

# Un estudio factorial en la psicotoxicidad por tolueno

Por:

Lic. PEDRO ALMIRALL HERNANDEZ<sup>7</sup>, Dr. JUAN A. CASTELLANOS ORTIZ<sup>8</sup>, Dra. SONIA SOLLET GUILARTE<sup>9</sup>, Téc. JULIA HUERTA CARMONA<sup>10</sup> Y Téc. MARINA GONZALEZ GARCIA

Almirall Hernández, P y otros. *Un estudio factorial en la psicotoxicidad por tolueno*. Rev Cub Med 22: 2, 1983.

Se seleccionan seis variables como posibles indicadores de la exposición habitual a una sustancia neurotóxica: el tolueno. Estas son: 1. edad, 2. Tiempo de exposición al tóxico, 3. sintomatología referida, 4. funciones gestálticas y visomotoras, 5. niveles de ácido hipúrico, 6. niveles de creatinina. Se aplica una técnica multivariada, *el análisis factorial clásico* por el método centroide de Thurstone, y se determina la existencia de dos factores no puros. El factor I, denominado *individualidad*, nos muestra las saturaciones más altas en la edad, experiencia de trabajo y funciones perceptuales, y brinda el grado de asociación entre las mismas. El factor II, denominado *síntomas referidos*, está muy relacionado con los niveles de ácido hipúrico en orina. Se recomienda la utilización concatenada de estos indicadores en el diagnóstico de una posible intoxicación crónica por exposición al tolueno.

## INTRODUCCION

La psicotoxicidad o toxicología de la conducta puede ser definida como el estudio de los cambios en las capacidades adaptativas y de la conducta por la absorción y acción de sustancias tóxicas sobre el sistema nervioso central y periférico.<sup>1</sup>

El cuadro patológico de muchas intoxicaciones por diversos agentes neurotóxicos, puede evolucionar de forma asintomática por estar en períodos relacionados con cambios bioenzimáticos ligeros dentro de la intimidad celular. De ahí que el diagnóstico de estas enfermedades es en extremo difícil por los medios convencionales.

En el mundo se han realizado trabajos científicos de importancia en condiciones de laboratorio, en animales de experimentación y en terreno con trabajadores expuestos a diferentes agentes neurotóxicos.<sup>2,5</sup>

---

7 Especialista I grado en Medicina del Trabajo. IMT.

8 Jefe Sección Bioquímica. IMT.

9 Técnico Sección Psicología. IMT.

10 Técnico Sección Bioquímica. IMT.

El tolueno es un líquido incoloro, móvil, de color característico, poco soluble en agua, miscible en la mayoría de los disolventes orgánicos y en los aceites minerales, vegetales o animales. Además, es un excelente disolvente de grasas, ceras y resinas, por lo que su uso es frecuente como disolvente en pinturas, barnices, tintas de imprenta, fabricación de explosivos, industrias de colorantes y muchos otros.<sup>6</sup>

El tolueno se absorbe principalmente por vía pulmonar, pero puede penetrar en pequeñas cantidades a través de la piel. Una parte considerable se expulsa por esta vía, pero aproximadamente el 50% se excreta por la orina en forma de ácido hipúrico, pudiendo modificar otros metabolitos que se expulsan por vía renal.<sup>6</sup>

La intoxicación crónica por tolueno, va acompañada de signos de apariencia banal: fatiga, nerviosismo, ansiedad, ligeros trastornos del sueño, percepción de deterioro físico, etc.

*Seeber y Kempe* (1980) describen las alteraciones psicovegetativas y psicomotoras que sufren los trabajadores expuestos a concentraciones de más de 200 p.p.m; éstas se correlacionan con los metabolitos encontrados en la orina, principalmente el ácido hipúrico, en diferentes tiempos de exposición: 4, 8, 10 y 12 horas.<sup>7</sup>

Para medir los efectos de una exposición mantenida a diferentes solventes orgánicos, el Instituto de Salud Ocupacional de Helsinki, propone una batería de pruebas psicológicas cuyos resultados son un factor indispensable para el diagnóstico precoz de la intoxicación crónica por estas sustancias de marcado carácter neurotóxico.<sup>4,8</sup>

Entre los principales efectos neurotóxicos se pueden señalar, de carácter general, las alteraciones de funciones subordinadas a la esfera intelectual como son: los juicios, la formación verbal y gráfica de conceptos y las funciones visomotoras; se le atribuye el origen a leves cambios degenerativos en putamen y globos pallidos, producto de la anoxemia.

