



Niveles de plomo en niños con diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad

Ma. del Carmen S. Sánchez-Villegas,^a
Astrid Cortés-Vargas,^b
Ricardo Gerardo Hidalgo-Luna,^c
David Abraham Alam-Escamilla,^d
Víctor Manuel Vargas-García,^d
Jorge Loría-Castellanos^e

Blood and urine lead levels in children with attention deficit hyperactivity disorder

Introducción: los síntomas del trastorno por déficit de atención e hiperactividad pueden persistir hasta la vida adulta en 60 % de quienes la padecieron en la niñez. Nuestro objetivo fue cuantificar los niveles de plomo en la sangre y la orina en niños con diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad para identificar si existe alguna relación.

Métodos: estudio observacional que incluyó a una muestra cautiva del Servicio de Higiene Mental del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza, con diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Se cuantificaron los niveles séricos y urinarios del plomo mediante la técnica de absorción atómica.

Resultados: se incluyeron 39 pacientes, 92.3 % del sexo masculino, con una edad promedio de 9.2 ± 2.16 años. El trastorno por déficit de atención e hiperactividad combinado fue el más frecuente (69.2 %). En 49 % de los pacientes se encontraron niveles de plomo en sangre superiores a 10 $\mu\text{g/dL}$. Conforme los parámetros establecidos en la NOM-199-SSA1-2000, 17.9 % clasificaba en estadio III y 5.12 % en estadio IV. Se encontró relación significativa entre los niveles de plomo y la expresión clínica del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Conclusiones: los niveles de exposición al plomo durante la infancia temprana han demostrado ser inversamente proporcionales al desarrollo neurológico en los primeros siete años de vida. Los datos son insuficientes para inferir la causalidad..

Background: attention deficit hyperactivity disorder is the most common neuropsychiatric disorder in children; symptoms can persist into adult life by 60 %. Our objective was to quantify the levels of lead in blood and urine in pediatric patients with attention deficit hyperactivity disorder.

Methods: we did an observational study which included a captive population of children diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder in the mental health service of Hospital General, from Centro Médico Nacional La Raza. Lead levels were determined in blood and urine by atomic absorption technique.

Results: we included 39 patients, 92.3 % male, with a mean age of 9.2 ± 2.16 years. The deficit and hyperactivity disorder combined type was the most frequent (69.2 %); 49 % of patients were found with toxic lead levels in blood (above 10 $\mu\text{g/dL}$); 17.9 % with stage III and 5.12 % with stage IV, according to the Mexican Official Standard (NOM-199-SSA-2000). Significant association was found between blood lead levels and the clinical expression of attention deficit hyperactivity disorder.

Conclusions: levels of lead exposure during early childhood have been shown to be inversely proportional to neurological development in the first seven years of life. Data results are insufficient to relate them with causality.

Palabras clave

trastorno por déficit de atención con hiperactividad
plomo
niño
toxicología

Keywords

attention deficit disorder with hyperactivity
lead
child
toxicology

El trastorno por déficit de atención o hiperactividad (TDAH) es un cuadro sintomático heterogéneo desde los puntos de vista clínico y pronóstico. Se caracteriza básicamente por una atención lábil y dispersa, impulsividad e inquietud motriz exagerada para la edad del niño y sin carácter propositivo. El TDAH es la afección neuropsiquiátrica más común en la población infantil. Actualmente, en la Décima Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) se le ubica entre los trastornos hipercinéticos y en la Cuarta Edición del Manual Diagnóstico Estadístico de los Trastornos Mentales de la Asociación Psiquiátrica Americana (DSM-IV), entre los trastornos de inicio en la infancia.¹⁻³

Se calcula que su prevalencia mundial es de 4 a 12 % en la población escolar; sus síntomas pueden persistir hasta la adolescencia, incluso, en 60 % de los casos hasta la vida adulta. En México no existen estadísticas al respecto.

