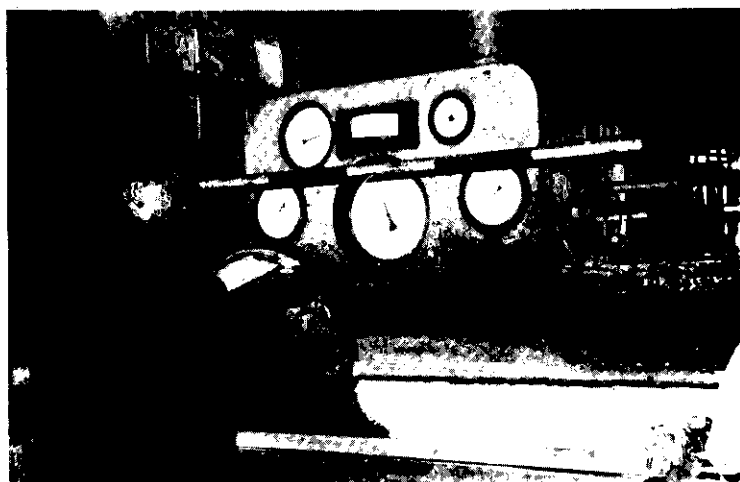


EVALUACION DE INDICADORES COGNITIVOS Y NEUROFISIOLÓGICOS EN EXPUESTOS A TOLUENO. Un estudio piloto.

Juan Felix Arrazcoz Ardanaz
Medico. Master en Salud Ocupacional



«Si nosotros consideramos los cambios conductuales entre trabajadores clínicamente sanos como preludeo de manifestaciones más severas de un ulterior efecto tóxico, tenemos que interpretarlas como señales de alarma, que implican la necesidad de medidas preventivas. Pero si consideramos la plenitud de las funciones mentales como un aspecto esencial de la salud y el bienestar, los efectos tempranos en este dominio son, por sí mismos, algo que debe ser prevenido.»

H. HANNINEN

El presente estudio va a centrar la atención sobre el Tolueno, siendo nuestro objetivo principal valorar el efecto de dicho solvente sobre SNC y SNP. Para ello vamos a utilizar procedimientos de la toxicología conductual y de neurofisiología.

En 1959 se celebró en Praga un Simposio Internacional sobre concentraciones máximas admisibles. Allí se afirmó que, siendo los sistemas encargados de mantener el equilibrio interior y las funciones de interrelación las más vulnerables a la acción de las sustancias nocivas, el estudio de las alteraciones funcionales del SN y la conducta debe colocarse en el centro de los estudios toxicológicos. Desde entonces hasta hoy se han realizado numerosas investigaciones sobre el fundamento de que las alteraciones de orden psicológico pueden servir de indicadores tempranos de exposición crónica y, por esta vía, contribuir a la detección de la enfermedad en etapas donde las deficiencias del SN son todavía reversibles.

Aunque no puede afirmarse que este objetivo se haya cumplido del todo, lo conseguido hasta el presente ha sido lo suficientemente alentador como para que en una publicación de la OMS en 1982 pueda leerse: «para niveles más bien bajos de

exposición la evaluación psicológica es casi la única vía para determinar los efectos de las sustancias neurotóxicas» (OMS, 1982).

Con respecto a las distintas esferas de la actividad psíquica, en el presente estudio se abordará únicamente la de los fenómenos cognoscitivos. Los motivos para esta selección han sido los siguientes:

1. Es conocida la notable sensibilidad de las funciones cognitivas elementales ante la acción de las toxas del ambiente.
2. Aunque no exclusivamente, estas funciones desempeñan el papel determinante en la realización de la actividad laboral del hombre.

Nuestro estudio va a basarse en técnicas de psicología experimental. Técnicas que exploran específicamente las distintas operaciones que intervienen en el procesamiento de la información (codificación sensorial, codificación semántica, almacenamiento y recuperación de la información).

Como base neurofisiológica partimos de que el cerebro trabaja como un sistema de procesamiento de información de un solo canal y, por tanto, de capacidad limitada para el número de cosas a las que puede conceder atención simultáneamente.

Por otro lado, si, como ha quedado demostrado, la actividad cognoscitiva no es un proceso pasivo sino un proceso activo de selección y transformación de la información, ella tiene que ocupar una duración en el tiempo, por lo que la velocidad tiene que desempeñar un papel significativo en su realización.

Sobre la base de estas consideraciones resulta oportuno la posibilidad de caracterizar, en forma general, los trastornos de la actividad cognoscitiva de los expuestos a tolueno en términos de una lentificación de su velocidad de procesamiento de la información y de alteraciones en la memoria a corto y a largo plazo.

OBJETIVOS:

GENERALES:

1. Tipificar modelos experimentales de evaluación de la dinámica de las funciones cognitivas, y medición de la velocidad de conducción en nervios periféricos, para su aplicación a la detección temprana de los efectos de las sustancias neurotóxicas sobre el Sistema Nervioso Central y Periférico.
2. Contribuir mediante la evaluación de indicadores psicológicos subjetivos, cognitivos, psicofisiológicos y electrofisiológicos a un conocimiento integral de la neurotoxicidad.

ESPECIFICOS:

1. Evaluar las particularidades de la dinámica de la memoria en sujetos expuestos crónicamente a tolueno.
2. Evaluar el estado del SNP (velocidad de conducción sensitiva y motora) en sujetos expuestos crónicamente a tolueno.
3. Explorar las posibles dependencias funcionales existentes entre cambios en los distintos niveles de la dinámica en SN evaluado y concentración de Acido Hipúrico como indicador biológico de absorción de tolueno.
4. Explorar estas dependencias con niveles de concentración de tolueno en el ambiente de trabajo.

HIPOTESIS:

- H₁ Los sujetos expuestos crónicamente a vapores de tolueno manifestarán alteraciones a nivel psicológico en sus funciones cognoscitivas y a nivel del SNP en su velocidad de conducción, en comparación con un grupo de sujetos no expuestos y comprendidos en los mismos rangos de edad, sexo, nivel educacional y antecedentes patológicos personales.
- H₂ Existirán diferencias estadísticas significativas en la velocidad con que transfieren la memoria icónica a los centros corticales superiores entre los sujetos expuestos a tolueno y los no expuestos.
- H₃ Existirán diferencias estadísticas significativas en la velocidad de recuperación de información desde la memoria a corto plazo entre los sujetos expuestos a tolueno y los no expuestos.
- H₄ Existirán diferencias estadísticas significativas en la velocidad de codificación de la memoria a largo plazo entre sujetos expuestos a tolueno y los no expuestos.
- H₅ Existirán diferencias estadísticas significativas en la velocidad de conducción nerviosa de nervios periféricos entre sujetos expuestos a tolueno y los no expuestos.

H₆ Deben existir dependencias funcionales directas (intercorrelaciones positivas) entre concentraciones de tolueno en aire, y niveles de ácido hipúrico en orina por una parte, y los indicadores psico-fisiológicos mencionados por la otra.

MATERIAL Y METODO:

MUESTRA:

El estudio se basó en la investigación de nueve sujetos expuestos crónicamente a tolueno, seleccionados de la fábrica de goma Conrado Piña de Cotorro, y de 15 sujetos-control procedentes de la Empresa de Construcción de Moldes para la industria del plástico.

Los sujetos fueron seleccionados según los siguientes criterios:

- Edad: entre veinte y cincuenta años.
- Sexo: masculino.
- Nivel escolar: 6.º o más.
- Falta de antecedentes psiquiátricos o neurológicos (en el caso de los expuestos esta limitación sólo se hizo valer para el período anterior a un año después de iniciada la exposición).
- Estado mental normal.
- Ausencia de estados psicosociales críticos actuales (que pudieran relacionarse con factores ajenos a la exposición).
- En el caso de los controles, criterio de no exposición actual o anterior.
- En el caso de los expuestos, criterios higiénico-sanitario y biológico de exposición (las técnicas de medición y los indicadores de exposición, así como los niveles de contaminación de los expuestos se describen en la sección siguiente).

Para la elección de los sujetos se procedió como sigue:

- a) Grupo control: a través del examen de la ficha higiénico-sanitaria de varios centros se seleccionó, por sus favorables condiciones, la fábrica citada. Como comprobación, efectuó una visita al centro de trabajo un especialista en Higiene del Trabajo. Luego de confirmada la ausencia de riesgos notorios se procedió a una preselección de 26 trabajadores de las áreas de mantenimiento con los requerimientos antes descritos.

Este grupo fue sometido a una exploración psicodiagnóstica que abarcó:

Area	Indicador	Criterio	Prueba
Nivel intelectual	Edad mental	40 puntos o más	Beta
Mental general	Síntomas de neurosis, psicosis, neurastenia	45 o menos, 12 o menos	UTAN-D GH Q-60
Personalidad	Neurotiasma	12 o menos	EPI
Situación psicosocial	Conflictos familiares, laborales, sexuales	Ausencia	Entrevista

Del total evaluado fueron elegidos 15 sujetos para integrar la muestra. Todos fueron derechos y ninguno refirió trastornos visuales ostensibles.

- b) Con el grupo de expuestos se procedió de forma análoga, aunque sólo se consideraron invalidantes las indicadores de edad, sexo, nivel educacional, nivel intelectual y situación

psicosocial conflictiva cuando ésta pudo relacionarse con factores ajenos a la exposición.

PROCEDIMIENTO Y TÉCNICA:

Criterio de contaminación:

Las mediciones de tolueno en aire se realizaron conforme a la norma cubana 19-01-47: «aire en la zona de trabajo; determinación de tolueno».

El muestreo se realizó teniendo en cuenta lo establecido en la NC 19-01-03:80 (18) SNPHT. «Aire en la zona de trabajo. Requisitos higiénicos sanitarios generales».

Criterios de exposición:

En la práctica de la higiene del trabajo se ha usado casi exclusivamente la estimación del ácido hipúrico en orina, y es el indicador que hemos escogido también nosotros.

Modelos experimentales para la evaluación de las funciones némicas:

1. Reconocimiento de estímulos visuales presentados en condiciones de enmascaramiento retroactivo: Evaluación de la Memoria Icónica.

El empleo de técnicas taquitoscópicas, es decir, la presentación de estímulos visuales durante tiempos muy breves y controlables, permite explorar con suficiente detalle el aspecto temporal de la actividad perceptiva.

La técnica de evaluación de la actividad perceptiva visual escogida fue la de ofrecer al sujeto una tarea de identificación de estímulos visuales presentado taquitoscópicamente en condiciones de «ENMASCARAMIENTO RETROACTIVO» (llamada también BACKWARD MASKING).

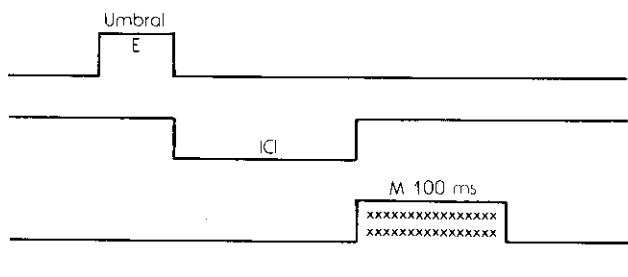


Así, si la aparición, es decir, la recepción de los estímulos tiene lugar a través de una vía única, mientras ésta permanece ocupada, mientras el almacén icónico tiene una imagen que se está procesando, la irrupción de un segundo estímulo que ocupe la misma posición que dicha imagen, ejercerá un efecto de interferencia sobre el trabajo de codificación de sus elementos sensoriales.

Este efecto de enmascaramiento retroactivo ha sido utilizado como un indicador de la velocidad con que los elementos sensoriales contenidos en la memoria icónica son transferidos a los centros de procesamiento donde tiene lugar su codificación lingüística y, por tanto, su identificación.

Mientras más tiempo necesite un individuo para esta operación mayor será el intervalo de tiempo en que puede tener lugar el efecto de enmascaramiento por un segundo estímulo. De este modo, el intervalo de tiempo mínimo que debe transcurrir desde la desaparición física del estímulo hasta la aparición del estímulo enmascarado, para que el individuo pueda identificar la letra, se considera como un indicador de su velocidad de procesamiento de la imagen icónica.

El modelo experimental será gráficamente el siguiente:



- E : Estímulo presentado durante un intervalo fijo.
- ICI : Intervalo entre el estímulo y la aparición de la máscara.
- M : Duración del estímulo máscara.

El intervalo ICI se llama comúnmente Intervalo Crítico Inter-estímulo y será variable en función de la capacidad del sujeto; es el criterio de su velocidad de procesamiento.

Mientras más largo sea el ICI que necesite el sujeto menor será su velocidad de procesamiento y viceversa.

Técnica y procedimiento:

Para evaluar la velocidad de procesamiento en la información visual se empleó una técnica experimental cuya tarea consistió en la identificación visual de estímulos visuales significativos (letras), presentados taquitoscópicamente en condiciones de enmascaramiento retroactivo. Para ello nos valemos de una variante del modelo Saccuzzo.

Se utilizó un taquitoscopio de seis canales (PKKICTEM 232).

Procedimiento: en el primer canal del taquitoscopio fue presentada la misma serie de letras (A y T) durante el umbral previamente determinado para cada sujeto. En el segundo canal fue presentada la máscara durante un periodo fijo de 100 ms. El tercer canal se utilizó como fondo de postexposición y en el sólo apareció durante los intervalos el punto de fijación visual.

La tarea del sujeto consistió en identificar correctamente las letras, presentadas a intervalos fijos entre éstas y la máscara de 50, 100, 150 y 200 ms. Ello constituirá el indicador de la velocidad de procesamiento de la información visual o de duración de su memoria icónica.

Se evaluó el número de éxitos en 10 presentaciones para cada nivel de intervalo.

2. Velocidad de recuperación de la información desde la memoria a corto plazo:

Para el estudio de la memoria a corto plazo se han elaborado diversos procedimientos experimentales. El más conocido de ellos es el de Sternberg (1966), que utiliza la presentación de los estímulos mediante técnicas taquitoscópicas y el TR como indicador de la velocidad de búsqueda de la información contenida en la memoria.

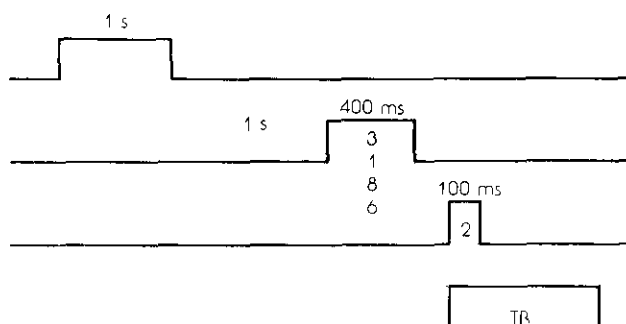
Si una tarea de búsqueda en memoria a corto plazo se mantiene constante, e igual a uno la cantidad de elementos a codificar y sólo se hace variar la cantidad de elementos a memorizar, todo incremento en el TR que se produzca podrá atribuirse al tiempo de búsqueda que, a su vez, depende del tamaño de la serie mantenida en la memoria.

De este modo, las variaciones en el TR en una tarea donde se deba recordar un elemento de entre varios tenidos en la memoria a corto plazo, puede ser utilizado, por su sensibilidad y especificidad, para comparar la dinámica de esta modalidad de memoria en diferentes grupos de sujetos.

La técnica desarrollada fue la siguiente: A cada sujeto le fueron presentadas en orden sucesivo tres series de dígitos dispuestos verticalmente en el centro del campo visual (de cuatro, cinco y seis dígitos respectivamente) que cubrían entre cuatro y seis grados del ángulo visual, durante un tiempo único de 400 ms. 200 ms después, y también en el centro de la pantalla, se presentaba un dígito por espacio de 100 ms.

La tarea del sujeto consistió en decidir si el dígito pertenecía o no a la serie previamente presentada.

La presentación de los estímulos se hizo con un taquitoscopio de seis canales (TKK ítem 232). El TR se registró con un electrónómetro digital (TKK de cuatro cifras) acoplado a la unidad controladora del taquitoscopio, que se dispara simultáneamente con la presentación del dígito a recordar y que se detenia con la respuesta del sujeto. El encendido sincrónico de una bombilla indicaba si la respuesta era «sí» o «no».



Representación diagramática.

3. Velocidad de codificación en la memoria a largo plazo:

Probablemente el caso más típico de contenido de la Memoria a largo plazo lo sea el de los códigos semánticos, es decir, aquellos asociados con la denominación lingüística de los conceptos.

El procedimiento experimental a emplear en esta ocasión se debe a Posner (1969), y consiste en una tarea donde el sujeto debe juzgar como iguales o desiguales parejas de objetos que pueden ser semánticamente iguales pero físicamente diferentes o viceversa.

El predominio de uno u otro tipo de respuesta es indicativo de la utilización o no de códigos semánticos para la formación de los juicios de equivalencia/diferencia. El TR refleja la velocidad de codificación de los estímulos en categorías semánticas.

Teóricamente, el reconocimiento de estímulos semánticamente iguales pero físicamente diferentes, debe ser mayor que en el caso en que no exista ninguna incongruencia (igualdad física y semántica o diferencia física y semántica).

La técnica utilizada fue la siguiente:

A cada sujeto le fueron presentados en combinación de dos las siguientes letras: A, a, B, b, C, c, D, d, de tal modo que los pares podían ser iguales por su forma y su nombre (AA, aa, BB...); iguales por su nombre pero diferentes por su forma (Aa, Bb...); iguales por su forma pero diferentes por su nombre (AB, BD...), y finalmente, diferentes en ambas características (Ab, Bb...).

La tarea del sujeto consistió en juzgar tan rápida y precisamente como le fuera posible si cada pareja de letras presentadas eran iguales o desiguales.

Velocidad de conducción nerviosa periférica:

Para el estudio de la conducción nerviosa periférica se escogieron los nervios motores mediano y peroneo, y para la conducción sensitiva se romaron los nervios mediano, cubital y sural. En todos los casos el estudio fue llevado a cabo en ambos hemisferios.

En la investigación de la conducción nerviosa motora se emplearon electrodos de superficie para el registro de los potenciales de acción musculares, mientras que los nervios fueron estimulados con electrodos bipolares de superficie, empleando un pulso cuadrado de 0,1 ms de duración y una amplitud supramaximal.

Para el nervio mediano se estimuló proximalmente en el pliegue del codo y distalmente en el carpo, y el electrodo de registro se colocó sobre el músculo abductor del primer dedo.

En los miembros inferiores (nervio peroneo profundo) la estimulación proximal se realizó a nivel de la cabeza del peroné y la distal tuvo lugar en la garganta del pie, estando colocado el electrodo de registro sobre el músculo pedio.

En el estudio de la conducción sensitiva en los nervios mediano, cubital y sural se emplearon electrodos de superficie para el registro de los potenciales, colocándose sobre el trayecto de los nervios (conducción ortodrómica) en el carpo para los nervios mediano y cubital, y por encima del maleolo externo para el nervio sural.

Para estimular los nervios mediano y cubital se emplearon electrodos digitales colocados en la base del 3 y 5 dedos, mientras que para el nervio sural el electrodo de estimulación superficial se movió sobre el dorso del pie hasta encontrar la mayor amplitud y morfología adecuada.

En todos los casos la duración del pulso cuadrado (estímulo) fue de 0,1 ms, su intensidad supramaximal y con una frecuencia de 1 Hz.

Para todos los potenciales sensitivos se promediaron un total de 60 respuestas, obteniendo así el potencial «S».

Las mediciones realizadas en los sujetos expuestos y en los controles tuvieron lugar en el mismo laboratorio con climatización controlada y el mismo equipamiento: electromiografo DISA 14A11 con promediadora DISA 14D11 acoplada.

RESULTADOS Y DISCUSION:

PROCESAMIENTO ESTADISTICO:

Como la comparación de los grupos se hizo sobre varias condiciones en cada variable, se seleccionó para determinar el nivel de las diferencias entre ellos, un modelo de análisis de varianza (ANOVA) de dos vías con mediciones repetidas (grupos vs. condiciones en cada variable) del tipo factorial 2x, donde «N» es el número de condiciones en cada variable.

Como indicador del grado de asociación entre las variables estudiadas y los niveles de ácido hipúrico se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson a partir de una matriz de anotaciones brutas entre sujetos y variables. Este procedimiento se aplicó dos veces, una para todo el grupo (expuestos y no expuestos) y otra tomando únicamente el grupo expuesto.

Del conjunto de variables evaluadas fueron excluidas para el cálculo de correlaciones aquellos que, al comparar los grupos en el ANOVA, no revelaron diferencias significativas entre ellos. Similarmente, y por razones prácticas, fueron suprimidos de este estudio de correlaciones algunos nervios.

Adicionalmente, para la cantidad de respuestas correctas de cada grupo en cada nivel de la tarea de Memoria a Corto Plazo. Se probó una hipótesis de independencia con el estadístico χ^2 en un diseño de 2×3 .

ANALISIS DE LOS RESULTADOS:

1. Características generales de los grupos:

	Edad \bar{X}	Nivel escolar \bar{X}	Preferencia manual % dcha.
Control	32,46 ($\pm 9,22$)	12°	100
Expuestos	35,70 ($\pm 9,35$)	9°	88,8

2. Análisis de los estados subjetivos:

	Entrevista % de Θ	EPI \bar{X}	GHQ-60 \bar{X}	UTAH \bar{X}	BETA \bar{X}
Control	100	2,13 ($\pm 1,9$)	1,7 ($\pm 3,0$)	1,5	78,3 ($\pm 15,2$)
Expuestos	100	11,20 (± 5)	12,4 ($\pm 9,7$)	4	67,0 ($\pm 12,7$)

Tanto en el grupo control como en el expuesto, la entrevista no demostró ninguna particularidad que pudiera considerarse como positiva. Es decir, todos los sujetos pueden considerarse dentro de lo normal.

3. Análisis de estudio clínico:

En general, el estudio clínico de los sujetos no manifestó ninguna patología relevante.

4. Niveles de tolueno en ambiente de trabajo:

La media nos da una concentración ambiental de 400,8 (± 222) mg/m^3 .

Dicho valor se encuentra elevado, superando ampliamente

la Concentración Máxima Admisible que marca la norma (50 mg/m^3).

El número de años de exposición a tolueno osciló desde 5 a 25.

5. Niveles de ácido hipúrico en orina:

Comparando ambos grupos:

Expuestos	1,34 gr/l ($\pm 0,55$)
No expuestos	0,94 gr/l ($\pm 0,96$)

Vemos cómo sus medias son diferentes. Mientras que el grupo control da unas concentraciones de Acido hipúrico de 0,94 gr/l, el grupo de expuestos tiene un valor medio más alto equivalente a 1,34 gr/l.

De todas formas, ninguno de los dos niveles puede considerarse muy elevado. Así, en la literatura se considera como límite posible en no expuestos 1,5 gr/l (25).

6. Memoria ultracorta:

En el cuadro se ofrecen los resultados de la comparación de los dos grupos ($N_1 = 15$, $N_2 = 9$) en la tarea de enmascaramiento retroactivo. En este caso el indicador evaluado fue el número de éxitos (identificaciones correctas) en 10 ensayos, tras su transformación a una escala lineal mediante la operación

$$\sqrt{n + 1/2}$$

Las «F» obtenidas indican la existencia de diferencias significativas entre los grupos («F» de filas), así como diferencias de un orden comparable entre la ejecución de ambos grupos en las diversas condiciones de la tarea («F» de columnas).

VARIABLE	Memoria Ultracorta (ICONICA)	
n	15/9	
INDICADOR	Número de éxitos en 10 presentaciones	
F entre grupos	17,865 (1/7 gl)	
F entre columnas	21,616 (3/7 gl)	
F interacción	no significativo	
Nivel de significación	1/7 gl	3/7 gl
$P \leq 0,05$	5,59	4,35
$P \leq 0,01$	12,20	9,55

No se observan, sin embargo, efectos de interacción significativos.

Estos resultados revelan un comportamiento desigual entre los grupos respecto de la velocidad de transferencia de los contenidos de la Memoria Icónica, sin llegar a determinar el rango donde se manifiestan tales diferencias.

En el gráfico 1 se observa que tanto los expuestos como los controles exhiben una pronunciada pendiente positiva en el intervalo de 50 a 100 ms, donde los primeros pasan de un nivel de aciertos de cero a uno del 95,2 %, mientras que los segundos de uno del 21,8 % hasta uno del 77,8 %.

Esto tiene una interpretación, y es que, esta variante de la técnica de evaluación de la Memoria Icónica, utilizando un

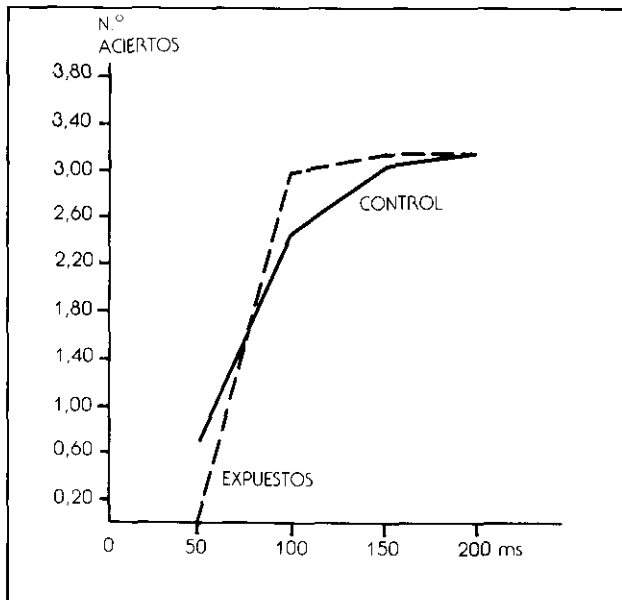
reducido número de intervalos fijos y con grandes incrementos, y que ha mostrado ser lo bastante sensible para detectar déficits en sujetos que se hallan en las fases tempranas de trastornos psiquiátricos de orden psicótico (Saccuzzo, D. *et al.*, 1981), no lo sea para detectar déficit en sujetos (socialmente activos y sin antecedentes psiquiátricos) sometidos crónicamente a tolueno.

Una alternativa sería simplemente que el tolueno no ejerce sus efectos sobre este estadio de la memoria, o bien, que los niveles de exposición del grupo son inferiores a aquellos donde éste ejerce su acción neurotóxica.

Sin embargo, queda claro que los dos grupos difieren significativamente («F» de Filas) y que la curva del grupo control se ajusta mucho mejor al gradiente de éxitos que cabe esperar para las condiciones de la tarea. Probablemente, la poca claridad de los resultados se explique en parte por el reducido grupo de expuestos estudiado.

GRAFICO 1

Distribución de número de aciertos en condiciones de enmascaramiento retroactivo



7. Memoria a corto plazo:

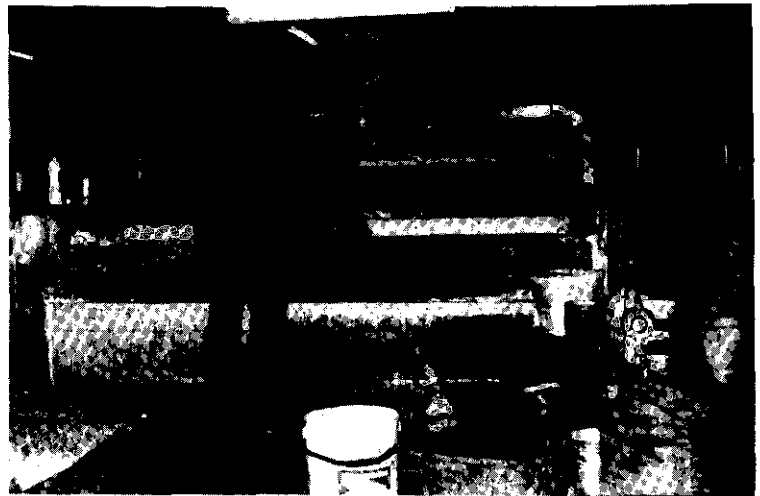
En la tarea de recuperación de información desde la memoria a corto plazo, se presentaron tres niveles de dificultad de ejecución (4, 5 y 6 dígitos) y en cada uno se evaluó el TR total, el TR para las respuestas correctas y el TR para las respuestas falsas.

Por limitaciones en los programas estadísticos disponibles no fue posible combinar los tres factores (grupo por nivel de dificultad por tipo de respuesta) en un solo análisis. Por este motivo, para cada nivel se practicó una ANOVA de dos vías (grupo por tipo de respuesta) con repeticiones, siendo cada repetición la media del TR correspondiente del total de ensayos de cada sujeto.

El cuadro nos muestra que para cada uno de los mencionados niveles sólo las «F» de las filas alcanzaron significación estadística, con ello se pone de manifiesto que ambos grupos difie-

ren en los indicadores de velocidad de recuperación, tomados en su conjunto, en los tres niveles.

VARIABLE	MEMORIA A CORTO PLAZO
N	15/9
INDICADOR	TR _t , TR _c , TR _f
F entre grupos	
N4	18,703 (1/9 gl)
N5	25,462 (1/9 gl)
N6	20,716 (1/9 gl)
F entre columnas	no significativo
F interacción	no significativo
Niveles de significación	1/9 gl
P ≤ 0,05	5,12
P ≤ 0,01	10,60



No obstante, la observación de los gráficos 2 y 3 revela que, aunque los TR totales son muy similares en ambos grupos, el TR correctas en el grupo control tiende a ser más corto que el del grupo expuesto. Igualmente, las curvas del grupo de control reflejan mucho mejor la regularidad de un incremento progresivo del TR con el aumento de la cantidad de información mantenida en la memoria, que lo que hace la del grupo expuesto. También el TR falsas del grupo control es más elevado que el TR_c del mismo grupo, como cabía esperar.

Inversamente, la distribución de las curvas de TR_t, TR_c y TR_f en el grupo expuesto no se aproxima a ninguna de las curvas típicas obtenidas con sujetos normales en múltiples experiencias.

El examen de las curvas de regresión (gráfico 4) del TR_t y TR_c contra los niveles de dificultad de las tareas, permite apreciar el hecho de que mientras los TR_t son muy similares en ambos grupos, el TR_c del grupo control se incrementa con una pendiente mucho menor (8,1) que en el grupo expuesto (20,1).

Si aceptamos que la pendiente refleja el incremento del TR por cantidad de ítems a conservar en memoria, y que los estudios de este tipo se efectúan con solamente las respuestas correctas, deberíamos concluir que el grupo expuesto presenta una mayor lentificación que el control para recuperar información de memoria a iguales volúmenes de información en memoria, al menos en sus ejecuciones correctas.

GRAFICO 2

Tiempos de reacción en el paradigma de Sternberg

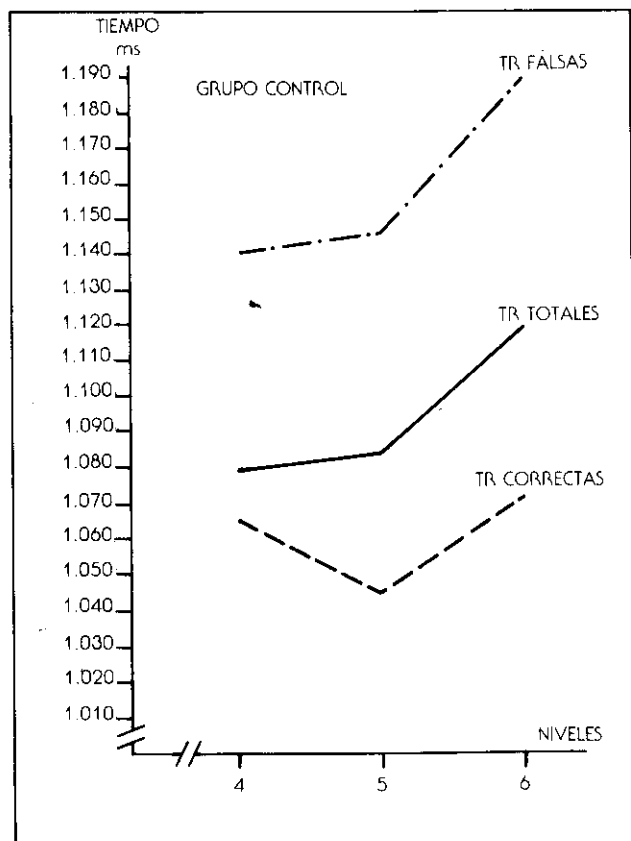
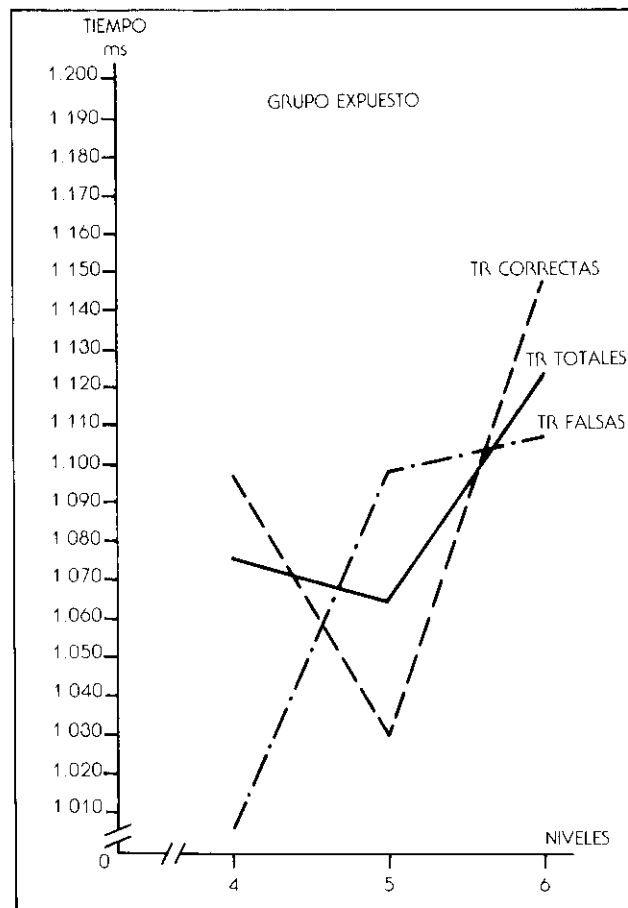


GRAFICO 3

Tiempos de reacción en paradigma de Sternberg



8. Velocidad de codificación en memoria a largo plazo:

La velocidad de recuperación de información en memoria a largo plazo se evaluó a través de una tarea de decisión de igualdad o desigualdad entre estímulos donde se presentaba algún grado de incongruencia entre su contenido semántico y su forma.

La observación de los resultados de los tres análisis de varianza solicitados (por igualdad de forma y contenido semántico, por igualdad semántica pero incongruencia en la forma y, finalmente, las que presentaban incongruencias en forma y significado, junto con las que presentaban sólo incongruencia semántica), dio una total falta de significación, tanto entre grupos como entre condiciones.

Ello es completamente compatible con lo que cabría esperarse si se considera que esta modalidad de la memoria permanece en general intacta aun en muchas enfermedades psiquiátricas o neurológicas, puesto que su contenido corresponde a información sobreaprendida.

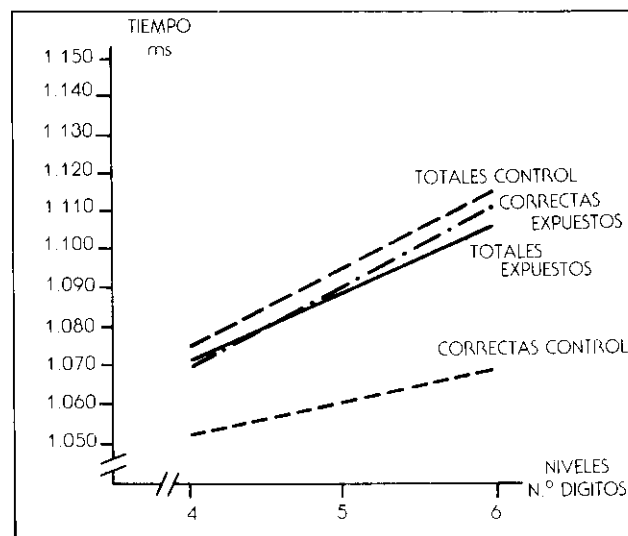
9. Evaluación del estado del SNP:

Para cada uno de los diez nervios estudiados (tres sensitivos y dos motores de ambos hemisferios) se determinaron: las latencias, la duración, la amplitud y dos velocidades para cada potencial.

El cuadro siguiente presenta los valores del ANOVA de dos

GRAFICO 4

Rectas de regresión en paradigma de Sternberg



vías con mediciones repetidas (grupo vs. repeticiones) practica-
do en cada nervio.

La «F» de condiciones («F» de columnas) no aparece refleja-
da en el cuadro, ya que no son niveles dentro de una condi-
ción, sino variables de diferente orden.

Para todos los nervios sensitivos evaluados, excepto los cubi-
tales, se encontraron diferencias significativas entre grupos, así
como interacciones.

Para los nervios motores se produjeron igualmente diferen-
cias entre grupos en los cuatro examinados, habiendo además
efecto de interacción en todos excepto en el mediano motor
izquierdo.

Estos resultados son fuertemente sugestivos de los efectos de
esta sustancia sobre el SNP; efectos que no aparecen descritos
en la literatura consultada.

Variable	N	Indicador	F entre grupos	Interacción
Mediano sensitivo derecho	15/9	L ₁ , L ₂ , Duración, Amplitud, Velo ₁ , Velo ₂	14,085 (1/11 gl)	N.S.
Mediano sensitivo izquierdo	ibid.	ibid.	24,412 (1/11 gl)	5,865 (5/11 gl)
Sural sensitivo derecho	ibid.	ibid.	14,994 (1/11 gl)	3,282 (5/11 gl)
Sural sensitivo izquierdo	ibid.	ibid.	15,192 (1/11 gl)	3,514 (5/11 gl)
Cubital sensitivo derecho	ibid.	ibid.	N.S.	N.S.
Cubital sensitivo izquierdo	ibid.	ibid.	N.S.	N.S.

Nivel de significación	F grupos	Interacción
P ≤ 0,05	4,84	3,20
P ≤ 0,01	9,65	5,32

Variable	M	Indicador	F entre grupos	Interacción
Mediano motor derecho	ibid.	ibid.	29,754 (1/11 gl)	6,298 (5/11 gl)
Mediano motor izquierdo	ibid.	ibid.	10,889 (1/11 gl)	N.S.
Peroneo motor derecho	ibid.	ibid.	24,565 (1/11 gl)	5,215 (5/11 gl)
Peroneo motor izquierdo	ibid.	ibid.	28,733 (1/11 gl)	5,207 (5/11 gl)

Nivel de significación	F de grupos	Interacción
P 0,05	4,84	3,20
P 0,01	9,65	5,52

10. Estudio de intercorrelaciones:

En el cuadro se exponen las únicas intercorrelaciones signifi-
cativas encontradas entre las variables estudiadas y los niveles
de ácido hipúrico en los sujetos.

	Variables correlacionadas	r	Nivel de significación
Marriz para ambos grupos	21-25	0,692	P ≤ 0,05
	21-31	0,636	
	21-36	0,466	
Marriz para el grupo expuesto	21-3	-0,740	P ≤ 0,05

Donde: 21: Nivel de ácido hipúrico.
25: Amplitud del mediano sensitivo izquierdo.
31: Amplitud del sural sensitivo derecho.
36: Duración del mediano motor derecho.
3: Nivel de neuroticismo.

Como puede observarse, para ambos grupos sólo las ampli-
tudes de los nervios sensitivos mediano izquierdo y sural dere-
cho, y la duración del motor mediano derecho correlacionaron
consistentemente con las cifras de ácido hipúrico.

Para el grupo expuesto se encontró una sola intercorrelación
significativa, a saber, la del nivel de neuroticismo evaluado en
el EPI. Curiosamente, esta intercorrelación tuvo un sentido ne-
gativo. La única explicación razonable de este hecho parece
encontrarse en el efecto euforizante atribuido al talueno, lo
cual enmascararía las tendencias neuróticas que, por otra par-
te, ya vimos que eran mucho más marcadas en el grupo ex-
puesto.

Con todo, este estudio de correlaciones debe tomarse con
reservas debido al reducido número de sujetos del grupo de
control.



CONCLUSIONES

1. En el presente estudio piloto se ofrecen los resultados parciales y preliminares de una más amplia investigación, donde los efectos de exposición crónica a solventes orgánicos (tolueno) sobre el SN se evalúan a través de modelos fisiológicos de la cognición, en particular de tres modalidades básicas de la memoria visual, y a través de la velocidad de conducción nerviosa periférica.
Razones de tiempo y limitaciones en los programas estadísticos disponibles, impidieron un examen pormenorizado de los resultados que hiciera posible despejar algunas incongruencias que éstos exhiben.
2. La investigación se llevó a cabo con dos grupos de trabajadores: uno de nueve expuestos crónicamente a tolueno en la fábrica de goma «Conrado Piña» del Cororro; y el segundo compuesto por 15 trabajadores de mantenimiento de la fábrica de troqueles (Poliplast) del Municipio 10 de Octubre en la Capital. Este grupo que sirvió de control fue sometido a un procedimiento no instrumental de selección para evitar la influencia de factores de distorsión en el análisis. Dicho procedimiento excluía los sujetos con déficit intelectual, enfermedades crónicas, antecedentes de exposición a tolueno o antecedentes de síntomas y/o signos psiquiátricos y neurológicos.
3. La evaluación de 50 muestras de aire en la zona de trabajo de los expuestos permitió fijar el nivel de tolueno en el ambiente de trabajo en 400 mg/m^3 , lo que en comparación con la CMA normada (50 mg/m^3) representa un alto nivel de contaminación.
4. De cada trabajador expuesto se tomaron entre 3 y 19 muestras de orina para obtener una concentración media de ácido hipúrico de $1,34 (\pm 0,55) \text{ gr/l}$. En los no expuestos se tomó una única muestra de orina, dando un valor de $0,94 (\pm 0,96) \text{ gr/l}$.
Como puede verse, existe incongruencia entre la elevada concentración de tolueno en aire y las relativamente bajas concentraciones de sus metabolitos en orina. Tomando en cuenta que la concentración de tolueno en aire puede no ser un buen indicador de absorción sistémica, y que la existencia de una correlación entre tolueno en aire y ácido hipúrico en orina, se admite como positiva a nivel de grupo y no a nivel de individuos, la reducida cantidad de sujetos expuestos en nuestra muestra puede ser la razón de la mencionada incongruencia.
5. La comparación de los grupos en el nivel de ejecución de una tarea que compromete la velocidad de transferencia del contenido sensorial de la memoria icónica reveló diferencias significativas entre ambos, aunque no fue posible precisar el intervalo de ocurrencia de las mismas, debido a que la variante de diseño utilizada parece ser insensible para detectar déficits que ocurren en gradaciones inferiores a 50 ms, que son las que con más probabilidad ocurren en los sujetos expuestos (al menos para sustancias como el tolueno y otros solventes cuyo efecto sobre el SNC es más bien difuso).
Adicionalmente, se observa una curva de mejoría en la ejecución mucho más ajustada a las condiciones del experimento en el grupo control que en el expuesto.
6. La evaluación de la velocidad de recuperación de la información de la memoria a corto plazo también manifestó diferencias globales de ejecución entre ambos grupos. Es especialmente significativa la diferencia del TR a respuestas correctas (que es lo habitualmente analizado en la literatu-

ra), pues el grupo control empleó un tiempo menor que el expuesto a tolueno.

Las diferencias encontradas en los restantes indicadores están lejos de ser concluyentes.

Un factor que puede haber estado contribuyendo sistemáticamente a enmascarar la magnitud de las diferencias existentes puede haber sido el que no se utilizara una serie de práctica o entrenamiento, de tal modo que en el análisis realizado se estén reflejando simultáneamente tanto la curva de ejecución según niveles crecientes de dificultad como la curva de aprendizaje.

Con todo, la morfología general de las curvas de ambos grupos se ajusta mucho mejor a las regularidades descritas para este tipo de tareas en el grupo control que en el expuesto.

7. La evaluación de la velocidad de codificación de la memoria a largo plazo nos dio como resultado una ausencia total de significación. Lo que resulta consistente con la característica de este tipo de memoria y con el tipo de efecto temprano atribuido en general a los solventes.
8. *Evaluación del SNP.*
En marcado contraste con la literatura, donde o no aparecen estudios o no se reportan efectos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los nervios sensitivos medianos y surales en ambos hemisferios y motores medianos y peroneos de ambos hemisferios en ambos grupos.
En el presente estudio no se ofrecen los indicadores en que tuvieron lugar estos estudios.
9. Estudio de intercorrelaciones entre niveles de ácido hipúrico y variables en estudio.
La matriz de intercorrelaciones que contempló todo el grupo sólo reveló correlaciones significativas entre tres indicadores del SNP y nivel de ácido hipúrico, a saber: amplitud del potencial de los nervios sensoriales surales y medianos izquierdo y derecho, y duración del potencial del mediano motor izquierdo.
En la matriz que contempló sólo el grupo expuesto, la única correlación significativa, y además negativa, fue entre nivel de neuroticismo y niveles de ácido hipúrico. No disponemos por el momento de una interpretación satisfactoria de estos resultados, sin embargo, la marcada evidencia con que se distinguieron ambos grupos en la evaluación de la SNP puede ser el fundamento para explicar el que las correlaciones queden reducidas sólo a indicadores de este orden.
El hecho de que desaparezca drásticamente al reducir el tamaño del grupo puede reflejar la influencia de la muestra y la validez de los estudios de intercorrelación.
10. Como conclusión final generalizadora, diremos que de las seis hipótesis planteadas, cuatro se cumplen en una gran medida (H_1 , H_2 , H_3 y H_5); las expectativas planteadas en H_4 no se vieron corroboradas por los resultados obtenidos y la H_6 se vio confirmada sólo parcialmente.

RECOMENDACIONES

Dado que los resultados, aunque concordantes en general con las hipótesis, no tienen un carácter concluyente, es necesario examinar detenidamente todos los aspectos del diseño experimental con el objeto de detectar cualquier factor instrumental que haya podido introducir un sesgo en nuestra información.

1. Aunque es habitual que en los estudios reportados en la literatura el tamaño de los grupos expuestos rara vez exce-

de los 20 casos, la muestra utilizada con nosotros fue demasiado reducida para que los resultados lleguen a ser, ya no generalizables, sino inclusive definidos.

- El examen de las muestras de aire en la zona de trabajo reveló una concentración de tolueno superior en ocho veces la establecida en la norma.
Debe recomendarse a la fábrica el mejoramiento de las condiciones de ventilación de los locales contaminados.
- La técnica de estudio de la memoria icónica utilizada (intervalos fijos y discontinuos, uno cada 50 ms) debe refinarse mediante procedimientos de titulación conductual que aumenten la sensibilidad del registro gracias a la ampliación prácticamente ilimitada del rango de valores en que puede clasificarse la ejecución.
- La evaluación de la memoria a corto plazo con ayuda del paradigma de Sternberg, padeció de una limitación básica. La no utilización de una serie de prácticas con cada sujeto previo al inicio de la evaluación introdujo la influencia del «efecto de la práctica» en la ejecución de la tarea.
Si se considera que la curva de mejoría por efecto de la práctica es una variable sujeta a grandes fluctuaciones individuales, su acción puede haber sesgado sensiblemente los resultados atribuibles a la velocidad de recuperación en ambos grupos, en el sentido de acercar sus respectivas curvas de ejecución.
Se recomienda una serie de 50 ensayos de práctica, pues más allá de los cuales se conoce que no hay nuevos efectos de mejoría de la actividad con la práctica en experimentos de TR (Portinga, 1985).
Con todo, el paradigma de Sternberg mostró ser un instrumento muy sensitivo para la discriminación de sujetos expuestos, aun de aquellos que, como en nuestra muestra, revelan niveles discretos de absorción de tolueno.
- El estudio del SNP, que brindó los resultados más definidos, debe ser aplicado y continuado, especialmente si se toma en cuenta que no encontramos indicadores en este orden en la literatura sobre el tolueno.

DEFINICIONES-CONTROL SEMANTICO:

Trabajador expuesto: Es el que habitualmente labora más de dos horas continuadas por jornada laboral con ese producto.

Sustancia nociva: Sustancia que en contacto con el organismo del hombre, en caso de violación de los requisitos de seguridad, puede provocar enfermedades o alteraciones del estado de salud durante la vida laboral o en un plazo lejano de la presente y futura generación, utilizando para su diagnóstico métodos actualizados de investigación.

Indicador biológico: Se considera a toda determinación en un medio biológico susceptible de alteración por aparición de una enfermedad o simplemente por ruptura del equilibrio fisiológico normal.

Operaciones cognitivas: Conjunto de procesos cognitivos elementales que constituyen las unidades fundamentales de los procesos psíquicos superiores. La definición de operaciones cognitivas se apoya en la concepción de la actividad psíquica como un sistema de procesamiento de la información. Aunque el número y la naturaleza específica de estas operaciones varía con los autores, son consideradas como lógicas las siguientes: codificación sensorial y semántica de la información, almacenamiento y recuperación de información, y transformación o recodificación de información.

El valor heurístico de este enfoque radica en que permite estudiar el proceso de cognición como una sucesión de estadios

o etapas de tratamiento de información, es decir, desde el punto de vista dinámico.

Paradigmas de Evaluación Cognitiva: Tareas-modelos diseñadas especialmente para la evaluación de las diferentes operaciones cognitivas o sus propiedades. Tales tareas son manipuladas por el experimentador no sólo a partir de su contenido informacional y ejecución, por lo que, por lo general, se emplean en condiciones de laboratorios y con procedimientos tipificados. En la actualidad existen algunos de estos paradigmas que se consideran clásicos en psicología cognitiva. En el siguiente cuadro se mencionan los que utilizaremos nosotros y su objetivo:

Paradigma de STERNBERG	Evaluación de la capacidad de recuperación de información a Medio Plazo.
Paradigma de POSNER	Velocidad de recuperación de información a Largo Plazo.

En el campo de la Medicina del Trabajo existen varios antecedentes en la aplicación de estas baterías psicodiagnósticas para la evaluación toxicológica.

Tiempo de Reacción: El intervalo de tiempo que transcurre desde la aparición de un estímulo y el inicio de la respuesta del sujeto. Se considera como la suma de dos tiempos: el decisional y el motor.

Como antecedente tenemos el trabajo de Gamberale y Hultengren.

Rendimiento: Medida cuantitativa y cualitativa del éxito de un sujeto en la ejecución de una tarea. Se mide por el número de éxitos, fracasos y el tiempo total empleado.

Memoria Icónica: Estado más temprano de procesamiento cognitivo de información visual. Sus características distintivas como proceso de conservación de información son: su gran capacidad para la recepción de detalles, su fidelidad y su brevísima duración (200-250 ms). En la modalidad auditiva se ha descrito un estadio comparable llamado memoria ECOICA.

Velocidad de conducción nerviosa: Es el tiempo que tarda en recorrer un impulso un determinado fragmento de nervio.

Latencia: Intervalo de tiempo que media entre aplicación de estímulo y el registro de la respuesta. En el caso de un nervio sensitivo es el tiempo que tarda en recorrer sólo la fibra; en el motor comprende también la transmisión neuromuscular.

* * *

BIBLIOGRAFIA

Fernández Osorio, Jorge R. *Alteraciones psicológicas en los trabajadores expuestos a sustancias tóxicas. Su importancia desde el punto de vista preventivo.* México.

Problemas de Toxicología Industrial. CAME. Moscú, 1986.

Embid A. *Lo que aún no le han contado sobre el cáncer.* Ed. Integral. Barcelona, 1986.

Enciclopedia de Medicina. Higiene y Seguridad del Trabajo. Oficina Internacional del Trabajo. Ministerio del Trabajo. Instituto Nacional de Previsión. Madrid, 1975.

El síndrome orgánico-cerebral por disolventes orgánicos. Instituto Mexicano del Seguro Social. Subdirección General Médica. México, 1984.

- Recomendaciones metodológicas y orientaciones prácticas para la evaluación psicológica de trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas. Junio, 1985. Viceministerio de Higiene y Epidemiología. Instituto de Medicina del Trabajo. Departamento de Psicología.
- Ramírez Pérez, J. A. La toxicología conductual: un estudio experimental con ratas inoculadas con Biosfer-DT-22. Tesis de la Maestría Internacional en Salud Ocupacional. Cuba, 1985.
- Luria, A. R. El Cerebro en acción. Ed. R. La Habana, 1974.
- Ardilla, A. 1979. Psicofisiología de los procesos complejos. Ed. Trillas. México, 1979, 1.ª edición.
- Mayor, J., y col. 1985. Boletín de la Sociedad Cubana de Psicología de la Salud.
- Mendoza, A., y González, Y. Nivel de activación cortical y velocidad de procesamiento de la impresión lineal en el retrasado mental leve. Trabajo de Diploma. 1985-1986.
- Vernon, P. A. 1983. Serped Of. Information Processing and general intelligence 7.
- Jensen, A. (1982) RT and Psychometric G. A model for intelligence (Springer-Verlag, 1982). H. J. Eysenck (Ed.).
- Neisser, V. 1969. Psicología Cognitiva. Ed. Trillas. México, 1969.
- Zabialov, V. Fisiología general de los tejidos excitables. Editorial Científico-técnica. La Habana, 1975.
- SNPHT Aire en la zona de trabajo. Dererminación de Tolueno. Cuba, 1984.
- SNPHT Aire en la zona de trabajo. Requisitos Higiénico-sanitarios generales. Cuba, 1980.
- Organización Mundial de la Salud. Tolueno. Serie Salud Ambiental. Criterio 52. 1985.
- Sternberg, S. The discovery of processing stages. Extension of Dender's Method. Acta Psychologica 30, 1969.
- Posner, M. J. On the relation between detras names and superordinate categories. Quaterly J. of Exper. Psychol 22, 1970.
- Smith, P. J. The use of Sternberg's Memory-Scanning Paradigm in Assessing Effects of Chemical Exposure Human Factor. 123 (6), 1981.
- Orto, D. Aplicación de a portable Microprocesser Basep system for Electrophysiological Field Testing of Neurotoxicity Neurobeha Toxicol and Teratol. Vol. 7 (1985).
- Gamberale, F., y Hultregren, M. Toluene exposure. II Psychophysiological functions. Work-environment-health, 9: 131-139 (1972).
- OMS. Límites recomendados por razones de salud en la exposición profesional a determinados solventes orgánicos. Serie de informes técnicos 664. OMS. Ginebra, 1982.
- Courin, P., y col. Potenciales evocados en la tarea de Sternberg. Revista del Hospital Psiquiátrico de La Habana. Vol. XXVI. 1985.
- Grasso, P. et al. Neurophysiological and pychological disorders and occupational exposure to organic solvents. Fd. Chem. Toxic. Vol. 22, núm. 10, págs. 819-852, 1984.
- González, J., y col. Evaluación perceptual en trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas. Memoria de la tercera jornada de psicometría. Hospital Psiquiátrico de La Habana, 1983.
- Saccuzzo, D., et al. Backward working mesuare of slow processing in schizophenic Spectrum J. of Abnorm. Psychol. Vol. 38, núm. 5, 1981.
- Mayor, J., y col. Efectos del mercurio metálico sobre la memoria ultra corta. Boletín de Psicología, vol. 6, mayo-agosto, 1986.
- Porrino, Y. Empirical evidence of bias in choise reaction time experiments. Braim and cognition.