

Los efectos del cadmio en la salud

Perla Esmeralda Pérez García,* María Isabel Azcona Cruz**

RESUMEN

El cadmio no se encuentra en el ambiente como un metal puro; es más abundante en la naturaleza en forma de óxidos complejos, sulfuros y carbonatos en el cinc, plomo y menas de cobre. Es relativamente barato, ya que se trata de un subproducto del procesamiento de metales más valiosos, como el cinc y el cobre. Sus variadas aplicaciones en la galvanoplastia, la galvanostelgia y la galvanización, así como su uso en plásticos, pigmentos para crear tintes, pinturas, y cerámica, y baterías de níquel y cadmio, se deben a su gran resistencia a la corrosión y a sus propiedades electroquímicas. Los metales pesados constituyen un riesgo considerable para la salud por el contacto frecuente laboral y ambiental. Entre los más peligrosos se encuentran el plomo, el mercurio, el arsénico y el cadmio. En la población general la comida y los cigarrillos son las principales fuentes de exposición al cadmio, la cual suele ser de carácter crónico. Los efectos tóxicos del cadmio se manifiestan especialmente en los huesos y riñones y las personas que tienen bajas reservas de hierro son particularmente vulnerables a estos efectos adversos. Es de interés informar y hacer notar los efectos provocados por este metal ubicado entre los más peligrosos, según la Agencia Estadounidense para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades, así como continuar impulsando la educación para la salud con el fin de evitar la contaminación ambiental por cadmio.

Palabras clave: cadmio, efectos tóxicos, intoxicación, fuentes de exposición, salud, ambiente, metales.

ABSTRACT

Cadmium is not found in the environment as a pure metal; it is more abundant in nature as complex oxides, sulfides and carbonates in zinc, lead and copper ores. Cadmium is relatively inexpensive being a byproduct of the processing of more valuable metals such as zinc and copper. The wide application of cadmium in electroplating, galvanostelgia, and galvanizing, as well as its use in plastics, pigments to create dyes, paints and pottery, and nickel-cadmium batteries, are due to its great resistance to the corrosion and its electrochemical properties. Heavy metals constitute a considerable risk to health because of frequent contact labor and environmental. Lead, mercury, arsenic and cadmium are amongst the most dangerous metals. Food and cigarettes are the main sources of cadmium exposure in general population and usually this is of chronic character. The toxic effects of cadmium are manifested mostly in the bones and kidneys, and people with low iron reserves are especially vulnerable to these adverse effects. It is in our best interest to report and point out the effects caused by the metal considered one of the most dangerous according to the US Agency for Toxic Substances and Disease Registry, reason for which it is of great toxicological interest to continue boosting health education to prevent environmental pollution by cadmium exposure.

Key words: cadmium, toxic effects, toxicity, sources of exposure, health, environment, metals.

* Alumna de la materia de Saneamiento Ambiental de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO).

** Coordinadora de Enseñanza e Investigación del Hospital Regional Presidente Juárez, ISSSTE.

Correspondencia: Dra. María Isabel Azcona Cruz. Hospital Regional Presidente Juárez, ISSSTE, Coordinación de Enseñanza e Investigación. Calzada Doctor Gerardo Varela 617, colonia Faldas del Cerro del Crestón, CP 68060, Oaxaca, Oax. Correo electrónico: miazcona@issste.gob.mx

Recibido: marzo, 2012. Aceptado: agosto, 2012.

Este artículo debe citarse como: Pérez-García PE, Azcona-Cruz MI. Los efectos del cadmio en la salud. Rev Esp Méd Quir 2012;17(3):199-205.

El cadmio (*cadmia* en latín y en griego *kadmeia*, significa “calamina”, nombre que recibía antiguamente el carbonato de cinc) fue descubierto en Alemania en 1817 por Friedrich Stromeyer como una impureza en el carbonato de cinc.¹ Desde esa fecha rara vez se utilizó; hasta hace apenas unos 50 años se le encontraron aplicaciones metalúrgicas.² Por lo general, el cadmio no se halla en el ambiente como un metal puro, es más abundante en la naturaleza en forma de óxidos complejos, sulfuros y carbonatos en el cinc, plomo y menas de cobre.³ El cadmio suave y de color blanco plateado es relativamente

barato, ya que es un subproducto del procesamiento de metales más valiosos, como el cinc y el cobre.⁴

Las diversas aplicaciones del cadmio en la galvanoplastia, la galvanostelgia y la galvanización, así como su uso en plásticos,² pigmentos para crear tintes, pinturas y cerámica de color amarillo brillante (sulfato de cadmio),⁵ naranja, rojo (selenito de cadmio)⁵ y marrón,⁴ y en baterías de níquel y cadmio, se deben a su gran resistencia a la corrosión, a sus propiedades electroquímicas y a otras características químicas provechosas.² Se utiliza como pigmentos en 9%; en galvanización y electrodeposición en 7% y como estabilizador de plásticos en 1.2%.⁶ Además, puede encontrarse en los conductores eléctricos, productos de cloruro de polivinilo (PVC), fotoceldas, llantas, radiadores para automóviles, componentes electrónicos y elementos calefactores.⁴ Asimismo, está naturalmente presente en diversas concentraciones en la roca de fosfato extraída para ser utilizada como fertilizante.⁴ Aparte de la fusión de los minerales de cinc, plomo y cobre, el cadmio es liberado por las emisiones volcánicas y por la quema de combustibles fósiles y de biomasa.⁴ Este metal ingresa al medio ambiente a través de diversas fuentes naturales y antropogénicas (Cuadro 1).¹ La producción mundial de cadmio se incrementó en los últimos años. En 2004 se produjeron 18,800 toneladas y en 2007 se llegó hasta 19,900 toneladas. Lo mismo ocurrió con el porcentaje de producción de baterías de níquel-cadmio, mientras que los porcentajes de producción de las industrias tradicionales disminuyeron debido a las presiones medioambientales y de salud.⁶ Se calcula que cada año se liberan al medio ambiente entre

25,000 y 30,000 toneladas de cadmio, de las cuales, alrededor de la mitad proviene de la erosión de las rocas que llegan a los ríos y posteriormente a los océanos. Asimismo, se liberan entre 4,000 y 13,000 toneladas de cadmio como consecuencia de actividades humanas como la minería y el consumo de combustibles fósiles.³ Un dato trascendental es que menos de 5% del metal puede ser reciclado, por lo que es importante considerar la contaminación ambiental que provoca.² El cadmio que se encuentra en pequeñas partículas o adherido a ellas puede ingresar al aire y viajar grandes distancias antes de regresar a la tierra como polvo, lluvia o nieve. Además, no se descompone en el medio ambiente, pero puede tomar diferentes formas.³ La concentración de cadmio en el aire de áreas rurales varía de 0.1 a 5 ng/m³, en áreas urbanas de 2 a 15 ng/m³ y en áreas industriales de 15 a 150 ng/m³. El tiempo de permanencia del cadmio en los suelos es de 300 años, aproximadamente, y 90% no se transforma. El cadmio llega a los terrenos agrícolas por deposición aérea (41%), con los fertilizantes fosfatados (54%) y por aplicación de abono de estiércol (5%).¹

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL CADMIO EN LA SALUD

Fuentes de exposición

Los metales pesados constituyen un riesgo considerable para la salud por el contacto frecuente laboral y ambiental. Un indicador de su importancia en relación con otros peligros potenciales es el rango que les adjudica la Agencia Estadounidense para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades, que cataloga los riesgos de los desechos tóxicos de acuerdo con su prevalencia y la gravedad de la intoxicación que originan. Entre los más peligrosos se encuentran el plomo, el mercurio, el arsénico y el cadmio; este último ocupa el lugar número 6 de la lista presentada por esa agencia,⁷ razón por la cual es de gran interés toxicológico.² La comida y los cigarrillos son las principales fuentes de exposición al cadmio en la población general.³ Esta exposición también puede darse a través de líquidos, ya sea por las cañerías que contienen cadmio en sus soldaduras o por el agua que ha sido contaminada por las fábricas que tiran sus desechos al río, como las que hacen acabado de metales, electrónica, manufactura de pigmentos

Cuadro 1. Fuentes de cadmio

<i>Antropogénicas</i>	<i>Naturales</i>
Lodos residuales y estiércol	Actividad volcánica
Fertilizantes fosfatados y nitrogenados	Rocas
Industria de plateado y galvanizado	
Minería del cinc, cobre, plomo y otros metales	
Industria de fundición de metales	
Incineración	
Industria de alimentos fosfatados para animales	

Fuente: Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. Fac de Med Univ Nac Mayor de Sn Marcos 2002;63:51-64.

(pinturas y agentes colorantes), baterías, estabilizadores plásticos, plaguicidas (fungicidas), electrodeposición, entre otras.^{8,9} Se ha calculado que más de 80% del cadmio ingerido proviene de cereales (especialmente arroz y trigo), verduras (de hoja) y raíces (principalmente papas y zanahorias).⁴

Los mariscos, así como el hígado y los riñones de animales son alimentos que contienen concentraciones de cadmio mayores de 0.05 µg/g incluso en circunstancias normales. Asimismo, cuando el arroz y el trigo son contaminados por este mineral en la tierra y el agua, la concentración puede aumentar de modo considerable hasta 1 µg/g.² Es importante saber qué cantidad podría considerarse una ingestión tolerable; la ingestión diaria normal con la dieta (IDD) ha sido propuesta por algunas organizaciones internacionales que establecen como valor límite tolerable 7 µg/semana por kg de peso. Por vía digestiva, consumos de hasta 100 mg producen síntomas gastrointestinales, mientras que a partir de los 350 mg se considera que es potencialmente mortal. Por vía inhalatoria, las concentraciones ambientales superiores a 200 µg/m³ inducen la “fiebre de los metales”; a partir de 500 µg/m³ aparece neumonitis química y más allá de los 5,000 µg/m³ es mortal.¹ En 2009, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria estableció una ingestión semanal tolerable en los alimentos de 2.5 µg por kg de peso corporal. Al año siguiente, el Comité Mixto de la Organización de Agricultura y Comida de Estados Unidos (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) determinaron un insumo mensual tolerable provisional en los alimentos de 25 µg por kg de peso corporal.⁴ Mientras tanto, la OMS fijó una ingestión semanal tolerable provisional de 7 µg/kg de peso corporal.⁸ Fumar aumenta considerablemente la concentración de cadmio en el ambiente, sobre todo en espacios cerrados. De manera natural, la hoja de tabaco acumula altas concentraciones,⁴ por tanto, el fumador está expuesto a cantidades significativamente elevadas. El humo del tabaco arrastra el cadmio a los pulmones. La sangre lo transportará al resto del cuerpo, donde puede incrementar los efectos por potenciación del consumo en alimentos ricos en este metal.⁵ La exposición al cadmio por fumar cigarrillos puede ser una preocupación más seria para la salud que la causada por los alimentos. Los

fumadores duplican su dosis diaria de ingestión en comparación con los no fumadores.³ Un cigarrillo contiene de 1 a 2 µg de cadmio y, dada una absorción pulmonar de 10%, al fumar una cajetilla diariamente se genera una dosis de 1 mg de cadmio al año por el solo humo del tabaco.² Sin embargo, el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos (1999) asegura que los fumadores estarían depositando en su cuerpo una cantidad de 1-3 µg adicional de cadmio al día por cada paquete de cigarrillos que fumen.³ En cuanto a las exposiciones laborales, la inhalación es la ruta principal de ingreso y la absorción a partir de esta vía depende del tipo de compuesto inhalado, del tamaño de las partículas y de su retención en el pulmón.¹ Otro punto a resaltar es que las personas que tienen bajas reservas de hierro son especialmente vulnerables a los efectos adversos del cadmio: la deficiencia crónica de nutrientes puede dar como resultado la regulación a la alta de los sistemas para optimizar la captación de los nutrientes faltantes, y ello puede ocasionar la captación de cadmio a través de algunos de estos sistemas.⁴

Manifestaciones clínicas

Las manifestaciones clínicas de la exposición al cadmio pueden clasificarse, de acuerdo con el tiempo y modo de dicha exposición, en agudas y crónicas y en las debidas a inhalación y a ingestión, respectivamente.⁹ Las intoxicaciones que afectan a la población general, salvo situaciones de accidentes o contaminaciones masivas, por ejemplo de alimentos, suelen ser de carácter crónico; sin embargo, en la población ocupacional es frecuente encontrar intoxicaciones agudas y crónicas muy características.⁹ La clínica de las intoxicaciones por cadmio es variable y sus efectos en la salud son como los de cualquier sustancia peligrosa y dependen de la dosis, la duración y el tipo de exposición, la presencia de otras sustancias químicas, así como de las características y los hábitos de la persona.^{3,9}

Manifestaciones clínicas por inhalación

La inhalación de altas cantidades de cadmio puede inducir la aparición de un cuadro sintomático no muy bien definido al principio, pero que luego se distingue por fiebre, alteraciones digestivas, dolor torácico, disnea y edema agudo de pulmón, el cual puede ocasionar

la muerte por insuficiencia respiratoria.⁹ Los efectos agudos por la exposición en alto grado o accidental a humos de cadmio se deben a que funciona como irritante de las mucosas y produce un síndrome de dificultad respiratoria aguda.¹⁰

La inhalación también puede provocar anemia, albuminuria, hepatitis y anuria, que provocan la muerte por hepatonecrosis.⁹ Otro efecto que suele ocurrir inmediatamente o poco después de la exposición al cadmio es la irritación de la piel y los ojos; además, puede causar “fiebre por humos metálicos”. Esta enfermedad es similar a la influenza con síntomas de sabor metálico, dolor de cabeza, fiebre, escalofríos, dolores, opresión en el pecho y tos. Los síntomas tardan varias horas en aparecer después de la exposición y normalmente duran uno o dos días.¹¹

Manifestaciones clínicas por ingestión

Los síntomas son: náuseas, vómitos, dolores abdominales y cefalea. En muchos casos hay diarrea intensa con colapso. Estos síntomas aparecen cuando se ingiere agua o alimentos con cadmio en concentraciones de alrededor de 15 ppm.⁹ La intoxicación aguda puede producirse por la ingestión de altas concentraciones de cadmio y lleva, incluso, al choque.¹

Efectos crónicos en la salud: la inhalación prolongada de cadmio en trabajadores expuestos puede determinar la aparición de un síndrome que incluye enfisema pulmonar y enfermedad de los túbulos renales con proteinuria. En estos casos se han observado también otros efectos, como: anemia, alteraciones hepáticas y cambios en el metabolismo de los minerales.⁹ Incluso una exposición crónica relativamente baja puede causar daños irreversibles a los túbulos renales, que dan lugar a daño glomerular y a insuficiencia renal; comúnmente hay pérdida de hueso. Con mucha frecuencia se aprecian efectos pulmonares, en particular cáncer de pulmón, en las poblaciones ocupacionalmente expuestas.⁴ Además, existen riesgos potenciales que pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al cadmio y duran meses o años, como el riesgo de cáncer y en la salud reproductiva.¹¹

Destinos del cadmio en el organismo: como se señaló anteriormente, el cadmio entra al torrente sanguíneo por absorción en el estómago o en los intestinos, luego de la

ingestión de comida o agua, o por absorción en los pulmones después de la inhalación. La absorción de cadmio en el ámbito intestinal se produce en dos etapas: en la primera, las células de la mucosa internalizan el cadmio presente en el lumen intestinal; y en la segunda etapa, una parte del cadmio atraviesa la membrana lateral de los enterocitos para pasar a la circulación sanguínea.^{12,13} Manahan (2000) y Pascuali (2003) mencionan que en condiciones normales, en las que la concentración de cadmio es pequeña, la mayor parte queda retenida en la mucosa intestinal, principalmente unida a la metalotioneína (MT), y es eliminada posteriormente con la descamación de la pared. Cuando la dosis oral de cadmio es elevada, el metal libre atraviesa la mucosa para pasar a la circulación sanguínea, almacenándose en el hígado y los riñones. Sólo en estos dos órganos se acumula entre 40 y 80% del cadmio presente en el organismo.^{12,13} Una vez absorbido, el tóxico se transporta por la sangre, ligado de modo principal a células hemáticas y albúmina. Llega en primer término al hígado, para ser redistribuido lentamente de ahí a los riñones en forma de complejo de cadmio-metalotioneína (Cd-MT).² Esta última es una proteína de bajo peso molecular con gran afinidad por metales como el cadmio y el cinc; generalmente es necesaria para el transporte de metales esenciales.² Por ello, en teoría, la acción tóxica del cadmio se debería a su afinidad por radicales de los grupos -SH, -OH, carboxilo, fosfatil, cisteinil e histidil y a su actividad competitiva con otros elementos funcionalmente esenciales como cinc, cobre, hierro y calcio.⁶ Como lo describe Brunton (2008), el cadmio captado por el hígado se combina con glutatión (GSH) y se excreta en la bilis o se liga a la metalotioneína, y así crea una forma de depósito del metal. Parte del complejo Cd-MT pasa al plasma. Este complejo, al ser captado por las células renales, penetra en los lisosomas; la metalotioneína es degradada en sus aminoácidos componentes (aa), se libera el cadmio de tales estructuras y pasa al citosol. En concentraciones de 200 µg/g o mayores, el cadmio daña el tejido renal y ocasiona proteinuria.² En el riñón sólo se excreta 1 a 2% de cadmio tomado directamente de las fuentes ambientales, lo que provoca una acumulación dentro de dicho órgano (acumulación 10,000 veces más alta que en el torrente sanguíneo).^{12,13} Los efectos tóxicos del cadmio se manifiestan principalmente en los huesos

y los riñones (órganos blanco). Afecta sobre todo a las enzimas e interactúa con grupos SH de las proteínas, generando radicales libres. Entre los daños que produce en estos órganos podemos citar osteomalacia y necrosis del tejido renal.^{12,13} La semivida del cadmio en el cuerpo es de 10 a 30 años. En consecuencia, el metal tiene la propensión a acumularse y con la exposición ambiental continua aumentan las concentraciones hícticas del metal durante toda la vida.²

Manifestaciones específicas

Entre las manifestaciones específicas, el cadmio tiene efectos bien establecidos en los riñones, los huesos y los pulmones; se tiene menos evidencia de sus efectos neurotóxicos, teratogénicos o alteradores del sistema endocrino.⁴ El cadmio se almacena principalmente en el hígado y los riñones; la excreción es lenta, con una media de vida muy larga (décadas) en el cuerpo humano; se acumula en la mayor parte de los tejidos durante el envejecimiento.⁸ Uno de los indicios más típicos y tempranos de la larga exposición al cadmio es el daño que sufre la función renal.⁹ Muchos agentes que producen a menudo insuficiencia renal aguda también son capaces de ocasionar lesión tubulointersticial; entre ellos se encuentra el cadmio.⁷ Con él, la reabsorción en los túbulos renales proximales está afectada y se manifiesta con una intensa proteinuria tubular, que puede resultar en una excreción de proteínas 10 veces superior a lo normal de proteínas totales, y hasta 1,000 veces de las de bajo peso molecular, como la beta-2 microglobulina.¹¹

Los pulmones también se consideran órganos críticos en la exposición al polvo de cadmio. Se han publicado casos de neumonitis química con disnea, tos, expectoración, molestias torácicas y disfunción pulmonar.⁹

La exposición más alta podría causar edema pulmonar, lo que constituye una urgencia médica.¹¹ Concentraciones de cadmio de más de 5 mg/m³ de aire durante ocho horas pueden provocar un edema pulmonar tardío de carácter mortal. Otras alteraciones pulmonares son el enfisema, la bronquitis obstructiva crónica y la fibrosis pulmonar.⁹ En los *Principios de medicina interna* de Harrison se menciona que en los trabajadores expuestos al cadmio (una emanación química específica) hay una disminución relevante del volumen espiratorio

forzado en un segundo (FEV1), de la capacidad vital forzada (I FEV1/FVC) y de la capacidad de difusión del monóxido de carbono en el pulmón compatible con obstrucción del flujo de aire y enfisema pulmonar.⁷ En cuanto a las manifestaciones gastrointestinales, la administración oral de 10 mg de cadmio puede originar trastornos gastroduodenales con náusea y vómito como respuesta inmediata, aunque la dosis oral aguda con efectos mortales para un adulto es superior a 350 mg.¹⁰ Otros síntomas de consideración son: diarrea, dolor abdominal y muscular y salivación.^{12,13}

