

Recibido: 28 de febrero de 2006  
 Versión definitiva: 18 de julio de 2006  
 Aceptado: 31 de agosto de 2006

# Matriz de exposición ocupacional genérica.

## Consistencia y validez al aplicarla en una pequeña empresa

Luis Haro-García,<sup>1</sup>  
 Germán  
 Celis-Quintal,<sup>2</sup>  
 Pablo López-Rojas,<sup>3</sup>  
 Francisco Raúl  
 Sánchez-Román,<sup>4</sup>  
 Cuauhtémoc Arturo  
 Juárez-Pérez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>División de Estudios de Postgrado e Investigación, Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina,

Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>2</sup>División Técnica de Información Estadística en Salud,

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

<sup>3</sup>Coordinación de Salud en el Trabajo, CMNSXXI, IMSS

<sup>4</sup>Unidad de Investigación en Salud en el Trabajo, CMNSXXI, IMSS

### RESUMEN

Objetivo: evaluar consistencia y validez de una matriz de exposición ocupacional genérica en una pequeña empresa.

Material y métodos: se evaluaron los procedimientos de aplicación de una matriz compuesta por seis secciones: número de individuos expuestos por área visitada; frecuencia de la exposición; duración de la exposición; grado relativo de exposición en relación con el nivel permisible de exposición o valor del nivel umbral del agente físico, químico o biológico que se trate; proximidad a la fuente de exposición y controles de exposición en el puesto de trabajo; información de efectos a la salud esperados por la exposición a agentes en el ambiente de trabajo. Dos observadores estimaron el riesgo de exposición a resina epóxica en 31 trabajadores. Las estimaciones fueron comparadas con porcentaje de concordancia (% C), kappa ponderada ( $\kappa_w$ ) y coeficiente de correlación intraclass (CCI).

Resultados: las mayores discordancias se presentaron en el número de trabajadores expuestos (% C = 61.3,  $\kappa_w$  = 0.24, CCI = 0.33), grado relativo de exposición (% C = 66.7,  $\kappa_w$  = 0.25, CCI = 0.56) y controles de exposición (% C = 54.8,  $\kappa_w$  = 0.23, CCI = 0.69). El porcentaje de concordancia final fue de 64. Con base en las clasificaciones de Landis y Koch, Altman, Fleiss y Byrt para interpretar el valor de kappa, la concordancia final ( $\kappa_w$  = 0.58) fue de moderada a apenas buen nivel.

Conclusiones: no obstante las discordancias en diversas secciones, la matriz puede ser útil para caracterizar el riesgo de exposición en puestos de trabajo de este tipo de empresas.

### SUMMARY

Objective: to evaluate the reliability and validity of a generic job exposure matrix (JEM) applied in a small business.

Methodology: procedures to evaluate a JEM integrated by six sections: the number of exposed workers per area, frequency of exposure, time of exposure time, level of exposure, safety controls, and proximity to source of exposure, was evaluated. The JEM also obtains information about possible health effects from exposure to occupational/environment agents. Two observers estimated the risk of exposure to epoxy resins on 31 workers of an epoxy resin facility in Mexico City. The rater agreements between the two observers were assessed through percent agreement (PA), weighted kappa ( $\kappa_w$ ) and the intraclass correlation coefficient (ICC).

Results: disagreements were greater for the number of exposed workers (PA = 61.3,  $\kappa_w$  = 0.24, ICC = 0.33), level of exposure (PA = 66.7,  $\kappa_w$  = 0.25, ICC = 0.56), and safety controls (PA = 54.8,  $\kappa_w$  = 0.23, ICC = 0.69) sections. Percent agreement and  $\kappa_w$  were 64 % and 0.58, respectively. In accordance with Landis and Koch, Altman, Fleiss, and Byrt classifications for the interpretation of kappa value, the weighted kappa (0.58) ranged from moderate to a fair good level. Conclusions: despite the discordance in some sections, the JEM proved to be useful to identify the risk of exposure in this type of small business.

