



Este Resumen de Salud Pública es el capítulo sumario de la Reseña Toxicológica para el estroncio. 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 estroncio 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 estroncio y el estroncio-90 se han encontrado en por lo menos 102 y 12, respectivamente, de los 1,636 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 estroncio y el estroncio-90 no se conocen. A medida que se evalúan más sitios, el número de sitios en que se encuentre el estroncio y el estroncio-90 puede aumentar. Esta información es importante porque la exposición al estroncio y al estroncio-90 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 estroncio, 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 ESTRONCIO?

El estroncio es un elemento natural que ocurre comúnmente en el ambiente. El estroncio natural no es radioactivo. El estroncio puede existir en dos estados de oxidación: 0 y +2. Bajo condiciones

ambientales normales, solamente el estado de oxidación +2 es estable e industrialmente importante. El estroncio puro es un metal duro de color blanco, aunque esta forma generalmente no se encuentra en el ambiente. El estroncio se encuentra en el ambiente generalmente en forma de minerales. El estroncio puede formar una variedad de compuestos. Los compuestos de estroncio no tienen ningún olor característico. Existen dos tipos de compuestos de estroncio, aquellos que se disuelven en agua y los insolubles en agua. El estroncio natural existe en cuatro formas estables (o isótopos):  $^{84}\text{Sr}$ ,  $^{86}\text{Sr}$ ,  $^{87}\text{Sr}$  y  $^{88}\text{Sr}$  (léase estroncio ochenta y cuatro, estroncio ochenta y seis, etc.). Los cuatro isótopos se comportan en forma químicamente similar, de manera que los efectos producidos en el cuerpo por cualquier combinación de ellos serán los mismos producidos por cada isótopo individualmente.

Las rocas, el suelo, el polvo, el carbón, el petróleo, el agua superficial y subterránea, el aire, las plantas y los animales contienen diversas cantidades de estroncio. Las cantidades típicas de estroncio que se encuentran en la mayoría de los materiales son del orden de partes por millón (ppm). El estroncio que se encuentra en la naturaleza existe en la forma del mineral celestita ( $\text{SrSO}_4$ ) y estroncianita ( $\text{SrCO}_3$ ). Una vez que el estroncio se ha extraído del mineral de estroncio, se concentra en forma de carbonato o de otra forma química a través de una serie de procesos químicos. Los compuestos de estroncio, como por ejemplo el carbonato de estroncio, se usan para fabricar cerámicas y productos de vidrio, fuegos artificiales, pigmentos para pinturas, luces fluorescentes, medicamentos y otros productos.

El estroncio también puede existir en forma de isótopo radioactivo. El  $^{90}\text{Sr}$ , o estroncio noventa, es

el isótopo radioactivo más peligroso del estroncio. El  $^{90}\text{Sr}$  se forma en reactores nucleares o durante la explosión de armas nucleares. Todo elemento radioactivo, incluso el estroncio, emite radiación constantemente, y este proceso lo transforma en un isótopo de otro elemento o en isótopo diferente del mismo elemento. Este proceso se llama decaimiento radioactivo. El  $^{90}\text{Sr}$  emite partículas beta (llamada algunas veces radiación beta) y se transforma en itrio noventa ( $^{90}\text{Y}$ ). El  $^{90}\text{Y}$  también es radioactivo y emite radiación transformándose en circonio noventa ( $^{90}\text{Zr}$ ), un isótopo estable. La vida-media de un isótopo es el tiempo que tarda la mitad del isótopo en emitir su radiación y transformarse en un isótopo diferente. La vida-media del  $^{90}\text{Sr}$  es de 29 años.

El  $^{90}\text{Sr}$  tiene pocos usos y se considera como un producto de desecho. El isótopo radioactivo  $^{89}\text{Sr}$  se usa en quimioterapia para aliviar el dolor de los huesos en pacientes con cáncer de los huesos. El  $^{85}\text{Sr}$  también se ha usado en la práctica de la medicina.

Las cantidades de estroncio radioactivo (o cualquier otro elemento radioactivo) se miden en unidades de masa (gramos) o de radioactividad (curies o becquerels). 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 que pertenece al Sistema Internacional (S.I.), mientras que el curie es una unidad más antigua; 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; esto corresponde aproximadamente a la radioactividad de 1 gramo de radio, otro material radioactivo. Para más

información acerca de la radiación, consulte la *Reseña Toxicológica de la Radiación Ionizante de la ATSDR*.

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

Los compuestos de estroncio estable y radioactivo se encuentran en el aire en forma de polvo. Las emisiones producidas al quemar carbón y petróleo aumentan los niveles de estroncio en el aire. La cantidad promedio de estroncio que se ha medido en el aire en diferentes áreas de los Estados Unidos es de 20 nanogramos por metro cúbico (1 nanogramo es la trillonésima parte de 1 gramo). La mayor parte del estroncio en el aire se encuentra en la forma de estroncio estable. Partículas muy pequeñas de estroncio estable y radioactivo en el aire se depositan en el agua superficial, en la superficie de plantas y en el suelo ya sea debido a la gravedad o cuando llueve o nieva. Eventualmente estas partículas de estroncio terminan de vuelta en el suelo o en el fondo de lagos, ríos y lagunas, en donde se mezclan con el estroncio estable o radioactivo presente en estos medios.

En el agua, la mayoría de las formas de estroncio estable y radioactivo están disueltas. El estroncio estable disuelto en el agua proviene de rocas y suelos sobre o a través de los cuales fluyen corrientes de agua. Solamente una pequeña porción del estroncio que se encuentra en el agua se deriva de la deposición de polvo de estroncio en el aire. Cierta cantidad de estroncio se encuentra suspendida en el agua. La cantidad de estroncio que se ha medido en el agua potable en diferentes partes de los Estados Unidos es típicamente menos de 1 miligramo por litro de agua (1 mg/L). El <sup>90</sup>Sr en el agua proviene principalmente de la deposición de

polvo de <sup>90</sup>Sr desde el aire. El <sup>90</sup>Sr se encuentra suspendido en el agua. En general, la cantidad de <sup>90</sup>Sr que la EPA ha medido en el agua potable en diferentes áreas de los Estados Unidos es menos de un décimo de picocurie por litro de agua (0.1 pCi/L ó 0.004 Bq/L).

El estroncio se encuentra en forma natural en el suelo en cantidades muy variables, aunque la concentración típica es de 0.2 miligramos por kilogramo (kg) de suelo (0.2 mg/kg). La disposición de cenizas de carbón, cenizas de incineradores y de residuos industriales puede aumentar la concentración de estroncio en el suelo. En general, la cantidad de <sup>90</sup>Sr en el suelo es muy baja y constituye solamente una fracción de la cantidad total de estroncio en el suelo. Se pueden encontrar concentraciones más altas de estroncio en el suelo cerca de sitios de desechos peligrosos, sitios de desechos radioactivos y facilidades del Departamento de Energía a través de los Estados Unidos. Una porción significativa de estroncio estable y radioactivo en el suelo se disuelve en agua; por lo tanto, es probable que se mueva a capas más profundas del suelo y entre al agua subterránea. Sin embargo, los compuestos de estroncio pueden permanecer en el suelo durante años sin moverse hacia el agua subterránea. En el ambiente, las reacciones químicas pueden transformar a los compuestos solubles de estroncio estable y radioactivo en formas insolubles. En algunos casos, los compuestos de estroncio insolubles en agua pueden transformarse en formas solubles.

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

El estroncio se encuentra en casi todas partes en pequeñas cantidades y usted puede estar expuesto a bajos niveles de estroncio al respirar aire, al ingerir

alimentos o agua o al ingerir accidentalmente suelo o polvo que contiene estroncio. Los alimentos y el agua potable son las fuentes principales de exposición al estroncio. Debido a las características del estroncio, cierta cantidad de esta sustancia entra a peces, hortalizas y el ganado. Los granos, algunas hortalizas y los productos lácteos contribuyen la mayor parte del estroncio en la dieta de seres humanos. La concentración de estroncio en hortalizas, como por ejemplo el repollo, cultivadas en los Estados Unidos es menos de 64 mg por kilogramo de hortaliza (64 ppm). Para la mayoría de la gente, la ingesta de estroncio es baja.

El  $^{90}\text{Sr}$  se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente en pequeñas cantidades como resultado de accidentes nucleares y de la contaminación producida por explosiones nucleares. Usted puede estar expuesto a niveles bajos de  $^{90}\text{Sr}$  a través de los alimentos, el agua potable o al comer accidentalmente tierra o polvo que contiene  $^{90}\text{Sr}$ . Los alimentos y el agua potable son las fuentes principales de exposición al  $^{90}\text{Sr}$ . Debido a las características del  $^{90}\text{Sr}$ , cierta cantidad entra a peces, hortalizas y el ganado. Los granos, algunas hortalizas y los productos lácteos contribuyen la mayor parte del  $^{90}\text{Sr}$  en la dieta de seres humanos. La concentración del  $^{90}\text{Sr}$  en hortalizas frescas cultivadas en los Estados Unidos es menos de 9 pCi (o 0.3 Bq) por kilogramo de hortaliza seca (secada en un horno caliente). Para la mayoría de la gente, la ingesta de estroncio radioactivo es baja. Usted puede exponerse a cantidades más altas de  $^{90}\text{Sr}$  si consume alimentos cultivados en un sitio de desechos peligrosos que contiene estroncio radioactivo.

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

Tanto el estroncio estable como el estroncio radioactivo pueden entrar y abandonar el cuerpo de manera similar.

Si una persona respira vapores o polvo que contiene una forma de estroncio soluble en agua, esta sustancia se disolverá en la superficie húmeda de los pulmones y el estroncio entrará a la corriente sanguínea relativamente rápido. Si la forma química del estroncio no se disuelve fácilmente en agua, las partículas de esta sustancia pueden permanecer en el pulmón durante mucho tiempo. Cuando usted consume alimentos o toma agua que contiene estroncio, solamente una pequeña porción pasa de los intestinos a la corriente sanguínea. Algunos estudios en animales sugieren que los niños pequeños pueden absorber más estroncio desde los intestinos que los adultos. Si una solución de una sal de estroncio se coloca sobre la piel, el estroncio pasará muy lentamente a través de la piel a la corriente sanguínea. Si la piel tiene rasguños o cortaduras, el estroncio pasará mucho más rápido a través de la piel.

Una vez que el estroncio entra a la corriente sanguínea, se distribuye a través del cuerpo, en donde puede entrar y salir de las células con relativa facilidad. En el cuerpo, el estroncio se comporta de manera muy similar al calcio. Una gran parte del estroncio se acumulará en los huesos. En adultos, el estroncio se adhiere principalmente a la superficie de los huesos. En niños, en los que los huesos aún están creciendo, el estroncio puede ser usado por el cuerpo para fabricar la porción mineral del hueso. Como resultado, el estroncio es almacenado en el hueso durante mucho tiempo (años). Debido a la

manera como crece el hueso, el estroncio pasará del hueso a la circulación y podrá volver a ser usado por el hueso en desarrollo, o será eliminado. Es debido a este proceso que el estroncio es eliminado lentamente del cuerpo.

El estroncio es eliminado del cuerpo a través de la orina, las heces y el sudor. La eliminación a través de la orina puede durar períodos prolongados cuando cantidades pequeñas de estroncio liberadas desde los huesos no vuelven a ser capturadas por los huesos. Cuando el estroncio es ingerido, la porción que no pasa a la sangre desde los intestinos es eliminada en las heces en varios días.

### 1.5 ¿CÓMO PUEDE EL ESTRONCIO 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.

No se han descrito efectos perjudiciales por exposición al estroncio en los niveles que se encuentran típicamente en el ambiente. La única forma química del estroncio estable que es muy dañina si la respira es el cromato de estroncio, pero esto se debe al cromo, que es tóxico, y no al estroncio. Los niños que consumen niveles muy altos de estroncio pueden sufrir alteraciones del crecimiento de los huesos, especialmente si la dieta es pobre en calcio y en proteínas. Las sales comunes de estroncio no son perjudiciales cuando se inhalan o se colocan sobre la piel.

Los estudios en animales han demostrado que comer o beber cantidades muy altas de estroncio estable puede ser fatal. Sin embargo, es improbable que el público en general se exponga a niveles de estroncio tan altos. En estos casos, se acumuló tanto estroncio en los huesos en vez de calcio que los huesos en desarrollo se hicieron frágiles. En animales jóvenes, los huesos en desarrollo son más susceptibles a los efectos del estroncio que los de los adultos.

No se sabe si el estroncio estable afecta la reproducción en seres humanos o en animales. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que el cromato de estroncio es carcinogénico, pero esto se debe al cromo. No hay ninguna información que indique que alguna otra forma de estroncio estable produce cáncer en seres humanos o en animales.

Los efectos perjudiciales del estroncio radioactivo son causados por la alta energía de la radiación. Debido a que el estroncio radioactivo es incorporado por los huesos, los huesos y los tejidos

que los rodean pueden ser dañados por la radiación que se libera con el tiempo. Debido a que la médula de los huesos es la fuente esencial de células en la sangre, dosis altas de radiación pueden reducir el número de células en la sangre. Esto se ha observado en seres humanos que recibieron inyecciones de estroncio radioactivo ( $^{89}\text{Sr}$ ) para destruir tejido canceroso que se había propagado a la médula de los huesos. También se ha observado una reducción del número de células en la sangre en animales que respiraron o tragaron estroncio radioactivo. Una disminución significativa del número de células en la sangre produce una serie de problemas. Una disminución del número de glóbulos rojos, o anemia, impide que el cuerpo reciba suficiente oxígeno, lo que produce cansancio. La pérdida de plaquetas puede impedir que la sangre coagule en forma normal, y puede producir hemorragias, especialmente en los intestinos. La pérdida de glóbulos blancos altera la capacidad del cuerpo para combatir infecciones.

La radiación también puede dañar la piel. El estroncio radioactivo se ha usado en medicina para destruir tejido indeseable en la superficie de los ojos o de la piel. En algunos casos, los tejidos del ojo se inflaman o se adelgazan mucho después de un tiempo. En estudios de animales se ha descrito adelgazamiento de la capa más profunda de la piel (la dermis) como efecto de largo plazo.

No se sabe si la exposición al estroncio radioactivo afecta la reproducción en seres humanos. Las alteraciones de la reproducción que se observaron en animales ocurrieron con dosis más de un millón de veces más altas que los niveles de exposición típicos de la población general.

El estroncio radioactivo puede producir cáncer si daña el material genético (ADN) de las células. En

un estudio de un grupo de personas en otro país que consumieron cantidades de  $^{90}\text{Sr}$  (y otros materiales radioactivos) relativamente altas en agua de río contaminada por una planta de armas nucleares se observó un aumento de casos de leucemia. Estudios en animales han descrito cáncer de los huesos, la nariz y los pulmones (en casos de inhalación) y leucemia. También se han descrito casos de cáncer de la piel y de los huesos en animales que recibieron dosis altas de radiación en la piel. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el estroncio radioactivo es carcinogénico en seres humanos debido a que se deposita dentro del cuerpo y emite radiación beta. La EPA ha determinado que el estroncio radioactivo es carcinogénico en seres humanos.

### 1.6 ¿CÓMO PUEDE EL ESTRONCIO 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. Los posibles efectos en los niños causados por exposición de los padres también se consideran.

Los niños están expuestos al estroncio estable de manera similar que los adultos: generalmente en pequeñas cantidades en el agua potable y los alimentos. Los niños pequeños, que se llevan las manos a la boca o que comen tierra, pueden ingerir accidentalmente más estroncio. Los niños en los que los huesos están desarrollándose activamente absorben más estroncio desde los intestinos que los adultos.

El exceso de estroncio estable es perjudicial para los huesos en estado de desarrollo. Por esta razón, los niños son más susceptibles a los efectos del

estroncio estable que los adultos. Los niños que comen o beben cantidades excepcionalmente altas de estroncio estable pueden sufrir problemas con el crecimiento de los huesos, aunque esto puede ocurrir solamente si la dieta es pobre en calcio y en proteínas. Es improbable que los niños que toman leche fortificada con vitamina D sufran problemas de los huesos si se exponen a cantidades excesivas de estroncio estable. La cantidad de estroncio estable que normalmente entra al cuerpo en los alimentos, el agua o el aire que respiramos es muy baja y no representa riesgo para los huesos en niños. No hay estudios en seres humanos o en animales que hayan evaluado los efectos sobre el feto de la exposición de la madre a cantidades excesivas de estroncio. Sin embargo, debido a que las cantidades de estroncio que pasan de la madre al feto a través de la placenta son bajas, es improbable que afecten el desarrollo de los huesos del feto. Hay evidencia que sugiere que el estroncio estable puede ser transferido desde la madre al niño a través de la leche materna. Sin embargo, la presencia de calcio y de proteínas en la leche protege al niño contra los efectos del estroncio sobre los huesos.

Los niños absorben, usan y eliminan el estroncio radioactivo de la misma manera que el estroncio estable. Es probable que los niños sean más susceptibles que los adultos a los efectos del estroncio radioactivo debido a que una cantidad proporcionalmente más alta se incorpora al hueso en desarrollo. Además, los niños son potencialmente más vulnerables al daño causado por la radiación que los adultos porque mantienen el estroncio radioactivo en los huesos durante un tiempo más prolongado.

Es probable que la exposición al estroncio radioactivo produzca el mismo tipo de efectos en niños que en adultos. Los niños pueden estar

expuestos a niveles de estroncio radioactivo más altos que lo normal sin que se detecte un aumento de la tasa de cáncer. En un estudio en el extranjero se observó un aumento de la tasa de leucemia en niños que tomaron agua que contenía niveles de estroncio radioactivo excepcionalmente altos durante 7 años. Los niveles altos de estroncio radioactivo producen más daño en los huesos y tasas más altas de cáncer de los huesos en animales expuestos antes de nacer o cuando jóvenes que cuando son adultos. El estroncio radioactivo puede pasar a la leche materna o atravesar la placenta y alcanzar al feto en seres humanos y en animales.

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

Si su doctor encuentra que usted ha estado expuesto a cantidades significativas de estroncio pregunte si sus niños también podrían haber estado expuestos. Puede que su doctor necesite pedir que su departamento estatal de salud investigue. Cuando es necesario, los funcionarios de salud pública pueden publicar instrucciones para reducir la exposición al estroncio.

Es posible que niveles de estroncio más altos que lo normal ocurran naturalmente en el suelo en algunos lugares o que existan niveles altos de estroncio radioactivo en el suelo cerca de 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 frecuentemente 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.

Debido a que el estroncio es tan común en el ambiente, y está presente naturalmente en los alimentos y el agua, no podemos evitar la exposición a esta sustancia. Por varias razones, la ingestión de una dieta equilibrada con suficiente vitamina D, calcio y proteínas protegerá al cuerpo al reducir la cantidad de estroncio ingerida que es absorbida.

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

Todo el mundo tiene pequeñas cantidades de estroncio estable en el cuerpo, principalmente en los huesos. El estroncio puede medirse en la sangre, el cabello, las heces o la orina. Esta cantidad generalmente se mide en unidades de masa (gramos). La cantidad que se mide en la orina puede indicar si usted ha estado expuesto recientemente a cantidades de estroncio más altas que lo normal. La cantidad en el cabello puede indicar si usted ha estado expuesto a cantidades altas de estroncio en el pasado. La mayoría de los doctores no llevan a cabo pruebas para el estroncio en sus consultorios, pero pueden tomar muestras y mandarlas a un laboratorio especial. Los rayos X pueden demostrar alteraciones de los huesos producidas por la exposición a cantidades altas de estroncio, aunque estas alteraciones pueden tener otras causas (una dieta pobre en vitamina D o alta exposición a otro metal).

Si una persona ha estado expuesta a estroncio radioactivo, hay pruebas especiales que pueden utilizarse para medir el estroncio radioactivo en la sangre, las heces o la orina. Estas pruebas tienen su mayor utilidad cuando se llevan a cabo poco después de la exposición, debido a que el estroncio radioactivo se incorpora rápidamente a los huesos y

se demora muchos años en ser removido completamente de los huesos. El estroncio radioactivo pueden medirse por su masa (en gramos) o por los tipos de radiación que emite. Estas emisiones, que difieren entre los varios isótopos del estroncio, se usan para determinar la cantidad de estroncio radioactivo (en curies o becquerels) y la dosis de radiación que emite al cuerpo (en sieverts o rem). A través de un procedimiento muy similar a la toma de radiografías, un equipo especial puede medir la cantidad de estroncio radioactivo que se ha incorporado a los huesos.

### 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 estroncio:

La EPA recomienda que los niveles de estroncio estable en el agua potable no excedan 4 miligramos por litro de agua (4 mg/L).

El Departamento de Energía (DOE) reglamenta las cantidades de radiación en el aire del trabajo en facilidades del DOE. Estas cantidades varían desde 0.000000002 microcuries por mililitro ( $\mu\text{Ci}/\text{mL}$ ) ( $2 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{mL}$  de aire = 70  $\mu\text{Bq}/\text{mL}$  de aire) para partículas radioactivas que permanecen en los pulmones durante 100 días hasta 0.000000008  $\mu\text{Ci}/\text{mL}$  ( $8 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{mL}$  de aire = 300  $\mu\text{Bq}/\text{mL}$  de aire) para partículas radioactivas que permanecen en los pulmones por menos de 10 días. La NRC ha establecido un límite de ingesta anual de 20  $\mu\text{Ci}$  (7 Mbq) para exposición al  $^{90}\text{Sr}$  en el aire.

La EPA ha establecido normas para la concentración de  $^{90}\text{Sr}$  en suministros de aguas comunales. La concentración promedio anual de  $^{90}\text{Sr}$  en los suministros de agua no debe exceder

8 pCi/L (0.3 Bq/L). Para proteger al público de los efectos del  $^{90}\text{Sr}$ , la EPA también ha establecido niveles de contaminación máximos para las actividades de radionucleidos en el agua potable. Para partículas beta, tal como el estroncio, el límite es 4 mrem al año ( $4 \times 10^{-5}$  Sv al año). La NRC ha establecido un valor de 31  $\mu\text{Ci}$  (1.1 Mbq) para la cantidad de  $^{90}\text{Sr}$  que puede ser ingerida en un año sin que se sufran efectos perjudiciales.

### 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



# RESUMEN DE SALUD PÚBLICA

**Estroncio**  
CAS#: 7440-24-6

---

**División de la Toxicología**

**Abril 2004**

---

Atlanta, GA 30333  
Facsímil: 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**

[www.atsdr.cdc.gov/es](http://www.atsdr.cdc.gov/es) Teléfono: 1-888-422-8737 Facsímil: 770-488-4178 Correo Electrónico: [atsdric@cdc.gov](mailto:atsdric@cdc.gov)