

NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN NIÑOS DE LA CIUDAD DE CORDOBA

CRISTIAN HANSEN¹, RAFAEL BUTELER², EVA PROCOPOVICH³, GLADYS PAGAN¹, BLAS DIAZ², NILDA GAIT⁴, MIRYAM MEDICINA², MARTA MEZZANO², SERGIO BRITOS¹, SUSANA FULGINITI¹

¹Departamento de Farmacología, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, ²Hospital de Niños de la Santísima Trinidad, ³Hospital Infantil Municipal, ⁴Hospital Pediátrico del Niño Jesús, Córdoba

Resumen La exposición al plomo ambiental es un importante problema de salud pública. Evaluaciones de estudios recientes efectuadas por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU (EPA), han permitido establecer que niveles sanguíneos de plomo de 10.0-15.0 µg/dl o aún menores, pueden ser de riesgo para los niños. El presente trabajo fue llevado a cabo con el objeto de proveer información sobre el riesgo para la salud de la población infantil de la ciudad de Córdoba (Argentina) por absorción del plomo ambiental. Fueron estudiados 172 niños de 6 meses a 9 años de edad concurrentes a Hospitales y Dispensarios entre diciembre de 1995 y diciembre de 1996. La determinación de plomo fue realizada por espectrofotometría de absorción atómica (AA/GF). Se observó que el 73.3% de los niños estudiados presentó plumbemias menores a 10.0 µg/dl; el 19.2% mostró concentraciones de riesgo (10.0-14.9 µg/dl) y el 7.6%, concentraciones iguales o mayores a 15.0 µg/dl. Pudo establecerse que los niños con las concentraciones más altas, habitaban en zonas donde existían numerosos talleres mecánicos. Tres niños de este grupo habitaban en asentamientos marginales. Del grupo con plumbemias bajas (< 10.0 µg/dl), 25 niños residían en el centro de la ciudad y/o cerca de avenidas de intenso tránsito y pertenecían a familias de nivel socio-económico medio.

Abstract *Blood lead levels in children of Cordoba City.* Exposure to environmental lead is a major hazard to public health. International Environmental Agencies have assessed that blood lead concentrations of 10.0-15.0 µg/dl or even lower may be a risk factor for children. This survey focussed on environmental lead contamination and tried to provide information about blood lead levels in the children population of Cordoba City. A total of 172 children between 6 months and 9 years of age assisted in health centers and hospitals from December 1995 to December 1996 were surveyed. Lead assessment was performed by atomic absorption spectrophotometry with graphite furnace. Results revealed that 73.3% of the children population studied exhibited blood lead levels lower than 10.0 µg/dl; 19.2% evidenced risk concentration levels (10.0-14.9 µg/dl) and 7.6% showed concentrations higher than 15.0 µg/dl. It was confirmed that children with elevated concentrations lived in areas where numerous car repair shops are located. Three of the subjects lived in slums. From the group with low blood lead levels (< 10.0 µg/dl), 25 children lived downtown or near main avenues of heavy traffic and belonged to middle class families. Our survey showed a high occurrence of children with lead levels higher than 15.0 µg/dl (7.6%) whose etiology risk factors have been identified. Prevention should be able to cut down this occurrence through a safe control of environmental lead sources.

Key words: environmental lead exposure, blood lead level.

Es bien conocido que la exposición al plomo ambiental causa una variedad de efectos adversos que afectan a la salud de los adultos y en especial de los niños^{1, 2}. Particularmente sensible a sus efectos tóxicos es el sistema nervioso en desarrollo; el feto y los niños menores de 6 años de edad son los más susceptibles. Numerosos trabajos describen alteraciones subclínicas neurocomportamentales (retardos en el desarrollo

neuroconductual, hiperactividad, déficit de atención, dificultades en el aprendizaje) como consecuencia de la exposición a bajas dosis de plomo durante el período perinatal e infantil^{3, 4}. De igual modo, gran número de estudios experimentales realizados en primates⁵ y roedores⁶ demuestran que dosis bajas de plomo absorbidas en la edad temprana inducen hiperactividad y dificultades en la adquisición y/o retención de una variedad de pruebas de aprendizaje.

En los últimos 20 años los niveles sanguíneos de exposición aceptables para este metal han descendido progresivamente⁷. Evaluaciones de estudios recientes^{8, 9} realizadas por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU (EPA) han permitido establecer que niveles sanguíneos de plomo de 10.0-15.0 µg/dl o aún menores,

Recibido: 13-VII-1998

Aceptado: 18-II-1999

Dirección postal: Dra. Susana Fulginiti, Departamento de Farmacología, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, AP 4, CC 61, 5000 Córdoba, Argentina.
Fax: 54-51-334434; E-mail: sfulgini@fcq.unc.edu.ar

pueden ser de riesgo para los niños. Estos valores se observan con frecuencia en poblaciones de áreas urbanas e industrializadas. Recomendaciones internacionales insisten en señalar que en comunidades donde más del 5% de una muestra representativa de niños, tienen concentraciones sanguíneas de plomo superiores a 15.0 µg/dl, los programas de salud pública deben investigar y controlar las fuentes del plomo ambiental.

El plomo en el ambiente es ubicuo, proviene de diversas fuentes: combustión de naftas adicionadas con plomo¹⁰, emisiones industriales, fábricas de acumuladores, pinturas a base de plomo, cerámicas vidriadas con plomo, etc.¹¹.

Hace algunos años estudiamos el contenido de plomo en sangre y la actividad de la enzima delta aminolevulínico dehidratasa (nomenclatura internacional: EC.4.2.1.24) en diferentes grupos de la población de la ciudad de Córdoba que por su hábitat o sus ocupaciones estaban presuntamente expuestos a diferentes niveles de plomo ambiental¹². Si bien las concentraciones encontradas en grupos aparentemente poco expuestos podrían considerarse como menores a las potencialmente tóxicas para adultos, en la actualidad es bien conocido que estos niveles afectan al sistema nervioso en desarrollo.

El presente trabajo fue llevado a cabo con el objeto de proveer información sobre el riesgo para la salud de la población infantil de la ciudad de Córdoba por absorción del plomo ambiental.

Material y métodos

Niños estudiados. Participaron en este estudio 172 niños (91 varones y 81 niñas) concurrentes a Hospitales de esta ciudad y Dispensarios de áreas sub-urbanas entre diciembre de 1995 y diciembre de 1996, de 6 meses a 8 años de edad, elegidos al azar entre niños a los que se les solicitaba controles sanguíneos de rutina. En todos los casos se contó con el consentimiento de sus padres. Se interrogó sobre el tipo de viviendas que habitaban, ubicación, condiciones de su pintura, hábito de pica, escolaridad de los niños, ocupación y pasatiempos de los padres, ingreso económico del grupo familiar, nivel educacional de los padres y afiliación a obra social.

Análisis de plomo y delta aminolevulínico dehidratasa. El material de vidrio y de plástico utilizado fue lavado con detergente no iónico, enjuagado con agua destilada y luego tratado durante 24 horas con una solución de ácido nítrico al 50% (V/V); posteriormente enjuagado con agua destilada purificada por sistema milli-Q y secado en atmósfera libre de polvo. Después de este procedimiento de limpieza, el material fue controlado para comprobar que no hubiera trazas de plomo.

Las muestras de sangre fueron extraídas a cada sujeto por punción de la vena cubital o yugular, utilizando heparina como anticoagulante. Durante este procedimiento se tomaron precauciones para evitar contaminación. Las muestras fueron recolectadas en jeringas descartables con émbolo de plástico, luego fraccionadas en dos tubos de nalgene de 2 ml cada uno y refrigeradas a 4°C hasta el momento de su procesamiento. Un tubo fue utilizado para la determinación de plomo y el restante para la determinación de la enzima delta aminolevulínico dehidratasa.

La determinación de plomo fue realizada por espectrofotometría de absorción atómica por sistema de horno de grafito, con corrección de fondo por lámpara de deuterio utilizando el método de Subramadian y Meranger¹³. Este método fue optimizado para lograr sensibilidad a bajos niveles de plomo logrando un límite de detección de 0.05 µM/L (1.0 µg/dl). El análisis de cada muestra fue realizado por triplicado y se informó la media de los tres valores obtenidos.

La actividad enzimática de la enzima delta aminolevulínico dehidratasa fue medida dentro de las 3 horas posteriores a la extracción sanguínea. Se utilizó el método estandarizado europeo de Berlín y Schaller, con el objeto de obtener valores de referencia para niños de nuestro medio.

Todos los padres fueron informados sobre las concentraciones de plomo sanguíneas de sus hijos y en los casos que correspondía, sobre las medidas a seguir para reducir los peligros de la contaminación ambiental por plomo. Los niños en situación de riesgo son evaluados periódicamente.

Análisis estadístico. Dado que las concentraciones sanguíneas de plomo mostraron una distribución normal logarítmica, se calcularon las medias geométricas. Para el cálculo, se tomó el antilogaritmo de la media de los logaritmos de los valores de plomo obtenidos.

En este trabajo se definen como niveles elevados, de alto riesgo, los valores iguales o superiores a 15.0 µg/dl y niveles de riesgo, a los comprendidos entre 10.0 y 14.9 µg/dl, lo cual es consistente con lo establecido por la EPA.

Resultados

Las medias geométricas de las concentraciones sanguíneas de plomo por grupo etario, se muestran en la Tabla 1. Se observa que no existen diferencias significativas entre los diferentes grupos etarios. En la Tabla 2 puede observarse que el porcentaje de niños de todas las edades que presentaron concentraciones menores de 10.0 µg/dl, fue de 73.3%; los niños con concentraciones de riesgo (10.0-14.9 µg/dl), representaron el 19.2% y los niños con concentraciones altas (iguales o mayores de 15.0 µg/dl), el 7.6%. Es decir que la proporción de niños con concentraciones de 10.0 µg/dl o mayores, fue de 26.7%. La Tabla 3 muestra los niños que presentaron plombemias de alto riesgo, su edad, lugar de residencia, fuente de exposición y nivel socioeconómico. Puede observarse que 7 de ellos habitaban en el Barrio San Martín, 3 en asentamientos marginales y otros 3, en diferentes barrios.

TABLA 1.— Concentraciones de plomo en sangre en niños de la ciudad de Córdoba. (Datos correspondientes al período comprendido entre diciembre de 1995 y diciembre de 1996)

Grupo etario	n	Media Geométrica ± ES µg/dl
6-11 meses	12	7.15 ± 2.20
1 año	24	8.59 ± 2.87
2-4 años	61	8.11 ± 3.52
5-8 años	75	8.74 ± 4.18
6 meses-8 años	172	7.70 ± 1.10

TABLA 2.— Porcentajes de la población de 172 niños estudiados con niveles sanguíneos de plomo, seleccionados considerando normas de seguridad establecidas por la EPA

Niveles sanguíneos de plomo $\mu\text{g/dl}$	n	Porcentaje %
< 10.0	126	73.3
10.0-14.9	33	19.2
> 15.0	13	7.6

TABLA 3.— Niños con plombemias (Pb(s)) iguales o mayores a 15.0 $\mu\text{g/dl}$

Niños	Edad (años)	Lugar	Exposición*	Nivel socio-económico	Pb(s) ($\mu\text{g/dl}$)
#1	2	A.M.**	b	bajo	18.4
#2	1	A.M.**	b	bajo	17.4
#3	3	Barrio San Martín	a	medio	17.0
#4	5	Barrio San Martín	a	medio	17.5
#5	4	A.M.**	b	bajo	16.2
#6	5	Barrio San Martín	a	medio	17.0
#7	7	Barrio 1° de Mayo	b	medio	16.0
#8	7	Av. Circunvalación	b	bajo	20.0
#9	6	Barrio San Martín	a	medio	15.8
#10	6	Barrio San Martín	a	medio	30.0
#11	2	Barrio San Martín	a	medio	15.0
#12	3	Barrio San Martín	a	bajo	15.0
#13	3	Barrio San Vicente	b	bajo	15.0

* Fuente de exposición:

a: zona de talleres mecánicos

b: desconocida

**A.M.: asentamiento marginal

Con respecto a la actividad de la enzima delta aminolevulínico dehidratasa, se analizaron 110 muestras obteniéndose un valor de 38.8 ± 1.5 U/L (media \pm ES). No se observó inhibición enzimática en ninguna de las muestras estudiadas. Es sabido que esta enzima comienza a inhibirse con plombemias de 25.0 $\mu\text{g/dl}$ ¹⁴.

Discusión

El presente estudio es el primero realizado en niños de la ciudad de Córdoba. Encontramos que las medias de las concentraciones sanguíneas de plomo fueron similares en todos los grupos etarios siendo la media en el total de niños analizados de 7.7 ± 1.1 $\mu\text{g/dl}$ lo cual refleja que el nivel de exposición fue bajo si se considera al grupo como un todo. Cuando analizamos el porcentaje de

niños con concentraciones inferiores a 10.0 $\mu\text{g/dl}$, vimos que el 73.3% estaba fuera de riesgo. La proporción de niños con concentraciones de $10.0 \pm \mu\text{g/dl}$ o mayores representaron el 26.7%; de éstos, el 7.6% (13 niños) poseían concentraciones altas (iguales o mayores a 15.0 $\mu\text{g/dl}$). Pudo establecerse que 7 de ellos habitaban en el barrio San Martín en una zona donde existen numerosos talleres mecánicos de chapa y pintura que eran los lugares de trabajo de sus padres o familiares. Otros 3 niños pertenecían a familias de muy bajo nivel socio-económico y habitaban en asentamientos marginales, lo cual permite presumir mayor índice de exposición. En los restantes 3 niños pertenecientes a este grupo no pudo establecerse la fuente de exposición. Del grupo con concentraciones sanguíneas bajas, menores de 10.0 $\mu\text{g/dl}$, 25 niños residían en el centro de la ciudad a pocas cuadras de avenidas con intenso tránsito y pertenecían a familias de nivel socio-económico medio.

Estimaciones de la prevalencia de concentraciones sanguíneas de plomo que puedan afectar adversamente la salud de los niños, han sido realizadas en otros países. En la población de Estados Unidos de Norteamérica, estimaciones nacionales indicaron que el 8.90% de los niños menores de 5 años tenían niveles de 10.0 $\mu\text{g/dl}$ o mayores, con tasas que fluctuaban entre 3.70% en niños blancos no hispánicos de clase media, y 21.60% en niños negros no hispánicos de bajo nivel socio-económico¹⁵. En este mismo país, mediciones realizadas en ciudades de alto riesgo, determinaron una prevalencia de 24.40%¹⁶. Por otra parte, en la Ciudad de México fue encontrado que el 26.40% de los niños de la población poseían niveles superiores a 25.0 $\mu\text{g/dl}$ ¹⁷.

Conclusiones

Nuestro estudio demostró que en la población estudiada, el 26.7% de los niños presentaron plombemias que excedían lo estimado como límite de seguridad para la población infantil (mayores a 10.0 $\mu\text{g/dl}$) y que una importante proporción de ellos (7.6%) poseían niveles de plomo iguales o superiores a 15.0 $\mu\text{g/dl}$ en cuya etiología, factores laborales y socio-demográficos fueron identificados. Los programas de prevención de la salud deben tender a reducir esta incidencia mediante el control de las fuentes fijas de plomo ambiental.

Agradecimientos: Este trabajo fue apoyado por subsidios de la Federación de Expendedores de Combustibles y Afines, de la SECYT y del CONICOR.

Bibliografía

1. Goyer RA. Lead toxicity: Current Concerns. *Environmental Health Perspectives* 1993; 100: 177-87.
2. Goyer RA. Toxic effects of metals. In: Cassarett and

- Doull's. Toxicology. The Basic Science of Poisons. Ed. Curtis D. Klaasen. Fifth Edition. New York: Mc Graw-Hill, 1996.
3. Needleman HL, Bellinger D. The health effects of low level exposure to lead. *Annu Rev Publ Health* 1991; 12: 111-40.
 4. Belinger D, Levinton A, Needleman HL, Waternaux C, Rabinowitz M. Low level lead exposure and infant development in the first year. *Neurobehav Toxicol Teratol* 1986; 8: 151-61.
 5. Levin ED, Bowman RE. Long term lead effects on the Hamilton search task and delayed alternation in monkeys. *Neurobehav Toxicol Teratol* 1986; 8: 219-24.
 6. Cory-Slechta JA, Weiss B, Cox C. Delayed behavioral toxicity of lead with increasing exposure concentration. *Toxicol Appl Pharmacol* 1983; 71: 342-52.
 7. Cory-Slechta DA. Relationships between lead-induced learning impairments and changes in Dopaminergic, Cholinergic and Glutamatergic neurotransmitter system functions. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 1995; 35: 391-415.
 8. Davis JM, Otto D, Weil DE, Grant LD. The comparative developmental neurotoxicity of lead in humans and animals. *Neurotoxicol Teratol* 1990; 12: 215-29.
 9. Davis JM, Elías RN, Grant LD. Current issues in human lead exposure and regulation of lead. *Neurotoxicology* 1993; 14: 15-20.
 10. EPA (Environmental Protection Agency). Derivados alquílicos del plomo: efectos sobre la salud y el ambiente. México, 1988.
 11. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Criterios de Salud Ambiental 3. Plomo. P.C. N° 388. México, 1988.
 12. Pagan G, Contreras P, Fulginiti S. Plombemia y actividad de ALA-D eritrocitaria en diferentes grupos de la población de la ciudad de Córdoba (Argentina). III Congreso Latinoamericano de Toxicología Analítica y Experimental, Buenos Aires, 1986.
 13. Subramanian KS, Meranger C. A Rapid electrothermal atomic absorption spectrophotometric method for cadmium and lead in human whole blood. *Clin Chem* 1981; 27/11: 1866-71.
 14. Ichiba M, Tomokuni K. Studies on erythrocyte pyrimidine 5'nucleotidase (P5N) test and its evaluations in workers occupationally exposed to lead. *Int Arch Occup Environ Health* 1990; 62: 305-10.
 15. Brody DJ, Pirkle JL, Kramer RA, et al. Blood lead levels in the US population. *JAMA* 1994; 272: 277-83.
 16. Dalton MA, Sargent JD, Stukel TA. Utility of a risk assessment questionnaire in identifying children with lead exposure. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996; 150: 197-202.
 17. Meza-Camacho C, García-Aranda JA. Niveles de plomo en sangre de niños residente en el área metropolitana de la ciudad de México. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1991; 48: 29-34.

Para que una reflexión sobre el fin estimule nuestra atención tanto hacia el futuro como hacia el pasado, para reconsiderarlos de manera crítica, es necesario que este fin sea "un fin", que tenga el carácter de un valor final decisivo, capaz de iluminar los esfuerzos del presente y dotarlos de significado. Si el presente posee valor en relación a un valor final reconocido y apreciado, que yo pueda anticipar con actos de inteligencia y de responsable elección, ello me permitirá también reflexionar acerca de los errores del pasado sin angustia. Sabré que estoy en marcha, podré vislumbrar algo de la meta, al menos en sus valores esenciales, sabré que me es posible corregirme y mejorarme. La experiencia demuestra que solamente nos arrepentimos de aquello que presentimos poder hacer mejor. Quien no reconoce sus errores permanece pegado a ellos, porque no ve nada mejor ante sí y se pregunta entonces por qué ha de abandonar lo que tiene.

Carlo María Martini (Obispo de Milán)

¿En qué creen los que no creen? Un diálogo sobre la ética en el fin del milenio. Umberto Eco, Carlo María Martini (Obispo de Milán), Buenos Aires: Planeta, 1998, p 29