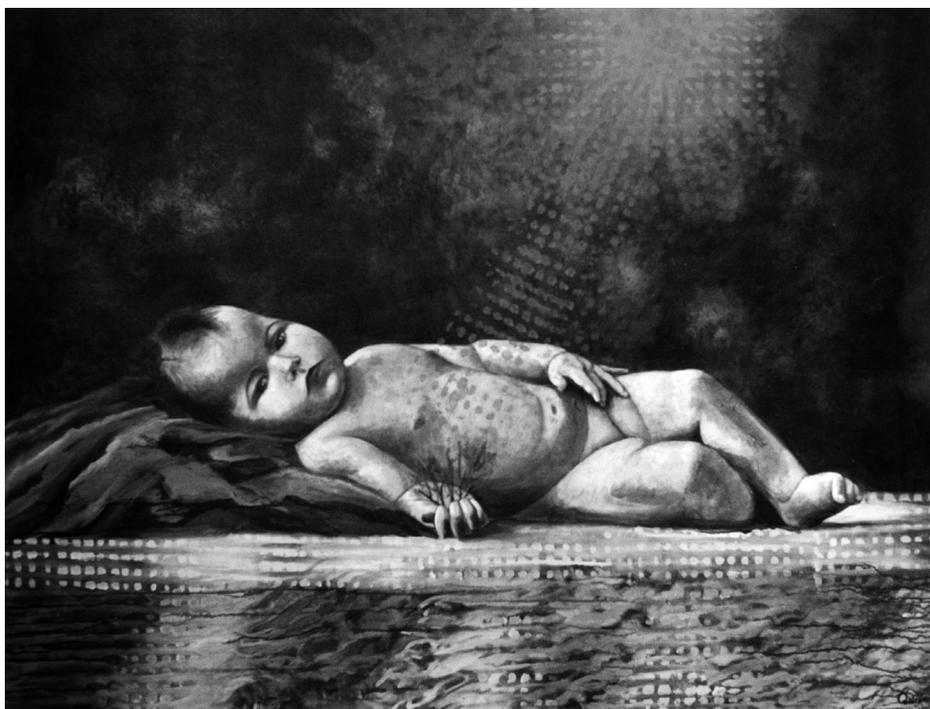


EL USO DEL TOLUENO EN LA INDUSTRIA Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

David Abraham Alam Escamilla
Izabelen Garza Gutiérrez*



Introducción

El creciente desarrollo humano ha traído como consecuencia nuevas tecnologías, procesos de trabajo, sustancias químicas, desarrollo de informática e incremento de la productividad; de manera paralela se observa la presencia de enfermedades derivadas de las actividades laborales en razón de la multiplicidad de elementos, insumos y productos que comprenden los procesos productivos, generando así la presencias de múltiples patologías del trabajo (Jiménez, 2005).

En el medio laboral es frecuente la manipulación y el contacto con sustancias tóxicas

y peligrosas como materias primas, intermediarios de síntesis, materias de aporte, productos disolventes o de limpieza entre otras, por ejemplo se utilizan habitualmente de 30,000 a 60,000 sustancias químicas en la agricultura e industria. Cada año son propuestas más de 2,000 nuevas moléculas de las cuales entre 500 a 1,000 son introducidas en el mercado y el continuo avance de la química industrial permite suponer cifras superiores en corto tiempo. Se estima que más de 40 millones de toneladas de disolventes son producidos anualmente en Estados Unidos de América

(EUA) y más de 9.8 millones de personas se exponen diariamente a éstos (Jiménez, 2005; Lezáun, 2003).

Los productos químicos de mayor uso en el mundo son los derivados del petróleo, entre ellos encontramos a los disolventes orgánicos debido al amplio espectro de aplicación en los procesos industriales. Los disolventes orgánicos son compuestos líquidos y de peso molecular ligero, poco polares, y por tanto escasamente miscibles en agua, que manifies

* Docentes de la Dependencia Ciencias de la Salud, en la Universidad Autónoma del Carmen.

tan una gran lipofilia, poseen gran volatilidad, por lo que presentan una alta presión de vapor, pasando fácilmente a la atmósfera en forma de vapor durante su manejo y por ello susceptibles de ser inhalados fácilmente con puntos de ebullición relativamente bajos; su naturaleza orgánica se basa en el Carbono. Se utilizan solos o en combinación con otros agentes para disolver materias primas, productos o materiales residuales. Se emplean en la limpieza, para modificar la viscosidad, como agente tensoactivo, como plastificante, como conservante o como protector de otras sustancias que, una vez depositadas, quedan fijadas evaporándose el disolvente (INEGI, 2011; Jiménez, 2005; Lezáun, 2003).

En la actividad industrial raramente se emplean productos puros, con mayor frecuencia se utilizan compuestos de varias sustancias. Los efectos tóxicos individuales de éstas pueden ser conocidos, pero en las mezclas, además de una superposición de los efectos, pueden darse fenómenos de interacción entre los tóxicos, lo que conlleva un aumento (sinergia, potenciación) o una reducción (antagonismo) de las manifestaciones tóxicas por el hecho de su acción conjunta. De todos los disolventes el más utilizado en la industria es el Tolueno, debido a su gran gama de usos (Jiménez, 2005).

Tolueno

El tolueno es un hidrocarburo aromático, líquido, incoloro, móvil, de olor característico, agradable, poco soluble en agua, pero miscible en la mayoría de los disolventes orgánicos y en los aceites minerales, vegetales o animales. Se percibe su olor a partir de concentraciones de 8 ppm y el gusto en el agua a partir de 0,4 a 1 ppm. (Aldazabal, 2005).

Toxicocinética del tolueno

El tolueno es rápidamente absorbido por inhalación y en su forma líquida por el tracto gastrointestinal, escasamente se absorbe por piel. Una vez traspasada la membrana alveolar se distribuye por los distintos tejidos, de acuerdo a sus características de perfusión.

La proporción tejido-sangre es de 1:3, a excepción del tejido graso donde la proporción es mayor, 80/100. La principal vía de excreción es la rápida oxidación del tolueno a ácido benzoico, el cual es conjugado con glicina y excretado como ácido hipúrico en orina; dentro de límites razonables, la excreción del ácido hipúrico en orina es proporcional a la exposición. Una exposición de 200 ppm de tolueno, resultan en la excreción de 3,5 gr de ácido hipúrico por litro de orina (gravedad específica 1,016). Los metabolitos ácido hipúrico y o-cresol son indicadores de exposición a tolueno; el o-cresol es más específico pero la variación individual en ambos metabolitos es alta y cuando sean implementados como indicadores de exposición biológica.

En humanos más del 75% de tolueno inhalado es metabolizado a ácido hipúrico y excretado en orina dentro de las 12 horas de exposición, el resto del tolueno es excretado sin cambios (Aldazabal, 2005; B Polo Alvarado, O Nieto Zapata, 2007; Claudia Borjas Briones, 2001). deben ser considerados para la medición de los metabolitos el sexo, el peso, la edad y el consumo de alcohol y tabaco.

Exposición laboral a tolueno

Las intoxicaciones por Tolueno y sus vapores se producen generalmente en el ámbito laboral donde se manipula y donde son más frecuentes las exposiciones prolongadas a concentraciones tóxicas altas. Los vapores que

desprenden son más pesados que el aire, por lo que su mayor concentración estará cerca del suelo y son rápidamente absorbidos a través de los pulmones. Trabajadores que se encuentren en la fabricación de pinturas, diluyentes de pinturas, barniz para las uñas, lacas, adhesivos y gomas, ciertos procesos de imprenta, curtido de cuero, fabricación de gasolina junto con el Benceno y el Xileno, aquellos que estén en contacto con disolvente de alquitrán, brea, asfalto, acetilcelulosa, diluyentes de tintas de fotograbado, pinturas, barnices de celulosa (Aldazabal, 2005; Jiménez, 2005).

En la industria petrolera la exposición ocupacional al tolueno se da principalmente en las plantas desparafinadoras, ya que en estas se realiza la extracción de aceites y lubricantes de la parafina mediante baños a altas temperaturas con una solución compuesta a base de tolueno y metil-etil-cetona (54/46% respectivamente) (D'Pool, 2001).

La intoxicación por tolueno puede generar sintomatología aguda y crónica; además de ser depresores del SNC, produce efectos subjetivos que pueden ser similares a los de la marihuana, pero con alucinaciones visuales más intensas. Los efectos a largo plazo por exposiciones repetidas a bajas concentraciones generan lesión de hígado, riñones, SNC, SNP y médula ósea (Claudia Borjas Briones, 2001).

Valores máximos permisibles del tolueno

El Instituto Nacional de Higiene y Seguridad Ocupacional (NIOSH), estima que hay 4.8 millones de trabajadores con riesgo de exposición a tolueno. Este organismo ha fijado un límite de 100 ppm de tolueno en el lugar de trabajo durante ocho horas diarias y 40 horas semanales de trabajo. En contraste a la NIOSH la

NOM-010-STPS-1999 menciona como límite máximo de exposición de 50 ppm. (B Polo Alvarado, O Nieto Zapata, 2007).

Efectos a la salud del tolueno

La exposición a tolueno causa cambios a nivel del SNC; los efectos de su inhalación en algunas enzimas específicas y en la unión del glutamato y el receptor GABA en el cerebro han sido bien estudiadas utilizando la actividad de las enzimas ácido glutámico descarboxilasas (GAD), colinacetiltransferasa (ChAT) aminoácido aromático descarboxilasa (AAD) como marcadores de pérdida permanente de actividad neuronal, mostrando reducción importante en las neuronas catecolaminérgicas después de exposición de 4 semanas a 250-1000 ppm de Tolueno. También se ha encontrado proliferación de células gliales, un fenómeno frecuente en el daño de SNC. El tolueno a concentraciones <100 ppm puede producir alteraciones en los mecanismos dopaminérgicos del ganglio basal, llevando probablemente a cambios funcionales en la integración sensorio-motora. (Berr, 2010; Claudia Borjas Briones, 2001).

La exposición a tolueno produce sintomatología a nivel de SNC; de forma aguda ocasiona estado de embriaguez, congestión facial, vértigo, somnolencia, nerviosismo, euforia, cefaleas, confusión, pérdida de conocimiento, hasta llegar al coma, o muerte por paro cardiorrespiratorio y de forma crónica se manifiesta con astenia, debilidad, confusión, pérdida de memoria y apetito. Si la exposición se mantiene, las lesiones llegan a ser irreversibles afectando la visión, dicción, audición, pérdida del control muscular y mental con cambios de conducta. En la piel provoca dermatitis, la misma puede mostrarse pálida o seca y agrietada, en los riñones

se sospecha que genera una glomerulonefritis autoinmune, sin embargo al suspender la exposición los órganos renales retoman su actividad normal y en el aparato digestivo provoca alteraciones que se manifiestan con náu-

personas, en donde 87% son adultos. El 72% de los casos son accidentales y 28% corresponden a suicidios. En los adultos, la mortalidad por intoxicaciones accidentales ocurrió en primer lugar por la ingestión de medicamentos



seas, pérdida de apetito, vómitos y aliento con olor semejante al vapor de tolueno (Claudia Borjas Briones, 2001; F Albiano Nelson, 1999).

Conclusiones

Cada año las intoxicaciones y envenenamientos en México son causa de alrededor de 13,600 egresos hospitalarios que originan 34,900 días de estancia hospitalaria. Como consecuencia de las intoxicaciones fallecen 1,400

(21.6%), la inhalación de gases tóxicos (20.4%) ocupó el segundo lugar y la exposición a plaguicidas (13.9%) el tercero. El 71% de las intoxicaciones ocurrieron con mayor frecuencia en los hombres entre los 21 y 30 años de edad mientras que los trabajadores agrícolas y de la industria de la transformación fueron los más afectados (INEGI, 2011). Es por esto que la prevención es parte fundamental para evitar las enfermedades de tipo laboral, donde se

debe iniciar con el control, reducción o eliminación de los niveles considerados como contaminantes adversos, buscando cada día procesos laborales en la industria que disminuyan al máximo el contacto del trabajador con sustancias que puedan alterar su salud, así como generar conciencia en el trabajador sobre el uso obligatorio del equipo de protección personal, además de realizar una estrecha vigilancia biológica con historia clínica completa y exámenes de gabinete y laboratorio.

Es por lo tanto, deseable desde el punto de vista de la salud laboral se realicen estudios integrales en los trabajadores de las empresas que en sus procesos estén en contacto con el tolueno, para identificar de manera oportuna manifestaciones clínicas.

Para lograr el diagnóstico correcto de las posibles afectaciones a la salud de los trabajadores debemos hacer uso de los instrumentos de diagnóstico conocidos como Biomarcadores de Exposición y Efecto, como son el ácido hipúrico en orina (4 últimos horas jornada laboral): $\leq 2,5$ g/g creatinina y las pruebas inespecíficas se evalúan a través de hemogramas, función renal y función hepática (Bresnitz, 1999).

En cuanto a los criterios diagnósticos para la toxicidad neuroconductual crónica, se verificara la exposición ambiental de manera cuantitativa y se corroborara el cuadro clínico de daño orgánico del sistema nervioso central con un examen neurológico, electroencefalograma, pruebas psicológicas y la exclusión razonable de otras patologías orgánicas y psiquiátricas primarias. Únicamente con la adecuada vigilancia epidemiológica y prevención se podrá salvaguardar la vida y salud de nuestros trabajadores.



Bibliografía:

- Aldazabal, C. (2005). *Criterios para la Vigilancia Biológica en la Exposición Laboral al Tolueno*. Ciencia & Trabajo, 17, 114–117.
- B Polo Alvarado, O Nieto Zapata, J. M. A. (2007). *Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus Derivados*. Ministerio de Salud, Bogota Colombia.
- Berr, C. (2010). Occupational Exposure to Solvents and Cognitive Performance in the GAZEL Cohort: Preliminary Results. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 30, 12–19.
- Bresnitz, E. A. (1999). A National Survey of Regional Poison Control Center'S Management of Occupational exposure calls. *JOEM*, 41(2), 2–4.
- Claudia Borjas Briones. (2001). Alteraciones Neurológicas Asociadas a la Exposición a Disolventes Orgánicos en Trabajadores De Artes Gráficas.
- D'Pool, F. (2001). Función Hepática de Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos a Solventes Orgánicos Mixtos en una Industria Petroquímica. *Investigación Clínica*, 42(2).
- F Albiano Nelson, N. E. (1999). *Toxicología Laboral: Criterios para la Vigilancia de los Trabajadores Expuestos a Sustancias Químicas Peligrosas*. Buenos Aires, Argentina.
- INEGI. (2011). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*.
- Jiménez, F. (2005). *Intoxicación Crónica Ocupacional por Solventes Orgánicos*. Retrieved from <http://repository.urosario.edu.com>
- Lezáun, M. (2003). Intoxicación de Origen Laboral. *ANALES*, 26(1), 265–273.