

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

Curso: **WB 1105**

Fecha original: **20 de agosto de 2007**

Fecha de expiración: **20 de agosto de 2010**

Índice de materias

Cómo hacer uso de este curso	4
Prueba inicial.....	7
¿Qué es el plomo?.....	12
¿Dónde se encuentra el plomo?.....	14
¿Cómo se exponen las personas al plomo?	21
¿Quién está en riesgo de sufrir exposición al plomo?	24
¿Cuáles son las normas de niveles de plomo en Estados Unidos?	29
¿Cuál es el destino biológico del plomo?	35
¿Cuáles son los efectos fisiológicos de la exposición al plomo?.....	39
¿Cómo deben evaluarse los pacientes expuestos al plomo?	51
¿Qué exámenes pueden ayudar a diagnosticar la toxicidad del plomo?.....	58
¿Cómo deben ser tratados y controlados los pacientes expuestos a plomo?	64
¿Qué instrucciones se les deben dar a los pacientes?.....	70
¿Dónde puedo encontrar más información?.....	73
Instrucciones de la posprueba.....	75
Literatura citada	81
Apéndice 1: Clave de siglas y abreviaturas	86
Apéndice 2: Hoja de información para pacientes.....	87

Conceptos clave

- En todo Estados Unidos, niños de todas las razas y orígenes étnicos están en riesgo de sufrir los efectos tóxicos del plomo.
 - El plomo puede causar daños neurológicos irreversibles, enfermedades renales, efectos cardiovasculares y daños en el aparato reproductor.
 - Los niveles de plomo en la sangre que en el pasado eran considerados seguros ahora se consideran peligrosos. No hay un umbral de seguridad.
 - El envenenamiento por plomo es una enfermedad totalmente prevenible.
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Acerca de éste y otros Estudios de Caso en Medicina Ambiental	Este estudio de caso forma parte de una serie de publicaciones diseñadas para incrementar el conocimiento por parte del proveedor primario de salud de las sustancias peligrosas en el ambiente y también para ayudar en la evaluación de pacientes potencialmente expuestos. La serie completa de Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM, por sus siglas en inglés) se encuentra disponible en el Espacio en la Red de la ATSDR http://www.atsdr.cdc.gov/csem/ . Además, la versión de esta serie educativa en formato PDF, y otros materiales de medicina ambiental pueden obtenerse en un formato de impresión, pensando en los usuarios que no posean un servicio de Internet adecuado.
Cómo solicitar y recibir créditos de educación continua	Favor de consultar la dirección www2.cdc.gov/atsdrce/ para obtener información sobre créditos de educación médica continua, créditos de educación continua para enfermería, y otras unidades de educación continua.
Agradecimientos	Queremos agradecer sinceramente a los escritores médicos, editores y revisores que han hecho posible la producción de este recurso educativo. A continuación se enlistan las personas que han contribuido al desarrollo de esta versión del Estudio de Caso en Medicina Ambiental.

Nota

Los expertos en contenido del presente estudio de caso han declarado que no existe ningún conflicto de interés que pudiera sesgar el contenido del estudio de caso.

Autores de la ATSDR: Oscar Tarragó, MD, MPH, CHES

Planificadores de la ATSDR: Oscar Tarragó, MD, MPH, CHES

Contribuyentes: Raymond Demers, MD, MPH

Pares críticos: Charles Becker, MD; Jonathan Borak, MD; Joseph Cannella, MD; Bernard Goldstein, MD; Alan Hall, MD; Richard J. Jackson, MD, MPH; Jonathan Rodnick, MD; Robert Wheeler, MS; Brian Wummer, MD

Colaboradores en la traducción: Celsa López-Campos, MD, Ph.D. Instituto Mexicano del Seguro Social, Torreón, Coahuila, México; Uriel Valdés-Perezgasga Ph.D, M.Ed. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Laguna, Torreón, Coahuila, México.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

**Exención de
responsabilidad**

El estado del conocimiento relativo al tratamiento de pacientes potencialmente expuestos a sustancias peligrosas en el ambiente cambia constantemente y en ocasiones se vuelve incierto. En esta monografía, la ATSDR ha hecho un esfuerzo diligente para asegurar la exactitud y actualización de la información que se presenta, pero no puede afirmar que este documento aborde de manera comprehensiva todas las situaciones posibles relacionadas con esta sustancia. Esta monografía debe verse como un recurso adicional que pueden utilizar los médicos y otros profesionales de la salud para evaluar la enfermedad y administrar el tratamiento de los pacientes que se encuentren expuestos potencialmente a sustancias peligrosas. Sin embargo, ésta monografía no es un sustituto del juicio profesional de un proveedor de salud. El documento debe interpretarse bajo la luz de información específica relacionada con el paciente y en conjunción con otras fuentes autorizadas.

El uso de nombres, marcas y fuentes comerciales se utiliza solamente para efectos de identificación y no constituye aval alguno por parte de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades o del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos.



**Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU.
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de
Enfermedades (ATSDR)
División de Toxicología y Medicina Ambiental
Rama de Medicina Ambiental y Servicios Educativos**

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Cómo hacer uso de este curso

Introducción	<p>Las metas de los <i>Estudios de Caso en Medicina Ambiental</i> (CSEM) son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aumentar el conocimiento del proveedor de atención médica primaria acerca de las sustancias peligrosas en el medio ambiente.• Ayudar en la evaluación de pacientes potencialmente expuestos a estas sustancias. <p>Este CSEM está enfocado a la toxicidad del plomo.</p>
Versiones disponibles	<p>Dos versiones del CSEM sobre la toxicidad de plomo están disponibles:</p> <ul style="list-style-type: none">• La versión en formato HTML www.atsdr.cdc.gov/es/csem/plomo/ ofrece el contenido por Internet.• La versión en PDF ofrece el contenido en forma electrónica, para imprimirse, y puede ser usada por aquellos que no cuenten con un servicio de Internet adecuado. <p>La versión en formato HTML le ofrece al usuario ejercicios interactivos y comentarios prescriptivos.</p>
Instrucciones	<p>Para hacer más eficiente el uso de este curso, le recomendamos que:</p> <ul style="list-style-type: none">• Tome el examen inicial para medir su conocimiento actual de la toxicidad del plomo.• Lea el título, los objetivos de aprendizaje, el texto, y los puntos clave de cada sección.• Complete los ejercicios de autoevaluación que aparecen al final de cada sección y corrija sus respuestas.• Complete en línea el cuestionario de evaluación y la posprueba que aparecen al final, y someta sus respuestas si usted desea obtener créditos de educación continua. Usted podrá imprimir su certificado inmediatamente después de haber mandado sus respuestas.
Formato de instrucción	<p>Este curso está diseñado para ayudarle a aprender eficazmente. Los temas están titulados de manera que usted pueda saltar o revisar rápidamente aquellas secciones que le sean familiares. Con el fin de que usted pueda identificar y absorber el contenido importante de manera rápida, cada sección se ha estructurado de la siguiente forma:</p>
Elemento	Propósito
Título	Cumple la función de una "pregunta de enfoque" que usted debe ser capaz de contestar una vez que haya finalizado la sección correspondiente.
Objetivos de aprendizaje	Explican las metas específicas de la sección y le ayudan a que enfoque su atención en mensajes importantes.
Texto	Le provee de información necesaria para que usted conteste la pregunta de enfoque y para que pueda cumplir los objetivos de aprendizaje

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Puntos clave	Enfatizan cuestiones importantes y le ayudan a hacer una revisión del material.
Verificación de progreso	Le permiten examinarse para ver si ya ha alcanzado los objetivos de aprendizaje
Respuestas de evaluación de avance	Le dan retroalimentación para que usted se asegure que entiende las respuestas y que puede localizar cierta información en el texto.

Objetivos de aprendizaje	Al completar el CSEM de la toxicidad del plomo, usted será capaz de:
---------------------------------	--

Contenido	Objetivos
¿Qué es el plomo?	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar qué es el plomo
¿Dónde se encuentra el plomo?	<ul style="list-style-type: none"> • Describir cuáles son las fuentes potenciales de exposición al plomo en Estados Unidos hoy en día.
¿Cómo se exponen las personas al plomo?	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las principales vías de exposición al plomo
¿Quién está en riesgo de sufrir exposición al plomo?	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar cuáles son las poblaciones que están más expuestas al plomo.
¿Cuáles son las normas de niveles de plomo en Estados Unidos?	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar cuál es el nivel de preocupación de los CDC con respecto al plomo en la sangre de los niños • Identificar el nivel de plomo en sangre para la primera intervención (definido por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional) • Describir los tipos de normas ambientales en Estados Unidos.
¿Cuál es el destino biológico del plomo?	<ul style="list-style-type: none"> • Describir la manera cómo se absorbe el plomo, cómo se distribuye, y cómo se almacena en el cuerpo. • Identificar la vida media del plomo en la sangre.
¿Cuáles son los efectos fisiológicos del plomo?	<ul style="list-style-type: none"> • Describir cómo el plomo afecta a los adultos y a los niños. • Describir los principales efectos fisiológicos de la exposición crónica a bajos niveles de plomo. • Describir los principales efectos fisiológicos de la exposición aguda a altos niveles de plomo.
¿Cómo se debe evaluar a los pacientes expuestos al plomo?	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las recomendaciones de los CDC para la detección. • Describir las características clave de los antecedentes de exposición. • Nombrar los síntomas de la toxicidad a bajas dosis de plomo. • Describir cómo pueden variar la dosis de exposición y los síntomas. • Describir características importantes del examen físico.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Qué exámenes pueden ayudar a hacer un diagnóstico de toxicidad de plomo?	<ul style="list-style-type: none">• Nombrar cuál es el examen más útil para determinar la toxicidad del plomo.
¿Cómo deben ser tratados y controlados los pacientes expuestos a plomo?	<ul style="list-style-type: none">• Hacer una lista de tres pasos que deberían tomarse cuando los niveles sanguíneos de plomo se sitúan entre 10 y 19 µg/dL• Describir qué pasos adicionales deberían tomarse cuando los niveles sanguíneos de plomo se sitúen entre 20-44 µg/dL, entre 45-69 µg/dL y por encima de 70 µg/dL
¿Qué instrucciones se les deben dar a los pacientes?	<ul style="list-style-type: none">• Identificar los pasos que pueden tomar los pacientes sometidos a exposiciones domésticas con el fin de reducir su exposición al plomo.• Identificar los pasos que pueden tomar los pacientes sometidos a exposiciones ocupacionales con el fin de reducir su exposición al plomo.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Prueba inicial

Instrucciones Esta prueba inicial le ayudará a medir su conocimiento actual sobre la toxicidad del plomo. Para tomar este examen, lea el caso que aparece a continuación y proceda luego a contestar las preguntas que se plantean.

Estudio de caso Un padre trae a su hijo de dos años al consultorio pediátrico para un chequeo de rutina. El padre le comunica al médico que se encuentra divorciado de la madre del pequeño y que generalmente el niño vive con su madre y con sus abuelos maternos (la razón por la que la madre no acompaña al niño a su cita médica es porque tuvo que acompañar a sus padres al funeral de una tía). El médico toma nota de esta información.

El pediatra procede a revisar al niño y no encuentra nada anormal. Sus indicadores de crecimiento y desarrollo se encuentran dentro de los límites normales para su edad.

Tres años más tarde, preocupada porque su niño es hiperactivo, y que ahora cuenta con 5 años, la madre se lo trae al consultorio (su pediatra anterior se ha jubilado recientemente). La semana pasada, en una reunión con la maestra del salón de párvulos (*kindergarten*), la maestra del niño le comentó a la madre que era impulsivo y que tenía problemas para concentrarse, por lo que recomendaba una evaluación por parte del médico y del psicólogo de la escuela. La madre comenta que el niño siempre ha sido inquieto y que se distrae con facilidad, pero que estos primeros 6 meses de preescolar han sido especialmente difíciles.

El pequeño también se ha quejado recientemente de dolores abdominales intermitentes y frecuentes, además de sufrir de estreñimiento. La madre le dio acetaminofén para tratar los dolores abdominales, sin que haya notado una mejoría, y adicionalmente le ha dado un laxante de fibra que le ha ayudado a reducir la frecuencia y la severidad de los episodios de estreñimiento. La mamá se pregunta si el cambio que representa la entrada a la escuela de párvulos tiene algo que ver con los problemas y las quejas de su hijo.

Los antecedentes de familia le revelan que el niño vive con su hermana, con su madre y con sus abuelos maternos en un barrio antiguo de su comunidad. El niño pasa un fin de semana al mes con su padre, y todo parece ir caminando bien entre ellos. Sin embargo, parece estar peleando más con su hermana, a quien se le ha diagnosticado déficit de atención y quien se encuentra repitiendo primero de primaria. La madre, desde que se cambió a vivir con sus padres después de su divorcio hace 4 años, ha trabajado con su padre en una tienda de reparación de radiadores de automóvil, a la cual acuden sus hijos a jugar después de asistir a la escuela. Sin embargo, la madre fue despedida hace poco de su trabajo, por lo que se encuentra preocupada, sobre todo por su dependencia económica y financiera de sus padres. Además, sospecha que su padre, que sufre de gota y que se queja de dolores abdominales,

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

se volverá más irritable cuando sepa que ella está embarazada.

Este, su tercer hijo, nacerá en seis meses y medio.

Revisando los antecedentes clínicos del niño, usted se da cuenta que el pediatra anterior revisó al niño hace un año. Una nota lo describe como un niño de 4 años muy activo, capaz de vestirse solo pero incapaz de nombrar los colores primarios. Su visión era normal, pero la agudeza auditiva estaba debajo de lo normal, según la prueba auditiva que se le hizo en la revisión física de preescolar. El doctor anterior notó que sus habilidades de lenguaje estaban un poco retrasadas. Sus vacunas estaban en orden.

Los antecedentes clínicos del año pasado indicaban que el niño tenía una dieta adecuada y que no presentaba pica. El hematocrito estaba un poco bajo, en 30%. La muestra de sangre periférica revelaba hipocromía y microcitosis. No había evidencia alguna de pérdida de sangre, y el examen coprológico dio negativo para sangre oculta. El diagnóstico era "anemia leve por deficiencia de hierro", por lo que se le prescribieron 5 mg de hierro /kg de peso por 24 horas (tres veces al día, después de cada comida). La familia no acudió a varias citas de seguimiento, pero el niño cumplió aparentemente con el tratamiento de 3 meses de suplementos de hierro. Actualmente, no recibe medicamentos y no sufre de alergias.

Al examinarlo hoy, usted nota que el niño está en el percentil 10 para talla y peso. El año pasado estaba en el percentil 20. Su periodo de atención es muy corto, lo que le hace aparecer inquieto, y tiene dificultad para seguir instrucciones simples. Exceptuando un retraso discreto en su lenguaje y en sus habilidades sociales, el niño parece estar bien en las demás variables de su desarrollo.

Preguntas de la prueba inicial

1. ¿Hay alguna información que el médico anterior debía haber buscado o preguntado, cuando se le trajo este niño a los dos años de edad?
 - A. Si cualquiera de los padres fumaba
 - B. Edad y condición de la residencia primaria del niño, y ocupación de los miembros de la familia
 - C. Peso del niño al nacer
 - D. Ingesta de vitaminas por parte del niño

 2. ¿Qué debería incluirse en la lista de problemas del niño?
 - A. Retraso en la habilidad lingüística, ligeros problemas auditivos
 - B. Estatura baja, anemia y dolor abdominal
 - C. Posible déficit de atención
-

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

- D. Todas las anteriores
3. ¿Qué examen(es) ordenaría usted para confirmar o desechar su diagnóstico?
- A. Toma de sangre capilar (punción digital)
 - B. Radiografía abdominal
 - C. Nivel de plomo en sangre venosa
 - D. Protoporfirina eritrocitaria (EP) / zinc protoporfirina (ZPP)
4. ¿Qué otro miembro de la familia se encuentra actualmente en mayor riesgo de sufrir los efectos de exposición al plomo?
- A. La madre
 - B. La hermana mayor
 - C. El bebé que está por nacer
 - D. El abuelo.

Respuestas de la prueba inicial

1. ¿Hay alguna información que el médico anterior debía haber buscado o preguntado, cuando se le trajo este niño a los dos años de edad?

- B. Edad y condición de la residencia primaria del niño, y ocupación de los miembros de la familia.

Dos de las fuentes obvias de plomo que están sugeridas en el caso son la pintura hecha en base a plomo (hojuelas de pintura, polvo de casa, suelo) y vapores y polvo de soldadura en la tienda de reparación de radiadores. Usted puede preguntar sobre la antigüedad de la casa familiar, cuando fue pintada recientemente, y sobre la condición de la pintura para tener una idea de esta ruta de exposición. Si la casa se construyó antes de 1978 es posible que el niño haya estado expuesto a pedazos de pintura con plomo, a suelo contaminado con plomo o a plomo presente en el polvo del hogar.

Además, usted debería averiguar si el niño alguna vez presentó comportamiento pica (comer compulsivamente objetos que no son alimentos, lo cual no debe confundirse con el comportamiento normal en niños de llevarse objetos a la boca). El comportamiento pica es más común en niños que tienen entre 2 y 5 años, por lo que no es probable que se esté presentando en este momento. Usted también puede hacer preguntas sobre el tipo de juego, el tiempo de juego y el lugar de juego del niño en la tienda de radiadores.

El pediatra anterior hubiera procedido de mejor manera si hubiese preguntado sobre la condición de la residencia primaria del niño y sobre

las ocupaciones del padre y de la madre.

La información que se usó para armar esta respuesta procede de la sección titulada "¿Cómo debe evaluarse a los pacientes expuestos al plomo?"

2. ¿Qué debería incluirse en la lista de problemas del niño?

D. Todas las anteriores

Los antecedentes clínicos sugieren que hay retraso en la habilidad lingüística, leves problemas auditivos, estatura baja, un posible déficit de atención, anemia y dolores abdominales. También está experimentando exposición pasiva al humo del cigarro por su madre fumadora, desintegración familiar, y tensión posiblemente relacionada al divorcio de sus padres o quizás al hecho de que está comenzando preescolar.

La información que se usó para armar esta respuesta procede de la sección titulada "¿Cómo debe evaluarse a los pacientes expuestos al plomo?"

3. ¿Qué examen(es) ordenaría usted para confirmar o desechar su diagnóstico?

C. Nivel de plomo en sangre venosa.

Para confirmar el envenenamiento por plomo, el mejor examen es una determinación de plomo en sangre venosa. Las tomas de sangre capilar (punciones digitales) no se consideran confiables para propósitos de diagnóstico. Generalmente lo primero que se hace es un examen venoso para determinar el nivel de plomo en sangre, en vez del EP/ZPP. La eritropoietina eritrocitaria (EP), comúnmente analizada como zinc protoporfirina (ZPP) no es lo suficientemente sensible a niveles más bajos de plomo en sangre y por lo tanto no es un buen examen para medir la exposición al plomo en niños.

Si el nivel de plomo en sangre está por debajo de los 25 µg/dL, se puede recurrir a determinar el nivel de ferritina sérica u otros estudios de hierro para corroborar si existe una anemia por deficiencia de hierro.

La información que se usó para armar esta respuesta procede de la sección titulada "¿Qué exámenes pueden ayudar para diagnosticar la toxicidad del plomo?"

4. ¿Qué otro miembro de la familia se encuentra actualmente en mayor riesgo de sufrir los efectos de exposición al plomo?

C. El bebé que está por nacer.

La madre ha sido despedida de su trabajo recientemente, por lo que ya no sufre exposición ocupacional. No obstante, el abuelo puede estar expuesto, como parecen indicarlo su irritabilidad y sus dolores abdominales. Si la fuente de exposición es removida, él debería experimentar una recuperación. Usted debería, sin embargo, sugerir que él se hiciera análisis y que hablara de esta situación con su médico personal. La hermana mayor pudiera estar en riesgo debido a la exposición en el hogar o en la tienda de reparación de radiadores, aunque quizás debido a que es más grande, ingerirá menos plomo por la vía mano-boca. No obstante, sus antecedentes sugieren que pudo haber estado expuesta cuando era más pequeña.

El bebé nonato se encuentra en riesgo debido a varias fuentes: primero, puesto que la madre está o ha estado expuesta al plomo, ha sufrido del depósito de este metal en sus huesos. Durante el embarazo, el plomo es movilizado desde los huesos hasta el feto por vía sanguínea. Adicionalmente, cuando haya nacido, el bebé se encontrará en riesgo al entrar en contacto con objetos contaminados. La exposición prenatal y la exposición a edades muy tempranas al plomo pueden dañar el desarrollo del cerebro.

La información que se usó para armar esta respuesta procede de la sección titulada "¿Cuáles son los efectos fisiológicos de la exposición al plomo?"

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Qué es el plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Explicar qué es el plomo.

Definición

El plomo es un metal suave, de color azul-grisáceo. Se encuentra de manera natural, pero una buena parte de su presencia en el medio ambiente se debe a su uso histórico en pinturas y gasolinas, así como a diversas actividades mineras y comerciales.

Tipos de plomo

El plomo existe tanto en forma orgánica como inorgánica.

Plomo inorgánico

El plomo que se encuentra en pintura vieja, en el suelo y en varios productos que se describen a continuación es plomo inorgánico. Los gases de combustión producidos por la gasolina con plomo también contribuyen a la contaminación ambiental con plomo inorgánico. Por esta razón, este documento está enfocado principalmente al plomo inorgánico.

Plomo Orgánico

La gasolina con plomo contiene plomo orgánico antes de que el combustible sufra combustión. Hoy en día, gracias a que a partir de 1976 en Estados Unidos se ha eliminado el plomo de las gasolinas, la exposición al plomo orgánico está restringida a los contextos ocupacionales. No obstante, **el plomo orgánico puede ser más tóxico** que el inorgánico puesto que **el cuerpo lo absorbe más fácilmente**. Es por esto que la exposición potencial al plomo orgánico debe ser tenida especialmente en cuenta.

Propiedades

El plomo es un metal suave, denso y dúctil. Es muy estable y resiste la corrosión, aunque el agua ácida puede fugarse de tuberías, conexiones y soldadura que contengan plomo. El plomo no conduce electricidad pero es un buen escudo protector contra la radiación.

Debido a estas propiedades, y gracias a que su extracción y el trabajar con él es relativamente fácil, el plomo se ha utilizado para muchos propósitos a lo largo de miles de años. Por ejemplo, los romanos usaron el plomo para sus tuberías. Más recientemente, el plomo se ha usado como añadido en pinturas y en la gasolina para aumentar el desempeño de los motores, aunque su uso en este caso se ha revertido debido a los problemas que puede causar a la salud humana. Los usos actuales del plomo se enumeran y discuten en la sección siguiente.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

La acumulación del plomo en el ambiente es el resultado del uso antropogénico, lo cual ha provocado su concentración en el ambiente. Debido a su uso extendido, hoy en día el plomo se puede encontrar dentro de cada uno de nuestros cuerpos a niveles muy superiores a los que había en la antigüedad (Flegal 1995), y a niveles que causan efectos adversos en la salud (Budd *et ál.* 1998).

Puntos clave

- El plomo es un metal que se encuentra en el ambiente de manera natural.
- El plomo aún se utiliza en muchos productos comerciales.
- El plomo es muy estable y se acumula en el ambiente.
- La mayor parte del plomo que se encuentra hoy en día en el ambiente es de tipo inorgánico.
- El plomo orgánico (usado anteriormente en la gasolina con plomo y actualmente en entornos ocupacionales) se absorbe en el cuerpo de manera más rápida que el plomo inorgánico.

Verificación de progreso

1. El plomo es útil comercialmente, pero también se acumula en el ambiente porque:
 - A. Reacciona fácilmente con ácidos, bases y otros agentes químicos.
 - B. No se descompone conforme pasa el tiempo.
 - C. Es muy soluble en el agua.
 - D. Se encuentra más comúnmente como plomo inorgánico.

Para una revisión de contenido, consulte titulado "Propiedades" en esta misma sección.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Dónde se encuentra el plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Describir algunas fuentes potenciales de exposición al plomo en Estados Unidos actualmente.

Introducción

La distribución del plomo en el ambiente varía de un lugar a otro. Cada una de las siguientes fuentes de plomo será revisada más adelante.

- Las fuentes de plomo más generalizadas que afectan a niños estadounidenses hoy en día son las pinturas con plomo presentes en los edificios viejos.
- Se puede encontrar plomo dentro de y en las cercanías de lugares de trabajo en los que se usen productos de plomo.
- El plomo puede contaminar el agua, la comida y las bebidas, pero este contaminante no se ve, no se huele y no puede ser detectado por el sentido del gusto.
- Todavía hoy en día se puede encontrar el plomo en algunos productos comerciales.
- Algunos remedios caseros y cosméticos importados contienen plomo.
- Se pueden encontrar concentraciones altas de plomo en suelo, aire y agua en lugares en donde haya habido (o haya) operaciones de compañías mineras o fundiciones.
- Aunque los niveles de plomo en sangre van consistentemente a la baja, hay regiones en las que la presencia de plomo en sangre es un serio problema de salud. Esto es particularmente cierto para niños que viven en algunas áreas urbanas.

Landrigan (2002) estima que solamente debido al envenenamiento por plomo en niños, Estados Unidos gasta 43,400,000,000 de dólares anuales. Estos costos representan una proporción importante de los costos sociales de todas las enfermedades ambientales pediátricas. El impacto de estos costos se refleja en los costos médicos, incapacidades, educación y tiempo laboral perdido por los padres de los niños.

Viviendas y edificios

En 1977 se prohibió el uso de plomo en pinturas en Estados Unidos (CFR1303 y 42FR44199, Sep. 1, 1977). Aunque en algunos hogares las superficies pintadas con pintura que contiene plomo pueden cubrirse con capas de pintura sin plomo, es posible que ciertas cantidades de plomo puedan estar liberando al ambiente como resultado de peladuras, fricción o impactos. Otra forma en la que el plomo puede estar liberando al ambiente es a través de las renovaciones que se hacen en los hogares. El polvo doméstico contaminado con plomo constituye la vía principal de exposición al plomo para los niños norteamericanos (Lanphear *et al.* 2002).

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Entre el 83% y el 86% de todos los hogares construidos antes de 1978 en Estados Unidos tienen pintura con plomo (CDC 1997a).

- Mientras más antiguo sea un hogar, es más probable que tenga pintura con plomo, y que haya una mayor concentración de plomo en la pintura.
- El número de hogares Verificación de progreso construidos antes de 1950 (cuando la pintura tenía altos contenidos de plomo), y que todavía están en pie, disminuyó de 27.5 millones en 1990 a 25.8 millones en el año 2000 (CDC 2003). Aunque el número va a la baja, la presencia del plomo en la pintura de los hogares antiguos todavía representa un riesgo.
- Antes de 1955, una cantidad significativa de la pintura blanca que se vendía para pintar hogares contenía 50% de plomo y 50% aceite de linaza. Aunque en 1955 los fabricantes de pinturas adoptaron un la norma voluntario de 1% de plomo en sus productos, se siguieron produciendo pinturas con niveles mayores de plomo (Rabin 1989, citado en AAP 1993).
- Las leyes federales ordenaron una reducción a 1% de plomo en las pinturas en el año de 1971 y de 0.06% en 1977.
- Adicionalmente, los trabajadores encargados de renovar los pasos elevados y puentes carreteros se ven expuestos a la pintura con plomo que se ha venido aplicando en estas estructuras antes de que las regulaciones actuales adquirieran vigencia.

Además de la degradación de la pintura de interiores, el plomo puede aparecer en los hogares al ingresar del exterior por medio de suelo contaminado por el uso histórico de pinturas, gasolina e industrias que trabajaran este metal.

Agua potable

El plomo puede aparecer en el agua potable al desprenderse de las tuberías, las llaves y pedazos de soldadura que contienen plomo. Estas estructuras pueden encontrarse en edificios viejos.

- Las tuberías que contienen plomo son más comunes en los edificios construidos antes de 1986, aunque hogares más recientes también pueden tener cierto riesgo.
- Hervir el agua no hace desaparecer al plomo.
- Otras fuentes potenciales de contaminación por plomo son los accesorios de latón, los enfriadores viejos de agua potable, y las cafeteras viejas (Mushak *et ál.* 1989 citados en AAP 1993).

Alimentos y bebidas contaminadas con plomo

Aún y cuando no se utiliza el plomo intencionadamente para elaborar un producto, este metal puede contaminar artículos como la comida, el agua o el alcohol. Esta contaminación puede ocurrir durante

- La producción.
 - El empaque.
 - El almacenamiento.
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Producción

Las fuentes de contaminación durante la producción pueden incluir:

- La absorción del plomo del suelo por parte de las raíces de un cultivo.
- La deposición atmosférica del plomo en las hojas de los vegetales (Mushak *et ál.* 1989 citados en AAP 1993).
- El equipo de corte y molienda usado durante el procesamiento de los vegetales.

Empaque

El plomo presente en los empaques puede contaminar la comida

- Las pinturas roja y amarilla brillantes que se usan en las bolsas de pan pueden contener plomo (ATSDR 2005; Mushak *et ál.* 1989 citados en AAP 1993).
- Aunque la presencia de plomo en las latas fue prohibida en los años ochenta en Estados Unidos., algunas latas importadas pueden contener plomo todavía.

Almacenamiento

La comida o las bebidas pueden estar almacenadas en recipientes que contienen plomo, el cual puede contaminar el producto

- Una fuente potencial de exposición al plomo que comúnmente es pasada por alto son las vajillas que han sido brillantadas con productos que contienen plomo.
- Aún las vajillas y piezas de cerámica que se califican como "seguras" pueden representar un peligro si la capa protectora del brillantado se desgasta y expone a las personas a los pigmentos que contienen plomo.
- El vino y los licores hechos en casa y que fueron destilados y/o almacenados en contenedores con plomo, pueden también ser fuentes de exposición al metal.
- El vino y otras bebidas alcohólicas que fueron almacenadas en recipientes de cristal con plomo pueden contaminarse igualmente.

Otras

Otras fuentes de contaminación de la comida son:

- Dulces, especialmente los elaborados a base de chile y que son importados desde México
- Algunos utensilios de mesa hechos de cerámica (especialmente los importados).
- Ciertos suplementos "naturales" de calcio.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Productos comerciales

Aunque el plomo está prohibido en muchos productos en Estados Unidos., los productos importados o prerregulados pueden representar un peligro. Estos productos no son sometidos a exámenes de rutina para detectar la presencia de plomo.

Todavía se utiliza el plomo en productos comerciales como:

- Baterías de automóviles
- Pintura para puentes
- Computadoras
- Joyería
- Pewter
- Algunas cerámicas vidriadas

Remedios caseros y cosméticos importados

El uso de ciertos remedios caseros o cosméticos importados puede representar un riesgo. Se enumeran algunos ejemplos a continuación:

Los remedios populares mexicanos conocidos como azarcón y greta que se utilizan para tratar el padecimiento conocido como “empacho” (padecimiento parecido al cólico) contienen plomo. Estos remedios también se conocen como:

- alarcón
- coral
- liga
- María Luisa
- rueda

Otros remedios utilizados por algunas comunidades asiáticas son:

- ba-baw-san
- bali goli
- chuifong
- ghasard
- kandu
- tokuwan

Los remedios y los cosméticos del Cercano Oriente incluyen:

- alkohl
- cebagin
- saoott

Para obtener más información sobre estos productos, consulte el espacio en la Red de CDC, especialmente el Apéndice 1 del documento “Gestión de los altos niveles de plomo sanguíneo en niños pequeños” (CDC 2002) en

www.cdc.gov/nceh/lead/CaseManagement/caseManage_appendixes.htm o bien la referencia Saper *et ál.* 2004 al final de este documento.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

El medio natural

El plomo se encuentra distribuido en muchas partes debido a su extenso uso. Los niveles de este metal en un área determinada dependen de qué tanto plomo se ha usado allí en el pasado y qué tanto se continúa usando.

- Aún lugares como las industrias abandonadas en donde se procesaba plomo, como las minas o fundiciones viejas, pueden constituir un peligro potencial a la salud pública.
- Las fuentes industriales de plomo pueden clasificarse por su tamaño: desde las grandes minas y los sitios de almacenamiento de desechos peligrosos (p. ej., sitios potencialmente contaminados) hasta los pequeños talleres en donde se trabaja con baterías viejas de automóviles.
- Las industrias como la minera y la de refinación de plomo también han contribuido a que haya altos niveles de este metal en las inmediaciones de estas fábricas.
- Los miembros de las comunidades locales en donde se asientan estas fuentes pueden estar expuestos al plomo a través de la ingesta o inhalación de polvo o de suelos contaminados con este metal.
- El plomo presente en las pinturas viejas también puede contaminar el suelo, especialmente en las áreas adyacentes a casas construidas antes de 1978.
- Las personas pueden estar expuestas al plomo de manera directa, al consumir productos cultivados en suelos contaminados con este metal.
- El uso de plomo en las gasolinas en el pasado ha provocado la contaminación de los suelos, especialmente a lo largo de las carreteras. El tetraetilo de plomo fue reduciéndose en la gasolina Verificación de progreso entre 1976 y 1996.

Lugares de trabajo

Las principales vías de exposición al plomo para trabajadores son la inhalación y la ingesta de humo y polvo que contienen plomo.

Los trabajadores de las industrias de la fundición, refinación y manufactura presentan las exposiciones ocupacionales al plomo más altas y prolongadas (ATSDR 2005).

Otros trabajadores que se encuentran en mayor riesgo ocupacional de exposición al plomo son los de:

- plantas de fabricación de baterías
- trabajadores de la construcción, especialmente los que realizan remodelación o rehabilitación de edificios
- las industrias del plástico y de productos de hule
- soldaduras
- soldadura de acero/cortes de acero

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- otras industrias manufactureras (ATSDR 2005)
- trabajadores de mantenimiento de puentes y trabajadores que hacen reparaciones
- trabajadores de incineradores de desechos municipales
- personas que trabajan con soldadura de plomo
- mecánicos que reparan radiadores
- empleados de la industria de la cerámica

Exposición primaria Es importante hacer notar que las exposiciones ocupacionales también pueden traducirse en exposiciones secundarias para las familias de los trabajadores si éstos llevan al hogar polvo contaminado con plomo en su piel, ropas o zapatos.

- Los niños también pueden estar expuestos a fuentes ocupacionales de plomo si sus padres trabajan en estas industrias y permiten que sus hijos los visiten en el trabajo.
- Hay que recordar que muchas pequeñas industrias y micro-empresas están establecidas en los propios hogares de las personas.

Exposición secundaria Se puede prevenir la exposición secundaria si los trabajadores se duchan y/o se cambian de ropa y de zapatos antes de regresar a su hogar.

Tabla 1. ¿Dónde se encuentra el plomo?

Fuente de plomo	Medios contaminado
Soldadura o tubería con plomo	Agua potable
Paquetes o contenedores de almacenamiento	Comida y bebidas
Pinturas (previo a 1978)	Polvo y suelo del hogar
Fuentes de producción	Comidas importadas, remedios, cosméticos, joyería.
Minería y fundición	Aire y polvo extra muros
Lugares de trabajo relacionados con plomo	Aire y polvo intra y extra muros
Gasolina (previo a 1988)	Suelo

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Puntos claves

- Antes de la década de 1970, el plomo se utiliza ampliamente en la pintura y la gasolina.
- La pintura que contiene plomo es una fuente primaria de exposición ambiental a este metal. El plomo puede liberarse en el hogar si la pintura se remueve (por ejemplo durante remodelación), se deteriora (p. ej., peladuras), o se ve sujeta a fricción o impactos (puertas, ventanas, etc.).
- El uso generalizado de plomo en las gasolinas y en las pinturas en el pasado puede ocasionar que haya altos niveles de plomo en el suelo.
- Algunos productos comerciales todavía contienen plomo hoy en día.
- Los trabajadores de hasta 100 industrias (y, de forma indirecta, sus familiares) pueden sufrir de exposición ocupacional al plomo.
- El agua potable contaminada, la comida, el alcohol y los remedios caseros son fuente de exposición ambiental al plomo.
- Las industrias que han estado o que están relacionadas con el procesamiento del plomo (incluyendo la minería y la fundición) pueden provocar que haya altos niveles de plomo en el suelo de su entorno.

Verificación de progreso

2. En las áreas urbanas antiguas, la mayor parte del plomo que se encuentra en el ambiente proviene de:
 - A. Agua potable contaminada.
 - B. Suelo y polvo contaminado con plomo, así como el deterioro de pinturas hechas a base de plomo.
 - C. Comida importada, remedios caseros y cosméticos.
 - D. Productos comerciales que contienen plomo.

Para una revisión de contenido, consulte "Viviendas y edificios" en esta misma sección.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Cómo se exponen las personas al plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Identificar las principales vías de exposición al plomo.

Introducción

Hoy en día, todos estamos expuestos al plomo ambiental. Esta exposición puede ocurrir a través de **la inhalación, la ingesta y el contacto dérmico**.

- **La mayor exposición** de los humanos al plomo ocurre por **ingesta o inhalación**.
- Es poco probable que los ciudadanos estadounidenses entren en contacto con el plomo por la piel (exposición cutánea), puesto que los aditivos con plomo ya no se utilizan en la gasolina.
- La exposición al plomo es un problema global. En muchos países la extracción de plomo y la fundición del mismo son actividades comunes, por lo que tanto niños como adultos pueden estar expuestos considerablemente a diversas fuentes de este metal, las cuales no son comunes hoy en día en Estados Unidos (Kaul *et ál.* 1999; Rothenberg *et ál.* 1994; Litvak *et ál.* 1999; López-Carrillo *et ál.* 1996; Wasserman *et ál.* 1997). La mayoría de los países habrán dejado de usar plomo en sus gasolinas al finalizar el año 2007.

Exposición por ingesta

La **principal** vía de exposición al plomo para la población en general (incluido los niños) es **la ingesta**, aunque la inhalación también contribuye a la carga corporal de plomo y puede ser el principal contribuyente en el caso de los trabajadores.

- En el caso de los niños, la pintura que contiene plomo es la principal fuente de exposición al plomo (AAP 1993; ATSDR 2005). Conforme se deteriora, se remueve o se descascara la pintura con plomo (p. ej., al hacer trabajos de renovación), o bien se pulveriza debido a la fricción (p. ej., en los antepechos de ventanas, puertas y escalones), se puede contaminar el polvo y el suelo circundante. El plomo puede entonces entrar al cuerpo por la vía mano-boca (Sayre *et ál.* 1974 citados en AAP 1993).
 - Para algunas poblaciones, la ingesta de comida, agua o alcohol contaminados puede ser significativa. Adicionalmente, el ingerir ciertos remedios caseros puede exponer a la gente al plomo o a compuestos de plomo (Vea la sección *¿Dónde se encuentra el plomo?*).
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Exposición por inhalación

La inhalación es la segunda vía principal de exposición al plomo. Casi todo el plomo que es inhalado se absorbe en el cuerpo, comparado con la absorción de entre el 20% y 70% cuando el plomo es ingerido (aunque los niños en general absorben un mayor porcentaje que los adultos) (ATSDR 2005). Vea la sección titulada *¿Cuáles son los efectos fisiológicos de la exposición al plomo?*.

- La inhalación dejó de ser la principal vía de exposición para la población general en Estados Unidos después de que los aditivos con plomo de la gasolina fueron eliminados en la década de los setenta, y después de que se implementaron medidas de control en las industrias, lo que provocó una reducción en las emisiones al aire.
- En otros países, sin embargo, todavía se utiliza gasolina con plomo, y las emisiones resultantes constituyen una amenaza mayor a la salud pública.
- La inhalación puede ser la principal vía de exposición para algunas industrias que en sus procesos trabajan con plomo.
- La inhalación puede ser la principal vía de exposición para los adultos que están involucrados en actividades de renovación de hogares.

Exposición cutánea

La exposición dérmica puede ser un problema para quienes trabajan en la industria del plomo, pero no se considera que sea una ruta significativa de exposición para la población en general.

- El plomo orgánico puede absorberse directamente por la piel.
- El plomo orgánico (tetrametilo de plomo) se absorbe más fácilmente por la piel que el plomo inorgánico.
- La exposición dérmica es más común entre las personas que trabajan con plomo.

Exposición endógena

La exposición endógena al plomo puede contribuir de una manera significativa a los niveles de plomo en sangre, y puede ser un riesgo para los fetos en desarrollo (Vea la sección titulada: *¿Cuáles son los efectos fisiológicos del plomo?*)

- Una vez que ha sido absorbido en el cuerpo, el plomo puede quedar almacenado por largos periodos en el tejido mineralizante (p. ej., dientes y huesos).
- Este plomo almacenado puede ser liberado al torrente sanguíneo, especialmente en situaciones de desequilibrio de calcio (p. ej., embarazos, lactancia, osteoporosis) o cuando se sufre de una deficiencia de calcio.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Puntos clave

- En los niños, la vía de exposición al plomo más común es la ingesta. Así mismo, es la vía que más comúnmente provoca enfermedades en ellos.
- La inhalación puede ser una vía de exposición importante, especialmente para los trabajadores que están expuestos al plomo o para las personas que remodelan casas.

Verificación de progreso

3. La(s) vía(s) de exposición al plomo más importante(s) en el caso de los niños es/son:
- A. Ingesta e inhalación.
 - B. Inhalación.
 - C. Contacto dérmico.
 - D. Fuentes endógenas.

Para una revisión de contenido, consulte "Ingesta" en esta misma sección.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Quién está en riesgo de sufrir exposición al plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Identificar qué poblaciones están más expuestas al plomo.

Introducción

Tanto los niños como los adultos son susceptibles de sufrir efectos adversos por la exposición al plomo, aunque hay diferencias entre ellos en cuanto a las vías típicas de exposición y sus efectos.

- Los niños que viven en hogares construidos antes de 1978 (y especialmente los del centro de las ciudades, o los construidos antes de 1950) tienen mayor riesgo de exposición.
- Los adultos que trabajan en lugares en que se gestionan productos con plomo pueden estar expuestos en su lugar de trabajo.
- Los fetos en desarrollo también están en riesgo de sufrir consecuencias adversas en su salud (menos del 1% tienen niveles mayores o iguales a 10 µg/dL), pues los niveles que representan un riesgo para el feto no necesariamente representan un riesgo para la madre.

Niños

Aunque los niveles de plomo en sangre en los niños han bajado en las décadas recientes, algunas poblaciones de **niños aún tienen un riesgo considerable** de envenenamiento por plomo.

- De manera particular, los niños que viven en hogares viejos es más probable que tengan niveles elevados de plomo en sangre.
- Es importante aclarar que ningún subgrupo racial/étnico está exento de tener niveles altos de plomo en sangre, ni de sufrir efectos adversos en su salud por esta causa.
- Aproximadamente 17% de los niños que, entre 1997 y 2001, tenían niveles elevados de plomo en sangre, eran blancos no hispanos, 60% eran negros no hispanos, 16% eran hispanos y 7% pertenecían a otras razas o grupos étnicos (CDC 2003).
- Estos niños es más probable que sean pobres y que provengan de grupos raciales/étnicos minoritarios grupos que no pueden permitirse una vivienda adecuada.

Debido a su comportamiento y a su fisiología, **los niños se ven más afectados** que los adultos por la exposición al plomo.

- **Los niños absorben con más facilidad el plomo ingerido que los adultos.**
- Generalmente, los niños ingieren tierra y polvo caseros contaminados con plomo a tasas mayores que los adultos por su costumbre de llevarse continuamente las manos a la boca.
- Los niños que exhiben pica (un comportamiento compulsivo mano a boca, aunado a la ingesta de objetos que no se consideran alimentos) se encuentran en un riesgo mayor de presentar niveles altos de plomo.
- Los niños tienen una tasa de ventilación mayor que los adultos, por lo que inhalan un mayor volumen de aire por kilogramo de peso.
- Al tener una talla menor, los niños inhalan más fácilmente que los adultos polvo y tierra que están cerca de la superficie y contaminados con plomo
- Además, se estima que el porcentaje de plomo absorbido en el aparato digestivo, especialmente en un estómago vacío, es de 5 a 10 veces mayor en los infantes y en los niños pequeños que en los adultos (Alexander *et ál.* 1974; Chamberlain *et ál.* 1978; James *et ál.* 1985; Ziegler *et ál.* 1978 citados en ATSDR 1999).
- Una deficiencia de hierro, calcio, zinc, y ascorbato aumenta la absorción gastrointestinal de plomo en los niños (Mahaffey *et ál.* 1990 citados en AAP 1993).

Los niños son más sensibles que los adultos a niveles elevados de plomo en sangre. Los **cerebros** y **sistemas nerviosos** en desarrollo de los niños (y otros sistemas) son muy sensibles al plomo.

- Se ha asociado **la exposición de los niños al plomo** con:
 - Un mayor ausentismo en la escuela Secundaria y Preparatoria.
 - Calificaciones menores.
 - Resultados más bajos en gestión del vocabulario y razonamiento verbal.
 - Un mayor tiempo de reacción.
 - Una mala coordinación entre manos y ojos (AAP, 1993).
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- El desarrollo incompleto de la barrera hemato-encefálica en los fetos y en niños muy pequeños (de hasta 36 meses de edad) aumenta el riesgo de que el plomo ingrese al sistema nervioso en desarrollo, lo cual puede dar como resultado desórdenes permanentes o prolongados, a nivel neurológico y de comportamiento.
- El exponer a los niños al plomo puede afectar adversamente su sistema excretor, endocrino y hematológico.

No hay **un umbral de exposición** (indicado por los niveles de plomo en sangre) para muchos de estos efectos. No se ha identificado ningún umbral de exposición al plomo para niños.

Adultos

Aunque los niños se encuentran en un riesgo mayor, los adultos expuestos al plomo pueden también sufrir efectos adversos en su salud.

- **La mayor parte de los casos en adultos son de naturaleza ocupacional** y ocurren en las industrias relacionadas con el plomo, tales como las industrias manufactureras y de refinación.
- Una fuente común de exposición al plomo para los adultos es la **remodelación de hogares**, sobre todo la que involucra la remoción o el descaramiento de pinturas que contienen plomo. Este tipo de renovación debería realizarse por personal certificado, o bien después de haber recibido el entrenamiento apropiado.
- Algunos adultos también pueden exponerse al plomo al realizar **ciertos pasatiempos y actividades**. Algunos ejemplos incluyen
 - La pintura artística.
 - La reparación de autos.
 - La soldadura electrónica.
 - La soldadura de metales o vidrio.
 - La fabricación de cerámica vidriada.
 - El moldeo de balas, postas o lastres para pesca.
 - La elaboración de vitrales.
 - El tiro al blanco.
- Los trabajadores pueden inhalar polvos de plomo y vapores de óxido de plomo. También pueden comer, beber y fumar en áreas contaminadas, aumentando la probabilidad de que ingieran plomo.
- Entre 0.5 y 1.5 millones de trabajadores de Estados Unidos se encuentran expuestos al plomo en sus trabajos (ATSDR, 1999).

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- Los trabajadores pueden llevar a sus hogares polvo de plomo en su piel, zapatos y ropa, exponiendo a los miembros de su familia sin darse cuenta. Esto puede evitarse si los trabajadores se duchan y se cambian de ropa antes de salir de su centro de trabajo.
- También aumentan su riesgo de exposición al plomo las personas que usan pinturas, pigmentos, maquillaje facial, o tintes para el cabello que tengan plomo o acetato de plomo. Ciertos cosméticos, como el surma sindhoor y kohl, populares en ciertos países asiáticos, contienen plomo.
- Los efectos sobre la salud experimentados por los adultos son similares a los experimentados por los niños, aunque en aquellos los umbrales de exposición son generalmente mayores.

Tabla 2. Poblaciones en riesgo de exposición al plomo en los centros de trabajo.

• Mecánicos de automóviles	• Trabajadores de minas de plomo
• Fabricantes de baterías	• Trabajadores de refinerías de plomo
• Trabajadores que reconstruyen puentes	• Trabajadores de fundiciones de plomo
• Trabajadores de la construcción	• Fabricantes de plásticos
• Instructores de tiro	• Plomeros, fontaneros
• Trabajadores de gasolineras (exposición antigua)	• Oficiales de policía
• Fabricantes de vidrio	• Impresores
• Empleados de la industria manufacturera de plomo	• Fabricantes de productos de hule
	• Constructores de barcos
	• Soldadores o cortadores de acero

Mujeres embarazadas y fetos en desarrollo

El nivel de plomo en la sangre de la madre es un indicador importante del riesgo que corre el feto. Más aún, las madres que estuvieron expuestas al plomo en el pasado pueden tener todavía depositado plomo en sus huesos. **El plomo puede liberarse del esqueleto cuando se experimenta un desequilibrio de calcio, como en los embarazos y en la lactancia.** Las mujeres embarazadas que tienen niveles elevados de plomo en sangre pueden tener un mayor riesgo de:

- partos pretérmino
- abortos
- abortos espontáneos ú óbitos (partos en los que nace muerto el niño)
- bajo peso al nacer

Para mayor información, vea la sección titulada "*Efectos fisiológicos del*

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

plomo” en esta misma sección.

- Puntos clave**
- Hoy en día, la población que se encuentra en mayor riesgo de sufrir envenenamiento por plomo, es la de los niños que viven en casas viejas, construidas antes de 1978.
 - También los adultos que trabajan con plomo o que tienen pasatiempos que involucran plomo pueden estar expuestos de una manera significativa.
 - Los fetos en desarrollo también están en riesgo de sufrir resultados adversos en su salud.

- Verificación de progreso**
4. Todas las siguientes ocupaciones implican una exposición significativa al plomo, excepto:
- A. Mecánicos de automóviles
 - B. Trabajadores de la construcción
 - C. Plomeros
 - D. Electricistas

Para una revisión de contenido, consulte “Adultos” en esta misma sección.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

¿Cuáles son las normas de niveles de plomo en Estados Unidos?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Identificar cuál es el nivel de preocupación de los CDC relativo a los niveles de plomo en la sangre de los niños.
- Identificar el nivel de plomo en sangre para la primera intervención a partir de la exposición ocupacional (definido por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, OSHA por sus siglas en inglés)
- Describir los tipos de la norma es ambientales en Estados Unidos.

Introducción

Debido a la importancia que reviste el plomo como causa de varios problemas de salud pública, algunas agencias del gobierno norteamericano han emitido la norma es o regulaciones ejecutables que marcan los niveles de plomo en diferentes medios. La **Tabla 3** que se muestra abajo resume las normas y regulaciones para el año 2006. Vea las siguientes secciones para una explicación más a fondo.

Directrices biológicas

Al descubrirse nuevas informaciones sobre la toxicidad del plomo y sus efectos neurológicos, reproductivos y de hipertensión, y conforme se han ido desarrollando nuevos parámetros, los CDC han ido bajando los valores de los niveles de plomo en sangre (Vea la **Figura 1** abajo).

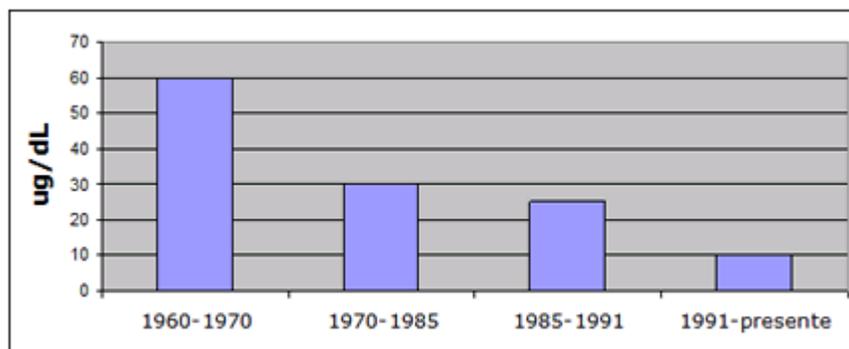


Figura 1. Baja de los niveles de acción recomendados por los CDC, para plomo sanguíneo en niños.

En 1991, los CDC situaron en 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (microgramos/decilitro) el nivel de acción de plomo en sangre para los niños. Este mismo nivel sirve como nivel de advertencia para llevar a cabo intervenciones educativas y ambientales.

- Las guías de gestión de casos de los CDC están hechas para mantener el nivel de plomo en sangre en niños por debajo de 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (CDC 2002)

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- También existen requerimientos para someter a revisión a los niños inscritos en Medicaid (programa de asistencia sanitaria a personas sin recursos)
- Estudios recientes mencionan la existencia de discapacidades neurológicas y de comportamiento en niños que tienen valores de plomo en sangre por debajo de 10 µg/dL (Canfield 2003; Lanphear *et ál.* 2000)
- No se ha descrito un umbral para el plomo en los niños.

El Índice de Exposición Biológica (BEI, por sus siglas en inglés) es una guía que evalúa los resultados de la vigilancia biológica.

- El BEI para plomo en sangre es de 30 µg/dL (ACGIH 2005).

El BEI indica la exposición en el Valor Umbral Límite (TLV) (Vea la sección "Aire" un poco más adelante).

Requisitos del informe médico

La mayoría de los estados piden que los médicos de atención primaria y las personas a cargo de programas de exploración informen los casos de toxicidad del plomo, tanto los presuntos como los confirmados. Estos informes deben hacerse ante las agencias de salud apropiadas, buscando:

- La disminución de la fuente de plomo
- La educación del paciente
- Que se tomen las acciones de remediación apropiadas

En algunos estados, los laboratorios clínicos que realizan los exámenes de plomo en sangre deben informar los casos de toxicidad del plomo.

Aunque no sea obligatorio, un médico debe considerar seriamente el consultar con una agencia de salud al presentársele un caso de toxicidad de plomo, puesto que éstas agencias son fuentes confiables de información y de recursos.

En algunos estados, los laboratorios que realizan exámenes de nivel de plomo en sangre o exámenes EP (ZPP) deben informar cualquier resultado anormal a la agencia de salud correspondiente.

Aire en el lugar de trabajo

La norma para Plomo de la OSHA define cuál es el Límite de Exposición Permisible (PEL) para el plomo en el lugar de trabajo, así como la frecuencia y alcance de la vigilancia médica y demás responsabilidades del empleador.

La Administración para la Salud y la Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un PEL (ejecutable) para el plomo en el lugar de trabajo de 50 µg/m³ promediado sobre una jornada de 8-horas de trabajo, para trabajadores de la industria general.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- La OSHA ordena que los trabajadores expuestos a concentraciones en aire de más de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por más de 30 días al año, se realicen de manera periódica exámenes para determinar el nivel de plomo en sangre.
- De encontrarse un trabajador con niveles de plomo en sangre mayores a $40 \mu\text{g}/\text{dL}$, éste debe ser notificado por escrito y provisto de una revisión médica.
- De encontrarse un trabajador con niveles de plomo en sangre de $60 \mu\text{g}/\text{dL}$ (en un solo examen, o bien si alcanza a tener promedios de $50 \mu\text{g}/\text{dL}$ o más en tres o más exámenes), su empleador está obligado a remover al trabajador de la exposición excesiva, respetando su paga y su antigüedad, hasta que sus niveles de plomo en sangre estén por debajo de los $40 \mu\text{g}/\text{dL}$.

Puede obtener una copia de la norma de plomo llamando a la oficina regional de OSHA más cercana a su hogar o visitando el espacio en la Red de la CFR

El Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional (NIOSH) de los CDC ha establecido un Límite Recomendado de Exposición (REL) de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El cumplir con este límite permite que el nivel de plomo en sangre del trabajador sea $< 60 \mu\text{g}/\text{dL}$ de sangre completa
www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0368.html.

La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) ha establecido un valor umbral límite para un tiempo promedio ponderado (TLV/TWA) de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de plomo en el aire del lugar de trabajo (excepto para el arsenato de plomo).

Suelo

El suelo contaminado con plomo puede ser un riesgo debido a su ingesta directa, a su incorporación a las cosechas, o a su entrada directa a los hogares.

- El suelo no contaminado tiene concentraciones de plomo menores a 50 ppm, pero hay áreas urbanas en las que éstos llegan a exceder las 200 ppm (AAP 1993).
- La norma de la EPA para plomo en el suelo de áreas de juego es de 400 ppm por peso. Para áreas que no son de juegos la norma es de 1200 ppm. Esta regulación es aplicable a los proyectos de limpieza que utilizan fondos federales.

El nivel de análisis de plomo en suelo (SSL) representa un estimado conservador para un nivel que sería protector de la salud pública. Está basado en el análisis de la ruta de ingestión directa para niños. Tal valor es una guía y no es obligatorio.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Agua potable La EPA ha elaborado la norma es para el agua potable con dos niveles de protección.

- La meta de Nivel Máximo Contaminante (MCLG) es cero. Este es el nivel que se considera seguro, independientemente de la viabilidad de conseguirlo.
- La determinación final de la EPA marca un nivel de acción de 15 µg/L.

Para obtener más información, llame a la Línea de Emergencia del Programa Agua Potable Segura de la EPA, al 1-800-426-4791.

<http://www.epa.gov/safewater/>

El uso de soldadura de plomo y de otros materiales que contienen plomo y que se usan para conectar tuberías al suministro público de agua fue prohibido por la EPA a partir de junio de 1988.

- Muchas estructuras antiguas todavía están hechas de tubos con plomo, o tienen internamente soldadura con plomo. Esto puede incrementar sustancialmente el contenido de plomo del agua que sale del grifo.
- En 1989 entraron en vigencia las regulaciones que se usan para controlar los niveles de plomo en el agua de los bebederos escolares.
- Para analizar el agua potable, las personas pueden comprar equipos de análisis de plomo en agua potable, que no son caros (consulte el sitio www.afhh.org), o bien pueden contratar a personal capacitado para que analice el agua potable.

Alimentos La FDA ha adoptado un cierto número de niveles de acción (ejecutables) y de niveles de preocupación para la presencia del plomo en varios alimentos. Tales niveles se basan en los cálculos que ha hecho la FDA para determinar qué cantidad de plomo puede consumir una persona sin que tenga efectos adversos en su salud.

- Por ejemplo, la FDA ha establecido un nivel de acción de 0.5 µg/mL de plomo en productos que sean consumidos por infantes y niños. Así mismo, ha prohibido el uso de latas de comida que tengan soldadura de plomo (FDA 1994 y FDA 1995, citadas en ATSDR 1999).

Pintura Hasta antes de 1955, la pintura blanca doméstica contenía hasta un 50% de plomo. En 1971, las leyes federales hicieron bajar la cantidad permisible de plomo hasta el 1%.

Desde 1977, la Comisión para la Seguridad de los Productos de Consumo

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

ha limitado al 0.06% (600 ppm por peso seco) el contenido de plomo de la mayoría de las pinturas. La pintura que se utiliza en puentes y la de uso marino puede contener mayores cantidades de plomo.

Tabla 3: Normas y regulaciones para el plomo

Agencia	Medio	Nivel	Comentarios
CDC	Sangre	10 µg/dL	Asesoría; nivel para gestión individual
OSHA	Sangre	40 µg/dL 60 µg/dL	Regulación; causa para notificación escrita y examen médico Regulación; causa para la remoción de la fuente de exposición por razones médicas
ACGIH	Sangre	30 µg/dL	Asesoría; indica la exposición en el Valor Umbral Límite (TLV)
OSHA	Aire (lugar de trabajo)	50 µg/m ³ 30 µg/m ³	Regulación; Límite de Exposición Permisible (PEL) de 8 horas en promedio (Industria general)
			Nivel de acción
CDC/NIOSH	Aire (lugar de trabajo)	100 µg/m ³	Límite de Exposición Recomendado, REL (no-ejecutable)
ACGIH	Aire (lugar de trabajo)	150 µg/m ³ 50 µg/m ³	Guía Valor Umbral Límite, TLV/TWA Tiempo Promedio Ponderado, para el arsenato de plomo Guía TLV/TWA para otras formas de plomo
EPA	Aire (ambiente)	0.15 µg/m ³	Regulación; Estándar Nacional de Calidad de Aire Ambiental, NAAQS; promedio de 3 meses
EPA	Suelo (residencial)	400 ppm (áreas de juego) 1200 ppm (no juego)	Guía, análisis de plomo en suelo; requerimiento aplicable solamente a los proyectos financiados con fondos federales (40 CFR Parte 745, 2001)
EPA	Agua (de bebida)	15 µg/L 0 µg/L	Nivel de acción para suministros públicos Objetivo No-ejecutable; Objetivo de Nivel Máximo Contaminante, MCLG

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

FDA	Comida	Varios	Niveles de acción para varios tipos de comida; por ejemplo las latas de comida que tenían soldadura con plomo y que ya están prohibidas.
CPSC	Pintura	600 ppm (0.06%)	Regulación; por peso seco. Hay un nuevo la norma de plomo para la joyería infantil.

Puntos clave	<ul style="list-style-type: none"> • En 1991 los CDC disminuyeron a 10 µg/dL el nivel de acción recomendado para la exposición de niños al plomo. • Los estados puede establecer sus propios niveles de preocupación para niños y adultos. • La mayoría de los estados poseen sistemas de información de envenenamiento por plomo. • La OSHA ha establecido la norma es para la cantidad de plomo que se permite en el aire de un centro de trabajo. Estos la norma es se sitúan en 50 µg/m³ promediados en una jornada de trabajo de 8 horas. • La EPA ha establecido un la norma para la cantidad de plomo en el aire ambiental de 0.15 µg/m³ promediados en un trimestre. • La EPA ha establecido un nivel de 400 ppm de plomo en suelo de áreas de juego y de 1200 ppm en áreas no destinadas al juego, en proyectos en los que se utilizan fondos federales. Estos valores pueden utilizarse a nivel de guías en otras situaciones. • Para la EPA, el nivel de acción para el plomo en el agua que se distribuye a los usuarios de los sistemas de agua potable es de 15 µg/L. Su objetivo para el plomo es cero. • La FDA ha establecido varios niveles de acción referentes al plomo en la comida. Actualmente, está prohibido el uso de latas de comida que contengan soldadura con plomo. • Hoy día la pintura de uso residencial debe tener un máximo de contenido de plomo del 0.06%.
---------------------	---

Verificación de progreso	<p>5. El nivel de acción de CDC de 10 µg/dL para plomo sanguíneo en niños es:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. El nivel de plomo en la sangre por debajo del cual estos efectos no se han encontrado. B. También utilizado por OSHA como un nivel de preocupación en los trabajadores. C. Un nivel de asesoramiento para intervención educativa y medioambiental. D. Un nivel de reglamentación en la que los niños deben ser removidos inmediatamente de cualquier residencia construida antes de 1978.
---------------------------------	---

Para una revisión de contenido, consulte «Directrices biológicas» en esta misma sección.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

¿Cuál es el destino biológico del plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección usted será capaz de:

- Describir la forma en que el plomo es incorporado, distribuido y almacenado en el cuerpo.
- Identificar la vida media del plomo en la sangre.

Introducción

La absorción y el destino biológico del plomo una vez que ha ingresado al cuerpo humano dependen de una serie de factores que incluyen el estado nutricional, la salud y la edad del individuo.

- Típicamente, los adultos absorben el 20% del plomo ingerido.
- El tracto respiratorio bajo absorbe la mayor parte del plomo que es inhalado.
- La mayor parte del plomo que entra al cuerpo se excreta por medio de la orina o a través de la evacuación biliar (en última instancia a través de las heces).

Un factor adicional a considerar es la forma química en la que el plomo, o los compuestos de plomo, entran al cuerpo.

- El plomo inorgánico, la forma más común de plomo, no se metaboliza en el hígado.
- Casi todo el plomo orgánico que se ingiere, se absorbe.
- Los compuestos de plomo orgánico (cada vez más escasos hoy en día debido a la prohibición de los aditivos con plomo de la gasolina, ordenada por la EPA) se metabolizan en el hígado.

El plomo absorbido que no se excreta, se intercambia entre tres agentes:

1. La sangre.
2. Los tejidos mineralizantes (huesos y dientes), que contienen típicamente la mayor parte de la carga corporal de plomo.
3. Los tejidos blandos (hígado, riñones, pulmones, cerebro, bazo, músculos y corazón).

A continuación se revisan estos agentes, y la dinámica de los intercambios que se establecen entre ellos.

El plomo en la sangre

Aunque la sangre generalmente lleva una fracción pequeña de la carga corporal total de plomo, actúa como el receptáculo inicial del plomo absorbido, y lo distribuye por todo el cuerpo, haciéndolo que esté disponible para otros tejidos (o bien para que sea excretado).

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

- La vida media del plomo en la sangre de un humano adulto es de 28 (Griffin *et ál.* 1975 citado en ATSDR 2005) a 36 días (Rabinowitz *et ál.* 1976 citados en ATSDR 2005).
- Aproximadamente el 99% del plomo sanguíneo está asociado a los glóbulos rojos; el 1% restante se queda en el plasma sanguíneo (DeSilva 1981; EPA, 1986a; Everson y Patterson, 1980, citados en ATSDR, 1999).
- Además, mientras más alta sea la concentración de plomo en la sangre, mayor será el porcentaje de plomo en el plasma. Esta relación es curvilínea—los niveles de plomo en sangre aumentan conforme aumentan los niveles en el plasma.

El plomo en la sangre también es importante puesto que el análisis que mide el nivel de plomo en la sangre es la herramienta más usada para medir la exposición al plomo.

- Estos exámenes, sin embargo, no miden la carga corporal total—más bien dan una idea de la exposición reciente y de la exposición continua al plomo (véase la sección titulada "*Evaluación de Laboratorio*" para más detalles).

Plomo en tejidos mineralizantes (huesos y dientes)

Los huesos y los dientes de los adultos contienen cerca del 94% de la carga corporal total de plomo, mientras que en los niños esta cantidad se aproxima al 73% (Barry 1975 citado en ATSDR 2005). Sin embargo, el plomo que se encuentra en los tejidos mineralizantes no se distribuye de manera uniforme. Tiende a acumularse en las regiones óseas que presentan una mayor calcificación en el momento de la exposición.

- Las tasas de calcificación de los huesos tanto en la niñez como en la adultez sugieren que la acumulación de plomo ocurrirá principalmente en el hueso cortical y en el hueso trabecular durante la adultez (Auf der Heide y Wittmets 1992; citados en ATSDR 1999).
- Existe un nuevo análisis que mide el plomo en hueso (se conoce como K-XRF, o fluorescencia K de rayos X), tomando mediciones de los niveles de plomo en el hueso trabecular de la rótula o en el hueso calcáneo y en el hueso cortical de la tibia. Sin embargo, en la actualidad este análisis se está usando principalmente para fines de investigación.

Parecen existir dos compartimentos fisiológicos para el plomo en el hueso cortical y en el trabecular (ATSDR, 2005; ATSDR, 2000):

- El componente inerte, que almacena el plomo durante décadas
- El componente voluble, que fácilmente intercambia plomo depositado en el hueso con la sangre.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Bajo ciertas circunstancias, el plomo inerte abandonará los huesos y volverá a entrar a la sangre y a los órganos de tejidos blandos.

- La movilización del plomo desde los huesos hacia la sangre aumenta durante el embarazo, la lactancia, la menopausia, el desequilibrio fisiológico, la enfermedad crónica, el hipertiroidismo, la enfermedad renal, las fracturas óseas y con la edad avanzada, todos los cuales se ven exacerbados por una deficiencia de calcio.
- Es por esto que la reserva de plomo inerte reviste un riesgo especial: constituye una fuente endógena de plomo que puede mantener los niveles de plomo en la sangre elevados aunque la exposición haya cesado tiempo atrás.

Implicaciones del destino biológico del plomo

Debido a que el plomo proveniente de exposiciones anteriores puede acumularse en los huesos (constituyéndose en una fuente endógena) los síntomas o efectos sobre la salud pueden aparecer aunque el paciente no esté expuesto al plomo en el momento presente.

- En la mayoría de los casos, los niveles tóxicos de plomo en la sangre son una mezcla de, por un lado, una exposición actual al plomo, y por otro, una contribución de plomo endógeno proveniente de exposiciones anteriores.
- Una exposición aguda a niveles altos de plomo puede provocar un aumento a corto plazo en los niveles de plomo en la sangre y así mismo causar los síntomas de envenenamiento por plomo.
- Por lo tanto, es de suma importancia que el médico de atención primaria evalúe a un paciente potencialmente intoxicado con plomo, examine si ha estado expuesto al plomo en el pasado o en el presente, y busque otros factores que puedan afectar la biocinética del plomo (como es el caso de los embarazos y una alimentación deficiente).

Puntos clave

- Una vez que está en el torrente sanguíneo, el plomo se distribuye en 3 agentes principalmente---la sangre, los tejidos blandos y los tejidos mineralizantes. Los huesos y los dientes de los adultos contienen más del 95% del plomo total del cuerpo.
- Cuando el cuerpo está sufriendo desequilibrio (particularmente en el embarazo y en la lactancia), el cuerpo puede movilizar el plomo almacenado en los huesos, provocando un incremento en los niveles sanguíneos de plomo.
- El cuerpo acumula el plomo a lo largo de la vida y lo libera normalmente de manera muy lenta.
- Tanto las exposiciones al plomo *pasadas* y *presentes* aumentan los riesgos de que un paciente presente los efectos adversos del plomo.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Verificación de progreso 6. ¿Cuál es la vida media aproximada del plomo en la sangre?

- A. 7 días.
- B. 30 días.
- C. De 3 a 6 meses.
- D. Un año.

Para una revisión de contenido, consulte "El plomo en la sangre" en esta misma sección.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Cuáles son los efectos fisiológicos de la exposición al plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Describir cómo el plomo afecta a niños y adultos de diferente manera.
- Describir los principales efectos fisiológicos de la exposición crónica, a bajos niveles, al plomo.
- Describir los principales efectos fisiológicos de la exposición aguda, a altos niveles, al plomo.

Introducción

No se conoce ningún uso del plomo en el cuerpo humano, aunque su presencia puede provocar efectos tóxicos, independientemente de cuál sea la vía de exposición.

- La toxicidad del plomo puede afectar a cualquier sistema del cuerpo.
- A nivel molecular, los mecanismos de toxicidad propuestos involucran procesos bioquímicos fundamentales. Entre ellos se incluye la habilidad que tiene el plomo para inhibir o mimetizar las acciones del calcio (situación que puede afectar cualquier proceso dependiente de o relacionado con el calcio). También se incluye su capacidad para interactuar con ciertas proteínas (incluyendo aquellas que tengan grupos carboxilo, amino, sulfidrido y fosfato) (ATSDR 2005).

Se debe enfatizar que *posiblemente no haya un umbral* a partir del cual se empiecen a observar los efectos adversos en la salud de los niños.

- El profesional de la salud debe distinguir los síntomas clínicos manifiestos y los efectos en la salud asociados a niveles de exposición altos.
- No obstante, el que no estén presentes los síntomas manifiestos no significa que “no hay un envenenamiento por plomo.”
- Niveles de exposición bajos pueden traer asociados efectos sutiles adversos para la salud.
- Algunos investigadores proponen que el plomo contribuye de una manera significativa a problemas socio-conductuales como la delincuencia juvenil y los crímenes violentos (Needleman 2002, Nevin 2000).
- Es importante prevenir todas las exposiciones al plomo.

Aunque el principal y más inmediato motivo de preocupación por la salud de los niños expuestos al plomo es de carácter neurológico, hay que recordar que el envenenamiento por plomo en la niñez puede tener implicaciones negativas en la salud futura de las personas. Entre estas implicaciones podemos mencionar daños renales, hipertensión, problemas reproductivos y problemas con el desarrollo de los hijos (véase más adelante). Las secciones que siguen describen algunos efectos fisiológicos asociados a los principales sistemas del cuerpo y a sus funciones.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

**Efectos
neuroológicos**

El sistema nervioso es el sistema más sensible a la exposición al plomo.

- Quizás no haya para el plomo un umbral mínimo que indique el inicio de efectos neuroológicos adversos en los niños.
- Se han detectado daños neuroológicos a niveles de exposición que antes se consideraba que no causarían daño (<10 µg/dL) (Canfield 2003; CDC 1997a).
- Los médicos deberían sospechar de exposición al plomo en niños puesto que en ocasiones niños asintomáticos han experimentado efectos neuroológicos asociados a la exposición al plomo.

Niños

La exposición aguda a niveles muy altos de plomo puede provocar encefalopatía en niños y otros signos asociados como:

- ataxia
- coma
- convulsiones
- la muerte
- hiperirritabilidad
- estupor

En el caso de los niños, los niveles de plomo en sangre asociados con encefalopatía, varían de una investigación a otra, pero parece haber consenso que niveles de entre 70-80 µg/dL (o valores superiores a éstos) son indicativos de un riesgo serio (ATSDR 2005).

- Aunque no se presenten síntomas de encefalopatía, estos niveles se encuentran asociados a incidencias mayores de daños neuroológicos y conductuales duraderos (ATSDR 2005).

A niveles de exposición mucho más bajos, los niños sufren otros efectos neuroológicos.

- Los efectos adversos pueden presentarse a niveles bajos de plomo en sangre, de menos de 10 µg/dL en algunos casos, y posiblemente no se puedan detectar mediante una exploración clínica.
- Por ejemplo, algunas investigaciones revelan que, por cada aumento de 10 µg/dL en los niveles de plomo en sangre, se presentaba una baja de cuatro a siete puntos en el valor del coeficiente intelectual de los niños expuestos (Yule *et al.*, 1981; Schroeder *et al.*, 1985; Fulton *et al.*, 1987; Landsdown *et al.* 1986; Hawk *et al.* 1986; Winneke *et al.* 1990 citados en AAP 1993).
- Existe una gran evidencia que asocia un decremento en el desempeño del coeficiente intelectual y otros efectos neuropsicológicos con la exposición al plomo.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- Existe también evidencia de que el desorden de déficit de atención e hiperactividad (ADHD) y la discapacidad auditiva en los niños aumentan al subir los niveles de plomo en sangre, y de que la exposición al plomo puede desequilibrar y dañar la función de los nervios periféricos (ATSDR 2005).
- Algunos de los efectos neurológicos del plomo pueden persistir hasta la adultez.

Adultos

Puede haber una diferencia en cuanto a los efectos neurológicos entre un adulto expuesto al plomo en la edad adulta y un adulto expuesto al plomo en su niñez, puesto que en este último caso su cerebro se estaba desarrollando.

- Los efectos neurológicos en los niños, incluyendo el ADHD, pueden persistir en la edad adulta. Los adultos expuestos al plomo pueden experimentar también muchos de los síntomas neurológicos de los niños expuestos, aunque los umbrales para los adultos tienden a ser más altos.

La encefalopatía causada por el plomo puede presentarse e niveles extremadamente altos de plomo en sangre, p. ej. 460 µg/dL (Kehoe 1961 citado en ATSDR 2005).

- Algunos precursores de la encefalopatía, como matidez, irritabilidad, un bajo lapso de atención, temblores musculares y pérdida de memoria, pueden presentarse a niveles menores de plomo en sangre.

Se han informado *efectos neurológicos y conductuales* menos severos en trabajadores expuestos al plomo que presentan niveles de plomo en sangre de entre 40 y 120 µg/dL (ATSDR 2005). Estos efectos incluyen:

- Disminución de la libido.
- Depresión/cambios de estado de ánimo, dolor de cabeza.
- Disminución del desempeño cognitivo.
- Disminución en la destreza de las manos.
- Disminución en los tiempos de reacción.
- Disminución en el desempeño visual motor.
- Mareos.
- Fatiga.
- Tendencia a olvidar cosas.
- Problemas de concentración.
- Impotencia.
- Nerviosismo creciente.
- Irritabilidad.
- Letargo.
- Malestar.
- Parestesias.
- Reducción en los valores del coeficiente intelectual.
- Debilidad.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Existe también evidencia de que la exposición al plomo puede afectar el balance postural de los adultos y la función de los nervios periféricos (ATSDR 1997a, b; Arnvig *et ál.* 1980; Haenninen *et ál.* 1978; Hogstedt *et ál.* 1983; Mantere *et ál.* 1982; Valciukas *et ál.* 1978 citados en ATSDR 1999).

Los trabajadores que han estado expuestos de una manera crónica a altos niveles de plomo pueden presentar los signos clásicos de envenenamiento por plomo, como una más lenta conducción nerviosa y una debilidad en el músculo extensor del antebrazo (muñeca caída).

**Efectos
renales**

Muchas investigaciones revelan la existencia de una fuerte asociación entre la exposición al plomo y efectos renales (ATSDR, 1999).

- Una exposición aguda a altas dosis de plomo puede causar un daño de la función del túbulo contorneado proximal, lo cual se manifiesta en aminoaciduria, glucosuria e hiperfosfaturia (un síndrome parecido al de Fanconi). Estos efectos aparentemente son reversibles (ATSDR 1999).
- No obstante, las exposiciones continuas o repetitivas al plomo pueden provocar un desequilibrio tóxico en el riñón. Si esta situación no se corrige, se puede desarrollar una nefropatía asociada al plomo, comúnmente crónica e irreversible (p. ej., nefritis intersticial crónica).

No se conoce cual es el nivel más bajo en el cual el plomo ejerce un efecto adverso sobre el riñón.

- La mayoría de los efectos renales documentados para trabajadores ocupacionales han sido observados en exposiciones agudas a dosis altas, y en exposiciones crónicas a dosis moderadas-altas (nivel de plomo en sangre > 60 µg/dL).
- En la actualidad, no existen indicadores sensibles y de detección temprana (p. ej., marcadores biológicos) que puedan predecir o indicar el daño renal por plomo (ATSDR 2000). La creatinina sérica y la evacuación de creatinina se utilizan como indicadores posteriores
- Sin embargo, ciertos marcadores biológicos urinarios del túbulo proximal (p. ej., NAG) se muestran elevados en exposiciones actuales, aún a niveles de plomo en sangre menores a 60 µg/dL. Algunas investigaciones basadas en la población muestran aumentos acelerados en la creatinina sérica o decrementos en la evacuación de creatinina a niveles de plomo en sangre menores a 60 µg/dL (Staessen *et ál.* 1992; Kim *et ál.* 1996; Payton *et ál.* 1994; Tsaih *et ál.* 2004).

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Los efectos latentes de exposición al plomo durante la niñez, y que se manifiestan años después, pueden dar lugar a algún tipo de enfermedad renal crónica avanzada o a una disminución en la función renal.

- En los niños, los efectos renales provocados por una exposición aguda al plomo parecen ser reversibles, habiendo una recuperación dos meses después de haber iniciado el tratamiento (Chisolm *et ál.* 1976).
- El tratamiento de la nefropatía causada por una exposición aguda al plomo aparentemente ayuda a prevenir la evolución de la nefritis intersticial crónica (Weeden *et ál.* 1986).

Hay que mencionar que la enfermedad renal en etapa terminal e inducida por plomo es un acontecimiento relativamente raro entre la población. Verificación de progreso.

- La enfermedad renal puede ser asintomática hasta que pasa a etapas más tardías, y quizás no pueda detectarse si no es por medio de análisis.
- Puesto que una exposición excesiva de plomo, tanto anterior o actual, puede ser un agente causal de la enfermedad renal asociada a hipertensión esencial (ATSDR 1999), los proveedores de atención primaria deben vigilar cuidadosamente la función renal de sus pacientes que sufran de hipertensión y que tengan datos de haber estado expuestos al plomo en el pasado (Vea la sección titulada *Efectos de hipertensión*).

Es posible que la exposición al plomo contribuya también a la "gota saturnínica," que puede presentarse por una hiperuricemia inducida por plomo, debido a una menor excreción renal de ácido úrico.

- En una investigación, se reveló que más del 50% de los pacientes con nefropatía causada por plomo también sufrían de gota (Bennett 1985 citado en ATSDR 2000).
 - La gota saturnínica se caracteriza por provocar ataques menos frecuentes que la gota primaria. La gota asociada al plomo puede ocurrir en mujeres premenopáusicas, algo que no es común en la gota no asociada al plomo (Goyer 1985, citado en ATSDR 2000).
 - Una investigación de Batuman *et ál.* (1981) sugiere que la enfermedad renal es más frecuente y más intensa en los pacientes con gota saturnínica que en pacientes con gota primaria.
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Efectos hematológicos El plomo inhibe la habilidad del cuerpo para fabricar hemoglobina, al interferir con varios pasos enzimáticos de la ruta del grupo hemo.

- Específicamente, el plomo disminuye la biosíntesis del grupo hemo al inhibir la deshidratasa del ácido D-aminolevulínico (ALAD) y la actividad de la ferroquelatasa.
- La ferroquelatasa, encargada de catalizar la inserción del hierro en la protoporfirina IX, es muy sensible al plomo.
- Una disminución en la actividad de esta enzima provoca un aumento del sustrato, la protoporfirina eritrocitaria (EP) en los glóbulos rojos (también puede encontrarse en la forma ZPP— unida al zinc en lugar de al hierro).
- Un aumento en el ácido D-aminolevulínico (ALA) en plasma y en sangre, así como un aumento en las protoporfirinas eritrocitarias libres (FEP) son eventos asociados a la exposición al plomo (EPA 1986a citada en ATSDR 1999).

La EPA consideró que el nivel umbral de plomo en sangre asociado a una disminución de hemoglobina es de 50 µg/dL para adultos expuestos en el lugar de trabajo y de 40 µg/dL para los niños. No obstante, otras investigaciones indican un umbral menor (p. ej., 25 µg/dL) para niños (EPA 1986b citada en ATSDR 1999; ATSDR 1999).

- Datos recientes señalan que el nivel de protoporfirina eritrocitaria (EP), que se ha utilizado anteriormente para analizar la toxicidad del plomo, no es lo suficientemente sensible a niveles bajos de plomo en sangre. Por tanto, no es un análisis tan útil como se creía anteriormente (Vea la sección titulada *Evaluación de laboratorio* para una discusión más a fondo de los análisis de EP.)

El plomo puede provocar dos tipos de anemia, comúnmente acompañadas de punteado basófilo de los eritrocitos (ATSDR 1999).

- La exposición aguda a niveles altos de plomo está asociada a la anemia hemolítica.
- La anemia franca no es una manifestación temprana de la exposición al plomo y se hace evidente solo cuando los niveles de plomo en sangre se elevan por periodos prolongados.
- La exposición crónica al plomo induce la anemia al interferir con la biosíntesis del grupo hemo y al disminuir la supervivencia de los glóbulos rojos.
- La anemia asociada al envenenamiento por plomo es hipocrómica, y normo o microcítica con reticulocitosis asociada.

La ruta de síntesis del grupo hemo, que se ve afectada por el plomo, está

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

involucrada en muchos otros procesos corporales, que incluyen las rutas neurológica, renal, endocrina y hepática.

- Existe una preocupación sobre el significado y las posibles secuelas de estos cambios bioquímicos y enzimáticos que puedan presentarse a niveles menores de plomo.

Efectos endocrinos

Ciertos estudios de niños expuestos a altos niveles de plomo revelan que existe una fuerte correlación inversa entre los niveles de plomo en sangre y los niveles de vitamina D.

- El plomo impide la conversión de la vitamina D en su forma hormonal, la 1,25-dihidroxitamina D, responsable del mantenimiento de la homeostasis del calcio extracelular e intracelular.
- Una reducción de la 1,25-dihidroxitamina D puede dificultar el crecimiento celular, la maduración, y el desarrollo de huesos y dientes.
- En general, estos efectos adversos parecen estar restringidos a niños con niveles de plomo en sangre crónicamente altos (más destacados en niños con niveles de plomo en sangre $>62 \mu\text{g/dL}$) y con deficiencia nutricional crónica, especialmente referida al calcio, fósforo y vitamina D (Koo *et al.* 1991 citados en ATSDR 1999).
- No obstante, Rosen *et al.* (1980) encontraron que, en niños expuestos al plomo con valores de plomo en sangre de 33-55 $\mu\text{g/dL}$, los niveles de la 1,25-dihidroxitamina D bajaron a niveles similares a los de niños con insuficiencia renal intensa.
- Aparentemente, el plomo tiene un mínimo efecto sobre la función tiroidea.

Efectos gastro-intestinales

- En casos severos de envenenamiento por plomo, niños y adultos pueden presentar dolores abdominales severos que pueden confundirse con un abdomen agudo o con una apendicitis.

Efectos cardiovascular-vasculares (Hipertensión)

La hipertensión es una enfermedad compleja que tiene muchas diferentes causas y muchos factores de riesgo, incluyendo la edad, el peso, la dieta y los hábitos de ejercicio.

- La exposición al plomo es uno de muchos factores que pueden contribuir a la aparición y al desarrollo de la hipertensión.
- Aunque existe una asociación baja entre la hipertensión y niveles bajos de exposición al plomo (niveles de plomo en sangre $<30 \mu\text{g/dL}$), existen estudios recientes que revelan que exposiciones más altas (principalmente ocupacionales) aumentan el riesgo de sufrir enfermedad hipertensa coronaria y enfermedad cerebrovascular.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

- Una investigación reveló que los adultos que sufrieron de envenenamiento por plomo en la niñez tenían un riesgo significativamente más alto de sufrir de hipertensión 50 años después (comparado con adultos del grupo control que no habían estado expuestos al plomo en su niñez) (Hu, 1991, citado en ATSDR 2000). La asociación se ha demostrado en estudios basados en poblaciones con niveles de plomo en sangre inferiores a 10 µg/dL. Existen datos que corroboran la asociación existente entre la exposición al plomo y aumentos en la presión sanguínea (Victory *et ál.* 1988; Schwartz 1995 citados en ATSDR 2000; Korrick *et ál.* 1999; Hu *et ál.* 1996).
- Se estima que, considerando a la población, el plomo sanguíneo puede explicar de un 1% a un 2% de la varianza en la presión arterial (ATSDR 2000). Debido a la alta prevalencia de la hipertensión—por todas las causas, en poblaciones generales—esto podría aumentar la incidencia de la hipertensión de una manera significativa.

Efectos reproductivos

Los efectos en el aparato reproductor incluyen la cuenta de espermatozoides, la fertilidad y los resultados de embarazos. Aunque algunas investigaciones han implicado al plomo como un factor con efectos reproductivos y en el desarrollo, estos efectos no se han establecido para niveles bajos de exposición.

Efectos reproductivos en hombres

Investigaciones recientes sobre función reproductiva sugieren que las exposiciones actuales al plomo disminuyen las cuentas totales de espermatozoides y aumentan las cantidades de espermatozoides anormales (Alexander *et ál.* 1996; Gennart *et ál.* 1992; Lerda 1992; y Lin *et ál.* 1996 citados en ATSDR 2000; Telisman *et ál.* 2000).

- Estos efectos pueden presentarse desde niveles de plomo en sangre de 40 µg/dL (ATSDR 2005).
- La exposición a largo plazo al plomo (independientemente de los niveles actuales de exposición al plomo) también puede provocar una disminución de las concentraciones de espermatozoides, de la cuenta total de espermatozoides, y de la motilidad total de estas células (Alexander *et ál.* 1996 citado en ATSDR 2000).
- No está claro aún cuánto tiempo pueden durar estos efectos en los humanos, aún y cuando ya haya pasado el periodo de exposición.

Fertilidad

Hoy en día no es posible predecir los resultados en los embarazos basándose en los niveles de plomo en sangre actuales o en los niveles de

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

exposición en el pasado (ATSDR 2000).

Resultados en el embarazo

No está muy claro cuál es el efecto de las exposiciones a niveles bajos de plomo sobre los resultados del embarazo. Parece ser que a niveles de exposición más altos (p. ej., en situaciones ocupacionales) la evidencia marca una clara asociación entre el plomo y resultados adversos en el embarazo. Esta asociación se torna ambigua cuando se considera el caso de mujeres expuestas a niveles ambientales más bajos de plomo. Los datos relacionados con los niveles de exposición están incompletos, posiblemente como resultado de mayores exposiciones que las que se encuentran en la industria del plomo.

- Algunas investigaciones en las que se comparaban mujeres que vivían cerca de fundiciones de plomo y mujeres que vivían alejadas de las mismas, sí revelaron una frecuencia creciente de abortos espontáneos (Nordstrom *et ál.* 1979) de abortos y de niños que nacieron muertos (Baghurst *et ál.* 1987; McMichael *et ál.* 1986).
- Por el contrario, Murphy *et ál.* (1990) evaluaron los resultados en embarazos anteriores entre las mujeres que vivían cerca de una fundición de plomo y no encontraron un aumento en el riesgo de abortos espontáneos entre el grupo expuesto al plomo y el grupo no expuesto.
- Las mujeres con un nivel de plomo en sangre de 5-9 µg/dL tenían una probabilidad 2 o 3 veces mayor de tener un aborto espontáneo que las mujeres con niveles de plomo en sangre menores a 5 µg/dL (Borja-Aburto *et ál.* 1999).

Efectos en el desarrollo

Los efectos en el desarrollo examinados en la literatura incluyen a los resultados en el embarazo (p. ej., nacimientos prematuros y bajo peso al nacer), anomalías congénitas, y efectos posteriores al nacimiento en lo referente al desarrollo neurológico y al crecimiento.

- Hay una evidencia creciente de que el plomo, capaz de cruzar fácilmente la placenta, afecta de manera adversa la viabilidad del feto así como el desarrollo fetal y el desarrollo en la niñez temprana.
- La exposición prenatal a niveles bajos de plomo (niveles de plomo en sangre de 14 µg/dL en la madre) pueden aumentar el riesgo de tener niños con bajo peso al nacer y de nacimientos prematuros (ATSDR 1999).
- Aunque se conoce que el plomo es un teratógeno animal, la mayor parte de las investigaciones en humanos no han encontrado una asociación entre los niveles de plomo y malformaciones congénitas.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- Una investigación hecha por Needleman *et ál.* (1984) encontró correlaciones entre la creciente exposición prenatal al plomo y un incremento en el riesgo de sufrir anomalías congénitas menores (p. ej., anomalías menores en la piel y testículos no descendidos).
- No se ha encontrado una asociación entre la exposición prenatal al plomo y anomalías congénitas mayores (Ernhart *et ál.* 1985, 1986; McMichael *et ál.* 1986).
- En un estudio retrospectivo, se encontró que padres biológicos que habían sufrido envenenamiento por plomo cuando eran niños 50 años antes, tenían hijos en edad escolar que presentaban una mayor proporción de problemas de aprendizaje (Hu 1991).

Otros efectos potenciales

Se ha relacionado al plomo con problemas de desarrollo y salud óseos. A niveles altos, el plomo puede provocar una reducción en el crecimiento de los niños.

- Existen investigaciones que demuestran que los animales expuestos al plomo es más probable que sufran de osteoporosis (huesos débiles en etapas posteriores de la vida). Puzas (1992) ha revisado esta situación. Aunque esta asociación no se ha establecido para los seres humanos, es posible que al examinar más de cerca a los individuos expuestos al plomo, se encuentre un nuevo factor de riesgo para esta enfermedad.
- Investigaciones que se están desarrollando actualmente quizás arrojen más luz en el futuro sobre los impactos potenciales del plomo en la osteoporosis (salud ósea).

Los datos disponibles actualmente no son suficientes para determinar la carcinogenicidad del plomo en seres humanos.

- La EPA clasificó al plomo elemental y a los compuestos de plomo inorgánico como pertenecientes al Grupo 2B: probables carcinógenos humanos (ATSDR 1999). Esta clasificación está basada en parte en estudios con animales, lo que le ha acarreado críticas puesto que las dosis de plomo que se administraron eran extremadamente altas (ATSDR 1999).
- El Programa Nacional de Toxicología clasifica al plomo y a los compuestos de plomo como “razonablemente y de manera anticipada, como cancerígenos” (NTP 2004).
- La asociación de la exposición ocupacional al plomo con un riesgo creciente de cáncer es de naturaleza limitada, puesto que estos estudios—que examinaron primordialmente a las fundiciones de plomo—involucraron también la exposición a otros metales como el arsénico, cadmio, antimonio, y otros tóxicos relacionados con el tabaquismo de los trabajadores (Cooper 1976 y IARC 1987).

Los científicos están investigando actualmente los efectos del plomo en la

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

salud de los dientes.

- Un estudio reveló que la exposición prenatal y peri-natal al plomo aumentó la prevalencia de caries en cachorros de rata hasta casi un 40% (Watson 1997).
- Hay estudios epidemiológicos humanos que sugieren una asociación entre la exposición al plomo y la caries, aunque esto todavía no está bien establecido (Bowen 2001).

Puntos clave

- Los efectos en los niños generalmente se manifiestan a niveles de plomo más bajos que en los adultos.
- El sistema nervioso en desarrollo de los niños puede verse afectado negativamente con niveles de plomo en sangre menores a 10 µg/dL. Casi siempre es imposible determinar estos efectos con una simple exploración clínica.
- Hay un amplio rango de efectos neurológicos que se asocian con la exposición al plomo. Algunos de estos efectos probablemente sean irreversibles.
- La exposición al plomo puede causar daños renales como síndromes parecidos al de Fanconi, nefropatía crónica y gota.
- La mayoría de los daños renales asociados al plomo son resultado de una exposición crónica en curso o de una exposición aguda presente. También pueden deberse a un efecto latente de una exposición antigua de carácter crónico.
- El plomo inhibe varias enzimas que son críticas para la síntesis del grupo hemo, provocando una reducción de la hemoglobina sanguínea.
- Hoy en día, es raro que los niños expuestos al plomo se vean afectados por una anemia franca.
- La interferencia que causa el plomo con la síntesis del grupo hemo puede afectar a otros procesos dependientes de este grupo, los cuales pueden encontrarse fuera del sistema hematopoyético.
- El plomo interfiere con una forma hormonal de la vitamina D, la cual afecta múltiples procesos del cuerpo, incluyendo la maduración celular y el crecimiento del esqueleto.
- La exposición al plomo puede provocar un aumento en el riesgo de sufrir hipertensión y sus secuelas.
- Hay evidencias que sugieren que hay una asociación entre la exposición al plomo y ciertos resultados reproductivos y de desarrollo.
- El plomo de la sangre materna, proveniente de fuentes exógenas o endógenas, puede cruzar la placenta y poner al feto en riesgo.
- Se están estudiando otros efectos potencialmente adversos del plomo en la salud humana.

Verificación de progreso

7. ¿Cómo difieren los efectos del plomo en niños y en adultos?

A. Los efectos en los niños tienen una mayor probabilidad de ser

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

reversibles.

- B. Los adultos sufren más daños neurológicos.
- C. Los niños tienen una menor probabilidad de volverse anémicos.
- D. Los efectos empiezan a niveles de exposición más altos en los adultos que en los niños.

Para una revisión de contenido, consulte "Adultos" en esta misma sección.

8. La toxicidad del plomo puede afectar a:

- A. Los riñones y el cerebro.
- B. El desarrollo neurológico y el coeficiente intelectual de los niños.
- C. La cuenta de espermatozoides.
- D. Todas las anteriores.

Para una revisión de contenido, consulte "Efectos neurológicos", "Niños", "Efectos renales" y "Efectos reproductivos" en esta misma sección.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Cómo deben evaluarse los pacientes expuestos al plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Describir las recomendaciones de los CDC para la revisión de sangre.
- Describir características clave de los antecedentes de exposición al plomo.
- Nombrar los síntomas de la toxicidad del plomo a dosis bajas.
- Describir cómo pueden variar los síntomas y la dosis de exposición.
- Describir características clave de la exploración física.

Introducción

Puesto que es posible que existan niños expuestos a niveles de plomo que pueden afectar negativamente su salud, sin que presenten síntomas clínicos, es primordial que los proveedores de atención primaria adopten un enfoque preventivo que les permita determinar cuáles de sus pacientes pueden estar en riesgo.

Los proveedores de atención primaria pueden hacer esto por medio de preguntas que evalúen la posibilidad de que su paciente esté expuesto al plomo. También pueden seguir los protocolos estatales de exploración. Si hay la presunción de exposición, el médico debe ordenar un análisis que mida los niveles de plomo en sangre.

El enfoque de esta sección se sitúa en los análisis preventivos, la exploración física, y los indicios y síntomas. Los exámenes de laboratorio recomendados se discuten en la sección siguiente.

Evaluación preventiva y revisión

El proveedor de atención primaria puede identificar a individuos expuestos a niveles de plomo potencialmente peligrosos aún antes de que se manifiesten los síntomas de envenenamiento por plomo. Es crucial que el proveedor de atención primaria revise apropiadamente a sus pacientes, los administre, y proponga las intervenciones adecuadas en los campos nutricional y ambiental.

Generalmente, se reconoce que se está ante un caso de exposición al plomo inmediatamente después de que un proveedor de atención primaria ha informado niveles altos de plomo en sangre en un paciente.

- En el caso de niños, los CDC recomiendan que los estados desarrollen planes para analizar su nivel de plomo en sangre (CDC 1997a).
- Tales planes y prácticas varían de estado a estado (NCHH 2001) y pueden recomendar analizar a todos los niños de 1 a 2 años que vivan en áreas de alto riesgo, y a todos los niños de hasta 7 años que no hayan sido analizados antes. De manera alterna, esos planes pueden recomendar análisis selectivos, basándose en las respuestas que den los individuos a ciertas preguntas que se enfoquen a determinar el riesgo (p. ej., tipo de casa, edad de la

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

casa, si la familia del paciente está en Medicaid—programa de asistencia sanitaria a personas sin recursos)

- Algunos departamentos de salud locales, como el de la ciudad de Chicago, recomiendan realizar análisis a partir de los 6-9 meses de edad y repetirlos cada 6 meses.
- Usted puede contactar al departamento de salud de su localidad o de su estado para ver si su estado tiene un plan de rastreo de plomo.
- Si su paciente pediátrico cae en la categoría de Medicaid, en la cual se recomienda el rastreo de plomo, es importante que usted siga las directrices correspondientes y mande hacer análisis al paciente. Es igualmente importante informar cualquier resultado positivo a la(s) agencia(s) correspondiente(s).
- Para los adultos expuestos en su lugar de trabajo, es necesario consultar la norma federal de plomo para ver cuál es el tipo de examen exigido y la frecuencia a la que hay que tomarlo. En el lugar de trabajo, se pueden realizar exámenes de vigilancia médica para determinar el nivel de plomo en sangre, siguiendo las regulaciones de la OSHA (www.osha.gov/SLTC/lead/). Sin embargo, al evaluar al paciente, el proveedor de atención primaria debe saber si tal paciente está expuesto en su lugar de trabajo al plomo, y si ya se le están realizando análisis para determinar el nivel de plomo en sangre.

Preguntas sobre el riesgo de exposición al plomo

Si no existen guías médicas de rastreo de plomo, elaboradas por el departamento de salud, lo primero que hay que hacer para identificar qué individuos están potencialmente expuestos al plomo es preguntarse si cualquiera de las vías de exposición al plomo es causa de preocupación en este caso particular. (En el estudio de caso inicial, el hecho de que el pediatra original no siguió esta línea de investigación se revela como una oportunidad perdida para tomar acciones preventivas apropiadas).

- Muchos departamentos de salud pueden facilitarle a los médicos cuestionarios de riesgo personal así como información sobre riesgos localizados, para ayudarlos en este proceso. (Vea la sección titulada "*Fuentes de información*").
- Otro recurso útil es la publicación de los CDC titulada "*Gestión de niveles elevados de plomo sanguíneo en niños pequeños*" (CDC 2002).

A continuación se presentan algunas cuestiones que un médico puede discutir con el paciente y/o con su familia. [Vea también el documento "*Estudios de Caso en Medicina Ambiental: Tomando un historial de exposición*" (ATSDR 1992)].

- Condición de las mascotas que viven en casa.
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- Fuente de agua potable y tipo de tuberías de la casa.
- Antecedentes de familia, incluyendo la posibilidad de que la madre o la familia hayan estado expuestas, y el uso potencial de medicinas inusuales o de remedios caseros.
- Frecuencia de visitas a casas o instalaciones construidas antes de 1950.
- Pasatiempos de todos los miembros de la familia.
- Actividades de remodelación del hogar.
- Localización, antigüedad y condiciones físicas del hogar actual, escuela, guardería, etc. (con la finalidad de detectar una exposición potencial a pintura con plomo, proximidad a instalaciones industriales, sitios de desechos peligrosos, y otras fuentes potenciales de plomo).
- Estado nutricional.
- Antecedentes ocupacionales de todos los habitantes de ese hogar.
- Condiciones de vida anteriores (es importante si el paciente ha vivido en otros países).
- Hermanos o compañeros de juego a quienes se les haya diagnosticado envenenamiento por plomo.
- Uso de cerámica importada o de cerámica vidriada.

El plomo es más dañino en los niños *menores de 6 años*.

- Se debe hacer un análisis de plomo en sangre a cualquier niño que presente un retraso en el desarrollo, un desorden conductual, una discapacidad en el habla, o que haya estado expuesto al plomo.
- También deberían someterse a análisis a los hermanos, compañeros de casa, compañeros de juego de niños en quienes se sospeche toxicidad al plomo.

Se debe realizar un análisis de plomo en sangre a cualquier individuo que tenga una exposición potencialmente alta al plomo.

- Estas personas (y/o sus padres) deben recibir educación sobre el plomo, incluyendo:
 - Intervenciones conductuales.
 - Consejos sobre cómo nutrirse apropiadamente.
 - Intervenciones ambientales (vea la sección titulada "*Tratamiento y Gestión*").
- Los médicos pueden considerar darle a los padres consejos anticipatorios prenatales y consejos antes de que un niño cumpla 1 año de edad.
- Los médicos deberían aprovechar los programas y los materiales impresos provistos por los departamentos de salud local y estatal al dar estos consejos.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Examen físico Además de la evaluación hecha mediante los antecedentes de familia y ambientales, y de los exámenes de niveles de plomo en sangre que se describieron anteriormente, los médicos deberían realizar un examen físico completo de los pacientes que se hallen bajo una exposición potencial al plomo.

Sin embargo, es importante recordar que el realizar un examen físico completo puede no ser suficiente para identificar efectos neurológicos sutiles, los cuales pueden asociarse a exposiciones de bajo nivel en niños.

El examen físico debe enfocarse especialmente a estos sistemas:

- neurológico
- hematológico
- cardiovascular
- gastrointestinal
- excretor

El proveedor de atención en salud debe asegurarse de:

- Evaluar cuidadosamente el sistema nervioso, incluyendo los cambios conductuales.
- Comprobar la presión arterial para evaluar si el paciente es hipertenso y poner especial atención al sistema excretor de aquellos pacientes que sufran de una presión elevada.
- Comprobar la presencia de una línea púrpura en las encías (línea de plomo). Esto ya casi no se ve, pero de estar presente, sería un indicador de envenenamiento por plomo severo y prolongado.

En los niños:

- Se debe hacer una evaluación y una documentación cuidadosa del funcionamiento del oído, del habla y de otros indicadores del desarrollo.
 - Es especialmente importante evaluar el estado nutricional de los niños pequeños puesto que las deficiencias de calcio y hierro promueven la absorción de plomo y el agravamiento de la pica.
 - El caso que se presentó al inicio de este documento ilustra otra oportunidad perdida: aunque había evidencia de que el niño presentaba retraso en su crecimiento (percentil 20) e indicadores relacionados con el habla descubiertos cuando el niño tenía 4 años, el médico no ordenó en ese momento ningún examen que midiese los niveles de plomo en sangre.
 - Está indicado el hacer exámenes neuroconductuales más profundos, e incluso el evaluar la posibilidad de ADHD cuando los exámenes neurológicos, indicadores del desarrollo, o los cambios conductuales así lo sugieran.
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Indicios y síntomas

La mayoría de los pacientes que sufren de envenenamiento por plomo son asintomáticos, y de allí la importancia de la evaluación a la exposición y del rastreo. Hay un continuo de indicios y síntomas, dependiendo del nivel y de la duración de la exposición al plomo (vea la tabla 4).

- A los bajos niveles de exposición actuales, la mayoría de los niños serán asintomáticos, aunque estos niveles tienen la capacidad de dañar la salud de niños y adultos. Al aumentar las dosis de exposición, la severidad de los síntomas también aumenta.
- Debido a las diferencias en la susceptibilidad individual, los síntomas a la exposición al plomo y su comienzo pueden variar.
- Los daños en ciertas habilidades pueden ocurrir a niveles de plomo en sangre de 10 a 25 µg/dL, mientras que valores de 35 a 50 µg/dL se presentan en niños sintomáticos intoxicados con plomo. Valores de 40 a 60 µg/dL se ven en adultos sintomáticos intoxicados.
- En los niños se observa una toxicidad intensa (dosis altas de exposición) en pacientes con valores 70 µg/dL o superiores. Lo mismo ocurre en adultos, pero en valores de 100 µg/dL.

Las habilidades comprometidas que pueden asociarse con la exposición al plomo en un paciente aparentemente asintomático se muestran en la **Tabla 4**. También se muestran los síntomas patentes de la toxicidad del plomo asociados a una exposición en curso. Para interpretar esta tabla, es importante recordar que:

- Algunas de las anormalidades hematológicas del envenenamiento por plomo son similares a las de otras enfermedades. En el diagnóstico diferencial de la anemia microcítica, se puede descartar el envenenamiento por plomo obteniendo la concentración de plomo en sangre venosa. Si el nivel de plomo en sangre es menor a 25 µg/dL, la anemia generalmente refleja una deficiencia de hierro o una hemoglobinopatía. Dos enfermedades raras, la porfiria intermitente aguda y la coproporfiria también causan anormalidades del grupo hemo, las cuales son parecidas a las de envenenamiento por plomo.
- Los pacientes con signos neurológicos debidos a exposición al plomo han sido tratados solo para neuropatía periférica o para el síndrome del túnel carpiano, retrasándose su tratamiento para envenenamiento por plomo.
- Las fallas al no diagnosticar correctamente la insuficiencia gastrointestinal inducida por plomo ha provocado que se lleven a cabo cirugías abdominales inadecuadas.
- Efectos actuales y adversos en la salud (p. ej., neurológicos y de desarrollo) pero debidos a exposiciones anteriores, pueden

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

necesitar de intervención. Esto ocurrirá si, por ejemplo, se necesita de educación especial o si todavía está presente el peligro de exposición, o si hay que prevenir que otras personas se expongan.

Recuerde que dividir los signos y los síntomas por dosis de exposición, de mayores a menores, es algo artificial—los signos y los síntomas generalmente aumentan al subir los niveles de plomo en sangre, pero en algunos individuos puede no haber concordancia con tales designaciones. Lo importante es que el médico reconozca que hay una exposición al plomo en curso, que interrumpa tal exposición, y que trate al paciente de una manera adecuada.

Tabla 4. Continuo de indicios y síntomas de exposición continua al plomo.	
<p>Indicios y síntomas a las dosis más bajas: habilidades dañadas (el paciente puede parecer asintomático)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja el aprendizaje y la memoria • Baja el coeficiente intelectual ("IQ") • Disminución en la habilidad verbal • Funciones del habla y auditivas comprometidas • Signos tempranos de hiperactividad o ADHD <p>Indicios y síntomas a dosis bajas de exposición</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mialgia o parestesia • Fatiga discreta • Irritabilidad • Letargo • Malestar abdominal ocasional 	<p>Indicios y síntomas a dosis moderadas de exposición</p> <ul style="list-style-type: none"> • Artralgia • Fatiga general • Dificultad para concentrarse/fatiga muscular • Temblores • Dolor de cabeza • Dolor abdominal difuso • Vómito • Pérdida de peso • Estreñimiento <p>Indicios y síntomas a dosis altas de exposición</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paresia o parálisis • Encefalopatía —puede ocasionar abruptamente convulsiones, cambios en la conciencia, coma y la muerte. • Línea de plomo (azul-negra) en el tejido gingival • Cólico (calambres abdominales severos e intermitentes)

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

Puntos clave

- Puesto que los niños pueden estar expuestos a niveles de plomo potencialmente adversos sin mostrar síntomas clínicos, es vital que los proveedores de asistencia primaria adopten una estrategia preventiva para determinar cuáles de sus pacientes se pueden encontrar en riesgo.
- El examen físico, aunque es importante para vigilar los efectos de la exposición al plomo, e incluso en algunos casos para identificar los síntomas del envenenamiento por plomo, no siempre deja ver por sí solo cuando un paciente se encuentre en riesgo de una exposición al plomo elevada.
- Los primeros signos del envenenamiento por plomo en los niños son comúnmente problemas neuroconductuales sutiles que afectan de manera adversa su comportamiento en el salón de clase y su interacción social.
- Las incapacidades en el desarrollo, en el habla y en la audición no son raros en los niños expuestos al plomo (ATSDR 2005).
- La mayoría de las personas con toxicidad al plomo no son abiertamente sintomáticas.
- Algunos de los efectos de la exposición al plomo en los diversos sistemas corporales (vea la sección titulada *Efectos Fisiológicos*) son permanentes o latentes y pueden manifestarse aún tiempo después de que terminó la exposición.

Verificación de progreso

9. Como parte de los antecedentes clínicos de exposición, usted debería buscar:
- A. Una posible exposición al plomo en el lugar de trabajo o al remodelar la casa.
 - B. Pasatiempos que tuvieran que ver con el plomo.
 - C. El uso de remedios caseros y cosméticos importados.
 - D. Todas las anteriores.

Para una revisión de contenido, consulte "Preguntas sobre el riesgo de exposición al plomo" en esta misma sección.

10. ¿Cómo debería examinarse a niños y adultos expuestos a niveles potencialmente altos de plomo?
- A. Una placa de rayos X de huesos largos.
 - B. Un ultrasonido.
 - C. Examen para determinar los niveles de plomo en sangre.
 - D. Todas las anteriores.

Para una revisión de contenido, consulte "Preguntas sobre el riesgo de exposición al plomo" en esta misma sección.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Qué exámenes pueden ayudar a diagnosticar la toxicidad del plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Nombrar cuál es el examen más útil para determinar la toxicidad del plomo.

Introducción

El examen de diagnóstico y rastreo más útil para medir exposiciones al plomo actual o reciente es el examen de nivel de plomo en sangre venosa (BLL, por sus siglas en inglés). Esto no es necesariamente cierto en el caso de exposiciones anteriores.

Niveles de plomo en la sangre

En el pasado se han usado diferentes exámenes para evaluar la exposición al plomo y/o para estimar los efectos de la exposición al plomo.

- El examen diagnóstico y de rastreo más útil para medir exposiciones al plomo actuales o recientes es el examen de nivel de plomo en sangre venosa. Esto no es necesariamente cierto en el caso de las exposiciones de tiempo atrás.
- Puesto que existe un riesgo mayor de contaminación al usar el método de punción digital, el obtener un nivel alto de BLL por este medio debe ser confirmado siempre con un examen de punción venosa (AAP 1993 y CDC 1997a).
- Los cambios abruptos o intermitentes en el consumo de plomo (por ejemplo la ingestión de hojuelas de pintura por parte de los niños) se reflejan relativamente rápido en el BLL. Inclusive, si los periodos de exposición son relativamente cortos, se observa una relación lineal entre los BLL y los niveles de consumo de plomo.
- No obstante, en el caso de personas sometidas a una exposición alta y crónica en el pasado, los BLL pueden no representar fielmente la carga total corporal, dado que la mayor parte del plomo se almacena en los huesos y puede estar presente en niveles "normales" en la sangre.
- Una excepción a lo anteriormente asentado está conformada por los pacientes que tienen una carga corporal elevada y se encuentran en desequilibrio fisiológico. En ellos se pueden presentar niveles altos de BLL debido a la liberación de plomo almacenado en los huesos.

La protoporfirina eritrocitaria (EP), que se analiza comúnmente como zinc protoporfirina (ZPP), se consideraba antes como el mejor examen para analizar a los niños asintomáticos. Sin embargo, hay datos recientes que indican que el examen EP/ZPP no es lo suficientemente sensible a niveles bajos de BLL. Por esta razón, no se considera hoy en día un examen de rastreo tan útil.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

En los últimos 30 años, ha habido, a nivel nacional, un descenso dramático en los niveles de plomo en sangre (BLL). Los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) más reciente (1999-2002) revelan que los BLL continúan a la baja en todas las edades y en todos los grupos étnicos/raciales. Verificación de progreso. Aunque los niños de color no hispanos presentaban niveles altos de BLL, este mismo grupo ha experimentado el descenso más marcado (72%) en BLL elevados desde el periodo 1991-1994 (CDC 2005).

- La prevalencia total de BLL elevados ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$) para la población Verificación de progreso se situó en el 0.7 por ciento (CDC 2005).
- El valor promedio de BLL en niños de 1-5 años fue de $1.9 \mu\text{g/dL}$ en 2002. Esto representa un descenso de los $15.0 \mu\text{g/dL}$ que se presentaron en 1976-1980 (antes de que se prohibiera la gasolina con plomo; CDC 2005).
- El valor promedio de BLL en adultos de 18-74 años fue de $14.2 \mu\text{g/dL}$ en 1976-70; y de $3.0 \mu\text{g/dL}$ en 1988-1991 (CDC 1997b).
- Debe hacerse un intento por identificar y minimizar las exposiciones al plomo cuando los BLL indiquen que se están rebasando los niveles de fondo de la población.
- Si un adulto tiene un BLL de $20 \mu\text{g/dL}$, probablemente se encuentre sujeto a una exposición que, de ser posible, debe evitar. Esto es especialmente importante en el caso de mujeres fértiles y de mujeres embarazadas.

Niveles de EP y ZPP

Existen datos recientes que indican que el examen EP/ZPP no es lo suficientemente sensible a niveles bajos de BLL. Por esta razón, no se considera hoy en día un examen de rastreo tan útil. Los exámenes EP/ZPP en ocasiones se usan como un complemento de los exámenes BLL de sangre venosa. La OSHA requiere que se realicen este tipo de exámenes en algunos rastreos hechos en el lugar de trabajo.

Los valores normales de ZPP generalmente se sitúan por debajo de los $35 \mu\text{g/dL}$.

La EP también se eleva en los casos de:

- Anemia por deficiencia de hierro
- Ictericia
- Anemia falciforme
- Otras anemias hemolíticas

La EP se eleva sustancialmente (generalmente por encima de los $300 \mu\text{g/dL}$) en la protoporfiria eritropoyética, una enfermedad extremadamente rara.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Otros métodos de evaluación

Existen diferentes métodos de evaluación para el estudio de pacientes con niveles elevados de plomo en sangre.

- Un hemograma completo (CBC) puede ser útil para un paciente sujeto a una exposición extensa. En pacientes expuestos al plomo, los valores del hematocrito y de la hemoglobina pueden aparecer ligera o moderadamente bajos en el CBC. El frotis periférico puede ser normocrómico y normocítico o bien hipocrómico y microcítico.
 - En pacientes que han estado intoxicados de manera significativa por un periodo prolongado, se puede presentar un **punteado basofílico**.
 - Sin embargo, puesto que estos resultados no son específicos para la exposición al plomo, el CBC no es un examen tan valioso como el BLL y la EP.
 - Si se presenta una anemia hipocrómica y microcítica, es necesario diferenciarla de otras causas, especialmente de la anemia por deficiencia de hierro. En este caso, habrá que analizar el hierro, la capacidad de adhesión del hierro, y la ferritina.
 - Las radiografías abdominales pueden mostrar la presencia de cuerpos extraños radio-opacos de plomo en el tracto gastrointestinal. Estos exámenes son útiles en los casos de ingestión aguda (p. ej., de lastres de plomo, pesos de cortinas, joyería o pedazos de pintura) o en casos de persistencia inusual de niveles altos de plomo en sangre. Las radiografías de huesos largos pueden mostrar "líneas de plomo". Son líneas de densidad elevada en la placa de crecimiento del hueso, que evidencian un retraso radiológico en el crecimiento. Este no es un procedimiento de rutina para identificar el envenenamiento por plomo, sino más bien un hallazgo radiológico que muestra una exposición crónica. Vea las **Figuras 2 y 3** - radiografías de huesos largos.
 - Analizar el contenido de plomo de cabellos y uñas constituyen métodos poco confiables para determinar la carga corporal de plomo, debido a que estas estructuras están sujetas a la contaminación ambiental externa. Por esta razón, no se recomienda su uso para estos fines (AAP 1993; CDC 2002).
 - No se recomienda el uso de radiografías de huesos largos para el diagnóstico de exposición al plomo (CDC 2002), aunque pueden ser útiles para determinar un retraso en el crecimiento.
 - Se deben considerar los exámenes de segundo nivel (p. ej., evaluaciones neuroconductuales/psicológicas para niños con resultados positivos en los análisis de laboratorio) conforme sean necesarios.
 - La evaluación también puede incluir análisis para medir los efectos del plomo en la salud.
-



Figura 2. Radiografías de huesos largos en las manos

"Líneas de plomo" presentes en un niño de 5 años con retraso en el crecimiento radiológico y con un nivel de plomo de 37.7 $\mu\text{g}/\text{dL}$. (Fotografía cortesía de la Dra. Celsa López, Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica, IMSS, Torreón, México).

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

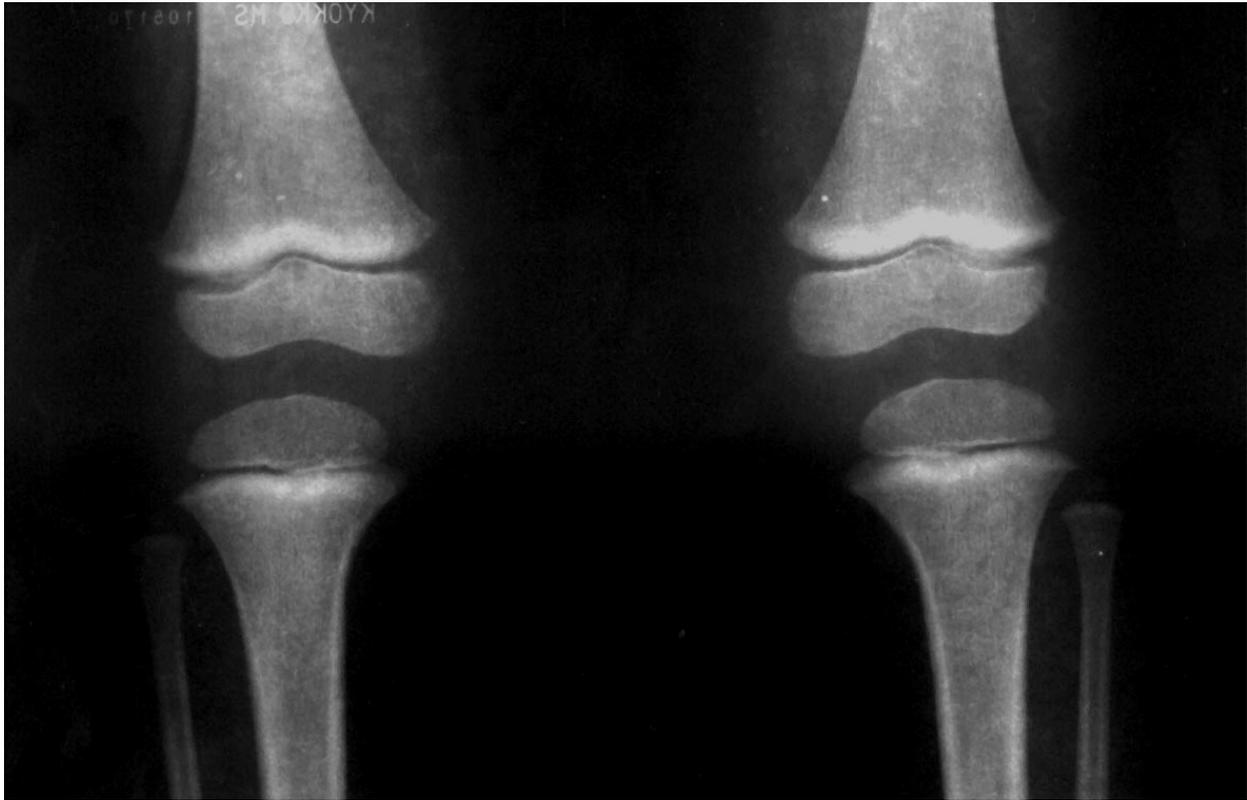


Figura 3. Radiografías de huesos largos en las rodillas

“Líneas de plomo” presentes en una niña de 3 años y 2 meses con un nivel de plomo de 10.6 $\mu\text{g}/\text{dL}$. Note la densidad aumentada en la placa de crecimiento de la rodilla (fotografía cortesía de la Dra. Celsa López, Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica, IMSS, Torreón, México)

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Puntos clave

- La mejor herramienta diagnóstica y de rastreo para evaluar la exposición al plomo es el examen BLL en sangre venosa.
- El uso de los exámenes EP o ZPP para evaluar la exposición al plomo en niños no es tan útil como se pensaba anteriormente. Por esto, no se recomienda su uso.
- Otros exámenes pueden usarse en situaciones específicas, como las radiografías abdominales para detectar objetos ingeridos.
- También puede ser útil usar exámenes de segundo nivel para detectar otros efectos sobre la salud.

Verificación de progreso

11. ¿Qué examen es el más recomendable para confirmar el envenenamiento por plomo en un niño?

- A. EP/ZPP.
- B. Nivel de plomo en sangre capilar (punción digital).
- C. Nivel de plomo en sangre venosa (BLL).
- D. Radiografía abdominal.

Para una revisión de contenido, consulte "Niveles de plomo en la sangre" en esta misma sección.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

¿Cómo deben ser tratados y controlados los pacientes expuestos a plomo?

Objetivos de aprendizaje

Al término de esta sección, usted será capaz de:

- Enumerar tres acciones que se deben tomar con pacientes que tengan niveles de plomo en sangre entre 10 y 19 µg/dL.
- Describir las acciones adicionales que deberían tomarse con pacientes que tengan niveles de plomo en sangre de 20-44 µg/dL, de 45-69 µg/dL y de 70 µg/dL hacia arriba.

Introducción

En términos generales, la acción más importante de gestión de enfermedades asociadas al plomo, es alejar al paciente de la fuente de exposición al plomo. Por otra parte, el plomo puede causar un conjunto de enfermedades y condiciones (vea la sección *¿Cuáles son los efectos fisiológicos del plomo?*) que deben ser gestionadas apropiadamente. Puesto que ninguno de estos efectos es específico del envenenamiento por plomo, el tratamiento de estas condiciones no se aborda en este trabajo.

Gestión clínica

La **Tabla 5** muestra la guía de tratamiento para niños según el nivel de BLL que presenten. Esta tabla está basada en las recomendaciones de los CDC (CDC 2005) www.cdc.gov/lead/guidelines.htm. La mayoría de las acciones del tratamiento que aparecen en la tabla se describen en los apartados siguientes:

- Es importante determinar las fuentes de exposición al plomo.
- Los departamentos de salud a menudo ofrecen realizar investigaciones ambientales para los niños que presentan niveles elevados de plomo en sangre. Estas investigaciones pueden incluir el buscar los peligros asociados al plomo presente en sus casas o en otros lugares donde tengan actividades y pasen el tiempo. Si no se ofrece una ayuda como ésta, hay que referir a los pacientes a asesores privados de riesgo o proveerlos con información sobre peligros domésticos del plomo. Esta información está disponible en los departamentos de salud o en agencias como el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano Verificación de progreso. Las prácticas varían de un estado a otro (NCHH 2001).
- Los departamentos de salud también pueden ayudar a los pacientes investigando si existen otras fuentes de exposición al plomo, como la cerámica vidriada, remedios caseros, o alimentos importados que contienen plomo, además de evaluar las ocupaciones o pasatiempos de los demás miembros de la familia.

Educación sobre el plomo y derivaciones médicas:

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- Los pacientes con BLL elevados y sus familias deben recibir educación acerca de los efectos potenciales en la salud por la exposición al plomo, sobre intervenciones importantes tanto ambientales como conductuales que les permitan reducir el potencial de la exposición al plomo, y sobre la importancia de tener una buena nutrición para reducir la absorción y los efectos negativos del plomo.
- Los departamentos de salud pueden suministrar materiales educativos para los proveedores de atención en salud, y muchas veces tienen un programa establecido para la educación y la coordinación del cuidado de los pacientes (gestión de caso). En algunos casos, los médicos pueden preferir derivar a sus pacientes hacia proveedores de servicios sociales apropiados (p. ej., para que reciban asistencia en el aprendizaje si los niños se están atrasando en la escuela) o aún, en casos extremos a médicos especialistas en el tratamiento del envenenamiento por plomo.

Se deben realizar las derivaciones clínicas apropiadas basándose en:

- Un análisis clínico positivo,
- y/o exámenes positivos (como los exámenes neuroconductuales de segundo nivel, que quizás también requieran una derivación para establecer el diagnóstico) en caso de que se necesite una consulta del especialista.

El análisis diagnóstico se refiere a la colección y al análisis de una muestra de sangre venosa con el fin de confirmar un examen de rastreo de sangre capilar, antes de actuar sobre el resultado.

- Un examen de seguimiento es un BLL venoso que se usa para vigilar el estado de un niño con un BLL diagnóstico elevado, para asegurarse que el BLL no continúa elevado o no se incrementa.
- Puede ser útil comparar a diferentes tiempos el nivel de plomo en la sangre del paciente, para confirmar la necesidad de remover al paciente de la fuente de plomo (Roberts *et ál.* 2002).

Evaluación y gestión clínica

Gestión clínica significa que el cuidado debe ser ofrecido por un proveedor de cuidados en salud e incluye las siguientes variables:

- Evaluación
 - Educación familiar sobre el plomo y derivaciones médicas
 - Terapia de quelación, cuando sea necesaria (ver más adelante)
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- Exámenes de seguimiento a intervalos apropiados

La evaluación debe incluir

- Antecedentes médicos (enfocados en avances en el desarrollo en el caso de los niños)
- Antecedentes ambientales
- Antecedentes de nutrición
- Evaluación del estado del hierro del niño
- Examen físico, que incluya las complicaciones causadas por el envenenamiento por plomo.

Intervención ambiental agresiva:

- Este término se refiere a investigar las rutas potenciales de exposición al plomo y tomar las acciones inmediatas para controlar los peligros del plomo que hayan sido identificados.
- Si la exposición es intensa, está indicada la separación del paciente de la fuente contaminante (incluida la evacuación de los hogares que tengan pintura a base de plomo).
- En el caso de exposiciones menos intensas (por ejemplo cuando la pintura con plomo es una vía de exposición mayor) se pueden tomar medidas como trapear el suelo con abundante agua y cubrir la pintura vieja. Esto se hace antes de tomar medidas a largo plazo (p. ej., mudarse o remover el plomo de la casa).
- La intervención ambiental debe coordinarse a través del departamento de salud local o estatal, que debe tener los mejores recursos y pericia para brindar coordinación y apoyo. Es especialmente importante conectar a los pacientes y a sus familias con el departamento de salud y con las agencias de vivienda, puesto que ellos pueden guiarlos sobre como localizar y hacer frente de manera segura a los riesgos del plomo. Realizar reparaciones deficientes puede agravar la situación y aumentar los riesgos del plomo. Las agencias antes mencionadas pueden incluso ofrecer recursos para financiar la reducción de los riesgos del plomo. (Para más información sobre este tema, vea: *¿Qué instrucciones se les deben dar a los pacientes?*)

Terapia de quelación.

- Los agentes quelantes son medicamentos que se unen a los metales pesados que circulan por el torrente sanguíneo, provocando que sean excretados por el cuerpo en la orina y en la bilis.
- La terapia de quelación puede ser eficaz al reducir la carga total de plomo corporal (y los efectos de toxicidad aguda) en pacientes con BLLs actuales altos. No está indicada para pacientes con

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

BLLs < 45 µg/dL.

- La terapia de quelación no se recomienda para personas que hayan estado expuestas en el pasado a niveles altos de plomo, ni para personas con BLLs bajos que desean quitarse el plomo de sus cuerpos. En ambos casos se corre el riesgo de padecer efectos dañinos de los agentes quelantes y del plomo que ha sido re-movilizado.
- En lugar de la quelación, se debe recomendar seguir una dieta rica en calcio o bien suplementos, para prevenir una deficiencia de calcio y una liberación subsiguiente de plomo de los huesos.
- Al usarse, la terapia de quelación siempre debe ir acompañada de una intervención ambiental agresiva, y el paciente no puede regresar a la misma situación de exposición ambiental. Tiene que haber una acción correctiva como la remediación, antes de que un paciente afectado pueda regresar al mismo sitio de exposición.
- En la siguiente tabla se mencionan los cuatro agentes quelantes que se usan comúnmente para tratar a pacientes con BLLs altos o a pacientes que sufren de encefalopatía.
- El Na₂EDTA (edetato disódico) **no** debe usarse en la quelación de niños porque puede causar una hipocalcemia fatal (Brown *et al.* 2006)

Error Médico Potencial:

Existen varios medicamentos comerciales que contienen el ingrediente activo EDTA. Sólo el CaNa₂EDTA (versenato de calcio disódico) es apropiado para la quelación. **El Na₂EDTA (edetato disódico) NO ES APROPIADO.**

En caso de que piense utilizar este agente quelante, por favor escriba su receta con cuidado y de manera legible (Por favor vea la tabla 6 para localizar los nombres genéricos y químicos de estos agentes).

Es de vital importancia que, antes de comenzar con cualquier terapia de quelación, se consulte a médicos especialistas en esta materia, puesto que existen efectos secundarios asociados a cada medicamento y puesto que el protocolo a seguir es también diferente, según el medicamento que se utilice (AAP 1995).

Para contactar a un médico experimentado, se puede recurrir al centro regional de control de sustancias tóxicas, al departamento de salud local o estatal, o a un centro médico de una universidad. Por favor tome nota que ya no se recomienda el uso del examen de movilización del CaNa₂EDTA (edetato de calcio disódico) por su costo, dificultad de uso y potencial de aumentar la toxicidad del plomo (AAP 1995).

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Tabla 5. Guía para acciones de tratamiento según los valores de BLL.

BLL (µg/dL)	Acciones de tratamiento
10-19	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar educación sobre el plomo y hacer derivaciones médicas • Proporcionar exámenes diagnósticos en un lapso de 3 meses y exámenes de seguimiento en un lapso de 2 a 3 meses. • En caso de que los valores de BLL persistan en el rango de 15-19, proceder conforme a las guías aplicables en el rango de 20-44. • (La presencia de un gran número de niños en el rango de 10-14 µg/dL debería desencadenar acciones de prevención contra el envenenamiento por plomo en toda la comunidad)
20-44	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar educación sobre el plomo y hacer derivaciones médicas • <i>Proporcionar coordinación de cuidado (gestión de casos)</i> • <i>Realizar evaluaciones y gestiones clínicas</i> • Proporcionar exámenes diagnósticos <i>(cada semana o cada mes)</i> y exámenes de seguimiento <i>(cada uno o dos meses)</i> • <i>Realizar intervenciones ambientales agresivas</i>
45-69	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar educación sobre el plomo y hacer derivaciones médicas • <i>Proporcionar coordinación de cuidado (gestión de casos) en un lapso de 48 horas</i> • <i>Realizar evaluaciones y gestiones clínicas en un lapso de 48 horas</i> • Proporcionar exámenes diagnósticos en un lapso de 24-48 horas y exámenes de seguimiento <i>(en concordancia con la terapia de quelación, al menos una vez por mes)</i> • <i>Realizar intervenciones ambientales agresivas</i> • <i>Proporcionar terapia de quelación adecuada</i>
≥70 (o en caso de encefalopatía)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Esta es una emergencia médica</i> • <i>Realizar de inmediato exámenes de diagnóstico, como análisis urgentes de laboratorio</i> • <i>Hospitalizar y comenzar la terapia de quelación</i> • Comenzar con las actividades descritas más arriba.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Tabla 6. Agentes quelantes comunes que se usan en el tratamiento de niños con valores altos de BLLs.

Nombre del producto	Nombre genérico	Nombre químico	Abreviatura
Versenato de calcio disódico	Edetato de calcio disódico	Etilen-diamin-tetra-acetato de calcio disódico	CaNa ₂ EDTA
BAL en aceite (British antilewisite)	Dimercaprol	2,3-dimercapto-propanol	BAL
Cuprimina	D-penicilamina	3-mercapto-D-valina	D-penicilamina
Chemet	Succimer	Ácido meso-2,3-dimercaptosuccínico	DMSA

Puntos clave

- Existe un continuo de opciones—que incluyen la educación, la intervención ambiental agresiva, y, en casos más extremos, la terapia de quelación—disponibles para tratar a los pacientes con niveles elevados de BLLs (≥ 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$). La selección del tratamiento depende sobre todo de los niveles de BLL y del examen físico.
- Para la mayoría de los pacientes expuestos al plomo, se recomienda seguir una combinación de educación sobre plomo, intervención ambiental agresiva, gestión clínico y vigilancia continua. La terapia de quelación solo está indicada para los pacientes con niveles extremadamente altos de plomo en sangre o para pacientes con niveles de plomo en sangre altos y persistentes.
- Todos los exámenes BLL con valores elevados deben informarse al departamento de salud local o estatal, según esté legislado en cada estado. El proveedor de atención en salud también debe coordinarse con el departamento de salud en la gestión de casos.

Verificación de progreso

12. ¿Cuáles acciones *no* deben tomarse cuando un niño presenta niveles de plomo en sangre venosa de 10-19 $\mu\text{g}/\text{dL}$?

- Informar este valor al departamento de salud.
- Aconsejar a la familia con el fin de encontrar las posibles fuentes de exposición, para después actuar en consecuencia.
- Consultar con un médico experto o con un hospital para posiblemente realizar una quelación.
- Concertar la realización de exámenes de seguimiento en un lapso de tres meses.

Para una revisión de contenido, consulte "Gestión clínica" en esta misma sección.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

¿Qué instrucciones se les deben dar a los pacientes?

Objetivos de aprendizaje	<p>Al término de esta sección, usted será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none">• Identificar los pasos que pueden tomar los pacientes que sufren exposición doméstica al plomo para reducir su exposición.• Identificar los pasos que deben tomar los pacientes que sufren exposición ocupacional al plomo para reducir su exposición.
Introducción	<p>La principal indicación que debe recibir un paciente es que es necesario quitar la fuente de exposición al plomo. Esta recomendación dependerá del tipo de fuente y del tipo de escenario (p. ej., en el hogar o en el trabajo).</p>
Exposiciones domésticas y ambientales	<p>Quienes se encuentran expuestos al plomo pueden estarlo por diferentes fuentes, incluida la pintura deteriorada, el suelo contaminado, el agua contaminada, u otros productos. En el caso de los niños (y de los adultos) que sufren de exposición doméstica, las fuentes pueden ser múltiples. Por tanto, es importante que los pacientes identifiquen las fuentes potenciales de plomo y vigilen sus niveles de plomo en sangre para así determinar si la(s) fuente(s) de plomo ha(n) sido efectivamente eliminadas. En todos los casos, se recomienda que los pacientes</p> <ul style="list-style-type: none">• Eliminen la(s) fuente(s) de exposición al plomo.• Dejen correr por algunos minutos el agua de la llave y usen de preferencia agua fría para beber. Estas acciones contribuyen a reducir la exposición.• Mantengan una dieta rica en calcio y hierro.• Sigam midiéndose sus niveles de plomo en sangre. <p>Puede que sea difícil para los pacientes con ingresos bajos el evitar todos los peligros del plomo en sus hogares, debido a los costos y/o a las relaciones con sus arrendatarios (en el caso que renten su casa). Existen leyes federales de divulgación que pueden ayudar a quienes rentan o compran. Estas leyes obligan a los arrendatarios y a los vendedores a divulgar la existencia de cualquier riesgo asociado al plomo. En muchas comunidades hay subvenciones disponibles para ayudar a controlar los peligros asociados al plomo. Adicionalmente, existen maneras de bajo costo para reducir de manera temporal el peligro del plomo en los hogares. Las hojas de instrucciones para los pacientes ofrecen varias referencias útiles para estos fines.</p> <p>En el caso de la contaminación del suelo, el cubrir el suelo del jardín de la casa puede ayudar a reducir la contaminación. Existen guías elaboradas por organismos gubernamentales y no gubernamentales destinadas a ayudar a los proveedores de cuidados en salud a instruir a sus pacientes sobre cómo reducir a nivel doméstico los peligros del plomo (CEHN 1999). También es importante recomendarles a los</p>

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

adultos de una casa que hagan limpieza con agua de manera frecuente, puesto que se sabe que los niveles de plomo en sangre están directamente correlacionados con los niveles de plomo en el polvo doméstico (Lanphear *et ál.* 1998).

También se pueden encontrar recursos apropiados para los pacientes en la red. Algunos ejemplos son:

- Los folletos informativos ATSDR ToxFAQs y ToxFAQs-Chemical Agent dan respuesta a las principales preguntas sobre los efectos del plomo en la salud (www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.html y www.atsdr.cdc.gov/cabs/lead/lead_cabs.pdf).
- El espacio en la Red de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) ofrece información sobre el plomo en pinturas, polvo y suelo; así como maneras de proteger a los niños contra el envenenamiento por plomo en www.epa.gov/lead.
- El documento "El plomo en tu casa: Guía de referencia para padres" www.epa.gov/lead/pubs/leadrev.pdf.
- El Centro Nacional de Información sobre el Plomo, un organismo auspiciado por la EPA, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD), ofrece tanto al público en general como a los profesionales información sobre los peligros del plomo y las maneras de prevenirlos en www.epa.gov/lead/pubs/nlic.htm.
- Los departamentos de salud, así como otros organismos pueden facilitar copias de otros materiales que pueden servirle a los pacientes que sufran exposiciones al plomo.

Exposición ocupacional

La OSHA exige que los pacientes hablen con su empleador para que sean alejados de la fuente de exposición, siguiendo medidas que podrían incluir:

- Controles administrativos
- Equipo personal de protección
- Controles de ingeniería

Estos requerimientos pueden ayudar a evitar la exposición continua del paciente.

Seguimiento clínico

Se les debe recordar a los pacientes que programen sus exámenes médicos de seguimiento (exámenes de plomo en sangre).

Los pacientes también deben saber cuándo y porqué deben hablarle a usted para recibir atención médica. Particularmente, deben saber que es necesario que se les vigile su nivel de plomo en sangre de manera continua, para confirmar si efectivamente ya no están ante la fuente de exposición.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

La hoja para la educación del paciente preparada por la ATSDR y que se incluye al final de este estudio de caso, ofrece una lista de control más detallada que usted como médico puede utilizar para indicarle al paciente qué tipos de exámenes de seguimiento son necesarios y relevantes.

Puntos clave

- Los pacientes que estén expuestos al plomo en su hogar deben tomar acciones para reducir las fuentes ambientales de plomo.
- Los pacientes que estén expuestos al plomo en su lugar de trabajo deben hablar con sus empleadores sobre: la remoción de la fuente de plomo; las regulaciones de la OSHA sobre seguridad laboral; y sobre vigilancia médica.
- Los pacientes también deben evitar estar cerca de otras fuentes de plomo.
- Se puede consultar una hoja de educación para el paciente y una lista de control de exámenes de seguimiento en el sitio www.atsdr.cdc.gov/es/csem/plomo/es_pb-educacion.html.

Verificación de progreso

13. Los pacientes que están expuestos al plomo en sus hogares construidos antes de 1978 deberían:

- A. Asegurarse de que toda la pintura esté en buenas condiciones y limpiar su casa con agua de manera regular.
- B. Seguir prácticas seguras que eviten la exposición al plomo.
- C. Cubrir el suelo de su jardín.
- D. Todas las anteriores.

Para una revisión de contenido, consulte "Exposiciones domésticas y ambientales" en esta misma sección.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

¿Dónde puedo encontrar más información?

Para más información

Use los siguientes recursos de la red para obtener más información sobre los efectos adversos del plomo, el tratamiento de enfermedades asociadas al plomo, y la gestión de personas expuestas al plomo. También puede contactar a la ATSDR (vea la dirección electrónica que aparece a continuación), a sus departamentos de salud estatal y local, y a los centros médicos universitarios.

Programa de Prevención contra el Envenenamiento con Plomo en la Niñez, de los CDC

http://www.cdc.gov/nceh/lead/spanish/sp_plomo.htm

Programa de Concientización sobre el Plomo, de la EPA

<http://www.epa.gov/lead/>

Centro de Información y Contacto de la ATSDR

<http://www.atsdr.cdc.gov/contacts.html>

Asociación de Clínicas Ocupacionales y Ambientales

<http://www.aoec.org>

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)

<http://www.atsdr.cdc.gov/es/>

Unidades de Especialidad en Salud Pediátrica y Ambiental (PEHSUs)

www.aoec.org/PEHSU.htm

Colegio Americano de Medicina Ocupacional y Ambiental

<http://www.acoem.org>

Colegio Americano de Toxicólogos Médicos

<http://www.acmt.net>

Colegio Americano de Medicina Preventiva

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

<http://www.acpm.org>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades

<http://www.cdc.gov/nceh/lead>

Puede obtener más información en los siguientes números telefónicos (sin cargo):

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC)

1(888) 422-8737.

Centro Nacional de Información sobre el Plomo (NLIC) en el **1-800-424-LEAD (5323)**.

Existe información disponible en español con ayuda de un traductor.

Centro de referencia del Centro Nacional de Información sobre Plomo

Teléfono: 800-424-LEAD (1-800-424-5323)

Otros CSEMs

Estudios de Caso en Medicina Ambiental: La toxicidad del plomo es una monografía que forma parte de una serie. Si desea consultar el CSEM "Tomando un historial de exposición" u otras publicaciones de la serie, visite el sitio:

<http://www.atsdr.cdc.gov/csem/>

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

Instrucciones de la posprueba

Introducción La ATSDR agradece su opinión de este curso, de manera que podamos evaluar su utilidad y su efectividad. Le pedimos que conteste el cuestionario de evaluación para lograr este propósito.

Por otro lado, si usted completa en línea y envía la posprueba que aparece a continuación, puede recibir créditos de educación continua, de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

Organización de acreditación	Créditos que se ofrecen
Consejo de Acreditación para Educación Médica Continua (ACCME)	Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) están acreditados por el Consejo de Acreditación para Educación Médica Continua (ACCME) para proporcionar educación médica continua para médicos. CDC designa esta actividad educativa para un máximo de 2.0 AMA PRA categoría 1 crédito(s) TM . Los médicos deben reclamar el crédito sólo en consonancia con la medida de su participación en la actividad.
Centro de Credenciales de Enfermeras Americanas (ANCC), Comisión de Acreditación	Esta actividad para 2.0 horas de contacto es proporcionada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, los cuales están acreditados como proveedores de educación continua en enfermería por el Centro de Credenciales de Enfermeras Americanas (ANCC), Comisión de Acreditación.
Comisión Nacional para la Acreditación de Educación en Salud (NCHEC)	Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades son un proveedor designado de horas de contacto de educación continua (CECH) en la educación para la salud por la Comisión Nacional de Educación para la Salud Acreditación. Este programa es un evento designado para el Certificado de Especialista en Educación para la Salud (CHES) para recibir la categoría I 2.0 horas de contacto en educación para la salud, CDC proveedor número GA0082.
Asociación Internacional para la Educación y la Capacitación Continua (IACET)	Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), ha sido examinado y aprobado como un proveedor autorizado por la International Asociación Internacional para la Educación y la Capacitación Continua (IACET), Suite 800, McLean, VA 22102. Los CDC otorgarán 0.15 créditos CEU a los participantes que completen exitosamente este programa.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Exención de responsabilidad	<p>En cumplimiento de los requisitos de educación continua, todos los presentadores deben revelar cualquier relación financiera o de otro tipo con los fabricantes de productos comerciales, proveedores de servicios comerciales, partidarios comerciales, así como cualquier uso de la etiqueta del producto o productos en el marco bajo uso en investigación.</p> <p>CDC/ATSDR, nuestros planificadores, y los ponentes de este seminario no tienen relaciones financieras o de otro tipo con los fabricantes de productos comerciales, proveedores de servicios comerciales o partidarios comerciales. Esta presentación no implica la utilización de la etiqueta de un producto o producto en uso en investigación.</p>
Instrucciones	<p>Para contestar el cuestionario de evaluación y la posprueba, ingrese a http://www2.cdc.gov/atsdrce/ y siga las instrucciones que allí se dan. Usted podrá imprimir de inmediato su certificado de educación continua a partir de su expediente personal que está en línea. A usted no se le hará ningún cargo.</p>
Posprueba	<ol style="list-style-type: none">1. El plomo es:<ol style="list-style-type: none">A. Un metal pesado blando, de color azul-grisáceo.B. Una sustancia que se encuentra de manera natural.C. Una sustancia que se usa comercialmente.D. Todas las anteriores.2. ¿Cuál de los siguientes enunciados es verdadero, en relación al plomo orgánico?<ol style="list-style-type: none">A. Hoy en día, es más común encontrarlo en los hogares que al plomo inorgánico.B. Era la fuente de exposición más disponible, a través de procesos naturales.C. Era la fuente de plomo más común cuando se utilizaba la gasolina con plomo en Estados Unidos.D. No puede entrar al cuerpo por la vía dérmica.3. ¿Cuál de los siguientes enunciados ilustra al segmento de población estadounidense que está en mayor riesgo de exposición al plomo hoy en día?<ol style="list-style-type: none">A. Los trabajadores de las industrias de minería y refinera de plomo.B. Los contactos caseros de los trabajadores que laboran en la fabricación de productos que contienen plomo.C. Los niños que viven en viviendas construidas antes de 1978 y que tienen la pintura deteriorada.D. Los trabajadores de la construcción.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

4. En las áreas urbanas más antiguas, la mayoría del plomo que hay en el ambiente proviene de:
 - A. Agua potable contaminada.
 - B. Polvo, suelo y pintura deteriorada contaminada con plomo.
 - C. Comida importada, remedios caseros y cosméticos.
 - D. Productos comerciales que contienen plomo.

 5. ¿Cuál de los siguientes enunciados *no* se considera una fuente potencial de exposición al plomo?
 - A. Joyería.
 - B. Madera tratada.
 - C. Cosméticos y remedios caseros importados.
 - D. Cerámica vidriada.

 6. ¿Cuál es el nivel de acción de plomo en sangre, en niños, determinado por los Centros de Control de las Enfermedades?
 - A. 5 µg/dL.
 - B. 10 µg/dL.
 - C. 25 µg/dL.
 - D. 40 µg/dL.

 7. La ruta de exposición al plomo más importante, en los niños, es:
 - A. Ingestión.
 - B. Inhalación.
 - C. Contacto dérmico.
 - D. Todas las anteriores son igualmente importantes.

 8. ¿Cuál de los siguientes indicios y síntomas *no* es consistente con el envenenamiento por plomo en niños?
 - A. Dolores de cabeza recurrentes.
 - B. Desorden de Déficit de Atención e Hiperactividad.
 - C. Descenso en las habilidades auditivas y de lenguaje.
 - D. Dificultad de aprendizaje.

 9. Al ofrecer cuidados a un paciente adulto que tiene un nivel de plomo en sangre de 40 microgramos/dL, es muy importante que :
 - A. Se continúe la vigilancia del paciente, realizando exámenes de sangre capilar mensualmente.
 - B. Se tomen acciones para que el paciente no esté ya expuesto al plomo.
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- C. Se empiece de inmediato con terapia de quelación.
D. Se sugiera una dieta rica en calcio.
10. Como parte de los antecedentes de exposición, usted debería explorar
- A. Una posible exposición al plomo en el trabajo o al estar realizando pasatiempos.
B. Pasatiempos que involucren plomo.
C. Uso de remedios caseros y cosméticos importados.
D. Todas las anteriores.
11. La OSHA requiere una notificación por escrito y un examen médico para todos los obreros que tengan niveles de plomo en sangre de:
- A. 10 µg/dL.
B. 25 µg/dL.
C. 40 µg/dL.
D. 70 µg/dL.
12. ¿Bajo qué circunstancias ordenaría un examen de plomo en sangre venosa para un niño de 24 meses que ha acudido a su chequeo médico de rutina?
- A. Si el examen de sangre de los 12 meses mostró un valor de más de 10 µg/dL o si no hay disponibles exámenes anteriores de niveles de plomo en sangre.
B. Si el niño está viviendo o pasando una cantidad de tiempo significativa en hogares construidos antes de 1978.
C. Si un miembro de la familia trabaja en un lugar en el que esté involucrado el plomo.
D. Todas las anteriores.
13. ¿Por qué puede ocurrir que los niveles de plomo en sangre de un paciente bajen gradualmente, aún si se le ha removido por completo de la fuente de exposición?
- A. Porque la vida media del plomo en la sangre es de casi un año.
B. Porque todo mundo está expuesto a niveles de fondo altos de plomo.
C. Porque el plomo almacenado en los huesos y en tejidos blandos puede liberarse poco a poco.
D. Ninguna de las anteriores.
14. ¿A cuál de las siguientes enfermedades no contribuye la exposición crónica de plomo?:
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

- A. Hipertensión.
 - B. Enfermedad renal.
 - C. Diabetes.
 - D. Cuenta baja de espermatozoides.
15. A los pacientes que estén preocupados por la presencia del plomo en su agua potable, usted debería decirles que:
- A. Mientras que su agua no provenga de un pozo, su agua es segura para beber.
 - B. En tanto no realicen un examen a su agua, deberán hervirla.
 - C. El agua potable no es ácida, y que no se fugará de las tuberías viejas, ni de los enseres fijos, o de partes con soldadura.
 - D. En tanto no realicen un examen a su agua, deben dejar correr el agua fría por uno o dos minutos antes de usarla.
16. ¿Cuál de los enunciados siguientes, acerca de las fuentes de plomo en el ambiente, es verdadero?
- A. El plomo presente en el polvo puede hacer subir los niveles de plomo en la sangre de los niños, por arriba del nivel de preocupación.
 - B. El plomo es pesado, por lo que no puede viajar muy lejos por vía aérea desde las refinadoras o las industrias.
 - C. El plomo solamente es un problema en áreas urbanas que tengan viviendas construidas antes de 1978.
 - D. La mayoría de los niños con niveles de plomo en sangre superiores a los 10 µg/dL son niños que acostumbran comerse pedazos de pintura.
-

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Contenido relevante	Para revisar contenidos relevantes de las preguntas del posprueba, vea:
Pregunta	Localización del contenido relevante
1	¿Qué es el plomo?
2	¿Qué es el plomo?
3	¿Quién está en riesgo de sufrir exposición al plomo?
4	¿Dónde se encuentra el plomo?
5	¿Cómo se expone la gente al plomo?
6	¿Cuáles son las normas de niveles de plomo en Estados Unidos?
7	¿Cómo se exponen los pacientes al plomo?
8	¿Cómo se debe evaluar a los pacientes expuestos al plomo?
9	¿Cuáles son las normas de niveles de plomo en Estados Unidos?
10	¿Cómo se debe evaluar a los pacientes expuestos al plomo?
11	¿Cuáles son las normas de niveles de plomo en Estados Unidos?
12	¿Cuál es el destino biológico del plomo?
	¿Cuáles son los efectos fisiológicos del plomo?
13	¿Cuáles son los efectos fisiológicos del plomo?
14	¿Qué instrucciones se les debe dar a los pacientes?
15	¿Dónde se encuentra el plomo?
16	¿Dónde se encuentra el plomo?

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

Literatura citada

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for lead. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005. Toxicological profile for lead. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
3. Alexander H, Checkoway H, van Netten C, *et al.* 1996. Semen quality of men employed at a lead smelter. *Occup Environ Med* 53:411-416.
4. Alexander FW, Clayton BE, Delves HT. 1974. Mineral and trace-metal balances in children receiving normal and synthetic diets. *QJ Med* 43:89-11.
5. American Academy of Pediatrics. 1993. Lead poisoning: from screening to primary prevention. *Pediatrics* 92(1): 176-183.
6. American Academy of Pediatrics. 1995. Treatment guidelines for lead exposure in children. *Pediatrics* 96(1): 155-1601.
7. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) 2005. TLVs and BEIs. 2005. Signature publications. Cincinnati, OH.
8. Aufderheide AC, Wittmers LE Jr. 1992. Selected aspects of the spatial distribution of lead in bone. *Neurotoxicol* 13:809-820.
9. Baghurst PA, Robertson EF, McMichael AJ, *et al.* 1987. The Port Pirie cohort study: lead effects on pregnancy outcome and early childhood development. *Neurotoxicology* 8:395-401.
10. Barry PSI. 1981. Concentrations of lead in the tissues of children. *Br J Ind Med* 38:61-71.
11. Batuman V, Maesaka JK, Haddad B, Medicaid *et al.* 1981. The role of lead in gout nephropathy. *New England Journal of Medicine* 304:520-3.
12. Bennett WM. 1985. Lead nephropathy. *Kidney Int* 28:212-20.
13. Borja-Aburto *et al.* 1999. Blood Lead Levels Measured Prospectively and Risk of Spontaneous Abortion. *Am J Epidemiol* 1999; 150:590-7
14. Bowen WH. 2001. Exposure to metal ions and susceptibility to dental caries. *Journal of Dental Education*. 65(10): 1046-1053.
15. Buchanan LH, Counter SA, Ortega F, Laurell G. 1999. Distortion product oto-acoustic emissions in Andean children and adults with chronic lead intoxication. *Acta Otolaryngol.* 1999; 119(6):652-8.
16. Budd P, Montgomery J, Cox A, Krause P, Barreiro B, Thomas RG. 1998. The distribution of lead within ancient and modern human teeth: implications for long-term and historical exposure monitoring, *Sci Total Environ (Sept)* 18;220(2-3):121-36.
17. Canfield RL, Henderson CR, Cory-Slechta DA, Cox C, Juski TA, Lanphear BP. 2003. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 µg per Deciliter. *New England Journal of Medicine*. 348(16): 1517-1526.
18. Centers for Disease Control and Prevention. 1997a. Screening young children for lead poisoning: guidance for state and local public health officials. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, CDC Childhood Lead Poisoning Prevention Program. November 1997.
19. Centers for Disease Control and Prevention. 1997b. Update: blood lead levels. *MMWR* 46(7)141-146.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

20. Centers for Disease Control and Prevention. 2002. Managing elevated blood lead levels among young children: Recommendations from the Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention. Atlanta: US Department of Health and Human Services.
21. Centers for Disease Control and Prevention. 2003. Surveillance for Elevated Blood Lead Levels Among Children --- United States, 1997—2001. Atlanta: US Department of Health and Human Services. September 12, 2003 / 52(SS10);1-21. Available from URL: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss5210a1.htm>.
22. Centers for Disease Control and Prevention 2005. Blood lead levels- Unites States 1999-2002. MMWR 54(20)513-516.
23. Chamberlain A, Heard C, Little MJ, *et ál.* 1978. Investigations into lead from motor vehicles. Harwell, United Kingdom: United Kingdom Atomic Energy Authority. Report no. AERE-9198. 1979. The dispersion of lead from motor exhausts. Philos Trans R Soc Lond A 290:557-589.
24. Children's Environmental Health Network (CEHN). 1999. Training manual on pediatric environmental health: Putting it into practice. Available from URL: www.cehn.org/cehn/trainingmanual/manual-front.html.
25. Cooper WC. 1976. Cancer mortality patterns in the lead industry. Ann NY Acad Sci 271:250-259.
26. DeSilva PE. 1981. Determination of lead in plasma and studies on its relationship to lead in erythrocytes. Br J Ind Med 38:209-217.
27. EPA. 2008. National Air Quality Standards for Lead. EPA 40 CFR Parts 50, 51, 53 and 58. http://www.epa.gov/air/lead/pdfs/20081015_pb_naags_final.pdf in <http://www.epa.gov/air/lead/actions.html> viewed on Oct. 17, 2008.
28. EPA. 1986a. Air quality criteria for lead. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Office of Health and Environmental Assessment. Environmental Criteria and Assessment Office. EPA 600/8-83-028F.
29. EPA. 1986b. Determination of reportable quantities for hazardous substances. U.S. Environmental Protection Agency. Code of Federal Regulations. 40 CFR 117.
30. Ernhart CB, Wolf AW, Kennard MJ, *et ál.* 1985. Intrauterine lead exposure and the status of the neonate. In: Lekkas TD, ed. International Conference on Heavy Metals in the Environment, Athens, Greece. September, Vol. 1. Edinburgh, United Kingdom: CEP Consultants, Ltd. 35-37.
31. Everson J, Patterson CC. 1980. "Ultra-clean" isotope dilution/mass spectrometric analyses for lead in human blood plasma indicate that most reported values are artificially high. Clin Chem 26:1603-1607.
32. FDA. 1994. Action Levels for Poisonous or Deleterious Substances in Human Food and Animal Feed. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Food and Drug Administration.
33. FDA. 1995. Substances prohibited from use in human food. Substances prohibited from indirect addition to human food through food-contact surfaces. U.S. Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations. 21 CFR 189.240.
34. Flegal AR and Smith DR. 1995. Measurements of environmental lead contamination and human exposure. Rev Environ Contam Toxicol 143:1-45.
35. Fulton M, Raab G, Thomson G, Laxen D, Hunter R, Hepburn W. 1987. Influence of blood lead on the ability and attainment of children in Edinburgh. Lancet 1: 1221-1226.
36. Gennart J-P, Buchet J-P, Roels H, *et ál.* 1992. Fertility of male workers exposed to cadmium, lead or manganese. Am J Epidemiol 135: 1208-1219.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

37. Goyer RA. 1985. Renal changes associated with lead exposure. In: Mahaffey KR, rd. Dietary and environmental lead: Human health effects. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V.
38. Griffin TB, Couiston F, Wills H. 1975. Biological and clinical effects of continuous exposure to airborne particulate lead. *Arh Hig Toksikol* 26:191-208. (Yugoslavian)
39. Hawk BA, Schroeder SR, Robinson G, *et ál.* 1986. Relation of lead and social factors to IQ of low SES children: a partial replication: *Am J Ment Defic* 91:178-183.
40. Hu H. 1991. Knowledge of diagnosis and reproductive history among survivors of childhood plumbism. *Am J Public Health* 81:1070-1072.
41. Hu H, Aro A, Payton M, *et ál.* 1996. The relationship of bone and blood lead to hypertension. The normative aging study. *JAMA* 275:1171-6.
42. IARC. 1987. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: Overall evaluations of carcinogenicity. Suppl 7: An updating of the IARC monographs volumes 1 to 42. Lyon, France: World Health Organization, International Agency for Research for Research on Cancer, 230-232.
43. James HM, Milburn ME, Blair JA. 1985. Effects of meals and meal times on uptake of lead from the gastrointestinal tract of humans. *Human Toxicol* 4:401-407.
44. Kaul B, Sandhu RS, Depratt C, and Reyes F. 1999. Follow-Up Screening of Lead-Poisoned Children Near an Auto Battery Recycling Plant, Haina, Dominican Republic. *Environ Health Perspect* 107:917-920.
45. Kehoe RA. 1961. The metabolism of lead in man in health and disease: Present hygienic problems relating to the absorption of lead: The Harben lectures, 1960. *J R Inst Public Health Hyg* 24:177-203.
46. Kim R, Rotnitzky A, Sparrow D, *et ál.* 1996. A longitudinal study of low-level lead exposure and impairment of renal function. The normative aging study. *JAMA* 275:1177-81.
47. Koo WWR, Succop PA, Bornschcin RL, *et ál.* 1991. Serum vitamin D metabolites and bone mineralization in young children with chronic low to moderate lead exposure. *Pediatrics* 87:680-687.
48. Korrick SA, Hunter DJ, Rotnitzky A, *et ál.* 1999. Lead and hypertension in a sample of middle-aged women. *Am J Public Health*. 89(3): 330-5.
49. Landrigan PJ, Schechter CB, Lipton JM, Fahs MC, and Schwartz J. 2002. Environmental pollutants and disease in American children: Estimates of morbidity, mortality, and costs for lead poisoning, asthma, cancer, and developmental disabilities. *Environmental Health Perspectives*. 110(7): 721-728.
50. Landsdown R, Yule W, Urbanowicz MA, Hunter J. 1986. The relationship between blood-lead concentrations, intelligence, attainment and behavior in a school population: the second London study. *Int Arch Occup Environ Health* 57: 225-235.
51. Lanphear BP, Matte TD, Rogers J, Clickner RP, Dietz B, Bornschein RL, Succop P,
52. Mahaffey KR, Dixon S, Galke W, Rabinowitz R, Farfel M, Rohde C, Schwartz J, Ashley P, and Jacobs DE. 1998. The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels: A pooled analysis of 12 epidemiological studies. *Environmental research* 79: 51-68.
53. Lanphear BP, Dietrich K, Auinger P, Cox. C 2000. Cognitive deficits associated with BLLs <10 µg/dL in US children and adolescents. *Public Health Rep*. 115:521-529.
54. Lanphear BP, Hornung R, Ho M, Howard CR, Eberley S, and Knauf K. 2002. Environmental lead exposure during early childhood. *Journal of Pediatrics* 140: 40-47.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

55. Lerda D. 1992. Study of sperm characteristics in persons occupationally exposed to lead. *Am J Ind Med* 22:567-571.
56. Lin S, Hwang S, Marshall EG, *et ál.* 1996. Fertility rates among lead workers and professional bus drivers: A comparative study. *Ann Epidemiol* 6:201-208.
57. Litvak PF, Wasserman G, Kline JK, Jgraziano. 1999. The Yugoslavia Prospective Study of Environmental Lead Exposure. *Environ Health Perspect* 107:9-15.
58. López-Carrillo L, Torres-Sánchez L, Garrido F, Papaqui-Hernández J, Palazuelos-Rendón E, López-Cervantes M. 1996. Prevalence and determinants of lead intoxication in Mexican children of low socioeconomic status. *Environ Health Perspect* 104:1208-1211.
59. Mahaffey KR. 1990. Environmental lead toxicity: nutrition as a component of intervention. *Environ Health Perspect* 89:75-78.
60. McMichael AJ, Vimpani GV, Robertson EF, *et ál.* 1986. The Port Pirie cohort study: Maternal blood lead and pregnancy outcome. *J Epidemiol Community* 40:18-25.
61. Murphy MJ, Graziano JH, Popovac D, *et ál.* 1990. Past pregnancy outcomes among women living in the vicinity of a lead smelter in Kosovo, Yugoslavia. *Am J Public Health* 80:33-5.
62. Mushak P, Davis JM, Crocetti AF, Grant LD. 1989. Prenatal and postnatal effects of low-level lead exposure: integrated summary of a report to the US Congress on childhood lead poisoning. *Environ Res* 50:11-36
63. National Center for Healthy Housing (NCHH). 2001. Another link in the chain: State policies and practices for case management and environmental investigation for lead poisoned children: Update. Columbia, MD.
64. National Toxicology Program (NTP) 2004. Lead (CAS No. 7439-92-1) and lead compounds. Report on carcinogens, eleventh edition.
65. Needleman HL, Rabinowitz M, Leviton A, *et ál.* 1984. The relationship between prenatal exposure to lead and congenital anomalies. *JAMA* 251:2956-2959.
66. Needleman H.L. 2002. Bone lead levels in adjudicated delinquents: A case control study. *Neurotoxicology and Teratology* 24: 711-717.
67. Nevin R. 2000. How lead exposure relates to temporal changes in IQ, violent crime, and unwed pregnancy.
68. Nordstrom S, Beckman L, Nordenson I. 1979. Occupational and environmental risks in and around a smelter in northern Sweden. V. Spontaneous abortion among female employees and decreased birth weight in their offspring. *Hereditas* 90:291-6.
69. Payton M, Hu H, Sparrow D, *et ál.* 1994. Low-level lead exposure and renal function in the normative aging study. *Am J Epidemiol* 140(9):821-9.
70. Puzas JE, Sickel MJ, Felter ME. 1992. Osteoblasts and chondrocytes are important target cells for the toxic effects of lead. *Neurotoxicology* 13:800-806.
71. Rabin R. Warnings unheeded: a history of child lead poisoning. 1989. *Am J Publ Health*. 79:1668-1674.
72. Rabinowitz MB, Wetherill GW, Kopple JD. 1976. Kinetic analysis of lead metabolism in healthy humans. *J Clin Invest* 58:260-270.
73. Rothenberg SJ, Karchmer S, Schnaas L, Perroni E, Zea F, and Alba JF. 1994. Changes in serial blood lead levels during pregnancy. *Environ Health Perspect* 102: 876-880.
74. Saper RB, Kales SN, Paquin J, Burns MJ, Eisenberg DM, Davis RB, Phillips RS. 2004. Heavy metal content of Ayurvedic herbal medicine products. *JAMA*. 292(23): 2868-2873.
75. Sayre JW, Charney E, Vostal J, Pless BI. 1974. House and hand dust as potential source of childhood lead exposure. *Am J Dis Child*. 127:167-170.

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

76. Schwartz J. 1995. Lead, blood pressure, and cardiovascular disease in men. *Arch Environ Health* 50: 31-37.
77. Schroeder SR, Hawk B, Otto DA, Mushak P, Hicks RE. 1985. Separating the effects of lead and social factors on IQ. *Environ Res* 38: 144-154.
78. Staessen JA, Lauwerys RR, Buchet JP, *et ál.* 1992. Impairment of renal function with increasing blood lead concentrations in the general population. *N Engl J M* 327(3): 151-6.
79. Telisman S, Cvitkovic P, Jurasovic J, Pizent A, Gavella M, Rocic B. 2000. Semen quality and reproductive endocrine function in relation to biomarkers of lead, cadmium, zinc, and copper in men. *Environ Health Perspect* 108: 45-53.
80. Victory W, Throler HA, Volpe R, *et ál.* 1988. Summary of discussion sessions: Symposium on lead blood pressure relationships. *Environ Health Perspect* 78: 139-155.
81. Wasserman GA, Liu X, Lolacono NJ, Factor-Litvak P, Kline JK, Popovac D, Morina N, Musabegovic A, Vrenezi N, Capuni-Paracka S, Lekic V, Preteni-Redjepi E, Hadzialjevic S, Slavkovich V, Graziano JH. 1997. Lead exposure and intelligence in 7-year-old children: the Yugoslavia prospective study. *Environ Health Perspect* 105: 956-962.
82. Watson GE, Davis BA, Raubertas RF, Pearson SK, Bowen WH. 1997. Influence of maternal lead ingestion on caries in rat pups, *Nat Med* 3(9): 1024-1025.
83. Weeden RP, D'Haese P, Van de Vyver FL, *et ál.* 1986. Lead nephropathy. *Am J Kidney Dis* 3(5): 380-3.
84. Winneke G, Brockhaus A, Ewers U, Kramer U, Neuf M. 1990. Results from the European multicenter study on lead neurotoxicity in children: implications for risk assessment. *Neurotoxicol Teratol* 12: 553-559.
85. Yule W, Lansdown R, Millar IB, Urbanowicz MA. 1981. The relationship between blood lead concentrations, intelligence and attainment in a school population: a pilot study. *Dev Med Child Neurol* 23: 567-576
86. Ziegler EE, Edwards BB, Jensen RL, *et ál.* 1978. Absorption and retention of lead by infants. *Pediatr Res* 12: 29-34.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

Apéndice 1: Clave de siglas y abreviaturas

CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i> (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades)
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i> (Administración para la Salud y la Seguridad Ocupacional)
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i> (Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional)
ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i> (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales)
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (Agencia para la Protección del Medio Ambiente)
FDA	<i>Food and Drug Administration</i> (Administración de Alimentos y Drogas)
CPSC	<i>Consumer Product Safety Commission</i> (Comisión para la Seguridad de los Productos de Consumo)
PEL	<i>Permissible Exposure Limit</i> (Límite de Exposición Permisible)
REL	<i>Recommended Exposure Limit</i> (Límite de Exposición Recomendado)
TLV/TWA	<i>Threshold Limit Value/Time-Weighted Average</i> (Valor Umbral Limite/Tiempo Promedio Ponderado)
NAAQS	<i>National Ambient Air Quality Standard</i> (Estándar Nacional de Calidad de Aire Ambiental)
MCLG	<i>Maximum Contaminant Level Goal</i> (Meta de Nivel Máximo Contaminante)

**Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo**

Apéndice 2: Hoja de información para pacientes

¿Qué es el plomo?	<ul style="list-style-type: none">• El plomo es un metal suave, de color azul-grisáceo, que se extrae de la corteza terrestre.• El plomo se ha usado por siglos para muchos propósitos industriales.• El plomo se usó mucho en Estados Unidos hasta los años setenta, principalmente en pintura y en la gasolina.• El plomo no se degrada con el paso del tiempo.• El plomo se encuentra en todo el ambiente, incluyendo en el interior de los hogares.
¿Cómo se expone la gente al plomo?	<ul style="list-style-type: none">• La mayoría de la gente, especialmente los niños, que sufre de envenenamiento por plomo se expone a través de polvo o suelo casero contaminado con plomo que llega a sus bocas.• Los hogares construidos antes de 1978 es más probable que tengan pinturas que contienen plomo. Las personas que habitan esa casa pueden entrar en contacto con el plomo si tal pintura se cae, se frota o se descascara.• Algunas personas se exponen al plomo porque trabajan con él o cerca de él.• Otras rutas de exposición son:<ul style="list-style-type: none">○ Comer o beber agua, comida o alcohol que contengan plomo.○ Practicar rituales religiosos y culturales que involucren al plomo.○ Echarse a la boca o tragarse productos que contienen plomo, incluidas algunas piezas de joyería.
¿Cuáles son los efectos del plomo en la salud?	<ul style="list-style-type: none">• Niveles menores de plomo pueden ocasionar que los niños presenten coeficientes intelectuales reducidos, problemas de aprendizaje, desorden de déficit de atención e hiperactividad (ADHD) o problemas de comportamiento.• El plomo también afecta a otras partes del cuerpo como los riñones, el corazón y el sistema reproductor.• <i>Las mujeres embarazadas</i> deben saber que el feto en desarrollo es muy sensible a los efectos de una exposición al plomo.• Los efectos del plomo pueden verse de inmediato o en ocasiones pueden no manifestarse sino hasta después de muchos años.
¿Cómo puedo prevenir la exposición al plomo?	<ul style="list-style-type: none">• Asegúrese que su hogar está libre de plomo. Si su casa fue construida antes de 1978 y usted no puede costear los análisis para determinar si hay o no plomo en su casa, asuma que toda la pintura de su casa tiene plomo. Por favor siga estos consejos:<ul style="list-style-type: none">○ Asegúrese que la pintura no se esté descascarando o cayendo. Fíjese especialmente en la pintura que está alrededor de las ventanas, puertas y terrazas.○ Si va a hacer cualquier remodelación que involucre la caída, la pulverización o el descascamiento de la pintura, tome precauciones. (para más información, vea: www.epa.gov/lead/epahudrrmodel.htm (Currículo de actualización en renovaciones, módulos y recursos, elaborado conjuntamente

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)
Estudios de Caso en Medicina Ambiental (CSEM)
La toxicidad del plomo

por EPA/HUD)

- Trapee los pisos con abundante agua y limpie los antepechos de las ventanas *al menos una vez por semana* para controlar el polvo.
- Evite que los niños salgan a las áreas del patio o del jardín que tengan suelo desnudo.
- Lave *frecuentemente* con agua y jabón las manos y los juguetes de los niños.
- Deje correr el agua fría durante *uno o dos minutos* antes de beberla o de cocinar con ella.
- No use cerámica vidriada, remedios caseros, cosméticos o cristalería a menos que sepa que no contiene plomo.
- Si vive cerca de una industria, mina o vertedero de desechos que pueda tener algún área contaminada con plomo, tenga cuidado y *evite estar expuesto al suelo*.

¿Existe un examen médico para la exposición al plomo?

- Las muestras de sangre pueden examinarse para determinar la exposición al plomo.
- Los niños deberían hacerse análisis de sangre al año y a los dos años de edad.
- Los niños que estén en riesgo de sufrir envenenamiento por plomo, deben examinarse entre los 3 y los 6 años de edad.

¿A quién le puedo hablar para obtener más información sobre el plomo?

- **Al Centro de Información de los CDC:** 1-888-422-8737
- También puede obtener más información sobre el plomo de su centro regional de control de sustancias tóxicas y de su departamento de salud estatal o local.

¿Dónde puedo acudir para tener información más a fondo?

- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades: www.cdc.gov/nceh/lead/spanish/sp_plomo.htm
 - Centro Nacional de Información sobre Plomo: 1-800-424-LEAD ó www.epa.gov/lead/pubs/leadinfoesp.htm
 - Centro de referencia del Centro Nacional de Información sobre Plomo
Teléfono: 800-424-LEAD (1-800-424-5323)
 - Programa para tomar conciencia de los riesgos del plomo de la Agencia de Protección del Medio Ambiente Verificación de progreso: www.epa.gov/lead/pubs/leadinfoesp.htm
 - “El plomo en su hogar: Guía de referencia para padres”, publicación de la EPA: www.epa.gov/lead/leadrev.pdf
 - Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional (NIOSH):

1-800-311- 3435 ó www.cdc.gov/spanish/niosh/
 - Administración para la Salud y la Seguridad Ocupacional (OSHA):

1-800-321-6742 ó www.osha.gov/as/opa/spanish/
-