

LOS PLAGUICIDAS Y EL AMBIENTE ¹

Cambios en el efecto de los plaguicidas sobre la salud del hombre

Dr. John E. Davies ²

Existe una tendencia creciente a utilizar insecticidas a base de organofosfatos en lugar de los organoclorados que son menos tóxicos pero de acción más persistente. En este artículo se examina la intoxicación por organofosfatos, el diagnóstico, el tratamiento y las medidas preventivas. Asimismo se hace referencia a los problemas de la contaminación de los plaguicidas organoclorados y se recomienda una vigilancia internacional más completa mediante el establecimiento de grupos de protección contra los plaguicidas.

Introducción

Las características cualitativas del espectro de las sustancias químicas que se utilizan en la agricultura y en salud pública para el control de plagas y vectores están cambiando constantemente. Entre los numerosos factores que influyen en la selección de sustancias químicas de uso en la agricultura y en la salud pública, procede mencionar los cambios en la especie de insectos predominantes, la resistencia a los plaguicidas seleccionados, las alteraciones en la economía de la producción de cultivos y el efecto de estas sustancias sobre especies que no son objeto de ataque en el ambiente.

En los últimos tres o cuatro años se ha abandonado el empleo de los plaguicidas organoclorados más persistentes en favor de grupos de plaguicidas a base de organofosfatos y carbamatos de acción más rápida

y generalmente más tóxicos. El cuadro 1 presenta cifras relativas a la producción de plaguicidas en los Estados Unidos de América correspondientes a 1960-1970, que caracterizan los cambios que se están efectuando.

Es posible prever que dichos cambios plantearán problemas para la salud del hombre. Los organofosfatos, debido a su toxicidad, y los plaguicidas organoclorados, por su persistencia, plantean problemas médicos diferentes. Con frecuencia creciente se solicita a los médicos y veterinarios que traten una gran variedad de intoxicaciones por plaguicidas y al mismo tiempo que asesoren respecto a problemas de contaminación humana y animal creados por la acción de los plaguicidas persistentes.

Al tratar de examinar estos diversos problemas cambiantes de exposición a los plaguicidas, en este trabajo se analizarán primero los aspectos clínicos de la toxicidad del ser humano derivada de la exposición a los organofosfatos; luego, se examinará la posibilidad de capacitar y vigilar al trabajador expuesto, y por último, se resumirá la epidemiología de los residuos de DDT en el hombre. Asimismo se formula un posible plan de vigilancia internacional mediante la

¹ Trabajo presentado a la V Reunión Interamericana sobre el Control de Fiebre Aftosa y Otras Zoonosis, celebrada en México, D.F., del 10 al 13 de abril de 1972. La investigación presentada recibió el apoyo de la División de Plaguicidas, Estudios de la Comunidad, Oficina de Plaguicidas, Organismo de Protección Ambiental, por conducto de la División Estatal de Salud de Florida (contrato 68-03-0088). Se publicó en *English Edition of Boletín de la OSP*, Vol. VI, No. 3 (1972), págs. 24-32, y en la *Publicación Científica de la OPS* 256, págs. 35-44.

² Profesor Asociado, Departamento de Medicina, Universidad de Miami, Miami, Florida.

CUADRO 1—Producción de plaguicidas en los Estados Unidos de América, en millares de libras.

Compuestos	1960	1962	1964	1966	1968	1970
Arsenato de calcio	6,590	4,660	6,958	2,890	3,398	1,418
Arsenato de plomo	10,062	9,990	9,258	7,328	9,016	9,142
Sulfato de cobre	116,000	79,968	83,768	103,416	87,568	101,136
Grupo aldrín-toxafeno ^a	99,671	106,276	105,296	130,470	115,974	107,311
Hexacloruro de benceno ^b	37,444	12,022	—	—	—	—
DDT	164,180	167,032	123,709	141,349	139,401	123,103
Metilbromuro	12,659	12,757	16,994	16,345	20,454	20,033
Metilparatión	11,794	16,156	18,640	35,862	38,163	50,572
Paratión	7,434	8,786	12,768	19,444	—	—
Ferbám	2,529	2,966	1,838	1,379	1,900	—
Nabám	2,978	4,216	2,251	2,053	—	1,938
Zineb	—	—	6,664	4,721	3,081	—
2,4-ácido D	36,185	42,997	53,714	68,182	79,263	47,077
2,4,5-ácido T	6,337	8,369	11,434	15,489	17,530	4,999
Otros plaguicidas orgánicos ^c	277,229	348,967	437,943	577,816	698,253	729,210

^a Comprende los compuestos clorinados aldrín, clordano, dieldrín, endrín, heptacloro y toxafeno.

^b Cifra bruta de producción (el contenido de isómero gamma fue 7,700,000 libras en 1961; 3,400,000 libras en 1962 y 1,800,000 libras en 1963); no se dispone de datos desde 1963.

^c Comprende sustancias como fungicidas a base de ditiocarbamato, malatión, metoxicloro, captán, TDE (1,1-dicloro-2,2-bis(p-clorofenil 1)-etano; TDE técnico también contiene algo del isómero o,p'), rodenticidas orgánicos, etc.; no incluye algunos fumigantes.

Fuente: Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos de América, *Agricultural Statistics*, 1968 y 1970.

organización de grupos de protección contra los plaguicidas.

Intoxicación con plaguicidas

Los organofosfatos, más que cualesquiera otros plaguicidas, causan el mayor número de intoxicaciones en el hombre; entre estos, el paratión etílico es el que con más frecuencia causa intoxicaciones accidentales, ocupacionales y epidémicas. La enfermedad resultante puede asemejarse a varias de las otras emergencias médicas más comunes, tales como infarto del miocardio, encefalitis y edema pulmonar. En los niños, el trastorno se ha confundido con asma, epilepsia y neumonía. El médico no siempre logrará obtener antecedentes claros de la exposición, y en varios informes se ha descrito la intoxicación con paratión mediante mecanismos de exposición bastante extraños.

Por ejemplo, recientemente un grupo de niños sufrieron intoxicación por exposición a paratión en polvo vendido ilícitamente. El vendedor, que con frecuencia visitaba las casas pobres, vendía este plaguicida en sacos

de papel sin etiqueta, y recomendaba su empleo en el hogar para matar cucarachas (1). En otra ocasión, el material se vendió a una barbería; en otros lugares, los niños se intoxicaron por haber usado pantalones de mezclilla contaminados o comido tierra contaminada previamente por derrame de paratión (2, 3). Otro mecanismo común de intoxicación es el envase del plaguicida que con mucha frecuencia se vende después en el mercado libre o se lleva al hogar desde el campo a fin de utilizarlo como depósito para la basura o para mezclar y almacenar alimentos.

Conviene mencionar también la posible contaminación de los almacenes de plaguicidas cuando estos necesitan reparación. El derrame de plaguicidas es frecuente y si los pisos no son de concreto, la contaminación del suelo puede revestir graves proporciones. Si este sector se inunda posteriormente, la tierra contaminada puede deslizarse hacia el camino y penetrar en los almacenes de alimentos vecinos. Situaciones como estas explican la intoxicación por plaguicidas de tipo epidémico y quizá no sea fácil identificarla si se carece de servicios de diagnóstico.

La enfermedad

Los síntomas suelen manifestarse de dos a cuatro horas después de la exposición de la piel y de 15 a 60 minutos después de la ingestión. Estos se deben a inhibición de la colinesterasa y los efectos son tanto muscarínicos como nicotínicos, que se manifiestan debido a la acumulación de acetilcolina.

Los efectos muscarínicos comprenden náusea, vómito, dolores abdominales, defecación involuntaria, diarrea, sudor, salivación, dolor al pecho, y nublado de la vista debido a miosis. Los efectos de la nicotina comprenden debilidad, fasciculación, crispatura y parálisis flácida. Cuando están afectados los músculos de la respiración, hay dificultades respiratorias que conducen hasta la apnea y la muerte. La muerte se debe a insuficiencia respiratoria, que puede ser el resultado de la parálisis de los músculos de la respiración o el bloqueo de los tubos bronquiales con secreciones y constricción de los pequeños bronquiolos.

El paciente experimenta ansiedad, inquietud y pronto puede tener convulsiones y entrar en coma. Al principio se pone pálido, suda, tiene espuma en la boca; generalmente se reducirá el tamaño de la pupila aunque en varios casos esta puede dilatarse. Los signos cardiovasculares comprenden taquicardia e hipertensión y se han notificado varias alteraciones electrocardiográficas anormales. Las anomalías neurológicas comprenden parálisis flácida y alteraciones electroencefalográficas. Si la hipoxia no se corrige rápidamente, las alteraciones del sistema nervioso central pueden ser irreversibles.

Diagnóstico de laboratorio

Antes de analizar este aspecto es importante destacar que el diagnóstico de intoxicación por organofosfatos por el médico o veterinario debe basarse en los hallazgos clínicos puesto que no hay tiempo para esperar los resultados de laboratorio antes

de comenzar el tratamiento. Por consiguiente, el laboratorio proporciona las pruebas confirmatorias. Colinesterasa baja en los eritrocitos y en el plasma es bastante indicativa de intoxicación por organofosfatos.

Se dispone de varios métodos de laboratorio para medir estas enzimas, pero los que se utilizan con más frecuencia son el método automatizado para determinar el "pH-stato" y el método electrométrico de Michel. Las escalas normales de valores obtenidos por el método Michel varían de 0.39 a 1.02 Δ pH/hr respecto a la colinesterasa en los eritrocitos y de 0.44 a 1.63 Δ pH/hr en los varones (4). En las mujeres se registran niveles ligeramente más bajos. En cuanto al "pH-stato", la variación es de 8 a 17 μ M/ml/min para los eritrocitos y de 1.2 a 5.5 μ M/ml/min respecto a la colinesterasa en el plasma (5). Se dispone de varios estuches para efectuar pruebas colorimétricas y esta cuestión ha sido muy bien analizada por Witter (6).

