

EFFECTOS NEUROTÓXICOS POR EXPOSICIÓN A SOLVENTES ORGÁNICOS. INDICADORES COGNITIVOS

NEUROTOXIC EFFECTS BY EXPOSURE TO ORGANIC SOLVENTS. COGNITIVE INDICATORS

DrC Nino Pedro del Castillo Martín ¹

DrC Jorge Heliodoro Mayor Ríos ²

DrC Pedro Juan Almirall Hernández ³

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar la presencia de efectos en el sistema nervioso central, en trabajadores expuestos a solventes orgánicos. Se efectuó un estudio descriptivo transversal con expuestos a hidrocarburos aromáticos, en el que se observaron asociaciones predictivas de efectos neurotóxicos, en relación con los años de exposición. Los daños detectados que alcanzan al sistema nervioso central, fueron evidenciados por déficits en pruebas cognitivas en los grupos de expuestos.

Palabras clave: Solventes orgánicos, funciones cognitivas, pruebas psicológicas

ABSTRACT

The aim of this study was to identify effects in organic solvents exposed workers on the central nervous system. A cross-sectional descriptive study was carried out in subjects exposed to aromatic hydrocarbons. Predictive associations were found in neurotoxic effects with years of exposition. Findings in central nervous system deficits were accomplished through cognitive tests.

Key words: Organic solvents, cognitive functions, psychological tests

INTRODUCCIÓN

Se han alcanzado progresos significativos en años recientes, tanto en la conceptualización de estrategias para

evaluar neurotoxicidad, como en el desarrollo de técnicas para examinar la exposición a sustancias neurotóxicas ¹, al tiempo de que existen limitaciones para conocer los niveles reales de exposición. Un enfoque ha sido, por ejemplo, partir de métodos de pesquiasaje con tests conductuales y neuropatológicos, como primera etapa, para pasar después a tests con técnicas más específicas que permitan caracterizar efectos.

Algunos estudios epidemiológicos con grupos de control no han encontrado significativos daños neuroconductuales, *i. e.*, se alcanzan hallazgos ambiguos, que pueden o no deberse a la exposición ². La mayor parte de los reportes ofrecen resultados globales sobre las pruebas empleadas, no mediciones en términos de indicadores desglosados, como calidades de respuestas, o tiempos de reacción en cada prueba, lo que puede restarles sensibilidad a esos estudios.

Debido a estas insuficiencias, la relevancia de la información derivada de muchos de los estudios que se han efectuado para la toma de decisiones sobre el establecimiento de niveles seguros de exposición, o sobre la eliminación total de la presencia de muchas de estas sustancias en el ambiente, es todavía limitada.

Ante la situación de que no existen niveles seguros de exposición, es necesario focalizar la atención sobre los cambios subclínicos para asegurar niveles adecuados de salud. Dado que nuestro interés ha sido menos el diagnóstico del síndrome en individuos presuntamente intoxicados, y sí la identificación precoz de signos compatibles con la exposición en grupos potencial o efectivamente expuestos, se precisa de un enfoque que contribuya a establecer medidas que prevengan la manifestación de efectos adversos

¹ Licenciado en Psicología. Doctor en Ciencias de la Salud. Investigador Titular. Vicedirección de Investigaciones y Docencia. INSAT

² Licenciado en Psicología. Doctor en Ciencias Psicológicas. Investigador Titular. Departamento de fisiología. INSAT

³ Licenciado en Psicología. Doctor en Ciencias Médicas. Vicedirección de Investigaciones y Docencia. INSAT

Correspondencia:

DrC Nino Pedro del Castillo Martín

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

Calzada de Bejucal km 7½, Apartado 9064, CP 10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba

E-mail: nino@infomed.sld.cu

en un mundo donde la supresión total del riesgo es prácticamente inalcanzable.

Mediante este enfoque, muchos individuos exhibirán signos positivos de la presencia de efectos y, probablemente, no estén padeciendo los efectos de la exposición, o nunca desarrollarán una patología de origen tóxico profesional. Sin embargo, dado que el propósito de los estudios de efectos de los agentes químicos en el ambiente de trabajo es, ante todo, la prevención y, de hecho, ella puede ser conseguida, esta limitación no pone en riesgo, antes bien, favorece ese objetivo³.

En el contexto de Salud Pública, la vigilancia de los factores de riesgo identifica y evalúa sitios de trabajo e individuos expuestos a niveles de concentración a agentes específicos no adecuados y posibles de ser controlados⁴.

Este trabajo pretende aportar un enfoque cuyo empleo posibilite estructurar bases de datos para conocer sobre la prevalencia de efectos neurotóxicos, a fin de contribuir al empleo creciente de métodos algorítmicos de diagnóstico epidemiológico⁵, en lo relativo a las afecciones al sistema nervioso asociadas a la exposición a sustancias neurotóxicas.

Es necesario buscar evidencias de la relación entre el tiempo de exposición y la aparición de los daños subclínicos asociados a los neurotóxicos. Partimos de la hipótesis de trabajo de que es posible detectar efectos neurotóxicos asociados a exposiciones prolongadas a sustancias químicas -que no se manifiestan en síntomas clínicos- por vía de evaluaciones cognitivas.

Nos planteamos como objetivo identificar la presencia de efectos en el sistema nervioso central en trabajadores expuestos a solventes orgánicos, en particular detectar la presencia de afecciones en las funciones psíquicas superiores (atención, percepción, memoria y coordinación psicomotora) por medio de indicadores de pruebas cognitivas, en un grupo de trabajadores expuestos a mezclas de solventes orgánicos, evaluados a través de procedimientos médicos estándares, que no presentaran evidencias de trastornos neurológicos.

MATERIAL Y MÉTODO

Se efectuó un estudio descriptivo transversal con sujetos masculinos, con el propósito de encontrar indicadores predictivos de efectos neurotóxicos, en relación a los años de exposición. Bajo los auspicios de la Organización Panamericana de Salud (contrato: HEP/HEQ/COL/ERA/012, obligación: COL/96/00203-3), realizamos este estudio en una refinera de petróleo. Para ello, evaluamos a un grupo de trabajadores expuestos a una mezcla de solventes orgánicos, hidrocarburos aromáticos (BTX), los que no presentaban evidencias de trastornos neurológicos después de ser examinados a través de procedimientos médicos estándares.

Uno de los objetivos fue detectar la presencia de afecciones en las funciones psíquicas superiores (atención, percepción, memoria y coordinación psicomotora) por medio de indicadores de pruebas cognitivas. El otro objetivo fue estimar asociaciones predictivas entre indicadores de mediciones de las pruebas cognitivas y la variable años de

exposición.

El criterio de inclusión inicial de un sujeto fue: ser trabajador de las áreas operativas de la refinera, lo que implicaba la exposición a BTX.

Se consideraron variables de exclusión las siguientes:

- ◆ Tiempo de exposición de menos de seis años. Los datos referentes a esta variable fueron obtenidos mediante una encuesta administrada un mes antes del estudio a toda la población de trabajadores por investigadores de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Texas⁶.
- ◆ Antecedentes o signos actuales de enfermedades neurológicas, psiquiátricas o de otro tipo, que afectan el estado funcional del sistema nervioso.
- ◆ Consumo habitual de bebidas alcohólicas (consumo con una frecuencia semanal al menos y en una cantidad considerada como provocadora de embriaguez).
- ◆ Consumo habitual de tabaco.
- ◆ Consumo habitual en los últimos seis meses de psicofármacos.

La muestra estuvo integrada por 599 expuestos, con una media de edad de 44,37 (DE=6,94), divididos en dos subgrupos en cuanto a los años de exposición: Grupo 1: menos de 20 años (322 sujetos, con una media de edad de 41,3; DE=6,96) y Grupo 2: 20 ó más (277 sujetos, con una media de edad de 47,93; DE=4,92). En la tabla 1 puede observarse la caracterización de esta muestra.

El grupo de 599 sujetos resultó de la evaluación de un universo de 733 trabajadores. Los 134 restantes fueron excluidos a partir de una encuesta que abarcaba una detallada historia laboral y de salud, y de un exhaustivo examen neurológico por un especialista entrenado.

