

# Revista de la Facultad de Medicina

Volumen  
*Volume* 44

Número  
*Number* 6

Noviembre-Diciembre  
*November-December* 2001

*Artículo:*

## Aprendizaje basado en problemas (ABP)“La huerta de Arnulfo”

Derechos reservados, Copyright © 2001:  
Facultad de Medicina, UNAM

### Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

### *Others sections in this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**Medigraphic.com**

## Educación médica

## Aprendizaje basado en problemas (ABP)

### “La huerta de Arnulfo”

Alfonso Efraín Campos-Sepúlveda,<sup>1</sup> José Luis Figueroa-Hernández,<sup>1</sup> Yolanda Rojas-Mejía,<sup>1</sup> Nicandro Mendoza-Patiño,<sup>1</sup> Marte Lorenzana-Jiménez,<sup>1</sup> Enrique Gijón-Granados,<sup>2</sup> Samuel Santoyo-Haro,<sup>3</sup> Ma. Teresa Cortés-Gutiérrez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Farmacología.

<sup>2</sup> Departamento de Fisiología.

<sup>3</sup> Secretaría General, Facultad de Medicina, UNAM.

**Material del alumno.** Campesino de 28 años, originario y residente de Los Reyes, Mich, una región agrícola, que ingresó al servicio de urgencias porque al estar fumigando en el campo presentó náusea y vómito, con diaforesis excesiva, lagrimeo abundante, rinorrea y visión borrosa; 15 min después, presentó opresión en el pecho, dolor abdominal con diarrea profusa y continuó el vómito. Exploración física: FC 40/min, disnea en reposo, sialorrea y obnubilación. Como medidas de urgencia, se le quitó la ropa, se le aplicó un baño de esponja con jabón neutro y agua abundante, y se mantuvo con respiración asistida e inmediatamente se le administró sulfato de atropina (Tropin Z), 4 mg IM y se continuó, por la misma vía, con 2 mg cada 30 minutos hasta que disminuyó la sialorrea. También se administró clorhidrato de pralidoxima, 1g disuelto en 100 mL de solución salina fisiológica, por infusión IV continua durante 30 min. Se determinó la concentración de acetilcolinesterasa plasmática a intervalos de 6 horas durante las primeras 24 horas. Se mantuvo al paciente en observación constante hasta la desaparición total de los síntomas, lo que ocurrió a los cinco días.

En este momento, los alumnos deben descubrir pistas y hechos orientadores así como definir el o los problemas y plantear hipótesis, explicaciones y diagnósticos prespcionales.

Los datos que pueden considerarse orientadores son: el hecho de que es un campesino que al estar fumigando presentó náusea y vómito, acompañado de diaforesis excesiva, lagrimeo abundante, rinorrea y visión borrosa; que poco tiempo después, presentó opresión en el pecho, dolor abdominal con diarrea profusa. Además es importante señalar que cursaba con bradicardia, disnea en reposo acompañada de obnubilación.

La serie de manifestaciones clínicas corresponden a una hiperactividad colinérgica, y por la actividad que estaba desarrollando Arnulfo, los síntomas son debidos a la intoxicación por un insecticida.

Los objetivos del aprendizaje o las áreas que es necesario revisar son: aspectos fisiológicos y farmacológicos del Sistema Nervioso Central (SNC) y Autónomo (SNA), mecanismos de acción de los inhibidores de la acetilcolinesterasa, los

aspectos farmacocinéticos, farmacodinámicos y toxicológicos de los insecticidas organofosforados; así como las medidas generales y específicas en el manejo integral terapéutico de este tipo de intoxicaciones.

#### Hipótesis /diagnósticos prespcionales/ explicaciones:

Intoxicación aguda o crónica por insecticidas organofosforados o por carbamatos; intoxicación aguda por hongos del género *Amanita muscaria*.

#### Discusión

Se trata de un caso de intoxicación accidental aguda de tipo laboral que se presenta frecuentemente en la zona rural y con menor frecuencia en las áreas urbana y metropolitana. La importancia del caso radica en que el alumno de medicina en proceso de formación y el médico en ejercicio deben estar capacitados para identificar, diagnosticar, afrontar y resolver satisfactoriamente este tipo de urgencias toxicológicas. El problema permite analizar la importancia de decidir sobre la aplicación de las **medidas generales urgentes y las específicas** en este tipo de intoxicaciones.

Es importante señalar que el agente causal de la intoxicación de Arnulfo fue el paratión, sustancia del grupo de los insecticidas organofosforados (IOP) ampliamente utilizada en la agricultura que *per se* es muy poco tóxico y que requiere bioactivarse a paraoxón, a través de un proceso oxidativo de desulfuración, convirtiéndose en un producto sumamente tóxico que acorde con la clasificación toxicológica (cuadro 1) le corresponde un índice de seis (sustancia supertóxica) y que fue responsable de las manifestaciones. Este grupo de sustancias que fueron desarrolladas inicialmente como insecticidas, dieron origen a la síntesis de potentes gases neurotóxicos como el somán, el sarín y el tabún que se emplearon como “armas químicas” durante la Segunda Guerra Mundial.

En la actualidad, en nuestro país existen en el comercio numerosos organofosforados (cuadro 2) y carbamatos (cu-

**Cuadro 1.** Clasificación tóxica de las sustancias de acuerdo con el índice toxicológico con base en la dosis letal cincuenta ( $DL_{50}$ ) en roedores.

Índice toxicológico	Dosis letal probable por vía oral, en el humano		Para una persona de 70 kg
	Dosis (mg/kg)		
6 Super tóxica	Menos de 5		Menos de 1 mL
5 Extremadamente tóxica	5 a 50		Entre 1 y 5 mL
4 Muy tóxica	50 a 500		Entre 5 y 30 mL
3 Moderadamente tóxica	500 a 5,000		Entre 30 y 480 mL
2 Poco tóxica	5,000 a 15,000		Entre 480 y 946 mL
1 Prácticamente no tóxica	Mayor a 15,000		Más de 946 mL

**Cuadro 2.** Insecticidas organofosforados.

Nombre genérico	Otros nombres	DL50 (mg/kg) oral	CT
Azimphos etil	Gusation etilico, cotnion etílico	18	5
Carbophenothon	Trithion	3.2	6
Coumaphos	Coral, asuntol, resistox	56 a 230	5
Chlorfenvinphos	Birlane	10 a 39	5
Chlorpiriphos	Dursban, Iorsban	163	4
Demeton	Sytox, mercaptophos	2.5 a 12	6
Dichlorvos	DDVP, Dichorphos	56 a 80	4
Dicrotophos	Bidrin, carbicon	22	5
Dimethoato	Rogor, Roxion, Fostion, Cygon	320 a 380	4
Folimat	Omethoate	50	4
Hostathion	HOE-2960, triazophos	82	5
Leptophos	Phosvel	52.8	5
Malation	Cythion, Fyfanon, lucation	1375	3
Methidathion	Supracid, ultracide	65	4
Metilparation	E-601, Folidol	9 a 25	5
Monocrotofos	Azodrin, Nuvacron	20	5
Nemacur	Bay-68138	8.1 a 9.6	5
Phentoate	Cidial	300 a 400	4
Phosdrin	Mevinphos	3.7 a 12	6
Phosphamidon	Dimecron	20 a 22.4	5
Tamaron	Monitor, metamidophos, ortho 9006	18.9 a 21	5
Thimet	Phorato	2 a 4	6

dro 3), destinados al uso agrícola como insecticidas, acaricidas y nematicidas con aplicación forestal, pecuaria y sanitaria, lo anterior representa un riesgo potencial para el usuario ya que estos agroquímicos se encuentran a la venta libre en presentaciones de concentrado emulsionable, polvo humectante o aerosol.

Los IOP son sustancias peligrosas, si bien el riesgo de estar expuestos a ellas es bajo; no obstante, la exposición laboral a estos compuestos está asociada principalmente con personas involucradas en operaciones agrícolas como en el caso de Arnulfo e industriales que manufacturan, formulan, transportan o aplican tales compuestos. Sin embargo, estudios epidemiológicos señalan que los niños son las víctimas con más alto índice de intoxicaciones mortales. Los estudios de toxicidad ocupacional por agroquímicos indican que los IOP son los agentes que inducen intoxicaciones con mayor frecuencia, siendo el paratión el agente causal del mayor número de casos.

Los IOP comprenden diversas estructuras químicas que tienen en común la condensación de ésteres y tioésteres del ácido fosfórico, en este sentido, se han desarrollado numerosos congéneres con el propósito de aumentar su selectividad, de modificar sus características toxicocinéticas o modificar su toxicidad inherente; sin embargo, todos ellos comparten el mecanismo de acción tóxica en que a través de un proceso de fosforilación inhiben selectivamente y de manera irreversible a la acetilcolinesterasa, enzima que en condiciones normales es acetilada por la acetilcolina endógena y ésta es hidrolizada en fracciones de segundo en colina y ácido acético (figura 1), tanto en los insectos como en los mamíferos; la fosforilación les confiere su utilidad como plaguicidas.

En la intoxicación por los IOP se requiere de la administración urgente de reactivadores específicos de la enzima como el clorhidrato de pralidoxima o la obidoxima, de lo contrario ocurre el proceso de “envejecimiento de la enzima”; es decir, a

**Cuadro 3.** Insecticidas carbamatos.

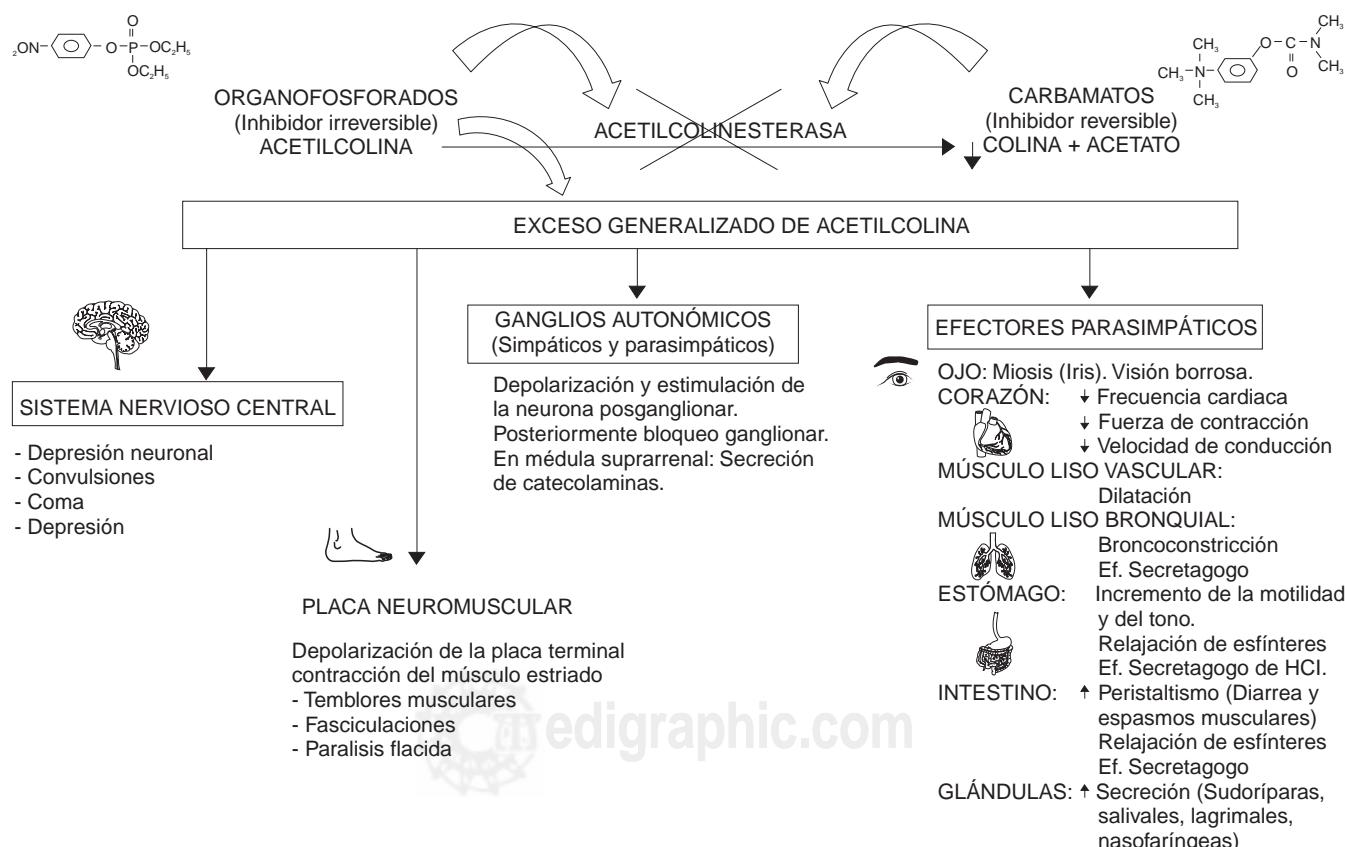
Nombre genérico	Otros nombres	DL50 (mg/kg) oral	CT
Aldicarab	Temik, UC-21149	0.93	6
Baygon	Undem	95 a 104	5
Bux	Metalkamato	170	4
Carbaryl	Sevin	850	3
Carzol		20	5
Furadan		11	5
Isolan	Primin	11 a 50	5
Lannate	Methomyl	17	5
Matacil	Aminocarab	30	5
Mesurol	Methiocarb	87 a 130	4
Primor	Primicarb	147	4
Benomyl	Benlate	> 10,000	1