La mayoría de los plaguicidas a base de organofosfatos reducen la colinesterasa tanto en el plasma como en los eritrocitos, pero con Dursban (R)³ sólo se inhibe la colinesterasa en el plasma. En el caso de los carbamatos, la reactivación de esta enzima es rápida y a veces, cuando llega el momento de analizar los resultados, estos ya se encuentran dentro de variaciones normales.

Es muy importante obtener sangre para la prueba de colinesterasa antes de introducir las oximas, ya que estos antídotos producen una rápida reactivación de la colinesterasa sanguínea y se pierde la información sobre el nivel básico. La sangre debe recogerse en un tubo de heparina y refrigerarse.

La colinesterasa, tanto en los eritrocitos como en el plasma, puede reducirse en muchas otras condiciones. Por ejemplo, la

³ Fosforotiato de O,O-dietil O-3,5,6-tricloro-2-piridil.

colinesterasa en el plasma puede reducirse en la enfermedad hepática, la malnutrición, el infarto del miocardio, y después del empleo de ciertas drogas. Se observa también una anomalía genética cuando algunas personas, normales en otros sentidos, muestran una sensibilidad inusitada a los inhibidores de esterasa amónica cuaternaria. Estas personas pueden experimentar dificultades con la anestesia con succinilcolina. La inhibición de la colinesterasa en los eritrocitos se manifiesta en la esclerosis diseminada, la hemoglobinuria nocturna paroxística y en el recién nacido.

La medición de los niveles de metabolitos de los plaguicidas en el laboratorio también proporciona valiosa información sobre la intoxicación con plaguicidas. Por ejemplo, el paranitrofenol (PNP), que es un metabolito del paratión excretado por las vías urinarias, el clortión y el EPN,⁴ permitirán la identificación más específica de las características químicas del intoxicante y proporcionará información química útil sobre la magnitud de la exposición inicial y la necesidad de medicación continua con atropina.

El alfa-naftol y el isopropoxifenol son ejemplos de los metabolitos de carbaril y OMS-33 (Baygón)⁵ que pueden detectarse fácilmente en las intoxicaciones con estos carbamatos. Su identificación proporciona información adicional sobre la intoxicación con estos agentes.

Los estudios sobre cromatografía de gas, uno de los procedimientos de diagnóstico más sensibles que el laboratorio puede aplicar durante una intoxicación, constituyen la prueba definitiva para el diagnóstico de laboratorio. Mediante los análisis de columna múltiple y con el detector fotométrico de llama se puede determinar la naturaleza exacta del plaguicida en el contenido gástrico del paciente, en la sangre y en los otros tejidos.

Tratamiento

Los cuatro elementos principales del tratamiento son: 1) restauración de las vías respiratorias y corrección de la hipoxia; 2) terapia a base de atropina y oxima; 3) descontaminación, y 4) investigación en el lugar de la intoxicación.

Restauración de las vías respiratorias y corrección de la hipoxia. Las secreciones de la boca y la faringe deben limpiarse con el dedo o mediante succión e insertarse un conducto de aire. Puede ser necesaria la intubación endotraqueal, y conviene inflar el manguito antes de proceder al lavado gástrico, a fin de evitar la aspiración de las materias vomitadas. Para corregir la hipoxia se deben emplear métodos de presión positiva de respiración artificial o un 50% de oxígeno con un catéter nasal.

Terapia a base de atropina. La atropina salva la vida y debe administrarse lo más pronto posible. La dilatación de la pupila y un ritmo cardíaco de 140 pulsaciones por minuto son los puntos claves del tratamiento. A los niños se les administran dosis proporcionalmente menores, pero en este caso también la atropinización es la condición deseada en todos los casos. Goetsche, al describir un caso grave de intoxicación en un rociador adulto que debió ser tratado con atropina durante 18 días, notificó que la dosis diaria más alta fue de 445 mg (7).

El tratamiento a base de atropina sobre el terreno se justifica cuando esta medida va seguida de la admisión subsiguiente al hospital o a la clínica. Es totalmente impropio administrar 1 ó 2 dosis sobre el terreno y luego dejar que el trabajador regrese a su casa. Cuando se administra como primer auxilio sobre el terreno y en la inteligencia de que dicho procedimiento es una medida preliminar para la hospitalización, la Organización Mundial de la Salud ha recomendado el uso de inyectores de atropina automáticos, de los que se debe

⁴ Bencenotiofosfonato de O-etil-o-p-nitrofenil.

⁵ O-isopropoxifenil metilcarbamato.

disponer con facilidad durante la temporada de rociamiento.