En nuestra institución se han utilizado con relativo éxito algunas pruebas gestálticas clásicas como: Bender, Benton y OIT, para reconocer trastornos perceptuales en trabajadores expuestos a plomo y su asociación con algunos indicadores bioquímicos.<sup>9</sup>

El análisis factorial es una técnica de uso frecuente en la investigación psicológica, pero que en la última década se ha utilizado con frecuencia para la orientación del investigador en problemas que requieren un esfuerzo multidisciplinario para su solución.<sup>10-12</sup>

En el presente estudio se quiere identificar qué factores se encuentran en la base de un fenómeno concreto como resulta la intoxicación crónica por exposición a tolueno y la posible interrelación que existe entre las variables seleccionadas como indicadores de esta enfermedad profesional.

#### MATERIAL Y METODO

Para la presente investigación se seleccionaron 31 sujetos, que realizan su trabajo habitualmente expuesto por más de un año a solventes, orgáni-

cos, principalmente el tolueno, a los cuales se les internó en la sala de enfermedades profesionales del Instituto de Medicina del Trabajo. La edad promedio fue de  $38,41 \pm 10,79$  años. Para la conformación de este grupo se utilizó la información que ofrecían las historias clínicas de cada uno de los trabajadores ingresados, para descartar los que hubiesen padecido alguna de las siguientes enfermedades:

- Neuropatías de cualquier tipo.
- Trastornos psiquiátricos agudos o crónicos, o un deficiente desarrollo intelectual posiblemente originado por factores de la individualidad.
- Cualquier trastorno de carácter metabólico.

A todo el grupo de estudio se le realizó la siguiente evaluación psicológica: una entrevista clínica para obtener una información exhaustiva de los aspectos más relevantes de la personalidad de los estudiados.

Se les aplicó una prueba de Benton, para explorar las funciones gestálticas, visomotoras y la memoria visual, y un cuestionario de 47 *items* para conocer la sintomatología expresada por los expuestos a sustancias neurotóxicas. Ambos instrumentos utilizados han sido recomendados por el Instituto de Salud Ocupacional de Helsinki para los estudios en psicotoxicidad.<sup>8</sup>

Los indicadores bioquímicos se obtuvieron mediante investigaciones realizadas a los trabajadores por el Laboratorio Clínico y el Departamento de Riesgos Químicos del Instituto de Medicina del Trabajo.

Fueron utilizados el ácido hipúrico y la creatinina. El primero se determinó en orina por un método de espectrofotometría colorimétrica, a las cuatro horas de estar realizando su jornada habitual. Los días escogidos para la toma de muestra fueron del martes en adelante, para evitar que el descanso dominical falseara los resultados. Los niveles de creatinina, se determinaron por un análisis clínico en orina.

Para el análisis de los resultados se utilizó una técnica multivariada: el *análisis factorial clásico*, pues se trata de descubrir las dimensiones de variabilidad común existente en el campo de acción de un fenómeno, o sea, cuántos y qué factores se encuentran en la base del mismo.

Utilizamos el método centroide de Thurstone, también conocido por el de los "factores múltiples". En su estructura general este método responde al siguiente modelo matemático:

$$x_n = 1 p_1 f_1 + 1 p_2 f_2 + \dots + 1 p_m f_m + e_p.$$

#### *Análisis de los Resultados*

El cuadro I nos muestra cómo se correlacionaron las variables para nuestra experiencia.

Aunque no es la intención de este trabajo, pues existen publicaciones específicas sobre el tema,<sup>11,12</sup> referiremos abreviadamente la técnica utilizada. El método de Thurstone para la factorización cuenta de las siguientes operaciones:

*1er. paso:* buscar como una estimación de las comunidades el máximo de las correlaciones de las columnas de R.

2do. paso: calcular el total de las columnas de la matriz de correlaciones; en nuestro estudio C, ...  
 C<sub>6</sub>. Calcular el gran total G.

3er. Paso: hallar las saturaciones h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> ..... h<sub>6</sub>, mediante la ecuación

$$h_j = \frac{C_j}{\sqrt{G}}; j = 1, 2 \dots \dots 6 \text{ (columnas).}$$

4to. paso: corresponde a la obtención de las saturaciones del 2do. factor, repitiéndose los pasos del 1ro. al 3ro. sobre una reflexión de la matriz R, operación que se repite hasta que la matriz residual muestra correlaciones muy pequeñas, (cuadro II).