Además, se han descrito alteraciones en las actividades enzimáticas del hígado. Aparentemente, el cadmio no ejerce ninguna acción directa sobre la hematopoyesis; más bien parece tener efecto de interferencia en la absorción del hierro de los alimentos. Estos efectos se manifiestan principalmente por una disminución en la concentración de hemoglobina; sin embargo, estos efectos son reversibles.⁹ Como se mencionó anteriormente, las alteraciones óseas son otro efecto crítico de la exposición crónica a concentraciones elevadas de cadmio.⁸ En la enfermedad itai-itai se han comprobado lesiones renales, osteomalacia y grados variables de osteoporosis. Estas lesiones ocasionan dolores de intensidad diversa, y los pequeños traumatismos pueden producir fracturas en varias partes del esqueleto. El mecanismo por el cual se originan éstas no es del todo claro, pero se supone que se deben a trastornos del metabolismo de calcio, fósforo y vitamina D, generados en las lesiones renales, junto con una baja ingestión de calcio y proteínas.⁹ Por si fuera poco, se han demostrado asociaciones estadísticamente significativas entre el tiempo de exposición al cadmio y la aparición de hipertensión arterial.⁹ Por tanto, las personas que padecen hipertensión también pueden estar en mayor riesgo.⁴ Curiosamente, se ha comprobado que el cadmio activa los receptores de andrógeno, así como los de estrógeno, lo que hace de él un metal-hormona sumamente versátil. Teóricamente se supone que afecta de modo diferente a hombres y mujeres.⁴ Mientras esto se corrobora, se ha atribuido al cadmio un incremento en la incidencia de cáncer de próstata y del aparato respiratorio en trabajadores expuestos prolongadamente, en especial al óxido de cadmio.⁹ En un número limitado de estudios epidemiológicos, se han examinado las asociaciones entre el cadmio y la aparición de otros

cánceres dependientes de hormonas, como los de mama y endometrio.⁴

Se han descrito modificaciones cromosómicas en estudios experimentales y en observaciones de personas expuestas continuamente al cadmio,⁹ pero hasta ahora no se han observado alteraciones teratogénicas en los hijos de éstas.¹⁰ En un estudio presentado en México en el año 2001, se encontró que existía una correlación de 58% entre las concentraciones de cadmio en la sangre de la madre y las del cordón umbilical. Tal como lo narra el Dr. Luis Camilo Ríos Castañeda, en su investigación se realizaron experimentos con animales en desarrollo (ratas), expuestos a concentraciones ambientalmente significativas del metal, los cuales mostraron graves alteraciones neurotóxicas. Estos resultados se compararon con las concentraciones altas de cadmio en la sangre del cordón umbilical y la sangre materna de los recién nacidos (1.2 y 1.4 µg/L, respectivamente). Con esto se concluyó que la exposición ambiental al cadmio puede ser un factor que modifique la salud neurológica de los niños en la Ciudad de México.¹⁴ Por todo ello se considera que la población de mayor riesgo son las mujeres, las personas con deficiencias nutricionales, con bajas concentraciones de hierro o trastornos renales, los fetos y los niños con bajas reservas corporales de hierro.⁸

Exámenes e diagnósticos

Hay exámenes disponibles en ciertos laboratorios clínicos que miden la cantidad de cadmio en la sangre, la orina, el pelo o las uñas. Las concentraciones en la sangre indican exposición reciente a cadmio, mientras que las concentraciones en la orina revelan exposición reciente y pasada.³ Asimismo, los exámenes médicos que sugiere el Departamento de salud y servicios para personas mayores de Nueva Jersey¹⁵ incluyen determinación de cadmio en:

- Sangre (la concentración debe ser menor de 5 µg/L en sangre íntegra).
- Orina (menos de 3 µg/L de orina).
- La beta 2-microglobulina para detectar daño al riñón.
- Pruebas de función pulmonar.
- Pruebas de la función del hígado.
- Recuento sanguíneo completo.
- Una radiografía del tórax después de una sobreexposición aguda.

□□□□□□□□□□

En los últimos años, el cadmio ha surgido como un tema importante en los medios de comunicación debido a una oleada de retiros de la circulación de productos de gran popularidad suscitados por la presencia de cadmio en bisutería, juguetes, pinturas y otros artículos comunes. Como lo ocurrido en junio de 2010, cuando la empresa McDonald's retiró del mercado 12 millones de vasos de *Shrek*.⁴

Es importante resaltar que no existen reglas sobre el control de cadmio en los artículos de uso diario y también el hecho de que ninguna organización internacional se pone de acuerdo en la cantidad de cadmio exacta que provocaría daños a la salud a corto o largo plazo. A falta de reglas nacionales formales, otros países, como Estados Unidos, han procedido a imponer sus propios límites a la cantidad de cadmio en la bisutería infantil. El 27 de septiembre de 2010, el gobernador de California, Arnold Schwarzenegger, firmó una ley que prohibía la fabricación, envío o venta de bisutería para niños menores de siete años si cualquiera de sus componentes contenía más de 0.03% de cadmio por kg de peso.⁴ También se han aprobado leyes que limitan el uso de cadmio en la bisutería en Connecticut, Illinois y Minnesota, y Canadá está solicitando la prohibición voluntaria del cadmio en la bisutería infantil. También la agencia china de seguridad para el consumidor ha informado que planea hacer más estrictas sus regulaciones sobre este metal.⁴ En México, existen escasas normas e información relacionadas con este tema, por lo que se cree pertinente informar y hacer notar los efectos provocados por el cadmio, que forma parte de una larga lista de contaminantes que afectan la salud. Es urgente, pues, notificar sobre la presencia de éstos a toda la comunidad, particularmente a los grupos en riesgo, como las comunidades indígenas, entre las que prevalece el hábito de fumar, la diabetes, el sobrepeso y la deficiencia de hierro.⁴ En la misma medida se debe continuar impulsando la educación para la salud con el fin de evitar la contaminación ambiental y, en consecuencia, la intoxicación por cadmio.

Referencias

1. Pérez A. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con in-

- icañores biológicos. *Ac de Medicina Nac Mayor de N Marcos* 2002;3:1-1.
2. Klaassen C. Metales pesados y sus antagonistas. En: Brunton L, Lazo J, Parker K, editores. Goodman & Gilman, *Las bases farmacológicas de la terapéutica*. 11^{ed}. Nueva York: McGraw Hill, 2008;1766-1768.
 3. Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos. *Perficios de Salud Pública. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. División de Toxicología y Medicina Ambiental. Resumen de salud pública cambio* 1:130-1-01-10.
 4. Mea M. Confusión por el cambio. *Los consumidores necesitan protección Noticias de salud ambiental. Salud Publica Me* 2011;3:17-1. [Publicación originalmente en *Environ Health Perspect* 2010;118:A528-A534.]
 5. Protocolo Cambio metálico puro, cambio puro en esferas o lápices [Internet]. Buenos Aires Argentina; 2009. [Modificado en enero de 2009; consultado en septiembre de 2011]. Disponible en: <http://www.cima-galvano.com.ar/Protocolos/272.ppt>
 6. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries [Internet]. Washington: United States Government Printing Office; 2008 [Modificado en enero de 2008; consultado en septiembre de 2011]. Disponible en: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2008/mcs2007.pdf>
 7. Manañan J. *Environmental chemistry*. 7^{ed}. Boca Raton: *Lorion Publishers*, 2000.
 8. Pasquali J. *Química ambiental*. Buenos Aires: *Ara*, 2003.
 9. Galvão J, Corey G. *Cambio*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud 1:13-1.
 10. Fauci A, Braunwald E, Kasper D y col. Harrison. *Principios de Medicina Interna. Algunas sustancias químicas tóxicas comunes que afectan al pulmón*. 17^{ed}. *McGraw-Hill Interamericana*, 2009;1617,8331.
 11. Hu H. Intoxicaciones, sobredosis medicamentosas y envenenamientos. Intoxicación por metales pesados. En: Kasper J, Braunwald E, Fauci A, editores. *Principios de Medicina Interna de Harrison*. 16^a edición online. México: McGraw-Hill Interamericana, 2005;1636,8291,9171,13276,13284.
 12. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Estudio sobre los posibles efectos en la salud humana y el medio ambiente en América Latina y el Caribe del comercio de productos que contienen cambio, plomo y mercurio*. *México-PNMA*, 2010:0-1.
 13. Department of Health and Senior Services (Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores). Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. *Recor a saber* 2007;030:2-1.
 14. *Los efectos de la exposición humana y efectos neurológicos del cadmio*. Primer taller nacional sobre la salud del niño y el ambiente. *Ciudad de México* 21 y 22 de junio del 2001.