

ESTUDIO NEUROCONDUCTUAL EN SUJETOS LABORALMENTE EXPUESTOS A PLAGUICIDAS

Gloria OTERO, Rosario PORCAYO, Dalia María AGUIRRE y Mérida PEDRAZA

Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario 100, Col. Centro, Toluca 5000
Estado de México, correo electrónico: gloriao@mail.uaemex.mx

(Recibido septiembre 1998, aceptado febrero 2000)

Palabras clave: plaguicidas, neurotoxicidad, exposición crónica, WAIS, prueba de retención visual de Benton

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue seleccionar una batería de pruebas neuroconductuales para el diagnóstico de neurotoxicidad en sujetos laboralmente expuestos a plaguicidas. Se estudiaron dos grupos: floricultores expuestos (E) y sujetos no expuestos o testigo (T), acoplados en nivel sociocultural, edad y sexo. Se aplicaron los siguientes instrumentos: la escala de Inteligencia para Adultos (WAIS), la prueba de Retención Visual de Benton, una batería neuropsicológica y un cuestionario que explora síntomas y signos de interés. Los síntomas más frecuentes fueron: cefaleas, deficiencias de memoria, labilidad emocional, depresión, trastornos motores y disminución en las capacidades de concentración y de atención (distractibilidad). En el WAIS, con excepción de las subpruebas de claves, de los diseños con cubos, del ordenamiento de objetos y del cociente de inteligencia (CI) ejecutivo, todas las diferencias en las medias fueron significativas, correspondiendo al grupo E los valores más bajos. En el Benton, los sujetos E tuvieron mayor cantidad de errores que los T y al 40% se les diagnosticó "probable daño" o "con daño". La batería neuropsicológica reveló alteraciones leves o moderadas en atención, praxias y memoria reciente. Se propone una batería de pruebas para futuros estudios epidemiológicos.

Key words: pesticides, neurotoxicity, chronic exposure, WAIS, test of retention of Benton

ABSTRACT

The purpose of this study was to design a neuropsychological battery of tests in order to assess neurotoxic symptoms in workers chronically exposed to pesticides. A group of exposed floriculturists (E) and a group of subjects not exposed to pesticides (T), matched by sociocultural level, age and sex were studied. The Weschler Adult Intelligence Scale (WAIS), the Benton visual retention test, a battery of neuropsychological tests and a questionnaire dealing with the frequency of relevant signs and symptoms were applied to both groups.

The most frequent symptoms were: headaches, memory disturbances, mood changes, motor disturbances, and reduced concentration and attention capabilities. All WAIS items (except coding, object assembly and block design, as well as performance intelligence quotient, IQ) showed significant differences between groups. Group E mean values were lower than those of group T. The E group significantly also showed more mistakes in the Benton test than the T group. On the other hand, 40% of E subjects were diagnosed as having "probable brain damage" or "brain damage", while only 5% of T subjects were diagnosed as having "probable brain damage". The neuropsychological battery of tests revealed light and mild alterations in attention, recent memory and praxis in E subjects. It is proposed that the test battery applied in this study could be used in future epidemiological studies.

INTRODUCCIÓN

Los efectos neurotóxicos causados por la exposición ambiental o laboral a sustancias nocivas abarcan un amplio rango que va desde trastornos neurológicos hasta alteraciones de carácter psiquiátrico. Los daños producidos pueden ser reversibles, parcialmente reversibles o definitivamente irreversibles (Savage *et al.* 1988, Brown *et al.* 1989, Aldridge 1990, Davies 1990, Rosenstock *et al.* 1990, Mushak y Piver 1992, Amador-Rodezno 1993, Izmerov y Tarasova 1993).

Entre los agentes neurotóxicos destacan las sustancias utilizadas como plaguicidas, cuya lista es larga (CNMAR 1992). Entre los más empleados en la agricultura se encuentran los compuestos órganofosforados (OF) y los carbámicos (Cb). Su toxicidad proviene de su acción anticolinesterásica irreversible en los primeros y reversible en los segundos (Abou-Donia 1992, Moutchen-Dahmen *et al.* 1984). Pueden ingresar al organismo fundamentalmente a través de la piel, por la ingestión y por la respiración.

Los síntomas de intoxicación son semejantes para ambos compuestos. Los efectos dependen de la acumulación de acetilcolina endógena en el sistema nervioso central (SNC) y en el periférico (SNP) (Misra *et al.* 1988, Lotti *et al.* 1991, Lotti 1992, McConnell *et al.* 1994).