Cuando los servicios de laboratorio son adecuados, es posible vigilar a la víctima gravemente intoxicada determinando tres parámetros toxicológicos: mediciones de colinesterasa, nivel de la excreción de metabolitos en la orina y niveles del plaguicida en la sangre. La figura 1 muestra la dinámica toxicológica en un caso de envenenamiento con paratión que sufrió un rociador de 45 años de edad; se observará el rápido aumento de la colinesterasa en los eritrocitos después de la administración de pralidoxima (2-PAM).

Terapia a base de oxima. En los Estados Unidos de América la oxima más utilizada en el tratamiento de intoxicaciones por organofosfatos es la 2-PAM. Es especialmente eficaz para aliviar la debilidad

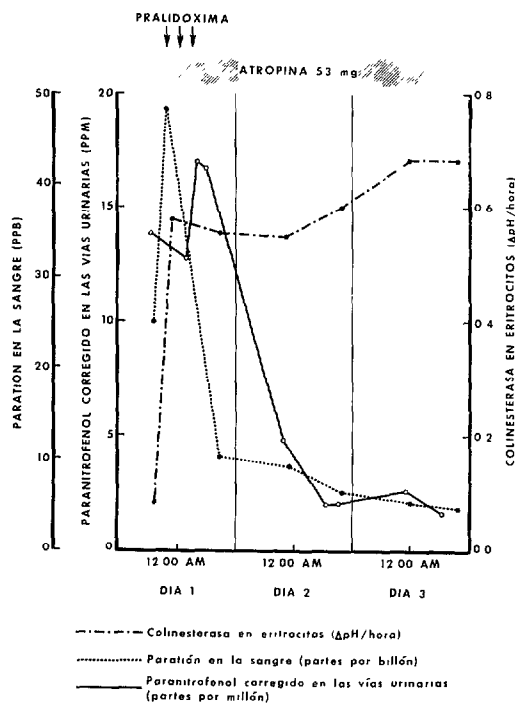
muscular generalizada y la debilidad muscular respiratoria. Debe administrarse juntamente con atropina, lo más pronto posible. La dosis normal para adultos es 1 g por vía intravenosa, de preferencia como infusión de 250 cc de solución salina administrada en un período de 30 minutos. Si esto no es factible, se puede administrar una inyección intravenosa lenta de una solución al 5% en agua en un período de dos minutos como mínimo. Puede administrarse una segunda dosis en una hora. En los niños la dosis es proporcionalmente menor: para un niño de 10 años de edad suele ser de 0.5 g.

Estas oximas actúan deshaciendo la unión de los plaguicidas organofosfatados y liberando la colinesterasa. No son uniformemente activas contra todos los organofosfatos y no se recomienda su empleo en los casos de intoxicación por carbamatos. Sin embargo, los hospitales y las clínicas que atienden a los rociadores que trabajan con insecticidas organofosfatados deben tener siempre existencias de este valiosísimo antídoto.

Descontaminación. El trabajador debe quitarse la ropa y lavarse muy bien la piel con agua y jabón, prestando especial atención al cabello y a la eliminación de residuos debajo de las uñas. Después de la ingestión, el lavado gástrico es esencial. Conviene retener el líquido del primer lavado para realizar estudios toxicológicos.

Investigación en el lugar de la intoxicación. Siempre deben notificarse los casos graves de intoxicación con plaguicidas a las autoridades de salud y agricultura competentes, ya que a menudo la visita posterior de estas personas al lugar impedirá otras intoxicaciones. A los otros trabajadores se les puede instruir en lo que respecta a la salud, y en caso de contaminación grave en el hogar se puede explicar a sus moradores la manera de descontaminar el ambiente hogareño con sosa cáustica.

FIGURA 1—Cambios secuenciales en los eritrocitos, paratión en la sangre y parantirofenol en la orina en un caso grave de ingestión oral de paratión tratado con 3 dosis de 1 g de pralidoxima y 53 mg de atropina.



Capacitación y vigilancia

Los riesgos ocupacionales de la persona que trabaja con plaguicidas pueden mitigarse en gran parte mediante la educación prudente con anterioridad al empleo. Conviene explicar la naturaleza de las sustancias químicas que se utilizarán y su posible absorción por la piel, la boca y los pulmones. Se debe subrayar la necesidad de lavarse cuidadosamente las manos y de cambiarse la ropa después del trabajo; debe hacerse hincapié en los beneficios que se derivarán del uso de ropa protectora.

Cuando las personas que trabajaban con plaguicidas organoclorados empiezan a utilizar los organofosfatos, de mayor toxicidad, no comprenden totalmente los riesgos que implican esas últimas sustancias químicas. Estos riesgos deben explicarse y destacarse, sobre todo la importancia de evitar la contaminación de la piel. Debe desalentarse el trabajo descalzo o el empleo de zapatos de lona; es preciso descartar las máscaras y guantes rotos, y deben subrayarse los riesgos especiales que entraña la manipulación del concentrado.