medida que transcurre el tiempo, la unión del IOP con ésta es más fuerte y la regeneración de la misma es prácticamente imposible. Es importante señalar que con base en el cuadro clínico que presentó el paciente se estableció el diagnóstico oportuno y se aplicaron las medidas terapéuticas, destacándose el uso de los antídotos específicos, lo cual permitió la recu-

peración satisfactoria de Arnulfo, que en otras condiciones hubiese sido fatal. En contraste, el otro grupo importante de insecticidas, los carbamatos, a través de un proceso de carbamilación inhiben de manera reversible a la acetilcolinesterasa y su reactivación ocurre de manera espontánea (figura 1).

Por otra parte, la consecuencia de la inhibición de la enzima por cualquier insecticida IOP o carbamato, es el exceso generalizado de la acetilcolina que se manifiesta como una hiperactividad colinérgica tanto en el Sistema Nervioso Central (SNC) como en el periférico, en los órganos efectores del Sistema Nervioso Parasimpático, en todos los ganglios autonómicos y en la placa neuromuscular, sitios en donde existen receptores colinérgicos muscarínicos y nicotínicos (figura 1), lo cual explica la diversa y compleja sintomatología que presentó el paciente.

Se debe considerar que los IOP son sustancias que por sus características físicas y químicas son absorbidos desde cualquier sitio del organismo expuesto a ellos y sus efectos tóxicos se producen por contacto (piel) e inhalación como este caso (tracto respiratorio) o por ingestión (tracto gastrointestinal). La rapidez y el grado de absorción depende de numero-

**Figura 1.** Intoxicación por insecticidas.

sos factores de riesgo como son el compuesto en particular (paratión, malatión, diazinón, fentión, etc.), la formulación (concentrado emulsionable, polvo humectante, aerosol, etc.), el tipo de disolvente (agua, xileno, keroseno, etc.); la ocupación (transportador, formulador, aplicador, etc.), el tiempo de exposición (jornada de trabajo) y el uso o no de equipo protector (guantes, mascarillas, etc.); aspectos que coinciden con el caso clínico que nos ocupa.