Comunicación con:  
 Luis Haro-García.  
 Tel: 5584 0949.  
 Correo electrónico:  
 luisharo2@hotmail.com

Presentado en 18th  
*International Symposium on  
 Epidemiology in  
 Occupational Health*  
 (EPICOH) Bergen,  
 Noruega, septiembre de  
 2005, con apoyo del  
 PDM-CMOS,  
 Universidad Nacional  
 Autónoma de México

### Palabras clave

- ✓ matriz de exposición ocupacional
- ✓ exposición ocupacional
- ✓ salud ocupacional

### Key words

- ✓ occupational exposure matrix
- ✓ occupational exposure
- ✓ occupational health

## Introducción

A la fecha han sido desarrollados múltiples instrumentos dirigidos a estimar la exposición a diversos agentes químicos, físicos, biológicos e incluso psicosociales, que se encuentran en el ambiente laboral y a los que se someten los trabajadores de las empresas, entre otros se encuentran la historia clínica ocupacional, los cuestionarios de autoevaluación de exposición del trabajador, la evaluación de la exposición por un grupo o panel de expertos, y las *matrices de exposición ocupacional*.<sup>1-3</sup> Estas últimas aparecieron a partir de los años ochenta del siglo pasado con la finalidad de superar la sobreestimación que puede surgir al evaluar de forma semicuantitativa la exposición a un determinado agente presente en el ambiente de trabajo; a la fecha son ampliamente utilizadas cuando las posibilidades para llevar a cabo un monitoreo ambiental son limitadas, o bien, cuando no existen registros de higiene industrial.<sup>1-4</sup>

El uso de matrices se ha extendido en la epidemiología ocupacional en gran medida debido a su bajo costo y sencillez para establecer la asociación entre puesto de trabajo y riesgo de exposición a algún agente del ambiente laboral, a través de la asignación de valores de orden cualitativo y cuantitativo por medio de una serie de instrucciones, lo que facilita la aplicación. Sin embargo, es necesario considerar que el resultado es un valor promedio que califica por igual a todos los individuos de un mismo puesto de trabajo, lo que puede traducirse en inexactitudes debido a errores en la estimación, aspecto poco explorado al usar es-

tas matrices al considerar que se trata de constructos ya validados por paneles de expertos reconocidos.<sup>5-8</sup>

De manera general, estos instrumentos tienen dos ejes: uno incluye el rango de las diversas ocupaciones de la empresa analizada; el otro establece los rangos posibles de riesgo de exposición a un agente; en las celdas al interior, producto de la intersección de estos ejes, se determina intensidad, frecuencia y probabilidad del riesgo de exposición a un agente en un puesto específico de trabajo.<sup>5-8</sup>

Pese a su difusión, en México no existen experiencias documentadas acerca del uso o evaluación de matrices de exposición ocupacional en empresas industriales de pequeñas dimensiones. En este sentido, cabe mencionar que en 2004 el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) informó la existencia de más de 4 millones de empresas, de las cuales —de acuerdo con los criterios de Nacional Financiera (NAFIN) para empresas industriales emitidos en el año 2000— 99 % era de dimensiones micro a mediana, donde se generó 76 % de los empleos nacionales. Por otro lado, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), no obstante ser la institución de seguridad social más grande, para la misma fecha sólo tenía afiliados 12 297 653 trabajadores en 804 389 empresas, es decir, sólo 30 % de la población económicamente activa y 20 % del total de empresas del país; así mismo, de las empresas afiliadas al IMSS, más de 95 % es de tamaño micro a pequeño, donde se desempeña aproximadamente 45 % de los trabajadores adscritos al Instituto (cuadro I).<sup>9</sup>

**Cuadro I**  
**Porcentaje de empresas y trabajadores afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social**

Tamaño de las empresas*	% Empresas	% Trabajadores
Micro (1 a 30 trabajadores)	87.0	20.0
Pequeña (31 a 100 trabajadores)	10.6	24.3
Mediana (101 a 500 trabajadores)	1.5	14.1
Grande (> 500 trabajadores)	0.9	41.6