También es indispensable insistir en los posibles riesgos que entraña el envase del plaguicida para la comunidad; debe pedirse al trabajador que enjuague el tambor vacío, perfore la base con una piqueta y lo entierre. Recientemente varias empresas químicas industriales han empezado a utilizar sacos de polietileno dentro de los envases de metal, reduciendo así los riesgos si después se usan estos envases para otros fines.

En el plano nacional, se podrían impedir muchas intoxicaciones si se estudiaran y planificaran cuidadosamente todas las fases del transporte, embarque y almacenamiento de plaguicidas. Convendría ejercer cuidado especial en los muelles para evitar daño a los tambores de plaguicida. Después las sustancias químicas deben retirarse de los muelles para guardarse en un edificio de

concreto, sobre un caballete firme a distancia del suelo y lejos de los alimentos. Los tambores, al ser transportados desde las bodegas, deben estar bien sujetos y mantenerse lejos de los alimentos.

En cuanto a la rotulación, las instrucciones deben estar claramente impresas en el idioma del país donde se usará el plaguicida, empleando símbolos descriptivos para ayudar a las personas analfabetas. En el terreno, los plaguicidas deben guardarse siempre en el envase original y, a través de los órganos de información pública, conviene desalentar la práctica de transferir estas sustancias a otros envases, tales como botellas de bebidas gaseosas y botellas de licor vacías.

Además de estas medidas encaminadas a promover la manipulación más segura de plaguicidas, el trabajador recibirá protección óptima en lo que respecta a su salud personal si se instituyen programas sistemáticos de pruebas de colinesterasa y orina. Con los programas de pruebas de colinesterasa suele ser conveniente alejar al trabajador de una exposición ulterior a plaguicidas organofosfatados si este revela una reducción de 50% o más de sus valores básicos de colinesterasa.

Cuando no se dispone de datos básicos, en la Florida hemos adoptado la práctica de alejar de la exposición ulterior a organofosfatos a las personas que presentan un nivel de colinesterasa en los eritrocitos de $0.40\Delta\text{pH/hr}$ o menos (Michel). Durante un período de estudio de cinco años, hemos comprobado que muchos trabajadores son asintomáticos en estos niveles y en niveles inferiores, pero con el tiempo esta cifra arbitraria de $0.40\Delta\text{pH/hr}$ de colinesterasa en los eritrocitos ha demostrado su confiabilidad.

Generalmente volvemos a examinar la sangre después de tres semanas, durante las cuales el individuo se ocupa de la manipulación de otras sustancias químicas, tales como fertilizantes. Después de este

intervalo, generalmente no hay peligro en que el trabajador vuelva al trabajo previo a su exposición.

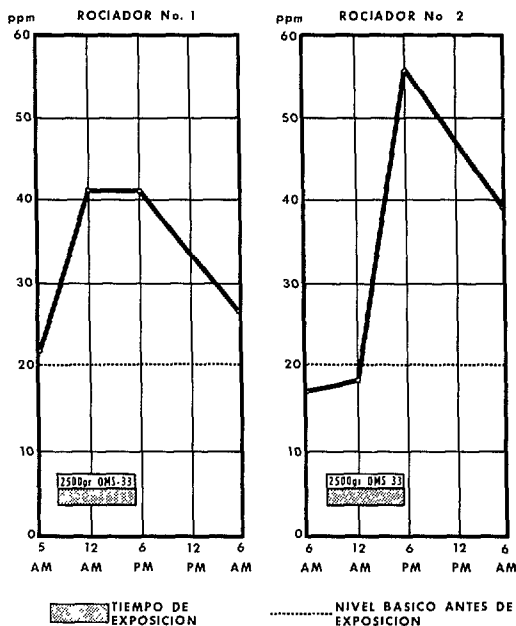
La vigilancia de los metabolitos en la orina constituye otro enfoque a la vigilancia ocupacional que facilita la cuantificación de la exposición en el trabajo. Entre las publicaciones sobre esta materia hay varios informes que describen el uso de parantirofenol como medio de vigilar al trabajador ocupacionalmente expuesto (8, 9). La técnica de determinación de los metabolitos en las vías urinarias ofrece ventajas concretas especiales sobre la vigilancia de la colinesterasa en la exposición a carbamatos debido a la reversibilidad *in vitro* e *in vivo* de la inhibición de la colinesterasa que se manifiesta con esta clase de insecticidas (10).

Durante los ensayos sobre el terreno de OMS-33 (Baygón) para la Organización Mundial de la Salud en El Salvador, el autor investigó la posibilidad de excreción en las vías urinarias de isopropoxifenol, el metabolito de este plaguicida, en rociadores expuestos. La figura 2 muestra la excreción en la orina de isopropoxifenol en dos rociadores después de exposición ocupacional al OMS-33 (Baygón). La línea de guiones representa los niveles básicos generales de fenoles registrados en el grupo de rociadores, antes de comenzar el rociamiento con Baygón; la línea continua revela la excreción de isopropoxifenol después del rociamiento ocho horas al día durante dos días con un concentrado emulsionable de Baygón al 20%.

