

Caracterización de la exposición ocupacional a formaldehído en trabajadores del sector salud y educación en Colombia 2004-2013.

Jenny P. Casas D.^{1*}, Luis G. Araque², Diego A. Herrera B.³

¹ Estudiante de Maestría en Salud Ocupacional y Ambiental, Departamento de Salud Pública, Universidad del Rosario Colombia.

² Profesor de Maestría en Salud Ocupacional y Ambiental, Especialista en Higiene Ocupacional, Magister en Prevención de Riesgos Laborales.

³ Joven Investigador e Innovador, Departamento de Salud Pública, Universidad del Rosario Colombia..

* Autor para correspondencia

Jenny P. Casas D.

Estudiante Maestría Salud Ocupacional y Ambiental

Universidad del Rosario

Correo electrónico: paolacasasdu@gmail.com

RESUMEN

El Formaldehído es una sustancia química de amplio uso a nivel mundial con efectos documentados en personas expuestas entre los cuales se destacan irritación de la piel, mucosas, tracto respiratorio y ojos. Según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) el formaldehído se encuentra clasificado en el grupo 1 como agente cancerígeno con suficiente evidencia de producir neoplasias en humanos. Los sectores industriales en Colombia que utilizan de forma frecuente el formaldehído incluyen los fabricantes de maderas, los servicios funerarios, y los sectores de salud y educación. El presente estudio de corte transversal pretende, con base en mediciones históricas (2004-2013) construir un perfil de exposición a formaldehído en trabajadores vinculados al sector de salud y educación en Colombia, divididos y analizados según actividades de trabajo similares (Patólogos, Histotecnólogos, Auxiliares de laboratorio, Docentes y Estudiantes), con el fin de establecer una línea base de diagnóstico para la orientación acciones dirigidas al control del riesgo. Con base en los hallazgos y soportados en estimadores estadísticos aplicables a los grupos de exposición, en general existe un tendencia de no conformidad al comparar los resultados aplicables con valores de referencia de larga duración definidos para el agente por autoridades internacionales. De forma complementaria se encontraron brechas significativas respecto a la implementación de controles administrativos y técnicos que sugieren circunstancias de exposición no controladas en los colectivos de interés.

Palabras Clave: Formaldehído, Exposición Profesional, Límites Permisibles, Cáncer Profesional, Protección Personal.

INTRODUCCIÓN

El formaldehído es una sustancia química que se produce a partir del metanol con un amplio uso a nivel mundial debido a sus propiedades como bactericida, fungicida y agente de embalsamamiento, por lo que resulta frecuente su uso como desinfectante y conservante en el área de la salud, mientras que en la

industria es indispensable en la fabricación de sustancias químicas⁽¹⁾.

Específicamente, el personal de salud y educación en anatomía, se expone ocupacionalmente en actividades propias de sus cargos que incluyen manipulación de cadáveres o muestras de tejidos humanos y animales, preparación de mezclas o trasvases, además del mantenimiento de morgues, anfiteatros y laboratorios.

La principal vía de ingreso al cuerpo es a través de la inhalación o de la piel, y se oxida rápidamente en el organismo formando ácido fórmico que es eliminado en parte por vía urinaria. Se ha identificado como un irritante de piel, mucosas, tracto respiratorio y ojos, asociándose con dermatitis de contacto⁽²⁾⁽³⁾, reacciones asmátiformes y exacerbación de enfermedad asmática preexistente al actuar como alérgeno de bajo peso molecular⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾. En 2011 se describió que el Formaldehído causa perturbación del equilibrio fisiológico entre mecanismos oxidantes y antioxidantes en el tejido pulmonar, favoreciendo las vías oxidantes y por ende la inflamación del tejido pulmonar⁽⁷⁾. Dependiendo de la dosis de exposición se tienen hallazgos patológicos que incluyen inflamación, hiperplasia, cambios degenerativos, necrosis, metaplasia escamosa y cambios en las células madre pluripotenciales, este último hallazgo en células in vitro razón por la cual se ha relacionado con Leucemia Mieloide⁽⁸⁾.

