

# DIAGNOSTICO PRECOZ DE ALTERACIONES NEURO-PSICOLOGICAS EN TRABAJADORES VENEZOLANOS EXPUESTOS A MEZCLAS DE SOLVENTES ORGANICOS

AUTORES: Escalona, Evelin\* - Yanes, Leopoldo\*\* -  
Feo, Oscar\*\*\* -  
Unidad Salud Ocupacional  
Universidad de Carabobo

Palabras Claves: Solventes, Neurotoxicidad

## RESUMEN

Utilizando la Batería de test NCTB de la OMS, con la finalidad de evaluar su aplicación y utilidad se evaluaron 67 trabajadores expuestos (56 hombres y 11 mujeres) y 82 trabajadores no expuestos (53 hombres y 29 mujeres). La media de edad fue de 33 años y 30 años para los expuestos y no expuestos respectivamente. La media de exposición fue de 8 años. La NCTB evalúa funciones del sistema nervioso central, consiste en un grupo de 7 pruebas que se administran siguiendo la metodología de la O.M.S. en el orden siguiente: POMS, TSR, DM, SANTA ANA, DS, BENTON y AIMING.

En 12 de los 13 subtest, el grupo expuesto presentó alteración en la ejecución con respecto al grupo no expuesto. El rango de las diferencias porcentuales de las medias varió entre 5 y 41%. Al aplicar la prueba t de student's a los test anteriores, se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$  y 2 colas) entre trabajadores expuestos y no expuestos, particularmente en las pruebas de POMS en los sub-test (tensión, ansiedad, hostilidad, depresión, fatiga y confusión), TSR, DS y SAMNP. El resultado del análisis de regresión múltiple lineal evidenció que la exposición es un factor de riesgo independiente de las covariables edad, sexo y educación y se encontraron diferencias estadísticas significativas en las pruebas de POMS (Tensión, Ansiedad, Depresión, Confusión y Hostilidad), TSR, y DS. Adicionalmente abundancia de síntomas subjetivos como: trastornos del sueño, irritabilidad, trastornos de la conducta, memoria, pensamiento y olfato.

Se concluye que la metodología utilizada es aplicable en la población estudiada, hay aceptabilidad entre los sujetos y un mínimo de confusión en la administración de la prueba de POMS. Las pruebas en su mayoría exige un mínimo de escolaridad. El comportamiento de las covariables edad, sexo, escolaridad resultó de la manera esperada de acuerdo a la literatura, la exposición es independiente de las mismas, lo que refuerza la validez de los resultados. La magnitud de las alteraciones encontradas en los expuestos a solventes orgánicos está en el rango esperado basado en la literatura mundial y a los altos niveles de exposición.

## INTRODUCCION

A nivel industrial existen gran cantidad de sustancias neurotóxicas, el Instituto de Salud Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH), calcula que existen alrededor de 800 neurotóxicos industriales, con más de ocho millones de trabajadores expuestos (1). En Venezuela se desconoce la cantidad de trabajadores expuestos a solventes, sin embargo estimamos que alrededor de un millón de trabajadores se encuentran expuestos a ellos (OCEI 1985-1990). En los reportes de enfermedades profesionales del I.V.S.S, de un total de 3.218 enfermedades profesionales diagnosticadas (1977-1990), los efectos tóxicos de los solventes industriales ocupan el quinto lugar (2).

En relación a sus efectos, los solventes tienen especial afinidad por el tejido nervioso produciendo alteraciones funcionales en las esferas neurológicas y psicológicas en los trabajadores expuestos (3). Numerosas investigaciones

han reportado efectos crónicos sobre el sistema nervioso central y periférico, y se ha demostrado que aún sin otros signos de intoxicación crónica, pueden encontrarse alteraciones en las funciones cognitivas, psicomotoras y las afectivas (1,4,1,5,3,6,7,8,9,10,11,12).

Hasta ahora, se han descrito en trabajadores expuestos a solventes orgánicos tres tipos de efectos centrales: el Síndrome Afectivo Orgánico, la Encefalopatía Tóxica Moderada y la Encefalopatía Tóxica crónica, con deterioro global de las funciones intelectuales y la memoria (13).

Estudios previos han reportado que aparecen alteraciones subclínicas de neurotoxicidad, a pesar de no sobrepasarse los límites máximos permisibles de exposición a un gran número de sustancias químicas (14,15).

Con el presente estudio se quiere evaluar la aplicabilidad, en nuestro medio, de la Batería de Pruebas Neuro-psicológicas (Neurobehavioral Core Test Battery) (NCTB) propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el diagnóstico precoz de neurotoxicidad en trabajadores expuestos a solventes orgánicos y demostrar que la exposición a solventes orgánicos es un factor de riesgo que altera las funciones del sistema nervioso central (cognitivas, psicomotoras y afectivas).

## METODOLOGIA

Se realizó un estudio de corte transversal, donde se aplicó la batería de pruebas NCTB de la OMS (16, 17), con personal debidamente entrenado en el uso de la Batería de pruebas, en dos grupos de trabajadores, uno **no expuesto** a ningún tipo de neurotóxicos y otro **expuesto** a mezclas de solventes orgánicos.