Epidemiología del DDT

En contraste con los organofosfatos, el DDT (dicloro-difenil-tricloro-etano) no ha planteado problemas graves de toxicidad humana y si bien las modalidades de uso han variado, ello obedece principalmente a la resistencia de los insectos y a las consecuencias ambientales de cantidades mínimas de este insecticida en especies que no

FIGURA 2—Excreción por las vías urinarias de isopropoxifenol en dos rociadores después de exposición a OMS-33 (Baygón) emulsionable al 20% (El Salvador, 13-14 de marzo de 1967).



eran objeto de ataque, en especial en los peces y pájaros. En el hombre, el único efecto inequívoco de la exposición prolongada ha sido la adquisición del residuo del plaguicida. Con la elaboración de medios analíticos para medir este plaguicida y sus metabolitos tanto en la sangre como en la grasa, se ha obtenido considerable información acerca de la distribución de estos residuos en la población en general.

Los plaguicidas organoclorados son solubles en la grasa y actualmente es posible detectar en el cuerpo humano cantidades mínimas de una lista creciente de sustancias químicas. La concentración de DDT y de sus metabolitos en la sangre se correlaciona en forma significativa con datos sobre el tejido adiposo; estos índices biológicos miden la exposición más que la toxicidad. En la sangre los residuos de DDT tienden a reflejar más una exposición reciente, mientras que los residuos de DDE, el principal metabolito de DDT, refleja más la exposición del individuo durante toda su

vida. En el hombre, estos índices biológicos se han usado para medir la prevalencia nacional y establecer comparaciones entre los países; se ha estimado que los cambios observados en las encuestas nacionales reflejan cambios seculares en la contaminación.

En los Estados Unidos de América, los residuos de DDT en la grasa y en la sangre son más abundantes en la población negra que en la población blanca, y aumentan con la edad hasta los 20 años (11). De ahí en adelante, los residuos de DDT aparentemente se estabilizan en los grupos de mayor edad, fenómeno que era de esperar en vista de más o menos los 22 años que han transcurrido desde que se utilizó por primera vez este plaguicida en forma general. En cuanto a la población general de los EUA, los niveles de DDT y sus metabolitos en la grasa son mayores en los estados más cálidos que en los más fríos (12). A ambos lados del Atlántico, la prevalencia de este plaguicida y sus metabolitos tiende a correlacionarse con las características climáticas específicas del país (13).

En una encuesta reciente de los niveles de DDE en suero en la población en general en el Condado Dade, Florida, se observaron niveles más elevados en las comunidades más pobres y más congestionadas (14). Además, se observó la agrupación de residuos de DDE en suero por familias (12).

Estas diversas diferencias geográficas y sociales sugieren, pues, que en los climas más cálidos las fuentes no dietéticas de DDT pueden ser tan importantes como las fuentes dietéticas de este insecticida en la exposición incidental de los seres humanos. Las encuestas sobre la presencia de polvo en las viviendas apoyan este concepto. Por consiguiente, cada método para controlar las plagas en el hogar que dejan estos residuos de polvo puede contribuir de manera importante a las fuentes no dietéticas de los residuos de DDT en el hombre, por lo menos en las regiones tropicales (15). En la población general del Condado Dade se

observó, utilizando el Índice de dos factores de Hollingshead, que, el nivel promedio de DDE en la población blanca más afluente fue de 22 partes por billón (ppb) y de 34 ppb en las clases menos privilegiadas; en los negros, el nivel promedio fue de 33 ppb en la clase social I y de 50 ppb en la clase social V. (En el Índice, los profesionales se incluyen en las clases sociales I y II, y los trabajadores semiespecializados y sin especializar, en las clases IV y V) (16). En otros estudios sobre los trabajadores expuestos por razones de empleo se registraron niveles promedio de DDE en el suero de 43 ppb en la población blanca y de 103 ppb en la población negra.

En estas y otras encuestas comunitarias no se han observado efectos adversos sobre la salud con estos niveles de residuos de DDT. En un estudio de control de casos de 18 personas con una historia clínica de cinco años de amplia exposición al DDT en una fábrica de este insecticida (que tenían niveles promedio de DDT en el suero de 573 ppb y 586 ppb de DDE), Poland y otros investigadores observaron que las únicas alteraciones bioquímicas consistieron en un aumento del 57% del 6-hidroxycortisol Beta en las vías urinarias y una reducción del 19% de la media vida del fenilbutazona en el suero (17).

El futuro

Respecto al futuro hay motivos bien fundados para organizar, a nivel internacional, grupos multidisciplinarios de protección contra los plaguicidas, en vista de los cambios en las modalidades de empleo de estas sustancias, y del peligro que plantea la intoxicación con plaguicidas de los seres humanos, y la necesidad continua de vigilar a la población en general y los residuos de alimentos. Dichos grupos deben tener la competencia necesaria para proteger los cultivos y las plantas, así como para vigilar los seres humanos, los animales y el am-

biente. Con esta combinación, las técnicas especiales de la agricultura se unirían con las necesidades y prioridades de prácticas de salud humana y animal, y satisfarían objetivamente las futuras necesidades de protección del ambiente. Estos grupos de técnicos asesorarían respecto al uso correcto e inocuo de los plaguicidas apropiados, documentarían la incidencia y los mecanismos de la intoxicación en los seres humanos, identificarían los métodos de prevención, investigarían los incidentes de destrucción imprevista de peces y otros elementos de la fauna silvestre, y constituirían una red básica para vigilar en el futuro el ambiente y la población humana en el mundo entero.

Cada grupo podría estar constituido por: 1) un especialista en protección de cultivos; 2) un especialista en salud pública; 3) un químico, y 4) un biólogo. Los miembros del grupo necesitarían tomar un curso de adiestramiento básico preliminar, quizá en centros competentes en la materia que ya existen en diversas partes del mundo. No sería ni difícil ni demoroso preparar personal que desempeñe la función que le corresponde en los grupos de protección contra los plaguicidas.

Este grupo multidisciplinario garantizaría la manipulación segura y prudente de plaguicidas, y vigilaría su acción futura en el ambiente. Debido a los muy auténticos peligros que implica el empleo de insecticidas organofosfatados tóxicos, y a la necesidad de vigilar en el plano internacional los residuos en los alimentos y en el hombre, es indispensable organizar dichos grupos si se desea hacer frente con éxito a los problemas especiales de la tecnología química en los años venideros.

Resumen

Los populares insecticidas organofosforados, como el paratión, presentan problemas graves a la salud del hombre; la exposición puede tener efectos letales rápidos a causa del bloqueo de la actividad vital de la colinesterasa. La causa inmediata de muerte suele ser la insuficiencia respiratoria derivada de la constricción bronquiolar. El restablecimiento de la función de las vías respiratorias y la corrección de la hipoxia, el tratamiento de atropina y oxima, la descontaminación y la investigación del lugar en que ocurrió la intoxicación constituyen elementos importantes de tratamiento.

Los lugares que emplean organofosfatos exigen grandes precauciones para reducir al mínimo la exposición de los trabajadores y otras personas y vigilar al personal para cualquier signo de exposición indebida. Entre las medidas sugeridas figuran el adiestramiento adecuado de los trabajadores, el empleo de ropas protectoras, y un programa ordinario de comprobación del grado de residuos en la orina y colinesterasa en sangre de los propios trabajadores.

En contraste, los estudios del DDT no han revelado ningún problema grave de toxicidad humana. (Las razones principales de rechazar los organoclorados estriban en las características de resistencia de los insectos y los posibles efectos adversos sobre algunos peces y aves.)

El establecimiento de pequeños grupos internacionales que garanticen el empleo sin riesgo de plaguicidas podría contribuir de manera considerable a la vigilancia del DDT residual y a la prevención de intoxicaciones por organofosfatos en el hombre. □

REFERENCIAS

- (1) Davies, J. E. "Problems with parathion poisoning". *J Florida Med Ass* 54:1183-1184, 1967.
- (2) West, I. y Milby, T. H. "Public health problems arising from the use of pesticides". En *Residue Reviews*, editado por F. A. Gunter. Vol. II. Springer Verlag, 1965.
- (3) Warren, M. C. et al. "Clothing-borne epidemic". *JAMA* 211:1979, 1970.
- (4) Organización Panamericana de la Salud.

- Manual clínico sobre sustancias tóxicas* (traducción de *Clinical Handbook on Economic Poisons*), por W. J. Hayes, Jr. Publicación Científica 143. Washington, D.C., 1966.
- (5) Nabb, D. P. y Whitfield, F. "Determination of cholinesterase by an automated pH-stat method". *Arch Environ Health* 15:147-154, 1967.
- (6) Witter, R. F. "Measurement of blood cholinesterase". *Arch Environ Health* 6:537-563, 1963.
- (7) Goetsche, H. "Parathion poisoning". *Ugeskrift Laeger* 132:1401, 1970.
- (8) Arterberry, J. D. et al. "Exposure to parathion". *Arch Environ Health* 3:476, 1961.
- (9) Davies, J. E. et al. "Urinary p-nitrophenol concentrations in acute and chronic parathion exposures". En *Organic pesticides in the environment* (Advances in Chemistry Series, No. 60). American Chemical Society, Washington, D.C., 1966.
- (10) Vandekar, M.; Plestina, R., y Wilhelm, K. "Toxicity of carbamates for mammals". *Bull WHO* 44:241-249, 1971.
- (11) Davies, J. E. et al. "Pesticides in people". *Pest Monit J* 2:80-85, 1968.
- (12) Secretaría de Salud, Educación y Bienestar de los E.U.A. *Report of the Secretary's Commission on Pesticides and Their Relationship to Environmental Health*, Parts I & II. Washington, D.C.: Government Printing Office, pág. 325, 1965.
- (13) Robinson, J. "Persistent pesticides". *Ann Rev Pharmacol* 10:353-378, 1970.
- (14) Davies, J. E. et al. "The role of social class in human pesticide pollution". *Amer J Epidem* 96:334-341, 1972.
- (15) Davies, J. E.; Edmundson, W. F., y Raffonelli, A. "Socioeconomic effects of human DDT pollution". (Resumen). 99a Reunión Anual de la Asociación Americana de Salud Pública (10-15 de octubre de 1971), Abstracto #305-A, pág. 75.
- (16) Hollingshead, A. B. *Two factor index of social position*. Publicado por A. B. Hollingshead, New Haven, Conn., 1967.
- (17) Poland, A. et al. "Effect of intensive occupational exposure to DDT on phenylbutazone and cortisol metabolism in human subjects". *Clin Pharmacol Ther* 11:724-732, 1970.