El Formaldehído es considerado un carcinógeno humano capaz de inducir estrés oxidativo a través de diferentes formas metabólicas, el 15-F2T Isoprostane se ha utilizado como marcador en orina, cuya eliminación está relacionada al hábito de fumar y a la exposición a Formaldehído⁽⁹⁾. Las concentraciones que oscilan entre los 2 a 6 µg/m³ pueden ser inductoras del cáncer nasofaríngeo y de la leucemia mieloide⁽¹⁰⁾.

En 1987 la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) de Estados Unidos catalogó al formaldehído como un probable carcinógeno en seres humanos bajo situaciones de

exposición inusualmente alta o prolongada y el Programa Nacional de Toxicología (National Toxicology Program) en el año 2011, integrado por diferentes dependencias del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos, en su 12º informe sobre Carcinógenos designó al formaldehído como carcinógeno humano conocido⁽¹¹⁾⁽¹²⁾.

Es así como en la sexta Adaptación al Progreso Técnico (6ª ATP) del Reglamento de Clasificación, Etiquetado y Empacado (CLP), aplicable desde el 1 de abril de 2015, se modificó la categorización del formaldehído pasando de estar clasificado como cancerígeno de categoría 2 con la indicación de peligro H351 (Se sospecha que provoca cáncer), a un cancerígeno de categoría 1B con la indicación de peligro H350 (Puede provocar cáncer). También ha sido registrado como mutágeno de categoría 2 con la indicación de peligro H341 (Se sospecha que provoca defectos genéticos)⁽¹³⁾.

Varias organizaciones internacionales, federales y estatales han establecido normas o recomendaciones para el uso y producción de formaldehído. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de exposición permisible (PEL) durante períodos de 8 horas de 0.75 ppm y el límite para exposiciones de 15 minutos (STEL) es de 2 ppm. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales de Gobierno (ACGIH) ha establecido un límite ocupacional techo de 0.34 ppm (TLV-STELC). El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) recomienda un límite ocupacional de 0.016 ppm (REL) como promedio ponderado durante 8 horas y un límite de 0.1 ppm durante períodos de 15 minutos⁽¹⁴⁾.

En cuanto al sistema de vigilancia epidemiológica para cáncer ocupacional SIVECAO y el listado de agentes cancerígenos de interés para Colombia desarrollado por el Instituto Nacional de Cancerología (INC), el formaldehído se encuentra dentro de los 33 agentes reconocidos como cancerígenos.

Teniendo presente lo anterior, el presente estudio tiene por objeto establecer perfiles de exposición ocupacional a formaldehído en trabajadores vinculados a la salud y la educación en Colombia con base en un registro histórico desde el 2004 hasta el 2013, esto con el fin de establecer una línea base de diagnóstico y sugerir medidas de prevención dirigidas a controlar el riesgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de corte transversal con una población muestral de 65 trabajadores, incluyó la recopilación de muestreos personales tomados en distintas instituciones del sector salud y educación superior en Colombia en el periodo comprendido entre el 29 de Enero de 2004 al 11 de Octubre de 2013. Las mediciones de exposición personal a formaldehído fueron realizadas de acuerdo a los protocolos establecidos por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). El diseño del instrumento para la recolección de información

consistió en la construcción de una base de datos global que incluyó las variables de interés en este estudio (número de registro, tipo de muestreo, identificación del muestreo, actividad funcional, código de la empresa, tipo de actividad de la empresa, área, fecha de la muestra, actividades desarrolladas por el trabajador, protección personal respiratoria, tiempo de medición, bomba, pre-calibración, post-calibración, calibración promedio, volumen de la muestra, compuesto analizado, concentración, tiempo de exposición, concentración ponderada, OEL, e Índice de exposición).

Todas las muestras fueron realizadas aplicando el método de toma de muestra y análisis NIOSH 2016 Formaldehído por Cromatografía Líquida de Alta Precisión con detector UV utilizando medios activos de captación consistentes en filtros de sílica gel tratados con 2,4-dinitrofenilhidrazina adaptados a bombas de muestreo personal de bajo flujo calibradas a flujos constantes compatibles con las jornadas de trabajo y los métodos de medida. Las variables de control de la medición se sometieron a las consideraciones establecidas en el Manual Técnico de la OSHA SECCIÓN II: Métodos e Instrumentos de Muestreo y Medición. Capítulo 1. Muestreo personal de contaminantes en aire. Con relación al control de la variabilidad espacio temporal de las mediciones y exposiciones se tuvieron en cuenta las consideraciones establecidas en el capítulo 2 Análisis Estadísticos de los resultados de la exposición, consignados en el Manual de Estrategias de Muestreo de NIOSH. La integridad de mediciones fueron analizadas en laboratorios acreditados por la Asociación Americana de Higienistas Industriales (AIHA).

Los criterios de inclusión contemplados incluyeron empresas e instituciones voluntarias cuya actividad generaba una exposición a formaldehído, personas expuestas directa o indirectamente a formaldehído en su puesto de trabajo, áreas de las empresas en las que se manipulaba el formaldehído, vinculación formal a las instituciones de salud y educación, siendo los exclusiones estipulados individuos que no deseaban participar en la medición de los muestreos personales, personas no expuestas a formaldehído, personas con actividades funcionales diferentes al área de la salud y la educación, mediciones en áreas diferentes en las que no había manipulación del formaldehído y muestreos estacionarios.

Los datos del presente estudio se analizaron por grupos de exposición similar, verificando la distribución de probabilidad de los datos por medio de una prueba de bondad de ajuste Shapiro Wilks, cuyos resultados permitieron concluir que el comportamiento de los datos para todos los GES se ajustaron a distribuciones de tipo LogNormal. Finalmente se utilizaron métodos estadísticos para describir los resultados según su tendencia central y dispersión, para ello se utilizaron medidas como, estimador insesgado de mínima varianza MVUE, Desviación Estándar Geométrica, Percentil .95, Valores Máximos y Mínimos e Intervalos de confianza. El procesamiento de datos se realizó con las variables cuantitativas

relevantes y se analizaron estadísticamente en el software especializado IHSTAT © de AIHA.

De acuerdo con la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, en el artículo 11, literal a, esta es una investigación sin riesgo y adicionalmente con la Declaración de Helsinki en su Artículo 15, literal h, que menciona que se mantendrá la confidencialidad de la información.

RESULTADOS

La población muestral estuvo compuesta por 65 trabajadores con exposición ocupacional a Formaldehído, de los cuales 55 se desempeñan en instituciones de servicios médicos y 10 en instituciones de educación. Se identificó y caracterizó la población por cargos u oficios en relación a las actividades desempeñadas, y posteriormente en función de dichas actividades, se establecieron los grupos de exposición similar (GES) denominados: Auxiliar de laboratorio, Docente y Estudiante, Histotecnólogo y Patólogo.

Sociodemográficamente, la población se caracteriza por ser de género masculino en un 49 % (n=32), femenino en un 41 % (n=27) y se presentaron algunos registros de personas sin información es un 9 % (n=6). En general, los grupos de exposición similar están compuestos principalmente por hombres a excepción de "Patólogo", que en su mayoría lo integran mujeres (92 %). (Tabla No. 1)

Tabla No. 1 Distribución del género por Grupos de Exposición Similar

Género	Auxiliar de laboratorio	Docente y Estudiante	Histotecnólogo	Patólogo	Total
Femenino	14	1	0	12	27
Masculino	18	9	3	2	32
Sin información	6	0	0	0	6

En cuanto a las áreas de trabajo, la mayor parte de población del estudio se desempeña en laboratorios de patología humana (46,1%), seguido por anfiteatros (27,6%), salas de necropsia (6,1%) y laboratorios de patología animal (6,1%). (Tabla No. 2)

Tabla No. 2 Distribución del área de trabajo por grupos de exposición similar

Área de trabajo	Auxiliar de laboratorio	Docente y Estudiante	Histotecnólogo	Patólogo	Total
Anfiteatro	10	8	0	0	18
Laboratorio Patología Humana	15	0	3	12	30
Sala de Necropsia	2	0	0	2	4
Esterilización	3	0	0	0	3
Laboratorio de Anfibios	0	1	0	0	1
Laboratorio de Biotecnología Animal	1	0	0	0	1

Laboratorio de Química	1	0	0	0	1
Laboratorio de Zoología	0	1	0	0	1
Laboratorio Patología Animal	4	0	0	0	4
Laboratorio de Ecología	1	0	0	0	1
Laboratorio de Fisiología Animal	1	0	0	0	1

Respecto a las actividades funcionales realizadas por los trabajadores evaluados, alistar y guardar bloques de piezas anatómicas u órganos fue la que más frecuentemente se realiza (31,3%), seguida por preparar mezcla de formol (18,2%), realizar cortes de piezas anatómicas u órganos (14,7%) y realizar descripción macroscópica (12,1%). (Tabla No. 3)

Tabla No. 3 Distribución de las actividades funcionales por grupos de exposición similar

Actividades Funcionales	Auxiliar de laboratorio	Docente y Estudiante	Histotecnólogo	Patólogo	Total
Alistar y guardar bloques de piezas anatómicas u órganos	17	4	1	14	36
Preparar mezcla de formol	20	0	1	0	21
Realizar cortes de piezas anatómicas u órganos	0	3	0	14	17
Realizar descripción macroscópica	0	0	0	14	14
Realizar disección de cuerpos	0	6	0	0	6
Sumergir y sacar los cuerpos de las piscinas	5	0	0	0	5
Preparar láminas histológicas o citológicas	4	0	1	0	5
Realizar aseo y mantenimiento	4	0	0	0	4
Vigilar los estudiantes en anfiteatro	3	0	0	0	3
Eliminar residuos anatomopatológicos	2	0	0	0	2
Digitar resultados de descripción microscópica	1	0	0	0	1
Apoyar procedimiento de necropsia	1	0	0	0	1

Teniendo en cuenta los resultados de muestras personales practicadas fue posible establecer la tendencia media (MVUE) y parámetros estadísticos que describen el comportamiento del 95% de las observaciones soportados por el percentil 0.95 de los niveles de concentración en aire a formaldehído en la muestra poblacional según Grupos de Exposición Similar en su correlación con actividades funcionales específicas.

De acuerdo a 38 muestras realizadas al GES Auxiliares de Laboratorio los niveles de concentración en aire mantuvieron una tendencia media de 2,32 ppm soportados en el estimador insesgado de varianza mínima, con valores máximos para el GES de 11 ppm y mínimos de 0.01 ppm, las actividades funcionales más relevantes identificadas que suponen una exposición a Formaldehído en este GES incluyen Preparar mezcla de formol (20/38), Alistar y guardar bloques de piezas anatómicas u

órganos (17/38), Sumergir y sacar los cuerpos de las piscinas (5/38), Realizar aseo y mantenimiento (4/38), Preparar láminas histológicas o citológicas (4/38); soportados en el Percentil .95 la máxima exposición estimada para el percentil evaluado se encontró en 9.79 ppm.

De un total de 10 muestras practicadas al GES Docentes y Estudiantes de Instituciones Educativas se calculó un estimador insesgado de varianza mínima de 5,03 ppm, valor que oscilo entre máximos de 37.03 ppm y mínimos de 0.02 ppm, la máxima exposición estimada para el 95% de la muestra fue de 28.99 ppm; las actividades funcionales identificadas incluyen Realizar disección de cuerpos (6/10), Alistar y guardar bloques de piezas anatómicas u órganos (4/10) y Realizar cortes de piezas anatómicas u órganos (3/10).

Sobre 3 muestras practicadas al GES de Histotecnólogos de Instituciones de Servicios Médicos se mantuvo una tendencia media de 0,39 ppm basados en el MVUE, con máximos de 0,73 ppm y mínimos de 0.05 ppm, las actividades funcionales con una exposición a Formaldehído incluyen Preparar mezcla de formol (1/3), Alistar y guardar bloques de piezas anatómicas u órganos (1/3) y Preparar láminas histológicas o citológicas (1/3). El resultado del percentil .95 para este grupo se situó en 2.14 ppm.

Finalmente de 14 muestras practicadas al Grupo de Patólogos de Instituciones de Servicios Médicos fue posible determinar como medida de tendencia central niveles de concentración en aire de 4.43 ppm basados en el estimador insesgado de mínima varianza, nivel que se encontró entre máximos de 16,50 ppm y mínimos de 0.14 ppm, con actividades funcionales identificadas que incluyeron Alistar y guardar bloques de piezas anatómicas u órganos (14/14), Realizar cortes de piezas anatómicas u órganos (14/14) y Realizar descripción macroscópica (14/14).

Teniendo en cuenta la desviación estándar geométrica de los datos en observación para cada Grupo de Exposición Similar el cual representa el nivel de variabilidad de los datos con relación a la media geométrica de una distribución LogNormal, se presentaron valores que reflejaron elevadas variaciones de los niveles de concentración en aire respecto a los resultados obtenidos, si bien la recomendación concluiría un análisis no paramétrico, teniendo en cuenta la consideraciones asociadas a rutinas de trabajo y circunstancias de exposición específicas, pueden esperarse tales márgenes de desviación en el conjunto de exposiciones en cada uno de los estratos evaluados.

Tabla No. 4 Estimadores Estadísticos por Formaldehído en muestreos personales por Grupos de Exposición Similar GES 2004-2013

	Auxiliares de Laboratorio	Docente y Estudiante	Histotecnólogo	Patólogo
n	38	10	3	14
Max	11 ppm	37.03 ppm	0.73 ppm	16.50 ppm
Min	0.01 ppm	0.02 ppm	0.05 ppm	0.14 ppm
MVUE	2,324 ppm	5.03 ppm	0.39 ppm	4.43 ppm
X .95	9.79 ppm	28.99 ppm	2.14 ppm	18.59 ppm
GSD	5.4	9.2	3.9	3.9

Con relación a la protección personal respiratoria, el 56,9% de la población laboral expuesta ocupacionalmente a Formaldehído utilizo elementos inadecuados (Mascarillas de Libre Mantenimiento o Tapabocas), el 20% no utilizo ningún tipo de protección y el 10,7% uso sistemas de protección respiratoria de media cara o cara completa provistas con cartuchos para Formaldehído. (Tabla No. 5)

Tabla No. 5 Distribución de protección personal respiratoria por grupos de exposición similar

Protección Personal Respiratoria	Auxiliar de laboratorio	Docente y Estudiante	Histotecnólogo	Patólogo	Total
Adecuada	7	0	0	0	7
Inadecuada	21	3	2	11	37
Ninguna	6	5	0	2	13
Sin información	4	2	1	1	8

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los estimadores estadísticos aplicables a Grupos de Exposición Similar por exposición a Formaldehído en instituciones de servicios de salud y educación de Colombia en el período comprendido entre el año 2004 y 2013, en comparación con los valores límite permisibles establecidos para jornadas diarias de NIOSH (0.016 ppm) y OSHA (0.75 ppm), es posible establecer que es evidente la sobreexposición en los Grupos de Exposición Similar correspondientes a Auxiliares de Laboratorio, Docentes y Estudiantes y Patólogos, concentraciones que podrían relacionarse con las actividades funcionales propias de su cargo, las cuales incluye alistar y guardar bloques de piezas anatómicas u órganos, realizar cortes de piezas anatómicas u órganos y realizar disección de cuerpos. Las anteriores tienen como característica en común el contacto con piezas anatómicas y cuerpos que generalmente presentan alta concentración de Formaldehído. Llama la atención que para la mayoría de los GES en observación incluso los valores mínimos encontrados presentaron niveles superiores a los límites admisibles por NIOSH.

Los estimadores de tendencia media en orden de prioridad se presentaron en los GES Docentes y Estudiantes (5.03 ppm), seguido por Patólogos (4.43 ppm), Auxiliares de Laboratorio (2.32 ppm) y finalmente Histotecnólogos (0.39 ppm), resultados que contrastan con los niveles de probabilidad más elevada de exposición en cualquier jornada representados por el Percentil .95 en donde se podrían esperar en su orden exposiciones de 28.99 ppm para Docentes y Estudiantes, 18.59 ppm en el caso de Patólogos, 9.79 ppm para Auxiliares de Laboratorio y 2.14 ppm en Histotecnólogos. Los resultados permiten inferir que aun cuando la dosis media de los GES con actividades funcionales más frecuentes en la manipulación a formaldehído resultan de interés, no tienen tendencia a exposiciones significativamente altas, mientras que la dosis media de trabajadores que realizan trabajos itinerantes se explica por exposiciones críticas durante la manipulación de materiales contaminados con el agente.

Adicionalmente se identificó que la mayoría de trabajadores no cuentan con los elementos de protección personal adecuados, situación que sugiere desconocimiento por parte de los trabajadores y empleadores de las implicaciones de exponerse a este factor de riesgo. Por otro lado, en el caso que las instituciones no implementen medidas de prevención como sistemas de ventilación y protocolos de manejo de Formaldehído, incrementa significativamente el riesgo. Es preciso resaltar que con base en el percentil .95, estimador común para la selección de sistemas de protección personal respiratoria al confrontarlo con los límites de exposición recomendados por NIOSH los resultados presentaron índices de riesgo de 979, 2899, 214 y 1859 veces el valor de referencia para los GES Auxiliar de laboratorio, Docente y Estudiante, Histotecnólogo y Patólogo, aspecto que permite deducir que solo sistemas de línea de aire podrían ser usados considerando los factores de protección asignados para elementos de protección personal respiratoria establecidos por NIOSH.

Comparando tanto los estimadores estadísticos de tendencia media como de probabilidad unilateral con los valores límite permisibles establecidos por NIOSH, el formaldehído en los Grupos de Exposición Similar en observación presentan condiciones de riesgo potencial críticos, más aún al considerar su condición cancerígena.

Existen vacíos que se deben documentar en investigación, en lo relacionado con la exposición a agentes químicos y los factores de riesgo para la salud de los trabajadores expuestos en particular al Formaldehído en el país, por lo cual se deben realizar nuevos estudios orientados a identificar las conductas de los profesionales expuestos, el conocimiento sobre las leyes laborales y normas de seguridad.

En el desarrollo del presente estudio se detectaron sesgos de selección debido a que no se obtuvo una muestra aleatoria de instituciones de salud y educación, por lo cual no se puede determinar si esta es representativa, así como sesgos de información puesto que para la construcción de la base de datos, la información provino de una fuente secundaria, no supervisada por el investigador.

Como limitaciones propias del estudio resulta necesario medir en investigaciones futuras los efectos de la exposición a formaldehído, así como caracterizar las medidas de prevención a nivel de la fuente y el medio y las medidas administrativas asociadas a prácticas de trabajo ante la exposición al formaldehído y la efectividad de los elementos de protección personal.