\*Criterios de Nacional Financiera (NAFIN), México, 2000

ÁREA:	PT	EVALUÓ / FECHA
Parámetro de exposición evaluado (Nombre del agente físico, químico o biológico) _____		
<b>A. Número de individuos expuestos</b>	<b>B. Frecuencia de la exposición</b>	<b>C. Duración de la exposición</b>
1-3 (1) <input type="checkbox"/> 4-9 (2) <input type="checkbox"/> 10-15 (3) <input type="checkbox"/> 16-25 (4) <input type="checkbox"/> más de 25 (5) <input type="checkbox"/>	Trimestral o mayor (1) <input type="checkbox"/> Mensual (2) <input type="checkbox"/> Semanal (3) <input type="checkbox"/> Diaria (4) <input type="checkbox"/>	Nunca (0) <input type="checkbox"/> 1-15 minutos/día (1) <input type="checkbox"/> 16-60 minutos/día (2) <input type="checkbox"/> 1-4 horas/día (3) <input type="checkbox"/> 5-8 horas/día (4) <input type="checkbox"/> más de 8 horas/día (5) <input type="checkbox"/> (8-12 h)
<b>D. Grado relativo de exposición en relación al PEL (o TLV):</b>	<b>E. Proximidad a la fuente de exposición</b>	<b>F. Controles de la exposición en puesto de trabajo</b>
inferior a 1% (0) <input type="checkbox"/> 10-49% (1) <input type="checkbox"/> 50-100% (2) <input type="checkbox"/> 101-150% (3) <input type="checkbox"/> más de 150% (4) <input type="checkbox"/>	más de 3.5 m (1) <input type="checkbox"/> 1.22-3.5 m (2) <input type="checkbox"/> 0.305-0.915 m (3) <input type="checkbox"/> menos de 0.305 m (4) <input type="checkbox"/>	de ingeniería y EPP (0) <input type="checkbox"/> sólo de ingeniería (1) <input type="checkbox"/> EPP y admvos. (2) <input type="checkbox"/> sólo admvos. (3) <input type="checkbox"/> sólo EPP (4) <input type="checkbox"/> ninguno (5) <input type="checkbox"/>
<b>Sección de puntuación</b>	<b>Factor de ponderación</b>	<b>Puntaje modificado</b>
Puntuación de Sección A _____	X 0.1 = _____	(a)
Puntuación de Sección B _____	X 0.1 = _____	(b)
Puntuación de Sección C _____	X 0.2 = _____	(c)
Puntuación de Sección D _____	X 0.3 = _____	(d)
Puntuación de Sección E _____	X 0.1 = _____	(e)
Puntuación de Sección F _____	X 0.2 = _____	(f)
<b>Riesgo de exposición en puesto de trabajo:</b> (resultado de la matriz) <b>para:</b> _____ (parámetro)		

Puntuación de la sección G (clasificación de efectos a la salud) = \_\_\_\_\_  
 Clasificación de la exposición en el puesto de trabajo ( $a + b + c + d + e + f$ ) = \_\_\_\_\_  
 PT = puesto de trabajo

**Figura 1. Formato para la estimación del riesgo de exposición ocupacional promovido por American Industrial Hygiene Association (traducción)**

Ante este panorama, las matrices de exposición ocupacional constituyen herramientas rápidas, accesibles y económicas para estimar el riesgo de exposición ocupacional en la población trabajadora que labora en las múltiples pequeñas empresas de la industria mexicana; adicionalmente se contaría con evidencias más sólidas para formular medidas preventivas específicas en esos lugares.

El objetivo del presente estudio es evaluar y discutir la consistencia y validez de una matriz de exposición ocupacional genérica promovida en 1988 por *American Industrial Hygiene Association* (AIHA), cuando se utiliza en una

pequeña empresa de la ciudad de México donde los trabajadores están expuestos a resina epóxica, sustancia conocida por producir dermatosis de trabajo.

## Material y métodos

El formato de la matriz en su versión en español (figura 1)<sup>10</sup> explora seis aspectos que se denominan secciones y se indican con letras:

A. Número de individuos expuestos por área visitada.

- B. Frecuencia de la exposición.
- C. Duración de la exposición.
- D. Grado relativo de exposición en relación con el nivel permisible de exposición (PEL, *permissible exposure level*) o el valor del nivel umbral (TLV, *threshold level value*), según se trate de un agente físico, químico o biológico.
- E. Proximidad a la fuente de exposición.
- F. Controles de exposición en el puesto de trabajo.

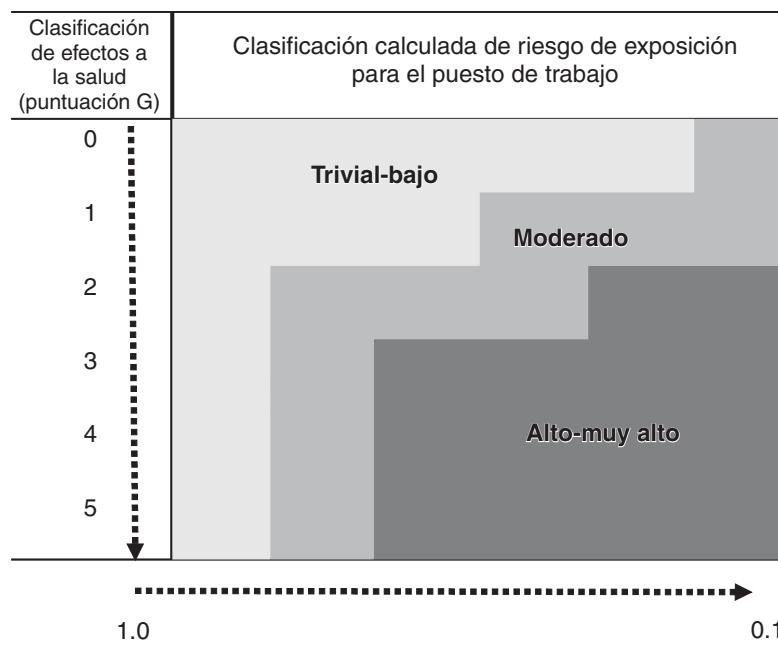
Respecto a cada área y puesto de trabajo, un primer observador calificó los diferentes elementos que integran las secciones mencionadas; dicho observador poseía experiencia como supervisor de empresas semejantes.

Para constituir uno de los ejes, el eje *clasificación calculada de riesgo de exposición para el puesto de trabajo*, se sumaron los valores ponderados de cada sección (en la figura 1 se indican con las letras *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*) que se obtuvieron de multiplicar por un factor los valores adjudicado por el observador. El otro eje de la matriz, de *clasificación de efectos a la salud* (o valor *G*), fue adjudicado por el mismo observador sobre una escala discreta de calificación de 0 a 5 (menor a mayor efecto). Con base en los valores obtenidos en cada eje se identificó la celda que determina el grado de riesgo de exposición: trivial-bajo, moderado o alto-muy alto, com-

pactadas a partir de las propuestas formuladas en 1988 por la AIHA (figura 2).

El mismo día de la visita del primer observador y de manera concurrente, el supervisor administrativo de la empresa fungió como segundo observador, quien estimó por su parte los valores para los dos ejes, identificó las celdas y determinó el grado de riesgo de exposición ocupacional a resina epóxica.

Para establecer la consistencia y validez del instrumento se calcularon el porcentaje de concordancia y el coeficiente de concordancia de kappa ponderada ( $\kappa_w$ ) sobre el grado del riesgo de exposición estimado por ambos observadores. El análisis se extendió al cálculo de  $\kappa_w$  para cada sección (A-F) de la matriz, así como del coeficiente de correlación intraclasé (CCI) de los valores ponderados (*a*, *b*, *c*, *d*, *e* y *f*) obtenidos por ambos observadores a partir de las secciones, a fin de establecer en cuál se presentaba mayor variabilidad interobservador. En los mismos valores ponderados se analizaron las diferencias de medias interobservador y sus correspondientes intervalos de confianza a 95 %.<sup>11,12</sup> Estos mismos cálculos se realizaron para los dos ejes. Todos los valores de kappa se interpretaron con las calificaciones de concordancia propuestas por Landis y Koch, Altman, Fleiss y Byrt.<sup>11,12</sup> El análisis se realizó a través del programa Stata versión 8.0.