Pesticides and the environment (Summary)

Popular organophosphate insecticides such as parathion pose serious health hazards for man; exposure can rapidly prove fatal, because vital cholinesterase activity is blocked. The immediate cause of death is usually respiratory failure stemming from muscle paralysis or bronchiolar constriction. Important elements of treatment are airway restoration and hypoxia correction, atropine and oxime therapy, decontamination, and investigation of the place where the poisoning occurred.

Extreme caution is needed to minimize exposure of workers and others where organophosphates are being used, and to monitor workers for signs of undue exposure. Suggested

measures include proper training of workers, use of protective clothing, and a regular program for testing workers' levels of urine residues and blood cholinesterase.

In contrast, studies of DDT have uncovered no serious human toxicity problems. (The prime reasons for rejecting organochlorates are patterns of insect resistance and potential adverse effects on some fish and birds.)

Small international teams organized to assure safe use of pesticides could contribute greatly to DDT residue surveillance and to prevention of organophosphate poisoning in man.

Os inseticidas e o meio ambiente (Resumo)

Os inseticidas organofosforados como o paration são extremamente perigosos para os seres humanos, pois podem inibir a ação vital da colinesterase e causar a morte, geralmente por síncope respiratória resultante de constrição bronquiolar. No tratamento destaca-se a

restauração da passagem do ar pelas vias respiratórias, a correção da hipoxia, a administração de atropina e de oxima, a descontaminação e a pesquisa do local onde ocorreu o envenenamento.

E necessário ter o máximo cuidado para

reduzir a exposição do pessoal em serviço e outras pessoas nas áreas onde se empregam organofosforados e manter o pessoal sob observação para notar imediatamente qualquer sinal de exposição excessiva. Entre as precauções a tomar para a proteção do pessoal que trabalha com o produto, sugere-se o treinamento adequado, o uso de vestuário protetor e a medição periódica dos níveis de resíduos na urina e de colinesterase no sangue.

Já no DDT, porém, os estudos feitos não revelaram até agora qualquer problema de

toxicidade para o homem. (As razões principais da rejeição dos organoclorados são a resistência que se desenvolve às vezes nos insetos e a possibilidade de efeitos adversos para certos peixes e aves.)

A organização de pequenos grupos internacionais para promover o emprego cuidadoso dos praguicidas muito contribuiria para prevenir o acúmulo de resíduos do DDT e os envenenamentos causados pelos organofosforados.

Les insecticides et l'environnement (Résumé)

Les insecticides courants à base d'organophosphates, tels que le parathion, présente de grands risques pour l'homme; l'exposition à ces insecticides peut facilement se révéler mortelle du fait que l'activité vitale de la cholinestérase est bloquée. La cause immédiate de décès est ordinairement une insuffisance respiratoire due à une constriction des bronches. Parmi les éléments importantes du traitement, il convient de mentionner le rétablissement des voies aériennes et la correction de l'hypoxémie, le traitement par l'atropine et l'oxime, la décontamination et une étude minutieuse de l'endroit où l'empoisonnement s'est produit.

Une prudence extrême est nécessaire pour minimiser l'exposition des opérateurs et autre personnel, là où des organophosphates sont employés, et pour examiner le personnel pour des indices d'exposition excessive. Parmi les

mesures recommandées figurent une formation suffisante des opérateurs, l'emploi de vêtements protecteurs et un programme courant comportant la détermination des niveaux du résidu urinaire et de la cholinestérase sanguine du personnel.

Par contre, les études effectuées sur la DDT n'ont pas révélé de problème de toxicité sérieux chez l'homme. (Les raisons principales qui motivent l'exclusion des organochlorates sont la forme de résistance des insectes et les effets nuisibles éventuels sur un certain nombre de poissons et d'oiseaux.) Des équipes internationales réduites, chargées d'assurer un emploi sans danger des insecticides, pourraient constituer une aide importante pour la surveillance de l'effet rémanent du DDT et la prévention de l'empoisonnement par les organophosphates chez l'homme.