Existe evidencia suficiente que sugiere que la exposición prolongada a OF provoca alteraciones neurofisiológicas y neuroconductuales. Se han descrito efectos en el sistema nervioso central (SNC) en sujetos que se han recuperado de una intoxicación aguda así como en personas crónicamente expuestas a OF. Los cambios neuroconductuales que con más frecuencia se han encontrado son reducción en la capacidad de concentración, lentitud en el procesamiento de información, déficits de memoria, disturbios lingüísticos, depresión, ansiedad e irritabilidad, entre otros (Abou-Donia 1985, Rosenstock *et al.* 1991, Izmerov y Tarasova 1993, Steenland *et al.* 1994).

En el Estado de México de la República Mexicana, se producen flores tanto para el mercado interno como para la exportación. Como éste no es un producto alimenticio, los plaguicidas suelen aplicarse sin restricciones rigurosas, de hecho se utilizan mezclas de estas sustancias en las que predominan los OF y Cb. Existe buen número de personas laboralmente expuestas en forma importante a estos neurotóxicos, especialmente a OF que son los más utilizados (Sánchez-Meza 1989, Henao y Corey 1991). Teniendo todo esto en cuenta surgió el interés en realizar un estudio con un grupo de floricultores mexiquenses, con la finalidad de detectar manifestaciones de neurotoxicidad subclínica y seleccionar pruebas suficientemente sensibles para este fin.

Es muy probable que la combinación de baterías de pruebas neuroconductuales pueda arrojar información útil, acerca de las consecuencias de la exposición crónica a plaguicidas y muy especialmente facilitar la identificación

de manifestaciones subclínicas tempranas que permitan la aplicación de un sistema de vigilancia sanitaria para evitar consecuencias indeseables para la salud de trabajadores expuestos a estos agroquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó para su estudio una muestra propositiva, no probabilística (Gross-Portney y Watkins 1993), de floricultores procedentes de tres diferentes ranchos de una población cercana a la ciudad de Toluca en el Estado de México (grupo expuesto: E). En estos ranchos se utilizan habitualmente mezclas de los siguientes agroquímicos: metadifox (OF), paratión metílico (OF), ometoato (OF), etil paratión (OF), carbofurano (Cb) y clorotalonil (organoclorado).

Todos los sujetos llevaban un año o más trabajando en forma continua en la floricultura y no tenían antecedentes personales o familiares de alteraciones del sistema nervioso. Se seleccionaron sujetos no expuestos (grupo testigo: T) de otra población semejante a la primera, no dedicados a la agricultura como tarea fundamental. Fueron elegidos de municipios de características similares al de los floricultores y se escogieron entre intendentes, veladores, pequeños comerciantes y amas de casa. Estos sujetos se acoplaron en nivel sociocultural, edad y sexo a los del grupo expuesto, aunque este apareamiento no fue perfecto para edad y sexo, se trató de que hubiera la misma cantidad de mujeres en cada grupo y que los rangos de edad fueran semejantes (en la descripción de los resultados para cada prueba se muestra la distribución por edad y sexo de los sujetos). Para el apareamiento por nivel sociocultural se aplicó una escala de nivel psicosocial que cubre los siguientes puntos:

	Valor máximo
Estado civil	80
Ocupación	80
Escolaridad	150
Características de la vivienda y su entorno	120
Ingreso económico (per cápita)	100
Hábitos nutricionales	100
Hábitos tóxicos (adicciones)	120

Cada uno de estos acápite está subdividido en varios subacápites. Esta escala se aplicó originalmente en otro estudio de naturaleza diferente al presente, a un total de 400 personas. Después de un análisis factorial se obtuvieron los puntos que explicaban la mayor parte de la varianza y se conformó la escala definitiva. Al comparar, mediante una prueba de *t* de Student, los valores promedio totales de la escala en ambos grupos (T y E) se obtuvieron los siguientes resultados: el valor promedio alcanzado en la escala de riesgo por el grupo T fue de 441.5 con una desviación estándar (DE) de 43.3, mientras que para el grupo E la media fue

de 437.5, la DE de 41.5. El valor de t fue de 0.25, que corresponde a una $p > 0.70$, lo que indica que el nivel psicosocial de ambas muestras es homogéneo y descarta la posibilidad de que este factor estuviera influyendo en los resultados logrados.