En nuestra experiencia con la extracción del 2do. factor las correlaciones de R<sub>2</sub> se hacen despreciables, por lo que no procede la búsqueda de un tercero (cuadro III).

La matriz factorial no rotada se presenta a confusiones en su análisis, aunque se comprueban la existencia precisa de dos factores; éstos no son "puros" y sus altas saturaciones no lo definen en el sentido de alguna o algunas variables.

Después de rotada nuestra matriz factorial, se aclara notablemente su estructura y se define un factor I, el cual denominaremos *individualidad*.

**CUADRO I**  
**MATRIZ DE CORRELACION INICIAL. CALCULO DE LAS SATURACIONES DEL 1ER. FACTOR**

Variables	1	2	3	4	5	6
1	(,9314)	,9314	,0841	,2516	,3213	,2881
2	,9314	(,9314)	,0538	,1839	—,1843	,0591
3	,0841	,0538	(,8232)	,8232	—,6536	,3772
4	,2516	,1839	,8232	(,8232)	,0184	,7086
5	,3213	—,1843	—,6536	,0184	(,6746)	,6746
6	,2881	,0591	,3772	,7086	,6746	(,7086)
Total (G)	2,8079	2,3439	2,8151	2,8089	2,5268	2,8161
Saturaciones (H)	,6993	,5838	,7011	,6996	,6229	,7014
Gran total (G) = 16,11			G = 4,01481			

Variables: 1. edad, 2. tiempo de exposición al tóxico, 3. sintomatología referida, 4. funciones gestálticas, 5. niveles de ácido hipúrico, 6. niveles de creatinina.

R.C.M.  
 MARZO-ABRIL, 1983

CUADRO II

MATRIZ DE CORRELACIONES RESIDUAL. CALCULOS DE LAS SATURACIONES DEL 2DO. FACTOR

= R<sub>2</sub>

Variables	1	2	3	4	5	6
1	(,5232)	,5232	—,4061	—,2376	—,1142	—,2023
2	,5232	(,5232)	—,3555	—,2245	—,1793	—,3503
3	—,4061	—,3555	(,4061)	,3328	,2169	—,1145
4	—,2376	—,2245	,3328	(,4173)	—,4173	—,2180
5	—,1142	—,1793	,2169	—,4173	(,4173)	,2377
6	—,2023	—,3503	—,1145	—,2180	,2377	(,3503)
Total (G)	2,0066	2,156	1,8319	1,8475	1,5827	1,4731
Saturaciones (H)	,6079	,6531	,5549	,5596	,4794	,4462
$h = \frac{Cn}{G}$						
		Gran total (G) = 10,8978				G = 3,3011

CUADRO III

MATRIZ FACTORIAL NO ROTADA

Factor I	Factor II
, 69	—, 60
, 58	—, 65
, 70	, 55
, 69	—, 55
, 62	, 47
, 70	—, 44

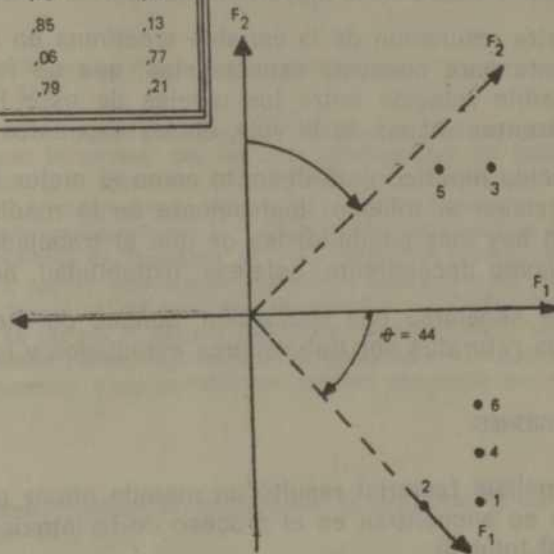
constituido por la edad, la experiencia de trabajo, las funciones visomotoras y de la memoria, y también muy asociado a los niveles de creatinina. (gráfico).

Comparando las saturaciones, reconocemos la independencia del factor I con respecto al II, denominado éste: *sintomatología referida*, al alcanzar una saturación de ,84 contra ,10 en el factor I, en esta dimensión (cuadro IV).

Gráfico

MATRIZ FACTORIAL INICIAL Y SU ROTACION SIMPLE

MATRIZ INICIAL		MATRIZ ROTADA	
FACTOR I	FACTOR II	FACTOR I	FACTOR II
,89	-.60	,90	,10
,58	-.86	,87	,00
,70	,55	,10	,84
,69	-.55	,85	,13
,82	,47	,06	,77
,70	-.44	,79	,21



CUADRO IV

MATRIZ FACTORIAL ROTADA POR EL METODO SIMPLE

Factor I	Factor II
, 90	, 10
, 87	, 00
, 10	, 84
, 85	, 13
, 06	, 77
, 79	, 21

El factor II está mostrando la asociación estrecha que existe entre los síntomas que refieren los expuestos a tolueno y los niveles de ácido hipúrico en orina.

El análisis lógico de nuestros factores corrobora los resultados estadísticos, pues es real que a una mayor edad hay más posibilidades de una experiencia de trabajo mayor y, por tanto, también aumentan las posibilidades de más exposición al tóxico.

Las funciones gestálticas, visomotoras y de la memoria visual, se conoce lo influenciadas que están por la edad, y disminuyen gradualmente estas capacidades en la mayoría de las personas con el tiempo.

La alta saturación de la variable creatinina en este factor abre una interrogante para nuestros especialistas, que se formulan la hipótesis de una posible relación entre los niveles de este indicador bioquímico en las diferentes etapas de la vida, en los expuestos a tolueno.

El ácido hipúrico está descrito como el mejor indicador bioquímico de la exposición al tolueno; lógicamente en la medida de que éste se vea alterado hay más posibilidades de que el trabajador expuesto refiera síntomas como decaimiento, cefaleas, irritabilidad, ansiedad y otros.

Debe señalarse una asociación, aunque de menor grado, entre estos síntomas referidos por trabajadores estudiados y los niveles de creatinina.

#### CONCLUSIONES

El análisis factorial resultó un método eficaz para describir los factores que se encuentran en el proceso de la intoxicación crónica por exposición al tolueno.

Se identifican dos factores independientes en las variables seleccionadas para conocer los resultados de la exposición habitual a tolueno.

El factor I está determinado principalmente por la edad del expuesto estrechamente asociado al tiempo de exposición al tóxico, los niveles de creatinina, las funciones gestálticas, visomotoras y la memoria visual.

El factor II se expresa en altas saturaciones en la variable *síntomas: referidos* muy correlacionado a los niveles de ácido hipúrico en orina.

#### RECOMENDACIONES

Para el diagnóstico de Intoxicación crónica por exposición a tolueno, deben analizarse insoslayablemente los aspectos de la individualidad y las funciones expresadas por altas saturaciones en los factores identificados I y II.

Debemos continuar en el estudio de esta enfermedad profesional, para incorporar a nuevos estudios multivariados sobre un mayor número de variables que puedan intervenir en este fenómeno.

## SUMMARY

Almirall Hernández, P et al. *A factorial study on psychotoxicity by tolueno*. Rev Cub Med 22 : 2, 1983.

Six variables are selected as possible indicators for current exposition to a neurotoxic substance: toluene. These variables are: 1) age, 2) exposition time to toxic, 3) related symptomatology, 4) gestalt and visomotorial functions, 5) hippuric acid levels, 6) creatinine levels. A multivariate technique is applied, the classic factorial analysis by centroid Thurstone's method, and existence of two non pure factors is determined.

Factor X, called *Individuality*, showed us the highest saturations at age, work experience and perpetual functions, and offers association degree among them. Factor II, called *related symptoms* is in a high relationship to hippuric acid levels in urine. Concatenated use of such indicators for diagnosis of a possible chronic intoxication is recommended.

## RESUME

Almirall Hernández, P. et al. *A propos d'une étude factorielle dans la psychotoxicité par toluène*. Rev Cub Med 22: 2, 1983.

Six variables son choisies en tant que possibles indicateurs de l'exposition habituelle à une substance neurotoxique: le toluène. Les variables choisies sont les suivantes: 1) l'âge, 2) le temps d'exposition à la substance toxique, 3) la symptomatologie rapportée, 4) les fonctions gestaltiques et visomotrices, 5) les taux d'acide hippurique, et 6) les taux de créatinine. Les auteurs appliquent une technique multivariée, l'*analyse factorielle classique* par la méthode centroïde de Thurstone. et il est déterminé l'existence de deux facteurs purs. Le facteur I, appelé *individualité*, montre les saturations les plus hautes dans l'âge, l'expérience de travail et les fonctions perpétuelles, et il offre le degré d'association entre celles-ci. Le facteur II, appelé *symptômes rapportés*, est très lié aux niveaux d'acide hippurique dans l'urine. Les auteurs recommandent l'utilisation liée de ces indicateurs dans le diagnostic d'une possible intoxication chronique par exposition au toluène.

## BIBLIOGRAFIA

1. Tolonen, M; H. Hänninen: Psychological test specific to individual carbon disulfide exposure. Scand J Psychol 19: 241, 1978.
2. Hänninen, H.: Psychological picture of manifest and latent carbon disulfide poisoning. Brit J Industr Med 28: 374-381, 1971.
3. Lindström, K.: Psychological performances of workers exposed to various solvents. Work-environm-hlth, 10: 151-155, 1973.
4. Hänninen, H. et al.: Behavioral effects of long term exposure to a mixture of organic Wvents Scand J Work environ health 4: 240-255, 1976.
5. Hänninen, H.: Psychological tests as indicators of excessive exposure to carbon disulfide. Scand J Psychol 19: 163-174, 1978.
6. Villalón, A; A. Mondús: Contaminación ambiental, causas y valoración. Barcelona, Editorial Jims. 1974. P. 328.
7. Seeber, A; H. Kempe: Psychic effects in tolueno-exposed workers: Short term and long term study. Ausdem zentralinstitut für Arbeitsmedizin der D. D. R. 1
8. Hänninen, H.; K. Lindström: Behavioral test battery for toxicopsychological studies. Used at the Institute of Occupational Health in Helsinki. Second revised edition. Ins- titute of Occupational Health, Helsinki, 1979.
9. Almirall, P; E. Ibarra: Alteraciones gestálticas y bioquímicas en la intoxicación por ÓLOMO (próxima publicación). Boletín Cubano de Psicología de la Salud. Hosp Psiq. a La Habana.
10. Vorro, J, F. Wilson: Multivariate analysis of biomechanical profiles for the Caraco- brachialis and Biceps Brachii (capot Breve). Ergonomics 21 (6).



11. Yela, M.: La técnica del Análisis Factorial. La Habana, Instituto Cubano del Libro 1971. P. 11.
12. Facultad de Psicología. Estadísticas Multivariadas. Material Impreso. Universidad de La Habana. 1980. P. 174

Recibido: 22 de junio de 1982.

Aprobado: 15 de agosto de 1982.

Dr. *Pedro Almirall Hernández*  
Calzada de Bejucal Km 7V2 A. Naranja.  
Bejucal Apdo: 9064

Ciudad de La Habana.

INSTITUTO NACIONAL DE ENDOCRINOLOGIA Y METABOLISMO

## Prevalencia de bocio simple en población escolar de un área de salud de la Ciudad de La Habana\*

Por los Dres.:  
E. ALAVEZ\*\* Y D. NAVARRO\*\*\*

Alavez, E. y D. Navarro. *Prevalencia de bocio simple en población escolar de un área de salud de la Ciudad de La Habana\** Rev Cub Med 22: 2, 1983.

Se examinaron 6 149 personas en edad escolar entre 6 y 19 años, y se encontró que el 28,1% de los mismos tenían bocio. Dentro del total de bocio, el grado Ip fue el de mayor prevalencia (24,7%) con una distribución según sexo, color de la piel, grupo de edades y condiciones socioeconómicas similar a la de los otros grados de bocio. Sin embargo, debemos señalar que esta categoría de bocio no está reconocida internacionalmente a los fines de una encuesta, pero por su frecuencia y semejanza con las aceptadas nos hace plantear: a) Que sea expresión del mismo proceso patológico que produce los otros grados, aunque en un estadio quizás inicial, b) Que deba tenerse en cuenta cuando se evalúe la prevalencia de bocio en una zona, a fin de conocer la magnitud del problema, poder estudiar sus consecuencias y establecer una conducta terapéutica y preventiva adecuada. Los grupos de población más afectados fueron el sexo femenino, el grupo 11-15 años, las personas con la piel negra y aquéllas procedentes del sector con menos desarrollo económico, sin poder hallarle explicación a los dos últimos fenómenos señalados. Como causa de la prevalencia de bocio encontrada debe valorarse el con sumo de aguas duras.

Parte del trabajo de terminación de la residencia para optar por el título de Especialista de I grado de la doctora D. Navarro.

Especialista de I grado en Endocrinología. Profesor titular. Instituto Superior de Ciencias Médicas.

\* Especialista de I grado en Endocrinología. Instituto de Endocrinología y Enfermedades Metabólicas.