento de las concentraciones sanguíneas de Formaldehído; el Comité consideró que los resultados de los estudios de biomonitoreo humano eran inconsistentes y, adicionalmente, los hallazgos positivos de dichos estudios no estaban soportados por los estudios de mutagenicidad experimental in vivo en animales (15). El EU RAC concluyó que no hay suficiente evidencia para concluir que el Formaldehído induce genotoxicidad sitémica en humanos (14, 15).

- Carcinogenicidad: El Comité Internacional de Evaluación de Riesgos (IARC) clasifica el Formaldehído como "carcinogénico en humanos (grupo 1)", indicando que causa cáncer de nasofaringe y leucemia y que se ha observado una asociación positiva con cáncer naso-sinusal (16).

  En la evaluación del año 2012, el IARC no tuvo un concepto unánime dentro del grupo de trabajo respecto al rol del Formaldehído en la leucemia; la mayoría creían que la evidencia para causalidad era suficiente mientras una minoría creía que la evidencia era limitada (16). En el mismo, año, el EU RAC revisó la evidencia disponible sobre carcinogenicidad del Formaldehído y concluyó que debería ser clasificado como "puede causar cáncer" (Carc. 1B) de acuerdo a las regulaciones de clasificación, etiquetado y empacado; el comité consideró que había evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos y los datos correspondían máximo a una asociación positiva con tumores de nasofaringe en cohortes industriales. Sin embargo, había suficiente evidencia de carcinogenicidad en estudios experimentales en animales (14).

Estrategias de Prevención y Control

En las Guías de Manejo Seguro y Gestión Ambiental para 25 sustancias químicas del Consejo Colombiano de Seguridad, se indican las siguientes medias para evitar la exposición a Formaldehído específicamente, que sigue siendo la principal estrategia que podría disminuir los riesgos a largo plazo (4):

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar ropas impermeables, guantes, caretas y otros materiales de protección apropiados, necesarios para prevenir cualquier posibilidad de contacto con la piel de Formaldehído o con sus soluciones que posean una concentración mayor al 1%.
- Los empleados deben portar este mismo equipo de seguridad cuando estén expuestos de forma prolongada a soluciones de Formaldehído de concentración menor al 1%.
- Donde exista alguna posibilidad de exposición del cuerpo de un empleado a Formaldehído en forma gaseosa o en soluciones que posean un contenido

mayor a 1%, se deben proveer instalaciones para el rápido lavado del cuerpo en el área inmediata de trabajo para uso en emergencias.
- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar gafas de seguridad a prueba de salpicaduras donde exista alguna posibilidad que soluciones de Formaldehído entren en contacto con los ojos.
- Donde exista alguna posibilidad que soluciones de Formaldehído con contenidos mayores a 1% entren en contacto con los ojos de los trabajadores, se debe proveer una ducha lava ojos en las cercanías inmediatas al área de trabajo.

PROTECCIÓN RESPIRATORIA

- Se debe usar equipo de protección respiratoria (máscaras de respiración) cuando las prácticas de control de ingeniería y de operación no son técnicamente alcanzables, cuando tales controles están en proceso de instalación o cuando fallan y necesitan ser reemplazados.
- Los equipos de respiración pueden ser también usados para operaciones donde se requiere ingresar en tanques o recipientes cerrados y en situaciones de emergencia.
- En adición al uso de respiradores y equipos de respiración, debe ser instituido un programa completo de seguridad respiratoria que debe incluir entrenamiento, mantenimiento, inspección, limpieza y evaluación.

Discusión

La revisión de este tema permite reconocer la necesidad que hay en todo el mundo de nuevos estudios que permitan establecer realmente la posible asociación de la exposición ocupacional con algunas enfermedades neoplásicas específicamente. Los diferentes comités de evaluación de riesgo han estado reevaluando la evidencia disponible, generando inquietudes respecto a las asociaciones ya establecidas y el encontrar resultados ambiguos abre la discusión a muchas de las clasificaciones e implicaciones en salud del Formaldehído.

Al ser una sustancia de tan amplia distribución en el día a día y de uso en un gran número de industrias, sería de vital importancia poder unificar esfuerzos para determinar lo más exactamente posible el riesgo de la exposición a mediano y largo plazo, especialmente en lo que respecta a genotoxicidad y carcinogenicidad, pues la evidencia de asociación con Dermatitis Atópica es clara y ha sido bien estudiada, así como el alto potencial tóxico de las exposiciones agudas por vía oral.

Referencias Bibliográficas

1. Jaimes J, Pérez K, Severiche C. Riesgos toxicológicos por la exposición ocupacional al formaldehído en salas de anatomía patológica. Revista CSV 2014; 6(2):141-152
2. Idrobo E, Vásquez J, Vargas R. La exposición ocupacional al formol y la nueva tabla de enfermedades laborales. Rev. Salud Pública 2017; 19(3):382-385.
3. Editores: Elvers B, Hawkins S y otros; Ullman´s Encyclopedia of Industrial Chemistry; Volumen 11; Quinta edición; Editorial VCH; New York, U.S.A.; 1989.
4. Colombia; Consejo Colombiano de Seguridad; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guías de Manejo Seguro y Gestión Ambiental para 25 sustancias químicas: Formaldehído. Bogotá, D.C.: Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible, 2003.
5. Alemania; Departamento de Salud, Seguridad y Ambiente. Ficha de datos de seguridad: Solución de Formaldehído >37%. Carl Roth GmbH + Co KG, versión 2.0 es, 2019. Disponible en: www.carlroth.de
6. Occupational Safety and Health Administration. OSHA Fact Sheet: Formaldehyde. 2011. Disponible en: www.osha.gov
7. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Formaldehyde. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. 2003.
8. National Institute for Occupational Safety And Health. Formaldehyde Method n°- 2016 Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 1998, NIOSH, Cincinnatti Oh, USA.
9. España; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Notas Técnicas de Prevención (NTP) 590: Prevención de la exposición a Formaldehído. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2001.
10. World Health Organization (WHO), WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. 2010.
11. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Adendum to the Toxicological Profile for Formaldehyde, 2010, US department of Health and Human Services: Atlanta, US.
12. Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), Formaldehyde. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits. 2015.
13. Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), Opinion on the safety of the use of formaldehyde in nail hardeners. 2014.
14. Committee for Risk Assessment (RAC), Proposing Harmonised Classification and Labelling at EU Level of Formaldehyde, 2012, The European Chemicals Agency (ECHA): Helsinki.
15. Committee on Mutagenicity (COM), Formaldehyde: Evidence for Systemic Mutagenicity. COM/07/S5, 2007.
16. International Agency for the Research on Cancer (IARC), Formaldehyde (From Monograph 100F), in A Review of Human Carcinogens: Chemical Agents and Related Occupations, 2012: Lyon.