

CAPÍTULO 1

Introducción

El propósito de este manual es brindar a los profesionales de la salud recomendaciones de consenso actuales para el tratamiento de pacientes con enfermedades o lesiones relacionadas con pesticidas. La Oficina de Programas de Pesticidas de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos patrocina la serie desde 1973. La quinta edición de este manual se publicó en 1999; desde entonces, mucho ha cambiado con respecto a los productos pesticidas en el mercado. Se han eliminado la mayoría de los usos en interiores de los organofosforados, y una combinación de acciones de mitigación de riesgos de la EPA ha limitado su uso en cultivos de alimentos. Los piretroides han reemplazado en gran medida a los organofosforados para el control de plagas residenciales. Si bien esta conversión es beneficiosa porque el riesgo para la salud humana es menor con esta clase de pesticida relativamente menos tóxica, introduce un nuevo conjunto de problemas de salud para considerar. Se han registrado muchos productos pesticidas nuevos y no son precisamente muy conocidos entre los profesionales de la salud. Esta sexta edición incluye un capítulo en el que se explora la posible asociación entre la exposición de bajo nivel a pesticidas a lo largo del tiempo y las enfermedades crónicas.



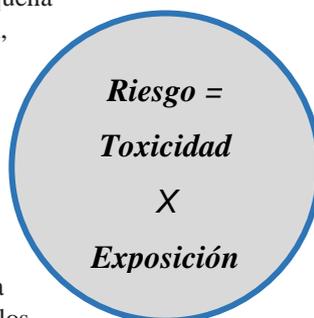
Los tratamientos para la exposición a pesticidas conllevan sus propios riesgos para la salud.

Existe un acuerdo general en que *la prevención* de la intoxicación por pesticidas sigue siendo un camino mucho más seguro hacia la seguridad y la salud que depender del tratamiento. Además de la toxicidad inherente de los pesticidas, ninguno de los procedimientos médicos o medicamentos utilizados para tratar las intoxicaciones está libre de riesgos. De hecho, muchos antídotos son tóxicos, y hay procedimientos aparentemente simples como la intubación gástrica que implican riesgos significativos. El médico debe sopesar los peligros de las diversas medidas (incluida la ausencia total de un tratamiento) frente a los riesgos de las intervenciones, como vaciado gástrico, catarsis, administración de líquidos por vía intravenosa o administración de antídoto, de haber uno disponible. Las decisiones de tratamiento clínico deben tomarse con prontitud y, en la mayoría de los casos, sobre la base de información científica y médica limitada. Las complejas circunstancias de las intoxicaciones humanas rara vez permiten comparaciones precisas de estrategias de tratamiento alternativas. Por lo tanto, es importante que el lector tenga en cuenta que las recomendaciones de tratamiento contenidas en este libro no garantizan resultados exitosos. Son simplemente el resultado de un consenso de juicios sobre las mejores opciones disponibles de tratamiento clínico. La toxicología clínica es un campo dinámico de la medicina; se desarrollan nuevos métodos de tratamiento regularmente, y la eficacia de las modalidades antiguas y nuevas está sujeta a una revisión crítica constante.

Principios clave

Los métodos generales para el tratamiento de intoxicaciones por pesticidas se presentan en el **Capítulo 3** y reflejan una amplia base de experiencia clínica. Hay varios puntos clave que se deben enfatizar. Es sumamente importante proteger las vías respiratorias de la aspiración del vómito. Se han producido muertes por aspiración, incluso tras la ingestión de sustancias que tienen un potencial tóxico relativamente bajo. En el caso de intoxicaciones por agentes que deprimen las funciones del sistema nervioso central o causan convulsiones, la protección de las vías respiratorias mediante la colocación temprana de un tubo endotraqueal con balón inflable (incluso cuando esto requiera una anestesia general ligera) puede salvar la vida. Mantener un intercambio gaseoso pulmonar adecuado es otro elemento esencial del tratamiento de la intoxicación que se debe enfatizar constantemente.

