

Estado del arte

Genotoxicity and cytotoxicity in oral mucosa of gas station workers: a systematic review.

La genotoxicidad y citotoxicidad en mucosa bucal de trabajadores de gasolineras: una revisión sistemática.

Valle Barbosa María Ana ¹,  <https://orcid.org/0000-0003-0224-6437> Sánchez Cuevas Raúl Oswaldo

¹  <https://orcid.org/0009-0005-8712-7542>; Carrillo Núñez Gabriela Guadalupe ¹ 

<https://orcid.org/0000-0003-2320-0948>, Ramos Ibarra María Luisa ²  <https://orcid.org/0000-0001-8610-3841>.

¹ Centro Universitario de Ciencias de la Salud, UdeG;

² Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UdeG

Correo electrónico de contacto:

Fecha de envío: 29/09/2024

Fecha de aprobación: 16/10/2024

Abstract:

Introduction: A relationship has recently been found between occupational exposure to gasoline components and the presence of nuclear abnormalities in oral mucosal cells, which can be classified as genotoxic and cytotoxic effects.

Material and methods: a literature review was conducted in PubMed and Google Scholar databases of articles published in English between 2018 and 2023 in which cytotoxic and genotoxic effects in oral mucosa of gas station workers are addressed.

Results: eight articles were selected that met the inclusion criteria, which were quantitative, cross-sectional, and variable association studies, seven of them employed a control group and in seven of them an increase of genotoxic or cytotoxic effects was found in the exposed population.

Conclusions: working in gas stations is considered a risk for developing genotoxic and cytotoxic cellular alterations.

Keywords: Genotoxicity, cytotoxicity, gas station, worker

Resumen:

Introducción: Recientemente se ha encontrado una relación entre la exposición ocupacional a los componentes de la gasolina y la presencia de anomalías nucleares en células de la mucosa oral, los cuales pueden ser clasificados como efectos genotóxicos y citotóxicos.

Material y métodos: se llevó a cabo una revisión bibliográfica en las bases de datos PubMed y Google Académico de artículos publicados en inglés entre 2018 y 2023 en los cuales se aborden efectos citotóxicos y genotóxicos en mucosa oral de trabajadores de gasolineras. Resultados: se seleccionaron ocho artículos que cumplieron con los criterios de inclusión, los cuales fueron estudios cuantitativos, transversales y de asociación de variables, siete de ellos emplearon un grupo control y en siete de ellos se encontró un incremento de efectos genotóxicos o citotóxicos en la población expuesta.

Conclusiones: se considera trabajar en gasolineras constituye un riesgo para desarrollar alteraciones celulares de tipo genotóxico y citotóxico.

Palabras clave: Genotoxicidad, citotoxicidad, gasolinera, trabajador

Estado del arte

Introducción

La creciente evidencia de una correlación entre la exposición ocupacional a los componentes de la gasolina y la presencia de anormalidades nucleares en células de mucosa oral ha motivado esta revisión sistemática.

Los trabajadores de gasolineras de manera rutinaria se exponen a los diversos componentes de la gasolina ya sean en forma de contacto con el humo de esta, inhalación de vapores o por contacto directo con la piel al manipular las mangueras que la suministran. Además, las vías de contacto antes mencionadas se ven especialmente vulneradas en contextos en los cuales el uso de equipo de protección personal es mínimo o nulo (Salem, El-Garawani, Allam, El-Aal, & Hegazy, 2018).

Los efectos a la salud que provoca la exposición a los diversos componentes de la gasolina pueden ser monitorizados mediante el uso de biomarcadores de citotoxicidad y genotoxicidad, como lo son la identificación de micronúcleos, y anormalidades nucleares (núcleos bilobulados, cariorrexis y cariolisis) en diversos tejidos del trabajador, como puede ser la mucosa nasal, bronquial, del esófago o mucosa bucal (Torres-Bugarín, Zavala-Cerna, Nava, Flores-García, & Ramos-Ibarra, 2014).

Los empleados de gasolineras se encuentran expuestos a riesgos laborales de distinta naturaleza, entre ellos destaca el contacto con la gasolina, la cual se componen molecularmente de cientos de sustancias de las cuales las principales se agrupan en parafinas, cicloparafinas, olefinas e hidrocarburos aromáticos (Boluda, Macías, & González Marrero, 2019). Es este último grupo el que destaca por sus efectos en la salud de los trabajadores de gasolineras, siendo representantes del mismo sustancias como el benceno, etilbenceno, tolueno y xileno, a las cuales los trabajadores pueden exponerse a través de la

inhalación de vapores de gasolina durante el suministro de esta y mediante el contacto directo con la piel al manipular las mangueras de gasolina sin usar equipo de protección adecuado (Salem, El-Garawani, Allam, El-Aal, & Hegazy, 2018). En el caso del benceno y etilbenceno, estas se encuentran clasificadas como sustancias “carcinogénicas para humanos” y “posiblemente carcinogénicas para humanos”, respectivamente (International Agency for Research on Cancer (IARC), 2022).

La exposición recurrente a los hidrocarburos puede ocasionar síntomas de diversa índole como los siguientes: irritación de piel y mucosas, dolor de estómago, agruras, indigestión, prurito, tos, cefalea, mialgia, fatiga, disnea, náusea o vértigo. Por otra parte, incrementa la probabilidad de padecer enfermedades respiratorias crónicas, asma y, en los casos más graves, alteraciones hematológicas como anemia, leucopenia, leucemia, o trombocitopenia (Alves, y otros, 2017).

Los efectos a la salud que provoca la exposición a los diversos componentes de la gasolina pueden ser monitorizados mediante el uso biomarcadores de citotoxicidad y genotoxicidad, como lo son la identificación de micronúcleos, y anormalidades nucleares (núcleos bilobulados, cariorrexis y cariolisis) en diversos tejidos del trabajador, como puede ser la mucosa nasal, bronquial, del esófago o mucosa bucal (Torres-Bugarín, Zavala-Cerna, Nava, Flores-García, & Ramos-Ibarra, 2014).

La genotoxicidad es la capacidad relativa de un agente de ocasionar daño en el material genético, originando efectos biológicos adversos para la salud y la vida de los organismos al disminuir la capacidad de sobrevivencia (Philips & Arlt, 2009). Por su parte, la citotoxicidad es la capacidad relativa de una sustancia para causar daño celular, ya sea a través de necrosis o apoptosis (Celik T. A., 2018).

Estado del arte

Por los motivos anteriores surgió el interés de estudio debido a resultados de investigaciones donde se describen efectos citotóxicos y genotóxicos en diferentes regiones del mundo, como Sudamérica y Asia; por ejemplo, Maciel, Feitosa, Trolly, & Sousa, (2019) realizaron un estudio en Brasil, en donde encontraron que ni un trabajador de las gasolineras estudiadas usaban equipo de protección personal, por tal razón se identificó una frecuencia de micronúcleos de mucosa oral significativamente incrementada en comparación con grupo control. En el mismo orden de ideas, en India, Shaikh, Barot, & Chandel (2018) encontraron una prevalencia más alta de micronúcleos, cariólisis, cariorrexis, picnosis en trabajadores de gasolineras en comparación con un grupo control. Más recientemente, en Irán, Shahsavari, Mikaeli, & Ghorbanpour (2022) identificaron una frecuencia media de micronúcleos mayor en un grupo de trabajadores de gasolineras, en comparación con un grupo control, con una alta significancia estadística.

Material y métodos

Se llevó a cabo una búsqueda de literatura científica el día 30 de septiembre del 2023 en las bases de datos de PubMed y Google Académico.

Para realizar la búsqueda se utilizaron como criterios de exploración los siguientes parámetros: (1) artículos publicados en inglés, (2) artículos cuantitativos, cualitativos con diseño transversal, longitudinal y de correlación de variables, (3) se incluyeron estudios en los que se abordan efectos citotóxicos y genotóxicos en mucosa oral de trabajadores de gasolineras, (4) las palabras clave para la búsqueda fueron “cytotoxicity OR genotoxicity AND gasoline-station workers OR gas-station workers OR gasoline station attendants AND oral mucosa” (5) artículos originales publicados entre el 2018 y 2023. La selección de los artículos se

realizó en dos fases: una de exclusión y otra de depuración. En la primera fase se descartaron los artículos que no cumplieran con los criterios de inclusión definidos previamente, y en la segunda fase como último filtro se eliminaron los que no fueron publicados en el periodo de tiempo antes señalado.

Se seleccionaron ocho artículos originales de investigaciones relacionadas a la citotoxicidad y/o genotoxicidad en mucosa oral de trabajadores en gasolineras. Cada artículo fue registrado en una base de datos en Excel que incluyó año de publicación, país de estudio, objetivo, variables de interés, tipo de diseño, método estadístico, instrumentos, número de participantes y resultados.

Resultados

La búsqueda inicial arrojó tres artículos en PubMed y 68 artículos en Google Académico, pero solamente ocho artículos fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión previamente definidos. De estos ocho artículos se puede mencionar que el país en el que se han publicado más artículos originales respecto a la citotoxicidad y/o genotoxicidad en trabajadores de gasolineras durante los últimos cinco años es Brasil con cuatro artículos publicados. Todos los estudios fueron cuantitativos, transversales, de asociación de variables y siete de ellos emplearon grupos de control. En siete artículos se encontró un incremento estadísticamente significativo en la frecuencia de micronúcleos y/o células binucleadas o cariorrécticas en los participantes trabajadores de gasolineras en comparación con el grupo control. En la Tabla 1 se muestran los artículos analizados ordenados por año de publicación.

Tabla 1a. Artículos seleccionados en la revisión sistemática.

Autores	Año	Título	País	Participantes	Resultados	Diseño
Filho, A., et al.	2018	Integrative study of cell damage and cancer risk in gas station attendants.	Brasil	80 participantes: 40 despachadores de gasolineras y 40 sujetos control.	No hubo diferencias estadísticamente significativas en los resultados incluyendo edad, género, hábitos de alcohol y tabaco entre grupos y en el análisis. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las características demográficas de los grupos. Los datos mostraron daño elevado en el ADN, inestabilidad cromosómica y en el ciclo celular en el grupo de empleados de gasolinera.	Cuantitativo, transversal, correlación de variables, grupo control.
Omar, R., et al.	2018	Cytotoxicity in Exfoliated Buccal Cells of Petrol Stations' Workers in Erbil City.	Irak	58 participantes: 30 sujetos control y 28 trabajadores de gasolineras.	Evaluación de frecuencias micronúcleos en células exfoliadas. las células bucales revelaron una diferencia significativa ($P < 0,001$) entre trabajadores expuestos ($19,25 \pm 0,89$) y sujetos de control ($2,40 \pm 0,35$). Una diferencia significativa en la frecuencia de células binucleadas se observó entre controles ($0,40 \pm 0,09$) y expuestos ($1,46 \pm 0,33$) trabajadores ($P < 0,001$). Se encontró que la frecuencia de cariólisis es significativamente mayor ($P < 0,001$) en individuos expuestos ($12,71 \pm 0,73$) que los controles ($0,70 \pm 0,12$).	Cuantitativo, transversal, correlación de variables, grupo control.
Costa-Amaral, I. C., et al.	2019	Environmental Assessment and Evaluation of Oxidative Stress and Genotoxicity Biomarkers Related to Chronic Occupational Exposure to Benzene.	Brasil	86 participantes: 51 trabajadores de gasolineras y 35 guardias de seguridad.	Una correlación significativa fue encontrada entre la cantidad de tiempo en el trabajo actual y los biomarcadores, pero sin diferencia entre los dos grupos de trabajadores.	Cuantitativo, transversal, correlación de variables, grupo control.
Maciel., et al.	2019	Genotoxic effects of occupational exposure among gas station attendants in Santarem, Para, Brazil.	Brasil	147 participantes: 126 trabajadores de gasolineras y 21 sujetos control.	La frecuencia de micronúcleos fue mayor entre los trabajadores de gasolineras en comparación con el grupo no expuesto al benceno ($p < 0,01$). La frecuencia de micronúcleos fue significativamente mayor ($p < 0,01$) entre los empleados de gasolineras que informaron beber alcohol en comparación con los no bebedores. Ninguno de los participantes (0%) usó equipo de protección personal.	Cuantitativo, transversal, correlación de variables, grupo control.

Estado del arte

Tabla 1b. Artículos seleccionados en la revisión sistemática

Autores	Año	Título	País	Participantes	Resultados	Diseño
Tandelilin, R., et al.	2020	Assessment of Karyorrhexis Incidence in Exfoliated Buccal Mucosa Epithelial Cells among Fuel Station Employees in Sleman, Special Region of Yogyakarta, Indonesia.	Indonesia	30 participantes: 15 empleados de gasolineras y 15 sujetos de control.	El resultado reveló que hubo frecuencias más altas estadísticamente significativas ($p < 0,05$) de incidencia de cariorrexis entre los empleados expuestos en comparación con los controles. El resultado reveló que entre los empleados expuestos en comparación con los controles hubo estadísticamente frecuencias significativamente más altas ($p < 0,05$) de incidencia de cariorrexis.	Cuantitativo, transversal, correlación de variables, grupo control.
Rehani, S., et al.	2021	Genotoxicity in Oral Mucosal Epithelial Cells of Petrol Station Attendants: A Micronucleus Study.	India	60 participantes, divididos en cuatro grupos de 15 participantes.	Se observaron frecuencias medias estadísticamente más altas de anomalías nucleares generales en los trabajadores de las bombas de gasolina en comparación con el grupo de control. Los fumadores que trabajan en bombas de gasolina presentan las anomalías nucleares más altas, seguidos de los fumadores no expuestos y los no fumadores expuestos y el recuento fue menor entre los trabajadores no fumadores no expuestos.	Cuantitativo, transversal, correlación de variables, grupo control.
da Poça, K., et al.	2021	Gasoline-station workers in Brazil: Benzene exposure; Genotoxic and immunotoxic effects.	Brasil	311 participantes: 110 trabajadores de oficina y 201 trabajadores de gasolineras.	Se observaron efectos biológicos estadísticamente significativos, incluyendo elevado daño en el ADN (ensayo cometa); frecuencias más altas de micronúcleos y brotes nucleares (ensayo de micronúcleos). Ambos grupos de trabajadores expuestos (inhalación e inhalación + vías dérmicas) mostraron efectos genotóxicos similares.	Cuantitativo, Transversal, correlación de variables.
Shahsavari, F., et al.	2022	Micronucleus assay in the exfoliated cells of buccal mucosa of gasoline station workers in Tehran.	Irán	210 participantes: 110 trabajadores de gasolineras y 100 personas desempleadas.	La frecuencia media de micronúcleos en el grupo de casos y control fue de $29,8 \pm 8,2$ y $9,3 \pm 3,2$, respectivamente, lo que fue estadísticamente significativo ($P = 0,0001$). Además, la media de micronúcleos en las células micronucleadas de la mucosa bucal fue significativamente mayor en los individuos expuestos a la gasolina que en el grupo de control ($P = 0,0001$).	Cuantitativo, transversal, correlación de variables, grupo control.

Estado del arte

Durante el año 2018 se realizaron dos estudios (Filho, Silveira,, do Nascimento, & d'Arce, 2018; Omar, Saleem, & Karim, 2018) con el mismo diseño metodológico y cantidad similar de participantes (80 participantes y 58 participantes, respectivamente) en los cuales la distribución fue de 50% despachadores de gasolina y 50% sujetos control los cuales solamente en el caso del estudio de Omar, Saleem, & Karim (2018) se especifica que fueron estudiantes universitarios sanos sin antecedentes de exposición a derivados del petróleo. Sin embargo, en la investigación realizada por Filho, Silveira,, do Nascimento, & d'Arce, (2018) no se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y los trabajadores de gasolinera, lo cual contrasta con lo reportado con Omar, Saleem, & Karim (2018) quienes encontraron una frecuencia estadísticamente significativa de cambios citotóxicos y genotóxicos en los individuos expuestos.

Un año después se publicaron dos estudios de los cuales uno utilizó un grupo control de individuos sanos y un grupo de trabajadores de gasolineras (Maciel, Feitosa, Trolly, & Sousa, 2019). En este artículo se reportó una frecuencia de biomarcadores de genotoxicidad significativamente mayor en el grupo expuesto. El segundo artículo (Costa-Amaral, y otros, 2019) usó como grupo de comparación guardias de seguridad de la misma gasolinera. Es por lo anterior que en este último artículo los autores reportaron no haber encontrado diferencias entre ambos grupos de trabajadores, aunque sí encontraron relación entre la antigüedad laboral y la presencia de biomarcadores de genotoxicidad, variable que no fue estudiada por los otros dos estudios.

El estudio realizado en (2020) por Tandelilin, Mun, & Haniastut evaluó la incidencia de cariorrexis en trabajadores de gasolineras de una región de Indonesia; en el estudio reportó una frecuencia estadísticamente significativa mayor de células

cariorréticas en la mucosa oral de los trabajadores expuestos que el grupo control, el cual consistió en estudiantes universitarios sanos sin antecedentes de exposición a derivados del petróleo.

En el año 2021 fueron publicados dos artículos con diseños distintos: el primero de ellos, realizado en India por Rehani, y otros fue un estudio que relacionó variables como genotoxicidad y hábito tabáquico entre los participantes expuestos y grupo control de participantes no expuestos el cual reportó una frecuencia estadísticamente significativa más alta en trabajadores expuestos y con hábito tabáquico positivo. Por su parte, da Poça, y otros, (2021) realizaron un estudio en Brasil el cual no contó con grupo control, sino con trabajadores administrativos de las mismas gasolineras como población a comparar y encontraron efectos genotóxicos similares.

Por último, el estudio realizado por Shahsavari, Mikaeli, & Ghorbanpour en el año 2022 reportó una frecuencia de micronúcleos mayor en los trabajadores de gasolineras en comparación con el grupo control compuesto por participantes sanos no expuestos a gasolinas y sus derivados, hallazgo que coincide con lo que la mayoría de los estudios realizados del 2018 al 2023 reportan.

Conclusiones

Con base en los resultados de las investigaciones previamente analizadas, se considera que, en comparación con otras actividades laborales, el trabajar en gasolineras constituye un riesgo. De manera particular este riesgo se incrementa en los despachadores para desarrollar alteraciones celulares de tipo genotóxico y citotóxico. Lo anterior debido a la exposición constante a hidrocarburos como el benceno, causando cambios celulares en diversos tejidos que pueden provocar enfermedades de tipo hematológico, oncológico y mieloproliferativas que

Estado del arte

derivan en un desequilibrio económico, social y de salud que afecta al trabajador y a su entorno familiar y que en ocasiones puede tener un desenlace fatal.

Referencias

- Alves, L. P., Vieira, D. S., Nunes, L. S., Cruz, L. P., Reis, A. C., Gomes, Í. V., . . . Esteves, M. B. (2017). Relationship between Symptoms, Use of PPE and Habits Related to Occupational Exposure to BTEX Compounds in Workers of Gas Stations in Bahia, Brazil. *Journal of Environmental Protection*, 650-661.
- Boluda, C. J., Macías, M., & González Marrero, J. (2019). a complejidad química de las gasolinas de automoción. *Ciencia, Ingenierías & Aplicaciones.*, 51-79.
- Celik, T. A. (2018). Introductory Chapter: Citotoxicity. En T. A. Celik, *Citotoxicity* (págs. 1-5). Londres: IntechOpen.
- Costa-Amaral, I. C., Carvalho, L. V., Santos, M. V., Valente, D., Pereira, A. C., Figueiredo, V. O., . . . Larentis, A. L. (2019). Environmental Assessment and Evaluation of Oxidative Stress and Genotoxicity Biomarkers Related to Chronic Occupational Exposure to Benzene. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2240.
- da Poça, K. S., Giardini, I., Baptista Silva, P. V., Rodrigues Geraldino, B., Bellomo, A., Araújo Alves, J., . . . Sarpa, M. (2021). Gasoline-station workers in Brazil: Benzene exposure; Genotoxic and immunotoxic effects. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis.*, 503322.
- Filho, A., Silveira, M. A., do Nascimento, C. B., & d'Arce, L. P. (2018). Integrative study of cell damage and cancer risk in gas station attendants. *International Journal of Environmental Health Research.*, 1-7.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2022). *List of classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans*. IARC Monographs.
- Maciel, L. A., Feitosa, S. B., Trolly, T. S., & Sousa, A. L. (2019). Genotoxic effects of occupational exposure among gas station attendants in Santarem, Para, Brazil. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho.*, 247-253.
- Omar, R. A., Saleem, M. A., & Karim, K. J. (2018). Cytotoxicity in exfoliated buccal cells of petrol stations' workers in Erbil City. *International Conference on Pure and Applied Sciences*, 101-104.
- Philips, D. H., & Arlt, V. M. (2009). Genotoxicity: damage to DNA and its consequences. En A. Luch, *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*. (págs. 87-110).
- Rehani, S., Raj, N., Jeergal, P., Sharma, M., Bishen, K. A., & Nagpal, R. (2021). Genotoxicity in oral mucosal epithelial cells of petrol station attendants: A micronucleus study. *Journal of Cytology*, 225-230.
- Salem, E., El-Garawani, I., Allam, H., El-Aal, B. A., & Hegazy, M. (2018). Genotoxic effects of occupational exposure to benzene in gasoline station workers. *Industrial health.*, 132-140.
- Shahsavari, F., Mikaeli, S., & Ghorbanpour, M. (2022). Micronucleus assay in the exfoliated cells of buccal mucosa of gasoline station workers in Tehran. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 1030-1035.
- Shaikh, A., Barot, D., & Chandel, D. (2018). Genotoxic effects of exposure to gasoline fumes on petrol pump workers. *The international journal of occupational and environmental medicine*, 79-87.
- Tandelilin, R. T., Mun, T. S., & Haniastut, T. (2020). Assessment of Karyorrhexis Incidence in Exfoliated Buccal Mucosa Epithelial Cells among Fuel Station Employees in Sleman, Special Region of Yogyakarta, Indonesia. *nternational Journal of Experimental Dental Science.*, 62-69.
- Torres-Bugarín, O., Zavala-Cerna, M., Nava, A., Flores-García, A., & Ramos-Ibarra, M. (2014). Potential uses, limitations, and basic procedures of micronuclei and nuclear abnormalities in buccal cells. *Disease Markers*.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores de este artículo expresan que no tuvieron ningún conflicto de intereses durante la preparación de este documento ni para su publicación.

Obra protegida con una licencia Creative Commons

