

PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS POR EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A BENCENO EN ESTACIONES DE SERVICIO DE VENEZUELA, 2017

HEMATOLOGICAL PARAMETERS FOR OCCUPATIONAL EXPOSURE TO BENZENE IN SERVICE STATIONS OF VENEZUELA, 2017

Franklin Jesús Pacheco Coello ¹
Lilo Franco de Jesús ²

RESUMEN

El benceno es un disolvente orgánico que forma parte de la gasolina. Diariamente los trabajadores de las estaciones de servicios encargados específicamente de suministrar combustible, se exponen a este disolvente. El estudio tuvo como objetivo principal evidenciar la existencia de cambios en los parámetros hematológicos por exposición ocupacional a benceno, partiendo de la concentración de fenol en orina que presentan estos trabajadores. Se trató de un estudio descriptivo, transversal de campo, no experimental, en una muestra de 69 trabajadores de estaciones de servicio de la ciudad de Maracay, estado Aragua. Se empleó el analizador hematológico Mindray BC-5150 para los parámetros hematológicos, el método Theis-Benedict para fenol en orina, y el de Jaffé modificado para creatinina en orina. A través de un contacto directo con los trabajadores, se les explicó los objetivos y beneficios del estudio. Una vez aceptado su participación, estos firmaron un consentimiento informado, para luego aplicárseles una encuesta validada por el Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores (CEST). Se evidenció deferencia significativa para el CHCM, HCM y los niveles de fenol urinario entre el grupo expuesto y no expuesto a benceno. Se encontró asociación negativa significativa entre los parámetros y la antigüedad laboral en el grupo estudio. Conforme aumenta el nivel de fenol urinario en el organismo de los trabajadores, los parámetros hematológicos tienden a disminuir. Los trabajadores expuestos a benceno por medio de la gasolina presentan un mayor riesgo de presentar alteraciones hematológicas y altos niveles de fenol.

Palabras clave: parámetros hematológicos, benceno, fenol, biomarcador

ABSTRACT

Benzene is an organic solvent that is part of gasoline. Every day service station workers, specifically tasked with supplying the fuel, are exposed to this solvent on a daily basis. The main objective of the study was to show the existence of changes in hematological parameters due to occupational exposure to benzene, based on the phenol concentration in urine presented by these workers. This was a descriptive cross-sectional, non-experimental field study of a sample of 69 service station workers from the city of Maracay, Aragua state.

The hematology analyzer Mindray BC-5150 was used for hematological parameters, Theis-Benedict method for phenol in urine, and Jaffé modified for creatinine in urine. Through direct contact with the workers, the objectives and benefits of the study were explained to them. Once their participation was accepted, they signed an informed consent, and then applied a survey validated by the Worker's Health Study Center (CEST). Significant deference was found for CHCM, HCM and urinary phenol levels between the exposed and non-exposed groups of benzene. We found a significant negative association between the parameters and the age at work in the study group. As the level of urinary phenol increases in the workers' body, hematological parameters tend to decrease. Workers exposed to benzene by means of gasoline present a greater risk of presenting hematological alterations and high levels of phenol.

Keywords: hematological indexes, benzene biomarker, biomarker

INTRODUCCIÓN

El benceno es un hidrocarburo frecuentemente utilizado en la industria química, considerado de alto riesgo toxicológico, por lo que el monitoreo biológico de los trabajadores expuestos es una importante medida para la prevención de la intoxicación ocupacional ¹. A nivel mundial se le considera peligroso para la salud, inclusive a bajas concentraciones ^{2,3}.

Durante la operación de repostar gasolina en estaciones de servicio, tanto la temperatura ambiente como el volumen de gasolina dispensada, pueden incrementar notablemente los niveles ambientales de hidrocarburos aromáticos y, consecuentemente, el riesgo de exposición laboral de los operarios que realizan las mismas, especialmente en el caso del benceno, que bajo el punto de vista toxicológico es el componente más importante de las gasolinas ⁴.

¹ Licenciado en Bioanálisis. Laboratorio de Metales Pesados, Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores (CEST), Universidad de Carabobo, Aragua, Venezuela

² Magíster en Salud Ocupacional. Laboratorio Bermúdez, Maracay, Venezuela

Correspondencia:

Lic. 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, CP 2103
E-mail: pachecofranklin74@gmail.com

Agradecimiento:

Este estudio fue financiado por el Centro de Estudio en Salud de los Trabajadores y por el hotel Bermúdez, de Maracay, Venezuela

La inhalación y el contacto dérmico constituyen las principales rutas de exposición ocupacional a benceno, siendo eliminado por la orina en forma de fenol, ácido S-fenilmercaptúrico y ácido mucónico aproximadamente en 48 horas ⁵.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los puntos de corte de los índices eritrocitarios son: una hemoglobina inferior a 12,0 g/L, VCM menor a 80 fL (80-100 fL), HCM por debajo de 28 pg (28-32 pg), CHCM inferior a 32,0 g/L (32,0-36,0 g/L) ⁶.

Entre los efectos por exposición a benceno destaca su acción acción hematotóxica, siendo el primer cambio esperado en la fórmula roja (FR) la disminución de la hemoglobina corpuscular media (HCM), la concentración media de hemoglobina corpuscular (CHCM) y la presencia de macrocitosis ⁷.

En base a lo expuesto anteriormente, se busca evidenciar el efecto que tiene el benceno en el organismo, específicamente en los parámetros hematológicos en trabajadores de estaciones de servicio de la ciudad de Maracay, estado Aragua en el año 2017, encargados de dispensar la gasolina.

MATERIAL Y MÉTODO

Población y muestra

Conformada por 69 trabajadores, (65 hombres y 4 mujeres), cuya actividad era la de surtir la gasolina, sometidos a los siguientes criterios de inclusión:

- Antigüedad laboral mayor o igual a 1 año.
- Concentración de creatinina en orina entre 0,5 a 1,5 g/L.
- No haber sido donante de sangre o haber recibido transfusiones en los últimos 3 meses.
- No estar recibiendo tratamiento que pudiera alterar los índices eritrocitarios.

Los 69 trabajadores cumplieron con los criterios de inclusión indicados anteriormente, pasando a formar la muestra en estudio.

Grupo control (sin exposición ocupacional)

Estuvo conformado por 63 trabajadores pertenecientes al personal obrero de la Universidad de Carabobo, Sede Aragua. Este personal se encarga del mantenimiento de equipos eléctricos, tuberías de aguas (blancas y servidas), limpieza de baños, pasillos, los cuales manifestaron no usar sustancias que contengan benceno, cumpliendo, además, los criterios antes mencionados.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con el fin de dar a conocer los objetivos y beneficios de la investigación, se les proporcionó un consen-

tamiento informado a los trabajadores y así se obtuvo su autorización para ser incorporados a la investigación. Posterior a ello, se aplicó una encuesta, la cual recogió información sobre su antigüedad laboral, hábitos de cada trabajador y si tenían actividades extralaborales que involucraran el uso de disolventes.

Procedimiento experimental

• Recolección de las muestras de orina

A cada trabajador se le solicitó una muestra de orina del último día de su jornada laboral, que fueron recolectadas en envases desechables estériles con tapa de doble o triple rosca, bien identificados, y trasladados refrigerados al Laboratorio de Metales Pesados de la Universidad de Carabobo. Estas muestras fueron congeladas previamente a su análisis (-15 °C).

• Extracción de muestras sanguíneas

Posterior a la recolección de las muestras de orina, a cada trabajador se le realizó una extracción sanguínea previa asepsia, empleando un tubo de tapa morada con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) sellado al vacío con aguja vacuntainer.

• Determinación de creatinina en orina

Se realizó por el método de Jaffé modificado de McNelly (1983) ⁸.

• Determinación del conteo de plaquetas

Se empleó el autoanalizador hematológico marca Mindray BC-5150.

• Determinación de fenoles en orina

Se utilizó el método Theis-Benedict sugerido por Muting *et al* (1970) ⁹. La presencia de fenoles en la orina se determina cuantificando el complejo coloreado que se forma entre el grupo fenol y el diazocompuesto (p-nitroanilina con nitrito de sodio al 10 %), en un medio alcalino a través de un espectrofotómetro. Se procedió a diluir la orina 1:100, luego se agregó 2 mL de las muestras diluidas en tubos de ensayo. A cada tubo se le añadió 0,2 mL de goma arábica, 0,2 mL de acetato de sodio y 0,2 mL de diazocompuesto, se agitó y se dejó reposar durante 1 minuto. Por último, se añadió 0,4 mL de carbonato de sodio al 20 % y se procedió a leer la absorbancia a 500 nm en el espectrofotómetro. Por medio de la curva de calibración se determinaron las concentraciones, expresadas en g.L⁻¹.

Consideraciones bioéticas

Los métodos llevados a cabo en esta investigación fueron aprobados por el Comité de Bioética de la Universidad de Carabobo.

