



Este Resumen de Salud Pública es el capítulo sumario de la Reseña Toxicológica para el berilio. El mismo forma parte de una serie de Resúmenes de Reseñas Toxicológicas relacionados a sustancias peligrosas y sus efectos sobre la salud. Una versión más breve, [ToxFAQs™](#), también está disponible. Esta información es importante para usted debido a que esta sustancia podría causar efectos nocivos a su salud. Los efectos a la salud de la exposición a cualquier sustancia peligrosa van a depender de la dosis, la duración, la manera de exposición, las características y hábitos personales, y si están presentes otras sustancias químicas. Si desea información adicional, puede comunicarse con el Centro de Información de la ATSDR al 1-888-422-8737.

Trasfondo

Este resumen de salud pública le informa acerca del berilio y de los efectos de la exposición a este compuesto.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) identifica los sitios de desechos peligrosos más serios en la nación. Estos sitios constituyen la Lista de Prioridades Nacionales (NPL) y son los sitios designados para limpieza a largo plazo por parte del gobierno federal. El berilio se ha encontrado en por lo menos 535 de los 1,613 sitios actualmente en la NPL o que formaron parte de la NPL en el pasado. Sin embargo, el número total de sitios de la NPL en los que se ha buscado el berilio no se conoce. A medida que se evalúan más sitios, el número de sitios en que se encuentre el berilio puede aumentar. Esta información es importante porque la exposición a esta sustancia puede perjudicarlo y estos sitios pueden constituir fuentes de exposición.

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

Si usted está expuesto al berilio, hay muchos factores que determinan si le afectará adversamente. Estos factores incluyen la dosis (la cantidad), la duración (por cuanto tiempo) y de la manera como entró en contacto con estas sustancias. 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 BERILIO?

El berilio es un elemento natural. Está presente en una variedad de materiales como por ejemplo rocas, carbón y petróleo, en el suelo y en polvo volcánico. Dos tipos de rocas minerales, la bertrandita y el berilo, son minadas comercialmente para recuperar berilio. El berilio de alta pureza, de calidad de piedra preciosa, es más conocido como aguamarina (de color azul o azul-verdoso) o esmeralda (de color verde). El berilio es el metal más liviano. Una importante distinción entre los compuestos de berilio es que algunos son solubles en agua, mientras que muchos son insolubles en agua.

La mayor parte del mineral de berilio que es minado es usado en aleaciones (mezclas de metales). La mayoría de estas aleaciones se usan para fabricar componentes eléctricos o electrónicos, o como materiales para la construcción de maquinarias y

moldes para plásticos. Las aleaciones de berilio se usan también en automóviles, computadoras, equipos deportivos (como palos de golf y marcos de bicicleta) y piezas dentales. El berilio metálico puro es usado en armas y reactores nucleares, estructuras de aviones y vehículos espaciales, instrumentos, máquinas de rayos X y espejos. El óxido de berilio también es manufacturado a partir de los minerales de berilio y es usado para fabricar cerámicas especiales para usos eléctricos y en alta tecnología.

1.2 ¿QUÉ LE SUCEDE AL BERILIO CUANDO ENTRA AL MEDIO AMBIENTE?

El berilio entra al aire, al agua y al suelo proveniente de actividades tanto naturales como humanas. Las emisiones producidas al quemar carbón y petróleo aumentan los niveles de berilio en el aire. En el aire, los compuestos de berilio se encuentran principalmente en forma de pequeñas partículas de polvo. El polvo eventualmente se deposita en el suelo y el agua. La lluvia y la nieve ayudan a remover el berilio del aire. Las partículas muy pequeñas de berilio pueden permanecer en el aire aproximadamente 10 días. El berilio entra al agua proveniente del desgaste de rocas y del suelo. La mayoría de los productos manufacturados de berilio que entran al agua provienen de descargas industriales, de aguas de desagüe y de la deposición en el agua de polvo de berilio liberado al aire por actividades industriales. En el agua, la mayor parte del berilio se deposita sobre el sedimento del fondo. Los compuestos insolubles de berilio permanecen en el agua de mar cientos de años antes de depositarse en el fondo del océano. El berilio es un componente natural del suelo, sin embargo, la disposición de ceniza de carbón, ceniza de incinerador y desecho industrial pueden aumentar la

cantidad de berilio en el suelo. Una gran parte del berilio en el suelo no se disuelve en agua y permanece adherida al suelo; por esta razón, es improbable que penetre el suelo y entre al agua subterránea. En el ambiente, las reacciones químicas pueden convertir a los compuestos de berilio solubles en agua a formas insolubles. En algunos casos, los compuestos insolubles de berilio pueden transformarse en formas solubles. En general, la exposición en el ambiente a compuestos solubles de berilio representa una amenaza más seria a la salud que la exposición a las formas insolubles.