CONCLUSIONES

Este estudio resalta la importancia de generar políticas de salud laboral que fomenten la el diseño de programas de prevención de riesgos en las empresas e instituciones del sector educación y salud, orientados a mitigar los efectos adversos en la salud de los individuos expuestos a formaldehído del

territorio nacional, sustentados en tres variables de interés: los elevados índices de exposición potencial en las actividades de trabajo identificadas en el presente estudio, la inclusión en el Grupo 1A de la IARC del agente y su componente integrante en el Sistema de Vigilancia a Cáncer Ocupacional de Colombia, y finalmente la imperiosa necesidad de estructurar evidencia científica nacional en este trascendental tema, siendo necesario fortalecer la investigación sobre temas de las condiciones de trabajo y características de la exposición ocupacional a formaldehído que involucre diferentes sectores de la industria.

Es responsabilidad de los profesionales en el área de salud ocupacional conocer las sustancias químicas peligrosas con riesgo para los trabajadores, especialmente aquellas cancerígenas para fomentar cultura de prevención e implementar intervenciones de formación e información, evaluación, seguimiento y control. En cuanto a los empleadores, es primordial que garanticen condiciones de trabajo óptimas incentivando medidas de prevención primaria para el control de formaldehído en fuente o medio de transmisión, siendo deseable la búsqueda de sustitutos de menor peligrosidad potencial.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios y a quienes permitieron el desarrollo de este estudio de investigación, la Universidad del Rosario, las empresas e instituciones que facilitaron la información higiénica recolectada, nuestros trabajos y nuestras familias.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Formaldehído, Monografías de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer-100F, Estados Unidos; 2006
- (2) R. E. Korczynski, Formaldehyde Exposure in the Funeral Industry, Applied Occupational and Environmental Hygiene, (1994): 9:8, 575-579.
- (3) Casset A, Purohit A, Marchand C, Le Calve S, Donnay C, Uring-Lambert B, et al. The bronchial response to inhaled formaldehyde. Rev Mal Respir. 2006; 23(1 Suppl. 3):S25-34.
- (4) Santiago Quirce, MDa, Jonathan A. Bernstein, MDb, Old and New Causes of Occupational Asthma, 2008, 677-698.
- (5) McGwin G, Lienert J, Kennedy J, Formaldehyde Exposure and Asthma in Children: A Systematic Review. Environmental Health Perspectives, 2010, 118(3):313-317
- (6) Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para asma ocupacional (GATISO ASMA), Ministerio de la Protección Social, Colombia 2007.
- (7) Adriana Lino-dos-Santos-Francoa, Matheus Correa-Costab, Ana Carolina Cardoso dos Santos Durãoc, Ana Paula Ligeiro de Oliveirab, Ana Cristina

Breithaupt Faloppaa, Jônatas de Almeida Bertonía et al, Formaldehyde induces lung inflammation by an oxidant and antioxidant enzymes mediated mechanism in the lung tissue, Toxicology Letters 207,2011:278–285.

(8) Formaldehído, Monografías de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer-100F, Estados Unidos; 2006.

(9) Valeria Romanazzi, Valentina Pirro, Valeria Bellisario, Giulio Mengozzi, Marco Peluso, Marco Pazzi, 15-F2t isoprostane as biomarker of oxidative stress induced by tobacco smoke and occupational exposure to formaldehyde in workers of plastic laminates, Science of the Total Environment, Italia. 442 (2013) 20–25.

(10) Hanninen, O; Knol, A European Perspectives on Environmental Burden of Disease Estimates for nine stressors in 6 european countries, National Institute of Health and Welfare, Helsinki, Finland, 2011.

(11) U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation. Report to Congress on Indoor Air Quality, Volume II: Assessment and Control of Indoor Air Pollution, 1989.

(12) Instituto Nacional del Cáncer, de los Institutos Nacionales de la Salud de EE.UU: El formaldehído y el riesgo de cáncer, 2011, Disponible en: <http://www.cancer.gov/espanol/recursos/hojas-informativas/riesgo-causas/formaldehido#r1>.

(13) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT): Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=f7cf66174a187410VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=ac18b12ff8d81110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>

(14) The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.html