La cantidad de pesticida absorbida es un factor crítico en la toma de decisiones de tratamiento, y la estimación de la dosis en muchas circunstancias de exposición a pesticidas sigue siendo difícil. Los términos “pequeña cantidad” y “gran cantidad” utilizados en este libro son, obviamente, ambiguos, pero la calidad de la información de exposición obtenida rara vez justifica una terminología más específica. A veces, las circunstancias de la exposición son una guía aproximada de la cantidad absorbida. La dispersión de un pesticida diluido de manera adecuada en un campo probablemente no signifique una dosis significativa, a menos que la exposición sea prolongada. Sin embargo, la dispersión es la principal causa de incidentes entre los trabajadores agrícolas informados al Sistema de Notificación de Eventos Centinela de Riesgo Ocupacional (SENSOR): Pesticidas.¹ Los trabajadores agrícolas y los aplicadores de pesticidas que trabajan con pesticidas regularmente corren el riesgo de sufrir intoxicaciones agudas por pesticidas. El derrame de una sustancia química concentrada sobre la piel o la ropa puede representar una gran dosis de pesticida, a menos que la contaminación se elimine rápidamente. Es poco probable que la exposición dérmica breve a los residuos en el follaje de pesticidas inhibidores de la colinesterasa provoque intoxicación, pero la exposición prolongada sí puede.


$$\text{Riesgo} = \text{Toxicidad} \times \text{Exposición}$$

La ingestión con fines de suicidio casi siempre implican “grandes cantidades”, lo que conlleva un tratamiento más agresivo. Excepto en el caso de los niños, es probable que, ante la ingestión accidental de pesticidas, se los escupa o vomite. Las ingestiones de pesticidas por parte de niños son las más difíciles de evaluar. Por lo general, el médico debe basar las decisiones de tratamiento clínico en el supuesto de una dosificación del “peor de los casos”. La intoxicación en niños se complica aún más por la mayor vulnerabilidad de los más pequeños, no solo a los pesticidas, sino también a los medicamentos y a los procedimientos de tratamiento. Los niños ingieren una mayor cantidad por peso corporal que los adultos. La naturaleza del desarrollo neurológico en los niños conlleva un nivel adicional de riesgo que no está presente en los adultos.

Informe insuficiente

Los incidentes con pesticidas no se informan como corresponde por varias razones. Según el Informe de la OPP sobre información de incidentes (EPA, 2007), estos incluyen:

falta de un deber legal universal y obligatorio de informar incidentes;

falta de un punto central de notificación de todos los incidentes;

similitud de los síntomas asociados con las intoxicaciones por pesticidas con otras causas;

diagnóstico erróneo por parte de los médicos debido a la falta de familiaridad con los efectos de los pesticidas;

investigación inadecuada de incidentes para identificar el pesticida que causó los efectos;

dificultad para identificar y hacer un seguimiento de los efectos crónicos;

renuencia o incapacidad de los médicos para informar incidentes;

cobertura geográfica limitada de bases de datos de intoxicaciones individuales.

Barreras que impiden el reconocimiento y tratamiento adecuados de las intoxicaciones por pesticidas

Las enfermedades relacionadas con los pesticidas son un ejemplo de una miríada de tipos de exposiciones preocupantes de salud ambiental y ocupacional (EOH) existentes. Por muchas razones, el diagnóstico y tratamiento precisos de las intoxicaciones por pesticidas son un desafío para el médico. Como muchas enfermedades relacionadas con la exposición ambiental, la intoxicación por pesticidas suele subdiagnosticarse debido, en gran parte, a las barreras para buscar atención médica y para diagnosticar este tipo de intoxicaciones.

Buscar atención médica

Un factor importante que contribuye al subdiagnóstico se produce si la persona expuesta no busca, o no puede buscar, atención médica. Un aplicador de pesticidas, por ejemplo, puede no percibir el incidente como lo suficientemente importante como para buscar atención médica, en especial si está acostumbrado a exposiciones de bajo nivel en el trabajo. Algunos trabajadores agrícolas no pueden abordar fácilmente una intoxicación por pesticidas debido a un complejo conjunto de factores socioeconómicos, que incluyen la incapacidad para ausentarse del trabajo, problemas de transporte, barreras del idioma y culturales, la falta de seguro médico, la escasez de servicios de salud comunitarios disponibles, el y miedo a perder el empleo. Otro escenario es que la persona expuesta simplemente no reconozca que sus síntomas están relacionados con los pesticidas.

Diagnóstico

Cuando una persona expuesta a pesticidas busca atención médica, el diagnóstico presenta sus propios desafíos. El diagnóstico diferencial es difícil porque los signos y síntomas de las enfermedades relacionadas con los pesticidas a menudo no son específicos y pueden confundirse con enfermedades comunes no relacionadas con la exposición a los pesticidas. El médico puede no realizar un informe de antecedentes de exposición ambiental y ocupacional,² clave para un diagnóstico adecuado, y por lo tanto, perder la oportunidad de descubrir una intoxicación por pesticidas. Incluso cuando se sospecha una intoxicación por pesticidas, hay pocas herramientas de diagnóstico disponibles. El **Capítulo 2** de este manual, titulado **Cómo hacer el diagnóstico**, tiene como objetivo guiar a los médicos para determinar si el paciente podría estar presentando síntomas de intoxicación por pesticidas, con énfasis en realizar un informe de antecedentes de exposición ambiental y ocupacional.

Aspecto institucional

La edición de 1999 de este manual decía: “A pesar de las recomendaciones efectuadas por el Instituto de Medicina y otros que urgen la integración de la medicina ambiental a la educación médica, los proveedores de atención de la salud generalmente reciben un entrenamiento muy limitado en lo que a la salud ambiental y ocupacional se refiere, y en particular en lo que respecta a las enfermedades relacionadas con pesticidas”.³ La Red de Médicos Migrantes encuestó a médicos en el 2000 y encontró que más del 80 % informó poca o ninguna capacitación en EOH.⁴ Esta realidad prácticamente sigue siendo así.

“... la educación sobre medicina ambiental se omite en gran medida en la educación médica en Estados Unidos, lo que deja a los futuros médicos y a los profesionales actuales sin experiencia en medicina ambiental para brindar o facilitar atención ambiental preventiva o curativa al paciente” (Gehel, et al., 2011).

Pocos proveedores de atención de la salud reciben una adecuada capacitación sobre medicina ambiental a pesar del reconocimiento generalizado de la necesidad de preparar mejor a la primera línea del país en salud pública para responder a los problemas de EOH.⁵ Existe un creciente interés en la medicina ambiental entre los médicos en ejercicio⁶ y los estudiantes de medicina y enfermería, pero el sistema educativo existente hace poco para abordar esta demanda.⁵ El cambio institucional para ampliar el plan de estudios de medicina ya sobrecargado ha demostrado ser un obstáculo importante para incorporar la capacitación sobre EOH.

Evaluación de la relación del trabajo o el medioambiente con la enfermedad

Los pesticidas y otros peligros químicos y físicos a menudo se asocian con quejas médicas no específicas, por lo que es muy importante vincular los síntomas con el momento en que se sospecha la exposición al agente peligroso. El *índice de signos y síntomas*, que comienza en la página 244, sirve de referencia rápida de los síntomas y las afecciones médicas asociados con pesticidas específicos. En cada capítulo de este manual, se proporcionan más detalles sobre la toxicología, las pruebas de confirmación y el tratamiento de enfermedades relacionadas con los pesticidas. Una comprensión general de las clases de pesticidas y de algunos de los agentes pesticidas más comunes es útil para realizar un diagnóstico de enfermedades relacionadas con los pesticidas. Una exposición simultánea a un agente que no es un pesticida puede no causar ningún efecto en la salud, exacerbar un efecto en la salud de un pesticida existente o causar únicamente el efecto en la salud en un paciente. En los casos de exposición más complicados, se debe buscar la ayuda de los especialistas en medicina ambiental y ocupacional (EOM).

Intoxicaciones frecuentes por pesticidas

A continuación, se presentan tres tablas de datos de incidentes con pesticidas creadas para este manual con el fin de ilustrar qué pesticidas están implicados con mayor frecuencia en los informes de incidentes del SENSOR: Pesticidas, el Sistema Nacional de Datos de Intoxicaciones (NPDS) y el Programa de Vigilancia de Enfermedades por Pesticidas (PISP) de California. En estas tablas, no se presentan todos los incidentes, sino solo los que fueron informados en estas tres bases de datos. La frecuencia relativa de los casos, por lo general, refleja cuán ampliamente se usa un producto en el medioambiente. De modo histórico, los insecticidas organofosforados (OP) han encabezado la lista de exposiciones informadas con mayor frecuencia. Las medidas de mitigación de riesgos de la EPA han disminuido en gran medida el uso de organofosforados para uso residencial, particularmente en interiores. En Estados Unidos, los piretroides han reemplazado ampliamente a los OP en términos de uso general. Como tales, ahora están involucrados en la mayoría de los casos informados en humanos en Estados Unidos. Aunque son relativamente menos tóxicos que sus predecesores, algunas intoxicaciones graves presentan signos y síntomas similares a los de la intoxicación por OP, lo que complica el proceso de realizar el diagnóstico correcto.

Fuentes de datos sobre incidentes de intoxicación

Tabla 1: Programa del SENSOR: Pesticidas

Tabla 2: Sistema Nacional de Datos de Intoxicaciones

Tabla 3: Programa de Vigilancia de Enfermedades por Pesticidas de California

TABLA 1							
PESTICIDAS IMPLICADOS CON MAYOR FRECUENCIA EN CASOS DE ENFERMEDADES Y LESIONES OCUPACIONALES AGUDAS RELACIONADAS CON PESTICIDAS Y NÚMERO DE CASOS, PROGRAMA DEL SENSOR: PESTICIDAS, 2005-2009 (N = 9906)							
Clas.	Categoría del pesticida	Cantidad de casos de exposición				Suma de casos de exposición única + múltiple* (n = 9906 individuos)	
		Exposición a una sola sustancia (n = 6187 individuos)		Exposición a varias sustancias* (n = 3719 individuos)			
		n	%	n	%	n	%
1	Piretroides	1368	22,10	1479	39,80	2847	28,70
2	Compuestos clorados	1174	19,00	387	10,40	1561	15,80
3	Compuestos organofosforados	600	9,70	429	11,50	1029	10,40
4	Piretrinas	358	5,80	620	16,70	978	9,90
5	Glifosato	274	4,40	203	5,50	477	4,80
6	Amonio/amoníaco	32	0,50	361	9,70	393	4,00
7	Carbamatos de N-metilo	249	4,00	112	3,00	361	3,60
8	DEET	292	4,70	59	1,60	351	3,50
9	Compuestos de azufre	145	2,30	143	3,80	288	2,90
10	Triazinas	168	2,70	60	1,60	228	2,30
11	Fipronilo	26	0,40	135	3,60	161	1,60
12	Naftaleno	113	1,80	22	0,60	135	1,40
13	Imidacloprid	1	0,00	118	3,20	119	1,20
14	Tiocarbamatos/ditiocarbamatos	67	1,10	31	0,80	98	1,00
15	Glutaraldehído	51	0,80	15	0,40	66	0,70
	Todos los demás	1269	20,50	1287	34,60	2556	25,80
TOTAL DE INDIVIDUOS		6187	100,00	3719	100,00	9906	100,00

** Debido a que algunos de los individuos expuestos a múltiples sustancias aparecen en los totales de más de una categoría de pesticidas, la suma de las categorías de pesticidas excede el número de individuos.*

Fuente: Edward J. Kasner, MPH, y Geoffrey M. Calvert, MD, Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional, Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades.

TABLA 2								
EXPOSICIONES A PESTICIDAS INFORMADAS CON MAYOR FRECUENCIA AL SISTEMA NACIONAL DE DATOS DE INTOXICACIONES SEGÚN EL INFORME ANUAL DE 2010 ⁷								
Clas.	Pesticida o clase de pesticida		Niños de <5 años	6-12 años	13-19 años	≥20 años	Edad desconocida	Total
1	Piretrinas y piretroides		7717	1672	1222	14 800	2706	28 117
2	Desinfectantes	Desinfectantes de hipoclorito	5024	563	837	5471	1355	13 250
		Otros desinfectantes (p. ej., aceite de pino y fenoles)	6994	619	433	2435	537	11 018
3	Rodenticidas	Rodenticidas anticoagulantes	9176	204	95	796	225	10 496
		Otros rodenticidas	1785	89	67	250	183	2374
4	Repelentes de insectos	DEET	3194	685	251	934	189	5253
		Otros (p. ej., repelente de naftaleno de polillas)	3178	328	130	1338	491	5465
5	Herbicidas (p. ej., glifosato, herbicidas clorofenoxi)		2019	362	246	4593	817	8037
6	Boratos y pesticidas de ácido bórico		4270	92	62	466	110	5000
7	Organofosforados	OP solos	722	171	107	1331	321	2652
		Insecticidas OP + carbamatos y OP + no carbamatos	158	47	49	495	83	832
8	Insecticidas carbamatos		804	119	83	1027	221	2254
9	Fungicidas		171	25	21	414	73	704
10	Insecticidas organoclorados		182	30	15	245	58	530
11	Fumigantes		48	19	14	213	56	350
	Todos los demás insecticidas (incluidos los desconocidos)		5526	615	387	5264	1371	13 163
TOTAL DE PESTICIDAS/DESINFECTANTES			50 968	5640	4019	40 072	8796	109 495

Los pesticidas informados con mayor frecuencia a los Centros de Control de Intoxicaciones, en función de los datos del informe anual de 2010 del Sistema Nacional de Datos de Intoxicaciones (NPDS) de la Asociación Estadounidense de Centros de Control de Intoxicaciones (AAPCC), se presentan en la Tabla 2 anterior. Los casos catalogados como organofosforados (y también las otras categorías) pueden incluir, además, otros insecticidas como los carbamatos y los organoclorados en un solo producto. Los casos asintomáticos se presentan únicamente en la Tabla 2.

TABLA 3				
RESUMEN DE LAS EXPOSICIONES A PESTICIDAS DE LOS CASOS IDENTIFICADOS POR EL PROGRAMA DE VIGILANCIA DE ENFERMEDADES POR PESTICIDAS DE CALIFORNIA DE 2005-2009 Y EVALUADOS, DESPUÉS DE LA INVESTIGACIÓN, COMO DEFINITIVA, PROBABLE O POSIBLEMENTE RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A PESTICIDAS, POR CATEGORÍA DE PESTICIDAS				
Categoría del pesticida	Ocupacional		No ocupacional	
	Único pesticida implicado	Dos o más pesticidas implicados	Único pesticida implicado	Dos o más pesticidas implicados
Antimicrobianos				
Hipoclorito	422	69	98	81
Amonio cuaternario	227	106	15	14
Glutaraldehído	69	3	0	0
Otro/desconocido	197	297	92	88
Insecticidas/miticidas/reguladores del crecimiento de insectos				
Organofosforados	162	227	52	91
Carbamatos	13	16	12	4
Piretrinas/ piretroides	56	425	134	294
Compuestos organoclorados	0	1	0	2
Otro/desconocido	61	612	124	136
Herbicidas/defoliantes	80	184	28	44
Fungicidas	81	548	29	62
Fumigantes	228	106	366	134
Otro/desconocido*	41	568	83	97
TOTAL DE EXPOSICIONES	1637	3162	1033	1047
* La mayoría de los otros pesticidas o de los pesticidas desconocidos son adyuvantes, que están registrados en California, pero no necesariamente identificados por sus principios activos. Además, esta categoría incluye un molusquicida, un nematocida y varias feromonas, reguladores del crecimiento vegetal, conservantes, repelentes, rodenticidas, sinergistas, pesticidas con múltiples funciones y productos que nunca fueron identificados.				

En la Tabla 3, se muestra el número de exposiciones ocupacionales y no ocupacionales de 2005-2009 que el Programa de Vigilancia de Enfermedades por Pesticidas de California asoció con varias categorías de pesticidas. Se consideran ocupacionales todas las exposiciones que se produjeron mientras la persona afectada se encontraba en el trabajo. Es probable que las exposiciones ocupacionales sigan informándose de manera más exhaustiva que las exposiciones no ocupacionales. Un caso representa la exposición de un individuo a un pesticida. Los casos en los que solo hubo una exposición implicada convincentemente se distinguen de aquellos en los que uno, dos o más pesticidas pueden haber estado involucrados. En esta tabla, se ilustran las exposiciones; cuando más de un principio activo de un pesticida está implicado, se cuenta una exposición para cada combinación de persona/pesticida. Hubo múltiples principios activos de pesticidas implicados en los casos de 2657 personas con exposición ocupacional y de 432 con exposición no ocupacional. Estos casos se cuentan en cada categoría de pesticidas para la cual califican, con un total de 3162 exposiciones ocupacionales y 1047 exposiciones no ocupacionales.

Poblaciones especiales y justicia ambiental

La justicia ambiental se asegura de que ninguna población deba soportar una carga desproporcionada de los impactos negativos para el medioambiente y la salud humana de la contaminación o de otros peligros ambientales.⁸ El objetivo de la EPA es garantizar un tratamiento justo y una participación significativa de todas las personas, independientemente de las características de raza, color, origen nacional, nivel de educación o ingresos, en lo que respecta al desarrollo, la implementación y la aplicación de las leyes, reglamentos y políticas ambientales.⁹

Con respecto a la exposición a pesticidas y la justicia ambiental, la población de trabajadores agrícolas es motivo de especial preocupación. La mayoría de los trabajadores agrícolas y sus familiares en Estados Unidos son latinos que viven en la pobreza. Los trabajadores agrícolas son la población más afectada por la sobreexposición a pesticidas. Los niños representan otra población de preocupación, ya que corren un riesgo más elevado de exposición a pesticidas porque están creciendo y desarrollándose. Las mujeres en edad reproductiva y las mujeres embarazadas y lactantes también son más vulnerables debido a los efectos de la exposición a pesticidas en fetos y bebés. Estas tres poblaciones presentan un riesgo más elevado de exposición a pesticidas perjudiciales debido a la ocupación o la susceptibilidad del desarrollo, o a una combinación de ambas. A continuación, se analiza cada una de ellas más detalladamente.

