

PRESENTACIÓN

PREFACIO A LA DISTRIBUCIÓN PARA AMÉRICA LATINA

EN LOS ESTADOS Unidos de América el Departamento de Salud y Servicios Sociales ha reconocido la intoxicación por plomo como el problema ambiental más importante, pues afecta de manera adversa a la niñez. Sin lugar a dudas, este reconocimiento del problema, así como la serie de medidas iniciadas para eliminarlo, son el resultado de muchos años de observación clínica y de investigaciones científicas sobre el tema.

Actualmente, en América Latina y el Caribe muchos países sufren una epidemia poco reconocida de intoxicación subclínica por plomo. Lamentablemente, los médicos, los gobiernos y la sociedad en general no siempre están conscientes del problema y de sus consecuencias. Los niveles de plomo en la sangre, superiores a 10 µg/100 ml, pueden deteriorar las funciones cognoscitivas y conducir a trastornos en la conducta de los niños. En diversos estudios se ha demostrado que éstos, cuando tienen en la sangre niveles medianamente elevados de plomo, presentan un desarrollo intelectual menor, comparado con los que presentan niveles bajos. Estos estudios indican que el plomo puede condicionar desempeños escolares inferiores, así como un desarrollo intelectual deficiente.

Para prevenir y eliminar los daños ocasionados por dicho metal es imprescindible la identificación y control de las fuentes de exposición, así como identificar y dar el tratamiento adecuado a los niños intoxicados con plomo. Por esta razón es importante que los médicos reciban la información necesaria para reconocer los signos y los síntomas de dicha intoxicación. Sin embargo, es esencial enfatizar la importancia de la prevención primaria como una herramienta para eliminar la intoxicación por plomo, ya que antes de iniciar cualquier tratamiento es indispensable identificar y eliminar las fuentes que ocasionaron la exposición.

En América Latina se han identificado varias fuentes de exposición al plomo, así como su importancia relativa, la cual varía en cada uno de los países de la región. Las fuentes más importantes incluyen: gasolina con plomo y el que se deposita en el ambiente durante la combustión de la misma, la cual queda como residuo en el suelo; el plomo que se acumula en éste, especialmente en las áreas cercanas a fundiciones, minas y otras industrias que lo usan, como en el reciclaje de baterías. También se han identificado algunos remedios étnicos, el tabaco y algunas actividades de recreación.¹⁻²

Identificar la parte relativa a las fuentes de exposición a que se encuentra sujeta la población general, permitirá disminuir el peligro que actualmente sufre la población infantil y contribuirá a un ambiente libre

de plomo. La contaminación por plomo en la niñez puede prevenirse y nuestros esfuerzos deben centrarse en el control y, en la medida de lo posible, en la eliminación de las fuentes de exposición al metal mencionado.

Afortunadamente está creciendo el interés en América por los problemas asociados con este fenómeno. Así, la intoxicación por plomo fue uno de dos problemas específicos ambientales de preocupación en la Cumbre de las Américas, en 1994, siendo una de sus metas concretas la reducción del uso de la gasolina con plomo. El documento adjunto de la Academia Norteamericana de Pediatría, publicado en su versión en español por la Revista *Salud Pública de México*, resume las recomendaciones de mayor relevancia para los pediatras y para los gobiernos en torno a la prevención, diagnóstico y manejo de tan importante problema de salud pública. La Organización Panamericana de la Salud, a través de su Centro de Ecología Humana y Salud (ECO), y el Instituto Nacional de Salud Pública de México, en una acción conjunta para contribuir al mejor conocimiento de los efectos adversos del plomo y de sus posibles estrategias de control, ponen este documento a disposición de la comunidad médica y de salud pública en los países de habla hispana.

Rob McConnell
Director, ECO/OPS
Meteppec, Edo. de Méx.

Isabelle Romieu
Epidemióloga, ECO/OPS
Meteppec, Edo. de Méx.

Mauricio Hernández Avila
Director, Centro de Investigaciones
en Salud Poblacional Cuernavaca, Mor.

REFERENCIAS

1. Romieu I, Palazuelos E, Hernández-Avila M, Ríos C, Muñoz I, Jiménez C, Cahero G Sources of lead exposure in Mexico City. *Environ Health Perspec* 1994;102:384-389
2. Romieu I, Lacasaña M. Lead in Latin american countries and the Caribbean. Pan American Center for Human Ecology and Health (ECO). Meteppec, Estado de México, México, 1995.

INDICADORES Y NOTICIAS DE SALUD

INTOXICACIÓN POR PLOMO: DE LA DETECCIÓN A LA PREVENCIÓN PRIMARIA*

Desde la última declaración de la Academia Norteamericana de Pediatría (ANP), en 1987, se ha avanzado considerablemente en el conocimiento sobre la magnitud y severidad de la intoxicación por plomo en la infancia.¹

Hoy en día ha quedado demostrado que los niveles de plomo en sangre que en algún tiempo se consideraron seguros, se asocian con déficits del coeficiente intelectual (CI), trastornos del comportamiento, retardo en el crecimiento y alteraciones de la audición.² De hecho, de acuerdo con el Departamento de Salud y Servicios Humanos (Department of Health and Human Services) "el problema de salud más importante en niños pequeños"³ es la intoxicación por plomo. La velocidad a la que se produce la información científica permite a los médicos conocer la importancia de los efectos de los niveles bajos de plomo, modificando la práctica médica.

En los últimos 30 años, los Centros para el Control de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos de América han modificado la cifra de los niveles de plomo en sangre en la cual ocurre la intoxicación por plomo, pasando de los 60 µg/dl en sangre completa en los años sesenta, a los 30 µg/dl en 1975, y a los 25 µg/dl en 1985.

El lema de los CDC en 1991 "Prevenir la intoxicación por plomo en niños" recomienda reducir el nivel de in-

tervención comunitaria a 10 µg/dl, y establecer varios niveles de acción (cuadro I).² En 1987, la ANP postuló que los niveles de plomo por arriba de los 25 µg/dl eran inaceptables para los niños. En la actualidad, la ANP ha establecido que el desajuste de la función cognitiva empieza en los niveles por arriba de los 10 µg/dl, aun cuando los síntomas clínicos no sean perceptibles.

Al final de los setentas el promedio de plomo en sangre en los niños norteamericanos era de 16 µg/dl.⁴ La media del nivel de plomo en sangre de los niños en los Estados Unidos de América ha disminuido a partir de 1976 gracias a la eliminación del plomo en la gasolina⁵ y a la reducción de los contenidos de este metal en los alimentos, de tal manera que ahora el nivel es de 4-6 µg/dl.⁶ No obstante, se siguen dando casos de intoxicación aguda por plomo y muchos niños se encuentran todavía en alto riesgo de exposición.

La intoxicación infantil por plomo se puede prevenir. En enero de 1991, el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (US Public Health Service) lanzó un plan estratégico para erradicar este problema, en el cual se incluyó un análisis de costo-beneficio.⁷ Esto constituye un cambio fundamental que implica pasar de la detección

Nota del editor: Por considerar de interés para nuestros lectores, reproducimos este trabajo elaborado por el Comité en Salud Ambiental de la Academia Norteamericana de Pediatría, publicado en *Pediatrics* 1993;92(1):176-183.

* Las recomendaciones contenidas en esta publicación no implican un tipo de tratamiento exclusivo y tampoco constituyen una medida única de atención médica. Las variantes pueden resultar adecuadas, tomando en cuenta las circunstancias de cada caso.

Esquema de seguimiento para intoxicación por plomo recomendado
por el Centro para el Control de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos

Clase	I	IA	II	III	IV † ‡	V † ‡
Plomo en sangre (µg/dl)	<10	10-14	15-19	20-44	45-69 † ‡	70 † ‡
Riesgo: bajo						
Edad 6-36 meses	Si se inicia detección a los 12 meses, se repite la prueba a los 24 meses, de ser posible	Repetir la prueba cada 3-4 meses hasta dos pruebas consecutivas <10 o tres < 15; repetirla en un año. Historia clínica, nivel educativo y prueba de deficiencia de hierro	Referir para manejo de caso	Referir para evaluación médica y seguimiento. Identificar y eliminar las fuentes de plomo	Referir para atención médica urgente y seguimiento ambiental (dentro de las siguientes 48 horas)	Admitir para terapia de quelación inmediata
Edad 37-72 meses	Ninguna	Ninguna	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba
Riesgo: alto						
Edad 6-36 meses	Repetir la prueba cada seis meses hasta dos pruebas consecutivas <10 o tres < 15; después tamizar anualmente de ser posible	Lo mismo que para el grupo de bajo riesgo de 6-36 meses	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba
Edad 37-72 meses	Tamizar anualmente de ser posible	Tamizar anualmente de ser posible	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba

* Adaptado del CDC²

† Basado en la confirmación de niveles de plomo en sangre venosa

‡ Los niños en este rango con síntomas de intoxicación por plomo pueden ser considerados para emergencia médica y admitidos inmediatamente para terapia de quelación

§ El CDC recomienda que estas intervenciones se inicien en los 15 µg/dl para los programas de prevención de intoxicación por plomo

y el tratamiento primarios de los niños expuestos, a darle mayor énfasis a la prevención de la exposición a plomo. Si bien la detección y el tratamiento de los niños intoxicados siguen siendo esenciales, la identificación de la fuente de exposición, así como la prevención de exposiciones posteriores de ese niño y de los demás, en el futuro, adquiere suma importancia.

En tanto los niños no se encuentren en un medio libre de plomo, la detección de plomo en sangre seguirá siendo básica para evitar padecimientos graves e invalidez en la población. Los pediatras seguirán teniendo un papel clave en la identificación, tratamiento y erradicación de la intoxicación por plomo.

ANTECEDENTES

La intoxicación por plomo se conoce desde la Antigüedad. En el siglo II a.C. Dioscórides, un médico griego, afirmó que "el plomo hace que se pierda la cabeza".⁸ En 1897,⁹ en Brisbane, Australia, se describió por primera vez la intoxicación por plomo en niños debida a pinturas a base de ese metal. La causa se asoció con los barandales pintados de los porches¹⁰ y en 1920 la ciudad de Brisbane emitió la primera acta orientada a prevenir la intoxicación por pintura a base de plomo. En los Estados Unidos el saturnismo ocasionado por ese tipo de pintura se describió en la primera década del siglo XX.¹¹ Al principio se pensaba que si un niño se recuperaba de la etapa aguda del padecimiento, no habría secuelas. En 1943 Byers y Lord¹² refutaron lo anterior en su informe acerca de 20 niños que habían superado la intoxicación aguda por plomo: 19 presentaban claras manifestaciones de trastornos de la conducta o de retraso mental. Al principio de los años setenta se llevaron a cabo diversos estudios para analizar esta cuestión a fondo y en algunos se pusieron de manifiesto problemas cognitivos relacionados con el plomo; sin embargo, estos estudios resultaron polémicos.¹³ Desde entonces se han llevado a cabo investigaciones más sofisticadas y con mejores diseños y existe consenso general en cuanto a la relación entre la intoxicación por plomo y las funciones cognitivas.¹³

EPIDEMIOLOGÍA

La intoxicación por plomo no es un padecimiento exclusivo de niños pertenecientes a minorías étnicas o de bajos recursos. En 1984, año para el cual se tienen disponibles las últimas estimaciones nacionales, el 17% de

los niños de los Estados Unidos tenía niveles de plomo en sangre por arriba de los 15 µg/dl.¹⁴ Doce millones de niños vivían en casas con pintura a base de plomo y seis millones más en viviendas construidas antes de 1940, en la época en que se utilizaba la pintura con mayores concentraciones de dicho metal. En el caso de los niños blancos, el 7% de los que habitaban las zonas residenciales de nivel económico más elevado y el 25% de los procedentes de comunidades más pobres tenían niveles de plomo sanguíneo por encima de los 15 µg/dl. La prevalencia de los niños negros de las comunidades pobres era del 55%. Actualmente se llevan a cabo investigaciones para conocer las estimaciones nacionales de los niveles de plomo en niños. Si bien indudablemente los niños que se encuentran en mayor riesgo merecen toda la atención, la exposición a la que se encuentran todos los estratos sociales representa un problema en la práctica pediátrica. No cabe duda que todo niño que habita una casa que tenga pintura a base de plomo, se encuentra en riesgo y este tipo de viviendas, así como otras fuentes de exposición se encuentran a todo lo largo del territorio norteamericano y no, como se pensaba, únicamente en las ciudades del Noreste. La antigüedad de la casa, y no la ubicación geográfica, constituye el mejor predictor de la presencia de pintura a base de plomo.¹⁵

TOXICIDAD

El plomo se absorbe por ingestión o por inhalación. La relación entre la exposición y los niveles de plomo sanguíneo constituye un proceso dinámico en el cual el plomo que se encuentra en la sangre representa el producto de exposiciones recientes, excreción y equilibrio con otros tejidos. Los niños que tienen deficiencias de hierro, proteínas, calcio y/o zinc, absorben con mayor facilidad el plomo,¹⁶ cuya mayoría se almacena en los huesos.

En niveles altos en sangre (más de 70 µg/dl), el plomo puede ocasionar encefalopatía y la muerte. Los sobrevivientes de encefalopatías pueden ser víctimas de secuelas incapacitantes durante el resto de su vida, como convulsiones y retraso mental.¹⁷ La intoxicación por plomo afecta prácticamente a todos los órganos pero, sobre todo, a los sistemas nervioso central y periférico, los riñones y la sangre.¹⁸ En la figura 1 se muestran los niveles en los cuales se ha notificado que ocurre la intoxicación por plomo. Este metal interfiere con las enzimas que catalizan la formación del grupo heme. Inhibe el

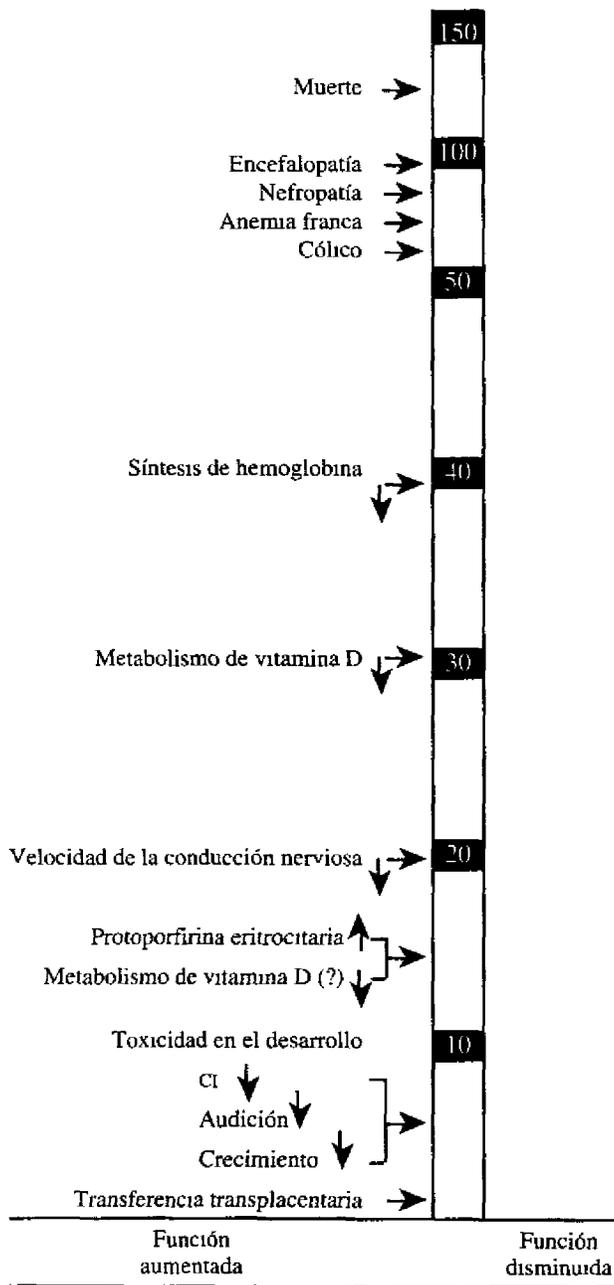


FIGURA 1. Niveles de efectos mínimos de plomo orgánico observados en niños *

*Nota: Los niveles de este diagrama no indican necesariamente los niveles más bajos en los cuales el plomo ejerce su efecto. Se trata de los niveles en los cuales los estudios han demostrado su efecto en forma adecuada.

Fuente: Agencia de Registro de Enfermedades y Sustancias Tóxicas (ATSDR), 1990

crecimiento pre y postnatal¹⁹⁻²³ y afecta la agudeza auditiva.^{24,25} El plomo ha resultado carcinogénico en animales de laboratorio y existe cierta evidencia de sus propiedades carcinogénicas en trabajadores expuestos a este metal, aunque no en niños.²⁶

A pesar de que se ha reportado daño en las funciones cognitivas en niveles superiores a los 10 µg/dl, no se ha identificado un umbral. Los niveles inferiores a dicha cifra pueden ocasionar un impacto no detectable en un niño en particular, pero sí puede ser significativo en toda una población infantil. En diversos estudios se ha encontrado una asociación entre los niveles de plomo y el desempeño intelectual de los niños.^{13,27-43} En una investigación dicha asociación resultó en un aumento del 4 al 16% de niños con deficiencias graves (CI inferior a 80). En esa muestra, se esperaba que el 5% de los niños tuviera un CI superior a 125; sin embargo, de aquellos que presentaron niveles de plomo elevados, ninguno rebasó un CI de 125.^{27,28} Este conjunto de estudios se examinó por medio de meta-análisis y se encontró que la relación entre los niveles de plomo y las deficiencias en el CI eran notablemente consistentes.²⁹⁻³¹ En algunos estudios se encontró que por cada incremento de 10 µg/dl de plomo en sangre, la media de CI en los niños disminuía de cuatro a siete puntos.^{32,36,39,43-45}

Los efectos del plomo en las funciones cognitivas se encuentran después de ajustar por factores tales como nivel de inteligencia de los padres, condición socio-económica, educación y deficiencia de hierro.^{13,46,47} Si bien en muchos de los estudios previos sobre exposición a plomo en dosis más bajas no se manejaron en forma adecuada esos factores, en las investigaciones que se han publicado a partir de 1979 sí se han tomado en cuenta. No obstante, en algunos se demostraron los efectos del plomo como en el estudio que realizaron Hansen y colaboradores con un grupo de niños daneses en los cuales había poca variabilidad entre ciertos factores como pertenencia étnica, nivel cultural y atención médica.^{37,39,41}

Por otra parte, también se han estudiado los efectos de la exposición a plomo en niños a partir del nacimiento; Bellinger y colaboradores hicieron un seguimiento de una cohorte de niños que nacieron en el Hospital para Mujeres de Boston (Boston Hospital for Women). La mayoría de los sujetos procedía de familias blancas de clase media. Los puntajes del cociente de la Escala de Desarrollo Infantil Bayley (Bayley infant development scale), ajustados por covarianza a la edad de tres años, fueron significativamente más bajos en aquellos niños que tuvieron niveles de plomo sanguíneo

en cordón umbilical superiores a los 10 µg/dl (media 14 µg/dl). Los niveles de plomo en sangre a los dos años de edad tuvieron un efecto perceptible cuando los niños llegaron a los 57 meses de edad. Un incremento del nivel de plomo sanguíneo de 10 µg/dl en el rango 0-25 µg/dl a los 24 meses de edad, se asoció con una disminución de 5.8 puntos en la Escala Revisada de Inteligencia Infantil de Weschler (Weschler Intelligence Scale for Children-Revised). A los 57 meses de edad, ya no era aparente, en el desarrollo, el efecto de la exposición prenatal a plomo.⁴⁶ Diversos estudios llevados a cabo en otras poblaciones han confirmado la asociación entre los niveles de plomo prenatales y el puntaje de la Escala de Desarrollo Infantil Bayley.⁴⁸⁻⁵⁰ En otros dos estudios se confirmó la posible importancia de los efectos de los niveles de plomo a los 24 meses de edad, sobre las funciones cognitivas en los escolares.^{51,52} Las exposiciones a plomo durante los dos primeros años de vida representan un riesgo de retrasos constantes en el desarrollo, así como de deficiencias en las funciones cognitivas.

Evidencias recientes sugieren que los efectos de exposiciones tempranas a plomo pueden persistir.⁵³ Se clasificó a un grupo de sujetos por los niveles de plomo en dientes en el primer y segundo años de primaria y se les hizo seguimiento hasta la edad adulta. En este estudio se encontró que aquellos con niveles altos de plomo en dientes durante su infancia, tuvieron siete veces más probabilidades de no llegar a graduarse en la secundaria y seis veces más de tener calificaciones en la lectura por lo menos dos grados inferiores a lo esperado, después de ajustar por factores que incluían *status* socioeconómico y CI de los padres.⁵³ Asimismo, los niños tuvieron un ausentismo más marcado durante el último año escolar, lugares más bajos, vocabulario más limitado y puntos más bajos en materia de razonamiento, además de reacciones más lentas y una mala coordinación visual-motora.

FUENTES

La pintura con plomo es la principal fuente de intoxicación infantil, ya que en la medida en que la pintura se deteriora o se cae, el piso y el polvo de las casas se contaminan, penetrando posteriormente al organismo de los niños cuando éstos se llevan las manos a la boca.⁵⁴

Los niños también llegan a ingerir pedazos de pintura. Antes de 1955 gran parte de la pintura blanca para casas tenía 50% de plomo y 50% de aceite de linaza. En 1955, los fabricantes adoptaron, voluntariamente, la norma del

1% de contenido de plomo en este tipo de pinturas, aunque se siguió fabricando aquella con altos contenidos de plomo.⁵⁵ Por ley la proporción de plomo permitida en la pintura se redujo, en dos etapas, a 1% en 1971 y, en 1977, a 0.06%. La pintura con plomo para fines no residenciales se utiliza ocasionalmente para pintar casas; se calcula que se han aplicado cinco millones de toneladas de plomo en las viviendas norteamericanas. Por otra parte, probablemente el 70% de las casas que se construyeron antes de 1960 tienen pintura a base de plomo. Pero resultan más peligrosas las 3 800 000 viviendas en las cuales se está deteriorando y desprendiendo la pintura a base de plomo, y que están habitadas por dos millones de niños de menos de seis años de edad.¹⁸

Los suelos no contaminados tienen concentraciones de plomo inferiores a 50 partes por millón (ppm); los que sí están contaminados en muchas áreas urbanas, exceden las 200 ppm. Las zonas próximas a las minas de plomo, a las industrias que emplean este metal y a las fundiciones, pueden tener niveles de contaminación del suelo superiores (hasta 60 000 ppm).⁵⁶ En los Estados Unidos, el empleo de gasolina con plomo ha lanzado unos 30 millones de toneladas de plomo al aire. El plomo en el polvo de las casas es una importante fuente de exposición y su origen se encuentra en la pintura, el suelo y otras fuentes.

El agua ácida de bajo contenido mineral puede lixiviar grandes cantidades de plomo de las tuberías y soldaduras.¹⁴ Esto es particularmente factible cuando el agua ha permanecido estancada en las tuberías por lapsos largos, en particular el agua caliente. Aproximadamente el 16% de las instalaciones hidráulicas domésticas tiene concentraciones de plomo que superan el estándar de los 20 µg/dl.⁵⁷ En los antiguos enfriadores de agua, así como en las cafeteras, todavía se pueden encontrar partes y soldaduras de plomo. Los accesorios de latón también pueden estar contaminados con plomo.¹⁸ Se ha asociado el agua contaminada con plomo con la intoxicación en niños alimentados con leche de fórmula.⁵⁸

El plomo también puede contaminar los alimentos; el metal que se encuentra en la tierra es absorbido a través de las raíces de los vegetales y el plomo que se encuentra en la atmósfera puede caer en las hojas de los mismos.¹⁸ El plomo puede contaminar los alimentos durante su procesamiento. Las latas con costuras soldadas pueden contaminar su contenido. En los Estados Unidos se han reemplazado, a gran escala, las latas soldadas con envases de aluminio sin costura; sin embargo, algunas

latas de gran capacidad de contenido, procedentes de otros países, todavía presentan costuras soldadas.¹⁸ Existen otras formas de contaminación como el empleo de la cerámica de barro vidriada (en especial la importada), ciertos suplementos de calcio "naturales" y la pintura rojo brillante y amarilla de las bolsas de pan.¹⁸

Otras fuentes de plomo las constituyen los remedios tradicionales de ciertas etnias (azarcón y greta que emplean los hispánicos y *pay-loo-ah* los del Sudeste Asiático),¹⁸ los cosméticos de ojos (el *khol* de los musulmanes y el *surma* de los hindúes), los pasatiempos (p.e., la fabricación de cerámica vidriada, la pintura artística, el tiro al blanco) y la ingestión accidental de pequeños objetos de plomo (p.e. plomadas para pesca y cortinas). Los sujetos que trabajan en la industria que emplea plomo pueden acarrear polvo de plomo en sus ropas o bien exponer a sus hijos al permitirles visitar su lugar de trabajo.¹⁸ La identificación de la fuente de exposición a plomo requiere de la realización de una historia clínica detallada y, generalmente, de una revisión de la vivienda.

PREVENCIÓN DE LA INTOXICACIÓN POR PLOMO EN NIÑOS

Existen dos formas básicas de evitar la intoxicación: la eliminación del plomo en el ambiente y su detección o tamizaje.

Eliminación del plomo en el ambiente infantil

Esta es la medida de prevención más eficaz. En los casos de contaminación previa, la reducción de la fuente de exposición implica la eliminación del plomo o bien la modificación del entorno para evitar que el niño entre en contacto con el metal. La detección de niños intoxicados resulta útil para identificar las áreas donde se hace más necesaria la limpieza ambiental y para prevenir otros casos de exposición.

Detección de plomo en niños

La intoxicación por plomo puede evitarse mediante la detección rutinaria, seguida de programas educativos y del manejo de casos. En 1988, la Agencia de Registro de Enfermedades y Sustancias Tóxicas (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) calculó que había 250 000 niños con niveles de plomo en sangre de 25 µg/dl o más, de los cuales sólo se pudieron identificar 12 000 gracias a los programas de detección.¹⁸ Las medidas que

se habían tomado anteriormente en este sentido resultaron inadecuadas. Por ejemplo, de 1987 a 1990 se detectaron anualmente, en California, menos de 100 niños que tenían niveles de plomo en sangre ≥ 25 µg/dl. Al final de 1991 se decidió la detección de plomo en niños de bajos recursos y en los primeros ocho meses de 1992 se identificaron 707 casos.⁵⁹ A pesar de que los niveles promedio han disminuido en todo el territorio norteamericano, siguen siendo comunes las exposiciones a plomo resultantes en preocupantes niveles en sangre, inclusive en niños de familias de clase media, que llegan a ser mucho más comunes que las tasas de fenilcetonuria, hipotiroidismo y galactosemia.

En general la intoxicación por plomo es clínicamente imperceptible; inclusive la historia clínica más cuidadosa puede pasar de largo ante muchas de las fuentes de exposición a plomo comúnmente conocidas. La historia clínica no puede ofrecer la exactitud de una prueba de sangre. En una investigación llevada a cabo recientemente en una zona suburbana que se pensaba no presentaría problemas de intoxicación, el 20% de los niños tuvo niveles de plomo en sangre de 10 µg/dl o más.⁶⁰

La toxicidad del plomo está en relación tanto de la dosis como del tiempo de exposición. El papel del pediatra es el de garantizar realmente que la detección temprana y el control de la fuente de exposición puedan minimizar las consecuencias sobre la capacidad intelectual y la conducta de cada niño. Los padres también pueden alarmarse si los pediatras no hacen caso de su preocupación. Es necesario establecer, a la mayor brevedad, medidas adecuadas para detectar y eliminar las fuentes de exposición, a fin de asegurar el bienestar emocional de las familias.

Desde los años setenta se ha recurrido a la medición de la protoporfirina eritrocitaria sanguínea (PE) para la detección de plomo. Debido a la baja sensibilidad en concentraciones menores de plomo en sangre los CDC recomendaron, en 1991, recurrir a las muestras de plomo en sangre venosa en lugar de la PE.²⁶¹ Se pueden hacer pruebas a partir de una muestra por punción en dedo, lo cual resulta más conveniente desde el punto de vista práctico. Sin embargo, este tipo de muestra se contamina fácilmente con el plomo ambiental, incrementando la tasa de falsos positivos, de tal manera que una muestra por punción que exceda los 15 µg/dl habrá de confirmarse mediante otra realizada en sangre venosa. La confiabilidad de la muestra por punción depende de la técnica empleada y los problemas serán obvios a partir de la tasa de

falsos positivos. En caso de disponer de muestras de plomo en sangre venosa, éstas se pueden emplear para la detección inicial. Las pruebas de laboratorio para determinar los niveles de plomo requieren de gran capacidad, misma que puede adquirirse participando en los programas que para tal fin ofrecen los CDC.

La urgencia y el alcance del seguimiento dependen de la clasificación del riesgo y de los niveles de plomo en sangre venosa confirmados. El primer paso consiste en realizar una prueba confirmatoria del nivel de plomo en sangre venosa, lo cual habrá de llevarse a cabo inmediatamente si los resultados de la detección superan los 70 µg/dl; o bien a las 48 horas, si los niveles se encuentran entre los 45 y los 69 µg/dl; a la semana si las cifras están entre 20 y 44 µg/dl; y en un mes si van de los 15 a los 19 µg/dl (cuadro II). El seguimiento individual de los niños se inicia con niveles de 15 µg/dl y la valoración médica a los 20 µg/dl.

MANEJO Y TRATAMIENTO DE LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE DE 10 µg/dl O MÁS

Principios generales

En el cuadro I se muestran el tratamiento y el seguimiento recomendados por los CDC.² El aspecto más importante del tratamiento es la eliminación de la fuente de exposición.

Educación del paciente

El brindar información a los padres acerca de las fuentes nutricionales de calcio, hierro, zinc y ascorbato es importante para todos los niños, pero en particular para aquellos que presentan niveles de plomo sanguíneo de 10 µg/dl o más. Es necesario dirigir la atención de los padres hacia las siguientes medidas, a fin de evitar que sus hijos se expongan al plomo: a) la eliminación de la pintura con plomo, así como la renovación y remodelación de la casa deberá llevarlas a cabo personal entrenado y con experiencia, sin que esté presente la familia y la vivienda deberá asearse en forma adecuada antes de volverla a habitar; b) controlar el polvo y las partículas de pintura; c) evitar que los niños ingieran polvo o sustancias extrañas; d) en caso de desempeñar algún trabajo en el que esté presente el plomo, cambiarse la ropa y lavarse antes de regresar a casa; e) evitar el empleo de plomo cerca de la casa por cualquier propósito o pasatiempo; f) lavar-

Cuadro II
Calculación sugerida para configurar los resultados de plomo en sangre capilar con las mediciones de plomo en sangre

Niveles de plomo en sangre (µg/dl)	Lapso en el que habrán de obtenerse los niveles de plomo
<10	No se realiza
10-14	No se realiza
15-19	En un mes
20-44	En una semana
45-69	En 48 horas
≥70	Inmediatamente

*Del CDC²

se las manos; y, g) beber el agua de la llave fría, empleando sobre todo esta agua en la preparación de la leche de fórmula. En los organismos de salud pública, así como en la declaración de los CDC "Prevenir la intoxicación por plomo en niños"² existe información disponible al respecto.

Tratamiento nutricional

Los niños con deficiencias de hierro, calcio, zinc y ascorbato tienen mayor disposición a absorber y/o retener el plomo que ingieren.⁶² La grasa de los alimentos puede favorecer la absorción de plomo.⁶³ Es importante el tratamiento de la deficiencia de hierro en todos los niños, pero en especial en aquellos que presentan niveles de plomo sanguíneo de 10 µg/dl o más.

Intervención ambiental

En el caso de niveles de plomo sanguíneo de 15 µg/dl o más, persistentes, o de 20 µg/dl confirmados en sangre venosa, el paciente habrá de ser referido con el fin de que se investiguen las condiciones ambientales en las que se encuentra el niño y se saneen. Es necesario informar al organismo de salud pública local y la atención deberá ser coordinada. Los organismos de salud pública mantendrán informado al pediatra acerca de los resultados de la investigación.

EVALUACIÓN MÉDICA Y MANEJO DE LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE CONFIRMADOS DE 20 µg/dl Y MÁS

Historia clínica

Los médicos deberán investigar acerca del tipo de vivienda, la condición de la pintura, el hábito de pica, el uso de remedios propios de otras etnias, el empleo de cerámica vidriada, los pasatiempos y la ocupación de los padres

Hierro

Es necesario evaluar las deficiencias de hierro de los niños con niveles elevados de plomo en sangre ya que pueden darse sin que exista anemia. Un nivel de ferritina en suero por debajo de los 12 µg/dl, o bien una proporción anormalmente baja de hierro sérico con respecto a la capacidad de enlace del hierro, constituye el indicador más específico de deficiencia férrica.⁶⁴

Otros procedimientos de diagnóstico

Existen muchas pruebas para detectar la intoxicación por plomo que son innecesarias. La radiografía abdominal es útil sólo en aquellos casos de ingestión elevada del metal o de inusual persistencia de valores elevados de plomo en sangre. Las líneas de plomo en las radiografías de hueso y el punteado basófilo de los eritrocitos pueden asociarse con exposición crónica a niveles elevados, pero también pueden resultar negativos aun en presencia de graves exposiciones a plomo. Dado que las pruebas de pelo y uñas están expuestas a la contaminación ambiental externa, resultan en una estimación poco confiable del contenido de metal en el cuerpo y no se recomiendan.

Pruebas de seguimiento

Las mediciones seriadas de los niveles de plomo son las que proporcionan la información más confiable de la exposición. Los lineamientos de los CDC (cuadro I) indican recomendaciones en cuanto a la periodicidad de las pruebas de seguimiento en los niños que tienen niveles elevados de plomo en sangre.

Determinaciones en otros niños

Es necesario realizar pruebas en los niños que habitan la misma vivienda que aquel que presenta niveles de plomo

sanguíneo más allá de los 20 µg/dl, cuando se piensa que la fuente de exposición se encuentra en la casa. En caso de detectar contaminación por plomo en otros sitios como las guarderías, escuelas, sitios de juego o las casas de las personas encargadas de cuidar a los niños, será necesario realizar pruebas en los niños que se encuentran en ese entorno.

Terapia por quelación

La quelación no es recomendable en los casos con niveles de plomo inferiores a los 25 µg/dl. Ha quedado demostrado que el nivel de plomo en sangre se reduce mediante la quelación, pero no se tienen datos con respecto a la prevención o el mejoramiento en los casos de retraso en las funciones cognitivas. No se trata de una medida de sustitución para proteger al niño de la fuente de exposición. Si el médico no tiene experiencia en el tratamiento de la intoxicación por plomo, es recomendable hacer otra consulta o referir al paciente cuando se considera conveniente la terapia quelante y en áreas en donde existen "programas contra el plomo".

Existen cuatro agentes quelantes: la sal sódica de etilen-diamino-tetracetato (CaNaEDTA), el BAL, la penicilamina-D y el succimer.⁶⁵ La quelación acelera la excreción urinaria del plomo.² La mayoría de los riesgos concomitantes de la quelación se asocian con la excreción, al mismo tiempo que el plomo, de metales básicos (en especial calcio, magnesio y zinc). La penicilamina-D ocasiona los mismos efectos secundarios que otras penicilinas. El BAL y el succimer son mercaptanos y el BAL y la CaNaEDTA son nefrotóxicos.

La práctica común ha sido la de someter a terapia quelante a los niños con niveles de plomo en sangre de 45 µg/dl o más y de vigilar y considerar la posibilidad de recurrir a esta terapia en los casos en que los niveles son de 25 µg/dl o más.⁶⁵ En niveles de plomo en sangre por debajo de los 70 µg/dl, cuando la terapia quelante se justifica, se emplean los siguientes productos en niños: CaNaEDTA, penicilamina-D y succimer. La penicilamina-D no está catalogada para usarse en la intoxicación por plomo y la descripción del succimer especifica su uso en aquellos casos donde los niveles superan los 45 µg/dl.² Cuando los niveles en sangre son de 70 µg/dl o más, generalmente se recomienda el tratamiento que combina CaNaEDTA y BAL.⁶⁵ Cuando el niño presenta signos de encefalopatía el tratamiento debe aplicarse en una unidad de terapia intensiva. Los agentes de quelación pueden

estimular considerablemente la absorción de plomo de tracto gastrointestinal.⁵¹ Estas terapias pueden resultar peligrosas si no se retira al niño de la fuente de exposición a plomo.² Es posible que se requiera hospitalizar al paciente en las etapas iniciales del tratamiento, cuando no se han establecido las medidas tanto para evitar la exposición al metal, como para garantizar la observancia absoluta del tratamiento y el seguimiento. Por esta razón resulta más adecuado administrar por vía oral los agentes succimer y penicilamina-D en pacientes ambulatorios mientras no se tomen medidas para reducir la exposición al plomo en que se encuentra el niño.

CONCLUSIONES

La exposición infantil al plomo sigue siendo un problema de salud pública; no se trata de una enfermedad propia de la pobreza o de las minorías étnicas, ni es el resultado de prácticas de crianza erróneas. El "problema del plomo" se ha reducido, pero no ha quedado resuelto, y a pesar de las leyes que prohíben el plomo en la gasolina y en la pintura, los riesgos de exposición persisten. El problema no ha sido entendido en su totalidad, de tal manera que una solución fácil es imposible. Resultará caro el esfuerzo conjunto de las instituciones de salud pública, protección ambiental, vivienda y de los pediatras, pero es la única manera de erradicar esta enfermedad prevenible. Hasta que no se elimine la intoxicación por plomo, los programas de detección seguirán siendo necesarios. Las recomendaciones mencionadas anteriormente se orientan a la necesidad de métodos de detección más aceptables, así como de programas de seguimiento y de saneamiento más radicales.

RECOMENDACIONES DE LA ANP PARA LOS PEDIATRAS

1. Orientación previa: los pediatras deben orientar y educar en forma preventiva a los padres, proporcionando información acerca de:

- Fomentar un ambiente y prácticas ocupacionales seguros de tal forma que los padres puedan prevenir la exposición al plomo en sus hijos. Lo anterior incluiría contacto con el metal durante el desempeño de algún pasatiempo o mediante la ropa de trabajo contaminada

- El riesgo que implica la costumbre de los niños de llevarse las manos a la boca y otras fuentes similares de exposición a plomo (pintura, polvo en la casa, el piso, el agua potable, etc.)
- Orientación acerca de las medidas generales de prevención (higiene, nutrición).
- El alto riesgo que corren los niños con problemas de desarrollo que a menudo tienen el hábito de la pica y que, dadas sus condiciones, son los menos indicados para exponerse a perder cualquier habilidad cognitiva o de conducta que posean.

2. Detección de plomo en sangre: el personal de los servicios pediátricos debe orientar aún más sus actividades hacia la detección de niños expuestos al plomo. La detección de plomo en sangre deberá formar parte de la vigilancia de salud rutinaria en los niños, lo cual puede lograrse facilitando el acceso de los niños a los servicios de salud. Dado que el plomo es ubicuo en el ambiente en los Estados Unidos, este tamizaje deberá iniciarse a la edad de 9 a 12 meses y, de ser posible, repetirse a los 24 meses de edad. Los CDC han establecido la posibilidad de que existan comunidades de bajo riesgo que no requieran tamizaje; sin embargo no se han desarrollado lineamientos para poder determinar el riesgo de una comunidad. En la medida en que se obtengan más datos, podrá evidenciarse que existen sitios donde resulte más adecuada la detección selectiva de niños que la de rutina. En general no existen, a nivel nacional, laboratorios adecuadamente capacitados para detectar a cada niño; empero, la necesidad de fomentar la detección deberá generar esos recursos.

3 Indicaciones de orden clínico para las pruebas de plomo: es necesario realizar un recuento de posibles exposiciones a plomo en las visitas de supervisión médica en las edades de seis meses a seis años, mediante preguntas específicas (cuadro III). Las relativas a los riesgos identifican a los niños que se encuentran en alto riesgo y cuyos niveles de plomo en sangre deberán verificarse con mayor frecuencia (cuadro I). Es necesario tomar en cuenta la intoxicación por plomo al evaluar las siguientes manifestaciones, ya sea porque el plomo puede ocasionarlas o porque las condiciones pueden asociarse con ingestión aumentada de plomo: retraso en el desarrollo; problemas de aprendizaje; trastornos de la

Cuadro III
Estimación del riesgo de exposición al plomo en altas dosis: Cuestionario muestra*

Su niño, ...

1. ¿Vive o visita regularmente casas en las que la pintura esté descascarándose y que se construyeron antes de 1960? Esto puede incluir guarderías, escuelas, la casa de la persona que lo cuida o de parientes, etcétera.
2. ¿Vive o regularmente visita una casa construida antes de 1960, remodelada recientemente, o con remodelación en proceso o en planes de renovación?
3. ¿Tiene algún hermano(a), compañero de juego o de vivienda que está siendo seguido o tratado por intoxicación con plomo (esto es, plomo en sangre $\geq 15 \mu\text{g/dl}$)?
4. ¿Vive con un adulto cuyo trabajo o pasatiempo involucre exposición a plomo?
5. ¿Vive cerca de una fundidora, planta de reciclaje de baterías o alguna otra industria que libere plomo?

*Del CDC²

conducta, autismo; convulsiones; anemia debida a deficiencia de hierro; infecciones debidas a parasitosis intestinal; problemas del lenguaje y de la capacidad auditiva; encefalopatía; vómito recurrente, y, dolor abdominal recurrente.

RECOMENDACIONES AL GOBIERNO

1. Seguimiento a través de organismos de salud pública y de vivienda. Las pruebas de plomo que se llevan a cabo en niños resultan vanas cuando no existen programas de salud pública que garanticen una investigación de las condiciones del ambiente, así como el seguimiento de cada caso. El gobierno deberá establecer y financiar este tipo de programas.

Los programas de detección de plomo en las zonas de alto riesgo deberán integrarse con otras actividades de salud pública.

2. Saneamiento ambiental. La ANP está a favor de las medidas y acciones que los organismos de protección ambiental y de vivienda lleven a cabo para eliminar el

plomo tanto de las zonas residenciales como de otras áreas donde los niños se encuentren en riesgo de exposición. Es necesario contar con inspectores y trabajadores con el adiestramiento y la certificación necesarios, así como con los programas de entrenamiento aprobados, a fin de no crear más riesgos relacionados con el plomo. Los departamentos de salud de algunos estados cuentan con listas de expertos y contrautas certificados. Por otra parte, es necesario desarrollar tecnologías económicas y seguras para eliminar el plomo, de tal manera que las acciones de prevención básica sean convenientes desde el punto de vista costo-efectividad.

3. Reducción de nuevas fuentes de contaminación por plomo en el entorno. La ANP está a favor de toda legislación mediante la cual se busque reducir el ingreso de plomo en el ambiente en general.

4. Identificación de áreas con riesgos de contaminación por plomo. Se requiere de más información acerca de los porcentajes de niveles elevados de plomo en sangre en comunidades específicas. La ANP fomenta que el gobierno lleve a cabo investigaciones orientadas en áreas pequeñas a fin de determinar si es necesario el tamizaje de plomo, así como para saber si las acciones para erradicar el plomo han resultado positivas. Un mejor conocimiento de la distribución de la intoxicación por plomo permitiría llevar a cabo acciones de tamizaje exitosas.

5. Investigación para desarrollar pruebas de plomo más eficaces. Existe una urgente necesidad de contar con pruebas de niveles de plomo y de intoxicación más eficaces y menos invasivas. La prueba ideal podría aplicarse en forma rutinaria en pacientes ambulatorios, ser económica, rápida, sensible, resistente a la contaminación y confiable.

6. La intoxicación por plomo debe formar parte de los padecimientos que se notifican a los CDC. La ANP está a favor de que los laboratorios, a nivel nacional, notifiquen la intoxicación por plomo.

7. Fomento de los estudios clínicos. La ANP recomienda que se lleven a cabo más investigaciones para conocer el grado de efectividad de diversas estrategias para prevenir y tratar la intoxicación por plomo, así como la comparación de métodos para eliminar este metal de las

viviendas y llevar a cabo pruebas clínicas controladas con agentes quelantes, con seguimiento de largo plazo.

8. *Actualización periódica de las recomendaciones relativas al tamizaje.* Es necesario que los CDC lleven a cabo investigaciones acerca de la eficacia de la detección del plomo y que estén al tanto de la producción bibliográfica al respecto, con el objeto de asegurar que el tamizaje se efectúe en la forma que garantice mayor protección desde el punto de vista de la salud pública y que, además, sea la menos invasiva y la mejor desde el punto de vista costo-efectividad. En particular, es necesario estudiar y evaluar las cuestiones relativas al riesgo, así como, las recomendaciones sobre la frecuencia del seguimiento

Las recomendaciones relativas a la detección deben reevaluarse sobre todo a la luz de las investigaciones que se han publicado desde los lineamientos de 1991.

9. *Financiamiento adecuado de las pruebas de tamizaje.* El Departamento de Salud y Servicios Humanos debe reconsiderar su decisión de seguir empleando la obsoleta prueba de la protoporfirina eritrocitaria en los niños que cuentan con el seguro *Medicaid* y, en su lugar, cubrir los gastos de las pruebas de plomo en sangre. El Programa de Detección, Diagnóstico y Tratamiento Temprano y Periódico (Early Periodic Screening, Diagnosis and Treatment Program) debe incluir la prueba de plomo en sangre como un elemento que se facture por separado, a nivel nacional.

REFERENCIAS

1. American Academy of Pediatrics, Committees on Environmental Hazards and Accidental and Poison Prevention. Statement on childhood lead poisoning. *Pediatrics* 1987;79:457-464.
2. Centers for Disease Control. Preventing Lead Poisoning in Young Children. US Dept of Health and Human Services. Atlanta, GA, 1991.
3. Sullivan L. Speech by Secretary of US Dept of Health and Human Services on lead poisoning. Presented at 1st Annual Conference on Childhood Lead Poisoning, October 7, 1991; Washington, D C.
4. Mahaffey KR, Annett JL, Roberts J, Murphy RS. National estimates of blood lead levels United States, 1976-1980. association with selected demographic and socio-economic factors *N Engl J Med* 1982;307:573-579
5. Annett JL, Pirkle JL, Makuc D, *et al.* Chronological trend in blood lead levels between 1976 and 1980. *N Engl J Med* 1983;308:1373-1377.
6. US Department of Health and Human Services. Public Health Service. A Public Health Service Progress Report on Healthy People 2000: Environmental Health. Washington, D.C., 1992
7. US Department of Health and Human Services. Strategic Plan to Eliminate Childhood Lead Poisoning, 1992
8. Major RH. A History of Medicine. Springfield, IL: Charles C. Thomas, Publisher, 1954.
9. Turner AJ. Lead poisoning among Queensland children. *Aust Med Gazette* 1897;16:475-479.
10. Gibson JL. A plea for painted railings and painted walls of rooms as the source of lead poisoning among Queensland children. *Aust Med Gazette* 1904;23:149-153.
11. McKhann CF. Lead poisoning in children: With notes on therapy. *Am J Dis Child* 1926;32:386-392.
12. Byers RK, Lord EE. Late effects of lead poisoning on mental development. *Am J Dis Child* 1943;66:471-494.
13. Needleman HL, Bellinger D. The health effects of low level exposure to lead. *Annu Rev Public Health* 1991; 12:111-140
14. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. The Nature and Extent of Lead Poisoning in Children in the United States. A Report to Congress. Atlanta, GA: Department of Health and Human Services, 1988.
15. American Housing Survey for the United States, 1989. Washington, D.C.: US Department of Commerce, Bureau

- of the Census; US Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research, 1991.
16. Mahaffey KR, Rosen JF, Chesney RW, Peeler JT, Smith CM, DeLuca HF. Association between age, blood lead concentration, and serum 1, 25 dihydroxycholecalciferol levels in children. *Am J Clin Nutr* 1982;35:1327-1331.
 17. Perstein MA, Attala R. Neurologic sequelae of plumbism in children. *Clin Pediatr* 1966;5:292-298.
 18. Mushak P, Davis JM, Crocetti AF, Grant LD. Prenatal and postnatal effects of low-level lead exposure: Integrated summary of a report to the US Congress on childhood lead poisoning. *Environ Res* 1989;50:11-36.
 19. Dietrich KN, Krafft KM, Bornschein RL, *et al.* Low-level fetal lead exposure effect on neurobehavioral development in early infancy. *Pediatrics* 1987;80:721-730.
 20. Ward NJ, Watson R, Bryce-Smith D. Placental element levels in relation to fetal development for obstetrically "normal" births: Study of 37 elements. Evidence for effects of cadmium, lead and zinc on fetal growth, and for smoking as a source of cadmium. *Int J Biosocial* 1987;9:63-81.
 21. McMichael AJ, Baghurst PA, Wigg NR, Vimpani GV, Robertson EF, Roberts RJ. Port Pirie Cohort Study: Environmental exposure to lead and children's abilities at the age of four years. *N Engl J Med* 1988;319:468-475.
 22. Schwartz J, Angle C, Pitcher H. Relationship between childhood blood lead levels and stature. *Pediatrics* 1986;77:281-288.
 23. Shukla R, Dietrich KN, Bornschein RL, Berger O, Hammond PB. Lead exposure and growth in the early preschool child: A follow-up report from the Cincinnati Lead Study. *Pediatrics* 1991;88:886-892.
 24. Robinson GS, Keith RW, Bornschein RL, Otto DA. Effects of environmental lead exposure on the developing auditory system as indexed by the brainstem auditory evoked potential and pure tone hearing evaluations in young children. En: Lindberg SE, Hutchinson TC, eds. *Heavy Metals in the Environment*. New Orleans, LA: CEP Consultants Ltd, 1987:223-225.
 25. Schwartz J, Otto D. Blood lead, hearing thresholds, and neurobehavioral development in children and youth. *Arch Environ Health* 1987;42:153-164.
 26. US Environmental Protection Agency. Evaluation of the Potential Carcinogenicity of Lead and Lead Compounds: In Support of Reportable Quality Adjustments Pursuant to CERCLA Section 102, Washington, D.C.: Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, 1989.
 27. Needleman HL, Gunnoe C, Leviton A, *et al.* Deficits in psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. *N Engl J Med* 1979;300:689-695.
 28. Needleman HL, Leviton A, Bellinger D. Lead-associated intellectual deficit (letter). *N Engl J Med* 1982;306:367.
 29. Schwartz J, Pitcher H, Levin R, Ostro B, Nichols AL. Costs and Benefits of Reducing Lead in Gasoline: Final Regulatory Impact Analysis. Washington, D.C.: US Environmental Protection Agency, 1985;EPA report no. 230-0585-006.
 30. Needleman HD, Bellinger DC. Type II fallacies in the study of childhood exposure to lead at low dose: A critical and quantitative review. En: Smith MA, Grant LD, Sors AI, eds. *Lead Exposure and Child Development: An International Assessment*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 1989:293-304.
 31. Needleman HL, Gatsonis GA. Low-level lead exposure and the IQ of children: A meta-analysis of modern studies. *JAMA* 1990;263:673-678.
 32. Yule W, Lansdown R, Millar IB, Urbanowicz MA. The relationship between blood lead concentrations, intelligence and attainment in a school population: A pilot study. *Develop Med Child Neurol* 1981;23:567-576.
 33. Smith M, Delves T, Lansdown R, Clayton B, Graham P. The effects of lead exposure on urban children: The Institute of Child Health, Southampton Study. *Dev Med Child Neurol* 1983;47:1-54.
 34. Winneke G, Hrdina KG, Bockhaus A. Neuropsychological studies in children with elevated tooth-lead concentrations: I. Pilot study. *Int Arch Occup Environ Health* 1982;51:169-183.
 35. Winneke G, Kramer U, Brockhaus A, *et al.* Neuropsychological studies in children with elevated tooth-lead concentrations: II. Extended study. *Int Arch Occup Environ Health* 1983;51:231-252.
 36. Schroeder SR, Hawk B, Otto DA, Mushak P, Hicks RE. Separating the effects of lead and social factors on IQ. *Environ Res* 1985;38:144-154.
 37. Silva PA, Hughes P, Williams S, Faed J. Blood lead, intelligence, reading attainment, and behavior in eleven year old children in Dunedin, New Zealand. *J Child Psychol Psychiatry* 1988;29:43-52.
 38. Fergusson DM, Fergusson JE, Horwood LJ, Kinzett NG. A longitudinal study of dentine lead levels, intelligence, school performance and behavior: II. Dentine lead and cognitive ability. *J Child Psychol Psychiat* 1988;29:793-809.
 39. Fulton M, Raab G, Thompson G, Laxen D, Hunter R, Hepburn W. Influence of blood lead on the ability and attainment of children in Edinburgh. *Lancet* 1987;1:1221-1226.

40. Hatzakis A, Kokkevi A, Katsouyanni K, *et al* Psychometric intelligence and attentional performance deficits in lead-exposed children. En: Lindberg SE, Hutchinson TC, eds. *Heavy Metals in the Environment: International Conference*. New Orleans, LA: CEP Consultants, 1987:204-209.
41. Hansen ON, Trillingsgaard A, Beese I, Lyngye T, Grandjean P. A neuropsychological study of children with elevated dentine lead level: Assessment of the effect of lead in different socio-economic groups. *Neurotoxicol Teratol* 1989;11:205-213.
42. Bergomi M, Borella P, Fantuzzi G, *et al* Relationship between lead exposure indicators and neuropsychological performance in children. *Dev Med Child Neurol* 1989;31:181-190.
43. Lansdown R, Yule W, Urbanowicz MA, Hunter J. The relationship between blood-lead concentrations, intelligence, attainment and behavior in a school population: The second London study. *Int Arch Occup Environ Health* 1986;57:225-235.
44. Hawk BA, Schroeder SR, Robinson G, *et al*. Relation of lead and social factors to IQ of low SES children: A partial replication. *Am J Ment Def* 1986;91:178-183.
45. Winneke G, Brockhaus A, Ewers U, Kramer U, Neuf M. Results from the European multicenter study on lead neurotoxicity in children: Implications for risk assessment. *Neurotoxicity Teratol* 1990;12:553-559.
46. Bellinger D, Leviton A, Waternaux C, Needleman HL, Rabinowitz M. Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development. *N Engl J Med* 1987;316:1037-1043.
47. Bellinger DC, Stiles KM, Needleman HL. Low-level lead exposure, intelligence and academic achievement: A longterm follow-up study. *Pediatrics* 1992;90:855-861.
48. Dietrich KN. Human fetal lead exposure: Intrauterine growth, maturation and postnatal neurobehavioral development. *Fundam Appl Toxicol* 1991;16:17-19.
49. Ernhart CB, Morrow-Tlucak M, Wolf AW, Super D, Drotar D. Low lead exposure in the prenatal and early preschool periods: Intelligence prior to school entry. *Neurotoxicol Teratol* 1989;11:161-170.
50. Vimpani GV, Baghurst PA, Wigg NR, Robertson EF, McMichael AJ, Roberts RR. The Port Pirie Cohort study: Cumulative lead exposure and neurodevelopmental status at age two years: Do HOME scores and maternal IQ reduce apparent effects of lead on Bayley mental scores? En: Smith MA, Grant LD, Sors AI, eds. *Lead Exposure and Child Development*. An International Assessment. Boston, MA: Kluwer Academic Publisher 1989:332-344.
51. Baghurst PA, McMichael AJ, Wigg MR, *et al* Environmental exposures to lead and children's intelligence at the age of seven years. *New Engl J Med* 1992;327:1279-1284.
52. Dietrich KN, Berger OG, Succop PA. Lead exposure and the motor developmental status of urban 6-years-old children in the Cincinnati prospective study. *Pediatrics* 1993;91(2):504-505.
53. Needleman HL, Schell A, Bellinger D, Leviton A, Allred EN. The long-term effects of exposure to low doses of lead in childhood: An 11-year follow-up report. *N Engl J Med* 1990;322:83-88.
54. Sayre JW, Charney E, Vostal J, Pless BI. House and hand dust as a potential source of childhood lead exposure. *Am J Dis Child* 1974;127:167-170.
55. Rabin R. Warnings unheeded: A history of child lead poisoning. *Am J Publ Health* 1989;79:1668-1674.
56. Nriagu JO. Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere. *Nature* 1979;279:409-411.
57. EPA establishes maximum containment level goals and national primary drinking water regulations for levels of lead and copper in drinking water. *Federal Register*. June 7, 1991;56:26460-26564.
58. Shannon MW, Graef JW. Lead intoxication in infancy. *Pediatrics* 1992;89:87-90.
59. California Department of Health Services Childhood Lead Poisoning Prevention Program. RASSCLE August Monthly Report. Emeryville, CA, 1992.
60. Kirchner JT, Kelley BA. Pediatric lead screening in a suburban family practice setting. *J Fam Pract* 1991;32:397-400.
61. Mahaffey KR, Annett JL. Association of erythrocyte protoporphyrin with blood lead level and iron status in the Second National Health and Nutrition Examination Survey, 1976-1980. *Environ Res* 1986;41:327-338.
62. Mahaffey KR. Environmental lead toxicity: Nutrients as a component of intervention. *Environ Health Perspect* 1990;89:75-78.
63. Baritrop D, Khoo HE. The influence of nutritional factors on lead absorption. *Postgrad Med J* 1975;51:795-800.
64. Yip R, Johnson C, Dallman R. Age-related changes in laboratory values used in the diagnosis of anemia and iron deficiency. *Am J Clin Nutr* 1984;39:427-436.
65. Piomelli S, Rosen JF, Chisolm JJ Jr, Graef JW. Management of childhood lead poisoning. *J Pediatr* 1984;105:523-532.