



## Cholinesterase inhibition

*Mixing, loading, and cleaning spray equipment were closely associated with cholinesterase inhibition.*

**T**he cholinesterase-monitoring program was mandated by the Washington State Supreme Court in 2002 as a system to warn handlers and employers about pesticide exposure before handlers become ill. Presently, only

the cholinesterase-inhibiting pesticides (organophosphates and carbamates) offer a window on early exposure through a simple blood test. This test identifies handlers who may not be adequately protected in the workplace. Relative to previous years, this past year had the lowest proportion of handlers with inhibited cholinesterase that triggered a worksite evaluation, with 7 percent, or a work removal, which was less than 1 percent.

### Speculated causes of exposure

The Washington State Department of Labor and Industries (L&I) had evaluated the workplaces and practices of handlers with inhibited cholinesterase activity in an effort to identify potential sources of exposure. These investigations generated a list of problems that, based on sound work hygiene principles, were likely to increase exposure. Some examples included use of ball caps under personal protective equipment and inadequate cleanup procedures (*see "Potential exposure routes identified," page 44*).

But only by showing that these problems occurred predominantly among those who had an inhibition can the case for true causation be made. For instance, while L&I found that handlers with cholinesterase inhibition often wore ball caps, that practice could also be quite common among handlers without inhibition. By comparing the work practices and conditions of handlers who had inhibited cholinesterase activity to those who did not, we can begin to confirm which factors are truly associated with pesticide overexposure.

### Survey

The Pacific Northwest Agricultural Safety and Health Center at the University of Washington explored whether there were any particular work activities or practices associated with inhibited serum cholinesterase activity. Although L&I uses the term "cholinesterase depression," the study authors prefer to use the synonymous term "inhibition" to avoid confusion with the psychological condition. A number of pesticide handlers thought they were being tested for emotional depression.

During the 2006 and 2007 seasons when handlers came to the clinic for their follow-up test, information was gathered about their work habits during the previous 30-day period. This was before their cholinesterase status was known. Using an icon-based touch screen with audio recorded questions in Spanish or English nearly 155 handlers provided information on their pesticide handling activities and other nonoccupational factors, such as age, smoking, alcohol use, and medical conditions (*see "Information collected"*).

Comparing those with cholinesterase inhibition to those with normal cholinesterase, two work activities were significantly associated with inhibited cholinesterase activity:

1. Mixing and loading—Handlers reporting mixing and loading in the 30 days prior to their follow-up test were twice as likely to have inhibition as those who did not. Mixer/loaders had on average 5.25 percent greater serum cholinesterase inhibition.

2. Cleaning spray equipment—Handlers reporting cleaning spray equipment had 4.4 percent greater serum cholinesterase inhibition on average and were nine times as likely to show inhibition. The L&I investigations found that some handlers did not wear adequate personal protective equipment for this activity, which may explain (at least in part) the association between cleaning spray equipment and cholinesterase inhibition.

Three personal protective equipment practices were found to be protective:

1. Use of full-face respirators was significantly more protective than half-face models. Relative to the full-face varieties, those using half-face respirators had 7 percent greater cholinesterase-inhibited activity and were seven times as likely to have a value showing overexposure.

2. Wearing chemical-resistant footwear offered greater protection. Handlers who did not wear chemical-resistant boots had 11 percent greater inhibition and were 7.6 times as likely to have an abnormal test value compared to those who wore protective boots.

Using a locker to store personal protective equipment was also protective, likely because clothes were changed, reducing exposure time. It also may have reflected general workplace hygiene. Handlers who did not store personal protective equipment in a locker had 7.6 percent more inhibition and were almost six times as likely to have inhibition requiring a worksite evaluation.

### What was not associated?

Several problems uncovered by the L&I site visits were not associated with serum cholinesterase inhibition in the survey, including wearing a hooded sweatshirt, baseball cap, or bandana underneath personal

## Cholinesterase monitoring

The cholinesterase monitoring rule adopted in December 2003 mandates that employers record the hours employees handle toxicity class I and II organophosphates or carbamates and provide blood testing if an employee reaches 30 hours within a 30-day period. All handlers willing to participate must first have a baseline test under conditions of nonexposure (no contact with these pesticides in the previous month), which establishes their personal "normal level." Subsequent testing when the 30-hour/30-day threshold is reached is compared to the baseline. If there is 20 percent less cholinesterase from the baseline measurement, it prompts an investigation of the worksite to determine and correct any sources of pesticide exposure. If the cholinesterase is 30 percent diminished in serum or 40 percent diminished in red blood cells, the worker is temporarily removed from pesticide handling activities until his or her levels return to normal.

### Information collected using the computer-based survey instrument\*

Category	Examples
OP/CB pesticides applied	Chlorpyrifos, azinphos-methyl, carbaryl, malathion, dimethoate, other OP/CBs
Pesticide handling activities performed	Mixing/loading pesticides, early reentry into field or orchard, equipment maintenance
Spray equipment used	Tractor-pulled air-blast sprayer, tower sprayer, boom sprayer, aerial applications
Cleaning activities performed	Cleaned spray equipment, personal protective equipment, pesticide containers, pesticide storage spaces, pesticide spills
Crops treated	Apples, pears, peaches, apricots, plums, cherries, grapes, hops, other crops
Duration/frequency of exposure	Days since last exposure, length of spray sessions, time until decontamination
Personal protective equipment	Use and condition of respirator; face shield, safety glasses, goggles, gloves, boots, and other chemical protective clothing
Decontamination facilities	Hand washing practices and use of cleansing agents
Pesticide safety certification	Annual pesticide safety training, respirator fit testing
Nonroutine exposures	Wash hands before eating, smoking, using a cellular phone, or urinating in the field or orchard
Acute exposure events	Accidental splashes or spills, touching contaminated equipment, unclogging spray nozzles
Nonoccupational factors	History of liver disease, alcohol use, smoking status, medication use, home use of pesticides, proximity of home to orchards
Symptoms of pesticide-related illness	Dermatitis, eye irritation, asthma, headaches, blurred vision, nausea/vomiting, diarrhea, other symptoms
Demographic information	Age, gender, race/ethnicity, education, literacy in Spanish and English, length of employment as a pesticide handler

\* Exposure-related questions refer to work practices and conditions in the last 30 days.

SOURCE: Hofmann, Jon. Determinants of serum cholinesterase inhibition among organophosphate-exposed agricultural pesticide handlers in Washington State

protective equipment. However, other practices such as hand washing and adequate change out of respirator cartridges, while not identified as risk factors in the study, may still be a concern and should remain a focus of training.

Cholinesterase inhibition is also believed to be related to several nonoccupational exposures, including solanaceous alkaloids in certain foods and some illicit drugs. There are also some prescription medicines that are cholinesterase inhibitors, but they are generally used to treat debilitating neurologic diseases like Alzheimer's disease. A few health conditions—liver diseases and malignancies—can also interfere with cholinesterase activity.

For these other factors to be responsible for cholinesterase inhibition among handlers, they would have to be in place *exclusively* and only *just before* the follow-up blood test, but not during the baseline testing. It would be unusual for the medical conditions linked to inhibited cholinesterase activity to pop up only during the follow-up testing and not at baseline, and furthermore, most are so disabling that it is unlikely an affected individual would be able to meet the heavy demands of agricultural work. With the exception of Tylenol, the medications that could influence the test results would probably be taken by a worker at baseline as well as at follow-up (thus negating any evidence of inhibition) because they all treat chronic conditions.

## Potential exposure routes identified by Labor and Industries evaluations

- Exposed skin during air blast spraying
- Cotton ball cap (bill exposed) worn under protective head gear
- Lack of chemical resistant footwear
- Improper maintenance and storage of respirators
- Improper decontamination of personal protective equipment, including respirators.
- Exposure to contaminated equipment
- Overuse of respirator cartridges
- Use of cotton gloves under rubber gloves
- Not using personal protective equipment, including respirators, required by pesticide label
- Poor personal hygiene practices (i.e. hand washing after spraying)
- No/improper personal protective equipment worn while decontaminating application equipment
- Pesticide splashes while mixing.

SOURCE: Washington State Department of Labor and Industries Cholinesterase Monitoring of Pesticide Handlers in Agriculture: 2004–2006

We looked at some of these issues and found no associations. Few people had the medical conditions or used the medications thought to interfere with cholinesterase. We also asked about smoking, alcohol consumption, and use of Tylenol in the last 30 days. None of these were associated with serum cholinesterase inhibition. We are also following up on the question of alcohol and Tylenol use in a separate study among healthy individuals not exposed to pesticides.

Results of the Pacific Northwest Agricultural Safety and Health study suggest that we should focus on preventing exposure during high-risk activities such as mixing and loading pesticides and cleaning spray equipment. We should also encourage handlers to use personal protective equipment that offers better protection (such as full-face respirators and chemical-resistant boots), and to use lockers for storage of protective equipment.

For questions or more information about this study, contact Jon Hofmann at [hofmann@u.washington.edu](mailto:hofmann@u.washington.edu) or call (800) 330-0827. ●



# La inhibición de la colinesterasa

*Mezclando, cargando y limpiando equipo de rociatura eran asociados de cerca con la inhibición de colinesterasa.*

**E**l programa de monitoreo de la colinesterasa fue dictado por la Corte Suprema del Estado de Washington en 2002, como un sistema para advertir a los manejadores y empleadores sobre la exposición a los pesticidas antes de que los manejadores se enfermen. Actualmente, únicamente los pesticidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) ofrecen un margen de determinación temprana de la exposición por medio de una prueba sencilla de sangre. Esta prueba identifica a los manejadores que quizás no estén protegidos adecuadamente en el lugar de trabajo. En comparación a años previos, este año pasado tuvo la proporción más baja de manejadores con inhibición de los niveles de colinesterasa que provocaran una evaluación del lugar de trabajo, realizado cuando existe un 7 por ciento, o el retiro del empleo, cuando el nivel es menor del 1 por ciento.

## Causas especuladas de exposición

El Departamento de Labor e Industria del Estado de Washington (L&I) ha evaluado los lugares y prácticas de trabajo de los manejadores de pesticidas con actividad inhibida de la colinesterasa en un esfuerzo para identificar las fuentes potenciales de exposición. Estas investigaciones generaron una lista de problemas basados en los principios de higiene que probablemente incrementarían la exposición. Algunos ejemplos incluyeron el uso de cachuchas bajo equipo protector personal y procedimientos de limpieza inadecuados (*ver "Rutas potenciales de exposición identificadas"*).

Pero no sólo mostrando que estos problemas ocurrieron predominantemente entre aquellos que tuvieron una inhibición se puede establecer como caso de estas son las causas verdaderas. Por ejemplo, mientras que L&I encuentra que con frecuencia los manejadores con inhibición de colinesterasa usan cachuchas, esa práctica también pudiera ser algo común entre los manejadores sin inhibición. Al comparar las prácticas y las condiciones de trabajo de los manejadores que tienen actividad inhibida de la colinesterasa con aquellos que no la tienen, podemos confirmar cuales factores están realmente asociados con la sobre exposición a los pesticidas.

## Encuesta

El Centro Pacific Northwest Agricultural Safety and Health Center en la Universidad de Washington exploró la idea de si existe alguna actividad o práctica de trabajo en particular asociada con la inhibición de la actividad de la colinesterasa en el suero sanguíneo. Aunque L&I utiliza el término depresión de colinesterasa, los autores del estudio prefieren usar el término inhibición que es sinónimo para evitar la confusión con la condición psicológica. Algunos de los manejadores de pesticidas que se les hicieron las pruebas creían que se les evaluaba por depresión emocional.

Durante las temporadas del 2006 y 2007 cuando los manejadores vinieron a la clínica para su prueba de seguimiento, se reunió información acerca de sus hábitos de trabajo durante el periodo de 30 días previo a la visita. Esto fue antes de conocer su nivel de colinesterasa. Usando una pantalla con icono de tacto con preguntas de audio grabadas en español o en inglés casi 155

manejadores proveyeron información de sus actividades como manejadores de pesticidas y de otros factores no ocupacionales, como su edad, si fuman, el uso de alcohol y condiciones médicas existentes (*ver "Información recolectada," página 43*).

Comparando a aquellos con inhibición en los niveles de la colinesterasa con los que presentan un nivel normal, se identificaron dos actividades de trabajo significativamente asociadas con la actividad inhibida de la de la colinesterasa:

1. Mezclar y cargar—Los manejadores que reportan que mezclan y cargan en los 30 días previos a su siguiente prueba tuvieron dos veces más probabilidad de tener inhibición que aquellos que no lo hicieron. Los mezcladores/cargadores tuvieron un promedio de 5.25 por ciento mayor la inhibición de colinesterasa en el suero sanguíneo.

2. Limpiado de equipo de aspersión—Los manejadores que reportan que limpiaron el equipo de aspersión tuvieron en promedio un 4.4 por ciento mayor la inhibición de la colinesterasa y tuvieron nueve veces más probabilidad de mostrar inhibición. Las investigaciones de L&I encontraron que algunos manejadores no utilizaron equipo de protección personal para esta actividad, lo que puede explicar (por lo menos en parte) la asociación entre limpiar el equipo de aspersión y la inhibición de la colinesterasa.

Tres prácticas relacionadas al equipo de protección personal fueron identificadas protectoras:

1. El uso de respiradores de careta completa protegieron significativamente más que los modelos de media cara. En cuanto a los modelos de careta, aquellos que usaron respiradores de media cara tuvieron un 7 por ciento mayor probabilidad de inhibición de la actividad de la colinesterasa y tuvieron siete veces más probabilidad de tener un valor de sobre exposición.

2. Usar zapatos resistentes a químicos ofreció mayor protección. Los manejadores que no usaron botas resistentes a químicos tuvieron un 11 por ciento mayor la inhibición y fueron 7.6 veces más probables de tener un valor anormal en la prueba comparado con aquellos que usaron botas protectoras.

3. Usar un armario para guardar su equipo de protección personal también fue una medida protectora,

## La regla del monitoreo de la colinesterasa

**L**a regla del monitoreo de la colinesterasa adoptada en diciembre del 2003, ordena que los patrones registren las horas que los empleados manejan organofosforados o carbamatos de clase de toxicidad I y II y que provean pruebas de sangre si un empleado alcanza las 30 horas en un periodo de 30 días. Todos los manejadores dispuestos a participar primero deben tener una prueba inicial bajo condiciones de no exposición (no contacto con estos pesticidas en los meses previos), lo que establece su 'nivel normal' personal. Pruebas subsecuentes cuando se alcance la marca de 30 horas/30 días se comparan con la prueba inicial. Si hay un 20 por ciento menos de colinesterasa de la medida de la prueba base, indica que debe haber una investigación del lugar de trabajo para determinar y corregir cualquier fuente de exposición a pesticidas. Si la colinesterasa se ha reducido en un 30% en su suero sanguíneo o ha disminuido un 40% en sus células rojas, el trabajador es retirado temporalmente de las actividades de manejo de pesticidas hasta que sus niveles regresen a nivel normal.

probablemente porque la ropa se cambió, reduciendo el

## Información recolectada usando la encuesta por computadora\*

Categoría	Ejemplos
Aplicación de pesticidas OF/CB	Chlorpyrifos, azinphos-methyl, carbaryl, malathion, dimethoate, otros OF/CB.
Desempeño de actividades de manejo de pesticidas	Mezclar/cargar pesticidas, volver a entrar antes del periodo establecido de entrada al campo o huerta, mantenimiento del equipo.
Equipo de aspersión utilizado	Aspersora de ráfaga de aire remolcada por tractor, aspersora de torre, aplicaciones aéreas.
Actividades de limpieza realizadas	Limpieza de equipo de aspersión, equipo protector personal, recipientes de pesticidas, lugares de almacenamiento de pesticidas, derrame de pesticidas.
Cultivo tratado	Manzanas, peras, duraznos, chabacanos, ciruelas, cerezas, uvas, lúpulo, otros cultivos.
Duración/frecuencia de exposición	Días desde la última exposición, duración de las sesiones de aspersión, tiempo hasta la descontaminación.
Equipo de protección personal	Uso y condición del respirador, careta, anteojos de seguridad, gafas protectoras, guantes, botas y otra ropa de protección a químicos.
Instalaciones para descontaminación	Práctica del lavado de manos y uso de agentes limpiadores.
Certificación en seguridad con los pesticidas	Entrenamiento anual en seguridad con los pesticidas, prueba de ajuste del respirador.
Exposición fuera de la rutina	Lavarse las manos antes de comer, fumar, usar un teléfono celular ó orinar en el campo o huerta.
Eventos de exposición aguda	Salpicaduras o derrames accidentales, tocar equipo contaminado, destapar boquillas de aspersión.
Factores no-ocupacionales	Historia de enfermedad del hígado, uso de alcohol, fumar, uso de medicamentos, uso de pesticidas en el hogar, proximidad del hogar a huertas.
Síntomas de enfermedades relacionadas	Dermatitis, irritación de los ojos, asma, dolores de son pesticidas cabeza, visión borrosa, náuseas/vómito, diarrea, otros síntomas.
Información demográfica	Edad, género, raza/origen, educación, alfabetización en español e inglés, tiempo de empleo como manejador de pesticidas.

\* Preguntas relacionadas con la exposición se refieren a las prácticas y condiciones de trabajo en los últimos 30 días.

FUENTE: Hofmann, Jon. Determinants of serum cholinesterase inhibition among organophosphate-exposed agricultural pesticide handlers in Washington State.

tiempo de exposición. Quizás también reflejó la higiene general en el lugar de trabajo. Los manejadores que no guardaron su equipo de protección personal en un armario tuvieron 7.6 por ciento más inhibición y fue casi 6 veces más probable el tener la inhibición requiriendo por lo tanto una evaluación el lugar de trabajo.

### ¿Qué fue lo que no se asoció?

Varios problemas descubiertos por las visitas en los lugares de L&I no fueron asociados en la encuesta con la inhibición de la colinesteraza, incluyendo el vestir una sudadera con capucha, una cachucha de béisbol o bandana debajo del equipo de protección personal. Sin embargo, otras prácticas tales como lavarse las manos y el cambio adecuado de los cartuchos del respirador, aunque en el estudio no se identificaron como un factor de riesgo, pueden continuar siendo una preocupación y deberían continuar siendo un enfoque de capacitación.

También se cree que la inhibición de la colinesteraza puede estar relacionada a exposiciones no ocupacionales, incluyendo los alcaloides solanáceos en ciertos alimentos y en algunas drogas ilícitas. También existen algunas medicinas prescritas que son inhibidoras de la colinesteraza, pero generalmente estas se usan para tratar enfermedades neurológicas debilitantes como la enfermedad de Alzheimer. Algunas condiciones de salud—la enfermedad del hígado y padecimientos—también pueden interferir con la actividad de la colinesteraza.

Para que estos otros factores fueran responsables de la inhibición de la colinesteraza entre los manejadores, deberían estar presentes exclusivamente y sólo justo antes de hacer la prueba de sangre de seguimiento, pero no durante la prueba inicial. Sería inusual para que las condiciones médicas conectadas a la inhibición de la actividad de la colinesteraza surgieran sólo durante la

## Rutas potenciales de exposición identificadas por las evaluaciones de Labor e Industrias

- Piel expuesta durante la aspersión con aspersora de ráfaga de aire.
- Gorra de algodón (visera expuesta) utilizada bajo el gorro protector.
- No calzar zapatos resistentes a químicos.
- Mantenimiento y almacenamiento inapropiado de los respiradores.
- Descontaminación inapropiada del equipo protector personal, incluyendo los respiradores.
- Exposición a equipo contaminado.
- Uso excesivo de los cartuchos del respirador.
- Uso de guantes de algodón debajo de los guantes de plástico.
- No usar el equipo protector personal requeridos por la etiqueta del pesticida, incluyendo respiradores.
- Malas prácticas de higiene personal (p. ej., no lavarse las manos después de asperjar).
- No uso o uso inapropiado del equipo protector personal mientras se descontamina el equipo de aplicación.
- Salpicaduras de pesticidas mientras se mezcla.

FUENTE: Washington State Department of Labor and Industries Cholinesterase Monitoring of Pesticide Handlers in Agriculture: 2004–2006

prueba de seguimiento y no durante la prueba inicial y además, la mayoría de estas son tan debilitantes que es improbable que un individuo afectado pudiera volver a ser capaz de lograr las duras demandas del trabajo agrícola. Con la excepción del Tylenol, los medicamentos que pudieran tener influencia en los resultados de la prueba probablemente serían tomados por un trabajador tanto al inicio así como también en la de seguimiento (de este modo negando cualquier evidencia de inhibición) ya que todos ellos tratan con condiciones crónicas.

Revisamos algunos de estos problemas y no encontramos asociaciones. Poca gente tuvo las condiciones médicas o usó de los medicamentos que pensamos que interfieren con la colinesteraza. También preguntamos si fumaban, el consume de alcohol y el uso de Tylenol en los últimos 30 días. Ninguna de estas fue asociada con la inhibición de la colinesteraza. También estamos siguiendo las preguntas sobre el uso de alcohol y Tylenol en un estudio por separado entre individuos saludables no expuestos a pesticidas.

Los resultados del estudio de Pacific Northwest Agricultural Safety and Health sugieren que debemos enfocarnos en prevenir la exposición durante las actividades de alto riesgo como la mezcla y carga de pesticidas y la limpieza del equipo de aspersión. También debemos animar a los manejadores a que usen el equipo de protección personal que ofrece una mejor protección (como los respiradores de careta completa y las botas resistentes a químicos) y a utilizar los armarios para guardar su equipo de protección.

Para preguntas o más información acerca de este estudio comuníquese con Jon Hofmann a [hofmann@u.washington.edu](mailto:hofmann@u.washington.edu) ó llame al (800) 330-0827. ●