**Figura 2. Matriz genérica propuesta por la American Industrial Hygiene Association para la estimación del grado de riesgo de exposición en el puesto de trabajo**

Para evaluar la sensibilidad del instrumento se consideraron los elementos propuestos por Feinstein: propósito, simplicidad, oligovariabilidad, transparencia, claridad en las instrucciones, discriminación, validez aparente, validez de contenido, y facilidad de uso.<sup>13</sup>

## Resultados

La empresa donde se realizó el estudio estaba integrada por 31 trabajadores distribuidos en tres áreas de organización básica: administrativa, de producción y de almacenamiento. Entre ellos se identificaron siete puestos de trabajo: oficinista ( $n = 2$ ), auxiliar de oficina ( $n = 2$ ), almacenista ( $n = 1$ ), de servicios generales ( $n = 3$ ), mezclador y aplicador de resina epóxica ( $n = 13$ ), secador de resina epóxica ( $n = 8$ ), y personal administrativo ( $n = 2$ ). La edad promedio de los trabajadores fue de  $35 \pm 10.1$  años; 75 % correspondió al sexo masculino; la antigüedad en el puesto de trabajo fue de  $4.3 \pm 2.6$  años (rango 1 a 10).

La concordancia final entre los observadores en el grado de riesgo para presentar dermatosis por contacto ocupacional con resina epóxica se muestra en el cuadro II; el porcentaje de concordancia fue de 74.1 y la  $\kappa_w$  de 0.58. De acuerdo con las calificaciones propuestas por Landis y Koch, Altman, Fleiss y Byrt,<sup>11,12</sup> el valor de kappa obtenido

puede interpretarse como concordancia moderada o apenas buena; la interpretación del porcentaje de concordancia coincide con esa calificación.<sup>11,12</sup>

El análisis de los valores de las secciones y de sus valores ponderados, así como el de los dos ejes que conforman la matriz, pueden observarse en el cuadro III. Debe destacarse que cuatro de las seis secciones: controles de seguridad en el puesto de trabajo, número de trabajadores expuestos, grado relativo de exposición de acuerdo con el PEL o TLV, y proximidad a la fuente de exposición, en ese orden presentaron discordancias considerables (que pueden apreciarse mejor en la figura 3), sin embargo, no las hubo al constituirse el eje de clasificación calculada de riesgo de exposición para el puesto de trabajo. De manera general, el eje de clasificación de efectos a la salud presentó aceptable nivel de concordancia.

En cuanto a la evaluación de las características de la matriz en términos de sensibilidad, la transparencia fue el componente que mejor se cumplió. Aunque el instrumento cubre aceptablemente su propósito, es capaz de discriminar los grados de riesgo de exposición a resina epóxica y posee validez aparente, la oligovariabilidad resultó medianamente aceptable debido a que el nombre, orden y contenido de las seis secciones son de difícil memorización; además, la matriz carece de simplicidad, su validez de contenido es discu-

**Luis Haro-García et al.**  
**Matriz de exposición ocupacional**

**Cuadro II**  
**Concordancia interobservador de la matriz de exposición ocupacional propuesta por AIHA**

Categorías de riesgo de exposición	Primer observador			31
	Trivial-Bajo	Moderado	Alto-Muy alto	
Segundo observador	Trivial-Bajo	2	1	3
	Moderado	3	1	5
	Alto-Muy alto	2	1	23
	7	3	21*	

\*89 % integrado por trabajadores almacenistas y de servicios generales  
AIHA = American Industrial Hygiene Association

tible, no presenta facilidad de uso y sus instrucciones son poco claras.

## Discusión

Pese a que por separado sólo dos secciones del eje de exposición calculada por puesto de trabajo presentaron concordancia sustancial, el

conjunto de los valores que conforman la matriz logran ajustarla hasta obtener uno que puede interpretarse como moderado de acuerdo con las calificaciones propuestas por Landis y Koch, Altman, Fleiss y Byrt.<sup>11,12</sup>

Las mayores inconsistencias entre los observadores se observaron en las secciones que exploran el grado relativo de exposición en

**Cuadro III**  
**Concordancia y validez de las secciones, de sus valores ponderados y de los ejes de la matriz de exposición ocupacional genérica promovida por AIHA**

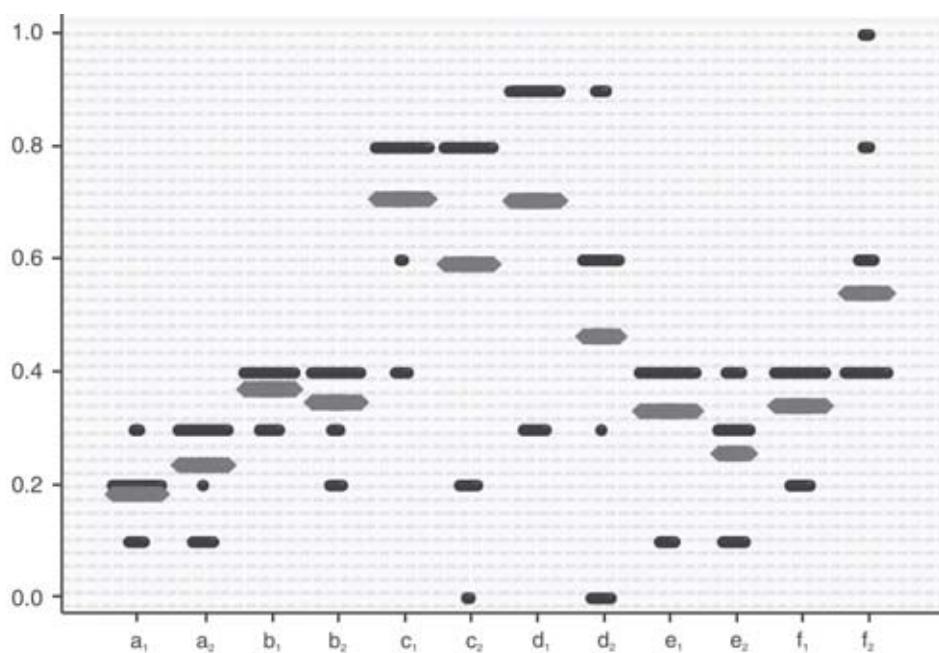
		% C	$\kappa_w$	Valores ponderados de las secciones	CCI	Puntuaciones ponderadas Observador 1	Observador 2	<i>p</i>
<b>Secciones</b>								
A	Número de trabajadores expuestos	61.3	0.24	a	0.33	$0.18 \pm 0.05$	$0.23 \pm 0.09$	0.009
B	Frecuencia de la exposición	88.7	0.63	b	0.92	$0.37 \pm 0.04$	$0.34 \pm 0.08$	0.183
C	Duración de la exposición	85.5	0.51	c	0.78	$0.70 \pm 0.02$	$0.59 \pm 0.30$	0.067
D	Grado relativo de exposición de acuerdo con el PEL o TLV	66.7	0.25	d	0.56	$0.70 \pm 0.28$	$0.46 \pm 0.32$	0.002
E	Proximidad a la fuente de exposición	67.7	0.38	e	0.68	$0.33 \pm 0.12$	$0.25 \pm 0.11$	0.02
F	Controles de seguridad en el puesto de trabajo	54.8	0.23	f	0.69	$0.34 \pm 0.09$	$0.54 \pm 0.20$	0.0001
<b>Ejes</b>								
G	Clasificación calculada de la exposición para el puesto de trabajo (a + b + c + d + e + f)	87.1	0.62		0.58	$2.62 \pm 0.72$	$2.47 \pm 0.88$	0.45
G	Clasificación de efectos a la salud	83.1	0.54		0.75	$3.3 \pm 1.2$	$2.96 \pm 2.1$	0.44

AIHA = American Industrial Hygiene Association

PEL = nivel permisible de exposición

TLV = valor del nivel umbral

CCI = Coeficiente de correlación intraclass



Las marcas negras muestran los valores ponderados de las seis secciones de la matriz, obtenidos de los 31 trabajadores de la empresa. Las marcas grises representan el valor medio de cada categoría. Las letras de la "a" a la "f" son las denominaciones ponderadas de cada sección. El subíndice indica el número del observador de que se trata.

**Figura 3. Valores ponderados de las secciones de la matriz genérica de exposición ocupacional, obtenidos por dos observadores en una pequeña empresa con exposición a resina epóxica**

relación con el PEL o TLV (sección *D*), los controles de exposición en puesto de trabajo (*F*) y, por extraño que parezca, el número de individuos expuestos (*A*). Aun tratándose de una pequeña empresa, estas inconsistencias pueden surgir como consecuencia de la ausencia parcial o total de delimitación de áreas de trabajo y a fluctuaciones o rotaciones informales o emergentes del puesto de trabajo durante la aplicación de la matriz (*v. gr.* personal de limpieza que asume reiteradamente actividades en la línea de producción).