La cantidad de berilio que la EPA ha medido en el aire en diferentes partes de los Estados Unidos varía desde indetectable hasta 2 microgramos (un microgramo es la millonésima parte de 1 gramo) por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de aire. En el aire, las partículas muy pequeñas de polvo de berilio se depositan espontáneamente sobre el agua superficial, la superficie de plantas y el suelo o son arrastradas por la lluvia o la nieve. Estas partículas de berilio eventualmente terminan en el suelo o en el fondo de lagos, ríos o lagunas en donde se mezclan con las partículas que se encontraban ahí con anterioridad.

El berilio en el agua proviene de diferentes fuentes. La mayor parte proviene de la solubilización del berilio de las rocas y el suelo por el agua que corre por encima o a través de éstos. Sólo una porción muy pequeña proviene de la deposición de polvo de berilio del aire. Cierta cantidad de berilio se encuentra suspendida en aguas turbias. La EPA ha encontrado que, en la mayoría de los casos, los niveles de berilio en el agua potable en diferentes partes de los Estados Unidos, son muy bajos. De acuerdo a la EPA, estos niveles de berilio que se detectan comúnmente en el agua no representan un

riesgo para la salud. Los peces no acumulan niveles significativos de berilio del agua. Ciertas frutas y verduras tales como guisantes, habichuelas y peras pueden tener niveles de berilio más altos que el promedio. La mayor parte del berilio que es ingerido por el ganado es eliminado rápidamente en la orina y las heces.

El berilio se encuentra en el suelo en cantidades que varían extensamente, pero la concentración típica es 3 miligramos/kilogramo de suelo (1 miligramo es la milésima parte de 1 gramo). La actividad industrial puede añadir cantidades de berilio adicionales. Los compuestos solubles de berilio se pueden combinar con otras sustancias en el ambiente para formar otros compuestos de berilio. Los compuestos de berilio pueden permanecer en el suelo miles de años sin moverse hacia el agua subterránea. Además del berilio que se encuentra en forma natural en minerales, el berilio metálico y los compuestos que quedan después de minar y procesar los minerales pueden ser liberados nuevamente al ambiente en forma de relleno de vertedero.

1.3 ¿CÓMO PODRÍA YO ESTAR EXPUESTO AL BERILIO?

Usted puede estar expuesto a niveles normales de berilio al respirar aire, comer alimentos o tomar agua que contiene berilio. En los Estados Unidos, la concentración promedio de berilio en el aire es 0.03 nanogramos (ng)(1 nanogramo es la billonésima parte de 1 gramo) en 1 metro cúbico (ng/m^3) de aire. La concentración promedio en el aire de ciudades de los Estados Unidos es más alta, $0.2 \text{ ng}/\text{m}^3$. Las ciudades tienen niveles más altos de berilio en el aire porque al quemar carbón y petróleo se libera berilio. La cantidad de berilio que la EPA ha medido en el agua potable en diferentes partes de los Estados Unidos generalmente es

menos de 2 trillonésimas de gramo por litro de agua. El berilio se detectó en solamente 5% de las 1,577 muestras de agua potable obtenidas a través de los Estados Unidos. En las muestras que se encontró berilio, la concentración promedio de berilio fue solamente 190 ng por litro (L) de agua. El berilio ocurre naturalmente en algunos alimentos. La concentración de berilio en zanahorias y maíz crudos cosechados en los Estados Unidos es menos de $25 \mu\text{g}$ por kg de verdura. De este modo, comparado con otros elementos dañinos, como el plomo o el cromo, a los cuales estamos obligadamente expuestos diariamente, la exposición al berilio no es significativa.

En ciertos lugares de trabajo, usted puede estar expuesto a niveles de berilio, principalmente en forma de óxido de berilio y berilio metálico, por encima de lo normal. La exposición ocupacional al berilio ocurre en lugares donde este compuesto es minado, procesado o convertido en metal, aleaciones y en otros productos químicos. Las personas que trabajan a máquina metales que contienen berilio, o que reciclan berilio de los restos de aleaciones o que usan productos de berilio pueden estar expuestas a niveles de berilio más altos. El número de trabajadores expuestos al berilio o a compuestos de berilio se estima en aproximadamente 21,000 personas.

Como miembro de la población general, usted puede estar expuesto a niveles de berilio más altos que lo normal si vive cerca de una fábrica que procesa o usa berilio. Las personas que viven cerca de sitios de desechos peligrosos que contienen altas concentraciones de berilio también pueden estar expuestas a niveles de berilio por encima de lo normal. El berilio ocurre naturalmente en el tabaco y puede ser inhalado en el humo de cigarrillos. Las

personas que fuman pueden respirar niveles de berilio más altos que las personas que no fuman.

El berilio metálico y las aleaciones que contienen berilio pueden encontrarse en productos de consumo tales como artículos electrónicos (televisores, calculadoras y computadoras) y en herramientas especiales que no echan chispas. El contacto directo con berilio metálico o con aleaciones de berilio es improbable debido a que estos materiales típicamente se encuentran encerrados en una cubierta protectora que previene la exposición. Ningún otro producto de consumo contiene cantidades de berilio significativas. Por lo tanto, es improbable que el berilio que se encuentra presente en productos de consumo represente un riesgo para la salud.

1.4 ¿CÓMO PUEDE EL BERILIO ENTRAR Y ABANDONAR MI CUERPO?

El berilio puede entrar a su cuerpo si respira aire, come alimentos o toma agua que lo contiene. El berilio no entrará a su cuerpo a raíz de contacto de la piel con el metal a menos que haya una raspadura o un corte en la piel y las partículas de berilio penetren la herida. Sólo una pequeña cantidad de berilio puede entrar al cuerpo si la piel entra en contacto con una sal de berilio disuelta en agua. Cuando usted respira aire que contiene berilio, las partículas de berilio pueden depositarse en los pulmones. El berilio que usted respira se disuelve lentamente en los pulmones y pasa lentamente a la corriente sanguínea. Cierta cantidad del berilio que se deposita en los pulmones puede movilizarse hacia la garganta y ser tragada; el resto puede permanecer largo tiempo en los pulmones. Si usted come alimentos o toma agua que contiene berilio, menos del 1% pasa desde el estómago y los intestinos a la sangre. Por lo tanto, la mayoría del

berilio que usted traga abandona el cuerpo en las heces sin entrar a la sangre. La pequeña cantidad de berilio que se moviliza desde los pulmones, el estómago y los intestinos a la sangre es transportada por la sangre a los riñones. El berilio es eliminado a través de los riñones en la orina. Cierta cantidad de berilio puede también ser transportada por la sangre al hígado y a los huesos donde permanece largo tiempo. Si usted traga berilio, el berilio abandona el cuerpo en unos pocos días. Sin embargo, si usted inhala berilio, puede tardar meses o años antes de que su cuerpo se deshaga del berilio. Esto se debe a que toma más tiempo para que todo el berilio en los pulmones entre a la corriente sanguínea.

1.5 ¿CÓMO PUEDE AFECTAR MI SALUD EL BERILIO?

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

Una manera para determinar si una sustancia química perjudicará a una persona es averiguar si la sustancia es absorbida, usada y liberada por el cuerpo. En el caso de ciertas sustancias químicas puede ser necesario experimentar en animales. La experimentación en animales también puede usarse para identificar efectos sobre la salud como cáncer o defectos de nacimiento. Sin el uso de animales de laboratorio, los científicos perderían un método importante para obtener información necesaria para tomar decisiones apropiadas con el fin de proteger la salud pública. Los científicos tienen la responsabilidad de tratar a los animales de investigación con cuidado y compasión. Actualmente hay leyes que protegen el bienestar de los animales de investigación, y los científicos

deben adherirse a estrictos reglamentos para el cuidado de los animales.

El berilio es un metal que puede ser perjudicial cuando lo respira. Los efectos dependen de la cantidad a la que se expuso y de la duración de la exposición. Cuando usted lo respira, el berilio puede dañar los pulmones. Cuando usted respira grandes cantidades de compuestos solubles de berilio (más altas que 1 mg/m^3), el daño producido en el pulmón es de apariencia similar al causado por pulmonía, con enrojecimiento e hinchazón de los pulmones. Esta condición se llama enfermedad de berilio aguda. El daño del pulmón puede sanar si la exposición al berilio cesa. Algunos estudios en seres humanos han demostrado que, en ciertos casos en el pasado, las normas para berilio en el aire del trabajo y para la población general eran ineficaces para prevenir que individuos contrajeran enfermedad aguda del pulmón. Cierta gente puede desarrollar sensibilidad al berilio. Esto se conoce como hipersensibilidad o alergia. Si usted desarrolla alergia al berilio, puede sufrir una reacción inmunológica o inflamatoria cuando se expone a pequeñas cantidades de berilio que no afectan a la gente que no es alérgica al berilio. Cuando esto ocurre, glóbulos blancos se acumulan alrededor del berilio y producen una reacción inflamatoria crónica llamada granulomas (los granulomas no son tumores). Esta condición se llama enfermedad de berilio crónica. Esta enfermedad puede manifestarse mucho tiempo después de la exposición (10-15 años) a pequeñas cantidades de compuestos de berilio solubles o insolubles (concentraciones mayores de 0.0005 mg/m^3). Si usted tiene esta enfermedad, puede sentirse débil, cansado y puede experimentar dificultad para respirar. Ciertas personas que sufren de enfermedad de berilio crónica pueden experimentar anorexia, pérdida de peso y una

coloración azulosa de las manos y los pies. Esta enfermedad también puede conducir a dilatación del corazón y, en casos avanzados, a enfermedad del corazón.

Tanto la enfermedad de berilio aguda como la crónica pueden ser fatales. Los niveles de exposición asociados con estas enfermedades son más de 100,000 veces más altos que los niveles normales de berilio en el aire. Las exposiciones prolongadas al berilio han producido cáncer en animales de laboratorio. Algunos estudios en trabajadores han descrito un aumento en el riesgo de desarrollar cáncer del pulmón. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) han determinado que el berilio y los compuestos de berilio son carcinogénicos en seres humanos. La EPA ha determinado que el berilio probablemente es carcinogénico en seres humanos. La EPA ha estimado que la exposición de por vida a $0.00004 \text{ mg de berilio/m}^3$ puede resultar en una probabilidad de uno en mil de desarrollar cáncer. No sabemos si respirar aire, comer alimentos o tomar agua que contienen berilio, o el contacto del berilio con la piel afecta la reproducción o produce defectos de nacimiento en seres humanos o en animales. No se han descrito efectos adversos en seres humanos por tragar berilio porque muy poco berilio puede pasar desde el estómago o los intestinos a la corriente sanguínea. En perros que ingirieron sales solubles de berilio en la dieta se observaron úlceras. El contacto del berilio con áreas de la piel que tienen raspaduras o cortes puede producir salpullidos o úlceras. Si usted sufre de alergia al berilio y entra en contacto con berilio, puede desarrollar granulomas en la piel. Estos granulomas tienen la apariencia de salpullido o nódulos. Los granulomas de la piel se forman de la

misma manera como se forman los granulomas del pulmón en gente que tiene sensibilidad al berilio.

1.6 ¿CÓMO PUEDE EL BERILIO AFECTAR A LOS NIÑOS?

Esta sección discute los posibles efectos sobre la salud en seres humanos expuestos durante el período desde la concepción a la madurez a los 18 años de edad.

Es probable que los efectos del berilio en niños sean similares a los efectos observados en adultos. Un caso de enfermedad de berilio crónica se describió en un niño que vivía cerca de una planta de manufactura de berilio. No sabemos si los niños difieren de los adultos en su susceptibilidad al berilio.

No sabemos si la exposición al berilio produce defectos de nacimiento u otros efectos sobre el desarrollo en seres humanos. Los estudios de efectos sobre el desarrollo en animales no han sido definitivos. No tenemos ninguna información que sugiera que hay diferencias entre niños y adultos en cuanto a la cantidad de berilio que entra al cuerpo, donde se deposita el berilio dentro del cuerpo y como y con que rapidez se elimina del cuerpo. Es posible que el berilio se transfiera de la madre al niño en la leche materna o que cruce la placenta.

1.7 ¿CÓMO PUEDEN LAS FAMILIAS REDUCIR EL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL BERILIO?

Si su doctor encuentra que usted ha estado expuesto a cantidades significativas de berilio, pregunte si sus niños también podrían haber estado expuestos. Puede que su doctor necesite pedir que su departamento estatal de salud investigue.

Niveles de berilio más altos que lo normal pueden encontrarse en el suelo en sitios de desechos peligrosos. Algunos niños comen cantidades considerables de tierra. Usted deber prevenir que sus niños coman tierra. Asegúrese de que se laven las manos a menudo y antes de comer. Si usted vive cerca de un sitio de desechos peligrosos, enseñe a sus niños a no llevarse las manos a la boca. Algunos niños pueden estar expuestos al berilio a través de contacto con algún familiar que trabaja en una planta que usa berilio. Si usted trabaja en una planta que usa berilio, cámbiese de ropa y lávese el cabello y la piel antes de dejar el trabajo y regresar a su hogar. Además, no lleve objetos a su hogar, como por ejemplo herramientas, que puedan estar contaminadas con berilio.

1.8 ¿HAY ALGÚN EXAMEN MÉDICO QUE DEMUESTRE QUE HE ESTADO EXPUESTO AL BERILIO?

El berilio puede medirse en la orina y en la sangre, pero la cantidad de berilio en la orina o en la sangre puede no reflejar la cantidad a la que estuvo expuesto. La medición del berilio en la orina y en la sangre no puede indicar con certeza cuando estuvo expuesto. En seres humanos, se pueden remover pequeñas porciones de pulmón y de piel para ser examinadas y así determinar si hay berilio en estos tejidos. Estos exámenes pueden llevarse a cabo en el consultorio de un doctor o en un hospital. Los niveles altos de berilio en la orina, la sangre o los tejidos indican que usted estuvo expuesto a una cantidad excesiva de berilio; sin embargo, los niveles bajos no indican necesariamente que usted no ha estado expuesto a una cantidad de berilio excesiva. Un examen de sangre conocido como el examen de proliferación de los linfocitos inducida por berilio puede determinar si usted ha



desarrollado sensibilidad al berilio y puede sufrir de enfermedad de berilio crónica.

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. Las agencias federales que desarrollan reglamentos para sustancias tóxicas incluyen a la EPA, la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) y la Administración de Alimentos y Drogas (FDA). Las recomendaciones proveen instrucciones valiosas para proteger la salud pública, pero no pueden imponerse por ley. Las organizaciones federales que desarrollan recomendaciones para sustancias tóxicas incluyen a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH).

Los reglamentos y recomendaciones pueden ser expresados como 'niveles-que-no-deben-excederse' en el aire, agua, suelo o alimentos y se basan generalmente en niveles que afectan a los animales. Estos niveles luego se ajustan para la protección de seres humanos. En ciertas 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 o a 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 berilio:

La OSHA ha establecido un límite de 2 µg de berilio/m³ en el aire del trabajo durante una jornada de 8 horas diarias. Para proteger a los trabajadores del riesgo de desarrollar cáncer, el NIOSH recomienda que el nivel de berilio en aire del trabajo no exceda 0.5 µg de berilio/m³ de aire durante una jornada de 8 horas. La EPA limita la cantidad de berilio que se puede liberar a la atmósfera a 0.01 µg de berilio/m³ de aire, como promedio durante un período de 30 días. El Departamento de Energía (DOE) ha desarrollado un programa para reducir la exposición al berilio en personas que trabajan en facilidades del DOE. La EPA ha establecido una cantidad máxima permisible para berilio en el agua potable de 0.004 mg/L.

1.10 ¿DÓNDE PUEDO OBTENER MÁS INFORMACIÓN?

Si usted tiene preguntas o preocupaciones adicionales, por favor contacte al departamento de salud y calidad ambiental de su comunidad o estado o a la

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades
División de Toxicología
1600 Clifton Road NE, Mailstop F-32
Atlanta, GA 30333

Dirección vía WWW:
<http://www.atsdr.cdc.gov/es/> en español



RESUMEN DE SALUD PÚBLICA

Berilio

CAS#: 7440-41-7

División de la Toxicología

Septiembre 2002

*Línea para información y asistencia técnica

Teléfono: 1-888-42-ATSDR

(1-888-422-8737)

Facsímil: 1-770-488-4178

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.

*Para solicitar reseñas toxicológicas
contacte a

National Technical Information Service

5285 Port Royal Road

Springfield, VA 22161

Teléfono: 1-800-553-6847 ó

1-703-605-6000

**DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS de los EE.UU., Servicio de Salud Pública
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades**

www.atsdr.cdc.gov/es Teléfono: 1-888-422-8737 Facsímil: 770-488-4178 Correo Electrónico: atsdric@cdc.gov