Análisis estadístico

Se evaluó en primer lugar si los datos tenían o no distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. A los resultados obtenidos de la prueba se le aplicó un análisis estadístico descriptivo utilizando medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar), prueba de media de *t* de Student para evidenciar diferencia en los niveles de fenol y parámetros hematológicos entre el grupo expuesto y el no expuesto, correlación de Pearson para evidenciar si los parámetros hematológicos disminuyen en relación al tiempo de exposición y análisis de la varianza (Anova), para la relación del hábito de fumar con la concentración de fenol. Los análisis se llevaron a cabo utilizando el programa Statistix 9.0, bajo ambiente Windows. El nivel de significación empleado fue de 0,05.

Tabla 1

Niveles de fenol urinario corregidos con creatinina (mg/g), de los grupos con y sin exposición ocupacional a benceno

Grupo	Media	DS	Mín-máx	IC 95 %	<i>p</i>
Con exposición	98,19	3,56	91,13-108,34	97,06-99,79	0,014*
Sin exposición	16,10	5,93	9,21-32,20	13,60-19,21	

Nota: * significativo al 95 %; DE = desviación estándar; IC= intervalos de confianza al 95 %

Fuente: Base de datos

Adicionalmente, el Anova mostró que no hay interacción significativa entre los grupos y el hábito de fumar ($F = 0,30$; $p = 0,587$).

Parámetros hematológicos en ellos grupos con y sin exposición a benceno

De los 69 trabajadores de las estaciones de servicio, un 87 % (60/99) presentó disminución de hemoglobina (Hb), CHCM, HCM y VCM. En los no expuestos (grupo control) no se observó disminución alguna de los parámetros hematológicos. Por otra parte, la prueba de *t* de Student arrojó diferencia estadísticamente significativa en relación al CHCM y HCM respecto al grupo sin exposición (tabla 2).

RESULTADOS

Participaron 69 trabajadores con exposición pertenecientes a las estaciones de servicios y 63 trabajadores sin exposición. Del grupo expuesto, 64 (94,2 %) correspondieron al sexo masculino y 4 (5,8 %) al femenino, mientras que para el grupo sin exposición fue de 51 (81 %) y 12 (19 %) masculino y femenino, respectivamente. El promedio de la antigüedad laboral para el grupo expuesto fue de 7,5 años, y de 8,2 para el grupo sin exposición ocupacional. El rango de edad fue de 28-47 años para el grupo expuesto y de 29-41 para el no expuesto. Respecto al hábito de tabaquismo, 85,5 % del grupo con exposición manifestó ser fumador, mientras que para el grupo sin exposición fue de un 90,4 %.

Niveles de fenol urinario (corregidos con creatinina) en lo grupos con y sin exposición

El promedio de los niveles de fenol (corregido con creatinina) para el grupo con exposición ocupacional fue de 80,60 mg/g, y de 28,08 mg/g para el grupo sin exposición ocupacional. Al contrastar los niveles plaquetarios de ambos grupos, la prueba de *t* de Student para muestras independientes arrojó diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,014$) (tabla 1).

Relación de los parámetros hematológicos con la concentración de fenol / creatinina en el grupo de estudio

El coeficiente de correlación de Pearson mostró asociación significativa negativa entre cada parámetro hematológico y la concentración de fenol corregida con creatinina del grupo expuesto: Hb ($r = -0,8971$, $p < 0,001$); CHCM ($r = -0,8671$, $p < 0,001$); VCM ($r = -0,8871$, $p < 0,001$); HCM ($r = -0,8071$, $p < 0,001$); lo que indica que los parámetros hematológicos disminuyen a medida que aumenta la concentración de fenol en el organismo.

Tabla 2
Parámetros hematológicos de los grupos con y sin exposición ocupacional a benceno

Parámetro	Con exposición		Sin exposición		p
	Media	DE	Media	DE	
Hb (g/dL)	11,74	0,56	13,47	0,58	0,4690
CHCM (g/dL)	29,30	0,99	33,18	0,48	0,0168*
HCM (pg)	26,50	0,74	29,80	0,98	0,0174*
VCM (fL)	79,01	1,21	84,22	0,71	0,0934

Fuente: Base de datos

Relación de los parámetros hematológicos con la antigüedad laboral del grupo expuesto

Para evidenciar si los parámetros hematológicos de los trabajadores expuestos a benceno disminuyen a medida que aumenta la contracción de fenol, se procedió a calcular el coeficiente de correlación de Pearson, el cual mostró asociación significativa negativa entre los parámetros hematológicos y el tiempo de exposición ocupacional: Hb ($r = -0,8771$, $p < 0,001$); CHCM ($r = -0,8671$, $p < 0,001$); VCM ($r = -0,8071$, $p < 0,001$); y HCM ($r = -0,7971$, $p < 0,001$).

DISCUSIÓN

El presente estudio cuyo objetivo fue evaluar los parámetros hematológicos por exposición a benceno, evidenció que el personal expuesto en las estaciones de servicio presentó una concentración promedio de fenol en orina estadísticamente significativa respecto al grupo control, superando, además, el índice biológico de exposición (BEI, de hasta 50 mg/g de creatinina), adoptado por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists de los Estados Unidos (ACGIH)¹⁰.

En un estudio realizado en la ciudad de San Felipe, Venezuela, cuyo objetivo fue evaluar los niveles urinarios de ácido trans, trans-mucónico (t,t-MA) (un biomarcador más sensible que el fenol) y el perfil hepático, hematológico y renal en 42 trabajadores de estaciones de servicio, hallaron diferencia significativa en los niveles de fenol urinario entre el grupo de trabajadores de las estaciones de servicio y el grupo control¹.

Así mismo, en una evaluación a la exposición a disolventes orgánicos y sus efectos a nivel molecular en tres empresas de la ciudad de Bogotá y dos en el municipio de Cota, Colombia, hallaron que el 3,3 % del los trabajadores expuestos directamente a benceno presentaron niveles de fenol por encima del BEI¹¹.

En relación a los parámetros evaluados, se evidenció una disminución en la Hb, CHCM, VCM y CHM en el 87 % de los trabajadores, mostrando, además, diferencia significativa para CHCM y HCM en relación al grupo

no expuesto. En Tailandia, en una evaluación de los niveles de benceno y parámetros hematológicos en trabajadores de las estaciones de servicio, hallaron que existe una tendencia a disminuir la concentración de Hb conforme aumentan los niveles del biomarcador de exposición a benceno¹².

Aun cuando no se evaluaron otras alteraciones hematológicas, es de resaltar lo hallado en México, donde el 7,2 % de los 96 trabajadores expuestos ocupacionalmente a una mezcla de benceno y otros disolventes de una empresa de pinturas, presentaron alteraciones hematológicas⁷.

Se conoce que una de las principales fuentes de exposición al benceno es el humo de tabaco¹³.

Referente al hábito de fumar, no se observó interacción significativa con la concentración de fenol en ambos grupos, lo que coincide con lo hallado por Negrin, donde el hábito de tabaquismo no mostró asociación con el biomarcador de exposición benceno¹.

Por último, el estudio muestra que se requiere de una evaluación periódica de los niveles de fenol urinario y de otros biomarcadores más sensibles en estos trabajadores, que se ven expuesto a benceno diariamente, y así establecer medidas que contribuyan a disminuir la exposición a este disolvente orgánico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Negrin J, Aular Y, Fernández Y, Piñero S, Romero G. Ácido trans, trans mucónico y perfil hepático, hematológico y renal en trabajadores expuestos a benceno. *Salud de los Trabajadores*. 2014; 22(2): 121-8.
2. Medinsky MA, Kenyon EM, Seaton MJ, Schlosser PM. Mechanistic considerations in benzene physiological model development. *Environ Health Perspect*. 1996;104(6):1399-404.
3. D'Azevedo PA, Tannhauser M, Tannhauser SL, Barros HM. Hematological alterations in rats from xylene and benzene. *Vet Human Toxicol*. 1996;38(5):340-4.
4. Periago J, Zambudio A, Prado I. Análisis de la evo-

- lución en la exposición laboral a benceno en estaciones de servicio. Marcadores ambientales y biológicos. *Rev Toxicol.* 2002 19(3):100-5.
5. 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 11 Sep 2014]. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle>.
 6. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra: OMS; 2011 [Internet] [citado 28 Jul 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobins.pdf>.
 7. Haro-García J, Vélez-Zamora N, Aguilar-Madrid G, Guerrero-Rivera S, Sánchez-Escalante 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; 29(2):181-7.
 8. Mcneely M. Métodos y diagnósticos del laboratorio clínico. En: Sonnenwirth A, Jaret L. Función renal. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1983. p. 459-70.
 9. Müting 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.
 10. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Biological Exposure Indices (BEIs). Cincinnati, Ohio: ACGIH; 2015.
 11. 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, 2006. *Biomédica.* 2008;28(1):126-38.
 12. Tunsaringkarn T. Benzene-induced changes in hematological parameters and urinary trans, trans-muconic acid among gasoline station workers: authors' reply. *Int J Occup Environ Med.* 2013;4(2): 1-10.
 13. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). División de Toxicología y Medicina Ambiental. Resumen de salud pública benceno [Internet] [citado 20 Ene 2015]. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.

Recibido: 8 de junio de 2017

Aprobado: 20 de julio de 2017