A toda la muestra se le aplicó el siguiente examen:

◆ **Evaluación de funciones cognitivas**

En la evaluación se trató como variable independiente a los años de exposición, y como dependientes a los indicadores del examen antedicho (funciones cognitivas).

En la evaluación de funciones cognitivas empleamos la Batería de Pruebas Neuropsicológicas (DIANA)⁷.

La evaluación exploró los siguientes dominios o funciones:

- a) Atención (mantenimiento y distribución de la atención) que incluye las siguientes pruebas o tareas:
 - Tarea de Ejecución Continua (CPT)
 - Comparación Dígito-Símbolo
- b) Codificación perceptual (integración y categorización visual).
 - Comparación de Patrones
 - Interferencia Perceptual (Stroop Test)
- c) Memoria (amplitud de memoria; gradiente de olvido, aprendizaje asociativo)
 - Amplitud de Memoria (Digit Span)
 - Aprendizaje de Palabras (Recuerdo Libre y reconocimiento)

- d) Coordinación visomotriz
- Tiempo de Reacción Discriminativo

TABLA 1
COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA POR EDAD, AÑOS DE ESCOLARIDAD Y AÑOS DE EXPOSICIÓN

VARIABLE	n	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DE
Edad	599	44,37	24	71	6,94
Escolaridad		11,45	2	17	3,04
Años Exposición		18,55	6	34	5,42
Grupo 1					
Edad	322	41,3	24	71	6,96
Escolaridad		11,73	2	17	3
Años Exposición		14,58	6	19	3,96
Grupo 2					
Edad	277	47,93	36	65	4,92
Escolaridad		11,13	3	17	3,06
Años Exposición		23,15	20	34	2,44

En correspondencia con las particularidades de cada tarea, la batería registra los parámetros relacionados con la calidad de la ejecución por ensayos y niveles de dificultad de las tareas (respuestas correctas, incorrectas, falsas alarmas, etc.), así como los respectivos tiempos de reacción. Para cada tarea, ofrece un sumario con la descripción estadística básica del resultado total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación científica en un terreno tan complejo y urgido de información como el de la neurotoxicidad ocupacional, exige la ejecución de estudios descriptivos con limitaciones muestrales, lo que requiere de determinadas particularidades en el análisis de los datos. Trabajos anteriores permitieron que contáramos con normas de las evaluaciones del examen que administramos⁸. A partir de éstas se procedió a la normalización de los datos cognitivos registrados a fin de eliminar los sesgos que introducen la edad y la escolaridad.

Con los datos normalizados de los indicadores cognitivos se calculó el estadígrafo T de Hotelling, para conocer las diferencias significativas de los valores medios entre los Grupos 1 y 2.

Entre los valores Z de los indicadores que resultaron significativos en las evaluaciones y los años de exposición se calcularon coeficientes de correlación de Pearson y se practicaron análisis de regresión para estimar la asociación entre esos resultados y la variable años de exposición.

Para todos los cálculos realizados en estas investigaciones, se empleó el programa Statistica-Windows for 4,5 StatSoft, Inc. (1993).

A continuación los resultados del estudio.

a) *Diferencias significativas de medias entre los grupos, en los indicadores cognitivos.*

La tabla 2 muestra los indicadores de las pruebas cognitivas que resultaron significativos al calcular las diferencias de medias entre ambos grupos, tanto por medio de la Prueba T de Hotelling, como en las comparaciones múltiples (t de Student).

Resultados en seis de las siete pruebas empleadas, distinguen a los dos grupos. Solo en la Prueba Amplitud de Memoria (Memoria de dígitos) no se observaron indicadores que distinguieran entre ambos grupos.

En cuanto a los indicadores, se observaron diferencias significativas en 23, de un total de 56, lo que constituye el 41%. Las pruebas en que, comparativamente, más se concentran esos 23 indicadores, son la de Ejecución Continua, la de Dígito-Símbolo, la de Interferencia Color Palabra y la de Aprendizaje de Palabras.

En las pruebas que exploran fundamentalmente la atención, los resultados revelan que en la Prueba de atención sostenida⁹, (primera parte), resultaron significativos los indicadores: Respuestas correctas, No respuestas y Tiempo de reacción. En la Prueba de atención sostenida (segunda parte): Respuestas correctas, Respuestas incorrectas y No respuestas. También en un trabajo de Morrow, et al.¹⁰, el desempeño en esta prueba es inferior, entre los más expuestos.

En la prueba Dígito-símbolo: Respuestas correctas, resultó ser un indicador que distinguió entre ambos grupos. Este test es uno de los más sensitivos a los neurotóxicos¹¹.

En la esfera de la Percepción, en la prueba Comparación de patrones, se encontraron los siguientes indicadores significativos: Respuestas correctas y No respuestas. En tanto en la prueba Interferencia de colores y palabras (Stroop test) Primera parte: Respuestas correctas y Tiempo de reacción. En la segunda parte de esa propia prueba: Respuestas incorrectas y Tiempo de reacción. En la tercera parte: Respuestas correctas y Tiempo de reacción. Y, en la cuarta parte: No respuestas y Tiempo de reacción.

TABLA 2
INDICADORES COGNITIVOS QUE MOSTRARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS
GRUPOS DE EXPOSICIÓN. T2 de Hotelling= 43,02; Grados de libertad (23; 575)= 1,80; p< 0,01.

INDICADOR	MEDIA g1	MEDIA g2	t	GL	p
CPTRC1	0,01	-0,18	2,18	597	0,03
CPTRN1	-0,06	0,16	-2,91	597	0,00
CPTRR1	-0,19	0,05	-2,98	597	0,00
CPTRC2	0,07	-0,10	2,04	597	0,04
CPTRI2	-0,03	0,22	-2,06	597	0,04
CPTNR2	-0,12	0,10	-2,79	597	0,01
DSRC	-0,19	-0,44	3,40	597	0,00
CPRC	0,06	-0,19	3,27	597	0,00
CPNR	-0,06	0,17	-2,62	597	0,01
STRCC1	-0,42	-0,58	2,52	597	0,01
STTRC1	0,24	0,54	-2,72	597	0,01
STRII1	0,09	0,38	-2,25	597	0,03
STTRI1	1,55	2,15	-3,95	597	0,00
STTRC2	0,20	0,48	-2,39	597	0,02
STRCI2	-0,02	-0,25	2,57	597	0,01
STNRI2	-0,01	0,18	-2,19	597	0,03
STTRI2	0,67	1,01	-2,20	597	0,03
APRL2	-0,13	-0,31	2,28	597	0,02
APRcRC	-0,19	-0,38	2,10	597	0,04
APRcNR	0,20	0,41	-2,20	597	0,03
APRcTR	-0,06	0,23	-3,74	597	0,00
TRTR1	0,02	0,29	-2,65	597	0,01
TRTR2	0,09	0,32	-2,13	597	0,03

Abreviaturas usadas: **CPTRC1:** Prueba de Ejecución Continua, primera parte, Respuestas Correctas; **CPTRN1:** Prueba de Ejecución Continua, primera parte, No Respuestas; **CPTRR1:** Prueba de Ejecución Continua, primera parte, Tiempo de Reacción; **CPTRC2:** Prueba de Ejecución Continua, segunda parte, Respuestas Correctas; **CPTRI2:** Prueba de Ejecución Continua, segunda parte, Respuestas Incorrectas; **CPTNR2:** Prueba de Ejecución Continua, segunda parte, No Respuestas; **DSRC:** Prueba de Dígito-Símbolo, Respuestas correctas; **CPRC:** Prueba de Comparación de Patrones, Respuestas correctas; **CPNR:** Prueba de Comparación de Patrones, No Respuestas; **STRCC1:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (congruente), Respuestas correctas; **STTRC1:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (congruente), Tiempo de Reacción; **STRII1:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (incongruente), Respuestas incorrectas; **STTRI1:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (incongruente), Tiempo de Reacción; **STTRC2:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, segunda parte (congruente), Tiempo de Reacción; **STRCI2:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, segunda parte (incongruente), Respuestas correctas; **STNRI2:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, segunda parte (incongruente), No Respuestas; **APRL2:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Recuerdo libre, segunda parte, Respuestas correctas; **APRcRC:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Reconocimiento, Respuestas correctas; **APRcNR:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Reconocimiento, No Respuestas; **APRcTR:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Reconocimiento, Tiempo de Reacción; **TRTR1:** Prueba de Tiempo de Reacción Discriminativo, primera parte, tiempo de reacción; **TRTR2:** Prueba de Tiempo de Reacción Discriminativo, segunda parte, tiempo de reacción. **GL:** Grados de libertad. **P:** Probabilidad.

En la prueba que evalúa procesos de Memoria; Aprendizaje de palabras, los indicadores significativos fueron: Recuerdo libre (en la segunda parte), Reconocimiento (Respuestas correctas), Reconocimiento (No respuestas) y Reconocimiento (Tiempo de reacción).

Por su parte, en la prueba que esencialmente evalúa la Coordinación psicomotora, el Tiempo de reacción discriminativo, se encontraron como indicadores significativos: el tiempo de reacción, tanto en la primera, como en la segunda parte.

Estos resultados indican déficits de atención que se relacionan con la capacidad de sostener un “set atento”, por una suerte de fatiga atencional. Lo anterior se sustenta en

los hallazgos siguientes:

-Diferencias en la calidad de las respuestas, omisión de éstas y aumento del TR en los de más años de exposición, en la Prueba de atención sostenida –ver similares hallazgos en Bowler, et al.,¹².

-Menor número de respuestas correctas en la prueba de dígito-símbolo, tarea de procesamiento de información que evalúa la habilidad para alternar la selectividad de la atención momentánea, resultado también descrito por Grosch, et al.¹³.

En el área perceptual, las fuentes principales de desviación la constituyeron:

-La baja capacidad para integrar un patrón sensorial visual

en una unidad perceptiva diferenciada –menor número de respuestas correctas y mayor número de no respuestas en los sujetos con más años de exposición-, prueba de comparación de patrones. Ver Tsai, et al. ¹⁴.

-Las dificultades en la habilidad de activar y cambiar el set cognitivo ¹⁵, apreciado también, entre ambos grupos, en la calidad de respuestas y tiempos de reacción, en los resultados de la prueba de Interferencia de colores y palabras.

Respecto a los déficits de memoria, éstos se presentaron esencialmente en medidas de reconocimiento, en la prueba de Aprendizaje de palabras lo que concuerda con algunos reportes anteriores ¹⁶.

Los efectos en la memoria no se evidenciaron, sin embargo, en la prueba Memoria de dígitos, a diferencia de lo encontrado por Escalona, et al. ¹¹.

La coordinación visomotora se reveló exclusivamente afectada en la velocidad de respuesta. Esto fue observado en los dos tiempos de reacción que se miden en la prueba Tiempo de reacción discriminativo.

b) Análisis de regresión entre la variable años de exposición y los indicadores cognitivos

A partir de los coeficientes de correlación que resultaron significativos -calculados entre los ya vistos indicadores de esas pruebas (resultantes de las diferencias de medias) y los años de exposición-, se efectuaron análisis de regresión. En la tabla 3 se aprecian los indicadores, y valores de las pendientes, que resultan significativos (p<0.05) con respecto a la variable años de exposición.

TABLA 3
ESTIMACIÓN DE LA VARIABLE AÑOS DE EXPOSICIÓN, EN LA CURVA DE REGRESIÓN, CON RESPECTO A LOS INDICADORES COGNITIVOS SIGNIFICATIVOS EN LAS DIFERENCIAS DE MEDIAS

INDICADOR	VALOR DE LA PENDIENTE
CPTRN1	0,08
CPTR1	0,11
CPTRC2	-0,11
CPTR12	0,08
CPTNR2	0,14
DSRC	-0,15
CPRC	-0,14
CPNR	0,11
STRCC1	-0,1
STTRC1	0,09
STR11	0,09
STTR1	0,15
APRL2	-0,9
APRcRC	-0,9
APRcNR	0,09
APRcTR	0,13
TRTR1	0,09

Abreviaturas usadas: **CPTRN1:** Prueba de Ejecución Continua, primera parte, No Respuestas; **CPTR1:** Prueba de Ejecución Continua, primera parte, Tiempo de Reacción; **CPTRC2:** Prueba de Ejecución Continua, segunda parte, Respuestas Correctas; **CPTR12:** Prueba de Ejecución Continua, segunda parte, Respuestas Incorrectas; **CPTNR2:** Prueba de Ejecución Continua, segunda parte, No Respuestas; **DSRC:** Prueba de Dígito-Símbolo, Respuestas correctas; **CPRC:** Prueba de Comparación de Patrones, Respuestas correctas; **CPNR:** Prueba de Comparación de Patrones, No Respuestas; **STRCC1:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (congruente), Respuestas correctas; **STTRC1:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (congruente), Tiempo de Reacción; **STR11:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (incongruente), Respuestas incorrectas; **STTR1:** Prueba de Interferencia Color y Palabra, primera parte (incongruente), Tiempo de Reacción; **APRL2:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Recuerdo libre, segunda parte, Respuestas correctas; **APRcRC:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Reconocimiento, Respuestas Correctas; **APRcNR:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Reconocimiento, No Respuestas; **APRcTR:** Prueba de Aprendizaje de Palabras, Reconocimiento, Tiempo de Reacción; **TRTR1:** Prueba de Tiempo de Reacción Discriminativo, primera parte, Tiempo de reacción.

En la tabla anterior se observa que se establece una asociación predictiva entre 17 indicadores de la evaluación cognitiva y la variable años de exposición, esa cifra representa el 30% de los indicadores registrados en la evaluación cognitiva.

Correspondientemente con el resultado de las pruebas de diferencias de medias, las pruebas en que se revelan, comparativamente, más indicadores cognitivos significativos en el análisis de regresión, son las de Ejecución Continua, la de Dígito-Símbolo, la de Interferencia Color Palabra y la de Aprendizaje de Palabras.

Este resultado apunta a que las esferas de la atención, la

percepción y la memoria, más que la coordinación psicomotora, tienden a manifestar efectos negativos asociados a los años de exposición a hidrocarburos aromáticos.

El estudio ha revelado que en individuos asintomáticos clínicamente, a mayor número de años de exposición a solventes orgánicos, se encuentran peores desempeños -en comparación con un grupo de menos años de exposición- en indicadores de pruebas cognitivas que evalúan las esferas de la atención, la percepción, la memoria y la coordinación psicomotora. Controles estadísticos apropiados muestran que este resultado no es explicable ni por la edad de los sujetos ni por su nivel de escolaridad.

Una evaluación psicológica puede, como aquí, sugerir daño cerebral en ausencia de otros datos objetivos, aunque no se perfile una caracterización estructurada; esto es, en un cuadro puede haber pérdida de memoria significativa y en otro, lo prominente pueden ser disturbios de la atención.

El adjetivo neuroconductual se aplica comunmente, entendiéndose como el último producto determinado por el sistema nervioso, a la conducta. Para cualquier medición del estado del sistema nervioso o de una función, se incurre en inmensas complejidades. A veces, incluso, se cuestiona el crédito de la conducta, como un índice válido de toxicidad, porque sus determinantes provienen de muchas vías.

Cierto es que las consecuencias de una aberración neuroquímica específica pueden ser expresadas conductualmente en vías casi ilimitadas, dependiendo de factores como la propia historia conductual del individuo y sus capacidades constitucionales. La mayoría de las conductas están asociadas a varios sistemas neurotransmisores y a más de una simple estructura cerebral. La conducta refleja la integración de sistemas altamente redundantes, en los cuales mecanismos compensatorios pueden oscurecer un déficit en cualquier dominio funcional particular¹⁷.

Parece, pues, que se requiere de herramientas que sean capaces de, redundantemente, ofrecer la mayor y más precisa información¹⁸. En el entorno del presente se continúa enfatizando sobre la necesidad de relacionar los mecanismos básicos de la neurotoxicidad con los variados métodos y tests neuroconductuales, como en el Simposio trienal sobre métodos neuroconductuales realizado en 1997¹⁹.

Como veíamos anteriormente, hay en la literatura ejemplos en que se refleja la utilidad de los tests para caracterizar efectos neuroconductuales²⁰; algunos de ellos han intentado sugerir patrones de ejecución asociados a agentes particulares, sin embargo no han sido concluyentes.

CONCLUSIONES

A pesar del silencio clínico, los indicadores de las mediciones de neuropsicología empleados en este trabajo, evidencian efectos en el sistema nervioso, en trabajadores expuestos a solventes orgánicos. Estos daños subclínicos alcanzan al sistema nervioso central, evidenciados por déficits en pruebas cognitivas que evalúan las funciones psíquicas superiores (atención, percepción, memoria y coordinación psicomotora). En las mediciones neuropsicológicas a expuestos a solventes orgánicos, empleadas en este trabajo, se observaron asociaciones predictivas respecto a los años de exposición.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Kulig BM. Comprehensive neurotoxicity assessment. *Environ Health Perspect* 1996 Apr;104 Suppl 2:317-22.
2. Hooisma J, Hanninen H, Emmen HH, Kulig BM. Behavioral effects of exposure to organic solvents in Dutch painters. *Neurotoxicol Teratol* 1999;315:397-

- 406.
3. Mayor J, del Castillo N, et al. Efectos sobre el sistema nervioso de la exposición potencial a solventes orgánicos. Santa Fé de Bogotá: Editorial Gente Nueva; 1998.
4. Wegman D. Hazard surveillance. In: Halperin, Baker Jr. & Monson, eds. *Public Health Surveillance*. New York: Van Nostrand Reinholds; 1992. pp. 62-75.
5. Ferrer Salvans P. Diagnóstico informatizado. (Farreras Rotzman) Versión electrónica; 1998.
6. Delclos J. Estudio de las condiciones de salud de los trabajadores potencialmente expuestos a hidrocarburos aromáticos. En: Mendes R. Proyecto de salud ocupacional en la industria del petróleo (SOIP). Informe técnico final (Consolidado). OPS/OMS; 1998.
7. Manual de usuario DIANA, versión 1.0, Neuronic; 1996.
8. Mayor J., del Castillo N, Cadavid L. Adaptación de un subconjunto de tareas del Sistema de Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado en una muestra de la población colombiana. Bogotá: Editorial Gente Nueva; 1998.
9. Letz R. The neurobehavioral evaluation system: an international effort. En: Johnson BL, et al., eds. *Advances in neurobehavioral toxicology: applications in environmental and occupational health*. Lewis, Chelsea, MI; 1990. pp. 189-201.
10. Morrow LA, et al. Assessment of attention and memory efficiency in persons with solvents neurotoxicity. *Neuropsychología* 1992;30:911-22.
11. Escalona E, et al. Diagnóstico precoz de alteraciones neuropsicológicas de trabajadores expuestos a solventes orgánicos. *Salud de los Trabajadores* 1993;1:15-23.
12. Bowler RM, et al. Neuropsychological impairment among formers microelectronic workers. *Neurotoxicol* 1991; 12:87-104.
13. Grosch JW, Neale AV, Demers RY. Neurobehavioral and health-related deficits in solvent-exposed painters. *Am J Ind Med* 1996;30(5):623-32.
14. Tsai SY, Chen JD, Chao WY, Wang JD. Neurobehavioral effects of occupational exposure to low-level organic solvents among Taiwanese workers in paint factories. *Environ Res* 1997;73(1-2):146-55.
15. Krasnegor NA, et al. Neurobehavioral test strategies for environmental exposures in pediatric populations. *Neurotoxicology and Teratology* 1994;16(5):499-509.
16. Boey KW, Foo SC, Jeyaratnam J. Effects of occupational exposure to toluene: a neuropsychological study on workers in Singapore. *Ann Acad Med Singapore* 1997;26(2):184-7.
17. Weiss, Bernard, Elsner J. The intersection of risk assessment and neurobehavioral toxicity. *Environ Health Perspect* 1996;104(Suppl 2):173-177.
18. Anger W, et al. Neurobehavioral test methods for environmental health studies of adults. *Neurotoxicology and Teratology* 1994;16(5):489-97.
19. Johnson BL, et al. Neurobehavioral testing and hazardous chemical sites. *Neurotoxicology and Teratology* 1997; 16(5):485-7.

20. Anger WK, Johnson BL. Human behavioral neurotoxicology workplace and community assessments. En: Rom WN, ed. Environmental and Occupational Medicine. Boston: Little Brown and Company; 1992. p 573-92.