También se consideró como criterio fundamental de inclusión en el grupo T la ausencia de antecedentes de exposición a sustancias neurotóxicas en el pasado o en el presente y de antecedentes personales o familiares de alteraciones del sistema nervioso.

A todos los sujetos (T y E) se les explicó el objeto de este trabajo y el procedimiento a seguir y solamente se estudiaron los que expresa y voluntariamente accedieron a participar, si bien la mayoría de los trabajadores aceptaron someterse a las pruebas. En ambos grupos se aplicaron los siguientes instrumentos:

1. Cuestionario que explora síntomas frecuentes de neurotoxicidad subclínica y permite detectar la presencia de los siguientes síntomas y signos: cefaleas, mareos, depresión, distractibilidad, pérdida de memoria, irritabilidad, vómitos y diarreas, insomnio, trastornos motores y sensoriales.

2. Escala de inteligencia para adultos de Weschler (WAIS)

3. Prueba de retención visual de Benton.

4. Exploración neuropsicológica que incluyó los siguientes aspectos:

Atención y concentración auditiva: de una serie de letras dichas al azar debe identificar una previamente indicada.

Atención visual: prueba de Albert.

Atención táctil: reconocimiento de objetos por el tacto y de signos gráficos trazados sobre la piel.

Orientación: con respecto a persona, lugar y tiempo.

Memoria: inmediata, reciente y remota.

Lenguaje: espontáneo y proposicional.

Comprensión: de órdenes simples y complejas.

Praxias: motoras, alternancia gráfica, alternancia premotora, ideatorias, ideomotoras y constructiva

Gnosia: visuales, auditivas y somatosensoriales.

La muestra total estudiada fue de 135 sujetos, sin embargo, como el personal de los ranchos de floricultura fue muy móvil, frecuentemente permanecieron pocas semanas en el mismo lugar, solamente en 20 casos (muy dispersos en cuanto a edad y sexo) se les pudo aplicar la batería de pruebas completa por lo que se decidió estudiar cada prueba por separado con tamaños de muestras diferentes.

Se tomó como indicador de exposición la antigüedad laboral, aunque se recogió información sobre la tarea específica (corte de flores, desbroce, fumigación, preparación de mezclas de plaguicidas, etc.), en realidad, con excepción de los fumigadores, los demás realizaron todas las tareas en diferentes momentos. Los fumigadores usan un precario equipo de protección (cubre-bocas, delantal y guantes) y la fumigación se realiza en los invernaderos de plástico, a temperatura ambiente entre 26° y 28° C, mien-

tras el personal se encuentra trabajando en el interior, de modo que es casi imposible determinar en forma precisa el grado de exposición. Dentro del organismo los OF y Cb y sus productos de biotransformación tienen una vida media breve, así el hecho de hallar en sangre u orina a los metabolitos de estas sustancias indica solamente la exposición reciente, por lo tanto no son buenos indicadores de cronicidad (Henaó y Corey 1991, Abou-Donia 1992). El interés del presente trabajo fue detectar síntomas de exposición crónica, por ello se decidió tomar como indicador el tiempo que el sujeto había permanecido en contacto con los plaguicidas.

Análisis estadístico

Después de determinar la normalidad de la distribución de los datos en cada prueba se realizaron los siguientes análisis:

WAIS, análisis de varianza de dos entradas (Anova) y multivariado (Manova), tomando las subpruebas como variables dependientes y el grupo de pertenencia y sexo como variables independientes. (Manova), considerando sexo, grupo y una variable globalizadora que se denominó "WAIS" que incluye todas las subpruebas (se exceptuaron los CI para evitar redundancias).

Benton, Anova de medidas repetidas. Se aplicó además una prueba de χ^2 entre las variables grupo de pertenencia y diagnóstico.

Cuestionario y prueba neuropsicológica, análisis loglineal, considerando la interacción de cada pregunta o prueba (según el caso) y el grupo de pertenencia.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos por cada instrumento aplicado son los siguientes:

A. WAIS, la muestra estuvo compuesta por 60 sujetos distribuidos en edad y sexo de la siguiente forma:

Edad (años)	T		E	
	H	M	H	M
18-29	9	6	9	6
30-49	7	4	7	4
> 50	4		4	

T, testigos E, expuestos H, hombres M, mujeres

En la **Tabla I** se muestran los valores promedio y las desviaciones estándar para cada subprueba del WAIS en ambos grupos, así como los resultados del análisis de varianza. Con excepción de las subpruebas de claves, diseños con cubos, ordenamiento de objetos y del CI ejecutivo, en todas las subpruebas se obtuvieron diferencias significativas, correspondiendo al grupo E los valores más

TABLA I. WAIS ANOVA. SE MUESTRAN LAS MEDIAS (M) Y LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR (DE) POR GRUPO; EL ESTADÍSTICO F Y LA PROBABILIDAD (p) EN LA COMPARACIÓN POR GRUPO, SEXO Y EN LA INTERACCIÓN SEXO-GRUPO (S/G)

	T		E		SEXO		GRUPO		S/G	
	M	DE	M	DE	F	p <	F	p <	F	p <
Inf	8.5	2.5	4.8	1.6	1.03	0.3	37	0.000	2.2	0.1
Comp	8.8	2.4	6.0	3.1	0.80	0.4	13	0.001	1.5	0.2
Ari	10.1	3.7	7.4	2.9	0.005	0.9	8	0.007	0.6	0.4
Sem	8.8	2.7	6.8	2.3	0.001	1.0	8	0.007	0.04	0.8
RD	7.0	1.7	3.5	2.8	0.91	0.3	22	0.000	0.4	0.5
Voc	10.1	2.5	7.2	2.6	1.02	0.3	17	0.000	0.5	0.5
Cla	7.3	3.1	6.3	2.5	0.04	0.8	2.5	0.10	1.8	0.2
Fig	8.9	4.1	6.1	2.8	3.10	0.08	7.5	0.008	0.4	0.5
Cb	8.9	1.9	7.0	4.1	0.15	0.7	3	0.10	0.3	0.5
Dib	8.8	2.2	5.1	2.9	0.001	0.9	29	0.000	1.2	0.2
Obj	5.5	3.3	6.3	3.0	1.20	0.08	2.5	0.15	0.9	0.2
CIV	93.7	11.2	78.4	10.3	0.93	0.3	23	0.000	1.7	0.2
CIE	88.2	14.6	78.2	15.3	0.91	0.3	3.5	0.05	2.1	0.2
CIT	91.0	13.0	77.0	11.7	0.001	1.0	15.5	0.000	2.3	0.2

Inf, Información
Comp, Comprensión
Ari, Aritmética
Sem, Semejanzas
RD, Retención de dígitos

Voc, Vocabulario
Cla, Claves
Fig, Figuras incompletas
Cb, Diseños con cubos
Dib, Ordenación de dibujos

Obj, Composición de objetos
CIV, Cociente de inteligencia verbal
CIE, Cociente de inteligencia ejecución
CIT, Cociente de inteligencia total

bajos. No se encontraron diferencias por sexo ni hubo interacción entre grupo y sexo. Con el MANOVA (Tabla II), nuevamente las diferencias se dieron sólo por grupo.

La figura 1 muestra una representación gráfica de los resultados con los valores promedio de las subpruebas. Como puede verse la curva del grupo E está por debajo de la del grupo T. Es de notarse la semejanza de las curvas,

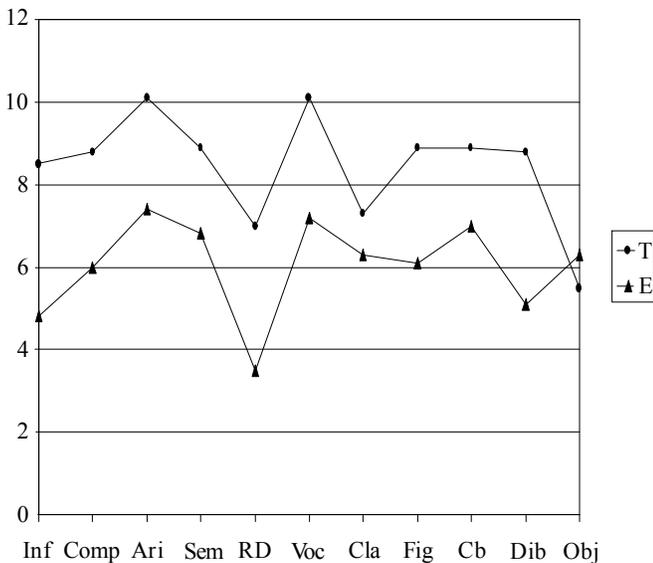


Fig. 1. Representación gráfica de los resultados logrados con los valores promedio de las subpruebas del WAIS. Las curvas son muy parecidas, especialmente en la zona de las subpruebas verbales (Inf, Comp, Ari, Sem, RD y Voc), aunque la curva del grupo E se encuentra por debajo de la del grupo T. Las abreviaturas son las mismas que aparecen en la Tabla I

especialmente en la zona de las subpruebas verbales (Inf, Comp, Ari, Sem, RD y Voc), lo que sugiere que el comportamiento general de ambos grupos es equivalente, aunque alejados entre sí en cuanto a valores absolutos.

TABLA II. MANOVA, SEXO, GRUPO, WAIS. EFECTO DE LAS VARIABLES SEXO, GRUPO Y WAIS (INCLUYE TODAS LAS SUBPRUEBAS EXCEPTO LOS CI) Y DE LAS INTERACCIONES SEXO-GRUPO, SEXO-WAIS Y GRUPO-WAIS

Efectos	F	p <
Sexo	0.19	0.66
Grupo	13.07	0.0006
WAIS	10.75	0.0000
Sexo-Grupo	1.17	0.28
Sexo-WAIS	0.96	0.47
Grupo-WAIS	3.26	0.0004

B. Prueba de retención visual de Benton (n=54) cuya muestra se conformó como sigue:

Edad (años)	T		E	
	H	M	H	M
18-29	10	6	10	6
30-49	7	3	6	4
> 50	1		1	

T, testigos E, expuestos H, hombres M, mujeres

Los puntos cantidad de respuestas correctas, la cantidad global de errores y de errores por distorsiones mostraron distribución normal y por ello se les aplicó el análisis de varianza para valorar las diferencias de las medias entre grupos. La **Tabla III** muestra estos resultados. Todas las diferencias fueron significativas; el grupo T tuvo más respuestas correctas y menos errores y distorsiones que el grupo E. Con la variable diagnóstico se realizó un prueba de χ^2 con respecto al grupo de pertenencia (**Tabla IV**). La prueba resultó significativa y como puede verse solamente un caso del grupo T obtuvo el diagnóstico de “daño probable” en el 4 % de la muestra, el 96 % restante fue diagnosticado “sin daño”. Sin embargo, el 40 % de los sujetos E recibió el diagnóstico de “daño probable” o “con daño”.

TABLA III. BENTON. ANÁLISIS DE VARIANZA

Variables	T		E		F	p <
	M	DE	M	DE		
Correctas	6.5	1.6	4.7	2.9	4.8	.03
Errores	4.8	2.8	8.4	5.9	9.6	.003
Distorsiones	1.8	1.5	3.2	2.8	4.8	.03

M, media DE, desviación estándar T, Testigos E, Expuestos

C. Cuestionario de síntomas (n=110), cuya muestra quedó conformada como sigue:

Edad (años)	T		E	
	H	M	H	M
18-29	13	9	16	11
30-49	12	7	13	10
>50	5	4	6	4

T, testigos E, expuestos H, hombres M, mujeres

El análisis loglineal del cuestionario arrojó diferencias significativas por grupo en 10 de las 31 preguntas del cuestionario (**Tabla V**).

D. Batería neuropsicológica (n= 42, grupo E= 21, grupo T= 21), con la muestra distribuida como sigue:

Edad (años)	T		E	
	H	M	H	M
18-29	6	4	6	4
30-49	5	6	5	6

T, testigos E, expuestos H, hombres M: mujeres

El análisis loglineal arrojó diferencias significativas en-

TABLA IV. χ^2 DIAGNÓSTICO BENTON vs GRUPO

	1	2	3
T	26 (96 %)	1 (4 %)	
E	16 (59 %)	2 (7 %)	9 (33 %)

1: sin daño 2: probable daño 3: con daño
T: Testigos E: Expuestos

χ^2	Valor	p <
Pearson	8.31	0.015
Razón de similitud	11.54	0.003
Mantel-Haenszel (asociación lineal)	8.07	0.004

tre grupos para las variables de atención auditiva, memoria reciente, praxia premotora y praxia constructiva (**Tabla VI**). En la **figura 2** se muestra la distribución por percentiles de las evaluaciones de las subpruebas en los que se obtuvieron diferencias entre grupos.

DISCUSIÓN

En general, los efectos de la exposición crónica a plaguicidas suelen ser vagos, especialmente en etapas tempranas de la intoxicación. Dependen en buena medida de la capacidad individual para compensar los daños y de la extensión de éstos. Se requiere de una vigilancia estrecha y periódica sobre los grupos en riesgo, lo que

TABLA V. CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS. ANÁLISIS LOGLINEAL. SE MUESTRAN LAS VARIABLES QUE DISCRIMINARON ENTRE GRUPOS

Condición	RS χ^2	p <
C2	24.5	0.005
C10	35.8	0.001
C14	34.9	0.001
C15	30.6	0.003
C18	23.2	0.005
C19	23.8	0.005
C23	24.3	0.005
C27	35.3	0.001
C30	40.3	0.000
C31	41.8	0.000

RS, Razón de similitud

C2, Dolores de cabeza

C10, Dificultades para recordar cosas sencillas

C14, Perder la paciencia y enfurecerse

C15, Cansarse fácilmente

C18, No tener interés por nada

C23, Distraerse fácilmente

C27, No querer saber nada de nadie

C30, Dificultad para concentrarse

C31, Sentir temblores

TABLA VI. ESTUDIO NEUROPSICOLÓGICO. ANÁLISIS LOGLINEAL

	RS	χ^2	p<
AT	13.0		0.001
AA	9.0		0.01
MR	20.5		0.0000
PP	7.7		0.02
PC	10.3		0.006

RS, Razón de Similitud
 AT, Atención Táctil
 AA, Atención Auditiva
 MR, Memoria Reciente
 PP, Praxia Premotora
 PC, Praxia Constructiva

implica la utilización de instrumentos de valoración de las funciones potencialmente vulnerables que sean suficientemente sensibles, de bajo costo, de aplicación sencilla y razonablemente breves (Brown *et al.* 1989, Aldridge 1990, Amador-Rodezno 1993).

La intención básica de este trabajo fue la de proponer una batería de pruebas que permitiera detectar, lo más tempranamente posible, manifestaciones de neurotoxicidad en sujetos crónicamente expuestos a plaguicidas. Lo ideal es que esta batería reúna las características planteadas anteriormente de modo que pueda emplearse en estudios epidemiológicos posteriores que serán los que, en forma definitiva, establezcan la sensibilidad y la utilidad de las mismas. Por ello, en este trabajo se decidió utilizar pruebas conductuales conocidas y muy empleadas con diferentes fines, así como, instrumentos de naturaleza clínica para, de esta forma, diseñar una batería de utilidad práctica en la detección de la neurotoxicidad temprana.

Los resultados del WAIS (Tabla I) revelan que los sujetos expuestos crónicamente a plaguicidas muestran de-

ficiencias, con respecto a los testigos, en varios aspectos de las funciones nerviosas superiores. Las deficiencias residen, fundamentalmente, en la capacidad de memoria, razonamiento abstracto, desarrollo del lenguaje, atención, concentración y en los CI verbal y total. El comportamiento es igual para ambos sexos. El hecho de que el grupo testigo mostrara comportamiento muy semejante al grupo expuesto (Fig. 1) indica la homogeneidad de ambas muestras.

Con respecto a la prueba de retención visual de Benton, se nota que las alteraciones básicas presentadas por el grupo E fueron errores por distorsiones de las figuras. No hubo signos de lateralización, lo que indica que no está afectado un hemisferio cerebral en particular. La prueba de χ^2 demostró la relación grupo-diagnóstico. Estos resultados señalan que el 33% de los sujetos expuestos recibieron el diagnóstico de daño cerebral (probablemente funcional) que podría explicar los resultados obtenidos en las otras pruebas (Tabla IV).

Los datos del estudio neuropsicológico corroboran los obtenidos en las dos pruebas anteriores. Algunos de los sujetos expuestos mostraron alteraciones leves o moderadas de atención y memoria reciente, así como en la coordinación motora (praxias).

Las alteraciones señaladas como atención táctil se refieren a la incapacidad de reconocer estímulos táctiles. Esto se encontró en los sujetos expuestos, especialmente en la porción distal de los miembros superiores. Se sabe que el sistema nervioso periférico es el que primero se afecta ante la exposición crónica a neurotóxicos, por lo que es probable que este hallazgo corresponda a una manifestación de neuropatía periférica (Misra *et al.* 1988, Lotti *et al.* 1991, Lotti 1992, McConnell *et al.* 1994).

Por otra parte, 10 de las 31 preguntas originales del cuestionario aplicado permitieron separar los grupos T y E. Éstas se refieren a: cefaleas, deficiencias de memoria, labilidad emocional, depresión, disminución en la capacidad de concentración, trastornos motores del tipo de temblores y debilidad muscular. Estas manifestaciones subjetivas se corresponden con las alteraciones encontradas con las pruebas aplicadas.

La concordancia de los datos obtenidos en las distintas pruebas le confiere consistencia a este estudio aún cuando la muestra de sujetos no fue muy grande.

En otro estudio de 22 mujeres floricultoras en el Estado de Morelos, expuestas a mezclas de plaguicidas principalmente órganofosforados y carbámicos presentaron síntomas como cefalea ocasional, irritación de la piel y de la mucosa nasal, así como náuseas y además mostraron daño cromosómico evaluado como intercambio de cromátidas hermanas en linfocitos y micronúcleos en células de exfoliación de la mucosa oral (Gómez-Arroyo *et al.* 2000).

Los resultados de este trabajo también coinciden con lo reportado en la literatura. Roldán-Tapia *et al.* (1999) aplicaron una batería de pruebas neuropsicológicas a 26

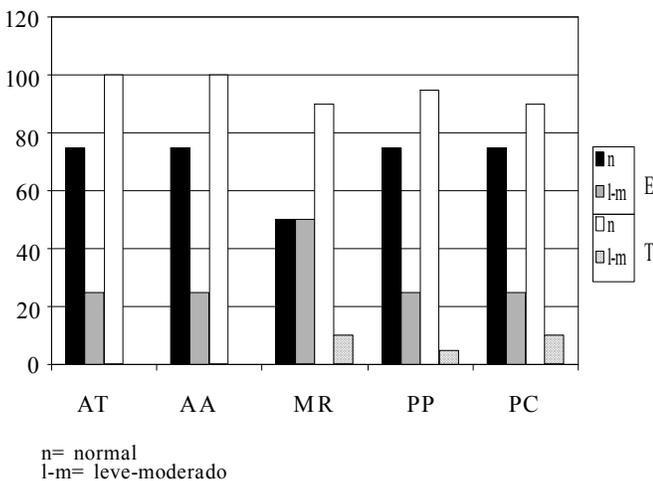


Fig. 2. Distribución por percentiles de las evaluaciones de las subpruebas de la batería neuropsicológica en las que se obtuvieron diferencias entre grupos

sujetos que habían sufrido intoxicación aguda por plaguicidas organofosforados y carbámicos. La evaluación se hizo tras el alta hospitalaria y un año después. Las manifestaciones neuropsicológicas a corto plazo indicaron alteraciones en tareas de memoria visual y lógica, reconocimiento de formas, atención visual, curva de aprendizaje verbal, en denominación y en las praxias visoperceptivas. La evaluación realizada un año después demostró que se mantenían los trastornos iniciales. En general, los síntomas más frecuentemente asociados a la intoxicación crónica por plaguicidas incluyen los déficits de memoria, reducción en la capacidad de concentración, lentitud del procesamiento de información, disturbios lingüísticos, depresión, ansiedad e irritabilidad (Abou-Donia 1985, Rosenstock *et al.* 1991, Izmerov y Tarasova 1993, Steenland *et al.* 1994), la mayoría de los cuales fueron detectados por las pruebas aplicadas en este estudio.

Finalmente en este trabajo se propone la batería de pruebas que aparece más abajo y que ha mostrado resultados prometedores en la muestra estudiada y que, validada en un grupo mayor de sujetos, pudiera constituir el primer paso de un sistema de vigilancia sanitaria para las personas en riesgo, por cuanto resulta de bajo costo y de aplicación sencilla y razonablemente breve.

1. Cuestionario que explore los siguientes síntomas:
 - a. Cefaleas
 - b. Deficiencias de memoria y atención
 - c. Labilidad emocional (irritabilidad)
 - d. Depresión
 - e. Disminución de la capacidad de concentración
 - d. Trastornos motores del tipo de temblores y debilidad muscular
 2. Prueba de retención visual de Benton (*)
 3. Subpruebas del WAIS:
 - a. Información
 - b. Comprensión
 - c. Retención de Dígitos
 - d. Vocabulario
 - e. Dibujos incompletos
- (*) Para realizar el diagnóstico del Benton se necesita conocer el CI del sujeto y para no utilizar el WAIS completo, que es muy laborioso, podría obtenerse el CI con una prueba de inteligencia de aplicación más rápida como la de matrices progresivas de Raven.

REFERENCIAS

- Abou-Donia M.B. (1985). Organophosphorus ester-induced delayed neurotoxicity. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 21, 511-548.
- Abou-Donia M.B. (1992). Pesticides. En: *Neurotoxicology*. CRC Press, Boca Ratón, pp. 437-477.
- Aldridge W.N. (1990). An assessment of the toxicological properties of pyrethroids and their neurotoxicity. *Crit. Rev. Toxicol.* 21, 89-104.
- Amador-Rodezno R. (1993). Neurotoxic effects from organophosphate insecticide exposure in Nicaragua. Methodological and epidemiological studies. Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias Médicas, Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, León, Nicaragua.
- Brown S.K., Ames R.D. y Mengle D.C. (1989). Occupational illnesses from cholinesterase-inhibiting pesticides among agricultural applicators in California, 1982-1985. *Arch. Environ. Health* 44, 34-39.
- CNMAR (1992). Neurologic responses to environmental toxicants. En: *Environmental Toxicology*. National Academic Press, Washington D.C., pp. 9-16.
- Davies J.E. (1990). Neurotoxic concerns of human pesticide exposures. *Am. J. Indust. Med.* 18, 327-331.
- Gómez-Arroyo S., Díaz-Sánchez Y., Meneses-Pérez M.A., Villalobos-Pietrini R. y De León-Rodríguez J. (2000). Cytogenetic biomonitoring in a Mexican floriculture worker group exposed to pesticides. *Mutat. Res.* 466, 117-124.
- Gross Portney L. y Watkins M.P. (1993). *Foundations of clinical research. Applications to practice*. Appleton y Lange, Norwalk, Connecticut, pp. 111-124.
- Henao H.S. y Corey O.G. (1991). Plaguicidas inhibidores de la colinesterasa. Serie Vigilancia No. 11. ECO, OPS, OMS. Metepec, Edo. de México.
- Izmerov N. y Tarasova L. (1993). Occupational diseases developed as a result of severely injured nervous system: acute and chronic neurotoxic effects. *Environ. Res.* 62, 172-177.
- Lotti M., Caroldi S., Capodicasa E. y Moretto A. (1991). Promotion of organophosphate induced delayed polyneuropathy by phenylmethanesulfonyl fluoride. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 108, 234-241.
- Lotti M. (1992). The pathogenesis of organophosphate polyneuropathy. *Toxicology* 21, 465-487.
- McConnell R., Keifer M. y Rosenstock L. (1994). Elevated quantitative vibrotactile threshold among workers previously poisoned with methamidophos and other organophosphate pesticides. *Am. J. Ind. Med.* 25, 325-334.
- Misra U.K., Nag D., Khan W.A. y Ray P.K. (1988). A study of nerve conduction velocity, late responses and neuromuscular synapse functions in organophosphate workers in India. *Arch. Toxicol.* 61, 496-500.
- Moutschen-Dahmen J., Moutschen-Dahmen M. y Degraeve N. (1984). Mutagenicity, carcinogenicity and teratogenicity of insecticides. En: *Mutagenicity, carcinogenicity and teratogenicity of industrial pollutants* (M. Kirsch-Volders, Ed.). Plenum Press, Nueva York, pp. 127-203.
- Mushak E. y Piver W. (1992). Agricultural chemical utilization and human health. *Environ. Health Perspect.* 97, 269-274.
- Roldán-Tapia L., Del Águila E., Garzón J., Sánchez-Santed F., Laynez F. y Leyva A. (1999). Secuelas neuropsicológicas de la intoxicación por pesticidas: efectos a corto y largo plazo tras las intoxicaciones. Memorias del VI Congreso Latinoamericano de Neuropsicología, Varadero, Cuba, octubre 17-20.
- Rosenstock L., Daniell W., Barnhat S., Schwartz D. y Demers P.A. (1990). Chronic neuropsychological sequelae of

- occupational exposure to organophosphate insecticides. *Am. J. Indust. Med.* 18, 321-325.
- Rosenstock L., Matthew K., Daniell W., McConnell R. y Claypoole K. (1991). Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. *Lancet* 338, 223-227.
- Sánchez-Meza J.C. (1989). Los agroquímicos en las ornamentales y consecuencias en humanos. Memorias del Primer Congreso Nacional sobre Floricultura en México, Toluca, Edo. de México, septiembre 20-22.
- Savage E.P., Keefe T.J., Mounce L.M., Heaton R.K., Lewis J.A. y Burcar P.J. (1988). Chronic neurological sequelae of acute organophosphate pesticide poisoning. *Arch. Environ. Health* 43, 38-45.
- Steenland K., Jenkins B., Ames R.G., O'Malley M., Chrislip B.A. y Russo J. (1994). Chronic neurological sequelae to organophosphate pesticide poisoning. *Am. J. Pub. Health* 84, 731-736.