En ambos casos, para la selección de los trabajadores se tomaron los siguientes criterios: la autorización de las empresas, el consentimiento por escrito del trabajador, edad entre 16 y 45 años, saber leer y escribir, y con una escolaridad no superior a la educación media, sin antecedentes de enfermedad mental o consumo de drogas que afecten al sistema nervioso, sin antecedentes de trauma craneal ni convulsiones, que el día anterior a la prueba hubiesen dormido bien y no haber ingerido alcohol, sin antecedentes de exposición para ningún químico neurotóxico (en los no expuestos) y para los expuestos que tuvieran mínimo 1 año trabajando expuestos a los productos químicos.

## POBLACION ESTUDIADA:

La población expuesta estuvo integrada por trabajadores de una empresa multinacional, de productos adhesivos establecida en Venezuela desde 1966, donde se utiliza gran cantidad de solventes con una potencial exposición a heptano, n-hexano, pentano, tolueno, xileno y benceno. Esta planta produce alrededor de 128 productos, entre ellos cintas adhesivas, papel engomado y esponjas para uso doméstico. Desde su fundación, existen sistemas de extracción de gases y vapores para evitar concentraciones de solventes a niveles peligrosos pero los mismos no funcionan adecuadamente. Adicionalmente, los trabajadores están dotados de respiradores con filtros para vapores de solventes orgánicos para controlar la exposición ocupacional, pero el cumplimiento de las normas de higiene y seguridad industrial no es

el adecuado, los trabajadores refieren que los respiradores les molestan y evitan usarlos, además se limpian sus manos con solventes.

Los procesos de manufactura consisten en poner en contacto pliegos de papel o de plástico laminado con una mezcla de solvente/adhesivo mediante el paso del material por diferentes tinas, para posteriormente ser secados, cortados y empacados en rollos, pliegos u hojas pequeñas.

La población **no expuesta** se seleccionó a partir de trabajadores que con seguridad no tuvieran exposición ocupacional a neurotóxicos y que los empresarios permitieran el acceso a las fábricas para evaluar a los trabajadores. Para ello, y debido a las grandes dificultades para encontrar grupos de trabajadores no expuestos a estas sustancias —por el uso ampliamente difundido de ellas—, nos vimos en la necesidad de aplicar la prueba a dos (2) grupos de trabajadores:

**Grupo A:** Trabajadores de una planta productora de harina de maíz precocido.

**Grupo B:** Auxiliares de enfermería de un centro de asistencia médica.

En la empresa productora de harina de maíz, el proceso de manufactura consiste en la preparación y acondicionamiento del maíz en granos, para la producción de harina de maíz precocida mediante la desgerminación, donde se separa el endospermo (para la elaboración de harina) del material extraíble (para la producción de aceites), para posteriormente someter al endospermo al proceso de precocido, laminación, molienda, refinación y empaque del producto terminado. Los trabajadores que participaron pertenecían a los departamentos de Producción de harina de maíz, Vigilancia y Comedor Industrial, donde no hay exposición a sustancias neurotóxicas.

Las auxiliares de enfermería del centro de asistencia médica evaluadas, laboran en la consulta externa, en la parte administrativa de la misma, no teniendo contacto con sustancias químicas.

En ambos centros de trabajo se realizaron visitas de reconocimiento de riesgos para verificar que los sujetos no tuviesen exposición a ningún químico neurotóxico.

## EVALUACION AMBIENTAL

Se realizó una visita de reconocimiento de riesgos, a la empresa de productos adhesivos con el propósito de evaluar la exposición a solventes. Se confirmó la amplia utilización de solventes, y se tomaron muestras ambientales para tolueno y benceno, utilizando una bomba Dräger, dando resultados no significativos. Posteriormente la empresa aportó los resultados de las evaluaciones realizadas durante el año 91 por su Servicio de Higiene, donde los valores de las concentraciones ambientales oscilaron entre 58 ppm en el área A y 143.7 ppm en el área B para el tolueno, y 0.3 ppm y 1.1 ppm de benceno en las mismas áreas (Ver tabla No. 1). Es importante destacar que los niveles de exposición sobrepasan las concentraciones ambientales permisibles para el

tolueno y Benceno, además la empresa no cuenta con registros históricos de estudios ambientales previos.

Se definió como expuesto a los trabajadores de las áreas de producción de cintas adhesivas (Áreas A y B) por ser las zonas de mayor exposición a solventes en la planta.

TABLA No. 1  
EVALUACION AMBIENTAL DE SOLVENTES EN LA PLANTA DE PRODUCTOS ADHESIVOS  
VALENCIA - 1991 \*

Descripción	Solventes	Concentración(ppm)	Exposición Equivalente
Area "A"	Tolueno	58.0	0.66
	Xileno	5.1	
	Pentano	5.6	
	Heptano	2.2	
	Hexano	4.6	
	n-Hexano	2.2	
	Benceno	0.3	
Area "B"	Tolueno	143.7	1.6
	Xileno	5.2	
	Pentano	18.7	
	Heptano	8.8	
	Hexano	18.4	
	n-Hexano	8.7	
	Benceno	1.1	

\* Fuente: Servicio de Higiene Industrial de la Empresa

### BATERIA DE PRUEBAS NEUROPSICOLOGICAS (NCTB)

Ambos grupos —expuestos y no expuestos—, se les aplicó la Batería de test NCTB de la OMS. La aplicación de la Batería de test requiere de un tiempo de 50 a 60 minutos. Se debe realizar en un sitio tranquilo libre de ruidos, donde el examinador y el examinado estén sentados cómodamente frente a frente, sin interrupciones. El orden de aplicación de los test fue el siguiente: (18)

#### 1.- Cuestionario de síntomas subjetivos:

Desarrollado por el Instituto de Salud Ocupacional de Helsinki, contiene un listado de 37 preguntas que evalúan alteraciones de las funciones cognitivas, conducta, sueño, fatiga, sentimientos, alteraciones del sistema nervioso periférico, síntomas cerebelosos y extrapiramidales.

#### 2.- Entrevista pre-test:

Para obtener información sobre datos generales del individuo, antecedentes patológicos personales, familiares e historia laboral.

#### 3.- Perfil del estado de Humor (POMS):

Desarrollado por McNail y col (1971). Consiste en una lista de adjetivos que describen estados de ánimo y sentimientos. El trabajador debe identificar cada sentimiento o estado de ánimo, y ubicarse en una escala del 1 al 5. Esta

prueba evalúa seis escalas o estados afectivos: Tensión-Ansiedad, Depresión, Vigor, Hostilidad, Confusión y Fatiga.

#### 4.- Tiempo simple de reacción (TSR):

Es la única prueba que requiere de un equipo electrónico, denominado reactímetro, el cual emite estímulos luminosos a intervalos variables entre 1 y 10 segundos. El trabajador debe responder a cada estímulo pulsando una tecla. Esta prueba mide la velocidad de reacción ante un estímulo visual en milisegundos.

#### 5.- Memoria de dígitos (DM):

Mide atención y memoria auditiva a corto plazo. Ha sido tomado de la escala de Wechsler de inteligencia de Adultos (WAIS). El investigador enumera una serie de dígitos, los cuales deben ser repetidos por el trabajador. Se van aumentando el número de dígitos hasta que el trabajador falla y luego se repite, pero pidiéndole que los repita a la inversa.

#### 6.- Santa Ana (SAMP y SAMNP):

Desarrollado por Fleishman en 1954, mide destreza manual de ambas manos y coordinación visual motora. La prueba consiste en rotar 180° unas piezas cilíndricas que están colocadas en un tablero con 48 agujeros. Se realiza dos veces para cada mano para luego obtener el puntaje para cada una de ellas.

#### 7.- Dígitos y símbolos (DS):

Es un test tomado y modificado de la escala Wechsler de inteligencia de adultos, tiene una duración de 90 segundos, durante los cuales el sujeto debe leer y asociar una serie de símbolos y números. Es muy útil para evaluar disfunción cerebral.

#### 8.- Retención Visual Benton:

Mide memoria visual a corto plazo. Consta de 10 cartas con patrones geométricos que deben ser reconocidos por el trabajador.

#### 9.- Destreza y Precisión (Pursuit Aiming II):

Es original de la batería de test Psicomotora de Fleishman 1954. Mide la habilidad y precisión de los movimientos con la mano. Consiste en colocar un punto en el centro de un círculo de 1 mm de diámetro, durante dos pruebas de 30 segundos cada una. Requiere agudeza visual, atención y uniformidad de los movimientos de la mano.

#### 10.- Entrevista post-test:

Tiene como finalidad conocer los aciertos y las dificultades en la ejecución de los test tales como: problemas de la audición, visión y comprensión de las tareas a realizar.

### METODO ESTADISTICO

El procedimiento estadístico utilizado para las medidas crudas fue la *t* de student's. Para controlar los factores de confusión, se construyó un modelo de **regresión múltiple** para evaluar la intervención de las covariables (edad, sexo,

escolaridad) en la ejecución de los test. La evaluación de los síntomas subjetivos y las categorías de exposición se utilizó el **Riesgo Relativo y las pruebas de X<sup>2</sup>**. El nivel de significancia para todas las pruebas fue de  $< 0.05$  para 2 colas.

## RESULTADOS

**Características de los sujetos:** Las características demográficas del grupo estudiado ( $n = 149$ ) son presentadas en la tabla No. 2. Los sujetos estudiados son comparables en edad y escolaridad. El 83% son hombres ya que en los centros de trabajo estudiados el número de mujeres es muy pequeño. La tasa de participación en los expuestos fue de 70% y en los no expuestos de 54%. El 45% de los expuestos tienen más de 10 años de exposición a mezclas de solventes orgánicos.

**Pruebas Neuropsicológicas:** Del análisis estadístico de los datos (tabla No. 3) se obtuvieron los siguientes resultados: en el test de POMS en las escalas de POMSTA, POMSD, POMSH, POMSF y POMSC se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) con una variación en el rango de las diferencias porcentuales de las medias entre 18% y 36% evidenciando mayor afectación del grupo expuesto.

En el **TSR (TMR)**, se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ), donde el resultado evidencia afectación del grupo expuesto, con un tiempo de reacción más lento. El rango de las diferencias porcentuales entre las medias fue de 12%.

En **DS**, se observa diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con afectación en el grupo expuesto. El rango de las diferencias porcentuales entre las medias varió en un 14%.

En **SAMP** y **SAMNP**, se encontraron diferencias significativas solo para el **SAMNP** ( $p < 0.05$ ), con alteración en el grupo expuesto. El rango de las diferencias porcentuales entre las medias varió en un 5% para el **SAMP** y un 6% para el **SAMNP**.

En las pruebas de **DM**, **BENTON** y **AIMING** no se observaron diferencias significativas. El rango de las diferencias porcentuales entre las medias varió entre un 1.3% a un 5%.

TABLA No. 2  
CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS Y OCUPACIONALES  
ENTRE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS Y NO EXPUESTOS  
A MEZCLAS DE SOLVENTES  
MARACAY - VALENCIA, VENEZUELA. 1991

Item	Expuestos	No Expuestos
Población, N	95	152
Participantes, N	67	82
Tasa de Participación (%)	70	54 *
Hombres (%)	83	64
Media de Edad $\pm$ o	33 7	30 6
16 a 25 años (%)	18	24
26 a 35 años (%)	40	51
36 a 45 años (%)	42	24
Media Años de Escolaridad $\pm$ o	8 2	8 2
Media de Antigüedad en el Trabajo $\pm$ o	7 5	5 4
Años de Exposición		
de 5 años (%)	37	
de 5 a 9 años (%)	18	
de 10 años (%)	45	

\* % de Participación: Grupo A 53      Grupo B 58

TABLA No. 3  
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS NEUROPSICOLÓGICAS  
DEL GRUPO DE TRABAJADORES EXPUESTOS  
Y NO EXPUESTOS A MEZCLAS DE SOLVENTES ORGANICOS  
MARACAY - VALENCIA, VENEZUELA. 1991

Prueba	Expuestos		No Expuestos		t Student's
	x	o	x	o	
POMS-TA	10.1 $\pm$ 6		8.3 $\pm$ 5		S *
POMS-D	8.5 $\pm$ 9		5.0 $\pm$ 5		S
POMS-H	7.3 $\pm$ 8		4.6 $\pm$ 4		S
POMS-V	19.3 $\pm$ 4		18.5 $\pm$ 5		NS
POMS-F	5.4 $\pm$ 5		4.1 $\pm$ 4		S
POMS-C	5.7 $\pm$ 4		3.6 $\pm$ 3		S
TMR	300 $\pm$ 13		265 $\pm$ 36		S
DS	37.7 $\pm$ 13		44.3 $\pm$ 12		S
DM	9.3 $\pm$ 2		9.5 $\pm$ 2		S
SAMP	36.7 $\pm$ 6		38.8 $\pm$ 12		NS
SAMNP	33.9 $\pm$ 6		36.1 $\pm$ 7		S
BENTON	5.8 $\pm$ 1		6.0 $\pm$ 2		NS
AIMING	170 $\pm$ 74		168 $\pm$ 62		NS

\* S Significativo ( $p < 0.05$ )      NS No Significativo

**Análisis de Regresión para determinar la influencia de las covariables en la ejecución de las pruebas:** Al realizar el ajuste de los datos crudos en función de las covariables sexo, edad, escolaridad, los resultados refuerzan los hallazgos obtenidos en el análisis de la prueba t de student's, encontrándose que el efecto de la exposición es independiente de las covariables, las cuales se comportan de manera esperada. Solamente en el POMS se pierde precisión al incluir las covariables (ver tabla No. 4).

TABLA No. 4

ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE DE LAS PRUEBAS NEUROPSICOLOGICAS EN LOS TRABAJADORES EXPUESTOS Y NO EXPUESTOS A MEZCLAS DE SOLVENTES ORGANICOS MARACAY - VALENCIA, VENEZUELA 1991\*

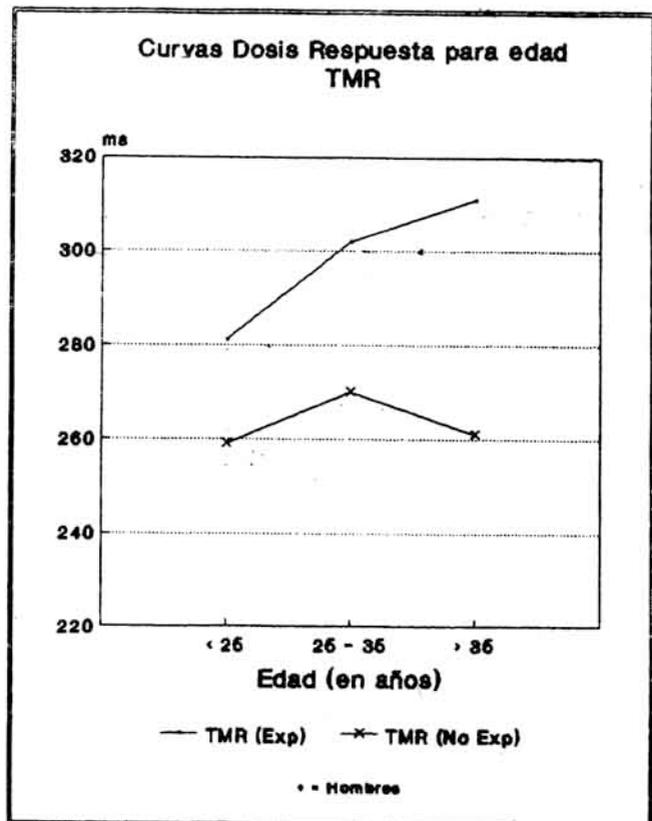
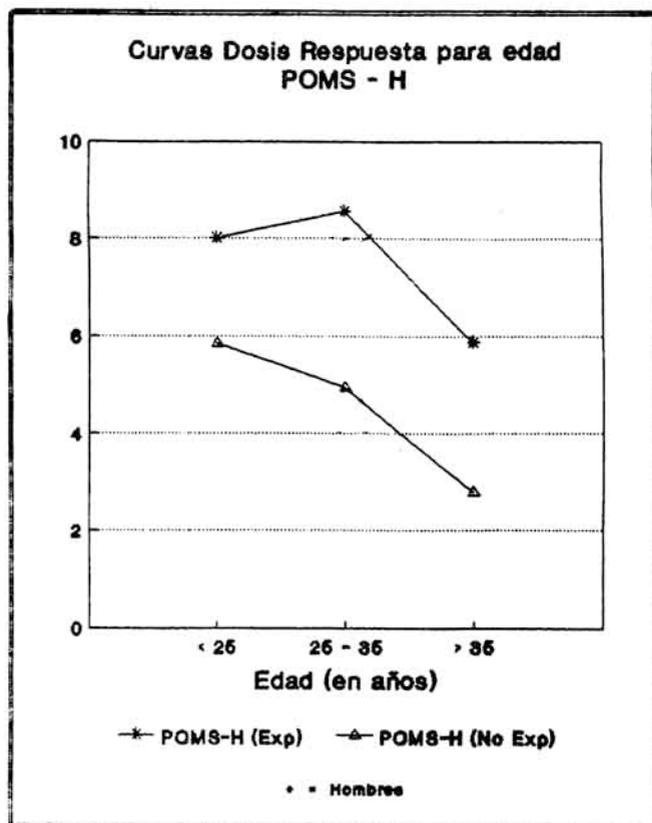
Prueba	Sexo	Edad	Escolaridad	Exposición	r <sup>2</sup> (%)
POMS-TA	+	+	+	S+	5.3
POMS-D	+	+	+	S+	8.7
POMS-H	+	+	+	S+	7.4
POMS-V	+	-	-	NS+	5.1
POMS-F	+	-	+	NS+	2.6
POMS-C	+	+	+	S+	10.5
TMR	+	+	+	S+	20.2
DS	-	+	+	S+	39.0
DM	-	+	+	NS+	13.4
SAMP	+	+	+	NS+	2.8
SAMNP	+	+	+	NS+	3.3
BENTON	-	+	+	NS+	14.7
AIMING	-	+	+	NS+	9.5

Comportamiento esperado = +      Comportamiento no esperado = -  
 + Hombres = 0      Mujeres = 1  
 Expuestos = 1      No expuestos = 0

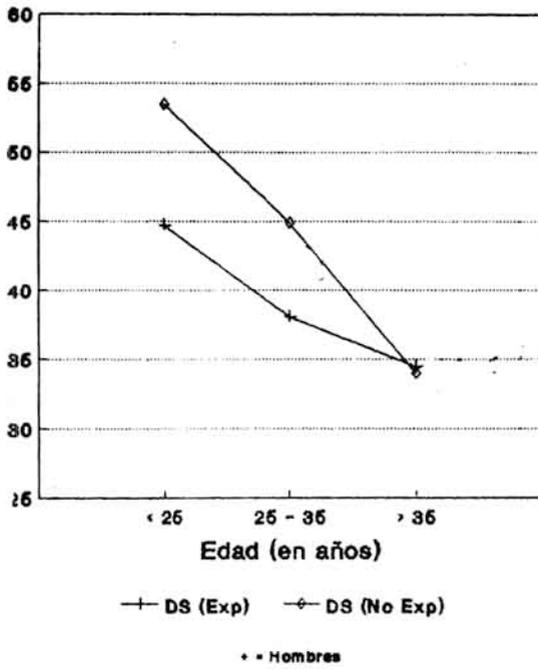
s = Significativo (p < .05)      NS = No Significativo

En la tabla No. 4 para representar los resultados se señalan con los símbolos (+) que significa resultado esperado y (-) a los resultados no esperados. De acuerdo a estos criterios, las mujeres presentaron peor desempeño que los hombres en las pruebas de POMS, DS, DM, BENTON y AIMING y una mejor ejecución en SAMP y SAMNP. La edad interviene en la mayoría de las pruebas de manera esperada, es decir, a mayor edad, peor ejecución en las pruebas (ver Gráficos 1, 2 y 3) a excepción del POMS. En el caso de la escolaridad el comportamiento fue lo esperado, encontrándose que a mayor escolaridad, se lograba un mejor desempeño en la ejecución de las pruebas POMS, TMR, DS, DM, BENTON y AIMING.

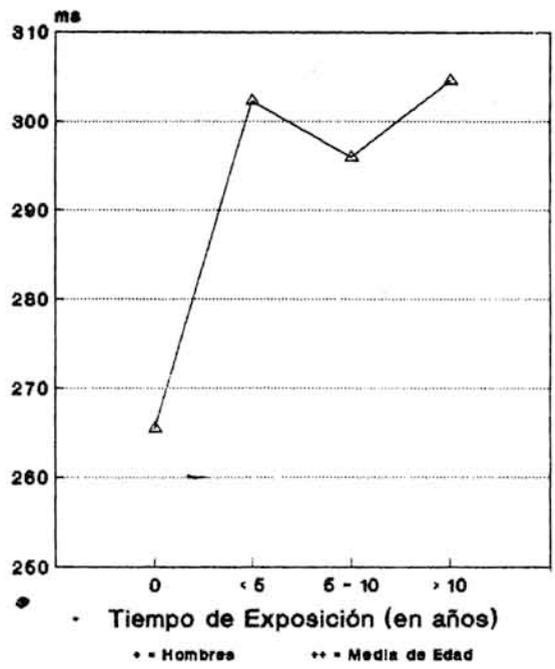
**Curva Dosis Respuesta:** La relación entre años de exposición a las mezclas de solventes orgánicos y la ejecución de las pruebas, evidenció en todas ellas que a mayor tiempo de exposición más alteración de las funciones evaluadas (ver Gráficas 4, 5 y 6).