Trabajadores agrícolas

En Estados Unidos, entre 1 millón y 2,5 millones de trabajadores agrícolas contratados se ganan la vida con la agricultura.^{10, 11} Los trabajadores agrícolas son la población de trabajo más frecuentemente afectada por la sobreexposición a pesticidas, especialmente los trabajadores agrícolas latinos.¹² Los pacientes que son trabajadores agrícolas tienen un riesgo elevado de exposición a pesticidas, por lo que, en las pruebas de detección o en los informes de antecedentes de exposición, se deben incluir preguntas específicas sobre cualquier trabajo agrícola que estén realizando. Por ejemplo:

- ¿Se utilizan pesticidas en el hogar o en el trabajo?
- ¿Mezcla o aplica pesticidas?
- ¿Están mojados los campos o huertos cuando realiza la recolección, poda o cosecha?
- ¿Se estaban fumigando los campos o huertos, o sus alrededores, mientras trabajaba?
- ¿Se enferma después de trabajar en los campos o huertos, o mientras trabaja en ellos?
- ¿Utiliza pesticidas agrícolas en su hogar?
- ¿Aprendió sobre los efectos adversos para la salud de los pesticidas y sobre cómo protegerse de la exposición cuando utiliza pesticidas?

Los trabajadores agrícolas a menudo residen en comunidades agrícolas donde ellos y sus familiares pueden estar más expuestos en sus hogares debido a la deriva de pesticidas proveniente de la fumigación de campos o huertos cercanos y por beber agua contaminada. Los factores de exposición paraocupacional, como los residuos de pesticidas en los trabajadores y su ropa, calzado y vehículos, y la falta de instalaciones adecuadas para limpiar la ropa de trabajo contaminada con pesticidas, también pueden aumentar el riesgo de exposición a pesticidas para otros miembros del hogar.

Niños

Los niños presentan riesgos particulares a causa de los pesticidas, ya que su constitución física, comportamiento y fisiología pueden hacerlos más susceptibles que los adultos.^{13, 14, 15} Por lo tanto, es importante evaluar la exposición a pesticidas al preguntar dónde viven los pacientes pediátricos, la ocupación de sus padres y si se

utilizan pesticidas en el hogar, la guardería, la escuela y las áreas de juego. También es importante recordar a los padres que guarden los pesticidas fuera del alcance de los niños.

Los niños de familias agrícolas y los que viven cerca de zonas agrícolas están expuestos a concentraciones más altas de pesticidas que aquellos cuyos padres no trabajan en la agricultura y no viven cerca de granjas.^{16, 17, 18} Las concentraciones más altas de pesticidas pueden provenir del transporte de los pesticidas por parte de los padres desde el lugar de trabajo hasta el hogar o de la deriva de pesticidas.^{19, 20}

Los adolescentes que trabajan en la agricultura también corren el riesgo de exposición a los pesticidas.^{21, 22} La tasa de incidencia de enfermedades ocupacionales agudas relacionadas con los pesticidas en los adolescentes es significativamente más elevada en comparación con los adolescentes que no trabajan en la agricultura.²³ Esto es una preocupación particular para los trabajadores agrícolas jóvenes, ya que a los adolescentes se les permite trabajar en la agricultura a edades más tempranas que en otras industrias. Si bien las investigaciones en las que se evaluó el impacto de los neurotóxicos en el sistema nervioso central de los adolescentes son limitadas,^{24, 25, 26} hay pruebas sólidas de remodelación neuronal y de desarrollo cerebral durante la adolescencia.^{25, 26, 27, 28} Las respuestas a las dosis, las tasas metabólicas y las vías de exposición pueden variar en función de la edad, el sexo y la madurez.^{21, 22, 28} Se debe tener especial precaución con las exposiciones agudas y crónicas de los adolescentes a pesticidas.^{21, 22}

Mujeres en edad reproductiva y embarazadas

Los pesticidas pueden causar el mayor daño en los humanos durante los períodos de rápido desarrollo, especialmente en el útero a través de la absorción transplacentaria.²⁹³⁰ Incluso antes de los períodos fetales de mayor sensibilidad, mediante estudios se ha descubierto que la exposición de la madre o del padre *antes de la concepción* puede tener un efecto sobre el desenlace clínico reproductivo y sobre los niños.^{31, 32, 33, 34} La exposición materna a pesticidas debe minimizarse durante el embarazo y durante el período previo a la concepción. El período de máxima sensibilidad a un teratógeno varía en función del defecto de nacimiento, pero casi siempre se produce dentro de las primeras 10 semanas del embarazo. Sin embargo, el sistema nervioso central, los ojos, los dientes y los genitales externos pueden ser susceptibles a exposiciones teratogénicas durante todo el embarazo.³⁵ Aunque no se ha demostrado que los pesticidas sean un teratógeno humano, mediante varios estudios, se han demostrado asociaciones entre la exposición a pesticidas y la toxicidad reproductiva en humanos. Por ejemplo, la exposición intrauterina a organofosforados se ha asociado con bajo peso corporal al nacer, retraso mental y motriz, trastorno por déficit de atención e hiperactividad (ADHD), y coeficiente intelectual reducido.^{36, 37} A las embarazadas o a quienes están planeando quedar embarazadas, especialmente aquellas que actualmente realizan actividades agrícolas, se les debe informar sobre las implicaciones de la exposición antes de la concepción y durante los períodos prenatales y perinatales, y se les debe ayudar a tomar decisiones que se adecuen a sus situaciones individuales de trabajo y de vida en el hogar.³⁸ Consulte el **Capítulo 21, *Efectos crónicos***, para obtener más información y ejemplos.

Referencias

1. Calvert GM, Karnik J, Mehler L, Beckman J, Morrissey B, Sievert J, Barrett R, Lackovic M, Mabee L, Schwartz A, Mitchell Y, Moraga-McHaley S. Acute pesticide poisoning among agricultural workers in the United States, 1998-2005. *Am J Ind Med.* 2008;883-898.
2. Trasande, et al. Pediatrician Attitudes, Clinical Activities, and Knowledge of Environmental Health in Wisconsin. *Wisconsin Med J.* 2006;105(2).
3. Institute of Medicine. *Role of the Primary Care Physician in Occupational and Environmental Medicine*, Washington, DC: Institute of Medicine, 1988.
4. Liebman A., Harper S. *Environmental Health Perceptions Among Clinicians and Administrators Caring for Migrants*. MCN Streamline. 2001;7(1).
5. Gehle, et al. Integrating Environmental Health Into Medical Education. *Am J Prev Med.* 2011;41(4S3):S296-S301.
6. Trasande, et al. Pediatrician Attitudes, Clinical Activities, and Knowledge of Environmental Health in Wisconsin. *Wisconsin Med J.* 2006;105(2).
7. 2010 *Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 28th Annual Report*. Table A. "Demographic profile of Single Substance Nonpharmaceuticals exposure cases by generic category."
8. U.S. Department of Health and Human Services. Subcommittee on Environmental Justice, Environmental Health Policy Committee. Strategic elements for environmental justice. *Environ Health Perspect.* 1995 Sep; 103(9):796- 801.
9. Environmental Protection Agency. Environmental Justice. <http://www.epa.gov/environmentaljustice/index.html>.
10. Kandel W. Profile of Hired Farmworkers, A 2008 Update. Economic Research Report No. 60. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. 2008.
11. Martin P. Immigration reform: implications for agriculture. Agricultural and Resource Economics Update. Davis, CA: University of California, Giannini Foundation. 2006.
12. Calvert GM, Karnik J, Mehler L et al. Acute pesticide poisoning among agricultural workers in the United States, 1998-2005. *Am J Ind Med.* 2008;51(12):883-98.
13. Landrigan, P. Pesticides and PCBs: Does the evidence show that they threaten children's health? *Contemp Pediatr.* 2001;18(2):110-124.
14. Faustman EM, Silbernagel SM, Fenske RA, Burbacher TM, Ponce RA. Mechanisms underlying children's susceptibility to environmental toxicants. *Environ Health Perspect.* 2001;108 suppl 1:13-21.
15. Reigart JR, Roberts JR. Pesticides in children. *Pediatr Clin North Am.* 2001 Oct;48(5):1185-98, ix.
16. Simcox NJ, Fenske RA, Wolz SA, Lee IC, Kalman DA. Pesticides in household dust and soil: exposure pathways for children in agricultural families. *Environ Health Perspect.* 1995;103(12):1126-34.
17. Fenske RA, Kissel JC, Lu C, Kalman DA, Simcox NJ, Allen EH, Keifer MC. Biologically based pesticide dose estimates for children in an agricultural community. *Environ Health Perspect.* 2000;108(6):515-20.
18. Curl C, Fenske RA, Kissel JC, Shirai JH, Moate TF, Griffith W. Evaluation of take-home organophosphorus pesticide exposure among agricultural workers and their children. *Environ Health Perspect.* 2002;110:A787-A792.
19. Thompson B, Coronado GD, Grossman JE, Puschel K, Solomon CC, Islas I, Curl CL, Shirai JH, Kissel JC. Pesticide take-home pathway among children of agricultural workers: Study design, methods, and baseline findings. *J Occup Environ Med.* 2003;45:43-53.
20. Eskenai B, Bradman A, Castorina R. Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects. *Environ Health Perspect.* 1999;107 Suppl 3:409-19.

21. Rohlman DS, Nuwayhid I, Ismail A, Saddik B. Using epidemiology and neurotoxicology to reduce risks to young workers. *Neurotoxicology*. 2012 Aug;33(4):817-22.
22. Rohlman DS, Lasarev M, Anger WK, Scherer J, Stupfel J, McCauley L. Neurobehavioral performance of adult and adolescent agricultural workers. *Neurotoxicology*. 2007 Mar;28(2):374-80.
23. Calvert GM, Mehler LN, Rosales R, Baum L, Thomsen C, Male D, Shafey O, Das R, Lackovic M, Arvizu E. Acute pesticide-related illnesses among working youths, 1988-1999. *Am J Public Health*. 2003 Apr;93(4):605-10.
24. Adams J, Barone S Jr, LaMantia A, Philen R, Rice DC, Spear L, Susser E. Workshop to identify critical windows of exposure for children's health: neurobehavioral work group summary. *Environ Health Perspect*. 2000 Jun;108 Suppl 3:535-44.
25. Brown SA, Tapert SF, Granholm E, Delis DC. Neurocognitive functioning of adolescents: effects of protracted alcohol use. *Alcohol Clin Exp Res*. 2000;24:164-71.
26. Spear LP. Alcohol's effect on adolescents. *Alcohol Res Health*. 2002;26: 287-91.
27. Andersen SL. Trajectories of brain development: point of vulnerability or window of opportunity. *Neurosci Biobehav Rev*. 2003;27:3-18.
28. Spear LP. Assessment of adolescent neurotoxicity: rationale and methodological considerations. *Neurotoxicol Teratol*. 2007 Jan-Feb;29(1):1-9.
29. Jurewicz J, Hanke W, Johansson C, Lundquist C, Ceccatelli S, Van Den Hazel P, Saunders M, Zetterstrom R. Adverse health effects of children's exposure to pesticides: What do we really know and what can be done about it. *Acta Paediatr*. 2006;95 Suppl 453:71.
30. Committee on Pesticides in the Diets of Infants and Children: Pesticides in the Diets of Infants and Children. National Academy Press, Washington, DC, 1993. 408 pp.
31. Arbuckle TE, Lin Z, Mery LS. An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Environ Health Perspect*. 2001 Aug;109(8):851-7. PubMed PMID: 11564623; PubMed Central PMCID: PMC1240415.
32. Vinson F, Merhi M, Baldi I, Raynal H, Gamet-Payrastra L. Exposure to pesticides and risk of childhood cancer: a meta-analysis of recent epidemiological studies. *Occup Environ Med*. 2011 Sep;68(9):694-702. Epub 2011 May 23. PubMed PMID: 21606468.
33. Abadi-Korek I, Stark B, Zaizov R, Shaham J. Parental occupational exposure and the risk of acute lymphoblastic leukemia in offspring in Israel. *J Occup Environ Med*. 2006 Feb;48(2):165-74. PubMed PMID: 16474265.
34. Murphy LE, Gollenberg AL, Buck Louis GM, Kostyniak PJ, Sundaram R. Maternal serum preconception polychlorinated biphenyl concentrations and infant birth weight. *Environ Health Perspect*. 2010 Feb;118(2):297-302. PubMed PMID: 20123616; PubMed Central PMCID: PMC2831933.
35. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: clinically oriented embryology*. 7th edition. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania. 2003. 544 pp.
36. Rauh V, Arunajadai S, Horton M, Perera F, Hoepner L, Barr DB, Whyatt R. Seven-year neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common agricultural pesticide. *Environ Health Perspect*. 2001 Aug;119(8):1196-1201.
37. Bouchard MF, Chevrier J, Harley KG, Kogut K, Vedar M, Calderon N, Trujillo C, Johnson C, Bradman A, Barr DB, Eskanazi B. Prenatal exposure to organophosphate pesticides and IQ in 7-year old children. *Environ Health Perspect*. 2011 Aug;119(8):1189-1195.
38. McDiarmid MA, Gehle K: Preconception Brief: Occupational/Environmental Exposures. *Maternal and Child Health J*. 2006;10:S123-S128.