

EXPOSICIÓN A BENCENO Y MANIFESTACIONES CLÍNICAS EN TRABAJADORES DE TALLERES DE LATONERÍA Y PINTURA AUTOMOTRIZ, VENEZUELA 2019

EXPOSURE TO BENZENE AND CLINICAL MANIFESTATIONS IN WORKERS OF AUTOMOTIVE AND BRASS PAINT WORKSHOPS, VENEZUELA 2019

Franklin Jesús Pacheco Coello ¹
Daniel Rodríguez ²

RESUMEN

El uso de disolventes orgánicos como el benceno ocasiona en las personas con alta exposición una serie de efectos graves sobre la salud, entre los cuales destacan neurotoxicidad y cáncer. El objetivo de esta investigación fue determinar los niveles de fenol en orina y las manifestaciones clínicas asociadas a la exposición ocupacional a benceno. Se realizó un estudio de campo, transversal y descriptivo en el que participaron 32 trabajadores con exposición a benceno y 32 sin exposición. Se empleó el método Theis-Benedict para la determinación de fenol y el de Jaffé modificado para la determinación de creatinina (creat); en muestras de orina obtenidas después de 48 horas de exposición laboral. Se encontró que los niveles de fenol/creat en el grupo con exposición estuvieron en un rango de 88,2 a 92,3 mg/g-creat y de 17,8 a 23,2 mg/g-creat en el grupo sin exposición, resultando ser estadísticamente significativos. Las manifestaciones clínicas de tos, dermatitis y cefalea fueron las más significativas. La alta concentración de fenol urinario sugiere una intervención oportuna con el fin de estudiar los factores que están involucrados en estos hallazgos.

Palabras clave: fenol en orina, exposición ocupacional, pinturas, disolventes orgánicos, biomarcadores

ABSTRACT

The use of organic solvents such as benzene cause in people with high exposure a series of serious health effects, among which are neurotoxicity and cancer. The objective of this research was to determine the levels of phenol in urine and the clinical manifestations associated with occupational exposure to benzene. A cross-sectional and descriptive field study was carried out in which 32 workers with benzene exposure and 32 without exposure participated. Theis-Benedict method was used for the determination of phenol and modified Jaffé for the determination of creatinine (creat); in urine samples obtained, after 48 hours of occupational exposure. Phenol/creat levels were found in the group with exposure in the range of 88.2 to 92.3 mg/g-creat and 17.8 to 23.2 mg/g-creat in the group without exposure,

turned out to be statistically significant. The clinical manifestations such as cough, dermatitis and headache were the most serious. The high concentration of urinary phenol suggests a timely intervention in order to study the factors that are involved in these findings.

Keywords: phenol in urine, occupational exposure, paints, organic solvents; biomarkers

INTRODUCCIÓN

En repetidas oportunidades, a nivel mundial se ha hecho hincapié sobre la exposición a sustancias químicas en los lugares de trabajo y las enfermedades y accidentes resultantes de esta situación.^(1,2)

El benceno es un hidrocarburo aromático con características físico químicas que le confieren la capacidad de disolver y dispersar con facilidad una gran cantidad de compuestos, por lo que es ampliamente usado para mejorar los procesos de producción en diversas actividades industriales, tales como la fabricación de pinturas, colas o adhesivos, desengrasantes, agentes limpiadores, en la producción de polímeros, entre otros.^(3,4) El metabolismo del xenobiótico comienza en el hígado con la oxidación vía citocromo P450E1, con una biotransformación a fenol, que puede ser convertido enzimáticamente a catecol, el cual finalmente sufre una apertura del anillo, se transforma en *trans*, *trans*-muconaldehído y luego en ácido *trans*, *trans*-mucónico; asimismo, el fenol puede ser hidroxilado a benzoquinonas.⁽⁵⁾ Finalmente, estos metabolitos son eliminados a través de la orina y el aire expirado, destacando además que aproximadamente el 1% del benceno absorbido se

¹ Licenciado en Bioanálisis. Docente-Investigador en Toxicología y Fitofarmacología, Universidad de Carabobo, Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores (CEST), Laboratorio de Metales Pesados, Maracay, Venezuela. ORCID ID: 0000-0002-2765-4069

² Licenciado en Bioanálisis. Universidad de Carabobo, Venezuela. ORCID ID: 0000-0003-1928-5790

Correspondencia:

Franklin Jesús Pacheco Coello
Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores (CEST)
Calle Ruiz Pineda, La Morita II, Sector Santa Rita, estado Aragua, Venezuela
Código Postal 2103
E-mail: pachecofranklin74@gmail.com

Agradecimiento:

Este estudio fue financiando por el Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores y (CEST) y el hotel Bermúdez C.A.

elimina inalterado en la orina. Este periodo de eliminación ocurre en las 48 horas sucesivas a la exposición.^(6,7)

Este disolvente se caracteriza por ser un depresor del sistema nervioso central (SNC), ocasionando síntomas como cefalea y acúfenos, además de poseer acción hematotóxica con potencial a desarrollar cáncer por exposición crónica.⁽⁸⁻¹⁰⁾ La mayor ruta de eliminación es por expiración, en un 80 %; el otro 20 % que es absorbido se excreta como fenol, ácido S-fenilmercaptúrico y ácido *t,t*-mucónico, siendo eliminados por la orina aproximadamente en 48 horas.⁽¹¹⁾

En consideración por lo anteriormente expuesto, el estudio tuvo como objetivos determinar los niveles de fenol y las manifestaciones clínicas asociadas a la exposición a benceno en trabajadores de talleres de latonería y pintura automotriz del municipio Francis Linares Alcántara, Santa Rita, estado Aragua, Venezuela, 2019.

MATERIAL Y MÉTODO

Población y muestra

La muestra estuvo conformada por 32 trabajadores del sexo masculino con exposición ocupacional a benceno sometidos a los siguientes criterios de inclusión:

- Antigüedad laboral mayor o igual a 6 meses.
- No manipular otros disolventes (tolueno y xileno), ni dentro ni fuera de su área laboral.
- No presentar patología renal aguda o crónica.

Los 32 trabajadores cumplieron con los criterios anteriormente mencionados.

Grupo sin exposición ocupacional

Comprendido por 32 trabajadores de sexo masculino pertenecientes al personal de una empresa embotelladora ubicada en el mismo municipio, cuya actividad laboral estaba relacionada al control de llenado, embotellamiento, almacenamiento y distribución del agua. Los participantes cumplieron con los criterios anteriormente mencionados.

Recolección de datos

Con el fin de dar a conocer los objetivos y beneficios de la investigación, se les proporcionó un consentimiento informado a los trabajadores (expuestos y no expuestos), obteniendo su autorización para ser incorporados a la investigación. Todos los participantes respondieron un cuestionario con preguntas relacionadas a la antigüedad laboral, aspectos sociales, demográficos, manifestaciones clínicas que estuviese presentando y si padecían enfermedad renal aguda o crónica.

Procedimiento experimental

• Recolección de las muestras de orina

A cada trabajador se le pidió una muestra de orina 48 horas posteriores a la exposición, recolectadas en envases desechables estériles con tapas de doble o triple rosca, bien identificados (nombre, apellido y edad) y trasladadas refrigeradas al laboratorio Bermúdez C.A. Estas muestras fueron congeladas hasta su análisis (a -15 °C).

• Determinación de creatinina y fenoles en orina

La determinación de creatinina en orina se realizó por el método de Jaffé modificado de McNelly (1983)⁽¹²⁾, mientras que para la determinación de fenoles se utilizó el método de Theis-Benedict.⁽¹³⁾

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis estadístico descriptivo utilizando medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar); prueba U de Mann Whitney para evidenciar diferencia en los niveles de fenol entre el grupo expuesto y el no expuesto; correlación de Pearson para evidenciar si los niveles de fenol aumentan en función al tiempo de exposición; y prueba de χ^2 de Pearson para asociar las manifestaciones clínicas con la exposición a benceno. Los análisis se llevaron a cabo utilizando el programa Statistic 9.0, bajo ambiente Windows. El nivel de significación empleado fue de 0,05.

Aspectos éticos

El estudio sigue los lineamientos de la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en 1983, y la normatividad venezolana relacionada a investigaciones con humanos. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes del llenado de la hoja de datos y de la toma de muestras biológicas.

RESULTADOS

Participaron 32 trabajadores con exposición ocupacional pertenecientes a los talleres de latonería y pintura y 32 trabajadores de una embotelladora de agua, todos del sexo masculino, con edades comprendidas entre 35 y 44 años en el grupo expuesto, y de 29 a 38 en el grupo sin exposición. En relación a la antigüedad laboral del grupo expuesto, ella fue laboral mayor que 3 años, con una media de 5,6 años.

Niveles urinarios de fenol (corregidos con creatinina) de los trabajadores en estudio

rango de 88,2 a 92,3 mg/g-creat, mientras que para el grupo sin exposición ocupacional fue de 17,8 a 23,2 mg/g-creat. Se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$), entre ambos grupos (tabla 1).

Los niveles de fenol corregido con creatinina para el grupo con exposición ocupacional, estuvieron en un

Tabla 1
Concentraciones de fenol corregidas con relación a la creatinina (mg/g-creat)

Grupo	Media	DE	IC _{95 %}	<i>p</i>
Con exposición	90,4	2,19	90,1-95,7	0,003*
Sin exposición	19,2	1,13	13,4-22,3	

Fuente: Datos de la investigación 2019

Notas: * Significativo al 95 %; DE = desviación estándar; IC_{95 %} = intervalos de confianza al 95 %

Relación de los niveles de fenol con el tiempo de exposición ocupacional a benceno

variables, indicando que la concentración de fenol en orina aumenta con el tiempo de exposición ocupacional.

El coeficiente de correlación de Pearson ($r = 0,8229$) mostró asociación significativa entre la concentración de fenol corregida con creatinina y el tiempo de exposición ocupacional para las personas del grupo expuesto. La gráfica de dispersión (figura) indica que existe tendencia positiva o directamente proporcional entre estas dos

Manifestaciones clínicas asociadas a la exposición por benceno

La tabla 2 muestra las manifestaciones clínicas presentadas por los trabajadores expuestos a benceno. Las manifestaciones de cefalea, tos y dermatitis fueron las que presentaron significación estadística.

Figura
Relación de los niveles de fenol urinario respecto al tiempo de exposición

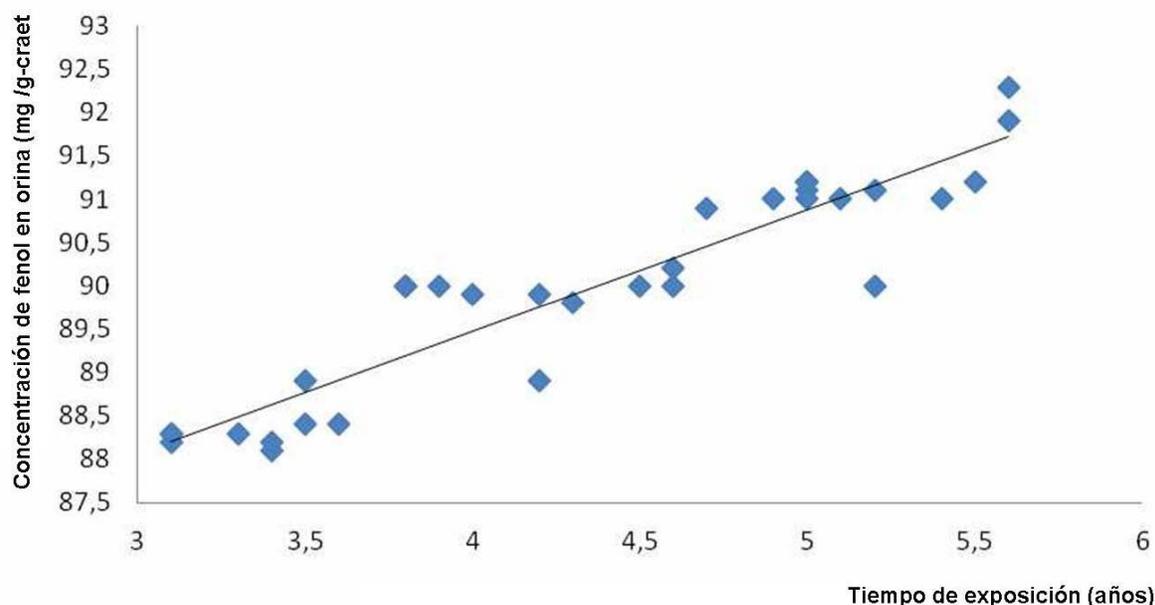


Tabla 2
Manifestaciones clínicas asociadas a la exposición a benceno

Variable	Categoría	Con exposición (%)	Sin exposición (%)	χ^2	<i>p</i>
Cefalea	Sí	24 (75,00)	5 (15,60)	22,76	0,001*
	No	8 (25,00)	27 (84,40)		
Somnolencia	Sí	8 (25,00)	6 (18,75)	0,37	0,534
	No	24 (75,00)	26 (81,25)		
Tos	Sí	22 (68,75)	4 (12,50)	22,13	0,004*
	No	10 (31,25)	28 (87,50)		
Dermatitis	Sí	16 (50,00)	8 (25,00)	4,27	0,038*
	No	16 (50,00)	24 (75,00)		

Fuente: Datos de la investigación 2019

Nota: * Significativo al 95 %

DISCUSIÓN

La Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR, 2007) indica que las principales fuentes de exposición al benceno son el humo de tabaco, las estaciones de servicio, los gases del tubo de escape de automóviles y las emisiones industriales.⁽¹⁴⁾ En el estudio se observó que la concentración de fenol del grupo expuesto estuvo por encima del índice biológico de exposición (hasta 50 mg/g-creat) adoptado por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists de los Estados Unidos (ACGIH, 2018)⁽¹⁵⁾, evidenciando, además, que la concentración aumentó de forma progresiva conforme al tiempo de exposición.

En una evaluación a la exposición a disolventes orgánicos y sus efectos a nivel molecular en 62 trabajadores de cinco talleres de latonería y pintura de la ciudad Bogotá, Colombia, los autores hallaron que el 3,3 % de los trabajadores expuestos directamente a benceno presentaron niveles de fenol por encima del límite de exposición, indicando además que las manifestaciones clínicas más frecuentes en la población en estudio fueron dolor de cabeza en 26 (42 %), dermatitis de contacto en 33 (54 %), somnolencia en 21 (34 %), e irritación de la piel en 11 (18 %).⁽¹⁶⁾ Asimismo, en un estudio realizado en 16 trabajadores de dos talleres de latonería y pintura de la ciudad de Maracay, Venezuela, los autores indicaron que el personal con exposición directa presentó niveles estadísticamente superiores al del grupo no expuesto, encontrando que un 38 % de los trabajadores presentó dermatitis de contacto, 45 % dolor de cabeza y 35 % somnolencia.⁽¹⁷⁾

Una limitante del estudio es que no se permitió el acceso a estos talleres; por tanto, no se pudo verificar el uso de equipos de protección personal y si internamente estos talleres estaban realmente en condiciones de higiene. Además, por lo mencionado anteriormente, no se

pudo medir la concentración de benceno en el aire del área de trabajo. En este sentido en Italia, un estudio donde se realizaron mediciones ambientales de disolventes orgánicos y mediciones urinarias de sus metabolitos en pintores de carros, se encontró que las concentraciones en el aire se correlacionaban positivamente con los niveles urinarios de los productos originales.⁽¹⁸⁾

De manera general, se evidenció una alta concentración de fenol urinario en los trabajadores expuestos, lo que podría ser indicativo de que existe un nivel elevado de exposición a benceno, uso o no de equipos de protección personal y condiciones de higiene ocupacional que no están siendo controladas. De las manifestaciones clínicas, la cefalea, tos y dermatitis resultaron estar asociadas a la exposición ocupacional a los disolventes orgánicos. Es importante destacar que esta exposición a benceno genera no solo alteraciones en diversos sistemas del organismo, sino además alteraciones a nivel de ADN, que es fundamental estudiar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Palma M, Briceño L, Idrovo A, Verona M. Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pintores de carros de la ciudad de Bogotá. *Biomédica*. 2015;35(2):66-76.
2. Organización Mundial de la Salud. Ambientes de trabajo saludables: un modelo para la acción para empleadores, trabajadores, autoridades normativas y profesionales. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2010.
3. Pereira L, Cezar-Vaz M, Capa Verde M, De Oliveira L. La perspectiva de la enfermería en la exposición laboral al benceno. *Evidentia*. 2013;10(42):1-8.
4. Brizuela J, Jiménez Y. Niveles urinarios de fenol y ácido hipúrico en trabajadores de una empresa de

- pintura automotriz. Salud Trabajador. 2010;18:107-15.
5. Córdoba D, Cuestas F. Tóxicos hematológicos. Toxicología. 5ª ed. Bogotá: Ed. Manual Moderno; 2006. p. 361.
 6. Snyder R, Hedli C. An overview of benzene metabolism. Environ Health Perspect. 1996;104(6): 1165-71.
 7. Falzone L, Marconi A, Loreto C, Franco S, Spandidos D. Occupational exposure to carcinogens: Benzene, pesticides and fibers. Mol Med Reports. 2016;14(1):4467-74.
 8. Haro J, Vélez N, Aguilar G, Guerrero S, Sánchez V, Muñoz S, et al. Alteraciones hematológicas en trabajadores expuestos ocupacionalmente a mezcla de benceno-tolueno-xileno (btx) en una fábrica de pinturas. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2012;9(2): 81-7.
 9. Barreto G, Madureira D, Capani F, Aon-Bertolino L, Saraceno E, Alvarez-Giraldez LD. The role of catechols and free radicals in benzene toxicity: An oxidative DNA damage pathway. Environ Mol Mutagen. 2009;50:771-80 [Internet] [citado 10 May 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2486/indhealth.44.310>.
 10. Heuser VD, de Andrade VM, da Silva J, Erdtmann B. Comparison of genetic damage in Brazilian footwear-workers exposed to solvent-based or water-based adhesive. Mutat Res. 2005;583:85-94. [Internet] [citado 10 May 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2486/indhealth.44.310>.
 11. Fonseca P, Heredia J, Navarrete D. Vigilancia médica para los trabajadores expuestos a benceno, tolueno y xileno. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario; 2008 [Internet] [citado 10 May 2019]. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle>.
 12. Moneely M. Métodos y diagnósticos del laboratorio clínico. En: Sonnenwirth A, Jaret L. Función renal. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1983. p. 459-70.
 13. Mütting D, Keller H, Kraus W. Quantitative colorimetric determination of free phenols in serum and urine of healthy adults using modified diazo-reactions. Clin Chim Acta. 1970;27(1):177-80.
 14. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). División de Toxicología y Medicina Ambiental. Resumen de salud pública. Benceno [Internet] [citado 10 May 2019]. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.
 15. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Biological Exposure Indices (BIEs). Cincinnati, Ohio: ACGIH; 2018.
 16. Torres C, Varona M, Lancheros A, Patiño R, Groot H. Evaluación del daño en el ADN y vigilancia biológica de la exposición laboral a solventes orgánicos. Biomédica. 2008;8(1):126-38.
 17. Pacheco F, Ali N, Reyes A. Niveles de fenol y ácido hipúrico en trabajadores de talleres de latonería y pintura, Maracay, Venezuela, 2016. Saber. 2017;29(4):512-506
 18. Vitali M, Ensabella F, Stella D, Guidotti M. Exposure to organic solvents among handicraft car painters: A pilot study in Italy. Ind Health. 2006;44:310-7 [Internet] [citado 10 May 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2486/indhealth.44.310>.

Recibido: 21 de agosto de 2019 Aprobado: 7 de diciembre de 2019

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

COPYRIGHT © 2019: Franklin Jesús Pacheco Coello y Daniel Rodríguez

LICENCIA CREATIVE COMMONS



Este artículo de la [Revista Cubana de Salud y Trabajo](#) está bajo una licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](#). Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio o formato, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso [Revista Cubana de Salud y Trabajo](#).