



Biomédica

ISSN: 0120-4157

biomedica@ins.gov.co

Instituto Nacional de Salud

Colombia

Hurtado, Carlos Mauricio; Gutiérrez, Myriam; Echeverry, Jairo
Aspectos clínicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera paraocupacional en el proceso de
reciclaje de baterías de automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá D.C.

Biomédica, vol. 28, núm. 1, marzo, 2008

Instituto Nacional de Salud

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84328108>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Aspectos clínicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera paraocupacional en el proceso de reciclaje de baterías de automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá D.C.

Intoxicación paraocupacional por plomo en niños

Clinical aspects and lead levels in children exposed to paraoccupational automobile battery recycling process in the locations of Soacha and Bogotá D.C.

Carlos Mauricio Hurtado, Myriam Gutiérrez, Jairo Echeverry

Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

Correspondencia:

Jairo Echeverry, Facultad de Medicina, oficina 205, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. Tel: 3165000 ext 15186.

jecheverryr@unal.edu.co

Introducción. El plomo es un metal inocuo mientras no sea objeto de manipulación en procesos industriales. Aún cuando se ha eliminado la gasolina plomificada en muchos países, incluso en Colombia, el reciclaje informal de baterías sigue siendo una fuente potencial de exposición e intoxicación, tanto para los trabajadores como para sus familias en los estratos bajos.

Objetivo. Establecer hallazgos clínicos, niveles de plumbemia y frecuencia de intoxicación en niños expuestos de manera paraocupacional al reciclaje informal de baterías de automoviles.

Materiales y métodos. Estudio descriptivo con selección por la exposición. La investigación inicia tras conocerse un caso índice de intoxicación en la población de Soacha, Cundinamarca. Se reclutó consecutivamente a menores de edad, referidos por familiares, vecinos o conocidos, quienes se conocieran en exposición paraocupacional. Los menores fueron examinados y se tomaron muestras de sangre para determinación hematológica y dosificación de plomo.

Resultados. Treinta y dos menores de 12 años, la mayoría en etapa escolar, fueron examinados, todos mostraron altos niveles de plomo (dos a nueve veces el valor máximo aceptable) y dos tercios de ellos se encontraban con intoxicación severa. La serie de expuestos es significativamente sintomática en relación con hallazgos sugestivos de intoxicación por plomo. Aquellos niños con niveles más altos de plomo, tuvieron tendencia a un mayor compromiso hematológico y hacerse manifiesto el ribete de Burton.

Conclusión. Este trabajo descriptivo, aporta un claro signo de alarma ante las autoridades sanitarias y de gobierno, a fin de tomar medidas tendientes a disminuir la exposición ocupacional o paraocupacional de los niños, al reciclaje de

baterías, mediante un programa de prevención y tamización en municipios y localidades del área metropolitana de Bogotá y Soacha.

Palabras clave: intoxicación por plomo/epidemiología, exposición profesional, uso de residuos peligrosos, baterías, niños, lactantes, Colombia.

Introduction. The lead is a harmless metal if not manipulated in the industrial process. Even though the lead has been eliminated from the gasoline in many countries, the informal automobile battery recycling continues to be a potential source of exposition and intoxication not only to the workers as for its families with low income.

Objective. To establish clinical findings, levels of lead and poison frequency in children with para-occupational lead exposition in the process of automobile recycling batteries.

Material and methods: Descriptive study with selection for the exposure. The investigation initiates after a case index of poisoning in the population of Soacha, Cundinamarca. Minors of age were recruited consecutively, referred by relatives, neighbors or acquaintances, who knew each other in para-occupational exposure. General and specific examinations of the children were made, and blood samples were taken for lead and hematological determinations.

Results. Thirty two children less than 12-year-old, the majority in school age, were examined. They all showed high levels of lead (two to nine times the maximum acceptable value) and, according to established criteria, two thirds were in severe poisoning. The series of exposed is significantly symptomatic in relation with suggestive findings of poisoning with lead. Those children at higher levels of lead had tendency to a major hematological compromise and have Burton border evident.

Conclusion. This study contributes to the sanitary authorities and government with a clear sign of alarm in order to take measures tending to diminish the occupational

or para-occupational exposure of the children, to the automobile battery recycling, in Soacha and Bogotá.

Key words: Lead poisoning/epidemiology, occupational exposure, hazardous waste use, batteries, child, infant, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El plomo (Pb) es un metal pesado, peso de 207.19 y número atómico 82. Es un elemento inocuo en forma natural pero potencialmente tóxico cuando se manipula, esencialmente en procesos industriales (1). En Estados Unidos durante los años setenta del pasado milenio, las dos fuentes más frecuentes de exposición al plomo fueron el aerotransportado (por la combustión de gasolina) y el proveniente de la viruta de pintura con plomo, residuos y polvo (2); tras la prohibición gubernamental, por esa época, de liberar de plomo la gasolina, la pintura y las emisiones de humo en las chimeneas industriales, hubo un franco descenso en los niveles promedio poblacionales (3). En Colombia sólo hasta 1995 se adoptó la política de gasolina ecológica libre de plomo (4), luego de acoger la iniciativa emanada para Latinoamérica a ese respecto desde la primera Cumbre de las Américas (5). A pesar de estas medidas, la exposición tanto medioambiental como ocupacional, continúa siendo un serio problema de salud pública (6-8). Además, Colombia posee poca información y estimaciones referentes a los niveles basales de plomo que ostenta la población en general y los diferentes grupos de edad en particular, sin embargo, estudios locales han demostrado que el saturnismo ocurre en 35% de quienes trabajan en fábrica de baterías, y en 14,6% de los que trabajan en fundición, imprentas y con cerámica (9).

Los niños son substancialmente susceptibles y peculiares en relación a este metal, pues la absorción es mucho mayor que en el adulto y suele incrementarse cuando existe desnutrición, aspecto que prevalece en países en vía de desarrollo. En niños bajo estas condiciones, el metal se deposita en órganos aún en crecimiento y maduración y la intoxicación aguda suele pasar desapercibida. Estas

situaciones, por lo tanto, colocan a la población infantil, especialmente aquella desnutrida de países en vía de desarrollo, en un mayor riesgo ante la exposición y con pronóstico más reservado que el de otros grupos de edad (10-12).

Para el grupo infantil, principalmente después de las regulaciones de 1995, las fuentes más frecuentes de exposición son el polvo y el humo resultantes de la quema de pintura, fundición o reciclaje de baterías, y las virutas de la pintura plomificada deteriorada que se encuentra en las paredes interiores de los hogares (13).

Después de la absorción del plomo por vía inhalatoria u oral, sigue su acumulación (aguda o crónica) y sus efectos deletéreos se manifiestan de manera predominante en los sistemas nervioso, hematopoyético, óseo, reproductivo y renal (14-16).

En la población pediátrica aún con niveles muy bajos de plomo, ocurre de manera devastadora un significativo deterioro en el desarrollo neurológico, la conducta y la cognición, pero en ausencia de síntomas de intoxicación (saturnismo). Dichos síntomas suelen aparecer de manera pleomórfica en un momento posterior. Niveles tan bajos como 10µg/dl han sido asociados con alteraciones en la esfera neurológica (17).

Debido a lo anterior, cada día se toleran niveles más bajos de plomo y en este sentido era aceptable un nivel de 60 µg/dl en los años sesenta, 30 µg/dl en los setenta, 25 µg/dl en los ochenta y 10µg/dl a partir de los noventa (18-20).

Las formas agudas de intoxicación, como se refirió, especialmente en la edad pediátrica pasan desapercibidas dado que únicamente suelen hacerse evidentes con pruebas de coeficiente intelectual. Lo usual es presenciar cuadros crónicos

muy sintomáticos y pleomórficos, siempre subsiguendo al deterioro neuroconductual, eventos que se relacionan de alguna manera con los niveles sanguíneos del metal. Además del compromiso neurológico referido, se ven a veces alteraciones hematológicas, anemia microcítica-hipocrómica, compromiso renal, alteraciones pondoestaturales, cambios teratológicos, disminución de la agudeza auditiva, alteraciones en la postura, en la actividad de la vitamina D, hipercalcemia, insuficiencia renal crónica, alteraciones perinatales del feto (retardo de crecimiento intrauterino, abortos, bajo peso al nacer, partos pretérmino), convulsiones, coma y muerte (21-30).

En los países en vía de desarrollo, existe la práctica laboral del reciclaje de baterías para extraerles el plomo. Esta actividad es usualmente artesanal, irregular, no controlada, con pobres estándares de seguridad industrial, ocasionalmente realizada dentro de las viviendas y, en muchos países, en la clandestinidad (9). Así las cosas, además de la clara exposición e intoxicación ocupacional que experimentan estos trabajadores (9), también lo podrían experimentar, en un hecho poco referido por la literatura, los demás habitantes de sus hogares, especialmente los menores quienes, entonces, pueden ser objeto de exposición e intoxicación paraocupacional (7).

Para nuestro conocimiento, y a excepción de contados reportes, no existe información que haya explorado este fenómeno a nivel nacional en la edad pediátrica.

El objetivo de este estudio, por lo tanto, es el de establecer hallazgos clínicos, niveles de plumbemia y frecuencia de intoxicación en niños que se exponen de manera paraocupacional al reciclaje informal de baterías de automóviles.

Si bien el diseño de la investigación no lo permite con toda la propiedad, se exploró la relación existente entre los niveles de plomo y los hallazgos clínicos y de laboratorio correspondientes.

Materiales y métodos

El presente es un estudio exploratorio descriptivo, realizado en una serie de niños potencialmente expuestos, recolectados progresivamente mediante información provista por un caso índice, el cual fue reportado al Departamento de Toxicología, de la Universidad Nacional de Colombia. Este caso fue el de una niña que, en septiembre de 2004, ingresó al Hospital Mario Gaitán de Soacha (Cundinamarca-Colombia) con diagnóstico de fractura patológica de fémur y en este caso se pudo establecer la existencia de niveles tóxicos de plomo en sangre. En compañía de funcionarios de la Secretaria de Salud de Soacha se realizó una visita al hogar de la menor, en donde se constató que los padres ejercían la actividad de reciclaje informal de baterías. La información obtenida allí, precisó que existen predios en el perímetro del municipio de Soacha, en otros municipios del área metropolitana y en ciertas localidades de Bogotá, en donde se ejerce la misma actividad y en los que también habitan niños.

Con esta información y bajo un principio de selección por la exposición, durante los años 2004 y 2005, se localizaron de manera consecutiva, aquellos predios donde algún adulto había trabajado en reciclaje de baterías (al menos durante los últimos seis meses) y en donde adicionalmente, convivieran menores de edad.

Se abordó al jefe de hogar o tutor, explicándole el estudio a realizar y los alcances de éste, se le invitó a participar, cuando había consentimiento por parte de dicho

tutor éste se informaba por escrito y quedaba certificado con la firma. La muestra obtenida, por lo tanto, no obedeció a técnicas probabilísticas sino de conveniencia. Los menores de 12 años que finalmente participaron, fueron citados al Centro de Salud San Marcos (Soacha), donde la Secretaria de Salud municipal habilitó un consultorio, les fue practicado un examen clínico y se les tomaron muestras de sangre.

Inicialmente fueron contactados 28 hogares con 68 niños en total, pero sólo 19 hogares aceptaron participar, lo que determinó una muestra final de 32 niños. La mayor parte de estos niños procedían del municipio de Soacha, Cundinamarca, ya que de los 19 hogares definitivos 14 con 20 niños, eran de este municipio y los cinco restantes con 12 niños, eran de localidades del Distrito Capital de Bogotá, teniendo: dos hogares con cinco niños de la localidad de Bosa, un hogar con tres niños de la localidad de Engativá y dos hogares con cuatro niños de la localidad de Usaquén.

Los aspectos que se registraron de cada niño consistieron en datos sociodemográficos (municipio de procedencia, edad en meses, grupo de edad, género), anamnesis, antropometría y examen físico, específicamente dirigido a detectar la existencia de signos y síntomas compatibles con la intoxicación por plomo (cefalea, dolor abdominal, hiporexia, trastornos del sueño, mal rendimiento escolar, convulsiones, ribete de Burton, palidez mucocutánea, etc.). Se tomó una muestra de sangre para determinar el hemograma, verificar un frotis de sangre periférico y dosificar los niveles de plomo en sangre total. Ante las dificultades desafortunadas de determinar efectos neuroconductuales se asumió, en el modelo clínico usual de intoxicación que los cambios hematológicos y las manifestaciones

clínicas se suceden cronológicamente de manera paralela o posterior a las alteraciones neuroconductuales y cognoscitivas.

Con los elementos anteriores, además de puntualizar la existencia de signos o síntomas (relacionados teóricamente con la intoxicación por plomo), se realizó un diagnóstico nutricional, hematológico y toxicológico. El diagnóstico del estado nutricional se hizo en función de peso y talla para la edad, tomando como patrón de referencia las tablas del Centro Nacional de Estadística (NCHS) de los Estados Unidos (31). El diagnóstico de desnutrición fue hecho a aquellos cuya relación en talla y peso, se encontraba por debajo del percentil tres en la gráfica correspondiente a su edad. Los resultados se presentan en frecuencias absolutas y relativas.

El hemograma se realizó en un equipo electrónico automatizado de IV generación. Los extendidos de sangre periférica fueron analizados por un bacteriólogo especialista en hematología de un laboratorio clínico con procesos estandarizados. El hemograma fue utilizado para determinar el nivel de hemoglobina, hematocrito, y el frotis de sangre periférico fue reportado en la eventualidad de cambios en la morfología globular y en la existencia de punteado basófilo. Se diagnosticó anemia en virtud de la existencia de unos niveles de hemoglobina por debajo del límite inferior normal para la edad (32). Sus resultados son presentados en frecuencias absolutas y relativas.

Para la determinación de plomo en sangre, se tomó sangre entera (5 ml), en tubos vacutainer, y se anticoaguló con EDTA. La muestra fue refrigerada y enviada en forma inmediata, mediante cadena de frío, al Laboratorio de Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud (INS). La determinación fue obtenida por medio de

técnica estandarizada, según el método de Lefebvre M y colaboradores del Centro de Toxicología de Québec, Canadá, modificada en el Laboratorio Salud Ambiental del INS a través de espectrofotometría por absorción atómica con horno de grafito (33). Los resultados para cada paciente son reportados en microgramos por decilitro ($\mu\text{g/dl}$). Dependiendo del valor de plomo en sangre, se clasificaron los individuos en una de cinco categorías de diagnóstico toxicológico, de acuerdo con los puntos de corte sugeridos por el *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) de Atlanta (15): Niveles tolerables hasta $10 \mu\text{g/dl}$, riesgo de intoxicación >10 - $<35 \mu\text{g/dl}$, intoxicación leve 35 - $49 \mu\text{g/dl}$, intoxicación moderada 50 - $70 \mu\text{g/dl}$, e intoxicación severa $>70 \mu\text{g/dl}$. Los resultados se presentan como frecuencias absolutas y relativas en cada categoría.

Análisis estadístico

Los datos fueron inicialmente registrados en archivos de Excel y de allí transferidos al paquete estadístico STATA 8 (34) en donde se depuraron, consolidaron y rotularon.

Se presenta la distribución en frecuencia de las variables sociodemográficas y clínicas (datos demográficos y antropométricos, signos y síntomas relacionados en la literatura con intoxicación, diagnóstico nutricional, valores de hemoglobina, presencia de anemia y punteado basófilo).

Se resume la distribución de las concentraciones de plomo, a través de medidas de tendencia central y dispersión. Como se mencionó, de acuerdo con la propuesta del CDC (15), y según sus niveles de plomo, se clasificaron los niños en una de cinco categorías toxicológicas (nivel tolerable, riesgo de intoxicación, intoxicación leve, moderada o severa).

Se presentan los niveles de plomo promedio en relación con los signos y síntomas más frecuentemente encontrados, así como con el diagnóstico nutricional, la presencia de anemia y punteado basófilo.

A pesar de la dificultad para ensamblar *a priori* un estudio analítico propiamente dicho, de la falta de poder, y de que el proceso de selección no fue probabilístico, los análisis estadísticos tienen más un interés exploratorio que inferencial. De esta manera, se evaluaron posibles correlaciones lineales entre los niveles de plomo, o el diagnóstico toxicológico derivado de él y la presencia de signos y síntomas *sui generis* de desnutrición, anemia y presencia de punteado basófilo, mediante pruebas de correlación de Pearson o Spearman, según el caso. Estas correlaciones se expresan en porcentajes con su significación estadística. Para aquellas correlaciones significativas, reconociendo la falta de ciertas premisas para el análisis, se complementó dicha exploración con análisis de varianza a una vía (ANOVA), o Kruskal-Wallis, según el caso. Se fijó un valor de p como significativo si este era inferior a 0,05 y todas las pruebas fueron hechas a dos colas.

Consideraciones éticas

Este estudio se desarrolló bajo los parámetros de las normas sobre Bioética en Investigación, vigentes en el territorio colombiano; las cuales están consignadas en la Resolución No. 008430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud y denominada como el Código de Bioética en la Investigación. Adicionalmente, tuvo las aprobaciones del Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia y contó con el soporte técnico del Instituto de Investigaciones Clínicas de la misma facultad.

A pesar de la clandestinidad que rodea el reciclaje de baterías, se explicó a los padres o tutores de los menores participantes en el presente estudio, los beneficios, los riesgos, la metodología, los objetivos, y las posibles implicaciones de sus resultados. Se obtuvo un consentimiento informado por escrito por parte del responsable legal, a quien se le hizo conocer los resultados una vez terminada la investigación. El participante o su tutor, tuvo la opción de retirarse en forma libre y voluntaria en el instante en que a bien estimaran conveniente.

Resultados

Los 32 niños participantes tuvieron edades comprendidas entre los cinco meses y 12 años, con una mediana en edad escolar de siete años. Dieciséis fueron hombres y dieciséis mujeres. La mediana de peso de la serie fue 21 Kg., para una talla mediana 1,22 cm.

Se encontró una serie muy reveladora, en relación con los síntomas y signos clínicos descritos en la literatura como asociados a intoxicación por plomo. Los más frecuentes fueron hiporexia en 19 niños (59%), dolor abdominal en 13 niños (41%), cefalea recurrente en ocho niños (25%), ribete de Burton en siete niños (22%), palidez mucocutánea en seis niños (19%), y otras condiciones, como mal rendimiento escolar, trastorno del sueño o vómito frecuente en ocho niños (25%). En función de las medidas antropométricas fue diagnosticada desnutrición en 14 pacientes (44%).

La mediana de hemoglobina fue 14,3 g/dl, con extremos entre 10,6 g/dl y 15,9g/dl; el percentil 25 de la muestra tuvo una cifra de hemoglobina inferior a 12 g/dl. Según los valores normales para la edad, fue diagnosticada anemia en 10 niños (31%), y fue encontrado punteado basófilo en siete pacientes (22%).

El cuadro 1 muestra la distribución en los niveles sanguíneos de plomo y el cuadro 2 los diagnósticos toxicológicos de acuerdo a dicho nivel en los 32 niños evaluados.

De manera sorprendente ningún niño mostró niveles normales o tolerables de plomo en sangre. El valor mínimo obtenido, fue dos veces superior que el nivel máximo aceptable internacionalmente. El promedio, la media y la mediana de la serie, se encontraron en rangos de intoxicación moderada y de manera dramática 24 niños (75% de la serie) se encontraron en intoxicación, la mayoría de ellos (10 niños) en un grado severo.

En promedio, la concentración de plomo fue un tanto mayor, en los niños habitantes de hogares cuyos padres trabajaban en el reciclaje de baterías dentro de casa (66 µg/dl), con respecto a los que sus padres laboraban en un sitio diferente a la casa o sitio de vivienda (47,6 µg/dl).

El cuadro 3 recoge la frecuencia de individuos según los signos y síntomas más frecuentes, así como según el diagnóstico nutricional, el diagnóstico de anemia y la presencia de punteado basófilo. Se registran allí, de la misma manera, los valores promedio de plomo en sangre encontrados en aquellos sintomáticos, o con los diagnósticos precitados, en relación con los no sintomáticos o sin esos diagnósticos.

De manera general, los mayores promedios (> de 70 µg/dl, o en intoxicación severa) estuvieron presentes en aquellos niños con ribete de Burton, síndrome convulsivo y punteado basófilo en el frotis de sangre periférica. Tres niños mostraron simultáneamente ribete de Burton y punteado basófilo y en ellos la concentración de plomo promedio fue de 87 µg/dl, ubicándolos en intoxicación

severa. Uno de estos pacientes padecía, además, síndrome convulsivo y su nivel de plomo fue de 90 µg/dl.

Se encontró exploratoriamente correlaciones lineales significativas, entre el diagnóstico toxicológico o el nivel de plomo y la presencia de ribete de Burton (+0,46, $p=0,0067$), niveles de hemoglobina (-0,38, $p=0,033$) o de hematocrito (-0,36, $p=0,046$) y punteado basófilo (+0,60, $p=0,003$). Estas correlaciones fueron corroboradas a través del análisis de varianza. Existieron niveles significativamente superiores de plomo en sangre en aquellos individuos con ribete de Burton ($p=0,0046$) y punteado basófilo ($p=0,0000$), y cierta tendencia en el mismo sentido, pero no significativa, en los niños con síndrome convulsivo ($p=0,099$) y anemia ($p=0,2217$).

Discusión

Este trabajo, el primero que se conoce acerca del tema, da cuenta de los datos clínicos, hematológicos y plumbemias de un grupo de niños colombianos, quienes forman parte de hogares dedicados al reciclaje informal de baterías.

Los síntomas más frecuentemente encontrados en este grupo fueron hiporexia (59%), dolor abdominal (41%) y cefalea (25%), si bien no específicos, han sido descritos en la literatura como expresiones compatibles con la intoxicación plúmbica (2,7-9,14,22,28,31).

El resultado más significativo de este estudio, es el que todos los niños revelaron niveles inaceptables de plomo (dos a nueve veces el valor máximo aceptado internacionalmente) y dos tercios de los niños se encontraron con intoxicación severa. Esta abrumadora frecuencia de altos niveles de plomo es posiblemente la confirmación de la exposición y la intoxicación paraocupacional, como

consecuencia del contacto con un medio ambiente cargado de residuos tóxicos al que está sometida esta población infantil. Los valores de tendencia central de plomo en esta serie de niños expuestos de manera paraocupacional, es solo ligeramente inferior a la reportada en los adultos que trabajan en el sector informal de reciclaje y fabricación de baterías de Bogotá (9).

Somos conscientes de las limitaciones de este trabajo, tanto en el diseño y la selección, como en la medición de los efectos clínicos más importantes (pérdida del coeficiente intelectual u otros eventos neuroconductuales y cognoscitivos). A pesar de ello, parece clara la correlación existente entre los niveles de plomo en los niños y la coincidencia de alteraciones clínicas y hematológicas relacionadas al plomo, ya que aquellos con un nivel más elevado de éste metal, mostraron simultáneamente mayor sintomatología, compromiso hematológico, cuerpos de inclusión basófila y ribete de Burton. La naturaleza y tipo de los efectos clínicos, son indicios de un estado crónico de exposición y significativa intoxicación (35-37). Por otro lado, ya que aquellos niños que manifestaron ribete de Burton mostraron casi el doble en los niveles de plomo que aquellos sin ribete, la presencia de éste signo podría ser un elemento diagnóstico específico de intoxicación severa y crónica, y su rendimiento operativo, en este sentido, podría ser objeto de investigación mediante diseños específicos.

Ahora bien, se tuvo una serie de 32 niños en etapa escolar con 54 $\mu\text{g/dl}$, en promedio, de plomo en sangre. De manera consistente, en series de niños de la misma edad, en la medida en que el plomo supera el nivel de 10 $\mu\text{g/dl}$ el coeficiente intelectual se suele reducir en dos a tres puntos de la escala (38). Además, en poblaciones con niveles de plomo en sangre entre 50-70 $\mu\text{g/dl}$ se han

encontrado pérdidas de cinco puntos en las pruebas de coeficiente intelectual (IQ score) y pérdidas de cuatro puntos en el IQ score con niveles entre 30-50 µg/dl, (39-43). Si bien este trabajo careció de la medición de este tipo de variable, es muy razonable pensar que toda la serie está experimentando un importante deterioro en ella.

En este sentido Rogan y colaboradores (44) del Instituto Nacional de las Ciencias del Medio Ambiente de los Estados Unidos, mediante un ensayo clínico controlado con placebo, de magnífica factura metodológica, intentó evaluar el efecto benéfico del succimer (ácido dimercaptosuccínico), en una población de niños de uno a tres años de edad con niveles de plomo entre 20 y 44 µg/dl (promedio 26 µg/dl), en cuanto a las pruebas de medición cognitiva, funciones neuropsicológicas y conducta. Hubo reducción en los niveles de plomo en ambos grupos (succimer vs placebo). Se encontró una pequeña diferencia, aunque significativa, en los niveles promedio de plomo obtenidos entre los grupos a los seis meses de inicio del estudio, a favor del tratamiento con succimer, pero ésta diferencia había desaparecido a los seis meses siguientes o sea al año de inicio del tratamiento. De manera adicional, a tres años de seguimiento los resultados en las pruebas cognitivas, neuropsicológicas y de conducta, no fueron ni clínicamente ni estadísticamente diferentes entre el grupo tratado con succimer y el grupo tratado con placebo. Lo anterior es evidencia de que los niños hacen un proceso quelante "espontáneo", y que, tristemente, los efectos deletéreos del plomo a nivel neurológico son hasta ahora irreversibles.

Finalmente, si asumimos que hay una ocurrencia real de exposición e intoxicación paraocupacional en estos niños, y que los tratamientos disponibles no son

efectivos al menos para las variables neurológicas, sólo queda la alternativa preventiva a este problema. La clara connotación socioeconómica que rodea esta problemática, se vería agravada en el evento de que se instaurasen medidas coercitivas tendientes a prohibir el reciclaje clandestino de baterías de vehículo automotor, por cuanto harían más clandestina aún la actividad y continuaría la exposición.

Las instancias y los estamentos pertinentes deberían enfocar sus esfuerzos, en primer lugar a la educación de los trabajadores en medidas de seguridad industrial, reciclaje seguro y ecológico, y reducción de la exposición ocupacional y paraocupacional en el marco de las regulaciones respectivas. Y en segundo lugar se deberían verificar acciones de tamización de adultos y niños, en los grupos de exposición conocidos, tendientes a detectar los casos, iniciar la quelación e ingresarlos en programas de rehabilitación. Trabajos locales han propuesto que la protoporfirina zinc (PPz) en sangre (una prueba más sencilla que la determinación del plomo en sangre), pudiera ser un buen indicio de la intoxicación y posiblemente poder ser utilizada como prueba de tamización en población expuesta, en el marco de los programas de vigilancia y seguimiento (9).

Para resumir, toda la serie de 32 niños, en su mayoría en etapa escolar y que habitan en hogares donde hay un adulto dedicado a la labor del reciclaje de baterías, presentan niveles inaceptablemente elevados de plomo en sangre. La totalidad se encuentra en estado de intoxicación y la gran mayoría muestra cifras y hallazgos clínicos compatibles con intoxicación severa y crónica. Según el modelo nosológico planteado, todos los niños de esta serie podrían hipotéticamente estar cursando con significativas e irreversibles pérdidas de su coeficiente intelectual.

Este trabajo descriptivo, aporta un claro signo de alarma ante las autoridades sanitarias y de gobierno, a fin de tomar medidas tendientes a disminuir la exposición ocupacional o paraocupacional de los niños, al reciclaje de baterías, mediante un programa de prevención y tamización en municipios y localidades del área metropolitana de Bogotá y Cundinamarca.

Agradecimientos

A Germán Rojas Guerrero, pediatra, profesor emérito de la Universidad Nacional y director del Departamento de Pediatra del Hospital Mario Gaitán Yanguas de Soacha, A Jaime Ortiz, químico, coordinador del Grupo de Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud-Red Nacional de Laboratorios. Al personal de la Secretaría de Salud de Soacha, Cundinamarca.

Conflicto de intereses

Los autores del presente manuscrito manifiestan que carecen de conflicto de intereses alguno que impida la publicación de éste.

Financiación

Esta investigación fue realizada en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, en sus Departamentos de Toxicología y Pediatría, y en el Instituto de Investigaciones Clínicas, con recursos institucionales y propios. Este estudio contó, además, con el apoyo decidido del Laboratorio de Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud (INS) y la Secretaría de Salud de Soacha, Cundinamarca.

Referencias

1. **Patterson CC, Ericson J, Manea-Krichen M, Shirahata H.** Natural skeletal levels of lead in *Homo sapiens sapiens* uncontaminated by technological lead. *Sci Total Environ.* 1991;107:205-36.
2. **American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health.** Policy Statement. Lead exposure in children: Prevention, detection, and management. *Pediatrics.* 2005;116:1036-46.
3. **Pirkle JL, Brody DJ, Gunter EW, Kramer RA, Paschal DC, Flegal KM et al.** The decline in blood lead levels in the United States. The National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA.* 1994;272:284-91.
4. **Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Minas y Energía.** Artículo 40 del Decreto 948 de 1995. Bogotá D.C.: Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Minas y Energía: 1995.
5. **Organización de los Estados Americanos.** Primera Cumbre de las Américas. Miami, Florida, 9 al 11 de diciembre de 1994. Plan de Acción. IV. La Garantía del Desarrollo Sostenible y la Conservación de Nuestro Medio Ambiente para las Generaciones Futuras. [Consultado: 10 de enero de 2007]. Disponible en: <http://summit-americas.org/miamiplan-spanish.htm#23>
6. **Montoya M.** Intoxicaciones pediátricas. Programa de Actualización Continua en Pediatría PAC. Primera Edición. Ciudad de México: Intersistemas SA; 1996.
7. **Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.** Enfermedades profesionales, protocolos para su diagnóstico. Sociedad Colombiana de Medicina del

- Trabajo. Bogotá D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; 1997.p.151-80, 218-9.
8. **Córdoba, D.** Toxicología. Cuarta Edición. Bogotá: Manual Moderno; 2001.p.276-90.
 9. **Cárdenas O, Varona ME, Núñez SM, Ortiz JE, Peña GE.** Correlación de protoporfirina zinc y plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías, Bogotá, Colombia. Salud Publica Mex. 2001;43:203-10.
 10. **American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health.** Lead poisoning: from screening to primary prevention. Pediatrics. 1993;92:176-83.
 11. **Bellinger D.** Lead. Pediatrics. 2005;113:1016-22.
 12. **Needleman HL.** Preventing childhood lead poisoning. Prev Med. 1994;23:634-7.
 13. **Lanphear BP, Matte TD, Rogers J, Clickner RP, Dietz B, Bornschein RL et al.** The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels: A pooled analysis of 12 epidemiologic studies. Environ Res. 1998;79:51-68.
 14. **Sanín LH, González T, Romieu I, Hernández M.** Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. Salud Publica Mex. 1998;40:359-68.
 15. **Centers for Disease Control.** Preventing lead poisoning in young children. Atlanta: US. Department of Health and Human Services; 1991.
 16. **Papanikolaou NC, Hatzidaki EG, Belivanis S, Tzanakakis GN, Tsatsakis AM.** Lead toxicity update. A brief review. Med Sci Monit 2005;11:RA329-36.

17. **Tellez-Rojó MM, Bellinger DC, Arroyo-Quiroz C, Lamadrid-Figueroa H, Mercado-García A, Schnaas-Arrieta L et al.** Longitudinal associations between blood lead concentrations lower than $\mu 10$ g/dL and neurobehavioral development in environmentally exposed children in Mexico City. *Pediatrics*. 2006;118:323-30.
18. **Rogan WJ, Wate JH.** Exposure to lead in children-How low is low enough?. *N Engl J Med*. 2003;348:1515-6.
19. **Rosen J, Mushek P.** Primary prevention of childhood lead poisoning-the only solution. *N Engl J Med*. 2001;344:1470-1.
20. **American Academy Of Pediatrics.** Screening for elevated blood lead levels. *Pediatrics*. 1998;101;1072-8.
21. **Martínez O, López M.** Prevalencia de alteraciones hematológicas en intoxicación ocupacional por plomo. *Acta Médica Colombiana* 1997;22:133-9.
22. **Curtis K, Watkins J.** Manual de toxicología. Sexta Edición. México D.F: Mc Graw-Hill; 2001.p.811-34.
23. **Grigg J.** Environmental toxins; their impact on children's health. *Arch Dis Chile*. 2004;89:244-50.
24. **Lin JL, Lin-Tan DT, Hsu KH, Yu CC.** Environmental lead exposure and progression of chronic renal diseases in patients without diabetes. *N Engl J Med*. 2003;348:277-86.
25. **Marsden PA.** Increased body lead burden-cause or consequence of chronic renal insufficiency? *N Engl J Med*. 2003;348:345-7.

26. **Martínez O.** Relación dosis efecto subcrítico del plomo en el sistema hematopoyético. *Acta Médica Colombiana*. 1999;24:56-9.
27. **Brent J, Wallece K, Burkhart K, Phillips S, Donovan JW.** Critical care toxicology: Diagnosis and management of the critically poisoned patient. First edition. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2005.p.821-36.
28. **Erickson T, Ahrens W, Aks S, Baum C, Ling L.** Pediatric toxicology Diagnosis & management of the poisoned child. First edition. New York: McGraw-Hill; 2005.p.461-7.
29. **Sanborn MD, Abelsohn A, Campbell M, Weir E.** Identifying and managing adverse environmental health effect: 3. Lead exposure. *CMAJ*. 2002;166:1287-92.
30. **Olson K, Anderson I, Benowitz N, Blanc P, Clarck R, Kearney T.** Poisoning & drug overdose. Cuarta Edición. New York: Mc Graw Hill; 2004.p. 238-42, 413-5, 440-2,484-5, 501-3.
31. **National Centre of Health Statistics.** MCHS growth curves for children 0-18 years. United States, vital and health statistics. Series 11, No.165. Washington D.C.: Health Resources Administration, US Government Printing Office; 1977.
32. **Agudelo GM, Cardona OL, Posada M, Montoya MN, Ocampo NE, Marín CM et al.** Prevalence of iron-deficiency anemia in schoolchildren and adolescent, Medellin, Colombia, 1999. *Rev Panam Salud Publica*. 2003;13:376-86.

33. **Poldesky E, Ortiz J, Villamil G.** Determinación de trazas de metales en muestras biológicas y ambientales. Manual de procedimientos. Santa Fe de Bogotá: Instituto Nacional de Salud; 1992.p.39-42.
34. **StataCorp.** STATA Statistical Software. Release 8. College Station, TX: StataCorp LP; 2003
35. **Bradman A, Eskenazi B, Sutton P, Athanasoulis M, Goldman LR.** Iron deficiency associated with higher blood lead in children living in contaminated environments. *Environ Health Perspect.* 2001;109:1079-84.
36. **Choi S, Kim SK.** Association between blood lead concentrations and body iron status in children. *Arch Dis Child.* 2003;88:791-2.
37. **Kwong WT, Friello P, Semba RD.** Interactions between iron deficiency and lead poisoning: epidemiology and pathogenesis. *Sci Total Environ.* 2004;330:21-37.
38. **Pocock SJ, Smith M, Baghurst P.** Environmental lead and children's intelligence: a systematic review of the epidemiological evidence. *BMJ.* 1994;309:1189-97.
39. **Zawia N.** Molecular Neurotoxicology. First edition. Boca Ratón: CRC Press; 2004.p.183-95.
40. **Lidsky TI, Schneider JS.** Lead neurotoxicity in children: Basic mechanism and clinical correlates. *Brain.* 2003;126:5-19.
41. **Bressler J, Kim KA, Chakraborti T, Goldstein G.** Molecular mechanisms of lead neurotoxicity. *Neurochem Res.* 1999;24:595-600.
42. **Bressler JP, Goldstein GW.** Mechanisms of lead neurotoxicity. *Biochem Pharmacol.* 1999;41:479-84.

43. **Canfield RL, Henderson CR Jr, Cory-Slechta DA, Cox C, Jusko TA, Lanphear BP.** Intellectual impairment in children with blood lead concentrations bellow 10µg/dl. N Engl J Med. 2003;348:1517-26.
44. **Rogan WJ, Dietrich KN, Ware JH, Dockery DW, Salganik M, Radcliffe J *et al.*** The efect of chelation therapy with succimer on neuropsychological development in children exposed to lead. N Engl J Med. 2001;344:1421-6.

Cuadro 1. Distribución de los niveles de plomo en 32 niños expuestos.

		Concentración de plomo en sangre ($\mu\text{g/dl}$)*
Niveles de plomo	Valor mínimo	20
	Valor máximo	90
	Rango	70
	Promedio	54
	Desviación Estándar	21
	Mediana	60
	Moda	60
	Percentil 25	32,5
	Percentil 75	70

* El consenso internacional acepta un máximo de 10 $\mu\text{g/dl}$ (2)

Cuadro 2. Diagnóstico toxicológico (15) en la serie examinada.

Diagnóstico toxicológico*	Rango de valores de referencia de plomo en sangre (µd/dl)	Número de individuos de la serie (%)
Nivel aceptable	< 10	0 (-)
Riesgo de intoxicación	10 – 35	8 (25)
Intoxicación	> 35	24 (75)
Intoxicación leve	35 - 49	7 (22)
Intoxicación moderada	50 - 70	7 (22)
Intoxicación severa	> 70	10 (31)

* El diagnóstico toxicológico fue realizado según la propuesta del CDC (15).

Cuadro 3. Concentración de plomo en sangre, según la presencia de signos y síntomas que han sido asociados en la literatura a intoxicación por plomo, en una muestra de 32 niños.

CONDICIÓN		n	Concentración promedio de plomo en sangre en $\mu\text{g/dl}$ *
Hiporexia	Si	19	54,21
	No	13	53,07
Dolor abdominal	Si	13	54,60
	No	19	53,15
Ribete de Burton †	Si	7	72,85
	No	25	48,40
Palidez mucocutánea	Si	6	61,66
	No	26	51,92
Cefalea	Si	8	61,25
	No	24	51,25
Síndrome convulsivo	Si	4	70,00
	No	28	51,43
Desnutrición	Si	14	53,60
	No	18	53,80
Anemia	Sí	9	61,00
	No	23	50,86
Punteado basófilo §	Sí	7	81,40
	No	25	46,00

*La concentración de plomo en sangre se distribuyó normalmente (prueba de Shapiro-Wilk, $p=0,643$).

† ANOVA para la diferencia de niveles de plomo en sangre, entre los que tuvieron o no ribete de Burton, $p=0,0046$.

§ ANOVA para la diferencia de niveles de plomo en sangre, entre los que tuvieron o no punteado basófilo, $p=0,0000$.