Finalmente, es importante considerar que la intoxicación que sufrió Arnulfo por el paratión, constituye una emergencia terapéutica por lo que es necesario saber qué hacer, qué no hacer y qué dejar de hacer ante este tipo de intoxicación accidental, incidental o intencional.

#### Tratamiento de la intoxicación por insecticidas organofosforados.

##### a. Medidas generales urgentes

1. Retirar al paciente inmediatamente del área de exposición y quitarle toda la ropa contaminada.
2. Lavar el área (la superficie) de la piel contaminada, con jabón y agua abundante o con alcohol etílico al 95%. Irrigar los ojos con solución salina o con agua potable.
3. Mantener las vías aéreas permeables. Aspirar continuamente las secreciones del tracto respiratorio. Puede ser necesaria la intubación endotraqueal e incluso una traqueostomía.
4. Si es necesario administrar oxígeno.
5. En caso de la ingestión del IOP, realizar lavado gástrico con solución de bicarbonato de sodio al 5%.
6. Para corregir la deshidratación y el desequilibrio electrolítico, administrar solución de Hartmann IV, de acuerdo con los requerimientos.

##### b. Medidas específicas.

1. Atropinizar al paciente inmediatamente: La dosis habitual en el adulto es de 1 a 4 mg de sulfato de atropina IM o IV. La dosis de mantenimiento es de 2 mg a intervalos de 30 a 60 min.
2. Administrar clorhidrato de pralidoxima (2-PAM): La dosis inicial en el adulto es de 1 a 2 g en infusión IV, diluida en

100 mL de solución salina en un periodo de 15 a 30 min. Para un efecto más rápido se puede administrar por inyección IV en un periodo de 5 min. La dosis en el niño es de 20 a 40 mg/kg. Si los síntomas de intoxicación persisten se puede administrar una segunda dosis de 1 g a la hora (La pralidoxima se adquiere con los fabricantes de los IOP).

3. No administrar teofilina ni aminofilina y evitar los depresores del SNC como la morfina, los barbitúricos, las fentiazinas y otros tranquilizantes. Ocasionalmente se pueden emplear barbitúricos de corta duración (tiopental) para el control de las convulsiones.
4. Mantener al paciente bajo observación continua por un periodo de 24 a 36 horas. Los síntomas pueden persistir hasta por un mes.

#### Lecturas sugeridas

1. Venturelli J. Roles y características de los docentes en un programa centrado en el estudiante y basado en la solución de problemas. En: *Educación Médica y en Salud. Inminencia y necesidad del cambio.*, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, 1995: 65-79.
2. Venturelli J. Aprendizaje en grupos pequeños o tutorías. En: *Educación Médica y en Salud. Inminencia y necesidad del cambio.*, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, 1995: 51-64.
3. Vestal RE, Benowitz NL. Workshop on problem-based learning as a method for teaching clinical pharmacology and therapeutics in medical school. *J Clin Pharmacol* 1992; 32: 779-797.
4. Hardman JG, Limbird LE, Molinoff PB, Rudden RW, Gilman AG. *Goodman & Gilman. Las bases farmacológicas de la terapéutica.*, 9a ed. McGraw-Hill-Interamericana, 1996: 1996.
5. Dreisbach RH, Robertson WO. *Manual de toxicología clínica. Prevención, diagnóstico y tratamiento.* 6a. ed. *Manual Moderno*, 1988: 556.
6. Gosselin RE, Hodge HC, Smith RP, Gleason MN. *Clinical Toxicology of Commercial Products.* 4a. ed. Williams & Wilkins, 1981.