El DSM-IV especifica tres subtipos clínicos del TDAH según el predominio de los dos síntomas principales (la falta de atención y organización y la hiperactividad): TDAH con predominio de la hiperactividad, TDAH con predominio de la inatención y TDAH combinado.¹

En su etiología se mencionan la ruptura de los procesos del control cognitivo, la función ejecutiva, la atención, la selección y el esfuerzo, que dependen de la integridad de los circuitos prefrontales. Además, existen tres estructuras subcorticales implicadas: el núcleo caudado, el putamen y el globo pálido, las cuales son parte del circuito fronto-estriado-pálido-talámico que suministra retroalimentación a la corteza para regular la conducta. Desde el punto de vista de la neurotransmisión, el TDAH se ha relacionado con la deficiencia de dopamina y noradrenalina. La lesión traumática o infecciosa de las vías dopaminérgicas puede provocar una sintomatología similar al TDAH.²⁻⁵

El plomo es un metal pesado que se encuentra extensamente distribuido en la Tierra; sus propiedades fisicoquímicas y las de sus derivados han favorecido la elaboración de una gran variedad de productos (pinturas, aditivos, combustibles, etcétera).^{6,7} La tendencia al incremento en la producción y el consumo de plomo en América Latina ha aumentado el riesgo de exposición y de potenciales daños a la salud de la población. En México, las fuentes más comunes de exposición al plomo son las emisiones de las industrias minerometalúrgicas y metalmecánicas, los establecimientos recicladores de baterías, los pigmentos para pinturas, la producción y el uso de alfarería vidriada (considerada la principal fuente de exposición) y algunos remedios tradicionales como el azarcón (empleado para el tratamiento de la diarrea).⁸ (Información complementada con la expuesta por Franco Danz, Daniel Danatro,

Fernando Gómez, Amalia Laborde García, Beatriz López Scaffo y Domingo Perona, en el Primer Taller Nacional de Coordinación de Acciones en Salud Ocupacional. Diagnóstico y Estrategias Nacionales en Salud Ocupacional, promovido por la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud, en el año 2000, en Montevideo, Uruguay).

El plomo no tiene una función biológica útil en el hombre; se ha registrado que diariamente se ingieren de 200 a 300 µg, sin que ello cause un daño conocido. El plomo puede ser inhalado y absorbido a través del sistema respiratorio o gastrointestinal; por su parte, la absorción percutánea del plomo inorgánico es mínima.⁷ La vía respiratoria es la vía de entrada más importante.⁷⁻¹⁰

La toxicidad del plomo puede afectar a cualquier sistema del cuerpo. Tras su ingreso al organismo, el plomo pasa al torrente sanguíneo y de ahí se distribuye a los eritrocitos (en los cuales su vida media es de 35 días), tejidos blandos como el riñón y el hígado (en los que su vida media es de 40 días) y el esqueleto (en el que su vida media es de 20 a 30 años). Este último sistema es el que retiene la mayor parte del plomo en el organismo, aproximadamente 80 a 90 %. Una parte del plomo depositado en el tejido óseo trabecular se encuentra en forma inestable y, por lo tanto, en determinadas condiciones (acidosis, decalcificación) es fácil que pase a otros sistemas. Tanto los tejidos blandos como la sangre constituyen las unidades de intercambio activo, mientras que el sistema óseo constituye la unidad de almacenamiento o de intercambio lento.⁹⁻¹¹

El tejido hematopoyético y el sistema nervioso central son los más afectados. El plomo es un neurotóxico periférico y central que interfiere en la liberación de la acetilcolina, la reabsorción de la colina y la síntesis de ambas. El rango de los efectos sobre el sistema nervioso central va desde los no evidentes hasta los trastornos de las funciones psíquicas más complejas, lo cual se explica por la alteración de los diferentes neurotransmisores. Con niveles inferiores a 60 µg/dL puede existir enlentecimiento de la velocidad de conducción del impulso nervioso.⁹⁻¹¹

A nivel molecular, el mecanismo de toxicidad del plomo estriba en su propiedad para inhibir o mimetizar las acciones del calcio (Ca²⁺), de ahí que los efectos de este metal abarquen todo el ambiente celular.⁹⁻¹¹

Se considera que los niños constituyen el grupo más vulnerable a la intoxicación con plomo, pues su capacidad para absorberlo es de 30 a 50 % mientras que en el adulto es de 10 %. Entre los efectos documentados por la exposición infantil al plomo destacan la disminución en el coeficiente intelectual, la hiperactividad y los trastornos del aprendizaje y la conducta. Estudios recientes han encontrado una diferencia de

cuatro puntos en el coeficiente intelectual en los niños con niveles de plomo en los dientes.⁹⁻¹¹

Si bien la Organización Mundial de la Salud y el *Center for Disease Control and Prevention* recomiendan que los niveles del plomo en la sangre en los niños no rebasen los 10 µg/dL, diferentes estudios en China, India, Estados Unidos y otros países demuestran que se produce déficit cognitivo y problemas de conducta incluso con niveles menores a este parámetro, tanto en la función ejecutiva como en la hiperactividad y la impulsividad, que pudieran relacionarse con el TDAH.¹²⁻¹⁶

De acuerdo con 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*, la concentración del plomo en la sangre en los niños y en las mujeres embarazadas o en etapa de lactancia no debería rebasar los 10 µg/dL. En el resto de la población expuesta no ocupacionalmente, la concentración máxima no debería ser superior a 25 µg/dL. A partir de dichas concentraciones se establecen recomendaciones basadas en la presunción de los efectos tempranos/subclínicos y de los efectos adversos-distintos, así como una categorización definida para la población menor de tres años de edad y de tres a 15 años de edad, mujeres embarazadas o en periodo de lactancia y para la población expuesta no ocupacionalmente:

- *Categoría I, nivel del plomo < 10 µg/dL:* en ninguno de los grupos se establecen acciones específicas.
- *Categoría II, nivel del plomo de 10 a 14 µg/dL:* en los niños menores de tres años, en los de tres a 15 años y en las mujeres en lactancia será necesaria la cuantificación del plomo cada tres meses, así como una historia clínica detallada, notificar al personal de salud y educar a la familia acerca de las diferentes formas de exposición.
- *Categoría III, nivel del plomo de 15 a 24 µg/dL:* en los menores de tres años y en los de tres a 15 años se realizará control cada tres meses hasta que la cuantificación del plomo sea < 10 µg/dL. De identificar fuentes de exposición, la autoridad sanitaria será la encargada de su control y eliminación. Se indicará suplementos alimenticios y el seguimiento del caso y su familia. A las mujeres en etapa de lactancia se les realizará cuantificación del plomo en sangre cada tres meses hasta terminar la lactancia o hasta que el nivel sea < 10 µg/dL. Es importante el seguimiento al binomio madre-hijo; las recomendaciones restantes son las mismas que para los otros grupos de edad.
- *Categoría IV, nivel del plomo de 25 a 44 µg/dL:* en el grupo de menores de tres años se realizará

un control mensual hasta que el nivel del plomo en sangre sea < 25 µg/dL. En el grupo de tres a 15 años de edad, la determinación se llevará a cabo cada dos meses hasta que el nivel del plomo descienda a ese mismo parámetro. En las mujeres en lactancia se realizará control mensual y se solicitará una determinación en cordón umbilical para el producto. Las recomendaciones restantes son similares a las de la categoría anterior.

- *Categoría V, nivel del plomo de 45 a 59 µg/dL:* además de lo señalado en la categoría III, la cuantificación del plomo se repetirá mensualmente hasta que el nivel del plomo en la sangre sea < 45 µg/dL. Un médico especialista deberá realizar la valoración médica integral para determinar el manejo médico-nutricional.
- *Categoría VI, nivel del plomo ≥ 70 µg/dL:* además de lo referido en la categoría V, se repetirá la muestra para confirmar el nivel del plomo en la sangre; de ser así, se requerirá atención médica inmediata.⁶

En México, hasta el momento los estudios acerca del plomo se han limitado a cuantificar los niveles en la sangre y a identificar los factores de riesgo relacionados con el envenenamiento por ese metal. En un análisis realizado en 80 niños residentes en Zacatecas, de acuerdo con los criterios de la NOM-199-SSA1-2000 se encontró que 45 % de los niños presentaba < 10 µg/dL y 5 % entre 25 y 44 µg/dL, niveles que corresponden a las categorías II y IV de la misma norma.¹⁷

Existen diferentes series en otros países que han estudiado la posible relación de los niveles del plomo en sangre con la presentación del TDAH, sobre todo el combinado y el predominantemente hiperactivo. Dado que en México no se han realizado investigaciones de este tipo, es importante identificar los niveles del plomo en la población afectada y valorar una posible relación con la expresión clínica de la enfermedad, aun cuando dichos niveles no rebasen el valor crítico establecido en la norma oficial mexicana.

Métodos

Estudio observacional autorizado por el Comité de Investigación del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social, en el que se incluyó (previa firma del consentimiento informado) a todos los pacientes de cuatro a 16 años de edad atendidos en diciembre de 2011 en el Servicio de Higiene Mental de ese hospital con diagnóstico de TDAH, de acuerdo con los criterios del DSM-IV. Se les realizó cuantificación del plomo en la sangre y en la orina; el análisis se realizó en el labora-

torio de Salud en el Trabajo del Hospital General de Zona 32 del mismo Instituto, con espectrofotometría de absorción atómica en flama. A los pacientes se les aplicó un instrumento para identificar los mecanismos de exposición.

Las variables estudiadas fueron la expresión clínica del trastorno por déficit de atención en sus tres subtipos clínicos, los niveles del plomo en la sangre y en la orina, la edad, el sexo, el grado escolar, la ocupación del padre o tutor, el nivel socioeconómico y los mecanismos de exposición.

Los datos fueron analizados con el programa SPSS y se empleó estadística descriptiva. Se utilizó la χ^2 de tendencia lineal y se aceptaron como estadísticamente significativas las diferencias con una $p < 0.05$.

Los pacientes y sus tutores fueron citados nuevamente para informarles los resultados y el manejo que se requería en cada caso de acuerdo con las recomendaciones de la norma oficial.

Resultados

Se incluyeron 39 pacientes con TDAH, 92.3 % fue del sexo masculino. La edad media fue de 9.2 ± 2.16 años. El TDAH combinado se observó en 69.2 %, el tipo con predominio de la hiperactividad en 17.9 % y el tipo con predominio de la inatención en 12.8 %.

El 95 % de los pacientes tenía un nivel escolar básico. El nivel socioeconómico que predominó fue el bajo (89 %). La vía de exposición más mencionada fue la aérea (51.28 %), seguida del contacto con gasolineras (28.20 %).

Los niveles séricos del plomo se clasificaron de acuerdo con la norma oficial en los estadios establecidos: 49 % de los pacientes presentó niveles $> 10 \mu\text{g/dL}$, considerados como tóxicos. El 51 % se clasificaba en la categoría I, 25.64 % en la II y 17.90 % en la III; en la categoría IV se ubicó solo 5.12 % de los pacientes (cuadro I).

La media del plomo en la sangre en la muestra fue de $9.3 \mu\text{g/dL}$, con un rango de 0 a $31.32 \mu\text{g/dL}$, según

el cálculo para datos agrupados con una desviación media de $5.07 \mu\text{g/dL}$, una desviación estándar de $6.7 \mu\text{g/dL}$ y una varianza de $45 \mu\text{g/dL}$.

La media del nivel del plomo urinario fue de $4.98 \pm 1.5 \mu\text{g/dL}$, sin embargo, este biomarcador depende directamente de la función renal del individuo y su uso es mayor en los individuos con exposición ocupacional.

Se realizó una subclasificación del fenotipo del TDAH y los niveles del plomo en la sangre. En cuanto a los pacientes con TDAH combinado (69 % de la muestra), se encontró un promedio del plomo en la sangre de $8.09 \mu\text{g/dL}$, nivel que clasifica en la categoría I de la norma oficial. En los pacientes con TDAH con predominio de la hiperactividad (17.9 %), la cuantificación del plomo en la sangre fue de $16.3 \mu\text{g/dL}$, lo que los ubicó en la categoría III; de hecho, dos pacientes con esta modalidad del TDAH tuvieron niveles muy por arriba del considerado crítico y se clasificaron en la categoría IV de la misma. En los pacientes con TDAH con predominio de la inatención, el promedio de los niveles del plomo en la sangre fue de $10.74 \mu\text{g/dL}$ (cuadro II).

De acuerdo con la norma oficial, 49 % de la muestra (19 pacientes) tuvo niveles del plomo en la sangre $> 10 \mu\text{g/dL}$ y nueve pacientes (23 %) se clasificaron en las categorías III y IV definidas en la norma oficial mexicana, por lo que requirieron valoración toxicológica independientemente de la afección en el neurodesarrollo.

El cálculo de la χ^2 mostró una relación significativa entre el TDAH con predominio de la hiperactividad y los niveles del plomo categoría IV ($\chi^2 = 18.28$, $p = 0.03$).

Discusión

El TDAH es el trastorno neuroconductual más diagnosticado en la infancia. Los síntomas del comportamiento que se emplean en su diagnóstico son significativos solo si ocurren frecuentemente y durante por lo menos los últimos seis meses y si no son con-

Cuadro I Niveles del plomo en la muestra estudiada, según las categorías indicadas en la NOM-199-SSA1-2000

Categoría	Nivel del plomo	Frecuencia	%
I	$< 10 \mu\text{g/dL}$	20	51.4
II	$10-14 \mu\text{g/dL}$	10	25.6
III	$15-25 \mu\text{g/dL}$	7	17.9
IV	$25-44 \mu\text{g/dL}$	2	5.1
V	$45-59 \mu\text{g/dL}$	0	0
VI	$> 70 \mu\text{g/dL}$	0	0
		39	100.0

Cuadro II Distribución de los pacientes según el tipo de TDAH y los niveles del plomo en la sangre de acuerdo con la NOM 199-SSA1-2000

TDAH	Categoría del nivel del plomo				Total
	I	II	III	IV	
Combinado	15	6	5	0	26
Con predominio de la hiperactividad	3	2	1	2	8
Con predominio de la inatención	2	2	1	0	5
Total	20	10	7	2	39

TDAH = trastorno de déficit de atención e hiperactividad

gruentes con la persona y su nivel de desarrollo; además, el diagnóstico del TDAH solo se establece si al menos uno de los síntomas se presentó antes de los siete años de edad, si ocurrió en más de un escenario y provocó un claro y significativo deterioro en la vida social, escolar y laboral y no sucedió en el transcurso de otro trastorno mental.^{3,18}

En nuestro estudio, los niños con TDAH combinado fueron los que mayormente fueron referidos al hospital, lo que podría explicar por qué algunos autores señalan que la mayor investigación se centra en este subtipo.^{4,19}

En los últimos años ha crecido la consciencia del papel que desempeñan los factores ambientales en los trastornos del desarrollo neurológico, por lo que investigaciones recientes se han dedicado a identificar los factores que contribuyen al TDAH, sin embargo, aún se está lejos de entender completamente su epidemiología. Evidencia reciente indica que los trastornos del neurodesarrollo, como el TDAH, son el resultado de la interacción de factores genéticos, ambientales y sociales; entre los factores ambientales se identifica la exposición a sustancias tóxicas, en especial las que alteran la señalización catecolaminérgica, las cuales merecen un análisis especial si se parte de la teoría de que esta exposición, como sucede con la del plomo, es prevenible.^{20,21}

En nuestra muestra, la media de concentración del plomo fue de 9.93 µg/dL, similar a la informada en otros países en desarrollo, quizá por la similitud de las condiciones en la exposición a ciertos factores.⁹⁻¹⁶

La Organización Mundial de la Salud, el *Center for Disease Control and Prevention* y la *Norma oficial mexicana NOM-199-SSA1-2000* señalan como máximo recomendado un nivel de 10 µg/dL; 49 % de nuestra población rebasó dicho nivel.

En otros países, diversos investigadores se han dado a la tarea de demostrar la relación entre los niveles del plomo en la sangre y las alteraciones del neurodesarrollo, especialmente en la función ejecutiva, la cual engloba los procesos responsables de la conducta intencional. Dicha función incluye el control de

los procesos cognitivos (planificación), la regulación de la atención (resistencia a la distracción), la toma de decisiones, la memoria de trabajo, la resolución de problemas, el control de la conducta y de los impulsos (la iniciación y el seguimiento de la acción, incluyendo el autocontrol y el cambio de tarea a tarea),¹⁶ que dependen de la integridad de los circuitos prefrontales, blanco del plomo, más aún en un cerebro en desarrollo.^{4,5,19}

Considerando lo anterior, las probabilidades de desarrollar TDAH se pueden incrementar hasta ocho veces cuando los niveles del plomo en la sangre rebasan los 10 µg/dL y de 3.5 a siete veces cuando los niveles superan los 5 µg/dL.¹³

En otras series¹⁰⁻¹⁴ se ha identificado la relación entre la expresión clínica del TDAH y los niveles del plomo en la sangre, generalmente con la variante combinada, tal vez porque es la más frecuente. En nuestra investigación encontramos dos pacientes con TDAH combinado y niveles del plomo en la sangre muy por arriba de los recomendados internacionalmente. Llamó la atención que uno de estos pacientes tenía tan solo cinco años de edad, hecho que indica la importancia del manejo temprano a fin de limitar o evitar las complicaciones, principalmente el deterioro del neurodesarrollo o de la memoria de trabajo.^{20,21}

En algunos informes y en el Tercer Encuentro Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos se ha señalado que los niveles elevados de plomo son más comunes en los grupos con niveles económicos bajos, lo que coincide con lo identificado en nuestro estudio. Es probable que a ello contribuya la exposición más común a las diferentes vías de contaminación (fábricas, desechos, etcétera).¹⁹⁻²¹

Es un hecho que el potencial deterioro del desarrollo neuroconductual no puede atribuirse únicamente a los niveles del plomo. La Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de las Enfermedades advierte que al estudiar los efectos del plomo sobre el desarrollo infantil se deben tomar en cuenta otros factores como el estilo de vida, el estado nutricional, la edad (en

los niños, la mayor afección ocurre si la exposición sucede antes de los dos años de edad), el tiempo de exposición, el mecanismo de la exposición y la duración de la misma.¹⁹

La dificultad para analizar la naturaleza de la exposición depende de la compleja toxicocinética del plomo en las diversas partes del cuerpo. En los niños expuestos, 90 % del plomo en la sangre proviene de depósitos óseos; disminuir los niveles a $< 10 \mu\text{g/dL}$ en un niño que recibe quelación por niveles basales de $25 \mu\text{g/dL}$ puede tardar dos años y está relacionada de forma lineal con el pico de plomo. La exposición ambiental por el entorno en el que habitan los pacientes (muchos de ellos viven cerca de gasolineras y avenidas de gran afluencia vehicular) es un factor que debe considerarse a fin de establecer medidas adecuadas de protección.

Respecto a los niveles del plomo en la orina, encontramos una media de $4.98 \pm 1.5 \mu\text{g/dL}$, sin embargo, este biomarcador depende directamente de la función renal del individuo y su uso es mayor en los casos de exposición ocupacional. Se requerirá tomar en cuenta esto para futuras investigaciones.

Con todas sus posibles limitaciones, este trabajo sirve de base para tomar la decisión de iniciar la que-

lación de forma oportuna en los pacientes con posible intoxicación debido a la exposición al plomo.

Conclusiones

- Casi la mitad de los pacientes estudiados mostró niveles tóxicos de plomo.
- Se ha demostrado que la exposición al plomo, incluso en un nivel bajo, afecta el desarrollo neurológico en los primeros siete años de vida.
- No obstante que evidencia reciente vincula el TDAH con la exposición al plomo, los datos son insuficientes para inferir la causalidad. Aun así, deben fortalecerse los esfuerzos de salud pública para reducir la exposición al mismo.
- Se requieren estudios complementarios que profundicen sobre el tema.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno en relación con este artículo.

^aServicio de Urgencias Pediátricas y Centro de Información y Asistencia Toxicológica

^bResidente del cuarto año del Curso de Especialización en Pediatría Médica

^cServicio de Higiene Mental

^dLaboratorio de Salud en el Trabajo, Hospital General de Zona 32

^eTitular de la Especialidad de Urgencias, Hospital General de Zona 25

^{a,b,c}Hospital General, Centro Médico Nacional la Raza

Instituto Mexicano del Seguro Social, Distrito Federal, México

Comunicación con: Ma. del Carmen S. Sánchez-Villegas
Teléfono: (55) 5724 5900, extensión 23364

Correos electrónicos: minitox@gmail.com;
jloriac@hotmail.com

Referencias

1. Ulloa RE, Arroyo E, Ávila JM, Cárdenas JA, Cruz E, Gómez D, et al. Algoritmo del tratamiento para el trastorno por déficit de atención con hiperactividad en niños y adolescentes. *Salud Mental*. 2005;28(5):1-10. Texto libre en <http://www.redalyc.org/pdf/582/58252801.pdf>
2. Poza-Díaz MP, Valenzuela-Moreno MV, Becerra-Alcántara D. Guía clínica. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad. México: Secretaría de salud; s/a. Disponible en http://www.sap.salud.gob.mx/downloads/pdf/nav_guias1.pdf
3. Fernández-Jaén A. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad y retraso mental. *Rev Neurol*. 2006;42(Supl 2):S25-7.
4. Nigg TJ, Knottnerus GM, Martel MM, Nikolas M, Cavanagh K, Karmus W, et al. Low blood lead levels associated with clinically diagnosed attention-deficit/hyperactivity disorder and mediated by weak cognitive control. *Biol Psychiatry*. 2008;63(3):325-31. Texto libre en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2818788/pdf/nihms172956.pdf>
5. Nigg TJ, Nikolas M, Knottnerus GM, Cavanagh K, Friederici K. Confirmation and extension of association of blood lead with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and ADHD symptom domains at population-typical exposure levels. *J Child Psychol Psychiatry*. 2010;51(1):58-65. Texto libre en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2810427/pdf/nihms140374.pdf>
6. 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. México: Secretaría de Salud; Diario Oficial de la Federación del 18 de octubre de 2002.
7. Goldfrank LR, Hoffman RS, Nelson LS, Howland MA, Lewin NA, Flomenbaum NE. Goldfrank's manual toxicologic emergencies. New York: McGraw-Hill; 2007.
8. Garza A, Chávez H, Vega R, Soto E. Mecanismos celulares y moleculares de la neurotoxicidad por plomo. *Salud Mental* 2005;28(2):48-58. Texto libre en <http://www.fisio.buap.mx/online/DraVegaR/2005%20Garza%20y%20Cols,%20Salud%20Mental%20-%20Plomo.pdf>