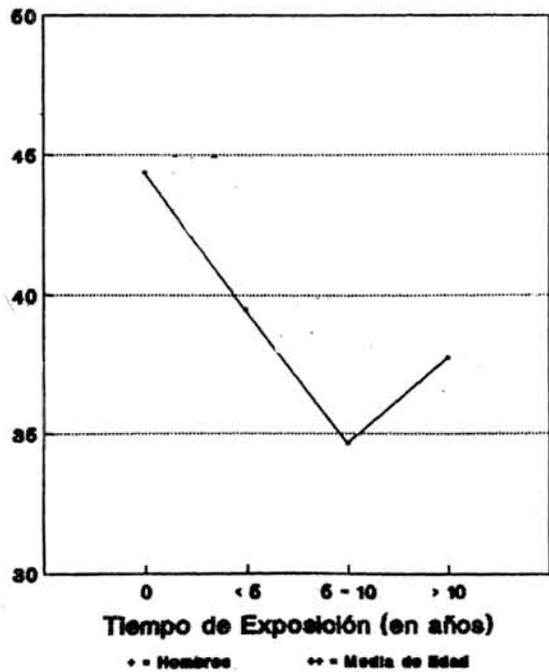
**Curvas Dosis Respuesta para edad DS**



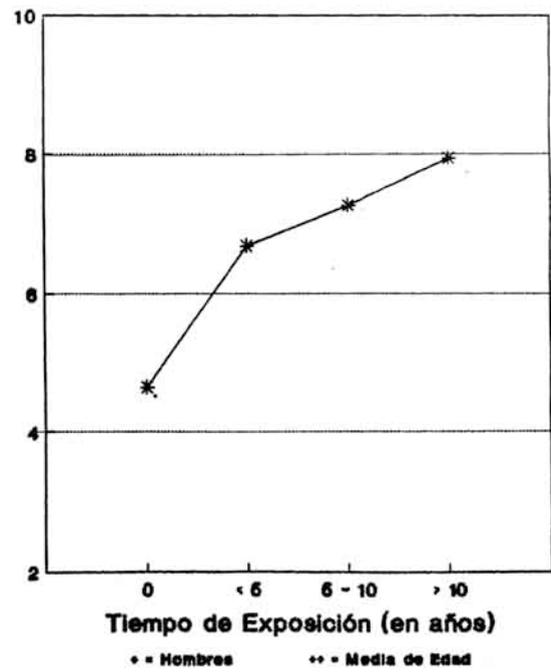
**Curva Dosis-Respuesta TMR**



**Curva Dosis-Respuesta DS**



**Curva Dosis-Respuesta POMS - H**



**Prevalencia de Síntomas Subjetivos:** En el grupo estudiado, se encontró que los expuestos presentaron abundancia de síntomas subjetivos con diferencias estadísticas significativas  $p < 0.05$  en los síntomas relacionados con: fatiga, trastornos del sueño, alteraciones de la memoria, pensamiento, depresión, irritabilidad, conductas motoras, alteración del sistema nervioso autónomo, trastornos de sensibilidad, alteración del equilibrio y olfato (ver tabla No. 5).

TABLA No. 5  
PREVALENCIA DE SINTOMAS SUBJETIVOS EN LOS TRABAJADORES  
EXPUESTOS Y NO EXPUESTOS A MEZCLAS DE SOLVENTES  
MARACAY/VALENCIA, VENEZUELA, 1991

Pregunta	RR	Pregunta	RR
1. Cansado después de trabajar	1.89	20. Sudoración excesiva	1.75
2. Cansado al levantarse	1.29	21. Inapetencia	1.13
3. Sueño durante el día	1.75	22. Diarrea	1.83
4. Se duerme al ver T.V.	2.10	23. Estreñimiento	0.99
5. Insomnio	1.28	24. Dolor estomacal	1.32
6. Sueño intranquilo	1.35	25. Parestesias en los dedos	1.55
7. Olvidar cosas rutinarias	1.69	26. Parestesias pierna y pie	2.41
8. Ideas incoherentes	1.69	27. Parestesias en manos y brazos	1.81
9. Se le pierden las ideas	1.36	28. Debilidad en brazos y manos	1.50
10. Dificultad para concentrarse	1.25	29. Debilidad en pierna y pie	1.57
11. Deprimido	1.32	30. Se le caen los objetos de la mano	1.94
12. No le interesa su alrededor	1.58	31. Temblores en manos	1.36
13. Ideas paranoides	1.27	32. Dificultad para caminar en la oscuridad	1.63
14. Aislamiento	1.49	33. Cambios en el olfato	1.95
15. Irritable	1.54	34. Cambios en el gusto	1.47
16. Intranquilo	1.50	35. Parestesias en la cara	1.92
17. Cefalea	1.41	36. Tic facial	1.84
18. Vértigos	1.53	37. Pesadillas	2.04
19. Palpitaciones	1.97		

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En 12 de las 13 pruebas, los expuestos presentaron peor ejecución con respecto a los no expuestos. El rango de las diferencias porcentuales entre las medias varió entre 5 y 41%. Los resultados se reafirman luego de controlar las covariables, aunque al incluirlas se perdió precisión para el POMSF.

Las pruebas que presentaron diferencias estadísticas significativas con la prueba t de Student's de 2 colas (para un valor  $p < 0.05$ ) fueron: el TSR, DS, SAMNP y el POMS en los sub-test POMSTA, POMSD, POMSH, POMSF y POMSC.

Estudios previos en trabajadores expuestos a solventes orgánicos han reportado diferencias estadísticas significativas en la prueba de TSR encontrándose una fuerte asociación con la exposición, independiente de las covariables, las cuales se comportan de manera esperada. Solamente en el POMSF se pierde precisión al incluirlas, planteándose la posibilidad de que en algunas pruebas se estén incluyendo covariables que no sean necesarias.

Las mujeres presentaron peor respuesta en la mayoría de las pruebas con excepción de la prueba de destreza

manual de Santa Ana. La edad se comporta de manera esperada: a mayor edad peor ejecución de las pruebas.

Además se evidenció una mayor abundancia de síntomas subjetivos en el grupo expuesto para una  $p < 0.05$ , resultando significativos los síntomas relacionados con: fatiga, trastornos del sueño, alteraciones de la memoria, pensamiento, depresión, irritabilidad, conductas motoras, alteración del sistema nervioso autónomo, trastornos de sensibilidad, alteración del equilibrio y olfato.

## CONCLUSIONES

- 1.- En el grupo de trabajadores expuestos, se encontraron alteraciones neuropsicológicas: en las funciones psicomotoras, por disminución de la velocidad de reacción; en las funciones cognitivas, por alteración de la atención y la percepción y en los estados afectivos, por trastornos del humor y sentimiento al resultar estadísticamente significativas las pruebas de Tiempo Simple de Reacción, Dígitos y Símbolos y 5 sub-test del POMS. Además, se encontraron abundancia de síntomas subjetivos que refuerzan estos hallazgos. Las alteraciones encontradas se corresponde con los niveles de exposición a solventes y con resultados obtenidos en otros estudios referidos por investigaciones similares a nivel mundial en trabajadores expuestos a solventes orgánicos.
- 2.- En el resto de las pruebas —excepto POMS Vigor— se encontraron diferencias no significativas en la ejecución de los test entre los trabajadores expuestos y los no expuestos, con peor desempeño para los primeros.
- 3.- Del análisis de la regresión múltiple lineal se puede concluir que la exposición es un factor de riesgo independiente de las covariables sexo, edad y escolaridad; lo que refuerza la validez de los resultados. Al contrastar la exposición contra la ejecución de las pruebas, se obtuvo una asociación positiva en la curva dosis-respuesta.
- 3.- Las pruebas son aceptadas por los sujetos, encontrándose un mínimo de confusión en la administración del POMS. Sugiriendo que la mayoría de las pruebas requieren un mínimo de escolaridad para su comprensión.
- 4.- Es importante considerar el efecto negativo que los trastornos visuales pueden ejercer en la ejecución del AIMING.
- 5.- Es necesario tomar en consideración el nivel de exigencias laborales para seleccionar el grupo de estudio y su comparabilidad, ya que pudiera influir en la ejecución de las pruebas.

## AGRADECIMIENTO

*Queremos expresar especial agradecimiento a NIOSH por facilitar el uso de la Batería NCTB; a Kyle Steenland por el asesoramiento estadístico, a Neil Meislizh por la revisión del manuscrito y sus valiosos comentarios, y en especial a las empresas y los trabajadores que permitieron que este estudio se realizara.*

To assess the applicability of the World Health Organization (WHO) Neurobehavioral Core Test Battery (NCTB), we evaluated 53 male and 29 female Venezuelan workers exposed to mixtures of organic solvents in an adhesive factory, and 56 male and 11 female workers unexposed to any type of neurotoxic chemicals. The average age of unexposed workers was 30 years, and 33 years for those exposed; average schooling for both groups was 8 years; and the mean duration of exposure was 8 years.

The NCTB, which assesses central nervous system functions, is composed of 7 tests which measure simple motor function, short-term memory, eye-hand coordination, affective behavior, psychomotor perception and speed. The battery includes: profile of mood states (POMS); simple reaction time (SRT), for attention and response speed; digit span (DSp) for auditory memory; Santa Ana manual dexterity (SAMD); digit symbol (DSy) for perceptual motor speed; the Benton visual retention (BVR) for visual perception and memory; and pursuit aiming II (PAII) for motor steadiness.

In 12 of 13 subtests, the exposed, group had a poorer performance than the nonexposed group. The range of differences in mean performance was mostly between 5 and 41%, particularly in POMS (tension-anxiety, anger-hostili-

ty, depression-rejection, fatigue-inertia, confusion-bewilderment), STR, DSy, and SAMD ( $p < .05$ , 2-tailed t-tests). Results of multiple regression analyses, after controlling for the effects of age, sex, and education, demonstrated significantly poorer performance in the exposed for tension-anxiety, hostility, depression and confusion moods in the POMS, and in DSy and STR ( $p < .05$ ). Additionally, compared to the nonexposed, the exposed subjects demonstrated an increased frequency of subjective symptoms of sleep disturbances, behavioral changes, and difficulties with memory, cognitive processing, and the sense of smell.

We conclude that the methodology is applicable to the population studied. The tests of the NCTB were accepted by the subjects, and were administered satisfactorily, except for occasional difficulties in verbal comprehension in subtests of POMS, which is the only test that requires more demanding verbal skills. This limits the applicability to subjects with a minimum of 8th grade education. The behavior of the covariables (age, sex, education) was exactly as predicted based on previous reports in the literature, which reinforces the validity of the tests in the Venezuelan population. The magnitude of the behavioral deficits is consistent with the probable high level of exposure and is in the range of deficits previously reported in workers with long-term solvent exposures.

## BIBLIOGRAFIA

- Jhonson, B et al. (1987). **Advances in Neurobehavioral Toxicology: Applications in Environmental and Occupational Health**. Lewis Publishers. E.E.U.U., 1990.
- Registro de Enfermedades Ocupacionales Diagnosticadas en Medicina del Trabajo en el I.V.S.S. 1977-1990.
- Montoya M. A. **Neurotoxicology in Mexico and its relation to the general and work environment**. Advances in Neurobehavioral Toxicology: Applications in Environmental and Occupational Health. Barry L. Johnson, Editor 1990.
- Arlie, P (1992) **Solvent Neurotoxicity**. CRC Press. 1992.
- Lindstrom, K (1980). **Changes in psychological performances of solvent-poisoned and solvent-exposed workers**. Am. J. Ind. Med., 1, 69, 1980.
- W.H.O 1985. Nordic Council of Ministers. **Organic Solvents and the Central Nervous System**. E. H 5. Copenhagen Denmark W.H.O and Nordic Council of Ministers pp 1-39.
- Elofsson S. A y col. (1980). **Exposure to organic solvents: A Cross sectional epidemiologic investigation on occupationally exposed card and industrial Spray painters with special reference to the nervous system**. Scand. J. Work. Envir. Hlth 6, 239.
- Hanninen H. (1971). **Psychological picture of manifest and latent Carbon Disulphide poisoning**. Br. J. Ind. Med. 28, 374.
- Lindstrom, K (1973). **Psychological performances of workers exposed to various solvents**. Work Envir. Hlth, 10, 151.
- Firhaber White, R (1990). **Differential diagnosis of Alzheimer's Disease and solvent encephalopathy in older workers**. Advances in Neurobehavioral Toxicology: Applications in Environmental and Occupational Health. Barry L. Johnson, Editor 1990.
- Larsen, Frode Md. and Hokon Lasse Leira, MD. (1988). **Organic Brain Syndrome and Long-Term exposure to Toluene: A clinical, psychiatric study of vocationally active punting workers**. J. of Occupational Med. Vol. 30 No. 11/Nov. 1988.
- Almirall P y col. **Manual de recomendaciones para la evaluación psicologica en trabajadores expuestos a sustancias neurotoxicas**. Instituto de Medicina del Trabajo, La Habana, Cuba 1987.
- NIOSH CURRENT INTELLIGENCE. BULLETIN 48 MARCH 31, 1987.
- Anger, W K. **Neurobehavioral testing of chemicals: Impact on recommended standards**. Neurobehavioral Toxicology and teratology vol 6, pp 147-153. Ankho international Inc Printec in the U.S.A. 1984.
- Anger, W K., **Overview of NIOSH Neurobehavioral Testing/Research**. Neurobehavioral Toxicology and teratology vol 7, pp 289-290. 1985. Ankho international Inc Printed in the U.S.A.

- 16.- **Operational Guide for the WHO Neurobehavioral core test battery.** World Health Organization Office of Occupational Health Geneva. 1986.
- 17.- **Field Evaluation of WHO Neurobehavioral Core Test Battery.** World Health Organization, Geneva, Switzerland, January, 1986.
- 18.- Johnson, Barry L. **Prevention of Neurotoxic Illness in Working Populations.** Published on behalf of the World Health Organization. 1987.
- 19.- Olson, B. A. **Effects of organic solvents on behavioral performance of workers in the paint industry.** Neurobehavioral Toxicology and Teratology, 4, 703-708. 1982.
- 20.- Iregren, A. **Effects on psychological test performance of workers exposed to single solvent (toluene)— A comparison with effects of exposure to mixture of organic solvents.** Neurobehavioral Toxicology and Teratology, 4, 695-701. 1982
- 21.- Cherry, N. et al. **Neurobehavioral effects of repeated occupational exposure to toluene and paint solvents.** British Journal of Industrial Medicine, 42, 291-300. 1985. c to individual carbon disulfide exposure. Scandinavian Journal of Psychology, 19: 241-245. 1978.
- 25.- McNair, D.M. et al. **EITS Manual for the Profile of Mood States.** San Diego, California: Educational and Industrial Testing Service, 1971.

- \* Especialista en Medicina Interna, Investigadora Asociada a la Unidad de Salud Ocupacional. Universidad de Carabobo.
- \*\* Especialista en Higiene Ocupacional. Investigador Asociado a la Unidad de Salud Ocupacional. Universidad de Carabobo.
- \*\*\* Magister en Salud Ocupacional. Coordinador de la Unidad de Salud Ocupacional. Universidad de Carabobo.

INVESTIGACION FINANCIADA  
 POR EL CONSEJO DE DESARROLLO  
 CIENTIFICO Y HUMANISTICO  
 DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO