



# RESUMEN DE SALUD PÚBLICA

## Uranio

CAS#: 7440-61-1

División de Toxicología

septiembre de 1999

Este Resumen de Salud Pública es el capítulo sumario de la Reseña Toxicológica para el uranio. 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 uranio y de los efectos de la exposición a este compuesto.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) identifica los sitios de desechos peligrosos más serios de 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 uranio se ha encontrado en por lo menos 54 de los 1,517 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 uranio no se conoce. A medida que se evalúan más sitios, el número de sitios en que se encuentre el uranio 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.

La exposición a radiación externa puede deberse a fuentes de radiación naturales o manufacturadas. La radiación cósmica del espacio o los materiales radioactivos en el suelo o los materiales de construcción constituyen fuentes naturales de radiación. Algunas fuentes manufacturadas incluyen productos de consumo doméstico, equipo industrial, residuos atmosféricos radioactivos de bombas atómicas, y en menor grado desechos y dispositivos médicos y reactores nucleares.

Si usted está expuesto al uranio, 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 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 URANIO?

El uranio es un elemento radioactivo natural ampliamente distribuido. Se encuentra en cantidades muy pequeñas en la naturaleza en forma de minerales, pero puede ser transformado a un metal de color plateado. Las rocas, el suelo, el agua superficial y subterránea, el aire, las plantas y los animales contienen cantidades variables de uranio.

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

Las concentraciones de uranio que se encuentran típicamente en algunos materiales son del orden de unas pocas partes por millón (ppm). Esto corresponde a aproximadamente 4 toneladas de uranio en una milla cuadrada de terreno y de un pie de profundidad, o aproximadamente la mitad de un cucharadita de uranio en 8 yardas cúbicas de tierra. Algunas rocas y suelos contienen cantidades más altas de uranio. Si la cantidad de uranio es suficientemente alta, éste se puede extraer de las rocas o suelos. Después de ser extraído, el uranio es convertido a dióxido de uranio o a otras formas químicas a través de una serie de procesos químicos conocidos como la molienda del uranio. El residuo que queda después de ser extraído el uranio se conoce como residuo de molino. El residuo de molino contiene una pequeña cantidad de uranio y otros residuos radioactivos naturales tales como radio y torio.

El uranio natural es una mezcla de tres tipos (isótopos) de uranio: uranio dos treinta y cuatro ( $^{234}\text{U}$ ), uranio dos treinta y cinco ( $^{235}\text{U}$ ) y uranio dos treinta y ocho ( $^{238}\text{U}$ ). Los tres isótopos se comportan de manera químicamente similar, de manera que cualquier combinación de ellos producirá efectos en el cuerpo similares a los producidos por cada uno individualmente. Sin embargo, cada uno de los isótopos tiene propiedades radioactivas diferentes. Por esta razón, para determinar cuan radioactivo es el uranio se deben determinar los porcentajes de los tres isótopos en una muestra de uranio. En el caso de uranio que ha estado atrapado en el interior de la tierra durante millones de años, el porcentaje de cada isótopo basado en peso y radioactividad se conoce. Basado en peso, el uranio natural consiste de aproximadamente 0.01%  $^{234}\text{U}$ , 0.72%  $^{235}\text{U}$  y 99.27%  $^{238}\text{U}$ . Aproximadamente 48.9% de la

radioactividad está asociada con el  $^{234}\text{U}$ , 2.2% con el  $^{235}\text{U}$  y 48.9% con el  $^{238}\text{U}$ .

Los porcentajes de peso y radioactividad son diferentes debido a que cada isótopo tiene diferente vida-media. La vida-media es el tiempo en el que la mitad del isótopo de uranio emite su radiación y se transforma en un elemento diferente. Las vidas-medias de los isótopos de uranio son muy largas (244 mil años para el  $^{234}\text{U}$ , 710 millones de años para el  $^{235}\text{U}$  y 4 y medio billones de años para el  $^{238}\text{U}$ ). Mientras más breve es la vida-media, más radioactivo es el elemento. Es así como un gramo de  $^{234}\text{U}$  será aproximadamente 20 mil veces más radioactivo que 1 gramo de  $^{238}\text{U}$ , mientras que 1 gramo de  $^{235}\text{U}$  será seis veces más radioactivo que 1 gramo de  $^{238}\text{U}$ . Los isótopos radioactivos emiten radiación continuamente según se transforman de un tipo de isótopo a otro.

El uranio se mide en unidades de masa (gramos) o de radioactividad (curies o becquerels), dependiendo del equipo disponible o del nivel que se requiere medir. Tanto el curie (Ci) como el becquerel (Bq) indican la cantidad de material radioactivo que decae cada segundo. El becquerel es una unidad internacional nueva. El becquerel es parte del Sistema Internacional (SI) de unidades. El curie es una unidad tradicional; ambas se usan hoy en día. Un becquerel es equivalente a la cantidad de material radioactivo en la que 1 átomo se transforma cada segundo. Un curie es equivalente a la cantidad de material radioactivo en la que 37 billones de átomos se transforman cada segundo. Los porcentajes de masa y actividad descritos en el párrafo anterior son los que se encuentran en rocas en la corteza de la tierra, en donde 1.5 gramos de uranio es equivalente a una millonésima de Ci ( $\mu\text{Ci}$ ). Aunque esta proporción puede variar en el aire, el suelo y el agua, las conversiones usadas en

este resumen usan la proporción de 1.5 a 1 a menos que las proporciones efectivas de los isótopos se conozcan. Cuando se mencionan tanto las unidades de masa como las de radioactividad, la que se menciona primero es la que aparece en la literatura. Algunos de estos valores pueden ser aproximados para que el texto se lea con más facilidad.

Los isótopos de uranio ya se encontraban en la tierra cuando la tierra se formó. Tanto el  $^{235}\text{U}$  como el  $^{238}\text{U}$  tienen una vida-media tan larga que parte del uranio que estaba originalmente en la tierra aún se encuentra aquí, y sigue emitiendo su radiación. El  $^{234}\text{U}$  originalmente presente en la tierra ya ha decaído, pero  $^{234}\text{U}$  nuevo se está formando constantemente del decaimiento del  $^{238}\text{U}$ . Cuando el  $^{238}\text{U}$  emite su radiación, se transforma o decae a través de una serie de materiales radioactivos diferentes, incluso el  $^{234}\text{U}$ . Esta serie, o cadena de decaimiento, termina cuando se forma una sustancia estable no radioactiva. Esta sustancia es el plomo.

Los porcentajes de peso y radioactividad del uranio que ha estado en contacto con agua pueden ser ligeramente diferentes de los porcentajes mencionados en los párrafos anteriores. La razón de esta discrepancia no se conoce, pero las mediciones experimentales indican que esto sucede. El procesamiento del uranio para uso industrial o por parte del gobierno puede también alterar los porcentajes. A estos porcentajes se les dan nombres especiales si son alterados por actividades humanas. Si se aumenta la fracción de  $^{235}\text{U}$ , se le llama uranio enriquecido y si se reduce la fracción de  $^{235}\text{U}$ , se le llama uranio empobrecido. Las diferencias entre las proporciones de peso y radioactividad son importantes cuando se desea convertir entre radioactividad y masa, y cuando se desea saber cuán tóxico es el uranio. El uranio empobrecido es menos radioactivo que el uranio natural, mientras

que el uranio enriquecido es más radioactivo que el uranio natural. En este resumen se discuten el uranio natural y el uranio empobrecido, los que constituyen un peligro químico más bien que un peligro de radiación. También se discute el uranio enriquecido, que puede constituir tanto un peligro químico como de radiación.

El proceso industrial conocido como enriquecimiento es usado para aumentar la cantidad de  $^{234}\text{U}$  y  $^{235}\text{U}$  y disminuir la cantidad de  $^{238}\text{U}$  en el uranio natural. El producto de este proceso es al uranio enriquecido, y el sobrante es el uranio empobrecido. Cuando el uranio enriquecido está constituido de 97.5% de  $^{235}\text{U}$  puro, tiene cerca de 75 veces más radioactividad que una cantidad equivalente de uranio natural. Esto se debe a que el uranio enriquecido también contiene  $^{234}\text{U}$ , que es aun más radioactivo que el  $^{235}\text{U}$ . El  $^{235}\text{U}$  es responsable de la mayor parte de la radioactividad del uranio enriquecido. Otros isótopos del uranio llamados  $^{232}\text{U}$  y  $^{233}\text{U}$  son generados por procesos industriales. Éstos también son mucho más radioactivos que el uranio natural.

La cantidad total de uranio natural en la tierra permanece relativamente constante debido a que la vida-media de los isótopos de uranio es muy larga. El uranio natural puede ser movilizado de lugar a lugar por procesos naturales o actividades humanas, y cierta cantidad de uranio es removida del suelo por la minería. Cuando el viento o el agua fragmentan las rocas, el uranio pasa a formar parte del suelo. Cuando llueve, el suelo que contiene uranio puede ser arrastrado hacia ríos y lagos. El viento puede mover polvo que contiene uranio al aire.

El uranio natural es radioactivo pero no representa peligro de radiación porque solamente emite

pequeñas cantidades de radiación. El uranio se transforma en torio (otro elemento) y emite radiación en forma de una partícula alfa o radiación alfa. El uranio constituye el elemento de origen, mientras que el torio constituye el producto de transformación. Cuando el producto de transformación es radioactivo, éste continúa transformándose hasta que se forma un producto estable. Durante estos procesos de decaimiento, el uranio, sus productos de degradación y los productos de degradación subsiguientes emiten radiación. El radón y el radio son dos de estos productos. A diferencia de otros tipos de radiación, la radiación alfa emitida por el uranio no puede atravesar objetos sólidos, como por ejemplo papel o la piel. Para más información acerca de la radiación, consulte la *Reseña Toxicológica de la Radiación Ionizante* de la ATSDR.

Los principales usos civiles del uranio son en plantas de energía nuclear y en helicópteros y aviones. También es usado por las fuerzas armadas como blindaje para proteger tanques, para manufacturar balas y proyectiles que penetran el blindaje de vehículos del enemigo, como fuente de energía y en armas nucleares. Cantidades muy pequeñas se usan para fabricar barnices para ornamentos de cerámica, bombillas eléctricas, productos químicos para fotografía y productos para el hogar. Algunos abonos contienen cantidades de uranio natural más altas que lo común.

### 1.2 ¿QUÉ LE SUCEDE AL URANIO CUANDO ENTRA AL MEDIO AMBIENTE?

El uranio es un material radioactivo natural que se encuentra en todas partes en el ambiente, incluyendo el suelo, las rocas, el agua y el aire. Es un metal reactivo, por lo tanto no se encuentra como

uranio libre en el ambiente. Además del uranio que se encuentra naturalmente en minerales, el uranio metálico y los compuestos que quedan después de minar y procesar los minerales pueden liberarse nuevamente al ambiente en la forma de residuos de molino. Este uranio puede combinarse con otras sustancias químicas en el ambiente para formar compuestos de uranio. Cada uno de estos compuestos de uranio tiene diferente solubilidad en agua, y varían entre compuestos insolubles a muy solubles. La solubilidad determina la facilidad con la que el compuesto puede movilizarse a través del ambiente y cuan tóxico podría ser.

La cantidad de uranio que la EPA ha medido en el aire en diferentes partes de los Estados Unidos varía entre 0.011 y 0.3 femtocuries (0.00002 a 0.00045 microgramos) por metro cúbico (m<sup>3</sup>). Un femtocurie equivale a 1 picocurie [pCi] dividido por 1,000. Un pCi es la trillonésima parte de 1 curie y 1 microgramo [µg] es la millonésima parte de 1 gramo. Aun en las concentraciones más altas, hay tan poco uranio en un metro cúbico de aire que menos de 1 átomo se transforma al día.

En el aire, el uranio existe en forma de polvo. Partículas muy pequeñas de polvo de uranio en el aire caen sobre la superficie del agua, de plantas y del suelo debido a la gravedad o cuando llueve. Estas partículas de uranio eventualmente terminan de vuelta en el suelo o en el fondo de lagos, ríos y lagunas, en donde se mezclan con el uranio que ya se encuentra ahí.

El uranio en el agua proviene de diferentes fuentes. La mayor parte proviene de la disolución del uranio de las rocas y el suelo por la acción del agua que fluye sobre o a través de éstos. Solamente una pequeña porción proviene de la deposición de polvo de uranio del aire. Parte del uranio simplemente

está suspendido en el agua, como en agua con lodo. La cantidad de uranio que la EPA ha medido en el agua potable en diferentes partes de los Estados Unidos es generalmente menos de 1.5 µg (1 pCi) por litro de agua. La EPA ha determinado que los niveles de uranio en el agua en diferentes partes de los Estados Unidos son, en la mayoría de los casos, sumamente bajos y el agua puede beberse sin peligro. Debido a la naturaleza del uranio, muy poco se incorpora en peces o en hortalizas, y la mayor parte de lo que se incorpora en el ganado es eliminada rápidamente en la orina y las heces.

El uranio se encuentra naturalmente en el suelo en cantidades que varían extensamente; sin embargo, la concentración típica es 3 µg (2 pCi) por gramo de tierra. Las actividades industriales pueden aumentar la cantidad de uranio en el suelo. Los compuestos de solubles de uranio pueden combinarse con otras sustancias en el ambiente para formar otros compuestos de uranio. Los compuestos de uranio pueden permanecer en el suelo miles de años sin pasar hacia el agua subterránea. Cuando se encuentran grandes cantidades de uranio en el suelo, generalmente se trata de suelos con depósitos de fosfatos. La cantidad de uranio que se ha medido en suelos ricos en fosfatos del norte y centro de Florida varía entre 4.5 y 83.4 pCi de uranio por gramo de tierra. En áreas como Nuevo Méjico, donde se mina y procesa uranio, la cantidad de uranio por gramo de tierra varía entre 0.07 y 3.4 pCi (0.1 a 5.1 µg de uranio/gramo de tierra). La cantidad de uranio en el suelo cerca de una planta que manufactura uranio para uso como combustible en el estado de Washington varía entre 0.51 y 3.1 pCi/g (0.8 a 4.6 µg de uranio/gramo de tierra), con un promedio de 1.2 pCi/gramo (1.7 µg de uranio/gramo de tierra). Estos niveles deben compararse cuidadosamente con los niveles en suelo sin

contaminación en el área, ya que están dentro de la variación normal para suelo sin contaminación.

Las plantas pueden absorber uranio desde el suelo a través de las raíces, pero éste no pasa al resto de la planta. Por lo tanto, las hortalizas, por ejemplo patatas y rábanos, que se cultivan en suelo contaminado con uranio pueden contener más uranio que si crecieran en suelo con niveles de uranio normales. Lavar las hortalizas o pelarlas generalmente remueve la mayor parte del uranio.

### 1.3 ¿CÓMO PODRÍA YO ESTAR EXPUESTO AL URANIO?

Debido a que el uranio se encuentra en todas partes en pequeñas cantidades, constantemente entra a su cuerpo a través del aire, el agua, los alimentos y el contacto con el suelo. Los alimentos y el agua contienen pequeñas cantidades de uranio natural. La población general ingiere aproximadamente 1 a 2 µg (0.6 a 1.0 pCi) de uranio al día en los alimentos y aproximadamente 1.5 µg (0.8 pCi) por litro de agua que beben. La cantidad de uranio que se inhala es mucho más baja. Las hortalizas como betarragas y patatas tienden a tener una cantidad más alta de uranio que otros alimentos. Algunos lugares tienen más uranio en el agua que en los alimentos. Consecuentemente, la gente en estas áreas ingiere más uranio a través del agua que a través de los alimentos. Es posible ingerir cantidades más altas de uranio si vive en un área con niveles de uranio naturalmente altos en el suelo o el agua, o si vive cerca de un sitio de desechos peligrosos que contiene uranio. Usted también puede ingerir más uranio si come alimentos cultivados en suelo contaminado, o si toma agua que tiene niveles de uranio excepcionalmente altos. Normalmente, muy poca cantidad de uranio en lagos, ríos u océanos pasa a los peces o mariscos

que comemos. Las cantidades en el aire son generalmente tan pequeñas que no es necesario prestarles atención. Los artistas, maestros de arte o artesanía, aficionados al trabajo con cerámicas o personas que trabajan con vidrio y que aún usan barnices o esmaltes prohibidos que contienen uranio, pueden estar expuestos a niveles más altos de uranio. Las personas que trabajan en fábricas que procesan uranio, que trabajan con abonos de fosfato, o que viven cerca de minas de uranio tienen mayores probabilidades de exposición al uranio que otras personas. Las personas que trabajan con giroscopios, con partes de rotores de helicópteros o partes de alas de aviones pueden estar expuestas a uranio metálico sobre el que se ha pintado, aunque normalmente la capa de pintura evitará que el uranio entre al cuerpo. Las personas que trabajan con proyectiles que contienen uranio para penetrar blindaje estarán expuestas a niveles bajos de radiación mientras estén cerca de estas armas, pero es improbable que absorban uranio. Las personas que disparan proyectiles de uranio, que trabajan con armas que contienen uranio dañado o con equipo que ha sido bombardeado con estas armas pueden estar expuestas al uranio y deberían usar vestimentas de protección y máscaras para limitar la absorción. También pueden entrar al ambiente cantidades de uranio más altas que lo normal a raíz del desgaste de residuos de molinos y minas de uranio y de otros metales. También pueden ocurrir descargas accidentales desde plantas que procesan uranio, aunque estos compuestos se dispersan rápidamente en el aire.

### 1.4 ¿CÓMO PUEDE EL URANIO ENTRAR Y ABANDONAR MI CUERPO?

El uranio entra al cuerpo en los alimentos que comemos, el agua que bebemos y el aire que respiramos. La cantidad que entra al cuerpo

proveniente de actividades industriales debe sumarse a la cantidad proveniente de fuentes naturales.

Cuando usted respira polvo de uranio, una porción se exhala y otra porción permanece en los pulmones. El tamaño de las partículas del polvo de uranio y la facilidad con que se disuelven determinan a que parte del cuerpo se distribuye el uranio y la manera como abandona el cuerpo. El polvo de uranio puede consistir de partículas pequeñas y partículas grandes. Las partículas grandes son retenidas en la nariz, los senos nasales y en la parte superior de los pulmones desde donde son expulsadas hacia la garganta y se tragan. Las partículas pequeñas son inhaladas y pasan a la parte inferior de los pulmones. Si no se disuelven fácilmente, permanecen ahí durante años y constituyen la fuente principal de radiación para los pulmones. Puede que se disuelvan gradualmente y pasen a la sangre. Si se disuelven fácilmente, pasarán a la sangre rápidamente. Una pequeña porción del uranio que usted traga también pasará a la sangre. La sangre transporta al uranio a través del cuerpo. La mayor parte del uranio abandona el cuerpo en la orina en unos días, pero una pequeña cantidad permanece en los riñones y los huesos.

Cuando usted ingiere alimentos o líquidos que contienen uranio, la mayor parte abandona el cuerpo en unos días en las heces sin pasar a la sangre. Una pequeña porción pasará a la sangre y abandonará el cuerpo en la orina en unos días. El resto puede permanecer en los huesos, los riñones u otros tejidos. Una pequeña porción se distribuye a los huesos y puede permanecer ahí durante años. La mayoría de la gente tiene una cantidad muy pequeña de uranio en el cuerpo, localizada principalmente en los huesos.

Aunque el uranio es levemente radioactivo, la mayor parte de la radiación que emite no puede viajar muy lejos de su fuente. Si el uranio se encuentra fuera de su cuerpo, por ejemplo en el suelo, la mayor parte de su radiación no puede penetrar su piel y entrar a su cuerpo. La exposición a la radiación del uranio ocurre solamente si lo ingiere, lo respira o lo coloca sobre su piel. Si también hay presentes productos de la transformación del uranio, usted puede exponerse a la radiación de éstos a la distancia.

### 1.5 ¿CÓMO PUEDE EL URANIO AFECTAR MI SALUD?

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 uranio es una sustancia química que también es radioactiva. Los científicos nunca han detectado efectos perjudiciales de la radiación proveniente de los niveles naturales bajos de uranio, aunque es posible que algunos efectos ocurran. Sin embargo, los científicos han detectado efectos químicos. Algunas personas han manifestado señales de enfermedad de los riñones después de ingerir cantidades altas de uranio. Lo mismo se ha observado en animales después de ser tratados con grandes cantidades de uranio, de manera que es posible que la ingestión de grandes cantidades de uranio dañe los riñones. Además, existe la posibilidad de que cualquier material radioactivo, como el uranio, produzca cáncer. El uranio natural y el empobrecido son débilmente radioactivos y es improbable que la radiación que emiten produzca cáncer. No se ha descrito ningún tipo de cáncer en seres humanos como resultado de la exposición al uranio natural o empobrecido. El uranio puede decaer a otros radionucleidos, los que pueden producir cáncer si usted se expone a una cantidad suficiente durante un período prolongado. La opinión de los doctores que investigaron el cáncer del pulmón y otros tipos de cáncer en mineros de uranio fue que la radiación emitida por el uranio no fue la causa del cáncer. Debido a que los mineros fumaban cigarrillos y estaban expuestos a otras sustancias que sabemos producen cáncer, el cáncer fue atribuido a exposiciones a altas cantidades de radón y a sus productos de transformación radioactivos.

La probabilidad de desarrollar cáncer es más alta si usted se expone a uranio enriquecido, debido a que es más radioactivo que el uranio natural. El cáncer puede manifestarse muchos años después que una persona está expuesta a un material radioactivo. El estar cerca de uranio no es peligroso para la salud porque el uranio emite muy poca de la radiación

que penetra el cuerpo, conocida como la radiación gama. Sin embargo, el uranio normalmente está acompañado por otros productos de transformación durante su decaimiento radioactivo, de manera que usted también se expondría a la radiación de éstos.

La Comisión sobre Efectos Biológicos de la Radiación Ionizante ha declarado que es improbable que el consumo de alimentos o agua con cantidades normales de uranio produzca cáncer u otros problemas de la salud en la mayoría de la gente. Mediante el uso de datos obtenidos en estudios en animales, la Comisión estimó que un número pequeño de personas que consumen constantemente alimentos o agua con cantidades de uranio más altas que lo normal pueden desarrollar un tipo de cáncer de los huesos conocido como sarcoma. La Comisión calculó que el consumo diario de alimentos o agua que contiene aproximadamente 1 pCi de uranio, durante toda la vida, produciría sarcoma de los huesos en 1 ó 2 personas entre 1 millón de personas después de 70 años, basado solamente en la dosis de radiación. Sin embargo, no se sabe si esto realmente ocurre porque la gente normalmente ingiere diariamente una cantidad sólo ligeramente más alta, y la gente que ha estado expuesta a cantidades más altas no ha desarrollado cáncer.

No sabemos si la exposición al uranio afecta la reproducción en seres humanos. En algunos experimentos con animales, la exposición a dosis muy altas de uranio ha reducido el número de espermatozoides. En la mayoría de los estudios no se han observado efectos.

### 1.6 ¿CÓMO PUEDE EL URANIO 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. También se consideran los posibles efectos en los niños causados por exposición de los padres.

Al igual que los adultos, los niños están expuestos a pequeñas cantidades de uranio en el aire, los alimentos y el agua potable. Sin embargo, no se ha descrito ningún caso en el que la exposición al uranio haya causado efectos en niños. Es posible que la exposición a cantidades de uranio muy altas produzca daño de los riñones, tal como ocurre en adultos. No sabemos si los niños difieren de los adultos en su susceptibilidad a los efectos de la exposición al uranio.

No se sabe si la exposición al uranio afecta el desarrollo del feto en seres humanos. Las dosis muy altas de uranio en el agua potable pueden afectar el desarrollo del feto de animales de laboratorio. Un estudio demostró defectos de nacimiento mientras que otro estudio describió un aumento de la tasa de muertes prematuras. Sin embargo, es improbable que el uranio produzca estos problemas en mujeres embarazadas expuestas a cantidades normales de uranio en los alimentos o el agua, o que respiran el aire en los alrededores de un sitio de residuos peligrosos que contiene uranio.

En animales muy jóvenes, una cantidad más alta de uranio que se ingiere pasa a la sangre comparado con adultos. No sabemos si esto sucede en niños.

No se han llevado a cabo mediciones de uranio en mujeres embarazadas, de manera que no sabemos si



el uranio puede atravesar la placenta y entrar al feto. En un experimento con animales preñados, solamente una pequeña cantidad (0.03%) del uranio que se inyectó llegó al feto. Es probable que cantidades aun más bajas de uranio lleguen al feto de mujeres que inhalan, tragan o tocan uranio. Tampoco se han llevado a cabo mediciones de uranio en la leche materna. Basado en las propiedades químicas del uranio, es improbable que se concentre en la leche materna.

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

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

Es posible que niveles de uranio más altos que lo normal ocurran en el suelo en sitios de desechos peligrosos. Algunos niños comen cantidades significativas de tierra. Usted debe evitar que sus niños coman tierra. Asegúrese de que se laven las manos con frecuencia y antes de comer. Si usted vive cerca de un sitio de desechos peligrosos, enséñele a los niños a no llevarse las manos u otros objetos a la boca.

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

Existen pruebas médicas que pueden medir la cantidad de uranio en la orina, la sangre y el cabello para determinar si usted ha estado expuesto. El análisis de orina es el más común. Si usted ingiere una cantidad de uranio más alta que lo normal

durante un tiempo breve, la cantidad de uranio en la orina puede aparecer elevada durante un período breve. Debido a que la mayoría del uranio abandona el cuerpo en unos días, normalmente la medición en la orina solamente demuestra que usted ha estado expuesto recientemente a cantidades de uranio más altas que lo normal. Si ingiere una gran cantidad o niveles más altos que lo normal durante un período prolongado, los niveles en la orina pueden mantenerse elevados durante mucho tiempo. Hay muchos factores que pueden afectar la detección del uranio después de una exposición. Estos factores incluyen el tipo de uranio al que se expuso, la cantidad a la que se expuso y la sensibilidad del método de análisis. Además, la cantidad de uranio en la orina no siempre indica con precisión a cuanto uranio se expuso. Si usted cree que ha estado expuesto a niveles elevados de uranio y desea un análisis de orina, debe hacerlo prontamente mientras los niveles aun están elevados. El examen de orina también puede indicar si ha ocurrido daño del riñón. Para esto se mide la cantidad de proteína, glucosa, y nitrógeno no proteico, que son algunas de las sustancias químicas que pueden aparecer en la orina a raíz de daño al riñón. El análisis de estas sustancias químicas puede determinar si usted ha sufrido daño del riñón. Sin embargo, debido a que varias enfermedades comunes, como por ejemplo la diabetes, también causan daño del riñón, la presencia de estas sustancias en la orina no indica necesariamente que el daño del riñón fue causado por el uranio.

Un aparato para medir radioactividad puede indicar si su piel está contaminada con uranio porque el uranio es radioactivo. Si usted inhala cantidades altas de uranio, puede ser posible medir la cantidad de radioactividad en su cuerpo con el uso de instrumentos especiales.

### 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), la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) y la Comisión de Reglamentación Nuclear (NRC) de los EE.UU.

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 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 uranio:

La EPA no ha establecido un límite para la cantidad de uranio en el aire, pero ha establecido como objetivo que el agua potable no contenga uranio. Sin embargo, la EPA reconoce que en la práctica, este objetivo es actualmente inalcanzable. Por esta razón, la EPA propuso en el año 1991 que se permita una concentración de uranio en el agua potable de hasta 20 µg de uranio por litro de agua (20 µg/L), y los estados empezaron a promulgar normas para alcanzar este nivel. La EPA llama a esta concentración el Nivel de Contaminación Máximo. Para el uranio, este nivel está basado en cálculos que indican que si 150,000 personas toman agua que contiene 20 µg/L de uranio de por vida, existe la probabilidad de que 1 persona desarrolle cáncer. En el año 1994, la EPA consideró cambiar el Nivel de Contaminación Máximo a 80 µg/L basado en valores actualizados de ingesta de uranio en seres humanos y el alto costo monetario necesario para reducir los niveles de uranio en el agua potable. En el año 1998, la EPA suspendió transitoriamente el límite establecido el año 1991, pero actualmente está estudiando el establecimiento de un límite apropiado basado en un número más amplio de estudios en seres humanos y en animales. La ATSDR, otras agencias federales, Canadá y profesionales de la salud están asesorando a la EPA en esta materia. Canadá está actualmente desarrollando sus propias normas debido a que ese país posee los yacimientos de uranio más ricos del mundo y las concentraciones más altas de uranio en algunos de sus manantiales.

La EPA también ha decidido que todo residuo de uranio, liberado accidentalmente, que contenga



# RESUMEN DE SALUD PÚBLICA

## Uranio

CAS#: 7440-61-1

División de la Toxicología

Septiembre 1999

0.1 Ci de radioactividad (150 kilogramos) debe ser limpiado. La EPA también ha establecido una norma para la cantidad de uranio en residuos de molino. Tanto el NIOSH como la OSHA recomiendan un límite de exposición de 0.05 mg/m<sup>3</sup> (34 pCi/m<sup>3</sup>) para polvo de uranio en el aire del trabajo, mientras que la NRC ha establecido un límite ocupacional de 0.2 mg/m<sup>3</sup> (130 pCi/m<sup>3</sup>). La NRC ha establecido un límite de 0.06 pCi/m<sup>3</sup> (0.09 µg/m<sup>3</sup>) para uranio liberado al aire y de 300 pCi/L (450 µg/L) para uranio liberado al agua. La expectativa de la NRC y la OSHA es que normalmente la población general estará expuesta a concentraciones mucho más bajas de uranio.

### 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, a la Comisión de Reglamentación Nuclear de su región o a 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 <http://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 1-888-42ATSDR (1-888-422-8737), a través de correo electrónico al [atsdric@cdc.gov](mailto:atsdric@cdc.gov) o escribiendo a:

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades  
División de Toxicología  
1600 Clifton Road NE, Mailstop F-32  
Atlanta, GA 30333  
Facsimil: 1-770-488-4178

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

Las organizaciones con fin de lucro pueden solicitar una copia de las reseñas toxicológicas finalizadas a:

National Technical Information Service (NTIS)  
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 los EE.UU., Servicio de Salud Pública  
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades