

Toxicidad de los solventes como riesgo ocupacional

Julio Piscocoya Arbañil*

Los solventes orgánicos como material nocivo o potencialmente tóxico que con frecuencia se manipula en las labores industriales e inadvertidamente en el hogar pueden alcanzar el sistema nervioso central o periférico después de haber sido inhalados y absorbidos por la sangre. Según sea la sustancia, el tiempo y el grado de exposición pueden reducir, o incluso destruir las funciones de las células nerviosas, alterar la función renal, hepática, de la médula ósea, etc. Al margen de la vía de ingreso a nuestro organismo que puede ser también a través de la piel.

**TABLA Nº 1
CLASIFICACION QUIMICA DE LOS SOLVENTES ORGANICOS**

Grupo Químico	Nombre de los Solventes
Aromáticos	Benceno*, Tolueno, Xileno, Etilbenceno, Estireno
Hidrocarburos Clorinados	Tricloroetileno, Tetracloroetileno, Metilcloroformo (1,1,1-tricloroetano), Diclorometano
Alcoholes	Alcohol Metílico, Alcohol Isopropílico, Alcohol Butílico
Eteres	Dietil Eter, 1,4-Dioxano
Esteres	Metil Acetato, Etil Acetato, Butil Acetato
Derivados del Glicol	Etilenglicol (Monoetil, Monometil, Monobutil Eter)
Clorofluorocarbonos	Fluorotriclorometano (CFC-11), 1,1,2-Tricloro 1,2,2-trifluoroetano (CFC-113)
Misceláneas	n-Hexano, Disulfuro de carbono, Dimetilformamida

* El uso del benceno es limitado en muchos países

Comúnmente usamos un sinnúmero de solventes (Tabla 1) sin advertir que muchos de ellos son mezclas que contienen más de un producto; así, en un estudio realizado en el Japón se determinó que se manipulaban más de 1000 productos que contienen en su composición solventes orgánicos, siendo el tolueno el que con mayor frecuencia se encuentra formando parte de ellos (Tablas 2 y 3); otro de los encontrados es el benceno a cuya exposición prolongada ocasiona leucemia en una frecuencia 5 a 10 veces mayor en trabajadores expuestos vs. la población no expuesta. Esta evidencia es importante puesto que el tolueno es un reconocido causante de cuadros de asma bronquial relacionados con la ocupación, así mismo es el componente de los productos que popularmente usan los adictos a inhalantes.

**TABLA Nº 2
PORCENTAJE DE MUESTRAS EN PRODUCTOS INDUSTRIALES QUE CONTIENEN MAS DE UN SOLVENTE***

Producto	Nº de Muestras Estudiadas	*Mezclas de solventes	
Pinturas	298	205	96
Tinta	52	40	77
Tiner	248	199	80
Adhesivos	120	80	67
Quita grasas	125	70	56

**TABLA Nº 3
CLASES DE SOLVENTES CONTENIDOS EN CADA PRODUCTO**

Producto	Tolueno	Xileno	MEK	MIBK	Etilacetano
Pintura	Tolueno	Xileno	MEK	MIBK	Etilacetano
Tinta	Tolueno	Alcohol isopropílico	Metanol	MEK	Etilacetano
Tiner	Tolueno	Xileno	Etilacetano	Etil benceno	Metanol
Adhesivos	Tolueno	N-exano	Metanol	Metanol	Acetona
Desengrasante	TRI	MC		TET	Tolueno

*MEK = metil etil cetona
*MIBK = metil isobutil cetona
*TRI = tricloro etileno
*MC = cloroformo
*TET = Tetracloro etileno

* Docente Universidad Nacional de Piura.

Entre los solventes más usados están: la acetona, el benceno, el tolueno, el estireno, el cloroformo, el éter, el tetracloruro de carbono, el tricloroetileno, el cloruro de metileno, etc.

Sus efectos agudos se observan como, una sensación de intoxicación, aturdimientos, mareos y finalmente por una pérdida de conciencia. Una exposición aguda es casi siempre accidental, de corta duración y los efectos terminan por desaparecer pronto. Por el contrario, una exposición no controlada y a pequeñas concentraciones es mucho más nociva. Los primeros síntomas de una lesión nerviosa son de carácter subjetivo: es decir uno no se siente bien.

Es conocido que la inhalación de gomas de tiner produce encefalopatía tóxica con signos de ataxia, labilidad emocional y babinsky positivo, con evidentes cambios en el EEG y en la pneumoencefalografía, habiéndose reportado casos en adictos a inhalantes. Las manifestaciones clínicas relacionadas con los solventes las podemos apreciar en la tabla Nº 4.

**TABLA Nº 4
TOXICIDAD POR SOLVENTES**

Ataxia cerebelar	:Tolueno
Neuralgia del trigémino	:TRI/ Dicloroacetileno
Parkinsonismo	:Disulfuro de carbono
Psicosis	:Disulfuro de carbono/Tolueno
Neuropatía Óptica	:Metanol /TRI

*TRI: Tricloroetileno

Estudios de grupo control realizados en Suecia demostraron una evidente diferencia entre pintores estaban expuestos por razones de trabajo a solventes orgánicos y otros trabajadores que no utilizaban dichos productos, esta evaluación incluyó preguntas a cerca de su sentimiento de confort y felicidad, los expuestos se mostraron menos expansivos, menos felices, menos activos que el grupo testigo.

Estos productos afectan con mayor avidez la sustancia blanca (rica en lípidos) y son absorbidos en menor cantidad por la sustancia gris, debido a que son liposolubles. Los investigadores para evaluar el daño a nivel cerebral utilizan también por esta razón test psicológicos, gracias a ellos pueden determinar si existen fallas en el pensamiento lógico y espacial, la capacidad de observación, la habilidad para llevar a cabo tareas manuales delicadas con precisión, la memoria.

El estudio también demostró que las células nerviosas se dilatan después de haber estado expuestas a los solventes, bloqueando así el flujo sanguíneo en los vasos delgados que provisionan a las células suministrándoles oxígeno y glucosa, dos elementos que aseguran el buen funcionamiento del sistema nervioso. Si privamos de oxígeno a la célula nerviosa durante más de dos minutos, pueden producirse daños irreversibles. Ciertas regiones del cerebro son muy sensibles a la falta de oxígeno, nos referimos a la corteza, el cerebelo y el hipocampo. Por tal motivo son afectados incluso cuando se trata de una mediana exposición a solventes, los efectos se mani-

fiestan como perturbaciones en la memoria inmediata (afectación del hipo-

campo), de la memoria mediata (corteza), dificultad para ejecutar movimientos con precisión (regulados a partir de la corteza y coordinados por el cerebelo). Puede también ocurrir que, cuando los flujos de sangre se reducen los desechos tóxicos expulsados por las células nerviosas se acumulan en tal cantidad, dentro y alrededor de la célula que los mecanismos de defensa no pueden remediar esta situación.

Experimentalmente se ha demostrado (en ratas) que el flujo sanguíneo aumenta bajo una exposición a solventes mientras que el metabolismo disminuye, lo cual es un signo de la reducción de las actividades de la células del cerebro, es posible que el incremento de flujo sea al inicio y en forma transitoria, disminuyendo cuando se presente en breve tiempo la lesión celular.

Otra hipótesis afirma que los solventes pueden tener efecto directo sobre los finos vasos sanguíneos. Las paredes de la células sanguíneas tienen la propiedad de formar a partir de ácidos grasos poliinsaturados, una sustancia que dilata los vasos sanguíneos. Los solventes solubles en la grasas pueden entonces influenciar sobre la producción de esta sustancia, bloqueando así el flujo de glucosa y oxígeno hacia las células nerviosas del cerebro.

Agresión a la membrana celular:

Es conocido que la membrana celular constituye otro punto vulnerables. Los solventes dañarían la capa lipídica de ella lle-

gando a la mitocondria. Las células que son dependientes del oxígeno producen sustancias tóxicas que, si no son neutralizadas corren el riesgo de dañar las diferentes estructuras del interior de la célula, se ignora todavía de que manera los solventes influyen el equilibrio entre la producción y la destrucción de estas sustancia tóxicas. Es probable que las células puedan degradar a los solventes y que las sustancias resultantes sean tóxicas celulares.

La sinapsis entre las células nerviosas constituyen otro punto débil, ya que es probable que algunos solventes actúen de manera indirecta sobre la producción de neurotransmisores, acelerándola o frenándola. Así el Tricloroetileno aumenta el número de impulsos nerviosos transmitidos entre las sinapsis mientras que el ciclohexano.

Límites y tolerancia de exposición:

Aún se ha determinado a que grado de exposición las células son respetadas. Lo que si está reportado por investigadores finlandeses es que existe mayor cantidad de malformaciones del sistema nervioso central entre los fetos y los niños de madres que han estado expuestas a solventes que entre aquellos de madres que nunca tuvieron exposición.

Se sabe también que la mezcla de solventes aumenta los efectos nocivos por mecanismos aún sin explicar.

Prevención:

El trabajador y el supervisor del área deben conocer el tipo de solvente que están manipulando.

En los centros de trabajo u otros locales en que se usen solventes se debe contar siempre con una ventilación adecuada.

La concentración de los solventes en la atmósfera que se respira debe ser verificada periódicamente.

Se puede instalar campanas extractoras que eviten el escape de los vapores de solventes hacia dirección del operador. Otra solución es trabajar con ductos extractores.

Cuando sea inevitable la elevada concentración en el aire se debe usar mascarillas conectadas a un sistema de suministro de aire.

Es indispensable una vía de escape segura hacia un lugar ventilado, para casos de emergencia.

Se requiere tener contacto cutáneo con el solvente se puede usar guantes protectores de neopreno u otro que especifique el fabricante.

Más evidencias:

Un reporte hecho por Ratcliffe con expuestos a un éter de etilenglicol encuentra disminución en la cuenta de espermatozoides e incremento de formas anormales cuando se compara la muestra con un grupo control de no expuestos. Más recientemente se ha reportado (Axelson) un elevado riesgo de cáncer de hígado en los trabajadores de los servicios de lavado de saco.

TABLA 5
SOLVENTES DE USO COMUN

PRODUCTOS	COMPOSICION
Pegamento y colas	: Tolueno y acetona
Spray , aerosol, pinturas	: Tolueno
Insecticidas, odorizantes	: Diversos fluorocarbonos
Desodorantes extintores	
Lacas para el cabello	
Medicamentos	
Carburantes	: Hidrocarburos alifático
Gasolina	: Tetraetilo de plomo
Gas para encendedores	: Butano
Quitamanchas	: 1,2, dicloropropano
Corrector tipográfico	: Tricloroetano
Disolventes de pintura	: Hidrocarburos alifáticos
Disolventes limpiadores	: Tolueno

Es necesario mantener nuestra preocupación por los riesgos de los solventes en las áreas laborales y en la comunidad (ver tabla 5, solventes de uso común), más aún si sabemos que los que contienen en su composición moléculas de cloro como el clorofluorcarbono causan un deterioro ambiental al depletar la capa de ozono permitiendo un mayor ingreso de radiación UV. Produciendo secundariamente efectos como lesiones oculares, incremento de la actividad de ciertos virus, melanoma y otros cánceres de piel y alteraciones del ecosistema terrestre y acuático.

BIBLIOGRAFIA

- Inoue, T. et al. (1983) *Ind. Health*, 21, 175.
- Kumai, M. et al. (1983) *Ind. Health*, 21, 185.
- Sharp, C.W. and Carroll, L.T., eds. (1978) *Voluntary Inhalation of Industrial Solvents*. National Institute of Drug Abuse, Rockville.
- Mikkelsen, S. (1980) *Scand. J. Soc. Med., Suppl.* 16, 34.
- Brunhn, P. Et al. (1981) *Acta Neurol. Scand.*, 64, 259.
- Ratcliffe, J.M. et al (1989) *Br. J. Ind. Med.*, 46, 399.
- Axelsson O. In: Chambers, P.L. et Al. , eds. (1986) *New Concepts and Developments in Toxicology*, ELSEVIER, Amsterdam, p. 223.
- Lynge E. And Thigesen, L. (1990) *Scand. J. Work Environ.*
- Inoue, O. Et al. (1989) *Am. J. Ind. Med.*, 15, 103.
- Límites de exposición profesional que se recomiendan por razones de salud: sustancias irritantes de las vías respiratorias. Informe de un Grupo de Estudios de la OMS (1984).
- Identificación de enfermedades relacionadas con el trabajo y medidas para combatirlas. Informe de un Comité de expertos de la OMS (1984).
- Métodos utilizados para establecer niveles admisibles de exposición profesional a los agentes nocivos. Serie informes técnicos 601. OMS Ginebra (1977)
- UNEP Panel, (1991) *Environmental effects of ozone depletion: 1991 Update*. UNEP, Nairobi.
- Diem JE et al: Five year longitudinal study of workers employed in a new toluene diisocyanate manufacturing plant. *Am Rev Respir. Dis.* (1982); 126:420.
- Omae K: Two-year observation of pulmonary function in workers exposed to low concentration of toluene diisocyanate. *Int Arch Occup Environ Health* (1984); 55:1
- Aksoy M: Benzene as a leukemogenic and carcinogenic agent. *Am J Ind Med* (1985); 8: 9.
- Aksoy M: Malignancis due to occupational exposure to benzene. *Am J Ind Med* (1985); 7:395