Biomonitoreo de exposición ocupacional a xilenos: caracterización de ácidos metilhipúricos urinarios en un laboratorio de referencia.

Autores: De Jesus Rojas Laura, Calderón Maldonado Daniel. Laboratorio Carpermor, México.

Introducción

Los xilenos son hidrocarburos aromáticos volátiles utilizados como disolventes industriales. La exposición ocupacional ocurre principalmente por inhalación y, en algunas actividades, por absorción cutánea; sus efectos dependen de la intensidad y duración de la exposición [1]. Tras su absorción, se metabolizan a ácidos orto-, meta- y para-metilhipúricos, eliminados por vía urinaria y utilizados como biomarcadores de exposición reciente. Sus concentraciones varían según las condiciones de exposición, el momento de recolección y factores individuales [2]. En México, la NOM-047-SSA1-2011 establece un índice biológico de exposición (IBE) de 1.5 g de ácidos metilhipúricos/g de creatinina urinaria, con recolección al finalizar la jornada laboral [3]. Superar el IBE constituye un criterio para evaluar la exposición, no necesariamente daño orgánico. La información sobre la distribución de estos biomarcadores en poblaciones mexicanas evaluadas en laboratorios de referencia es limitada.

Objetivo. Caracterizar las concentraciones urinarias de ácidos metilhipúricos totales en individuos bajo vigilancia por exposición ocupacional a xilenos, evaluar su asociación con edad y sexo, y determinar la proporción que supera el IBE de 1.5 g/g de creatinina establecido en la NOM-047-SSA1-2011.

Métodos. Estudio observacional, retrospectivo y transversal con registros de un laboratorio de referencia en México. Se incluyeron 3,185 individuos con una determinación de ácidos metilhipúricos urinarios totales solicitada por posible exposición ocupacional a xilenos entre septiembre de 2024 y septiembre de 2026, considerando una determinación por individuo y sin excluir valores extremos. Las muestras de orina espontánea, recolectadas al finalizar la jornada laboral y fuera del área de trabajo, se analizaron mediante UPLC-UV. Se cuantificó la suma de los ácidos orto-, meta- y para-metilhipúricos, normalizada por creatinina urinaria (g/g). Se definió superación del IBE como >1.5 g/g [3]. Las concentraciones se analizaron mediante estadística descriptiva, U de Mann–Whitney para comparación por sexo, correlación de Spearman para edad y Kruskal–Wallis entre grupos etarios. Se utilizaron pruebas bilaterales con α=0.05.

Discusión. Predominaron concentraciones inferiores al IBE, con valores elevados en pocos individuos. La frecuencia de superación (0.19%) fue cercana a la reportada en otra población (0.11%), aunque no son directamente comparables (4). Otros estudios documentaron concentraciones superiores asociadas al contexto de exposición (1,5). La ausencia de diferencias por sexo y la débil asociación con edad explican parcialmente la variabilidad observada. La interpretación requiere considerar condiciones laborales, fuentes adicionales de exposición y características del muestreo (2). El diseño retrospectivo y la falta de información ocupacional limitan las inferencias sobre la intensidad y los determinantes de exposición.

Conclusiones. Predominaron concentraciones inferiores al IBE de 1.5 g/g, con una superación del 0.19%. No hubo diferencias significativas por sexo y la asociación con edad fue positiva débil. La interpretación requiere considerar las condiciones de exposición y muestreo.

Resultados

Las 3,185 determinaciones presentaron una distribución asimétrica hacia concentraciones elevadas, con mediana de 0.027 g/g (RIC: 0.015–0.054) y percentil 95 de 0.209 g/g (Tabla 1). Seis individuos (0.19%; IC 95%: 0.09–0.41%) superaron el IBE de 1.5 g/g; sus concentraciones oscilaron entre 1.525 y 4.586 g/g.

La población incluyó 2,546 hombres (79.94%) y 639 mujeres (20.06%). Las concentraciones fueron similares entre ambos sexos (p = 0.353). En el análisis inicial de edad (n = 3,175), se identificó una correlación positiva débil con la concentración urinaria (ρ = 0.111; p < 0.001) y diferencias entre grupos etarios (Kruskal–Wallis; p < 0.001), con medianas entre 0.024 y 0.032 g/g (Tabla 2).

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDOS METILHIPÚRICOS URINARIOS TOTALES

INDICADOR	RESULTADO
Individuos (n)	3,185
Media ± DE	0.061 ± 0.156
Mediana (RIC)	0.027 (0.015–0.054)
Percentil 90	0.126
Percentil 95	0.209
Percentil 99	0.536
Mínimo–máximo	0.001–4.586
Resultados >1.5 g/g, n (%)	6 (0.19%)

Nota: Las concentraciones se expresan en g/g de creatinina urinaria. RIC: rango intercuartílico. IBE: índice biológico de exposición de 1.5 g/g de creatinina.

TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDOS METILHIPÚRICOS URINARIOS TOTALES SEGÚN SEXO Y GRUPO ETARIO

Grupo	n	Mediana (g/g)	P95 (g/g)
GENERO			
Hombres	2,546	0.027	0.210
Mujeres	639	0.028	0.198
EDAD			
<30 años	721	0.025	0.187
30–39 años	1,030	0.024	0.168
40–49 años	765	0.030	0.242
50–59 años	580	0.032	0.241
≥60 años	79	0.031	0.287

Nota: P95: percentil 95. Comparación por sexo mediante U de Mann–Whitney (p = 0.353; n = 3,185). Análisis por edad (n = 3,175): correlación de Spearman (ρ = 0.111; p < 0.001) y prueba de Kruskal–Wallis (H = 43.31; p < 0.001).

Referencias

1. Geraldino BR, et al. Evaluation of exposure to toluene and xylene in gasoline station workers. Adv Prev Med. 2021;2021:5553633. // 2. De Jesús VR, et al. Examination of xylene exposure in the U.S. population through biomonitoring. Biomarkers. 2021;26(1):65–73. // 3. Secretaría de Salud. NOM-047-SSA1-2011. Diario Oficial de la Federación. 2012. // 4. Cucueco MT, et al. Urinary metabolite levels and symptoms in Filipino workers using organic solvents. Int Arch Occup Environ Health. 1993. //5. Hormozi M, et al. Quantification of urinary metabolites of toluene and xylene isomers. Health Scope. 2019;8(1).