



Protocolo para el manejo clínico de la intoxicación por plomo en población de menores de 15 años, las mujeres embarazadas y en período de lactancia

*Programa de acción de aplicación inmediata para el control de la exposición a plomo en México
Línea de acción 2. Aseguramiento del manejo clínico*



Autor

Dr. Gonzalo García Vargas

Profesor Investigador de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias de la Salud

Universidad Juárez del Estado de Durango y Dr. en Toxicología, Jurisdicción Sanitaria No. 6, Servicios de Salud de Coahuila

Coautores (en orden alfabético)

Lic. Adrenalina Cebrián*

Asesor Experto, Política Nacional Integral para la Gestión de Sustancias Químicas y del Programa de acción de aplicación inmediata para el control de la exposición a plomo en México, CSG

Dra. Paulina Farías Serra*

Investigadora en Ciencias Médicas, Dirección de Salud Ambiental, Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública

Dra. Leonora Rojas-Bracho*

Coordinadora de la Política Nacional Integral para la Gestión de Sustancias Químicas y del Programa de acción de aplicación inmediata para el control de la exposición a plomo en México, CSG

Dr. Carlos Santos-Burgoa*

Académico Titular, Academia Nacional de Medicina y Profesor de Política en Salud Global, The George Washington University

Revisores expertos (en orden alfabético)

Dra. Olga Balbina Martínez Pantaleón

Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dr. Víctor Ramírez Leonardo

Servicios de Pensiones del estado de Chihuahua y del IMSS de Chihuahua (pensionado)

Dra. María Del Carmen Sánchez Villegas

Jefe del Departamento Clínico de Toxicología, Centro Médico Nacional "La Raza" / IMSS

* Miembro de Mundo Químico, equipo asesor del Consejo de Salubridad General.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	3
ACCIONES DE LOS SERVICIOS DE MEDICINA GENERAL/FAMILIAR	6
Proveer asesoramiento anticipado por los riesgos de la exposición a plomo	6
Fuentes de exposición a plomo	7
Orientación a la madre, al padre o cuidador primario de una niña o niño, a una paciente embarazada o en período de lactancia.....	8
Otras acciones para prevenir la exposición a plomo	12
Recomendaciones nutricionales para disminuir la exposición a plomo	12
COORDINACIÓN CON LAS AUTORIDADES SANITARIAS LOCALES.....	13
ESTUDIOS DE TAMIZAJE PARA DETECCIÓN DE CASOS	14
Generalidades sobre estudios de tamizado de plomo en sangre	14
Biomarcadores de exposición y efecto	15
Evaluación de la exposición a plomo con base en encuesta	15
DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO EN POBLACIÓN INFANTIL, MUJERES EMBARAZADAS Y EN PERÍODO DE LACTANCIA.....	15
Categoría 0. Niveles de plomo en sangre menores o iguales a 1 μ g/dL	15
a) Determinaciones de plomo en sangre.....	16
Categoría I. Niveles de plomo en sangre mayores a 1 μ g/dL y menores o iguales a 10 μ g/dL	16
a) Evaluación de las rutas de exposición en esta categoría	17
b) Determinaciones de plomo en sangre.....	17



Categoría II. Niveles de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL y menores o iguales a 25 µg/dL.....	18
a) Evaluación de las rutas de exposición en esta categoría	18
b) Determinaciones de plomo en sangre.....	18
c) Pruebas del metabolismo del hierro.....	18
Categoría III. Niveles de plomo en sangre mayores a 25 µg/dL y menores o iguales a 45 µg/dL.....	19
a) Determinaciones de plomo en sangre.....	19
b) Historia clínica de las niñas y de los niños con niveles de plomo mayores a 25 µg/dL.....	19
c) Pruebas del metabolismo del hierro.....	20
e) Examen radiológico de los huesos largos.....	21
f) Determinación de plomo en hueso.....	21
g) Estudio intencionado del desarrollo neuropsicológico de la niña y del niño	22
h) Manejo ambiental en la población de menores de 15 años, la mujer embarazada y en período de lactancia con intoxicación por plomo	22
i) Manejo medicamentoso	23
j) Pruebas que NO están indicadas para el diagnóstico o el manejo clínico de la intoxicación por plomo	23
Categoría IV. Niveles de plomo en sangre mayores a 45 µg/dL y menores o iguales a 70 µg/dL.....	23
a) Determinaciones de plomo en sangre.....	23
b) Estudio clínico por intoxicación con plomo	24
c) Intervención ambiental	25
d) Tratamiento medicamentoso.....	26
Categoría V. Niveles de plomo en sangre mayores a 70 µg/dL.....	27
a) Determinaciones de plomo en sangre.....	27
b) Características farmacológicas básicas de los diversos medicamentos para quelación	27
c) Succimer (ácido dimercapto succínico)	28
d) CaNa ₂ EDTA.....	30
e) Dimercarpol	32
f) D-Penicilamina	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
ANEXO I. Figuras para el diagnóstico y tratamiento en población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia	I



INTRODUCCIÓN

Los menores de 15 años, las mujeres embarazadas o en período de lactancia expuestos a plomo se deben tratar como una emergencia médica. La orientación se debe enfocar a eliminar la fuente o las fuentes de exposición a plomo y establecer a la prevención de la exposición a plomo como la estrategia más importante para el manejo de la intoxicación por plomo. Una vez que se detectan niveles elevados de plomo en sangre, la estrategia de manejo se debe enfocar a evitar que continúe la exposición a plomo. Con ciertos niveles de plomo en sangre el tratamiento farmacológico puede ser necesario para eliminar el plomo en sangre, pero no será capaz de eliminar el plomo que se almacena en el sistema óseo.

El Consejo de Salubridad General (CSG), órgano colegiado con carácter de autoridad sanitaria, con funciones normativas, consultivas y ejecutivas, aprobó el 27 de noviembre de 2019, el desarrollo e implementación de una *Política Nacional Integral para la Gestión de Sustancias Químicas*, por el problema que constituye el manejo inadecuado de sustancias químicas para la salud pública y el ambiente en el país. En esta política se incluye el rezago en la atención a problemas de salud pública asociados con la exposición a ciertas sustancias químicas tóxicas. Así, se identificó al plomo como uno de los mayores rezagos, por lo que el CSG también aprobó poner en marcha el *Programa de acción inmediata para el control de la exposición a plomo en México*.

Las metas de este programa para el 2023 son que el 75% de las niñas y los niños de entre uno y menos de cinco años tenga niveles de plomo en sangre menores a 1 µg/dL y que el 95% de la población general tenga niveles de plomo en sangre menores a 3.3 µg/dL. Para lograrlo, el programa propone cinco líneas de acción. Una de ellas se relaciona con asegurar las capacidades técnicas y financieras para la identificación de la intoxicación por plomo y el manejo clínico en las instituciones públicas y privadas del país; en este marco se inserta el desarrollo del *Protocolo para el manejo clínico de la intoxicación por plomo en niños y niñas menores de 15 años, mujeres embarazadas y en período de lactancia*. De manera integral se plantean líneas de acción complementarias, entre ellas, revisar el paquete regulatorio del plomo, tanto de sus usos autorizados, restringidos o prohibidos, como del valor criterio de plomo



en sangre, para reducirlo a un microgramo por decilitro ($1 \mu\text{g/dL}$) en los grupos poblacionales especialmente sensibles (niños y niñas menores de 15 años, mujeres embarazadas y en período de lactancia) y, para toda la población, establecer un rango de concentraciones de entre 2 y 10 $\mu\text{g/dL}$ para la actuación preventiva y de manejo.¹

En este protocolo se indica que todos los menores de 15 años, las mujeres embarazadas y en período de lactancia que presenten niveles de plomo en sangre superiores a $1 \mu\text{g/dL}$ deben incorporar ciertas acciones con el objeto de evitar la exposición subsecuente al plomo y minimizar su absorción. Estas acciones incluyen intervenciones nutricionales, cambios en hábitos de limpieza personal y del hogar, así como el someterse a evaluación de su ambiente y a un examen clínico para identificar las fuentes de exposición y los posibles síntomas asociados con la intoxicación por plomo.

Por ello, este protocolo de atención clínica tiene como objetivos el identificar las posibles fuentes de exposición que orienten a las acciones de prevención y control para los casos, así como al posible desarrollo de programas y políticas para evitar la intoxicación por plomo en poblaciones susceptibles. Asimismo, por este medio se busca educar a los proveedores de atención médica y a las poblaciones susceptibles sobre la prevención de la exposición al plomo y de sus riesgos asociados.

¹ La norma oficial mexicana que establece el valor límite de plomo en sangre para iniciar acciones de salud pública vigente hasta este año establecía los valores criterio de $5 \mu\text{g/dL}$ para los menores de 15 años, las mujeres embarazadas y en período de lactancia [modificación de los numerales 3, 6.1 de la tabla 1, así como los numerales 1 y 1.1.10 del Apéndice A, de la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000, Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente (DOF, 18 de octubre de 2002; DOF, 30 de agosto de 2017)]. Al no haberse identificado una concentración de plomo en sangre por arriba de la cual no se presenten efectos para la salud, el *Programa de acción inmediata para el control de la exposición a plomo* plantea la reducción de dicho valor criterio a $1 \mu\text{g/dL}$ con el fin de proteger la salud de la población.



ANTECEDENTES

El plomo es un elemento metálico ubicuo en el entorno humano como resultado de la industrialización. No tiene valor fisiológico conocido. La población infantil es particularmente susceptible a los efectos tóxicos del plomo. La intoxicación por plomo suele ser silenciosa: la mayoría de las personas intoxicadas no presentan síntomas. Por esta razón, muchos de los casos no se diagnostican, ni se tratan. Los efectos por la intoxicación por plomo dependen de los niveles de exposición. A niveles bajos de exposición los efectos son muy sutiles, consistiendo principalmente en déficits cognitivos y del desarrollo neurológico. En niveles mayores de exposición se aprecian efectos neurológicos mayores, síntomas gastrointestinales, anemia, y en grados mayores de intoxicación aparecen datos de encefalopatía con edema cerebral. La intoxicación por plomo no es únicamente un problema urbano o de la población infantil perteneciente a los estratos socioeconómicamente con mayor marginación. Ningún grupo socioeconómico, área geográfica o población racial o étnica se encuentra libre del riesgo de la exposición y la intoxicación consecuente (1).

Este documento proporciona pautas sobre la prevención y manejo por intoxicación por plomo en la población infantil, la mujer embarazada y en período de lactancia. Los pediatras, ginecoobstetras y otros profesionales de la salud que consulten este documento obtendrán información sobre la detección y orientación sobre el tratamiento médico de la población infantil con intoxicación por plomo.

Los estudios epidemiológicos han identificado efectos nocivos del plomo en población infantil a niveles de plomo en la sangre tan bajos como 1 µg/dL (2). De hecho, la evidencia actual no identifica un umbral de las concentraciones de plomo en sangre para los efectos adversos para la salud.

Debido a que no se identifica un nivel por debajo del cual no se presenten efectos para la salud, las actividades de prevención primaria en las intervenciones ambientales a nivel comunitario y las campañas nutricionales y educativas deben dirigirse a reducir los niveles de plomo en sangre en la población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia a menos de 1 µg/dL.



En México existen diversos escenarios que favorecen la exposición de la población infantil a plomo. Probablemente el más prevalente es el que ocurre en varias zonas del país, donde culturalmente se utiliza la loza de barro vidriada para la preparación, almacenamiento y la presentación de alimentos y bebidas. Este escenario ocurre con mayor frecuencia en el centro, sur y sureste de México, aunque también se ha documentado tener uso amplio en algunas regiones del norte del país (3). La manufactura tradicional de la loza de barro vidriada en México consiste en la fabricación del utensilio manual con barro, al que se aplica óxido de plomo (usualmente conocido como greta) para lograr un acabado vidriado, resistente e impermeable una vez que se hornea en hornos artesanales que alcanzan temperaturas relativamente bajas (alrededor de 600 °C).

Otro escenario que pone a la población infantil mexicana en riesgo de exponerse al plomo consiste en la residencia en sitios contaminados por actividades industriales (actuales o previas). Este escenario ocurre con frecuencia en áreas marginadas y suburbanas. Una variación a este escenario existe cuando la población infantil vive, juega, o deambula en sitios cercanos a residuos mineros o áreas metalúrgicas donde se ha procesado plomo. Otro escenario consiste en la presencia de pinturas con plomo en el ambiente donde reside, juega o acude la población infantil, como son parques, calles (algunas de las pinturas de la señalética urbana contienen plomo), juguetes, lápices y dulces. Existen más escenarios de exposición a plomo como son algunas actividades de reciclado de baterías de automotores, de basura electrónica, de soldaduras, etc. (4).

El enfoque de los esfuerzos de prevención, por lo tanto, debe ampliarse de la identificación y tratamiento individuales para incluir la prevención primaria de la exposición al plomo antes de que la población infantil se intoxique. Esto requerirá una responsabilidad compartida entre oficinas gubernamentales y privadas. La autoridad sanitaria tendrá que trabajar con las unidades de atención médica pediátrica para identificar comunidades con problemas de posible exposición a plomo e identificar las fuentes de exposición a plomo para garantizar la seguridad de la población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia.



Una forma de exposición frecuente es la conocida como exposición para-ocupacional, la cual consiste en que algún (o algunos miembros) se exponen al plomo en su ambiente laboral (por ejemplo, obreros minero-metalúrgicos), y si llegan a su domicilio con las ropas de trabajo y con la presencia de plomo en su cuerpo (piel, cabello), pueden contaminar el ambiente de su vivienda, extendiendo la exposición ocupacional a su familia. En algunos individuos, ya sean población infantil, mujeres embarazadas o en período de lactancia, se presenta una conducta alimentaria anormal conocida como pica, que consiste en ingerir tierra, polvos, fragmentos de pintura, fragmentos de loza, u otros objetos que si se encuentran contaminados con plomo (como ocurre en sitios contaminados) aumentan la exposición oral al metal. Los proveedores de servicios de salud deberán incorporar gradualmente la detección universal de la población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia expuestas a plomo.

La mujer embarazada y en período de lactancia se puede exponer al plomo de las siguientes formas y períodos de su vida:

- Exposición durante la infancia. Se ha demostrado que la exposición a plomo en la infancia o en la juventud provoca la distribución toxicocinética hacia hueso y durante el embarazo puede volver a ser biodisponible hacia el feto, a través de la placenta, o el lactante, a través de la leche materna (5).
- Exposición a través del uso de loza de barro vidriada. En México se ha documentado que ésta es una vía importante de exposición al consumir bebidas o alimentos que se preparan, conservan o sirven en loza de barro vidriada tradicional. Esta exposición puede iniciar desde la infancia de la mujer y continuar durante su vida y en el embarazo exponer a su producto (6).
- Exposición vía ocupacional o para-ocupacional. Esta es una vía que puede ocurrir en la mujer trabajadora en la industria, en los talleres de alfarería que usan plomo o en los trabajos informales en sitios contaminados como son basureros, recolección y reciclado de materiales, equipos eléctricos o electrónicos, etc. Posteriormente, en el embarazo está en la posibilidad de exponer a su producto.



ACCIONES DE LOS SERVICIOS DE MEDICINA GENERAL/FAMILIAR

Los servicios del médico son de gran importancia en la prevención y manejo de las poblaciones infantiles potencialmente expuestas a plomo, entre sus funciones estarán el asesorar sobre los riesgos asociados con la exposición a plomo, las posibles fuentes de exposición y orientación sobre los signos y síntomas que puede presentar el paciente.

Proveer asesoramiento anticipado por los riesgos de la exposición a plomo

Enseñar a los padres sobre las principales fuentes y rutas de plomo y cómo prevenir el envenenamiento. Orientación a la medida de los posibles peligros en la comunidad.

Los proveedores de atención médica deben considerar que la educación es una parte integral del cuidado de los llamados “niños sanos”. Además de educar a los padres sobre la nutrición y las etapas de desarrollo, los proveedores deben analizar los riesgos potenciales del plomo. Deben centrarse en las principales fuentes prevenibles como el uso de loza de barro vidriada en la preparación, almacenamiento y servicio de alimentos y el vivir en zonas de riesgo por contaminación de basuras y residuos urbanos e industriales. Además, el uso de pintura a base de plomo y la exposición para-ocupacional debido a las ocupaciones y pasatiempos de los padres o de algún conviviente del paciente. Se debe informar a los padres sobre los peligros potenciales de estos escenarios y la necesidad de buenas prácticas laborales si sus ocupaciones o pasatiempos los exponen al plomo. Otra educación debe adaptarse a las posibles exposiciones en la comunidad. Por ejemplo, en algunas comunidades se debe advertir a los padres sobre el potencial de exposición al plomo a partir de algunos remedios tradicionales, como es el azarcón y la greta. Cuando los niveles de plomo en el agua son una preocupación, se podría recomendar a los padres que usen solo agua purificada.



Fuentes de exposición a plomo

Identificar las posibles fuentes de exposición a plomo con actividades para reducirla beneficiarán al paciente, y también podrían beneficiar a otros miembros de la familia o de la comunidad.

Al existir factores que manifiesten el peligro de exposición en una comunidad o familia, es pertinente solicitar un estudio de tamizado para determinar la exposición a plomo. Los estudios de tamizado consisten en la determinación de las concentraciones de plomo en sangre venosa o capilar. Existen diversos métodos para realizarlo, con sensibilidad y exactitud suficientes para ser utilizados como tamizado. Con base en los niveles de plomo en sangre encontrados, se orienta la atención al paciente en cuanto a nutrición, eliminación o disminución de las posibles fuentes de exposición o consideración del tratamiento farmacológico cuando los niveles exceden 45 µg/dL. Los estudios de tamizado se deben realizar en sitios en donde se detecten riesgos mayores de exposición a plomo como pueden ser los siguientes:

- Comunidades en las que se utilice la loza de barro vidriada con plomo para la preparación, servicio y conserva de alimentos.
- La población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia que vivan en la cercanía (< 500 m) de un taller de alfarería tradicional que fabrique loza de barro vidriada con plomo, o que haya utilizado este procedimiento en los últimos 10 años (debido a pasivos ambientales y a la acumulación en tejido óseo).
- La población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia que vivan en la cercanía (<500 m) de un taller de soldadura, de reciclado (formal o informal) de baterías de plomo, sitios de almacenamiento o depósito de residuos contaminados con plomo (baterías de automóvil u otro tipo, basura electrónica, residuos metal-mecánicos, residuos industriales no legalmente identificados, y otros casos), basureros municipales o comunitarios, actividades minero-metalúrgicas formales o informales, y otros casos que puedan despertar la sospecha de la comunidad o de los servicios de salud y autoridades ambientales de contener plomo.



- La población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia que sean convivientes de trabajadores (trabajadoras) formales o informales de las actividades descritas en el párrafo anterior.
- La población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia que sean convivientes de personas que tengan niveles de plomo en sangre mayor a $> 1 \mu\text{g}/\text{dL}$.
- Sitios que tengan antecedente de tener o haber tenido alta prevalencia de personas con niveles de plomo en sangre $> 1 \mu\text{g}/\text{dL}$.

Orientación a la madre, al padre o cuidador primario de una niña o niño, a una paciente embarazada o en período de lactancia

La familia debe recibir información sobre las fuentes de exposición a plomo, cómo prevenir la exposición, y las formas para reducir la absorción intestinal de plomo, mediante hábitos nutricionales.

Si el paciente está o pudiera estar expuesto a plomo o tienen algunos de los signos y síntomas que se pueden asociar con la exposición a plomo o con una posible intoxicación por plomo, se debe solicitar la determinación de plomo en sangre.

Para interpretar adecuadamente los niveles de plomo en sangre, el pediatra, el obstetra o el médico tratante debe comprender la base científica de la preocupación (7)(8)(9).

Categoría 0.² Nivel de plomo en sangre menor o igual a $1.0 \mu\text{g}/\text{dL}$

Un nivel de plomo en sangre menor o igual a $1 \mu\text{g}/\text{dL}$ no se considera indicativo de envenenamiento por plomo. Si el menor de 15 años, la mujer embarazada o en período de lactancia reside en un área en donde pueda haber exposición a plomo, se puede indicar repetir la determinación de plomo 12 meses más adelante. Es altamente recomendable que en áreas con presencia de factores de riesgo de

² En los casos en que se utilice la voltamperometría de redisección anódica para determinar concentraciones de plomo en sangre capilar la Categoría 0 se define como $\text{PbS} \leq 1.9 \mu\text{g}/\text{dL}$ (corresponde al límite de cuantificación inferior del equipo).



exposición a plomo (se describen abajo) la vigilancia inicie en la atención prenatal de la mujer durante su embarazo (figura 1).

Categoría I.³ Niveles de plomo en sangre mayores a 1.0 y menores o iguales a 10 µg/dL

Los menores de 15 años, la mujer embarazada o en período de lactancia que presenten niveles de plomo en sangre en este rango están en una zona fronteriza de exposición (figura 2) que requiere actuación preventiva y de manejo. Si existe una fuente evidente de exposición a plomo es necesario reducirla con algunas instrucciones simples de tipo higiénico-dietéticas (la educación requerida se puede hacer cara a cara o mediante la distribución de folletos u otros materiales escritos). Entre estas medidas se encuentra la recomendación de lavado de manos antes de comer, hacer la limpieza del hogar con agua y detergente, con especial atención a las superficies en donde juegan las niñas y los niños, ingerir alimentos en forma regular y no ayunar, comer una dieta rica en calcio, hierro y vitamina C (añadir una fruta en cada comida, ya que la vitamina C aumenta al cuádruple la absorción del hierro) para disminuir la absorción del plomo.

Los niveles de plomo en la sangre en este rango pueden incrementar el riesgo de disminuir en varios puntos el coeficiente intelectual y otros efectos sutiles de la conducta (10). Por esta razón, se debe dar un seguimiento cuidadoso a estos pacientes y se deben realizar pruebas de plomo en sangre de seguimiento en aproximadamente 3 meses. Los efectos adversos de los niveles de plomo en la sangre de 2.0 – 4.9 µg/dL son sutiles y es probable que no se reconozcan o que no sean medibles.

Es importante el seguimiento para asegurar que los niveles de plomo en la sangre de estos pacientes pediátricos no suban y realizar todas las medidas ambientales, de higiene y de limpieza domiciliaria que sean necesarias para que los niveles de plomo en sangre se reduzcan a ≤ 1.0 µg/dL.

³ Para la Categoría I el límite inferior se define como PbS >1.9 µg/dL en los casos en que se utilice voltamperometría de redissolución anódica para determinar concentraciones de plomo en sangre capilar (corresponde al límite de cuantificación inferior del equipo).



Categoría II. Niveles de plomo en sangre mayores a 10 y menores o iguales a 25 µg/dL

La población menor de 15 años y las mujeres embarazadas o en periodo de lactancia con estos niveles de plomo en sangre venosa necesitan un seguimiento más puntual y cuidadoso (Figura 3). El proveedor de atención médica pediátrica u obstétrica debe llevar un historial lo más detallado posible sobre las fuentes de exposición al plomo. La mujer embarazada o en periodo de lactancia o los padres o el cuidador primario de las niñas o niños deben recibir orientación sobre las intervenciones para reducir los niveles de plomo en la sangre (educarlos en cuanto a las formas para reducir los niveles de plomo en la sangre).

Como en el nivel previo de exposición existen abundantes evidencias de que en aquellos con niveles de plomo en la sangre en este rango se puede incrementar el riesgo de disminución en el coeficiente intelectual en varios puntos de conciente de la prueba y otros efectos sutiles en conducta (10). Los efectos del plomo en estos niveles son lo suficientemente significativos como para que el proveedor de atención médica enfatice a los padres la importancia de la detección y del seguimiento para que los niveles disminuyan. Por ello, se deben analizar las intervenciones que puedan permitir reducir los niveles de plomo en la sangre. Además, estos pacientes pediátricos y mujeres embarazadas deben recibir pruebas de seguimiento. Si sus niveles de plomo en la sangre persisten con valores que rebasan 1 µg/dL se debe completar la investigación ambiental y la remediación de las fuentes de exposición. Se debe evitar el uso familiar de utensilios de barro vidriado con plomo en la preparación, conserva y servicio de alimentos para niños y niñas, así como para las mujeres embarazadas o en periodo de lactancia. En algunas comunidades, los programas de prevención de envenenamiento por plomo en la niñez pueden gestionar la investigación y remediación ambiental de los sitios contaminados que sean fuente de exposición.



Categorías III y IV. Niveles de plomo en sangre mayores a 25 y menores o iguales a 70 µg/dL

La población de menores de 15 años y mujeres embarazadas o en período de lactancia con niveles de plomo en sangre venosa en este rango debe someterse a una evaluación médica completa (Figuras 4 y 5). Esto incluye una historia ambiental y de comportamiento detallada; en los menores de 15 años se deben incluir preguntas sobre la lectura u otras capacidades de aprendizaje, desarrollo del lenguaje, conducta pica, etc., así como un examen físico y pruebas de deficiencia de hierro.

Para aquellos que necesitan un seguimiento médico en el corto plazo, es decir, con un nivel de plomo en sangre mayor o igual a 45 µg/dL, los proveedores de atención médica pediátrica con experiencia limitada en el tratamiento de la intoxicación por plomo deberían considerar derivar a dichos pacientes pediátricos a una o un especialista con experiencia en el manejo del envenenamiento por plomo. Estos pacientes también deben tener investigaciones medioambientales completas para reducir los riesgos por exposición al plomo.

Los programas públicos locales de prevención del envenenamiento por plomo en la niñez a menudo trabajarán en equipo con el proveedor de atención médica obstétrica o pediátrica y la familia del niño o la niña para garantizar un seguimiento ambiental adecuado.

Categoría V. Niveles de plomo en sangre mayores a 70 µg/dL

La población de menores de 15 años y mujeres embarazadas o en período de lactancia con niveles de plomo en la sangre tan altos se encuentra en una emergencia médica que preferiblemente debe ser manejada por alguien con experiencia en el tratamiento por intoxicación a plomo –en particular, para los niños y niñas (Figura 6).

Se debe iniciar un manejo médico y ambiental de inmediato, que incluye internar al paciente de manera urgente.



Otras acciones para prevenir la exposición a plomo

Educar a los padres o al cuidador primario o a las mujeres embarazadas o en periodo de lactancia sobre cómo prevenir la exposición a plomo. ¿Qué pueden hacer para prevenir la exposición a plomo?

- Reemplazo de loza vidriada tradicional. Si en la familia existe la costumbre de utilizar loza de barro vidriada tradicional, es necesario evitar su uso en la preparación y conservación de alimentos y bebidas. Esta loza se debe sustituir por utensilios de cerámica libre de plomo, de madera, de acero inoxidable o de vidrio, por ejemplo.
- Limpieza de la vivienda para evitar el polvo. Particularmente en casas antiguas, que se pudieron haber pintados con pintura a base de plomo, o que tienen piso de tierra, o con daños en la superficie de los muros, es recomendable seguir las siguientes recomendaciones para ayudar a reducir los niveles de plomo en la sangre:
 - Asegúrese de que la mujer embarazada o su hijo(a) no tenga acceso a pintura descascarada o partículas del muro que pueda estar contaminada con suelo, pintura o polvo contaminado con plomo. Preste especial atención a los quicios de las ventanas, alféizares y pozos.
- Lavado y aseo personal y de objetos. Lavado de las manos y la cara de los menores antes de que coman; lavado frecuente de los juguetes y chupones.
- Viviendas cercanas a instalaciones con actividad industrial. Si la vivienda se encuentra en un área contaminada por su cercanía con instalaciones industriales, es necesario realizar actividades de limpieza diaria (similares a las mencionadas en el apartado anterior de esta lista) y prevenir la entrada de polvo.

Recomendaciones nutricionales para disminuir la exposición a plomo

Es necesario que los menores de 15 años, la mujer embarazada y en período de lactancia coman en sus horarios, pues el plomo se absorbe más fácilmente por vía oral con el estómago vacío.



Es necesario que la alimentación contenga niveles apropiados de calcio y hierro.

Ejemplos de alimentos con alto contenido de calcio:

- Leche
- Yogurt
- Queso
- Verduras cocidas

Ejemplos de alimentos con alto contenido de hierro:

- Hígado
- Cereal fortificado
- Legumbres cocidas
- Espinacas u otros vegetales de hojas color verde oscuro

COORDINACIÓN CON LAS AUTORIDADES SANITARIAS LOCALES

La coordinación con las autoridades sanitarias locales es importante, sobre todo para recibir información sobre:

- La magnitud de la exposición a plomo en menores de 15 años, mujeres embarazadas y en período de lactancia en la comunidad.
- La existencia de fuentes de exposición a plomo inusuales en la localidad.
- Los servicios de salud pública disponibles para atender a la comunidad.
- Las intervenciones que se hayan realizado para resolver casos de exposición a plomo en la comunidad.

Asimismo, los obstetras, pediatras y médicos generales deben notificar a la autoridad sanitaria local sobre los casos y características de su exposición, como se especifica a continuación:

- Los casos de la población de menores de 15 años, mujeres embarazadas y en período de lactancia con niveles de plomo mayores a 1 µg/dL.
- Las rutas de exposición a plomo que se hayan identificado, las que no se hayan reportado o que resulten inusuales.



ESTUDIOS DE TAMIZAJE PARA DETECCIÓN DE CASOS

Generalidades sobre estudios de tamizado de plomo en sangre

Los estudios de tamizaje deben contemplar la determinación de plomo en sangre en población de menores de 15 años, mujeres embarazadas y en período de lactancia. La determinación de plomo en sangre se debe realizar mediante métodos de química analítica que lo midan directamente.

Las mujeres en edad fértil residentes en áreas de riesgo o con exposición debida al uso de loza de barro vidriada o exposición para-ocupacional u ocupacional, se deben realizar la determinación de plomo en sangre de dos o tres veces por año.

Se pueden utilizar métodos analíticos basados en la voltamperometría de redisolución anódica para determinar concentraciones de plomo en sangre capilar. Estos métodos son apropiados para estudios de tamizaje por la relativa facilidad en la toma y el análisis de la muestra sanguínea, el menor costo comparado con otros métodos y porque lo pueden realizar personas con entrenamiento químico estándar. Existen diferentes opciones de aparatos de voltametría; el modelo portátil, que tiene la ventaja de ser transportable, pero la desventaja de no tener suficiente precisión para determinaciones de plomo en sangre $< 3.3 \mu\text{g/dL}$. Los dos modelos para uso en laboratorio, ya sea con un volumen de muestras bajo a medio o elevado, tienen la ventaja de un mayor intervalo analítico, con un límite inferior de 1.9 y uno superior de 65 $\mu\text{g/dL}$ (12).

El método recomendado para muestras de sangre venosa es la espectrometría de absorción atómica con horno de grafito (EAA-HG), cuyo intervalo analítico es más amplio en ambos extremos que el de la voltametría anódica. Aún más recomendable, por su mayor sensibilidad, es la determinación con espectrometría de masas acoplada inductivamente con un emisor de plasma (ICP-MS). Las limitaciones principales consisten en su costo y que requieren una infraestructura y personal más especializado.



Biomarcadores de exposición y efecto

La determinación de protoporfirinas ya sea eritrocitarias libres o protoporfirina zinc, no son lo suficientemente sensibles (aumentan sus concentraciones cuando los niveles de plomo son $> 17 \mu\text{g/dL}$) y, además, no son específicas (también son indicadores de anemia ferropénica).

Evaluación de la exposición a plomo con base en encuesta

En algunos sitios con poca historia de antecedentes de exposición ambiental a plomo, pueden realizarse cuestionarios que identifiquen posibles fuentes de exposición al metal. Cuando existen antecedentes de la exposición, la utilidad de los cuestionarios es mínima. Hay que recordar que el uso de loza de barro vidriada es la fuente de exposición generalizada a plomo en el país.

DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO EN POBLACIÓN INFANTIL, MUJERES EMBARAZADAS Y EN PERÍODO DE LACTANCIA

A la fecha no se ha identificado un umbral para los efectos de plomo en la salud, pero sí se han documentado efectos a niveles muy bajos de plomo en sangre ($\leq 5 \mu\text{g/dL}$). Por estas razones se recomienda hacer seguimiento de toma de muestras de plomo en sangre para niños y niñas, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia cuando sus niveles rebasan $1 \mu\text{g/dL}$ de tal forma que se suministre la información necesaria para tomar las decisiones pertinentes clínica y ambientalmente.

Se presentan las acciones para el diagnóstico y tratamiento de las poblaciones blanco para las siguientes categorías (de 0 a V) con niveles incrementalmente mayores de plomo en sangre.

Categoría 0. Niveles de plomo en sangre menores o iguales a $1 \mu\text{g/dL}$

Cuando en el estudio de plomo en sangre el paciente menor de 15 años o la mujer embarazada o en período de lactancia presenta niveles de plomo en sangre menores o iguales a $1 \mu\text{g/dL}$ se considera como un resultado negativo y no existe necesidad de seguimiento.



El seguimiento únicamente se recomienda para confirmar que los niveles se mantengan en esta categoría si hubiera cambios en las condiciones de exposición, como pudiera ser un cambio de domicilio, de empleo u ocupación o si la residencia se encuentra en un área en la que existe el riesgo de exposición a plomo.

a) Determinaciones de plomo en sangre

Cuando el sujeto vive en una zona con riesgos de exposición por antecedentes ambientales, vecindad con complejos industriales o factores para-ocupacionales por que los padres o convivientes en el hogar trabajen con riesgo de exposición a plomo, se puede dar un seguimiento en la Consulta de Niño Sano o en la consulta de atención prenatal.

Se debe continuar con el protocolo de atención en la Consulta de Niño Sano.

Categoría I. Niveles de plomo en sangre mayores a 1 μ g/dL y menores o iguales a 10 μ g/dL

Los niveles de plomo en sangre mayores a 1 y menores a 5 μ g/dL en menores de 15 años o mujeres embarazadas o en período de lactancia se consideran como la primera etapa de la intoxicación por plomo. Existe evidencia de que estas concentraciones de plomo en sangre pueden afectar diversas pruebas de ejecución y desarrollo cognitivo en niños/niñas en edad escolar (10). Es necesario realizar las intervenciones de tipo higiénico-dietético y ambientales para abatir la exposición que resulta en estos niveles de plomo en sangre (Figuras 1 y 2).

Los niveles de plomo en la sangre superiores a 5 μ g/dL se consideran como intoxicación; la banda de concentraciones entre 5 y 10 μ g/dL ya requiere de mayor atención y seguimiento más frecuente. En el caso del feto y del recién nacido involucra efectos sutiles en el neurodesarrollo, pero que han sido bien demostrados en estudios de epidemiología ambiental pediátrica. En niños y niñas, los estudios muestran claras disminuciones de varios puntos (de 3 a 5 puntos) de coeficiente intelectual, que se ha podido caracterizar en las áreas de ejecución



matemática, de inteligencia verbal y visual (10). Por ello, se requiere realizar una historia clínica completa y un examen físico, a la par de una evaluación neuroconductual y psicológica.

a) Evaluación de las rutas de exposición en esta categoría

Para los sujetos con una exposición de entre 1 y 5 µg/dL se requiere hacer un estudio exploratorio sobre las posibles fuentes y rutas de exposición e identificar si el paciente vive en una zona con riesgos de exposición por antecedentes de contaminación ambiental por actividades industriales, mineras o metalúrgicas, o factores para-ocupacionales porque los padres o convivientes trabajen con riesgo de exposición a plomo. También se debe evaluar si existe una exposición familiar por consumo o almacenamiento de alimentos o bebidas en loza de barro vidriado.

Si existe una evidente de exposición a plomo, se debe intentar reducir la exposición con algunas instrucciones simples para evitar la exposición (la educación requerida se puede hacer cara a cara o mediante la distribución de folletos u otros materiales escritos).

Los efectos adversos de los niveles de plomo en la sangre de 5-10 µg/dL son sutiles y es probable que no se puedan reconocer o medir clínicamente. Se recomienda seguir las acciones enunciadas en la figura 3. Es importante realizar todas las medidas necesarias para que los niveles de plomo en sangre disminuyan para llegar a ser menores o iguales a 1 µg/dL.

b) Determinaciones de plomo en sangre

Para todos los grupos de edad se requiere de seguimiento trimestral de los niveles de plomo en sangre hasta reducir los niveles para ser iguales o menores a 1 µg/dL. El seguimiento se espaciará a cada tres meses en los menores de un año y cada 12 meses para aquellos mayores de un año. En las mujeres embarazadas el seguimiento será en sus citas de atención prenatal.

Se debe continuar con el protocolo de atención en Consulta del Niño Sano.



Categoría II. Niveles de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL y menores o iguales a 25 µg/dL

Los niveles de plomo en la sangre en este rango pueden involucrar efectos que es posible identificar. En el feto y en el recién nacido se pueden presentar en el neurodesarrollo y en niños y niñas se pueden presentar efectos en las áreas de ejecución matemática, de inteligencia verbal y visual (10).

Por ello, se requiere de una evaluación integral neuroconductual y psicológica para su detección, tratamiento y rehabilitación.

a) Evaluación de las rutas de exposición en esta categoría

La evaluación de las posibles fuentes de exposición se debe hacer para buscar las acciones de eliminación de dichas fuentes en el hogar o al realizar actividades, como puede ser hábitos de llevar la mano a la boca o de ingerir objetos no comestibles (hábito de pica).

b) Determinaciones de plomo en sangre

En función de la edad del paciente se determina la periodicidad de las pruebas de plomo en sangre. Para los menores de un año y mujeres embarazadas se deben realizar mensualmente; para niños y niñas entre 1 y 5 años deberá ser mensual o trimestral y para los mayores de 5 años, será trimestral. Estas pruebas se deberán repetir hasta reducir los niveles de plomo en sangre para que sean iguales o menores a 1 µg/dL y, posteriormente, el seguimiento se espaciará a cada tres meses para los menores de un año y cada 12 meses para los mayores de un año. Las mujeres embarazadas tendrán el seguimiento en sus citas de atención prenatal.

c) Pruebas del metabolismo del hierro

Diagnóstico de deficiencia de hierro. La deficiencia de hierro puede mejorar la absorción y la toxicidad del plomo, y a menudo coexiste con ella, por lo que todos aquellos con niveles de plomo en la sangre ≥ 20 µg/dL se deben realizar pruebas por la deficiencia del hierro.

El hierro en suero y la capacidad de unión al hierro (saturación de transferencia) y ferritina son los indicadores más sensibles del estado del hierro. Una proporción anormalmente baja de hierro en suero a la capacidad de unión al hierro (saturación de transferrina) de 0.2 es



consistente con la deficiencia de hierro. Sin embargo, el nivel de ferritina sérica es la indicación más definitiva y precisa del estado general del hierro, aunque es un reactivo de fase aguda y puede estar falsamente elevado en aquellos enfermos; un valor menor o igual a 12 µg/dL indica deficiencia de hierro.

Categoría III. Niveles de plomo en sangre mayores a 25 µg/dL y menores o iguales a 45 µg/dL

Los menores de 15 años, las mujeres embarazadas o en período de lactancia con concentraciones de plomo en sangre en este intervalo necesitan un seguimiento y vigilancia especial. En la población de menores de 15 años ocurren efectos sobre el desarrollo neurológico y conductual (figura 4). En mujeres embarazadas estas concentraciones cursan usualmente en forma asintomática, pero existen evidencias documentadas sobre efectos en el desarrollo neurológico y cognitivo futuro de los productos de la concepción.

a) Determinaciones de plomo en sangre

En función de la edad del paciente se determina la periodicidad de las pruebas de plomo en sangre. Para los menores de un año y mujeres embarazadas se deben realizar quincenalmente; para niños y niñas menores de 15 años, de manera mensual, en función de si presentan o no síntomas. Estas pruebas se deberán repetir hasta reducir los niveles para que sean iguales o menores a 1 µg/dL y, posteriormente, el seguimiento se espaciará a cada tres meses para los menores de 1 año y cada 12 meses para los mayores de 1 año. Las mujeres embarazadas tendrán el seguimiento en sus citas de atención prenatal.

b) Historia clínica de las niñas y de los niños con niveles de plomo mayores a 25 µg/dL

A los menores de 15 años con un nivel de plomo en sangre mayor a 25 µg/dL se les debe hacer una evaluación pediátrica, ya sea que haya síntomas presentes o no. Se debe prestar especial atención a lo siguiente:

- Una historia clínica detallada, incluyendo la presencia o ausencia de síntomas clínicos, actividades bucales del niño/niña, la existencia de hábitos de pica, estado nutricional (especialmente ingesta de hierro y calcio), hábitos alimenticios, antecedentes



familiares y de convivientes de intoxicación por plomo, posibles fuentes de exposición al plomo (incluida la exposición debida al uso familiar de loza de barro vidriada) y mediciones previas de plomo en la sangre.

- Historias ambientales y ocupacionales detalladas de adultos en el hogar u otros lugares donde el niño o la niña pase mucho tiempo.
- El examen físico, con especial atención al examen neurológico y al desarrollo psicosocial y del lenguaje. Una evaluación neuroconductual puede ser útil en la población de menores de 15 años en el momento del diagnóstico, y, más aún en aquellos niños y niñas que se acercan a la edad escolar. Los hallazgos de retraso en el lenguaje u otros problemas deben provocar la derivación a los programas apropiados.
- La determinación de plomo en convivientes menores de edad o adultos y, con particular énfasis, en la mujer embarazada.

c) Pruebas del metabolismo del hierro

Diagnóstico de deficiencia de hierro. Los pacientes con niveles de plomo en sangre en esta categoría deben realizar pruebas de metabolismo de hierro, debido a que la deficiencia de hierro puede incrementar la absorción y la toxicidad del plomo y a menudo coexiste con ella.

El hierro en suero y la capacidad de unión al hierro (saturación de transferencia) y ferritina son los indicadores más sensibles del estado del hierro. Una proporción anormalmente baja de hierro en suero a la capacidad de unión al hierro (saturación de transferrina) de 0.2 es consistente con la deficiencia de hierro. Sin embargo, el nivel de ferritina sérica es la indicación más definitiva y precisa del estado general del hierro, aunque es un reactivo de fase aguda y puede estar falsamente elevado en aquellos enfermos; un valor menor o igual a 12 µg/dL indica deficiencia de hierro.

Determinación de protoporfirinas eritrocitarias (PE)

Un nivel elevado de PE indica deterioro de la vía biosintética del grupo hemo. Los niveles de PE son pruebas de detección sensibles para la deficiencia de hierro, y el estado del hierro debe evaluarse en cualquier niño con un nivel de PE elevado (los valores normales dependen de la calibración del equipo: es decir $\geq 35 \mu\text{g PE/dL}$ cuando se estandariza con



241 L cm⁻¹ mmol⁻¹, o ≥ 28 µg PE/ dL cuando se estandariza usando 297 L cm⁻¹ mmol⁻¹, o ≥ 70 µmol/ mol de Hb cuando se mide en unidades de µmol PE/mol Hb). Debido a que los niveles de PE tardan aproximadamente 2 semanas en aumentar, los niveles de PE pueden proporcionar una indicación falsa de la duración de la exposición al plomo es de mayor duración.

d) Examen radiológico del abdomen

El examen radiológico del abdomen (placa simple de abdomen) puede mostrar material extraño radiopaco cuando el material se ha ingerido en las 24 a 36 horas previas. Ni los resultados de rayos X negativos ni positivos son diagnósticos o definitivos. Sin embargo, una placa simple del abdomen puede proporcionar información sobre la fuente de plomo si se encuentran trozos de pintura u otros objetos de plomo.

e) Examen radiológico de los huesos largos

Las radiografías de los huesos largos no son confiables para el diagnóstico de envenenamiento agudo por plomo, y no deben obtenerse de manera rutinaria. En cambio, pueden proporcionar alguna indicación de si la intoxicación por plomo ha ocurrido en el pasado o si ha estado en curso durante un período de tiempo prolongado, y esto puede ser importante. Las líneas de mayor densidad en la placa metafisaria del fémur distal, la tibia proximal y el peroné pueden ser causadas por plomo que ha alterado el metabolismo de la matriz ósea. Aunque estas líneas a veces se llaman líneas de plomo, son áreas de mayor mineralización o calcificación y no sombras de rayos X del plomo depositado.

f) Determinación de plomo en hueso

La determinación de plomo en hueso se ha realizado principalmente en investigación para estudiar la exposición acumulada a plomo. Esto debido a la larga vida media de eliminación del plomo en el hueso. Su determinación se realiza por determinación de fluorescencia de rayos X (K-shell) (11). Sin embargo, este método es difícil de estandarizar y requiere infraestructura y personal especializado. Puede ser particularmente útil en la evaluación de exposición en trabajadores y en mujeres en edad fértil (no embarazadas) con antecedentes de exposición ocupacional o ambiental.



g) Estudio intencionado del desarrollo neuropsicológico de la niña y del niño

Se deben explorar las siguientes áreas:

- Desarrollo cognitivo general
- Desarrollo de pruebas de ejecución matemática
- Desarrollo visomotor
- Desarrollo de lenguaje
- Desarrollo de lectoescritura

h) Manejo ambiental en la población de menores de 15 años, la mujer embarazada y en período de lactancia con intoxicación por plomo

Las acciones fundamentales están dirigidas a abatir la exposición a plomo. Estas se describen con mayor detalle en el Capítulo 2 de este documento. Básicamente consisten en:

- Identificar las rutas de exposición que están ocasionando la intoxicación
- Realizar acciones o recomendaciones dirigidas a bloquear las rutas de exposición.
- No utilizar loza de barro vidriado para la preparación y conservación de alimentos.
- Limpiar los objetos de juego, particularmente en los primeros tres años, que es cuando manifiestan mayor actividad oral. El objetivo es evitar la vía de exposición conocida como “polvo-mano-boca”.
- Limpiar las áreas de juego, particularmente en los primeros tres años.
- Vigilar que los pacientes pediátricos, las mujeres embarazadas o en lactancia no se lleven a la boca partículas contaminadas como son partículas de barro, greta, fragmentos de pintura, trozos de tierra, objetos metálicos, juguetes de plomo o con soldadura.
- En la mujer embarazada se debe recomendar interrogar intencionadamente si la persona tiene hábitos de “pica” (compulsión por comer tierra, fragmentos de mampostería, fragmentos de barro o loza, u otros objetos). Es una de las vías de exposición más comunes de exposición grave a plomo en las mujeres en escenarios no ocupacionales.



- Cuando se resida en sitios contaminados, es recomendable que la autoridad sanitaria y/o comunitaria recomiende las gestiones necesarias para acciones de limpieza ambiental del sitio de residencia o cambiar de domicilio a un sitio no contaminado.

i) **Manejo medicamentoso**

En estos niveles de exposición se recomiendan manejo nutricional ricos en calcio y hierro. Se pueden dar suplementos de calcio y hierro adecuados para la edad. En estos niveles de exposición no están indicados los medicamentos quelantes para aumentar la eliminación del plomo, el manejo se basa en abatir la exposición al metal.

j) **Pruebas que NO están indicadas para el diagnóstico o el manejo clínico de la intoxicación por plomo**

- Examen microscópico de células rojas para punteado basófilo. Dado que el punteado basófilo no siempre se encuentra en la intoxicación grave por plomo y es insensible a grados menores de intoxicación por plomo, no es confirmatorio en el diagnóstico, aunque sí se encuentra, puede ser sugestivo.
- Determinación de plomo en orina, cabello y uñas para niveles de plomo. Los niveles de plomo en la orina, el cabello o las uñas no se correlacionan bien con los niveles de plomo en la sangre, excepto en casos extremos de intoxicación sintomática por plomo; por lo tanto, estas pruebas no son útiles en el diagnóstico en la población infantil, la mujer embarazada y en período de lactancia. La población infantil nunca debe recibir agentes quelantes sobre la base de análisis de los niveles de plomo en estas matrices biológicas.

Categoría IV. Niveles de plomo en sangre mayores a 45 µg/dL y menores o iguales a 70 µg/dL

a) **Determinaciones de plomo en sangre**

Los menores de un año y las mujeres embarazadas se deben realizar una prueba confirmatoria dentro de las siguientes 24 horas que sigan a la toma de la primera muestra y los niños y niñas de más de un año o las mujeres en período de lactancia se la deberán realizar dentro de las siguientes 72 horas.



De confirmarse los niveles de plomo en sangre dentro de esta categoría, se deberá considerar la hospitalización y quelación con un experto en envenenamiento por plomo en los menores de cinco años y en las mujeres embarazadas. En los mayores de cinco años se puede considerar hospitalización y quelación; de no hacerlo se deberá dar seguimiento mensual hasta reducir los niveles para que sean iguales o menores a 1 µg/dL y, posteriormente, el seguimiento se espaciará a cada 12 meses.

b) Estudio clínico por intoxicación con plomo

En esta categoría aquellos pacientes menores de 15 años presentan síntomas y signos de intoxicación por plomo (Figura 5). En el caso de la mujer embarazada o en período de lactancia el principal interés es el seguimiento y medidas para abatir la exposición y así disminuir los niveles de plomo en sangre lo más pronto posible. Con ello, en las mujeres embarazadas se reduce el riesgo de exposición en el feto y próximo recién nacido y, en las mujeres en período de lactancia se reduce la exposición vía leche materna al alimentar al lactante.

Los principales síntomas y signos que puede presentar el paciente menor de 15 años con estos niveles de exposición a plomo son:

- Adinamia
- Astenia
- Cabello deslustrado y quebradizo
- Calambres
- Cansancio muscular y fatiga generalizada
- Cefalea
- Constipación
- Estreñimiento
- Dificultad para dormir
- Dolor abdominal tipo cólico, con frecuencia esporádico
- Dolores en huesos y músculos
- Inquietud (lo que provoca queja de maestros en la escuela)
- Línea obscura en la placa gingivodentaria (línea de Burton), más aparente si no hay buena higiene bucal
- Palidez de tegumentos
- Pérdida de apetito
- Uñas débiles y quebradizas
- Vómito intermitente



Se realizarán los mismos planes de estudio de aquellos pacientes pediátricos en la categoría III, con exposición a plomo en niveles de 25 a 45 µg/dL.

c) Intervención ambiental

Se realizará un plan detallado de abatimiento de la exposición, interrumpiendo las rutas y mecanismos de exposición a plomo, como son loza de barro vidriada con plomo, rutas de origen ambiental, ocupacional, paraocupacional; y por dulces, alimentos y juguetes contaminados. Se dará especial interés al monitoreo y abatimiento de la pica, la cual ocurre en población pediátrica, pero es más frecuente en las mujeres embarazadas. Se debe buscar que el paciente pediátrico, la mujer embarazada o en período de lactancia y sus familias entiendan la peligrosidad de la exposición a plomo.

Manejo ambiental en la población infantil, la mujer embarazada y en período de lactancia con intoxicación por plomo.

Las acciones fundamentales están dirigidas a abatir la exposición a plomo. Estas se describen con mayor detalle en el Capítulo II de este documento.

Básicamente consisten en:

- Identificar las rutas de exposición que están ocasionando la intoxicación.
- Realizar acciones o recomendaciones dirigidas a bloquear las rutas de exposición.
- No utilizar loza de barro vidriada para la preparar, servir o almacenar alimentos.
- Limpiar los objetos de juego, particularmente en los primeros tres años de vida, periodo durante el cual manifiestan mayor actividad oral. El objetivo es evitar la vía de exposición conocida como “polvo-mano-boca”.
- Limpieza de las áreas de juego, particularmente en los niños y niñas menores de tres años.
- Vigilar que los pacientes menores de 15 años, las mujeres embarazadas o en lactancia no se lleven a la boca partículas contaminadas como son pedacería de barro, greta, fragmentos de



pintura, trozos de tierra, objetos metálicos, juguetes de plomo o con soldadura, entre otros.

- En la mujer embarazada o en lactancia se debe interrogar intencionadamente si la persona tiene hábitos de pica (compulsión por comer tierra, fragmentos de mampostería, fragmentos de barro o loza, u otros objetos). Es una de las vías de exposición más comunes de exposición grave a plomo en las mujeres en escenarios no ocupacionales.

Cuando se resida en sitios contaminados, es recomendable que la autoridad sanitaria y/o comunitaria recomiende las gestiones necesarias para acciones de limpieza ambiental del sitio de residencia o cambiar de domicilio a un sitio no contaminado.

En estos niveles de exposición se recomiendan manejos nutricionales ricos en calcio y hierro. Se pueden dar suplementos de calcio y hierro adecuados para la edad.

d) Tratamiento medicamentoso

Considerando el cuerpo de evidencia actual, el uso de medicamentos quelantes para incrementar la eliminación renal del plomo no se considera indicado en aquellos pacientes pediátricos asintomáticos con estos niveles de exposición, ya que el riesgo de provocar redistribución del metal en el sistema nervioso central es alto.

El énfasis del manejo se deberá centrar en eliminar las rutas de exposición al plomo. En el caso de existir síntomas, se deberá evaluar el tratamiento medicamentoso por un médico con experiencia en el uso de agentes quelantes. **NO SE DEBEN USAR MEDICAMENTOS QUELANTES SI LA EXPOSICIÓN A PLOMO NO SE HA ELIMINADO.**

En caso de que se realice el tratamiento con succimer, los menores de 15 años con niveles de plomo en la sangre entre 45 y menores o iguales a 69 µg/dL se deben hospitalizar, si es posible, hasta que sus niveles de plomo en la sangre caigan por debajo de 45 µg/dL y los riesgos de plomo en sus hogares hayan disminuido o no haya un peligro de exposición alternativa a plomo. La hospitalización se recomienda por varios motivos: permite vigilar la presencia de posibles efectos adversos durante el tratamiento, asegura un ambiente libre de plomo hasta que



todas las fuentes de exposición puedan identificarse y eliminarse y asegura el cumplimiento del tratamiento (13).

Categoría V. Niveles de plomo en sangre mayores a 70 µg/dL

Cuando la población de menores de 15 años o las mujeres embarazadas o en periodo de lactancia llega a presentar niveles de plomo en sangre en estos niveles de exposición, se debe manejar como una emergencia médica.

Se debe realizar una nueva determinación de plomo en sangre venosa con el fin de confirmar los niveles de plomo en sangre lo más pronto posible (menos de 24 horas) (figura 6). De confirmarse las concentraciones de plomo en sangre, se deben indicar las medidas descritas en los niveles anteriores y el paciente se debe internar para interrumpir cualquier ruta de exposición y realizar una evaluación toxicológica, de función renal y neurológica de inmediato.

Es importante buscar intencionadamente la presencia de datos de edema cerebral y darle seguimiento a este posible problema (revisar fondo de ojo por la posible presencia de edema cerebral, cefalea, alteraciones en reflejos de pares craneales, alteraciones del estado de conciencia, irritabilidad, aumento de la presión de líquido cefalorraquídeo y convulsiones). Si existen datos de edema cerebral, el paciente se debe tratar con la colaboración de los servicios de neurología.

a) Determinaciones de plomo en sangre

Todos los pacientes se deben realizar una prueba confirmatoria con sangre venosa dentro de las siguientes 24 horas que sigan a la prueba original.

b) Características farmacológicas básicas de los diversos medicamentos para quelación

Es necesario evaluar el uso de tratamiento medicamentoso con agentes quelantes; en el caso de mujeres embarazadas se recomienda el tratamiento medicamentoso. Se usan varios medicamentos en el tratamiento de la intoxicación por plomo. Estos medicamentos, capaces de unir o quelar el plomo, eliminan el plomo de los tejidos blandos y en menor medida a los tejidos duros (esqueléticos) y, por lo tanto, reducen



su toxicidad aguda. Todos los medicamentos tienen efectos secundarios potenciales y deben usarse con precaución.

c) Succimer (ácido dimercapto succínico)

La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés) aprobó el succimer en 1991 para el tratamiento de pacientes pediátricos con niveles de plomo en sangre > 45 µg/dL. El succimer es un agente quelante oral eficaz. Su selectividad para el plomo es alta, mientras que su capacidad para quelar metales traza esenciales es baja. Su uso documentado se ha realizado principalmente en EUA, y se han llevado a cabo estudios amplios sobre sus efectos y sus limitaciones (14).

El succimer es químicamente similar al dimercaprol o BAL, pero es más soluble en agua, tiene un alto índice terapéutico y es absorbido por el tracto gastrointestinal. Es eficaz cuando se administra por vía oral y produce una diuresis de plomo comparable a la producida por CaNa₂EDTA. Esta diuresis reduce los niveles de plomo en la sangre y revierte la toxicidad bioquímica del plomo, como lo indica la normalización de los niveles de deshidratasa del ácido aminolevulínico circulante. El Succimer no está indicado para la profilaxis de la intoxicación por plomo en un ambiente que contiene plomo. Como con todos los agentes quelantes, EL SUCCIMER SOLO DEBE SER DADO A LOS PACIENTES PEDIÁTRICOS QUE RESIDEN EN ENTORNOS SIN PLOMO DURANTE Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.

Mecanismos de acción. El succimer mejora la excreción urinaria de metales tiofílicos (plomo, mercurio, arsénico, plata y cadmio), y se ha informado que elimina una fracción significativa de plomo y metilmercurio de los cerebros de los animales (15). El succimer parece ser más específico para el plomo que el agente quelante más comúnmente usado, CaNa₂EDTA; La pérdida urinaria de oligoelementos esenciales (por ejemplo, zinc) parece ser considerablemente menor con succimer que con CaNa₂EDTA.

Vía de administración y dosificación. Succimer se administra por vía oral. Está disponible en cápsulas de 100 mg. La dosis inicial recomendada es de 350 mg / m² de superficie corporal (10 mg / kg) cada 8 horas durante 5 días, seguido de 350 mg / m² (10 mg / kg) cada 12



horas durante 14 días. Un curso de tratamiento, por lo tanto, dura 19 días. Si se necesitan más cursos, se prefiere un mínimo de 2 semanas entre los cursos, a menos que los niveles de plomo en la sangre indiquen la necesidad de un retratamiento inmediato.

Los pacientes que han recibido cursos terapéuticos de CaNa2EDTA con o sin BAL pueden usar succimer para el tratamiento posterior después de un intervalo de 4 semanas. Los datos sobre el uso concomitante de succimer y CaNa2EDTA con o sin BAL no están disponibles, y no se recomienda su uso. El succimer es considerado el antídoto óptimo para la intoxicación moderada a severa por plomo (16).

Si los pacientes pediátricos pequeños no pueden tragar cápsulas, se puede administrar succimer separando la cápsula y rociando las perlas medicadas en una pequeña cantidad de alimento blando o poniéndolas en una cuchara y luego con una bebida de frutas. No hay datos disponibles sobre cuán estable es el succimer cuando se suspende en alimentos blandos durante períodos prolongados de tiempo, por lo tanto, succimer debe mezclarse con alimentos blandos inmediatamente antes de administrarse a la niña o al niño.

Precauciones y toxicidad. Hasta la fecha, la toxicidad debida al succimer (elevaciones transitorias en las actividades de las enzimas hepáticas) parece ser mínima. Los efectos adversos más comunes informados en ensayos clínicos tanto en población infantil como en adultos fueron principalmente gastrointestinales e incluyeron náuseas, vómitos, diarrea y pérdida de apetito. Se han informado erupciones cutáneas, algunas que requieren el tratamiento con antihistamínicos tipo loratadina y, en ocasiones, la interrupción de la terapia, en aproximadamente el 4% de los pacientes.

Si se usa succimer, se deben tomar las siguientes precauciones:

Vigilar los efectos secundarios (especialmente los efectos sobre la transaminasa hepática), la rapidez de la disminución inicial de los niveles de plomo en la sangre y el curso del rebote en los niveles de plomo en la sangre una vez que finaliza el tratamiento. Además, es necesario adecuar la ingesta de calcio y hierro de los niños/niñas. Se recomienda la ingesta de al menos dos a tres vasos de leche al día y la inclusión de otros lácteos como yogurt y queso en la dieta.



Las concentraciones de plomo en sangre pueden mostrar un rebote al finalizar el tratamiento con succimer debido a una movilización del plomo de otros compartimentos. Ya que este rebote se estabiliza entre dos y tres semanas después de haber finalizado el tratamiento, se recomienda volver a evaluar las concentraciones sanguíneas de plomo en esta etapa (13).

EL SUCCIMER, COMO OTROS QUELANTES, NO ES UN SUSTITUTO DE INTERVENCIONES AMBIENTALES EFECTIVAS Y RÁPIDAS. USE EL SUCCIMER COMO PARTE DE UN ENFOQUE AMBIENTAL Y MÉDICO INTEGRADO PARA TRATAR PACIENTES CON INTOXICACIÓN POR PLOMO.

NO PRESCRIBA SUCCIMER (O CUALQUIER OTRO AGENTE QUELANTE) EN SITUACIONES EN LAS QUE EL NIÑO TENGA EXPOSICIÓN ACTIVA A PLOMO.

Los niños con niveles de plomo en sangre $\geq 70 \text{ } \mu\text{g/dL}$ deben ser hospitalizados inmediatamente. La decisión de tratar a estos niños con succimer en lugar de CaNa2EDTA y BAL debe tomarse con el entendido de que la disponibilidad de los medicamentos.

d) CaNa2EDTA

Solo CaNa2EDTA (edetato cálcico) se puede usar para tratar niñas/niños con intoxicación por plomo. En cambio, el Na2EDTA (edetato disódico) nunca debe usarse para tratar a niños/niñas con intoxicación por plomo porque inducirá tetania y posiblemente hipocalcemia mortal.

ES IMPORTANTE VERIFICAR QUE ES LA SAL CÁLCICA-SODICA DEL EDTA Y NO EDTA SODICO O POTÁSICO, QUE SE USA COMO QUELANTE DE CALCIO Y ANTICOAGULANTE EN EL LABORATORIO CLÍNICO.

Mecanismo de acción. CaNa2EDTA aumenta la excreción urinaria de plomo entre veinte y cincuenta veces. CaNa2EDTA elimina el plomo únicamente del compartimento extracelular, ya que no ingresa a las células (17).

Vía de administración y dosificación. La ruta preferida para la administración de CaNa2EDTA es intravenosa. CaNa2EDTA debe diluirse a una concentración de $< 0.5\%$ en solución glucosada al 5 % o en solución salina al 0.9%. La dosis de CaNa2EDTA es de $1,500 \text{ mg/m}^2$



de superficie corporal / día. Se puede administrar como una infusión continua o se puede administrar en dos dosis divididas al día a través de un catéter heparinizado durante 30 a 60 minutos. CaNa2EDTA causa dolor extremo cuando se administra por vía intramuscular; por lo tanto, cuando se administra por esta ruta, se debe mezclar con procaína o lidocaína para que la concentración final del anestésico local sea 0.5%. CaNa2EDTA nunca debe administrarse por vía oral porque aumenta la absorción de plomo del tracto gastrointestinal.

Las dosis se administran por cursos que deben limitarse a cinco días y los cursos repetidos deben administrarse con un periodo de intervalo no menor de dos a cinco días. Cuando CaNa2EDTA se administra de forma ambulatoria, algunos médicos usan cursos de tratamiento secuenciales de tres días.

Precauciones y toxicidad. Durante la terapia de quelación con CaNa2EDTA, la producción de orina, el sedimento de orina, el nitrógeno ureico en sangre (BUN), la creatinina sérica y los niveles de enzimas hepatocelulares se deben controlar cuidadosamente. La aparición de proteínas y elementos formados en el sedimento urinario, y los valores crecientes de BUN y creatinina sérica reflejan insuficiencia renal inminente, la cual constituye la principal toxicidad asociada con la administración inadecuada o prolongada de CaNa2EDTA. Las transaminasas hepáticas pueden aumentar al quinto día de tratamiento, pero vuelven a los niveles de pretratamiento dentro de una semana después de que el tratamiento ha finalizado (13).

Cuando CaNa2EDTA se usa solo sin terapia BAL concomitante, puede agravar los síntomas en pacientes con niveles muy altos de plomo en la sangre; puede incrementar las concentraciones de plomo en el sistema nervioso central y como consecuencia, incrementar la presión intracraeana. Por lo tanto, debe usarse después de y en conjunto con BAL (dimercaprol) cuando el nivel de plomo en sangre es $\geq 70 \mu\text{g/dL}$ o si hay síntomas clínicos evidentes de envenenamiento o de encefalopatía por plomo. En tales casos, la primera dosis de BAL siempre debe preceder a la primera dosis de CaNa2EDTA por al menos 4 horas. La otra opción es emplear el succimer como tratamiento inicial y único, debido a su menor toxicidad.



El riñón es el principal sitio de toxicidad potencial. La toxicidad renal está relacionada con la dosis, es reversible y rara vez (si alguna vez) ocurre a dosis $<1\ 500\ mg / m^2$ de superficie corporal cuando el paciente está adecuadamente hidratado. CaNa2EDTA nunca debe administrarse en ausencia de un flujo de orina adecuado (18).

e) Dimercapol

Mecanismo de acción. Dos moléculas de dimercaprol (BAL por su primer nombre: British Anti-Lewisita) se combinan con un átomo de metal pesado para formar un complejo estable. BAL mejora la excreción fecal y urinaria de plomo y se difunde bien en los eritrocitos. Debido a que se excreta predominantemente en la bilis, BAL puede administrarse en presencia de insuficiencia renal.

Vía de administración y dosificación. BAL está disponible solo en aceite de maní para administración intramuscular. Generalmente se administra cada 4 horas, aunque se puede administrar cada 8 horas; Aunque succimer ha sido aprobado para la quelación de niños con niveles de plomo en sangre $> 45\ \mu g/dL$, la experiencia en el tratamiento de niños sintomáticos es limitada. Comience el tratamiento con una dosis de $75\ mg / m^2$ cuadrado de BAL solamente, administrada por inyección intramuscular profunda; luego administre BAL a una dosis de $450\ mg / m^2$ cuadrado / día en dosis divididas de $75\ mg / m^2$ cuadrado cada 4 horas. Una vez que se administra esta dosis y se establece un flujo de orina adecuado, administre CaNa2EDTA a una dosis de $1,500\ mg / m^2$ cuadrado / día. Administre CaNa2EDTA como una infusión intravenosa continua en dextrosa al 5 % en agua o en una solución salina al 0.9%. La concentración de CaNa2EDTA no debe exceder el 0.5% en el líquido parenteral. (Al tratar a un niño con encefalopatía, el médico puede elegir administrar CaNa2EDTA por vía intramuscular para reducir la cantidad de líquido administrado). Tratar con la terapia combinada de BAL-CaNa2EDTA durante un total de 5 días. Durante el tratamiento, controle la función renal y hepática y los niveles de electrolitos en suero diariamente. Es posible que se requiera un segundo ciclo de terapia de quelación con CaNa2EDTA solo (a niveles de plomo en sangre de 45 a 69 $\mu g/dL$) o combinado con BAL (a niveles de plomo en sangre de 70 $\mu g/dL$) una vez que haya un rebote en el nivel de plomo en sangre después de la quelación. Espere al menos 2 días antes de dar un segundo curso de



quelación. A menos que haya razones clínicas inusuales y convincentes, espere al menos 5 a 7 días antes de comenzar un tercer ciclo de CaNa₂EDTA (18).

Precauciones y toxicidad. Para los pacientes con deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G-6-PD), algunos médicos recomiendan que BAL se use solo en situaciones potencialmente mortales porque puede inducir hemólisis. El hierro medicinal nunca debe administrarse durante la terapia BAL, porque la combinación de hierro y BAL se ha implicado en reacciones graves. Si coexiste la deficiencia de hierro, no debe tratarse hasta que se haya completado la terapia BAL. En casos de anemia extrema, son preferibles las transfusiones de sangre. Entre el 30% y el 50% de los pacientes que reciben BAL experimentaron efectos secundarios. Pueden observarse reacciones febriles leves y elevaciones transitorias de la transaminasa hepática. Otros efectos adversos menores incluyen, en orden de frecuencia, náuseas y vómitos ocasionales, dolor de cabeza, conjuntivitis leve, lagrimeo, rinorrhea y salivación. La mayoría de los efectos secundarios son transitorios y desaparecen rápidamente a medida que el fármaco se metaboliza y se excreta. La hidratación intravenosa, junto con la restricción de la ingesta oral, puede evitar, en gran parte, el malestar gastrointestinal. No debe utilizarse para niños que son alérgicos a los productos de maní, ni cuando exista insuficiencia hepática (13).

f) D-Penicilamina

La FDA aprobó la D-penicilamina para el tratamiento de la enfermedad de Wilson, la cistinuria y la artritis reumatoide activa grave. Aunque no está aprobado para el tratamiento de la intoxicación por plomo, en algunos centros toxicológicos se ha usado para tratar el envenenamiento por plomo. En México, es el único medicamento quelante que cuenta con registro sanitario. Hasta la reciente aprobación de succimer, era el único agente quelante oral disponible comercialmente. Se puede administrar durante un período prolongado (semanas a meses). La D-penicilamina se ha utilizado principalmente para niños con niveles de plomo en sangre < 45 µg/dL.



Mecanismo de acción. La D-penicilamina aumenta la excreción urinaria de plomo, aunque no tan eficazmente como CaNa₂EDTA. Su mecanismo específico y sitio de acción no se conocen bien.

Vía de administración y dosificación. D-penicilamina se administra por vía oral. Está disponible en cápsulas o tabletas (125 mg y 250 mg). Estas cápsulas se pueden abrir y suspender en líquido, si es necesario. La dosis habitual es de 25 a 35 mg / kg / día en dosis divididas. Los efectos secundarios se pueden minimizar, hasta cierto punto, comenzando con una pequeña dosis y aumentando gradualmente, monitoreando todo el tiempo los efectos secundarios. Por ejemplo, el 25% de la dosis final deseada podría administrarse en la semana 1, el 50% en la semana 2 y la dosis completa en la semana 3.

Precauciones y toxicidad. Los efectos secundarios tóxicos (aunque menores en la mayoría de los casos) ocurren en hasta el 33% de los pacientes que reciben el medicamento (19). Los principales efectos secundarios de la D-penicilamina son reacciones similares a las de la sensibilidad a la penicilina, que incluyen erupciones cutáneas, leucopenia, trombocitopenia, hematuria, proteinuria, elevación de enzimas hepatocelulares y eosinofilia. La anorexia, las náuseas y los vómitos son poco frecuentes. Sin embargo, lo más preocupante son los informes aislados de nefrotoxicidad, posiblemente por reacciones de hipersensibilidad. Por estas razones, los pacientes deben ser monitoreados cuidadosa y frecuentemente para detectar efectos secundarios clínicamente obvios, y deben realizarse recuentos sanguíneos frecuentes, análisis de orina y pruebas de función renal. En particular, los estudios de cuenta celular blanca en sangre y los análisis de orina deben realizarse el día 1, el día 14, el día 28 y mensualmente a partir de entonces. Si el recuento absoluto de neutrófilos cae a <1500 células/mm³, el recuento debe volverse a verificar de inmediato, y el tratamiento debe detenerse si cae a < 1200 células/mm³. LA D-PENICILAMINA NO DEBE ADMINISTRARSE DE FORMA AMBULATORIA SI LA EXPOSICIÓN AL PLOMO CONTINÚA O EL MÉDICO TIENE DUDAS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DEL RÉGIMEN TERAPÉUTICO.

LA D-PENICILAMINA NO DEBE ADMINISTRARSE A PACIENTES CON ALERGIA CON PENICILINA CONOCIDA.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shannon MW, Best D, Binns HJ, Kim JJ, Mazur LJ, Weil WB, et al. Lead exposure in children: Prevention, detection, and management. *Pediatrics*. 2005;116(4):1036–46.
2. Rocha A, Trujillo KA. Neurotoxicity of low-level lead exposure: History, mechanisms of action, and behavioral effects in humans and preclinical models. *Neurotoxicology*. 2019 Jul;73:58-80.
3. Téllez-Rojo MM, Bautista-Arredondo LF, Trejo-Valdivia B, Tamayo-Ortiz M, Estrada-Sánchez D, Kraiem R, et al. Análisis de la distribución nacional de intoxicación por plomo en niños de 1-4 años: implicaciones para la política nacional. (Sometido), 2020.
4. Pantic I, Tamayo-Ortiz M, Rosa-Parra A, Bautista-Arredondo L, Wright RO, Peterson KE, et al. Children's blood lead concentrations from 1988 to 2015 in Mexico City: The contribution of lead in air and traditional lead-glazed ceramics. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(10).
5. Markowitz ME, Shen XM. Assessment of bone lead during pregnancy: A pilot study. *Environ Res*. 2001;85(2):83–9.
6. Avila MH, Romieu I, Rios C, Rivero A, Palazuelos E. Lead-glazed ceramics as major determinants of blood lead levels in Mexican women. *Environ Health Perspect*. 1991;94:117–20.
7. Kordas K, Casavantes KM, Mendoza C, Lopez P, Ronquillo D, Rosado JL, et al. The Association Between Lead and Micronutrient Status, and Children's Sleep, Classroom Behavior, and Activity. 2008;62(2).
8. Roy A, Kordas K, Lopez P, Rosado JL, Cebrian ME, Vargas GG, et al. Association between arsenic exposure and behavior among first-graders from Torreón, Mexico. *Environ Res* [Internet]. 2011 Jul [cited 2014 Apr 9];111(5):670–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21439564>
9. Centers for Disease Control and Prevention. PREVENTING LEAD EXPOSURE IN YOUNG CHILDREN: A Housing-Based Approach to Primary Prevention of Lead Poisoning. RECOMMENDATIONS FROM THE ADVISORY COMMITTEE ON CHILDHOOD LEAD POISONING PREVENTION [Internet]. The Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention., editor. Atlanta, GA.; 2004 [cited 2017 Sep 15]. Available from: <https://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/primarypreventiondocument.pdf>
10. Kordas K, Canfield RL, López P, Rosado JL, Vargas GG, Cebrián ME, et al. Deficits in cognitive function and achievement in Mexican first-graders with low blood lead concentrations. *Environ Res*. 2006 Mar;100(3):371–86.
11. Barry V, Todd AC, Steenland K. Bone lead associations with blood lead, kidney function and blood pressure among US, lead-exposed workers in a surveillance programme. *Occup Environ Med*. 2019;76(5):349–54.
12. <https://www.magellandx.com/leadcare-products>. Consultado el 20 de octubre, 2020.
13. Sample, JA. Childhood lead poisoning: Management. UpToDate. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/childhood-lead-poisoning->



[management/print?csf=faaf098-5602-446e-9ec7-1d63827011db&source=contentShare](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1638270/pdf/management/print?csf=faaf098-5602-446e-9ec7-1d63827011db&source=contentShare). Consultado el 27 de mayo, 2020.

14. Rogan WJ, Dietrich KN, Ware JH, Dockery DW, Salganik M, Radcliffe J, et al. The effect of chelation therapy with succimer on neuropsychological development in children exposed to lead. *N Engl J Med.* 2001;344(19):1421–6.
15. Aaseth J, Jacobsen D, Andersen O, Wickstrøm E. Treatment of mercury and lead poisonings with dimercaptosuccinic acid and sodium dimercaptopropanesulfonate: A review. *Analyst.* 1995;120(3):853–4.
16. Bjørklund G, Mutter J, Aaseth J. Metal chelators and neurotoxicity: lead, mercury, and arsenic. *Arch Toxicol.* 2017;91(12):3787–97.
17. Osterloh J, Becker CE. Pharmacokinetics of CaNa, EDTA and chelation of lead in renal failure. *Clin Pharmacol Ther.* 1986;49(6):686–93.
18. Piomelli S, Rosen JF, Chisolm JJ, Graef JW. Management of childhood lead poisoning. *J Pediatr.* 1984;105(4):523–32.
19. Shannon M, Graef J, Lovejoy FH. Efficacy and toxicity of d-penicillamine in low-level lead poisoning. *J Pediatr.* 1988;112(5):799–804.

ANEXO I. Figuras para el diagnóstico y tratamiento en población infantil, mujeres embarazadas y en período de lactancia



Figura 1. Acciones para **mujeres embarazadas** con factores de exposición a plomo

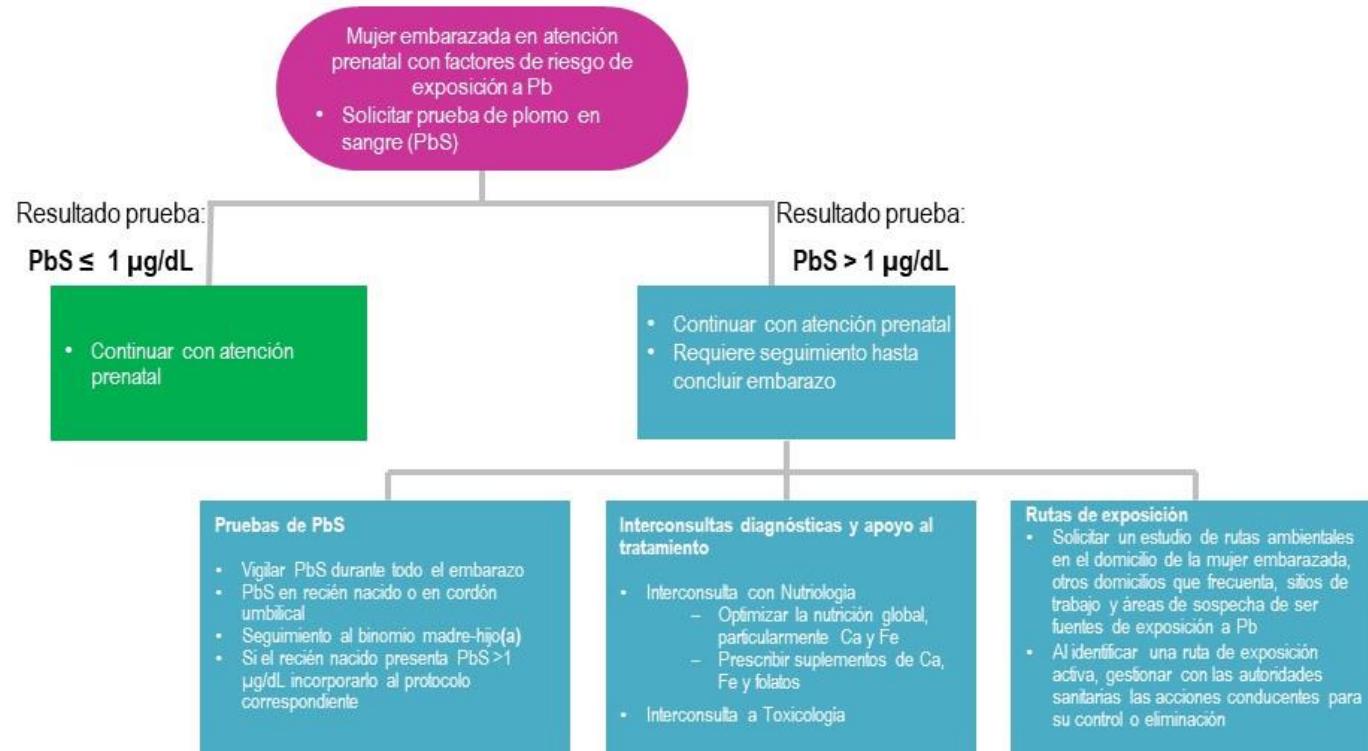




Figura 2. Acciones para niñas y niños con factores de riesgo de exposición a plomo

Categoría I. Niveles de plomo en sangre mayores a 1 µg/dL* y menores o iguales a 10 µg/dL

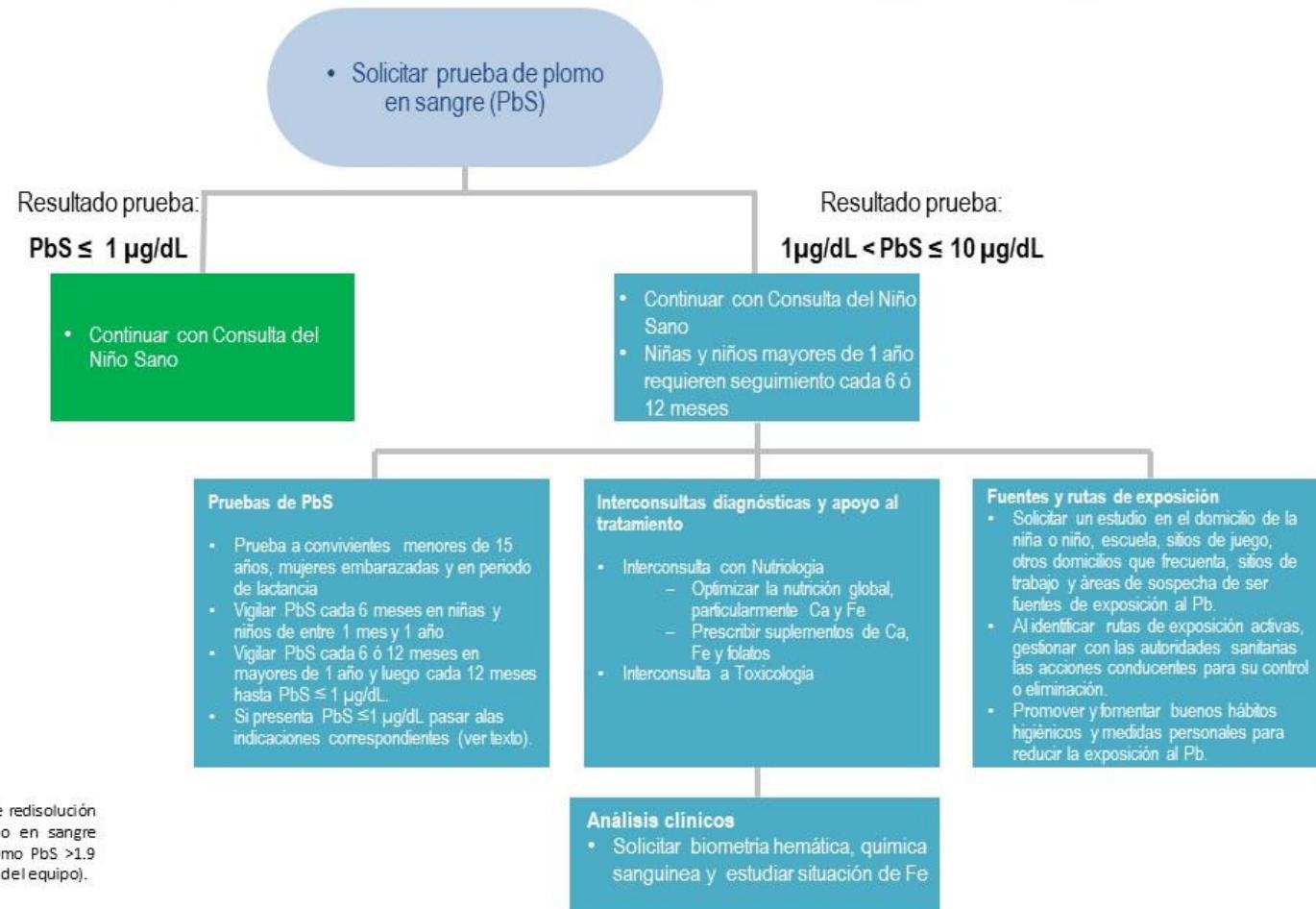




Figura 3. Acciones para niñas y niños con factores de riesgo de exposición a plomo
Categoría II. Niveles de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL y menores o iguales a 25 µg/dL

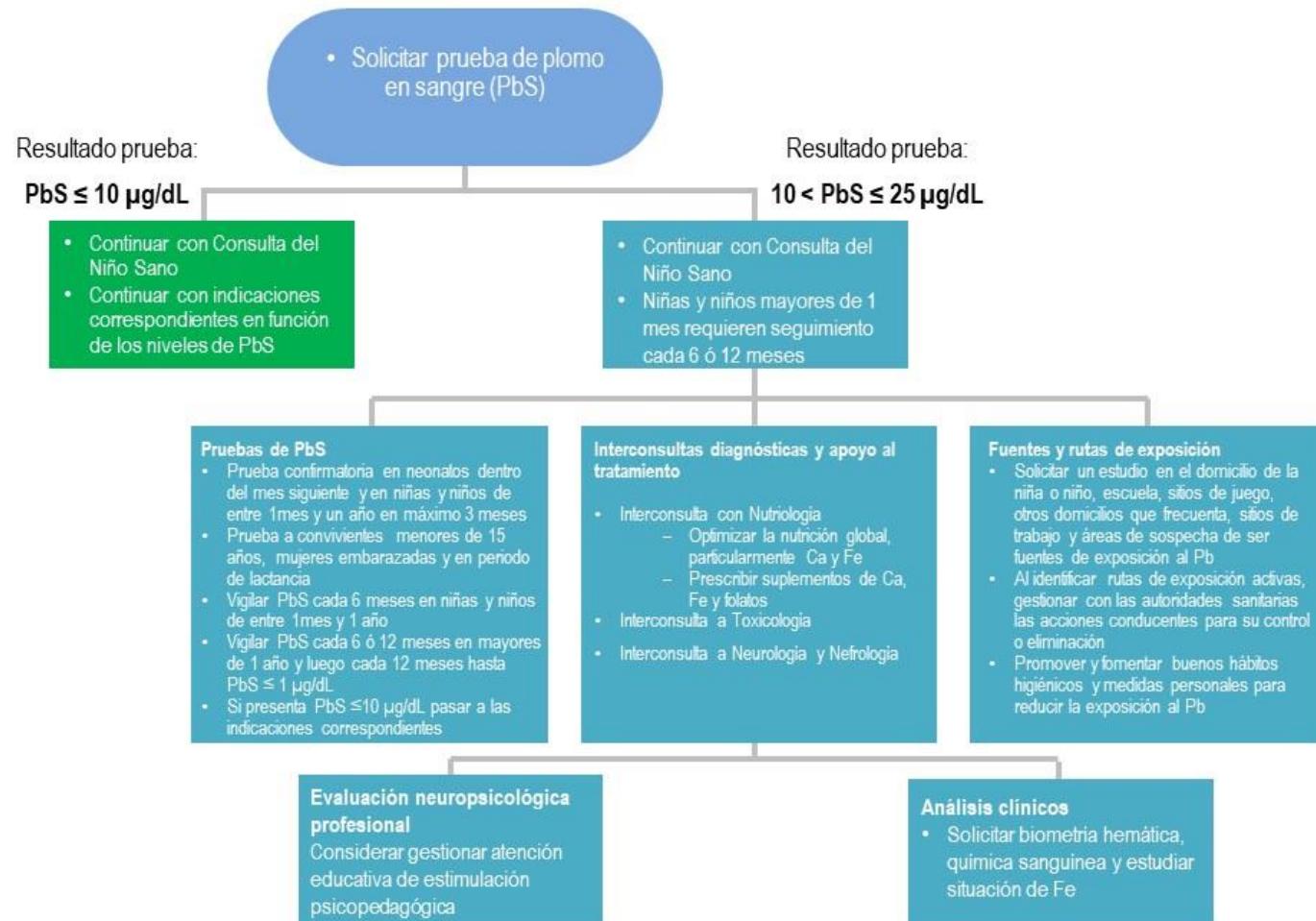




Figura 4. Acciones para niñas y niños con factores de riesgo de exposición a plomo
Categoría III. Niveles de plomo en sangre mayores a 25 µg/dL y menores o iguales a 45 µg/dL

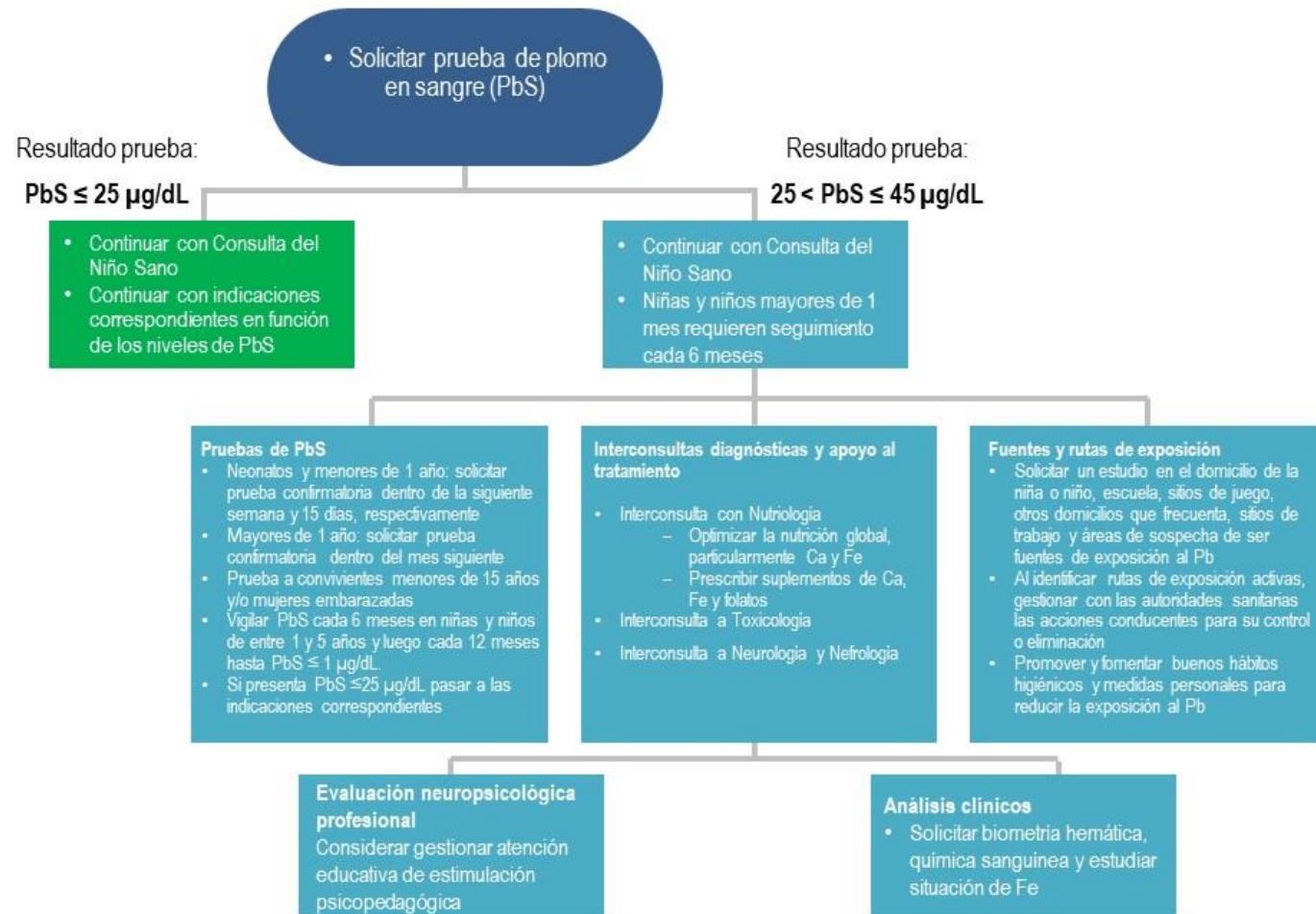




Figura 5. Acciones para niñas y niños con factores de riesgo de exposición a plomo
Categoría IV. Niveles de plomo en sangre mayores a 45 µg/dL y menores o iguales a 70 µg/dL

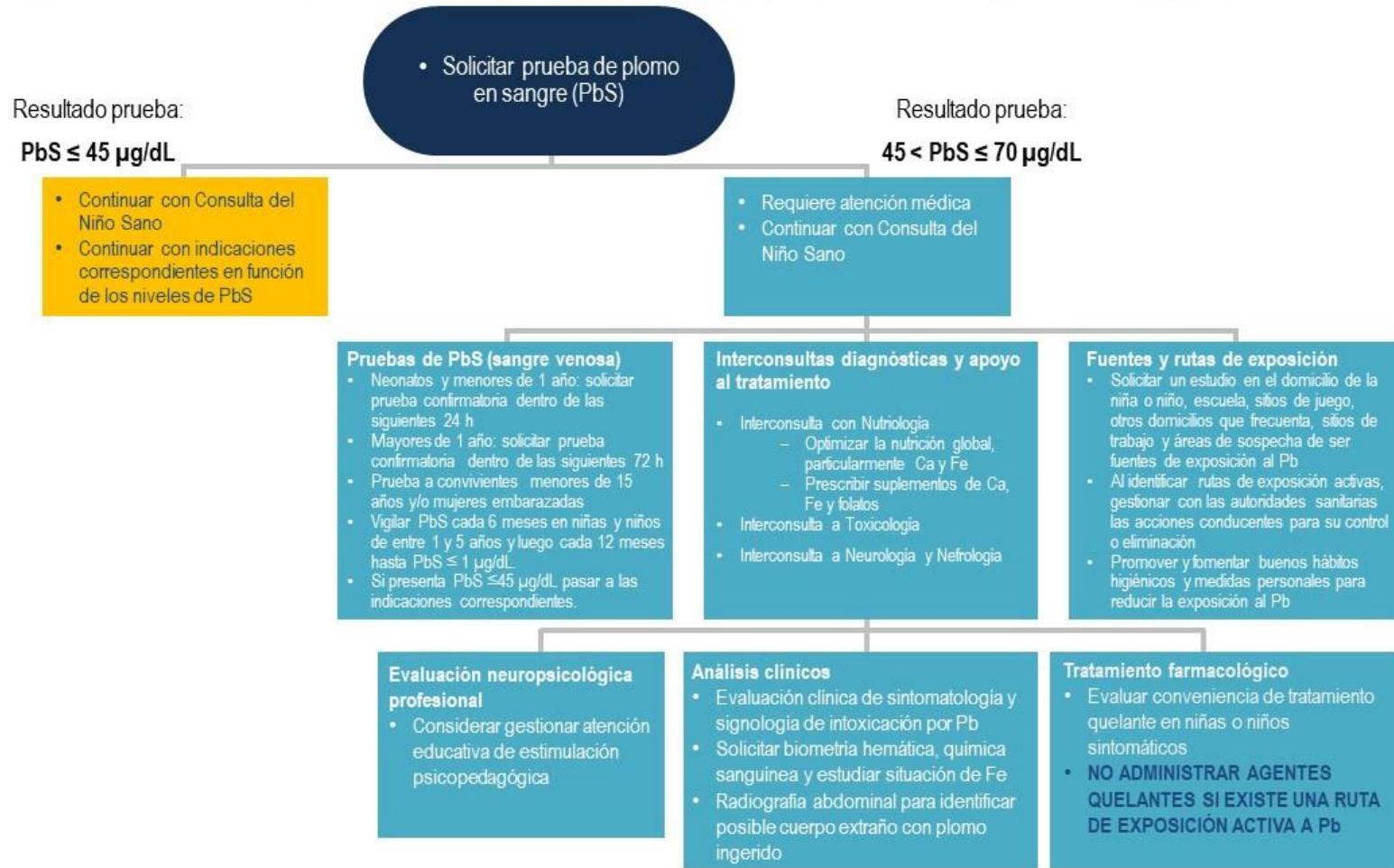




Figura 6. Acciones para niñas y niños con factores de exposición a plomo
Categoría V. Niveles de plomo en sangre mayores a 70 µg/dL

Resultado prueba:

PbS ≤ 70 µg/dL

- Continuar con indicaciones correspondientes en función de los niveles de PbS

- Solicitar prueba de plomo en sangre (PbS)

Resultado prueba:

PbS > 70 µg/dL

Emergencia:

- Requiere atención médica inmediata
- Hospitalizar de manera urgente

Pruebas de PbS (sangre venosa)

- Solicitar prueba confirmatoria de urgencia (menos de 24 horas)
- Prueba a convivientes menores de 15 años, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia
- Si presenta PbS ≤70 µg/dL pasar a las indicaciones correspondientes.

Interconsultas diagnósticas y apoyo al tratamiento

- Interconsulta con Nutrología
 - Optimizar la nutrición global, particularmente Ca y Fe
 - Prescribir suplementos de Ca, Fe y folatos
- Interconsulta a Toxicología
- Interconsulta a Neurología y Nefrología

Fuentes y rutas de exposición

- Solicitar un estudio en el domicilio de la niña o niño, escuela, sitios de juego, otros domicilios que frecuenta, sitios de trabajo y áreas de sospecha de ser fuentes de exposición al Pb
- Al identificar rutas de exposición activas, gestionar con las autoridades sanitarias las acciones conducentes para su control o eliminación
- Promover y fomentar buenos hábitos higiénicos y medidas personales para reducir la exposición al Pb

Evaluación de sintomatología e indicadores de daño

- Vigilar el estado de conciencia de la niña o el niño
- Evaluar datos tempranos de edema cerebral e hipertensión intracraniana

Análisis clínicos

- Evaluación clínica de sintomatología y signología de intoxicación por Pb
- Solicitar biometría hemática, química sanguínea y estudiar situación de Fe
- Radiografía abdominal para identificar posible cuerpo extraño con plomo ingerido

Tratamiento farmacológico

- Evaluar conveniencia de tratamiento quelante en niñas o niños sintomáticos
- Tratamiento quelante se debe administrar en el hospital (dar prioridad al succimer o DMPS)
- DAR DE ALTA HASTA QUE SE HAYAN ELIMINADO LAS RUTAS DE EXPOSICIÓN EN SU DOMICILIO O AMBIENTES DE CONVIVENCIA**
- NO ADMINISTRAR AGENTES QUELANTES SI EXISTE UNA RUTA DE EXPOSICIÓN ACTIVA A Pb**