



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA CONTAMINADA
CON ARSÉNICO O CON PESTICIDAS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA QUÍMICA

PRESENTA:

MARTÍNEZ DEL RIO, OLIVER

ASESOR: DELGADILLO GARCÍA, GRACIELA RUTH

MÉXICO, D. F.

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

Esta publicación es un resumen de la Reseña Toxicológica del arsénico y forma parte de una serie de resúmenes de salud pública sobre sustancias peligrosas y sus efectos sobre la salud. También hay una versión abreviada, *ToxFAQs*TM, disponible. Esta información es importante porque se trata de una sustancia que podría ser nociva para la salud. Los efectos sobre la salud de la exposición a cualquier sustancia peligrosa van a depender de la dosis, la duración y el tipo de exposición, la presencia de otras sustancias químicas, así como de las características y los hábitos de la persona. Si desea información adicional, comuníquese con el Centro de Información de la ATSDR al 1-800-232-4636.

Trasfondo

Este resumen de salud pública le informa acerca del arsénico y de los efectos de la exposición a esta sustancia.

La Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) identifica los sitios de desechos peligrosos más serios en la nación. La EPA luego coloca estos sitios en la Lista de Prioridades Nacionales (NPL, por sus siglas en inglés) y los designa para limpieza a largo plazo por parte del gobierno federal. El arsénico se ha encontrado en por lo menos 1,149 de los 1,684 sitios actualmente en la NPL o que formaron parte de la NPL en el pasado. Aunque el número total de sitios de la NPL en los que se ha buscado esta sustancia no se conoce, el número de sitios en que se encuentre arsénico puede aumentar a medida que se evalúan más sitios. Esta información es importante porque estos sitios pueden constituir fuentes de exposición, y la exposición a esta sustancia puede perjudicarlo.

Cuando una sustancia se libera desde un área extensa, por ejemplo desde una planta industrial, o desde un recipiente como un barril o una botella, la sustancia entra al ambiente. Esta liberación no siempre conduce a exposición. Usted puede exponerse a una sustancia solamente cuando entra en contacto con ésta—al inhalar, comer o beber la sustancia, o por contacto con la piel.

Hay muchos factores que determinan si la exposición al arsénico lo perjudicará. Estos factores incluyen la dosis (la cantidad), la duración (por cuánto tiempo) y la manera como entró en contacto con esta sustancia. También debe considerar las otras sustancias químicas a las que usted está expuesto, su edad, sexo, dieta, características personales, estilo de vida y condición de salud.

1.1 ¿Qué es el arsénico?

El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre. El arsénico ha sido clasificado químicamente como un metaloide, con propiedades tanto de metal como de elemento no-metálico; sin embargo, se le refiere frecuentemente como un metal. El arsénico elemental (llamado también arsénico metálico) es un material sólido de color gris acero. Sin embargo, en el ambiente el arsénico generalmente se encuentra combinado con otros elementos como por ejemplo oxígeno, cloro y azufre. El arsénico combinado con estos elementos se conoce como arsénico inorgánico. El arsénico combinado con carbono e hidrógeno se conoce como arsénico orgánico.

La mayoría de los compuestos inorgánicos y orgánicos de arsénico son polvos de color blanco

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

www.atsdr.cdc.gov/es/ Teléfono: 1-800-232-4636 Facsímil: 770-488-4178 Correo Electrónico: cdcinfo@cdc.gov



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

que no se evaporan. No tienen olor y la mayoría no tiene ningún sabor especial. Por esta razón, generalmente no se puede saber si están presentes en los alimentos, el agua o el aire.

El arsénico inorgánico ocurre naturalmente en el suelo y en muchos tipos de rocas, especialmente en minerales que contienen cobre o plomo. Cuando estos minerales se calientan en hornos, la mayor parte del arsénico se elimina a través de la chimenea en forma de un polvo fino que entra a la atmósfera. Las fundiciones pueden recuperar este polvo y remover el arsénico en la forma de un compuesto llamado trióxido de arsénico (As_2O_3). Sin embargo, el arsénico ya no se produce en Estados Unidos; todo el arsénico usado en Estados Unidos es importado.

Actualmente, aproximadamente 90% del arsénico que se produce es usado como preservativo para madera, para que ésta no se deteriore o se pudra. El preservativo es el arsenato cromado de cobre (CCA) y a la madera tratada se le refiere como madera presurizada. En el año 2003, los productores de preservativos para tratar madera que contienen arsénico en Estados Unidos iniciaron voluntariamente la transición de CCA a otros preservativos que no contienen arsénico, para uso en, por ejemplo, estructuras en donde juegan niños, mesas para picnic, terrazas de madera, cercas y enladrillados para caminar. Esta transición se completó el 31 de Diciembre del año 2003; sin embargo, la madera que fue tratada con anterioridad a esta fecha aun podría usarse, y las estructuras fabricadas con madera presurizada con CCA no serían afectadas. Los productos de madera presurizada con CCA continúan siendo usados en aplicaciones industriales. No se sabe en qué grado

los productos de madera presurizada contribuyen, si lo hacen del todo, a la exposición de la población al arsénico.

En el pasado, los compuestos inorgánicos de arsénico se usaron predominantemente como plaguicidas, principalmente en cosechas de algodón y huertos frutales. Actualmente, los compuestos inorgánicos de arsénico no se pueden usar en la agricultura. Sin embargo, los compuestos orgánicos de arsénico, específicamente el ácido cacodílico, el arsenato de metilo bisódico (DSMA) y el arsenato de metilo monosódico (MSMA), aun se usan como plaguicidas, principalmente en algodón. Algunos compuestos orgánicos de arsénico se usan como suplementos en alimentos para animales.

Cantidades pequeñas de arsénico metálico se agregan a otros metales para formar mezclas de metales o aleaciones con mejores características físicas. El uso más extenso de las aleaciones de arsénico es en baterías para automóviles. Otro uso importante de los compuestos de arsénico es en semiconductores y en diodos que emiten luz.

1.2 ¿Qué le sucede al arsénico cuando entra al medio ambiente?

El arsénico ocurre naturalmente en el suelo y en minerales y por lo tanto puede entrar al aire, al agua y al suelo en polvo que levanta el viento. También puede entrar al agua en agua de escorrentía o en agua que se filtra a través del suelo. Las erupciones volcánicas constituyen otra fuente de arsénico. El arsénico está asociado con minerales que se minan para extraer metales, como por ejemplo cobre y plomo, y puede entrar al ambiente cuando se extraen o funden estos minerales. También se pueden liberar a la atmósfera cantidades pequeñas

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

de arsénico desde plantas de carbón y desde incineradores porque a menudo el carbón y los productos de desecho contienen arsénico.

El arsénico no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma o puede adherirse o separarse de partículas. El arsénico puede cambiar de forma al reaccionar con oxígeno o con otras moléculas presentes en el aire, el agua o el suelo, o por la acción de bacterias que viven en el suelo o el sedimento. El arsénico que liberan plantas de energía y otros procesos de combustión generalmente está adherido a partículas muy pequeñas. El arsénico contenido en polvo que levanta el viento se encuentra generalmente en partículas más grandes. Estas partículas se depositan en el suelo o son removidas del aire por la lluvia. El arsénico que está adherido a partículas muy pequeñas puede permanecer en el aire varios días y puede movilizarse largas distancias. Muchos compuestos comunes de arsénico pueden disolverse en agua. Por lo tanto, el arsénico puede pasar a lagos, ríos o al agua subterránea disolviéndose en el agua de lluvia o la nieve o en desagües industriales. Cierta cantidad de arsénico se adherirá a partículas en el agua o a sedimento del fondo de lagos o ríos, mientras que otra porción será arrastrada por el agua. Al final, la mayor parte del arsénico termina en el suelo o en el sedimento. Aunque algunos peces y mariscos incorporan arsénico que puede acumularse en los tejidos, la mayor parte de este arsénico se encuentra en una forma orgánica llamada arsenobetaína (llamada comúnmente arsénico de pez) que es mucho menos peligrosa.

1.3 ¿Cómo puede ocurrir la exposición al arsénico?

Debido a que el arsénico se encuentra naturalmente en el ambiente, usted estará expuesto a cierta cantidad de arsénico a través de los alimentos, el agua potable o del aire que respira. Los niños también pueden estar expuestos al comer tierra. Los métodos de análisis que usan los científicos para determinar los niveles de arsénico en el ambiente generalmente no determinan la forma específica de arsénico presente. Por lo tanto, no siempre sabemos a que forma de arsénico puede estar expuesta una persona. Asimismo, a menudo tampoco sabemos que formas de arsénico están presentes en sitios de residuos peligrosos. Algunas formas de arsénico pueden estar adheridas tan fuertemente a partículas o incrustadas en minerales que no son incorporadas por plantas y animales.

La concentración de arsénico en el suelo varía ampliamente, en general entre aproximadamente 1 y 40 partes de arsénico por millón de partes de suelo (ppm) con un promedio de 3 a 4 ppm. Sin embargo, los suelos cerca de depósitos geológicos ricos en arsénico, cerca de algunas minas y fundiciones, o en áreas agrícolas donde se usaron plaguicidas con arsénico en el pasado, pueden tener niveles de arsénico mucho más altos. Generalmente, la concentración de arsénico en agua de superficie o subterránea es aproximadamente 1 parte de arsénico por billón de partes de agua (1 ppb), pero puede exceder 1,000 ppb en áreas de minería o donde los niveles de arsénico en el suelo son naturalmente elevados. Generalmente, el agua subterránea contiene niveles de arsénico más altos que el agua de superficie. Estudios del agua potable en Estados Unidos indican que cerca del 80% de los

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

suministros de agua tienen menos de 2 ppb de arsénico, pero 2% de los suministros exceden 20 ppb. Los niveles de arsénico en los alimentos varían entre 20 y 140 ppb. Sin embargo, los niveles de arsénico inorgánico, la forma que genera mayor preocupación, son mucho más bajos. Los niveles de arsénico en el aire generalmente varían entre menos de 1 nanogramo (1 nanogramo es la billonésima parte de 1 gramo) hasta cerca de 2,000 nanogramos de arsénico por metro cúbico de aire (menos de 1 hasta 2,000 ng/m³), dependiendo de la localidad, las condiciones climáticas y el nivel de actividad industrial en el área. Sin embargo, los niveles de arsénico en áreas urbanas generalmente varían entre 20 y 30 ng/m³.

Normalmente, cantidades pequeñas de arsénico entran al cuerpo en el aire que usted respira, el agua que bebe y los alimentos que come. De estas fuentes, los alimentos son la fuente principal de arsénico. La fuente principal de arsénico en la dieta son los mariscos, seguidos por el arroz/cereales de arroz, hongos y aves de corral. Aunque los mariscos contienen la cantidad de arsénico más alta, el arsénico en peces y mariscos está principalmente en una forma orgánica llamada arsenobetaina, la cual es mucho menos peligrosa. Algunas algas marinas pueden contener formas inorgánicas de arsénico que pueden ser más peligrosas. Los niños generalmente ingieren pequeñas cantidades de polvo o tierra diariamente, lo que constituye otra manera de exposición al arsénico. La cantidad total de arsénico que entra al cuerpo a través de estas fuentes es aproximadamente 50 microgramos (1 microgramo es la millonésima parte de 1 gramo) al día. El nivel de arsénico inorgánico (la forma potencialmente más peligrosa) que entra al cuerpo desde estas fuentes es aproximadamente 3.5 microgramos al

día. Los niños pueden estar expuestos a cantidades pequeñas de arsénico cuando se llevan las manos a la boca después de jugar en estructuras construidas con madera tratada con CCA. La cantidad de arsénico a la que se exponen los niños de esta manera generalmente es más baja que la que pueden recibir a través de los alimentos y el agua.

Además de los niveles normales de arsénico en el aire, el agua, el suelo y los alimentos, usted podría estar expuesto a niveles más altos de las siguientes maneras:

- Ciertas áreas de Estados Unidos tienen niveles de arsénico naturales en rocas excepcionalmente altos, lo que puede producir niveles de arsénico excepcionalmente altos en el suelo o el agua. Si usted vive en un área como esta, puede ingerir niveles altos de arsénico en el agua potable. Los niños pueden ingerir arsénico si comen tierra o se llevan las manos a la boca.
- Algunos sitios de desechos peligrosos contienen cantidades altas de arsénico. Si el material no se ha almacenado en forma apropiada, puede pasar al agua, al aire o al suelo de los alrededores. Si usted vive cerca de un sitio como este, puede estar expuesto a niveles altos de arsénico a través de estas fuentes.
- Si su trabajo involucra la producción o el uso de arsénico (por ejemplo, fundición de cobre o plomo, tratamiento de madera, aplicación de plaguicidas), puede estar expuesto a niveles altos de arsénico durante la jornada de trabajo.

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

- Si usted sierra o pule madera tratada con arsénico, puede inhalar aserrín. Asimismo, si usted quema madera tratada con arsénico, puede inhalar arsénico en el humo.
- Si usted vive en un área agrícola en donde se usó arsénico en las cosechas en el pasado, el suelo puede tener niveles altos de arsénico.
- En el pasado, varios tipos de productos para uso doméstico (veneno para ratas, herbicidas, ciertos tipos de medicamentos) contenían arsénico. Sin embargo, la mayoría de estos usos han terminado, de manera que hoy en día la exposición a través de estos artículos domésticos es improbable.

1.4 ¿Cómo entra y sale del cuerpo el arsénico?

Si usted traga arsénico en agua, tierra o alimentos, la mayor parte del arsénico puede pasar rápidamente a la corriente sanguínea. La cantidad que pasa a la sangre dependerá de la cantidad y del tipo de arsénico que usted traga. Esta es la manera más probable de exposición cerca de un sitio de residuos. Si usted respira aire que contiene polvos de arsénico, muchas de las partículas de polvo se depositarán en el interior de los pulmones. La mayoría del arsénico en estas partículas pasa de los pulmones a la sangre. Este tipo de exposición puede ocurrir cerca de un sitio de desechos en donde se permite que los suelos contaminados con arsénico sean levantados al aire por el viento, o si trabaja con suelo o productos que contienen arsénico. Si su piel entra en contacto con suelo o agua contaminada con arsénico, solamente una pequeña cantidad entrará al

cuerpo a través de la piel, por eso, este tipo de exposición no es muy importante.

Tanto la forma inorgánica como la forma orgánica de arsénico abandonan el cuerpo en la orina. La mayoría del arsénico abandona el cuerpo en unos días, pero una cantidad permanecerá en el cuerpo durante meses o más tiempo. Si usted se expone a arsénico orgánico, la mayor parte abandonará el cuerpo en unos días.

1.5 ¿Cómo puede afectar mi salud el arsénico?

Los científicos usan una variedad de pruebas para proteger al público de los efectos perjudiciales de sustancias químicas tóxicas y para encontrar maneras para tratar a personas que han sido afectadas.

Una manera para determinar si una sustancia química perjudicará a una persona es averiguar como el cuerpo absorbe, usa y libera la sustancia. En el caso de algunas sustancias químicas puede ser necesario experimentar en animales. La experimentación en animales puede ayudar a identificar problemas de salud tales como cáncer o defectos de nacimiento. Sin el uso de animales de laboratorio, los científicos perderían un método importante para tomar decisiones apropiadas para proteger la salud pública. Los científicos tienen la responsabilidad de tratar a los animales de investigación con cuidado y compasión. Los científicos deben adherirse a estrictos reglamentos para el cuidado de los animales porque actualmente hay leyes que protegen el bienestar de los animales de investigación.

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

Desde la antigüedad se sabe que el arsénico es un veneno para el ser humano, y dosis altas (más de 60,000 ppb en el agua, lo que equivale a niveles 10,000 veces mayores que 80% de los niveles que se encuentran en el agua potable en EE. UU.) pueden ser fatales. Si usted traga niveles de arsénico más bajos (entre 300 y 30,000 ppb en el agua; 100 a 1,000 veces mayores que la mayoría de los niveles en el agua potable en EE. UU.), puede sufrir irritación del estómago y los intestinos, acompañado de dolor de estómago, náusea, vómitos y diarrea. Otros efectos que puede sufrir incluyen reducción de la producción de glóbulos rojos y blancos, lo que puede causar fatiga, ritmo cardíaco anormal, daño de los vasos sanguíneos (lo que produce contusiones) y alteraciones de la función de los nervios (lo que produce una sensación de hormigueo en las manos y los pies).

Tal vez el efecto más característico de la exposición oral prolongada a arsénico inorgánico es un cuadro de alteraciones de la piel. Estas incluyen un oscurecimiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas en la palma de las manos, la planta de los pies y el torso, a menudo asociados con alteraciones en los vasos sanguíneos de la piel. También se puede desarrollar cáncer de la piel. También se ha observado que tragar arsénico aumenta el riesgo de desarrollar cáncer del hígado, la vejiga y los pulmones. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (*DHHS*) y la *EPA* han determinado que el arsénico inorgánico es reconocido como sustancia carcinogénica en seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (*IARC*) ha determinado que el arsénico inorgánico es carcinogénico en seres humanos.

Si usted respira niveles altos de arsénico inorgánico probablemente sufrirá dolor de garganta e irritación de los pulmones. También puede desarrollar algunos de los efectos de la piel descritos anteriormente. El nivel de exposición que produce estos efectos no se conoce con certeza, pero probablemente es más de 100 microgramos de arsénico por metro cúbico de aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante una exposición breve. La exposición más prolongada a niveles más bajos puede producir efectos de la piel y también desórdenes circulatorios y de los nervios periféricos. Algo que preocupa bastante es la capacidad del arsénico inorgánico que se inhala para aumentar el riesgo de cáncer del pulmón. Esto se ha observado principalmente en trabajadores expuestos al arsénico en fundiciones, minas y en fábricas de productos químicos, aunque también se ha observado en gente que vive cerca de fundiciones y de fábricas de productos arsenicales. La gente que vive cerca de sitios de desechos que contienen arsénico también puede correr un riesgo más alto de contraer cáncer del pulmón.

Si su piel entra en contacto directo con compuestos inorgánicos de arsénico, su piel puede sufrir irritación, enrojecimiento e hinchazón. Sin embargo, parece improbable que el contacto con la piel produzca efectos internos graves.

Casi no hay ninguna información acerca de los efectos de los compuestos orgánicos de arsénico en seres humanos. Los estudios en animales indican que la mayoría de los compuestos orgánicos de arsénico simples (por ejemplo, los compuestos de metilo y dimetilo) son menos tóxicos que las formas inorgánicas. En animales, la ingestión de compuestos de metilo puede producir diarrea, y la exposición de por vida puede dañar los riñones. La

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

exposición de por vida a compuestos de dimetilo puede dañar la vejiga y los riñones.

1.6 ¿Cómo puede el arsénico afectar a los niños?

Esta sección discute los posibles efectos sobre la salud en seres humanos causados por exposiciones desde la concepción a la madurez (18 años de edad).

Los niños están expuestos al arsénico de manera similar que los adultos. Debido a que el arsénico se encuentra en el suelo, el agua, los alimentos y el aire, puede entrar al cuerpo de los niños en el aire que respiran, el agua que beben y los alimentos que consumen. Como los niños tienden a comer o beber una menor variedad de alimentos y bebidas que los adultos, la ingestión de jugos o fórmulas infantiles preparadas con agua contaminada con arsénico puede representar una fuente de exposición significativa. Además, debido a que los niños juegan a menudo en la tierra y se llevan las manos a la boca y en ocasiones ingieren tierra intencionalmente, la ingestión de tierra contaminada puede ser una fuente de exposición más importante que para los adultos. En áreas de Estados Unidos en donde los niveles de arsénico en el suelo y el agua son naturalmente altos, o en áreas en o cerca de sitios de desechos, la exposición de los niños al arsénico a través de la ingestión de tierra o agua puede ser significativa. Más aun, el contacto con adultos que usan ropa contaminada con arsénico (por ejemplo, con polvo de fundiciones de cobre o plomo, del tratamiento de madera o la aplicación de plaguicidas, o del contacto con madera tratada con arsénico) puede ser una fuente de exposición. Debido a la tendencia de los niños a llevarse cosas que encuentran a la boca, también existe la

posibilidad de que ocurra envenenamiento accidental al ingerir plaguicidas. De esta manera, aunque la mayoría de las rutas de exposición de niños son las mismas que las de los adultos, los niños pueden correr un riesgo de exposición mayor debido a la práctica de llevarse las manos a la boca.

Los niños que están expuestos al arsénico inorgánico pueden sufrir efectos similares a los adultos expuestos: irritación del estómago y los intestinos, daño de los vasos sanguíneos, alteraciones de la piel y de los nervios. Así, todos los efectos observados en adultos podrían ocurrir en niños. También hay alguna evidencia que sugiere que la exposición prolongada de niños al arsénico puede causar cocientes de inteligencia (IQ) bajos. No se sabe si la absorción de arsénico desde los intestinos es diferente en niños que en adultos. Hay alguna evidencia de que la exposición al arsénico en el útero y durante la infancia puede aumentar la tasa de mortalidad en adultos jóvenes.

También hay estudios que sugieren que inhalar o ingerir arsénico durante el embarazo puede ser perjudicial para la mujer o el feto, aunque estos estudios no son definitivos. Los estudios en animales indican que las dosis altas de arsénico que son nocivas para hembras preñadas también pueden causar bajo peso de nacimiento, defectos de nacimiento y aun causar la muerte de los fetos. El arsénico puede atravesar la placenta y se ha encontrado en los tejidos del feto. También se han encontrado niveles bajos de arsénico en la leche materna.

En animales, la exposición a compuestos orgánicos de arsénico puede producir bajo peso de nacimiento, malformaciones y la muerte del feto. Las dosis que

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

pueden producir estos efectos también producen efectos en las madres.

1.7 ¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al arsénico?

Si su doctor encuentra que usted (o un miembro de la familia) ha estado expuesto a cantidades significativas de arsénico, pregunte si sus niños también podrían haber estado expuestos. Puede que su doctor necesite pedir que su departamento estatal de salud investigue.

Si usted usa madera tratada con arsénico en proyectos domésticos, protegerse del aserrín que contiene arsénico puede ayudar a limitar la exposición de los miembros de su familia. Estas medidas pueden incluir el uso de máscaras, guantes y ropa de protección. La madera tratada con arsénico nunca debe quemarse, o usarse en hornos, calderas residenciales o chimeneas, y no deber ser usada como abono o pajote. El Programa de Conocimiento del Consumidor (CAP) de la *EPA* es un programa voluntario establecido por los fabricantes de productos de *CCA* para informar al consumidor del manejo, uso y disposición apropiados de madera tratada con *CCA*. La exposición de los niños al arsénico en madera tratada con *CCA* puede reducirse lavando las manos de los niños, ya que la mayor parte del arsénico en las manos es removida con el agua.

Si usted vive en un área con niveles altos de arsénico en el agua o el suelo, puede reducir la exposición de su familia al arsénico usando otras fuentes de agua y limitando el contacto con la tierra (por ejemplo, cubriendo el suelo con pasto). Usted puede reducir la exposición de su familia a tierra

contaminada controlando cuidadosamente la cantidad de polvo en su hogar (mediante filtros de aire, limpieza frecuente). Algunos niños comen tierra intencionalmente. Usted debe evitar que sus niños coman tierra. También debe enseñarles a los niños a no llevarse las manos u otros objetos a la boca. Asegúrese de que se laven las manos con frecuencia, especialmente antes de comer. Debido a que el arsénico puede encontrarse en plaguicidas en el hogar, los productos domésticos que contienen arsénico deben guardarse fuera del alcance de los niños para prevenir envenenamientos accidentales. Guarde siempre los productos químicos domésticos en sus envases rotulados originales; nunca los guarde en envases que pueden ser atractivos para los niños, como por ejemplo botellas de soda. Mantenga el número de teléfono de Centro de Control de Envenenamientos cerca de su teléfono.

A veces es posible llevar arsénico del trabajo al hogar en la ropa de trabajo, la piel, el cabello, las herramientas o en otros objetos que se sacan del trabajo. Esto puede ocurrir si usted trabaja en industrias de abonos, plaguicidas o vidrio, o en fundiciones de cobre/plomo. De esta manera usted puede contaminar su carro, el hogar u otros lugares fuera de su trabajo donde los niños pueden exponerse al arsénico. Usted debe estar consciente de esta posibilidad si trabaja con arsénico.

La persona encargada de la seguridad y salud ocupacional en su trabajo puede y debe informarle si las sustancias químicas con las que usted trabaja son peligrosas y si es posible llevarlas al hogar en su ropa, su cuerpo o en herramientas, y si usted debería ducharse y cambiarse de ropa antes de dejar el trabajo, guardar su ropa de calle en un área separada en el trabajo o lavar su ropa de trabajo

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

separada de otra ropa. Su lugar de trabajo debe disponer de Hojas de Información de Seguridad del Material (*MSDS*) sobre muchas de las sustancias químicas usadas en su lugar de trabajo, como lo requiere la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (*OSHA*). La información en estas hojas debe incluir los nombres químicos e ingredientes peligrosos, propiedades importantes (inflamabilidad y explosividad), posibles efectos a la salud y lo que se debe hacer en un caso de emergencia. Su patrono tiene la responsabilidad legal de proveer un lugar de trabajo seguro y debe contestar todas sus preguntas acerca de sustancias peligrosas. La *OSHA* o su programa estatal de salud y seguridad ocupacional aprobado por *OSHA* pueden contestar cualquier pregunta adicional y ayudar a su patrono a identificar y corregir problemas con sustancias peligrosas. La *OSHA* y/o su programa estatal de salud y seguridad ocupacional aprobado por la *OSHA* escucharán sus quejas formales acerca de peligros para la salud en el trabajo y, cuando sea necesario, inspeccionarán su lugar de trabajo. Los empleados tienen el derecho de solicitar seguridad y salud en el trabajo sin temor a represalias.

1.8 ¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al arsénico?

Hay varias pruebas sensibles y específicas que pueden medir el arsénico en la sangre, la orina, el cabello o las uñas. Estas pruebas a menudo ayudan a determinar si usted ha estado expuesto en el pasado a niveles de arsénico más altos que lo normal. Estas pruebas generalmente no se llevan a cabo en el consultorio de un doctor. Las muestras se deben mandar a un laboratorio especializado.

La determinación de arsénico en la orina es el método más confiable para detectar exposiciones recientes al arsénico (días antes). La mayoría de las pruebas miden la cantidad total de arsénico en la orina. En ocasiones esto puede inducir a error porque las formas orgánicas de arsénico en pescados y mariscos, que no son perjudiciales, pueden dar una lectura alta aunque usted no haya estado expuesto a una forma de arsénico tóxica. Por esta razón, a veces los laboratorios usan una prueba más complicada para separar las diferentes formas de arsénico. Debido a que el arsénico abandona el cuerpo en unos días, el análisis de orina no puede determinar si usted se expuso al arsénico en el pasado. Las pruebas de su cabello o uñas pueden indicar si usted se expuso a niveles altos en los últimos 6 a 12 meses, pero estas pruebas no son muy útiles para detectar exposiciones a niveles bajos de arsénico. La detección de niveles altos de arsénico demuestra que usted ha estado expuesto, pero a menos que se tenga información adicional acerca de cuándo se expuso y por cuánto tiempo, generalmente no es posible predecir si ocurrirán efectos perjudiciales.

1.9 ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?

El gobierno federal desarrolla reglamentos y recomendaciones para proteger la salud pública. Los reglamentos *pueden* ser impuestos por ley. La *EPA*, la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (*OSHA*) y la Administración de Drogas y Alimentos (*FDA*) son algunas agencias federales que desarrollan reglamentos para sustancias tóxicas. Las recomendaciones proveen instrucciones valiosas para proteger la salud

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico
CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

pública, pero *no pueden* imponerse por ley. La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) del CDC son dos agencias federales que desarrollan recomendaciones para sustancias tóxicas.

Los reglamentos y recomendaciones pueden ser expresados como 'niveles-que-no-deben-excederse' –en otras palabras, niveles de la sustancia tóxica en el aire, agua, suelo o alimentos que no sobrepasen los niveles críticos que se basan generalmente en niveles que afectan a los animales. Estos niveles luego se ajustan para la protección de seres humanos. En algunas ocasiones estos 'niveles-que-no-deben-excederse' difieren entre organizaciones federales debido a las diferentes duraciones de exposición (una jornada de 8 horas al día o de 24 horas al día), el uso de diferentes estudios en animales u otros factores.

Las recomendaciones y los reglamentos son actualizados periódicamente a medida que se dispone de información adicional. Para obtener la información más reciente, consulte a la organización o agencia federal que la otorga. Los siguientes son algunos reglamentos y recomendaciones para el arsénico:

El gobierno federal ha tomado varias medidas para proteger a la población del arsénico. En primer lugar, la EPA ha establecido límites para la cantidad de arsénico que las industrias pueden liberar al ambiente. En segundo lugar, la EPA ha restringido o cancelado muchos de los usos del arsénico en plaguicidas y está considerando aun más restricciones. En tercer lugar, en enero del año 2001, la EPA redujo el límite para el arsénico en el

agua potable de 50 a 10 ppb. Finalmente, la OSHA ha establecido un límite de exposición promedio de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para arsénico en el aire de lugares de trabajo que usan arsénico inorgánico.

1.10 ¿Dónde puedo obtener más información?

Si usted tiene preguntas o preocupaciones, por favor comuníquese con el departamento de salud y calidad ambiental de su comunidad o estado o con la ATSDR a la dirección y número de teléfono que aparecen más abajo.

La ATSDR también puede indicarle la ubicación de clínicas de salud ocupacional y ambiental. Estas clínicas se especializan en la identificación, evaluación y el tratamiento de enfermedades causadas por la exposición a sustancias peligrosas.

Las Reseñas Toxicológicas también están disponibles (en inglés) en la Red en www.atsdr.cdc.gov y en CD-ROM. Usted puede solicitar una copia del CD-ROM que contiene las Reseñas Toxicológicas de la ATSDR llamando libre de cargos al número de información y asistencia técnica al 1-800-CDCINFO (1-800-232-4636), a través de correo electrónico al cdcinfo@cdc.gov o escribiendo a:

*Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Division of Toxicology and Environmental
Medicine
1600 Clifton Road NE, Mailstop F-32
Atlanta, GA 30333
Facsímil: 1-770-488-4178
Dirección vía WWW: <http://www.atsdr/cdc.gov/es>
ATSDR en Español*

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades



Resumen de Salud Pública

Arsénico

CAS#: 7440-38-2

División de Toxicología y Medicina Ambiental

agosto de 2007

Las organizaciones con fin de lucro pueden solicitar copias de las Reseñas Toxicológicas finalizadas a:

National Technical Information Service

5285 Port Royal Road

Springfield, VA 22161

Teléfono: 1-800-553-6847 ó 1-703-605-6000

Dirección vía WWW: <http://www.ntis.gov>

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

www.atsdr.cdc.gov/es/ Teléfono: 1-800-232-4636 Facsímil: 770-488-4178 Correo Electrónico: cdcinfo@cdc.gov