9. Padilla-Magunazelaia A, Rodríguez-Sierra N, Martínez-Castillo A; Grupo de Trabajo de Salud Laboral de la Comisión de Salud Pública del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Protocolos de vigilancia sanitaria específica. Plomo. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1999. Texto libre en http://www.zerbitzu-orokorrak.ehu.es/p258-shprevct/eu/contenidos/informacion/sp_legislacion/eu_leg_upv/adjuntos/PLOMO.pdf
10. Haddad LM, Shannon MW, Winchester JF, editores. Clinical management of poisoning and drug overdose. Third edition. Philadelphia: Saunders; 1998.
11. Handal-Silva A, Morán-Raya C. Toxicología del plomo. En: Handal-Silva A, Morán-Raya C, editores. Tópicos selectos de toxicología de la reproducción. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2009.
12. Ortega-García JA, Ferrís-Tortajada J, Cánovas-Conesa A, García-Castell J. Neurotóxicos medioambientales (y II). Metales: efectos adversos en el sistema nervioso fetal y postnatal. *Acta Pediátrica Esp*. 2005;63:182-92. Texto libre en <http://www.pehsu.org/wp/pdf/neurotoxicos2.pdf>
13. Wang HL, Chen XT, Yang B, Ma FL, Wang S, Tang ML, et al. Case-control study of blood lead levels and attention deficit hyperactivity disorder in Chinese children. *Environ Health Perspect*. 2008;116(10):1401-6.
14. Braun JM, Kahn RS, Froehlich T, Auinger P, Lanphear BP. Exposures to environmental toxicants and attention deficit hyperactivity disorder in U.S. children. *Environ Health Perspect*. 2006;114(12):1904-9.
15. Froehlich TE, Lanphear BP, Auinger P, Hormung R, Epstein JN, Braun J, et al. Association of tobacco and lead exposures with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*. 2009;124(6):e1054-63. Disponible en <http://pediatrics.aappublications.org/content/124/6/e1054.full.html>
16. Roy A, Bellinger D, Hu H, Schwartz J, Ettinger AS, Wrigth RO, et al. Lead exposure and behavior among young children in Chennai, India. *Environ Health Perspect*. 2009;117(10):1607-11. Texto libre en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2790517/pdf/ehp-117-1607.pdf>
17. González-Valdez E, González-Reyes E, Bedolla-Cedeño C, Arrollo-Ordaz EL, Manzanares AE. Niveles de plomo en sangre y factores de riesgo por envenenamiento de plomo en niños mexicanos. *Rev Fac Ing Univ Antioquia*. 2008;43:114-9. Texto libre en <http://ingenieria.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro043/114-119.pdf>
18. Diamond J, Matsson A. Trastorno por déficit de atención/hiperactividad. En: Parmelee DX, editor. *Psiquiatría del niño y del adolescente*. Segunda edición. Barcelona: Harcourt Brace; 1998.
19. Sanders T, Liu Y, Buchner V, Tchounwou PB. Neurotoxic effects and biomarkers of lead exposure: a review. *Rev Environ Health*. 2009;24(1):15-45.
20. Eubig PA, Aguiar A, Schanz SL. Lead and PCBs as risk factors for attention deficit/hyperactivity disorder. *Environ Health Perspect*. 2010;118(12):1654-67.
21. Aguiar A, Eubig PA, Schantz SL. Attention deficit/hyperactivity disorder: a focused overview for children's environmental health researchers. *Environ Health Perspect*. 2010;118(12):1646-53. Texto libre en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3002183/pdf/ehp-118-1646.pdf>