Por otro lado, es probable que la inexperience de los observadores para estimar la exposición con base en el PEL o TLV de la resina epóxica, haya impedido una mayor discriminación en los componentes de la sección correspondiente y haya generado imprecisiones en la calificación del riesgo de exposición. Es probable que esto mismo haya sucedido al determinar las medidas de seguridad indicadas en la sección *F*. Paradójicamente, estas observaciones donde se pierde precisión constituy-

yen las pautas para disminuir la variabilidad de futuras evaluaciones en empresas con características semejantes.<sup>14,15</sup>

En términos generales, la matriz genérica propuesta por la AIHA cumplió con el propósito de ser una herramienta alterna, genérica, rápida y barata para caracterizar el grado de riesgo de exposición a resina epóxica en trabajadores de una pequeña empresa, indicativo en cierto modo de la "amigabilidad" del instrumento.<sup>10</sup> Aunque en sentido estricto en nuestro caso tuvo la función de estimar el grado de riesgo de exposición ocupacional a resina epóxica en el momento de la evaluación, bien podría ser pronóstica, ya que quienes resultaron incluidos en la categoría de mayor grado de exposición serán los más vulnerables a padecer dermatosis de trabajo.<sup>13</sup> El uso de la matriz se justificó plenamente ya que los monitoreos ambiental e individual hubieran resultado costosos, además de no existir registros previos o actuales de higiene industrial.<sup>1,2</sup>

En el aspecto práctico se pudo observar que es necesaria mayor capacitación y experiencia del observador, principalmente en los valores de PEL o TLV de la resina epóxica industrial. Por otro lado, en la matriz no se consideran variables como la antigüedad y rotaciones en el puesto y el sexo del trabajador, que podrían impactar en la determinación de la exposición y, consecuentemente, en su probable relación con una entidad nosológica propia del trabajo. Por ello, se consideró discutible la validez de contenido.<sup>12,13</sup>

Quizás una de las mayores ventajas de la matriz propuesta por la AIHA es su transparencia, ya que resultó relativamente sencillo determinar las principales fuentes de inconsistencia, no obstante que el resultado final se fundamenta, en apariencia, en la intersección sólo de dos ejes.<sup>1,6</sup>

Aunque pudiera no estar a discusión la reproducibilidad de la matriz en virtud de ser un instrumento ampliamente difundido, conviene señalar la percepción de escasa claridad en las instrucciones de llenado, sobre todo en personal habilitado en seguridad laboral sin experiencia previa en este tipo de evaluaciones dentro del contexto de una pequeña empresa.<sup>9</sup>

Es importante mencionar que la falta de cegamiento de la evaluación en ambos observadores seguramente provocó sesgos, quizás con mayor importancia en los aspectos relacionados con las medidas de prevención laboral, seguridad industrial y de equipo de protección personal, que influyeron al calificar la sección F.<sup>13,15</sup> La presunción de que los puestos de trabajo similares llevan a cabo las mismas tareas también puede ocasionar mala clasificación.<sup>16,17</sup> Otra probable fuente de sesgo es la estimación de los efectos a la salud que, a diferencia de la exposición calculada por puesto de trabajo, no es ponderada por factor alguno.<sup>11,13-15,18</sup>

En resumen, no obstante que la matriz de exposición ocupacional propuesta por la AIHA es genérica y que la tendencia actual es la matriz específica, el presente análisis muestra que se trata de un instrumento cuyo uso puede coadyuvar a determinar de manera semicuantitativa el grado de riesgo de exposición, en este caso a resina epóxica industrial.<sup>19,20</sup> Pese a sus aparentes desventajas, la matriz aparece

como alternativa factible que requiere mínimo entrenamiento para calificar el riesgo de exposición al que están sujetos los trabajadores en pequeñas empresas.<sup>21</sup>

## Agradecimientos

A Aaron Blair, *Occupational and Environmental Epidemiology Branch Senior, Investigator, National Cancer Institute, USA*, por sus valiosos comentarios.

## Referencias

1. Teschke K, Olshan AF, Daniels JL, De Roos AJ, Parks CG, Schulz M et al. Occupational exposure assessment in case-control studies: opportunities for improvement. *Occup Environ Med* 2002;59:575-594.
2. London L, Myers JE. Use of a crop and job specific exposure matrix for retrospective assessment of long term exposure in studies of chronic neurotoxic effects of agrochemicals. *Occup Environ Med* 1998;55:194-201.
3. Adegoke OJ, Blair A, Shu XO, Sanderson M, Addy CL, Dosemeci M et al. Agreement of job-exposure matrix (JEM) assessed exposure and self-reported exposure among adult leukemia patients and controls in Shanghai. *Am J Ind Med* 2004;45:281-288.
4. Goldberg M, Kromhout H, Guenel P, Fletcher AC, Gerin M, Glass DC et al. Job exposure matrices in industry. *Int J Epidemiol* 1993;22(Suppl 2):S10-S15.
5. Dickel H, Kuss O, Schmidt A, Diepgen TL. Occupational relevance of positive standard patch-test results in employed persons with an initial report of an occupational skin disease. *Int Arch Occup Environ Health* 2002;75(6):423-434.
6. Lewis RJ, Friedlander BR, Bhojani FA, Schorr WP, Salatich PG, Lawhorn EG. Reliability and validity of an occupational health history questionnaire. *J Occup Environ Med* 2002;44(1):39-47.
7. Yeung SS, Genaidy AM, Karwowski W, Leung PC. Reliability and validity of self-reported assessment of exposure and outcome variables for manual lifting tasks: a preliminary investigation. *Appl Ergon* 2002;33(5):463-469.
8. Bouyer J, Hemon D. Studying the performance of a job exposure matrix. *Int J Epidemiol* 1993;22(Suppl 2):S65-S71.
9. Sánchez RR, Aguilar MG, Juárez PC, Haro GL, Borja AVH. Occupational Health in Mexico. *Int J Occup Environ Health* 2006. En prensa.
10. Hawkins N, Norwood S, Rock J. A strategy of occupational exposure assessment. *AIHA Exposure Assessment Strategy Committee* 1986-1989.

- Akron, Ohio: American Industrial Hygiene Association; 1991. p. 11, 29.
11. Szkllo M, Nieto J. Epidemiology. Beyond the basics. Geithersburg, MD: Jones and Bartlett Publishers, Inc.; 2004. p. 343.
12. Fajardo GA, Yamamoto KLT, Garduño EJ, Hernández HDM, Martínez GMC. Consistencia y validez de una medición en la investigación clínica pediátrica. Definición, evaluación y su interpretación. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1991;48(5):367-380.
13. Feinstein AR. Clinimetrics. New Haven, CT: Yale University Press; 1987. p. 141.
14. Maher N. The application of a job exposure matrix in the natural gas industry. *AIHA J* 2003; 64(6):806-814.
15. Semple SE, Dick F, Cherrie JW. Geoparkinson Study Group. Exposure assessment for a population-based case-control study combining a job-exposure matrix with interview data. *Scand J Work Environ Health* 2004;30(3):241-248.
16. Benke G, Sim M, Fritschi L, Aldred G. Beyond the job exposure matrix (JEM): the task exposure matrix (TEM). *Ann Occup Hyg* 2000;44(6):475-482.
17. Johansen C, Raaschou-Nielsen O, Skotte J, Thomsen BL, Olsen JH. Validation of a job-exposure matrix for assessment of utility worker exposure to magnetic fields. *Appl Occup Environ Hyg* 2002;17(4):304-310.
18. de Vocht F, Zock JP, Kromhout H, Sunyer J, Anto JM, Burney P, Kogevinas M. Comparison of self-reported occupational exposure with a job exposure matrix in an international community-based study on asthma. *Am J Ind Med* 2005;47(5):434-442.
19. Friesen MC, Demers PA, Spinelli JJ, Le ND. Validation of a semi-quantitative job exposure matrix at a Soderberg aluminum smelter. *Ann Occup Hyg* 2003;47(6):477-484.
20. Wood D, Astrakianakis G, Lang B, Le N, Bert J. Development of an agricultural job-exposure matrix for British Columbia. *Can J Occup Environ Med* 2002;44(9):865-873.
21. Fritschi L, Siemiatycki J, Richardson L. Self-assessed versus expert-assessed occupational exposures. *Am J Epidemiol* 1996;144(5):521-527. **rm**