

# EXPERIENCIA LATINOAMERICANA

## Salud infantil y plomo en Argentina

Susana Isabel García, MC,<sup>(1)</sup>  
Raúl Mercer, MC, MSP.<sup>(2)</sup>

Las consecuencias para la salud resultantes de la exposición al plomo inorgánico y orgánico son conocidas desde hace mucho tiempo, especialmente en el ambiente laboral, de modo que el saturnismo gana un lugar entre las llamadas enfermedades profesionales. La ubicuidad del metal, la cercanía de las viviendas a los lugares de extracción y manufactura, la ignorancia respecto a la contaminación doméstica derivada de las actividades laborales parentales, así como también su utilización en procesos altamente contaminantes para el medio ambiente y aun en productos de uso doméstico y alimentos, han acercado el peligro a los hogares, y por ende a la población infantil.

Este trabajo tiene como objetivo primario consolidar y analizar la información disponible sobre datos de población infantil con exposición a plomo, con o sin enfermedad mani-

fiesta, identificando las fuentes posibles de la contaminación.

En segundo lugar, se propone identificar la cobertura y déficit del marco normativo actual que limita el uso y la disposición final del plomo en diversas actividades, productos, residuos y medios ambientales, con el fin de hacer las recomendaciones necesarias.

### *Recolección de la información*

Para la búsqueda de datos sobre exposición infantil a plomo se recurrió a la revisión de artículos originales publicados en revistas nacionales, resúmenes de presentaciones a congresos, y datos inéditos provistos por investigadores del tema.

Para la consolidación y análisis de la información sobre normativa vigente se realizó una búsqueda a través del Área de Información Legislativa y Documental del Centro de Documentación e Información, del Ministerio de Economía de la Nación.

A partir de la creación del Primer Centro de Toxicología, en el Hospital de Niños de Buenos Aires, en el año 1962, comienza a aparecer la preocupación en el ambiente médico por la intoxicación plúmbica en los niños, y los reportes de casos aislados y focos de contaminación en la literatura médica.

Las principales fuentes de exposición reportadas entre los años

1965 y 1980<sup>1,2</sup> (cuadro I) estuvieron vinculadas a: a) la ocupación del padre, conviviente o vecino del niño, sea en trabajos de pintura, linotipia, plomería o fábrica de acumuladores, ya sea a través del contacto con sus ropas o elementos de trabajo (litar-girio); b) la ocupación del niño como ayudante en imprentas; c) la vivienda del niño, por vecindad a talleres de pintura de automotores, por las instalaciones de talleres domiciliarios, o problemas constructivos del tipo de pinturas descamadas o cañerías de plomo, y d) el contacto directo o la succión de artículos presentes en el hogar, tales como tubos de dentífrico, tapas de botellas de bebida o leche, pilas, "masicote" para soldaduras, plastilinas, témperas, juguetes de plomo, papeles metálicos, inhalación de nafta, agua blanca del Codex (antiséptico preparado sobre la base de subacetato básico de plomo).

Luego de 1990 los reportes vinculan la exposición infantil a focos de contaminación industrial\*<sup>‡</sup> (cuadro I), ya sea de fundiciones de plomo, fábrica de pigmentos, que dan

(1) Programa de Prevención y Control de Intoxicaciones. Ministerio de Salud de la Nación. Buenos Aires, Argentina.

(2) Unidad Coordinadora Ejecutora de Programas de Maternidad e Infancia. Ministerio de Salud de la Nación. Buenos Aires, Argentina.

\* Canelada A; 1990 (comunicación personal).

‡ Pascual AM. Contaminación por plomo. Estudio epidemiológico de un foco. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Ambiente y Patología Ambiental, 1990. Documento no publicado.

como resultado presencia de altos niveles de plomo en suelo, en aire y en productos frutihortícolas procedentes de viviendas vecinas.

Más recientemente, la preocupación por la detección de niveles de

exposición al metal se ha orientado a población sin antecedentes de patología vinculada, ni con datos de proximidad a fuentes. Es así como se encuentran datos de niveles de plomo en muestras de sangre, toma-

das de laboratorios generales de hospitales públicos.<sup>3,4,\*</sup>

\* Durán P. Estudio PLAC: plomo, anemia y funciones cognitivas 2000. Comunicación personal.

Cuadro I  
FUENTES DE PLOMO IDENTIFICADAS EN CASOS REPORTADOS DE INTOXICACIÓN EN NIÑOS.  
ARGENTINA

Referencia	Población (n, edad, residencia, fechas)	Fuentes identificadas
Astolfi y colaboradores; 1965 <sup>1</sup>	20 niños intoxicados 14 meses a 15 años de edad Buenos Aires, 1962-1965	Ocupación del padre, conviviente o vecino (pintor, linotipista o trabajador en fábrica de acumuladores) Vivienda próxima a taller de pintura de automotores Ayudantes en imprenta Succión de tubos de dentífrico, tapas de botellas de bebida o leche, pilas, "masicote" para soldaduras
Giménez y colaboradores; 1979 <sup>2</sup>	Niños intoxicados de 10 meses a 15 años de edad 1965 a 1972	Plastilina, ténpera, juguetes de plomo, tapitas de botellas, papeles metálicos, pinturas descamadas, cañerías de agua, vecindad de talleres, inhalación de nafta
Giménez y colaboradores; 1979 <sup>2</sup>	67 niños intoxicados 16 meses a 13 años de edad 1972 a 1978	Industrias domiciliarias, ropa de trabajo de los padres, vecindad de industrias, plastilinas, juguetes, ingestión de pintura, cañerías de plomo
Giménez y colaboradores; 1979 <sup>2</sup>	11 niños intoxicados accidentalmente 1 a 3 meses, a 4 a 10 meses, de edad 1972 a 1978	Litargirio, <sup>7</sup> agua blanca del Codex, <sup>1</sup> cuerpo extraño <sup>1</sup>
Giménez y colaboradores; 1979 <sup>2</sup>	76 niños 1 a 16 años de edad Lanús, 1975	Vecindad de una fábrica industrializadora de plomo
Canelada; 1990	Niños 6 a 12 años de edad Abrapampa (Lujuy), 1986	Vecindad de una fundición de plomo
Pascual AM; 1990 <sup>†</sup>	91 niños analizados 0 a 15 años de edad La Plata, 1985 a 1989	Efluentes de una fábrica de pigmentos Plomo en suelo, en aire y en productos frutihortícolas, procedentes de viviendas vecinas

\* Comunicación personal  
† Documento no publicado

Cuadro II  
RESULTADOS DE ESTUDIOS DE PLUMBEMIAS EN POBLACIÓN INFANTIL SIN DATOS DE EXPOSICIÓN.  
ARGENTINA

Referencia	Población (n, edad, residencia, fechas)	Resultado de análisis de plomo en sangre
Hansen C y colaboradores; 1999 <sup>3</sup>	172 niños 6 meses a 9 años de edad Córdoba, 1996	Plumbemia media= 7.7 µg/dl <10 µg/dl= 73.3% del total 10-14,9 µg/dl= 19.2% del total >15 µg/dl= 7.5% del total
Rovirosa A y colaboradores; 2000 <sup>4</sup>	203 niños 3 meses a 13 años de edad Capital Federal, Gran Buenos Aires, Interior, 2000	Plumbemia media ± ES= 5.2 ± 0.5 µg/dl <10 µg/dl= 90.4 % del total 10-14 µg/dl= 6.5 % del total 15-59 µg/dl= 2.6 % del total >60 µg/dl= 0.5 % del total
Durán P y colaboradores	48 niños 1 a 24 meses de edad Capital Federal (15%) Gran Buenos Aires, (85%)	Plumbemia media ± ES= 9.76 ± 4 µg/dl <10 µg/dl= 60.4 % del total 10-14 µg/dl= 27.1 % del total >15 µg/dl= 12.5 % del total >60 µg/dl= 0.5 % del total

\* Comunicación personal

Cuadro III  
**PROHIBICIONES Y RESTRICCIONES AL USO DE PLOMO EN DIFERENTES PRODUCTOS,  
 ACTIVIDADES, RESIDUOS Y MEDIO AMBIENTE. ARGENTINA**

<i>Ambito de aplicación</i>	<i>Prohibición o restricción</i>	<i>Medida regulatoria</i>
Calidad de aire	Establece límites de plomo para calidad de aire	Ley 20.284 / 73 de Preservación de los Recursos del Aire
Calidad de aire	Establece límites de plomo para prevención de la contaminación ambiental	Ordenanza 39.025 / 83 de la Municipalidad de la ciudad de Buenos Aires
Calidad de aire	Establece normas de seguridad para el uso del gas natural comprimido en el servicio de autotransporte público de pasajeros	Resolución 165 / 90 de la Subsecretaría de Energía
Residuos y medio ambiente	Establece límites de plomo y sus compuestos para: Emisiones líquidas Emisiones gaseosas desde superficie Emisiones gaseosas desde chimenea Calidad de agua para protección de vida acuática (aguas saladas y salobres superficiales) Calidad de agua para irrigación Calidad de agua para bebida de ganado Calidad para agua de bebida humana Calidad de suelos para uso agrícola Calidad de suelos para uso residencial Calidad de suelos para uso industrial Calidad de aire ambiental Barros para relleno sanitario	Ley 24.051 / 91 (de Residuos Peligrosos) y Decreto Reglamentario 831 / 93
Vertidos industriales o especiales que contengan sustancias peligrosas de naturaleza ecotóxica	Establece el límite de contaminación tolerado para plomo	Resolución 242 / 93 de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano
Sanidad vegetal	Prohíbe totalmente el uso de arseniato de plomo	Decreto 2121 / 90
Seguridad de juguetes y certificación	Establece el límite de migración máxima de plomo a partir de las partes accesibles del material del juguete	Resolución 208 / 93 de la ex-Secretaría de Comercio e Inversiones. Resolución 54 / 92 del GRUPO MERCADO COMÚN Resolución N° 851 / 98 de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería Lealtad Comercial
Naftas	Elimina el plomo de las naftas	Resolución 54 / 96 de la ex-Secretaría de Obras y Servicios Públicos
Productos de higiene personal, cosméticos y perfumes	Establécense normas que debe cumplir el rotulado de tinturas capilares con acetato de plomo	Disposición 1110 / 99 de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica
Alimentos	Prohíbe el uso de plomo en pintura, decorado y esmaltado de los envases, y en los barnices para la protección interna de los depósitos de agua para beber Establece límites máximos de plomo en: Papeles, cartulinas y cartones (como impurezas) Papel elaborado con fibra vegetal blanqueada, tratado con ácido sulfúrico Metales en contacto con alimentos y soldaduras Colorantes para los «objetos» de materias plásticas, destinados a estar en contacto con alimentos	Ley 18.284 / 71 Código Alimentario Argentino Decreto Reglamentario 2126 / 71 Decreto 815 / 99
Alimentos	Establece límites de plomo para moluscos bivalvos destinados a consumo humano	Resolución 425/97 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación
Vinos	Modifica el límite máximo de plomo, para liberación al consumo de todos los vinos de cosecha 1997 y posteriores	Resolución 18 / 97 del Instituto Nacional de Vitivinicultura
Ambiente laboral	Establece las concentraciones máximas permisibles de plomo inorgánico, tetraetil y tetrametil	Resolución 444 / 91 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
Ambiente laboral	Establece los criterios diagnósticos de la intoxicación con plomo como enfermedad profesional, según se trate de plomo inorgánico o compuestos alquílicos	Ley 24.557/96 (de Enfermedades Profesionales) y Decreto Reglamentario 658 / 96

De acuerdo con los datos de tres estudios recientes (cuadro II), realizados en las ciudades de Buenos Aires y Córdoba, se podría estimar que, según las ciudades, entre 10 y 40% de menores de 15 años de edad presentan niveles de plomo en sangre superiores a 10 µg/dl.

En cuanto a las medidas regulatorias que limitan la cantidad de plomo en posibles fuentes de exposición (cuadro III), hasta la fecha el país cuenta con normas que establecen cantidades máximas para calidad de aire, emisiones gaseosas desde superficie y desde chimenea, emisiones líquidas, calidad de agua para protección de vida acuática (aguas saladas y salobres superficiales), irrigación, bebida de ganado, bebida humana; calidad de suelos para uso agrícola, uso residencial, uso industrial; barro para relleno sanitario, juguetes, alimentos y envases de alimentos, vinos, ambiente laboral, etiquetado de tinturas capilares con acetato de plomo, prohibición de uso en plaguicidas, en naftas, en pintura, decorado y esmalado de los envases, y barnices de depósitos de agua para beber.<sup>5-7</sup>

No se ha regulado la eliminación del plomo de las pinturas, si bien las marcas líderes lo han suprimido en los productos de uso doméstico (información de la Cámara de Industria de la Pintura), en cumplimiento de normas corporativas. Tampoco se han establecido límites en artículos de uso escolar.

Si bien escasos, los datos recogidos permiten pensar que la contaminación con plomo en la población infantil de nuestro país constituye un problema a considerar, y que resultaría necesario determinar la magnitud de la población expuesta y definir medidas para abordarlo.

#### Recomendaciones

- Conformación de un equipo permanente de trabajo para articu-

lar los Programas de Prevención y Control de Intoxicaciones y de Salud Infantil, del Ministerio de Salud de la Nación

- Incorporación de la temática ambiental al marco de programas de salud infantil
- Realización de actividades de asistencia técnica a las 24 provincias argentinas para la promoción de estrategias en los niveles locales
- Promoción de investigaciones epidemiológicas, con el fin de determinar los niveles de exposición a plomo y las consecuencias observadas en poblaciones en riesgo (etéreo y social)
- Desarrollo de campañas comunicacionales destinadas a la población, con el fin de identificar y reducir los niveles de exposición de la población infantil a fuentes contaminantes con plomo
- Promoción de políticas públicas y sistemas regulatorios, destinados a reducir los riesgos y consecuencias en la salud infantil asociados con altos niveles de contaminación ambiental con plomo (prohibición del uso de plomo en pinturas para uso doméstico y artículos de uso escolar).

#### Referencias

1. Astolfi E, Giménez ER, Parral J, Vallejo NE. Intoxicación plúmbica en el niño. *Rev Asoc Med Arg* 1965;vol 0443-449.
2. Giménez ER, Vallejo NE, Izurieta EM, Albano NF, Iarlori R. Intoxicación por plomo en la infancia: aporte clínico, bioquímico, epidemiológico y experimental. *Rev Hosp Niños Buenos Aires* 1979;21:192-213.
3. Hansen C, Buteler R, Procopovich E, Pagan G, Diaz B, Gait N *et al*. Niveles de plomo en sangre de niños de la Ciudad de Córdoba. *Medicina (Buenos Aires)* 1999;59:167-170.
4. Roviroso A, Ulicich R, Fernández-Alvarez A, Sánchez-de la Puente M, O'Donnell A. Niveles de plomo en sangre de niños de Buenos Aires. Póster presentado en el Congreso de Pediatría, Salta, 2000.

5. Albiano N. Toxicología laboral. Criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas. Buenos Aires, Argentina: Editorial Polemos, 1999.

6. Residuos peligrosos. Ley 24051-Decreto 831/93 y Resolución 242/93. *Acta Toxicológica Argentina* 1993;1:16-43.

7. Centro de Documentación e Información del Ministerio de Economía: Área de Información Legislativa y Documental INFOLEG. Base de datos legislativa. (<http://infoleg.mecon.gov.ar/>).

## Human health risk reduction due to lead exposure in Brazil

Guilherme Franco-Netto, MD, MPH, PhD,<sup>(1)</sup> Herling G A Alonzo, MD, MPH, PhD,<sup>(2)</sup> Jacira Cancio,<sup>(3)</sup> Marcelo Jost, MSC,<sup>(4)</sup> Sérgia de Souza-Oliveira, MSC.<sup>(5)</sup>

A deeper knowledge of the injuries caused by lead<sup>1-5</sup> and its consequent elimination as gasoline additive in many countries, including Brazil, lead to an important decrease of blood lead levels due to environmental exposure.<sup>6</sup> Usually, higher concentrations are found in individuals with occupational exposure.<sup>7</sup> This change of exposure and risk evaluation brought a new challenge

(1) Coordinator Environmental Health Surveillance General Coordination, Surveillance Health Secretariat, Ministry of Health, Brazil.

(2) Consultant at the Environmental Health Surveillance General Coordination, Surveillance Health Secretariat, Ministry of Health, Brazil.

(3) Public Health Engineer, Consultant at the Environmental Health Division, Pan American Health Organization/ World Health Organization Representation in Brazil.

(4) Consultant at the Environmental Health Division. Pan American Health Organization Representation in Brazil.

(5) Consultant at the Ministry of Environment, Brazil

which is to determine the lowest lead blood concentration level where biological alterations are potentially associated.<sup>8-11</sup>

In Brazil, some studies were carried out on human lead exposure effects, both at high and low concentrations,<sup>12-14</sup> as well those related to the biological indicators of exposure in humans.<sup>15,16</sup> Levels of blood lead (PbB) in a telephone company and a battery factory workers were 17.3 µg/dl and 61.5 µg/dl, respectively,<sup>17,18</sup> reported PbB values of 49.44 µg/dl in exposed workers in a Battery Production Plant and 10.28 µg/dl in non-exposed workers. Reference values for people not occupationally exposed living in an urban area were 2.40-16.6 µg/dl and the median was 7.9 µg/dl (14). In two studies determining lead concentrations in children living less than 1 km from a lead smelter industry and a factory and lead-acid batteries re-conditioner mean value found was 17.1 µg/dl, ranging from 2.0 to 36.2 µg/dl and 9.28 µg/dl, respectively.<sup>19,20</sup>

Factory and lead-acid batteries re-conditioner workers probably are the segments of the Brazilian's population most occupationally exposed. On the other hand, children are more affected by the environmental exposure due to the existence of factors that facilitate exposure and contamination. Nonetheless, there is no epidemiologic data found on children blood lead measurement on a national level.

In Europe, 70% of the lead used annually is destined to the manufacture of lead-acid automotive battery. That activity reaches 80% in the United States. In Brazil it reaches 84% of the total lead consumption.<sup>21</sup>

While in the United States and other industrialized countries lead-acid battery recycling exceeds 95%, in Brazil it is estimated at 80%. From 1996 to 1998 the batteries industry produced in Brazil an average of 11 500 000 units per year. Each year,

about 2 000 000 batteries are stored, disposed inadequately or lost in Brazil.<sup>21</sup>

The Basel Convention on the Control of Trans-boundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, adopted by the diplomatic conference in Basel in 1989, was developed under the auspices of the United Nations Environment Program (UNEP) and entered into force in May 1992. One of its key objectives is to assist developing countries and countries with economies in transition in the environmentally sound management of the hazardous wastes they generate.<sup>22,23</sup> In this context of assistance, one of the aims is the preparation of technical guidelines for the management of specific wastes such as the lead-acid battery wastes.<sup>24,25</sup> Brazil has been working since 1997 on the Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Lead-Acid Battery Wastes.<sup>26,27</sup>

#### Material and Methods

The Ministry of Environment, the Ministry of Health, and the Pan-American Health Organization (PAHO) Representation in Brazil conceived in 1997 the Project for the Reduction of Risks of Lead Exposure.

The project was designed to achieve the following results: a) identification and prioritization of lead exposure sources; b) elaboration of an action plan for the exposure sources; c) identification of technological innovations wherever and whenever possible; and d) to make public the results of this project, as a potential model to be adopted in other countries of the Latin-American Region, including the development of lead exposure risk evaluation tools, except in gasoline, and the monitoring of the reduction of the appropriate risks.

To develop the project the following methodology was proposed:

a) planning and elaboration of a workplan; b) identification of pertinent legislation; c) national diagnostic of lead exposure risks; c) elaboration of an action plan to reduce risks of lead exposure and environment's impacts; d) communication of the results through the elaboration of a report containing the results, specifically the inventory, the prioritization of the lead exposure sources and the actions to reduce lead exposure risks.

The development of the Project consisted of the primary and secondary survey data on the sources and levels of lead exposure. The stages can be described as follows:

*Phase A* – Collection of data and sources of information, including the identification of the Brazilian lead legislation, emphasizing, as well, the subjects related to environmental quality patterns and levels of lead exposure; *Phase B* – Collection of data for the Identification of exposure sources in the country; *Phase C* – Data to evaluate the lead level exposure in the country; *Phase D* – Analytical consolidation of results and possible tendencies from the data previously reported at both state and federal level; *Phase E* – to propose subsidies for the definition of guidelines/goals for the reduction of lead exposure.

In 1999, the Ministry of Health started carrying out the National Environmental Health Surveillance System – SINVAS which concept was to monitor the environmental risk factors related to human health, such as lead. Currently, work has been done to define the concepts and the foundation to install the national environmental health lead surveillance system, based on the results from the project described above. Also, in order to address the general population exposure, the Ministry of Health will support a survey on children lead blood levels in a county of Rio de Janeiro State in 2003.

Besides the environmental health surveillance, a comprehensive approach will be adopted on several issues related to the environmental lead wastes aiming the following aspects: a) protection and improvement of environmental quality; b) protection of population health; c) adoption of clean technologies in order to minimize waste generation; d) adoption of reuse and recycling as means to protect non-renewable natural resources and reduce energy consumption; e) adoption of environmentally sound management of used lead-acid batteries; f) creation of a sustainable and regulated system of lead utilization; g) adoption of management plans for lead wastes; and, h) generation of social, economical and environmental benefits through the environmentally sound management of lead wastes.

#### Results and discussion

In Brazil, the major concern is related to lead composites available in the foundry and the reform of lead-acid automotive battery processes. About 84% of the lead used in Brazil is destined to the production of these batteries and the replacement of dead automotive batteries has an important role in the informal market.

Epidemiologic data on human lead exposure is limited and do not allows a comprehensive understanding of its impact on the public health in Brazil.

The definition and the implementation of the environmental health lead surveillance throughout the country as well as the national survey aimed to measure lead levels in children's blood samples will provide the basis to define the priorities on environmental health lead control.

Finally, the work done on the technical guidelines for the environmentally sound management of lead-acid wastes can be used as a tool

to reinforce the implementation of its strategies and goals.

#### Acknowledgements

To the representatives: Jacobo Finkelman, PAHO/WHO Brazil's Representative. Eduardo Novaes, Izabella Mônica Teixeira, and Reinaldo Vasconcelos, SQA, Ministry of Environment. Zilda Velloso, IBAMA, Ministry of Environment. Mauro Ricardo Machado Costa – President, and Jarbas Barbosa da Silva – CENEPI Director, FUNASA, Ministry of Health. Luiz Augusto Galvão, Quality Coordinator PAHO Environmental Health Division. To the scientific consultants: Maria Angelica Garcia and Kênia Godoy – SIMBIOS Consultoria e Projetos Marisa Moura, FIOCRUZ, Ministry of Health Amarilis de V. Finageiv Neder and Tais Augusto Pitta G Cotta – University of Brasilia. To Steven Ault, PHO/WHO Brazil, for manuscript review. To the PAHO Environmental Health Division and U.S. EPA grant. To the professionals and institutions which helped to the project development.

#### References

1. Apostoli P, Kiss P, Porru S, Bonde JP, Vanhoorne M. Male Reproductive toxicity of lead in animals and humans. *Occup Environ Med* 1998;55(6):364-374.
2. Beritic C. Spinal origin of human lead neuropathy: This paper marks the 150th anniversary of Paralysis de Plomb ou Saturnine by L. Tanquerel des Planches. *Am J Ind Med* 1989;15(6):643-656.
3. Dietrich KN. Human fetal lead exposure: Intrauterine growth, maturation and postnatal neurobehavioral development. *Fund Appl Toxicol* 1991;16:17-19.
4. Gilfillan SC. Lead poisoning and the Fall of Rome. *J Occup Med* 1965;7(2):53-60.
5. Silbergeld EK. Lead in bone: Implications for toxicology during Pregnancy and Lactation. *Environ Health Perspect* 1991;91:63-70.
6. Snerfving S. Inorganic lead. In: Criteria documents from the Nordic Expert Group 1992. *Arbete och Hälsa* 1993;1:125-135.
7. Winnege G, Lillenthal H, Krämer U. The neurobehavioural toxicity and teratology of lead. *Arch Toxicol* 1996;18( Suppl):57-70.
8. Cordeiro R, Lima-Filho EC, Salgado PE, Santos CO, Constantino L, Malatesta ML. Distúrbios neurológicos em trabalhadores com baixos níveis de chumbo no sangue. I: neuropatia periférica. *Rev Saude Publica* 1996;30(3):248-255.
9. Ernhart CB. A critical review of low-level prenatal lead exposure in the human: 1-Effects on the fetus and newborn. *Reprod Toxicol* 1992;6:9-19.
10. Rom WN. Effects of lead on the female and reproduction: A review. *Mount Sinai J Med* 1976;43(5):542-551.
11. Verberk MM, Willems TE, Verplanke AJ, De Wolff FA. Environmental lead and renal effects in children. *Arch Environ Health* 1996;51(1):83-87.
12. Mendes SR. Patologia do trabalho. In: Carmo JC, Almeida JM, Binder MCP, Settimi MM, Ed. *Acidentes de trabalho*. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 1995.
13. Mendes R. Plumbemia em população urbana. *Rev Saude Publica* 1997;31(4):438-440.
14. Paoliello MMB, Gutiérrez PR, Turini CA, Matsuo T, Mezzaroba L, Barbosa DS *et al*. Lead reference values in the blood of the urban population. *Rev Saude Publica* 1997;31(2):44-48.
15. Silvany-Neto AM, Carvalho FM, Tavares TM, Guimaraes GC, Amorim CJ, Peres MF *et al*. Lead poisoning among children of Santo Amaro, Bahia, Brazil in 1980, 1985, and 1992. *Bull PAHO* 1996;30(1):51-62.
16. Fericola NA, Azevedo FA. Níveis de chumbo e atividade da desidratase do acido gama-aminolevulinico (gama -ALAD) no sangue da população da Grande São Paulo, Brazil. *Rev Saude Publica* 1981;15(3):272-282.
17. Caldeira C, Mattos RCO, Meyer A, Moreira JC. Limites de aplicabilidade da determinação do ácido delta aminolevulinico urinário como teste screening na avaliação da intoxicação profissional pelo chumbo. *Cad Saude Publica* 2000;16(1):225-230.
18. Cordeiro R, Lima-Filho EC, Salgado PE, Santos CO, Constantino L, Malatesta ML. Distúrbios neurológicos em trabalhadores com baixos níveis de chumbo no sangue. II - Disfunções Neurocomportamentais. *Rev Saude Publica* 1996;30(4):358-363.
19. Carvalho FM, Silvany-Neto AM, Tavares TM, Costa ACA, Chaves CR, Nascimento LD. A persistência de níveis elevados de chumbo no sangue de crianças de Santo Amaro da Purificação. Relatório preliminar de pesquisa. Universidade Federal da Bahia: Departamento de Medicina Preventiva e Departamento de Química Analítica, 1999.
20. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Secretaria Municipal de Saúde de Bauru. Resultado do estudo de exposição ao chumbo nas crianças residentes no entorno de uma indústria de acumuladores de Bauru, São Paulo. Relatório técnico. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Secretaria Municipal de Saúde de Bauru, 2002.

21. Licco EA. Orientação técnica para o gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos de baterias de chumbo. Relatório técnico. Versão preliminar submetida à Diretoria de Controle Ambiental. Representação no Brasil da OPAS/OMS, 1999.
22. International Council On Metals And The Environment. The recycling of non-ferrous metals, M.E. Henstock, an International Council on Metals and the Environment (ICME) Publication, MIM, 1996.
23. Trivelato G. Importação de sucata contendo chumbo a ser processada em fundições secundárias. Parecer técnico. Divisão de Agentes Químicos/Coordenação de Higiene do Trabalho, 1997.
24. International Council Of Scientific Unions. Lead, mercury, cadmium and arsenic in the environment – Scope 31. In: Hutchinson T,C, KM Meema, Ed. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), International Council of Scientific Unions (ICSU). John Wiley & Sons, 1987.
25. Integrated pollution prevention and control. Reference document on best available techniques in the non ferrous metals industries. European IPPC Bureau, 2000.
26. United Nations Environment Programme. The Basel Convention: A global solution for controlling hazardous wastes. Geneva: Secretariat of the Basel Convention, United Nations Environment Programme, 1997.
27. United Nations Environment Programme. Recyclage de batteries plomb- acide et environnement – Rapport technique no. 14 Programme des Nations Unies pour L'Environnement, PNUE, 1998.

## Patrón de descenso del plomo sanguíneo en la población costarricense

Marta Sánchez-Molina, MQC,<sup>(1)</sup>  
Juan Carlos Rojas-Carrión, MSc.<sup>(2)</sup>

La persistencia en el medio ambiente del plomo y otros contaminantes ha contribuido a la contaminación

- (1) Laboratorio de Nefrología e Investigación Clínica del Hospital San Juan de Dios. San José, Costa Rica.
- (2) Laboratorio Clínico San Martín. San José, Costa Rica.

global de la biosfera y a su repercusión en salud pública.<sup>1,2</sup>

Este metal se ha explotado y procesado desde hace muchos siglos, y su dispersión aumentó en el medio ambiente a partir de su industrialización. Las fuentes más significativas de exposición fueron, hasta inicios de 1990, los aditivos para la gasolina, soldaduras de las latas para alimentos, pigmentos, pinturas, glazes de cerámica, sistemas de agua potable y algunos cosméticos; además de las emisiones industriales inadecuadamente controladas de las fundidoras de plomo y del reciclaje de baterías para carro.<sup>1-5</sup> En la actualidad sus fuentes están limitadas a las fábricas de baterías y a la elaboración casera de plomadas para la pesca.

Las estrategias para eliminar este contaminante se concentraron en la reducción o eliminación de las fuentes de exposición, lo que llevó a crear nuevas regulaciones que limitan la cantidad de plomo en algunos productos, principalmente pinturas, soldaduras y gasolina.<sup>1,6-8.</sup>

A raíz de la eliminación del plomo de la gasolina en Costa Rica, y a la vigencia de las nuevas regulaciones, realizamos este trabajo para comparar los niveles sanguíneos de plomo en 1996 con los valores obtenidos una década atrás (1986),<sup>9</sup> y conocer así los niveles en nuestra población infantil (1996 y 2001).

### Material y métodos

Para este estudio se escogieron cuatro tipos de poblaciones, y se empleó el muestreo aleatorio simple en el caso de las no expuestas, y conglomerado para las expuestas:<sup>10</sup>

- Población adulta no expuesta a contaminación laboral, constituida por 323 personas (143 hombres y 180 mujeres) con edades comprendidas entre 20 y 65 años

- Población adulta expuesta a alto tráfico, escogida al azar, constituida por 100 trabajadores tales como vendedores ambulantes, venteros callejeros, choferes, chequeadores (70 hombres y 30 mujeres) con rangos de edad similares al grupo anterior
- Población adulta expuesta a contaminación por plomo en fábricas de baterías, constituida por 38 hombres
- Población infantil, escogida al azar, no expuesta a ambientes laborales, con edades de entre 3 a 11 años (110 niños).

Los análisis de plomo sanguíneo se hicieron en el Laboratorio de Nefrología e Investigación Clínica del Hospital San Juan de Dios (HSJD) y en el Laboratorio Clínico San Martín, en San José, Costa Rica. Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica modelo 3 300 Perkin Elmer, con la técnica de horno de grafito HGA 500, según el método de Miller DT y colaboradores,<sup>11</sup> con corrector de lámpara de deuterio y automuestreador. Las determinaciones se llevaron a cabo en muestras de sangre total, recolectadas en tubos vacutainer, con heparina como anticoagulante, y libres de metales pesados, mantenidas a 4 °C por un periodo no mayor de cuatro días antes de su análisis. Todas las muestras se analizaron por duplicado.

Desde hace más de 20 años nuestro laboratorio participa en el Programa Interlaboratorial de Control de Calidad Internacional con el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de Zaragoza, España; para este estudio se incluyeron muestras de referencia procedentes de este programa.

Se tomó como valor de referencia para los niveles de plomo sanguíneo (PBS) en población no expuesta: 10 µg/dl, recomendado por las guías del Centro de Prevención y Control

de Enfermedades, Atlanta, Georgia, Estados Unidos de América.<sup>2,8,12</sup>

## Resultados

En 1986 realizamos en Costa Rica el primer estudio poblacional, publicado en la *Revista Costarricense Ciencias Médicas*.<sup>9</sup> Para dicho estudio se tomó población normal, caucásica, no expuesta a contaminación laboral, cuyos promedios en la concentración de plomo sanguíneo fueron 17.5 µg/dl (hombres) y 12.9 µg/dl (mujeres); se encontró una diferencia significativa entre sexos ( $p < 0.001$ ), probablemente por la mayor exposición potencial del hombre en ambientes de mayor contaminación.<sup>3-5,9,13</sup>

Esta población se comparó con personas expuestas a diferentes ambientes laborales: trabajadores de fábricas de baterías y de resinas, joyeros, mecánicos, empalmadores, pintores y linotipistas seleccionados al azar. El grupo que presentó mayor contaminación fue el de fábricas de baterías, con un promedio de 66 µg/dl, y el de joyería, con un promedio de 38.9 µg/dl, todas mujeres y con mucha sintomatología (cólicos abdominales, dolores musculares, líneas de depósito en la encía o Líneas de Burton).<sup>9</sup>

A causa de la gradual eliminación del plomo de la gasolina en Costa Rica desde inicios de 1994 hasta finales de 1995 (según Decreto Ejecutivo No. 19088-S), y de la regulación de su cantidad en algunos productos industriales, como pinturas y envases de alimentos, desde principios de los años 90 repetimos un estudio similar en 1996, conformado por 424 personas (213 hombres y 211 mujeres) escogidas al azar y no expuestas a contaminación laboral, cuyos promedios fueron 3.81 µg/dl en población masculina, y 3.25 µg/dl en población femenina. Al igual que la población promedio, los individuos expuestos a ambientes de alto tráfico, vendedores ambulantes o

estacionarios y choferes de buses, también descendieron al mismo grado. Este descenso a la quinta parte del promedio encontrado en 1986 es muy evidente, y es el producto de las nuevas regulaciones ambientales vigentes (cuadro I).

La población de 50 niños escogidos al azar, de edades de 3 a 11 años, y evaluada en 1996, dio un promedio de 3.3 µg/dl de plomo en sangre. Estos se compararon en 2001 con 61 niños de diferentes zonas del país en quienes el promedio fue de 0.80 µg/dl (cuadro II). Si observamos la distribución etárea de este grupo de niños se detecta que el grupo con

mayores niveles es el de 1 a 6 años, con promedio de 1.04 µg/dl (ciclo mano-boca), y en recién nacidos cuya concentración se ve influida por la migración o transferencia transplacentaria<sup>1,2,12</sup> (cuadro III).

En contraste, las poblaciones expuestas a distintos ambientes laborales, específicamente fábricas de baterías, mantuvieron constantes los promedios (59.1 µg/dl) a lo largo de la década, ya que en este caso no se había eliminado la fuente de contaminación (cuadro IV).

Cuadro I  
COMPARACIÓN DE PLOMO SANGUÍNEO EN POBLACIÓN ADULTA NORMAL. COSTA RICA, 1986 Y 1996

Año	$\bar{X}$	DE µg/dl	Intervalo ( $\bar{X} \pm 2 DE$ )
1986	17.5	4.62	8.2-26.7
1996	3.8	2.80	0-9.40

$\bar{X}$ : media  
DE: desviación estándar

Fuente: Laboratorio de Nefrología e Investigación Clínica (HSJD)  
Laboratorio Clínico San Martín

Cuadro II  
COMPARACIÓN DE PLOMO SANGUÍNEO EN NIÑOS DE 3 A 11 AÑOS DE EDAD. COSTA RICA, 1996 Y 2001

Año	n	$\bar{X}$	DE µg/dl	Intervalo ( $\bar{X} \pm 2 DE$ )
1996	50	3.3	2.23	0-7.76
2001	61	0.80	0.75	0-2.3

$\bar{X}$ : media  
DE: desviación estándar

Fuente: Laboratorio de Nefrología e Investigación Clínica (HSJD)  
Laboratorio Clínico San Martín

Cuadro III  
DISTRIBUCIÓN ETÁREA DE PLOMO SANGUÍNEO EN NIÑOS DE 0 A 12 AÑOS DE EDAD. COSTA RICA, 2001

Edad	n	$\bar{X}$	DE µg/dl	Intervalo ( $\bar{X} \pm 2 DE$ )
< 1 mes	16	0.74	0.70	0-2.1
1 mes a 1 año	15	0.53	0.10	0-1.0
1 año a 6 años	20	1.04	0.79	0-2.6
6 años a 12 años	19	0.92	0.91	0-2.7

$\bar{X}$ : media  
DE: desviación estándar

Fuente: Laboratorio de Nefrología e Investigación Clínica (HSJD)  
Laboratorio Clínico San Martín

Cuadro IV  
COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO SANGUÍNEO EN EMPLEADOS DE FÁBRICAS DE BATERÍAS. COSTA RICA, 2001

Año	$\bar{X}$	DE µg/dl	Intervalo ( $\bar{X} \pm 2 DE$ )
1986	66.0	13.11	39.3-92.2
1996	59.1	12.27	35.0-84.0

$\bar{X}$ : media  
DE: desviación estándar

Fuente: Laboratorio de Nefrología e Investigación Clínica (HSJD)  
Laboratorio Clínico San Martín

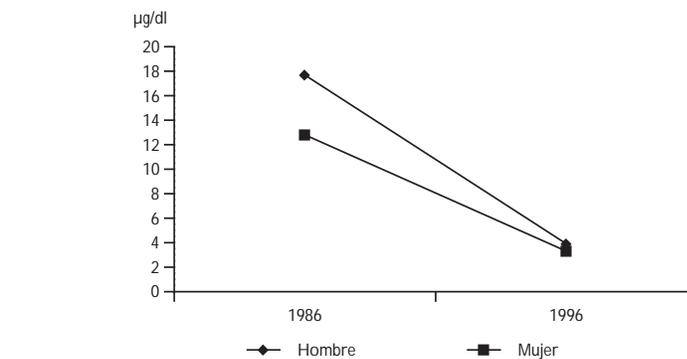
## Discusión

En esta investigación se encontró, al igual que en otros trabajos reportados por Pirkle JL y colaboradores,<sup>6</sup> y Annest JL y colaboradores,<sup>7</sup> un marcado descenso en la concentración de este metal en la población normal no expuesta a través del tiempo. Comparando nuestros datos con los de hace una década es evidente el descenso de los niveles de plomo sanguíneo en 78%. Además, la diferencia significativa entre sexos encontrada en 1986 desaparece, probablemente por la mayor afluencia de la mujer al mundo laboral y a los niveles más bajos encontrados (figura 1).

Debido a la disminución del metal de las pinturas, y de las soldaduras de latas para alimentos y al eliminar la contribución de las emisiones de la gasolina plomada, la contaminación del aire desaparece al igual que la del suelo, agua, polvo, basura, y por supuesto, la de las ventas de alimentos expuestos al medio ambiente, como se explica por sí mismo en la figura 2.<sup>1</sup>

Actualmente los niveles de la población adulta, y sobre todo de la población infantil en Costa Rica, se encuentran muy por debajo de los recomendados por el Centers for Disease Control (CDC), (10 µg/dl).<sup>2,8,12</sup> Como observamos en el cuadro II, la tendencia es seguir disminuyendo, beneficiando mucho más a los niños por ser más vulnerables a este elemento, ya que su sistema nervioso está en desarrollo y es particularmente sensible a su toxicidad. Aun con niveles relativamente bajos son propensos a patologías como disminución en el rendimiento escolar, irritabilidad, pérdida de memoria, falta de concentración, problemas de comportamiento, hiperactividad, etcétera.<sup>1,14-16</sup>

Sin embargo, existen todavía focos de contaminación importantes



Fuente: Laboratorio de Nefrología e Investigación Clínica (HSJD) Laboratorio Clínico San Martín

FIGURA 1. PROMEDIO COMPARATIVO DE PLOMO SANGUÍNEO EN POBLACIÓN ADULTA NORMAL. COSTA RICA, 1986 Y 1996

como las fábricas de baterías donde los trabajadores manipulan en forma directa el plomo,<sup>5,9,13,17</sup> y manejan valores muy por encima del recomendado para poblaciones expuestas; esto se puede apreciar en el cuadro IV, que muestra que por más de una década los niveles se han mantenido altos, pues la fuente de contaminación permanece latente, así como los casos de intoxicación en niños provocados por las fábricas caseras de baterías y de elaboración de plomadas para la pesca. En estos casos la contaminación no se limita al trabajador, sino que afecta a toda la familia e inclusive a los vecinos que están en contacto con todo el ambiente laboral.

Los niños de estas familias manejan niveles promedio de 60 µg/dl, ya que por su característico ciclo mano-boca, su naturaleza explorativa y sus costumbres de llevarse todo a la boca, son más propensos a la contaminación.<sup>1,2,8,15</sup> Además, su baja condición económica favorece deficiencias nutricionales como el hierro bajo,<sup>1,15,16</sup> lo cual aumenta la absorción del plomo y provoca que el sistema digestivo de los menores

absorba mucho más este metal ingerido que en el caso del adulto, tal como otros autores lo han mencionado.<sup>1,8,15,16</sup>

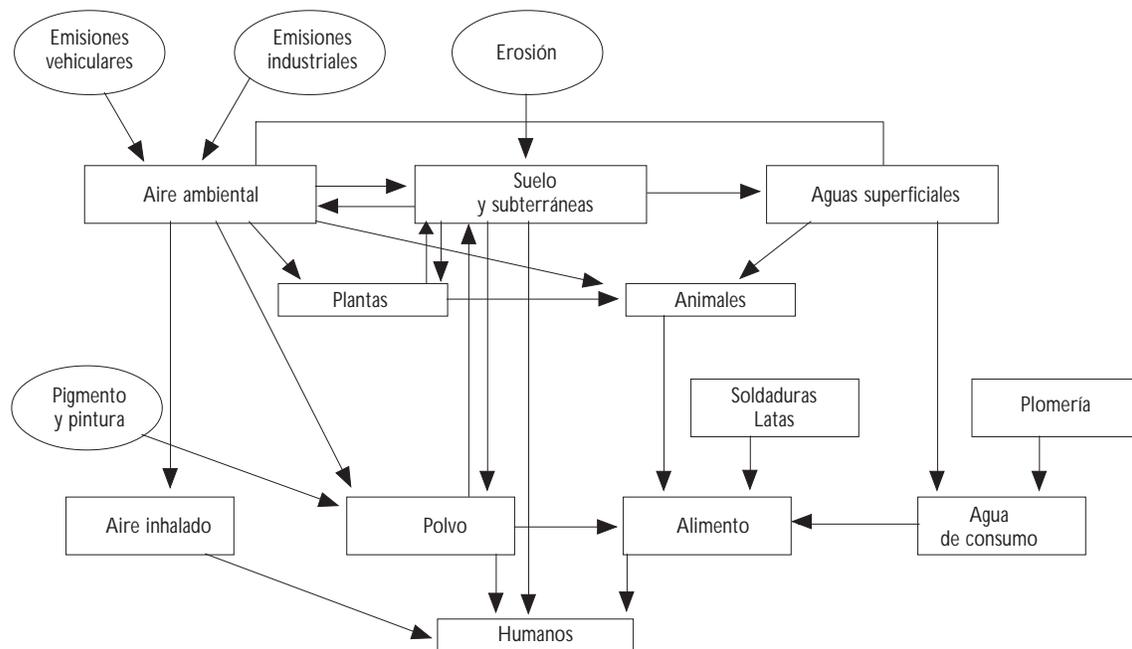
Se podría concluir que en Costa Rica la medida de eliminar el plomo de la gasolina, y la regulación en otros productos, ha contribuido a la disminución de los niveles de este metal en el medio ambiente y, consecuentemente, en los niveles sanguíneos, beneficiando la salud pública.

### Agradecimientos

A la señora Ana Lucía Cascante Bermúdez, por la ayuda técnica recibida.

### Referencias

1. Alliance to End Childhood Lead Poisoning-Environmental Defense Fund. The global dimensions of lead poisoning: An initial analysis. Washington, DC, 1994.
2. Centers for Disease Control. Preventing lead poisoning in young children: A statement by the Centers for Disease Control. Atlanta (GA): US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1991.
3. Mahaffey KR, Annest JL, Roberts J, Murphy RS. National estimates of blood lead levels:



Fuente: The Global Dimensions of Lead Poisoning

FIGURA 2. FUENTES Y VÍAS DE CONTAMINACIÓN POR PLOMO

United States 1976 –1980. N Engl J Med 1982;307: 573-579.

4. Brody DJ, Pirkle JL, Kramer RA, Flegal KM, Matte TD, Gunter EW *et al.* Blood lead levels in the US populations: Phase 1 of the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988 TO 1991). JAMA 1994;272:277-283.

5. Alvarado MA, Rojas LG, Chaves LP, Sánchez MI. Estudio de plumbismo en personal expuesto a contaminación por plomo. Sangre 1986;31: 289-296.

6. 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 Surveys (NHANES). JAMA 1994;272:284-291.

7. Annett JL, Pirkle JL, Makuc D, Neese JW, Bayse DD, Kovar MG. Chronological trend in blood lead levels between 1976 and 1980. N Engl J Med 1983;308:1373-1377.

8. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Case studies in environmental medicine: Lead toxicity. Atlanta (GA): ATSDR, 1995.

9. Sánchez MI. Niveles de plomo sanguíneo en poblaciones expuestas de Costa Rica. Rev Cost Cienc Med 1986;7:19-22.

10. Kageyama ML, Sanín LH, Romieu I. Manual de muestreo poblacional. Aplicaciones en salud ambiental. Mexico, DF: ECO/OPS/OMS, 1997.

11. Miller DT, Paschal DC, Gunter EW, Stroud PE, D Angelo J. Determination of lead in blood using electrothermal atomization atomic absorption spectrometry with a L vov platform and matrix modifier. Analyst 1987;112: 1701-1704.

12. Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention (ACCLPP). Recommendations for blood lead screening of young children enrolled in medicaid: Targeting a group at high risk. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2000; 49:1-15.

13. Boza F. Intoxicación por plomo. Acta Med Cost 1979;22:127-135.

14. Woolf AN, Jiménez E, Lozoff B. No evidence of development ill effects of low level lead exposure in a developing country. J Dev Behav Pediatr 1994;15:224-231.

15. Lin-Fu JS. Vulnerability of children to lead exposure and toxicity: Part one. N Engl J Med 1973;289:1229-1233.

16. Mahaffey KR. Nutritional factors in lead poisoning. Nutr Rev 1981;39:353-362.

17. Cárdenas O, Varona ME, Núñez SM, Ortiz JE, Peña GE. Correlación de protoporfirina zinc y plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías, de Bogotá, Colombia. Salud Publica Mex 2001;43:203-210.

## Estudio de los niveles de plomo en aguas de consumo humano en Cuba

Maricel García-Melián, Ph D,<sup>(1)</sup> María Teresa Hernández-Peñalver, Lic en Quím.<sup>(1)</sup>

Es reducida la contribución de las fuentes naturales a la contaminación ambiental por plomo. Después de las actividades de minería, la principal fuente antropogénica es la industrial.<sup>1</sup> Las partículas de este elemento, al ser eliminadas de la atmósfera mediante la lluvia, pueden conta-

(1) Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba.

minar los cursos de aguas superficiales.<sup>2</sup>

Las concentraciones de metales en sedimentos de corrientes superficiales están sujetas a variaciones espaciales y temporales; por eso se considera necesario complementar el estudio sanitario del agua con el análisis de los sedimentos, los cuales, en determinadas condiciones, pueden ser una fuente potencial de contaminación. El análisis de la fracción fácilmente movilizable o biodisponible de este medio puede utilizarse como un indicador de la contaminación antropogénica.

El metal puede estar presente en el agua del sistema de distribución de los acueductos, procedente de las tuberías de plomo o de sus soldaduras en tuberías de cobre.<sup>3</sup> Esto puede ocurrir fundamentalmente cuando las aguas tienen una dureza total baja y son ácidas, en especial si se almacenan. También puede contribuir a la disolución del plomo la presencia en el agua de oxígeno disuelto, cloruros y nitratos.<sup>4</sup>

Debido a la variación de las concentraciones del metal en las aguas del sistema de distribución resulta difícil definir niveles promedio de exposición, pero se ha estimado que alrededor de 10% del ingerido diariamente puede proceder del agua.

La exposición crónica a bajos niveles de plomo tiene efectos en el crecimiento durante los primeros años de vida.<sup>5</sup> El nivel y duración de la exposición influyen en el tipo de efectos, que van desde la inhibición de enzimas hasta la producción de acusados cambios morfológicos y la muerte. Los indicios de carcinogenicidad en el ser humano del plomo y varios de sus compuestos inorgánicos son insuficientes.

El objetivo del trabajo fue determinar sus concentraciones en aguas de las principales fuentes de abastecimiento en Cuba, y comprobar el cumplimiento de la concentración

máxima admisible establecida. Se estudió, además, su contenido en sedimentos de corrientes superficiales cuyas aguas se emplean para el consumo humano, así como en aguas del sistema de distribución en localidades seleccionadas del país.

#### Material y métodos

Se efectuó el análisis de plomo total en las aguas de la zona de captación de 310 fuentes de abastecimiento de comunidades con más de 5 000 habitantes en todo el país. De éstas, 86.8% son subterráneas y 13.2%, superficiales. Fueron colectadas como promedio cuatro muestras de cada fuente superficial y tres de las subterráneas, distribuidas en las épocas de lluvia y sequía, entre 1986 y 1988.

Como método de ensayo se utilizó la espectrometría de absorción atómica (EAA) con llama, con extracción con disolvente, y dietilditiocarbamato de sodio y cloroformo.<sup>6</sup> El límite de cuantificación fue 3.2 µg/l.

El estudio incluyó el análisis de plomo total y biodisponible en muestras de sedimentos de 10 ríos que abastecen a 11 localidades de más de 5 000 habitantes de varias provincias del país.

En cada río se ubicaron cinco estaciones fijas en la zona de captación del agua, y las muestras se colectaron a una profundidad de 10 cm. Se hicieron dos muestreos durante las épocas de lluvia y sequía, entre 1986 y 1988.

Se obtuvo la fracción inferior a 63 µm, y se efectuó la extracción del metal con ácido clorhídrico 0.5 mol/l,<sup>7</sup> y la medición por EAA con llama. El límite de cuantificación para el plomo biodisponible fue 3.6 µg/g.

Para el análisis del plomo total en la misma fracción de sedimento se empleó un sistema analítico de cubetas y copillas de grafito de producción nacional, que permite la

atomización electrotérmica directa de sólidos en EAA.<sup>8</sup> El límite de cuantificación fue 8.7 µg/g.

Se desarrolló un estudio sobre los niveles de plomo total en las aguas del sistema de distribución de hospitales de las ciudades de La Habana, Camaguey y Santiago de Cuba. Fueron seleccionados nueve hospitales representativos de los sistemas de tratamiento, así como los tipos de aguas (subterráneas y superficiales) más frecuentemente utilizados en el país.

Durante 1992, en las épocas de lluvia y sequía, se colectaron para el análisis químico 15 muestras de agua como promedio por hospital, a la entrada del sistema de tratamiento de las que son utilizadas para hemodiálisis de pacientes con insuficiencia renal crónica terminal.

Como método de ensayo se emplearon la EAA con llama y la extracción con disolvente, utilizando metilisobutil cetona (MIBK) y ditiocarbamato de pirrolidina amoniacal (APDC).<sup>9</sup> El límite de cuantificación fue 3.7 µg/l.

Para todos los análisis se limpiaron los recipientes de muestreo y de la cristalería de laboratorio, según procedimientos recomendados para el análisis de trazas metálicas en aguas.<sup>9</sup> Durante su ejecución se mantuvo en el laboratorio el control interno de la calidad analítica mediante el empleo de cartas x-R con muestras sintéticas.<sup>9</sup>

Dicho análisis se ejecutó en el Laboratorio de Química Inorgánica del Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación de la República de Cuba, en cumplimiento de la norma cubana para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo.<sup>10</sup>

El procedimiento de selección de las fuentes de abastecimiento y sistemas de distribución estudiados

se hizo conforme al criterio de expertos.

#### Análisis estadístico

Los resultados se presentan en cuadros de distribución de frecuencias. Se distribuyeron las muestras según la concentración total del metal y su posibilidad de cuantificación en la fracción biodisponible; se aplicó la prueba Ji-cuadrado ( $\chi^2=0.05$ ) para comparar las distribuciones de frecuencia de las concentraciones.

Se calculó la mediana de las concentraciones de plomo total en las aguas de los sistemas de distribución de los hospitales.

#### Resultados

En el cuadro I se presentan los resultados del estudio de plomo total, en aguas de la zona de captación de fuentes de abastecimiento, en comunidades de más de 5 000 habitantes del país. En tres de estas fuentes, sólo en una ocasión fueron detectados niveles superiores a la norma cubana de calidad sanitaria del agua (0.05  $\mu\text{g}/\text{l}$ ).<sup>11</sup> Tales fuentes fueron sometidas posteriormente a análisis periódicos durante un año, y no volvieron a detectarse estos niveles.

Solamente en 27.4% de las muestras de sedimentos se cuantificó plomo biodisponible, correspondientes a cuatro ríos, pero en ningún caso las aguas de éstos presentaron valores del metal superiores a la norma cubana.

En el cuadro II pueden observarse los resultados de los análisis de plomo total, y en el III la distribución de las muestras según las concentraciones de plomo total y biodisponible. Se comprobó que, según niveles de plomo total igual o superiores a 20  $\mu\text{g}/\text{g}$ , aumenta la probabilidad de cuantificar el que es biodisponible.

La mediana de las concentraciones de plomo total, en las aguas

Cuadro I  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO  
EN AGUAS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE CUBA, 1986-1992

Concentración ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Aguas subterráneas		Aguas superficiales	
	Número de muestras	%	Número de muestras	%
< 0.01	763	94.6	134	91.8
0.01 - 0.05	42	5.2	11	7.5
> 0.05	2	0.2	1	0.7
Total	807	100	146	100

Norma cubana de calidad del agua para plomo: 0.05  $\mu\text{g}/\text{l}$

de los sistemas de distribución de los hospitales estudiados, fue en todos los casos inferior al límite de cuantificación del método de ensayo (3.7  $\mu\text{g}/\text{l}$ ).

#### Discusión

Los resultados de la investigación sobre las bajas concentraciones del metal en aguas de fuentes de abastecimiento se confirmaron en un estudio del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, en 540 fuentes de abastecimiento del país, representativas de 54% de la población servida;<sup>12</sup> en éste solamente fue detectado plomo en aguas en cuatro fuentes de abastecimiento, aunque en concentraciones inferiores a la norma cubana de calidad del agua potable.

Los valores de plomo total y biodisponible encontrados en los sedimentos concuerdan con los reportados en la literatura internacional<sup>13</sup> en ríos no contaminados.

Los niveles de este elemento presentes en las aguas del sistema de distribución de los hospitales en estudio sugiere que no se produce migración del plomo al agua, procedente de las tuberías.

Estos resultados concuerdan con los de otras investigaciones hechas en el país. Una de éstas, en la red de distribución e instalaciones intradomiciliarias de las localidades urbanas de San Nicolás de Bari,

Cuadro II  
CONCENTRACIONES DE PLOMO TOTAL EN  
SEDIMENTOS DE RÍOS  
QUE ABASTECEN A POBLACIONES  
DE MÁS DE 5 000 HABITANTES.  
CUBA, 1986-1992

Concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	Número de muestras	%
< 20	64	56.6
$\geq$ 20	49	43.4
Total	113	100.0

en la provincia de La Habana, y San Luis, en la provincia de Pinar del Río,<sup>14</sup> y en ninguna de las muestras analizadas se transgredió el valor del metal en aguas, fijado en la norma cubana de calidad del agua potable.

Similares resultados se obtuvieron en una investigación sobre la exposición al metal en la población infantil de 1 a 4 años de edad, residente en zonas de Ciudad de La Habana; en ella su contenido fue analizado en 36 muestras colectadas trimestralmente de nueve puntos situados en la red de distribución.<sup>15</sup>

Estos resultados son consistentes con el hecho de que, de forma general, puede considerarse que no existen condiciones propicias para la contaminación del agua con plomo en el sistema de distribución de acueductos para localidades de más de 5 000 habitantes, ya que no

Cuadro III  
DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTOS  
SEGÚN LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO TOTAL Y BIODISPONIBLE.  
CUBA, 1986-1992

Plomo total ( $\mu\text{g/g}$ )	Plomo biodisponible			
	No cuantificable		Cuantificable	
	Número de muestras	%	Número de muestras	%
< 20	57	69.5	7	22.6
$\geq$ 20	25	30.5	24	77.4
total	82	100.0	31	100.0

Límite de cuantificación del plomo biodisponible= 3.6  $\mu\text{g/g}$

se han detectado valores de pH y dureza total en las aguas que propicien la migración del plomo de las tuberías.<sup>16</sup> Ambos parámetros son controlados periódicamente mediante el sistema de alerta en la Vigilancia de la Calidad del Agua que lleva a cabo el Ministerio de Salud Pública.

#### Referencias

- Howson CP, Hernández-Avila M, Rall DP, ed. El plomo en América. Estrategia para la prevención. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 1996:157.
- World Health Organization. Environmental Health Criteria 165. Inorganic lead. Ginebra: WHO, 1996:292.
- Yassi A, Kjellstrom T, de Kok T, Guidotti TL. Basic environmental health. Nueva York: Oxford University Press, 2001:256-257.
- World Health Organization. International Program on Chemical Safety. Guidelines for drinking water quality. Health criteria and other supporting information. 2a edición. Ginebra: WHO 1996;vol. 2: 254-275.
- Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Washington DC:OPS/OMS, 2000:147-149.
- García-Melián M, Sánchez-González R, Aróstegui-Oviedo A. Evaluación de un método de análisis de plomo y cadmio en aguas por espectrometría de absorción atómica empleando extracción con disolvente. Rev Cubana Hig Epidemiol 1989;27(3):375-382.
- Chester R, Voulsinov FG. The initial assessment of trace metal pollution in coastal sediments. Mar Pollut Bull 1988;4(3):39-45.
- García-Melián M, Hernández-Peñalver MT. Métodos para el análisis directo de cadmio y

- plomo en muestras sólidas por espectrometría de absorción atómica. Rev Cubana Hig Epidemiol 1993;31(1):43-49.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18 ed. Washington D.C.: APHA, 1992:3-15.
  - Comité Estatal de Normalización. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo. La Habana, Cuba: Comité Estatal de Normalización, 1992; NC ISO/IEC Guía 25:92.
  - Comité Estatal de Normalización. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo. La Habana, Cuba: Comité Estatal de Normalización, 1985; NC 93-02:85.
  - Beato O, Suri A. Calidad de las aguas de las principales fuentes de abasto para el consumo humano de la República de Cuba. En: Memorias del XXIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. La Habana: AIDIS, 1992; t 1:503.
  - Tsuchiya K. Lead. En: Friberg L, Nordberg GF, Vouk V, Ed. Handbook on the toxicology of metals. 2a. ed. Amsterdam:Elsevier Science, 1986:298.
  - Díez JP, Pino N, García-Melián M, Sardiñas O. Evaluación de la calidad sanitaria del agua en la red de distribución e instalaciones intradomiciliarias en comunidades urbanas. En: Serie Salud Ambiental. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 1992:51-59.
  - Cañas R, Pita G, Sardiñas O, Vallejo V. Exposición a plomo en población infantil de 1 a 4 años residente en zonas de Ciudad de La Habana. En: Memorias del XXIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. La Habana:AIDIS, 1992;t 1:297-305.
  - Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología/Ministerio de Salud Pública de Cuba. La investigación sobre salud ambiental en Cuba. Metepec:OPS/OMS, 1992:44.

## Prevalencia de plomo en sangre, en niños escolares de Santiago de Chile

Juan Sánchez-Cortez, Ing, MCSA,<sup>(1)</sup>  
Mauricio Ilabaca-Marileo, MD, MSP,  
MCSA,<sup>(1)</sup> Ma Antonieta Martín, MSP,  
<sup>(1)</sup> Ma de los Angeles Viñas, MSP,<sup>(2)</sup>  
Roberto Bravo-Méndez, Bioquím.<sup>(2)</sup>

La prevalencia de plomo en sangre, en Santiago de Chile, fue determinada por Vega J y colaboradores<sup>1</sup> en 1992-1993, quienes estudiaron a 804 recién nacidos expuestos a las concentraciones ambientales de Santiago, y 165 de San Felipe, localidad rural designada como control, con muestreos a los 6, 12, 18 y 24 meses de edad. Los niños de Santiago obtuvieron un promedio de 3.42  $\mu\text{g/dl}$ , a diferencia de aquellos de San Felipe, con 2.72  $\mu\text{g/dl}$ . Las concentraciones medias de plomo en aire, en el mismo periodo, registradas en Santiago y San Felipe, fueron 1.23 (0.57-1.89) y 0.19 (0.04-0.34)  $\mu\text{g/m}^3$ , respectivamente. Su prevalencia en sangre, arriba de los 10  $\mu\text{g/dl}$ , con 4.5% en Santiago, y 0.7% en San Felipe. En estudio reciente, Pino P y colaboradores,\* estudiaron a 422 recién nacidos entre octubre de 1995 a enero de 1997, en los que registraron una media de 6.6 (5.0-8.2)  $\mu\text{g/dl}$  y una prevalencia de 14.5% (IC 95%: 11.1 -17.8) sobre 10  $\mu\text{g/dl}$ . En ninguna de las dos investigaciones los valores encontrados sobrepasaron

- División de Rectoría y Regulación Sanitaria, Ministerio de Salud, Santiago de Chile, Chile.
- Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente. Santiago de Chile, Chile.

\* Pino P. Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Escuela de Salud Pública. Manuscrito en trámite de publicación, 2001.

los 30 µg/dl, nivel recomendado por el Ministerio de Salud de Chile para efectuar tratamiento médico en la modalidad de atención hospitalaria.\*

En el concierto internacional,<sup>2</sup> los datos más importantes de estudios transversales y prospectivos en poblaciones con niveles de plomo en sangre (NPS), generalmente inferiores a 25 µg/dl, se relacionan con una disminución del coeficiente de inteligencia (CI). La magnitud del efecto del metal en la sangre sobre el CI en niños se estima en una pérdida de 2 a 3 puntos por cada 20 µg/dl.

Los estudios epidemiológicos no prueban de modo concluyente la existencia de NPS que determinen el efecto esperado. Por debajo de 10-15 µg/dl los efectos de las variables de confusión y los límites de precisión de las mediciones analíticas y psicométricas aumentan la incertidumbre inherente a toda estimación de un efecto. Por otra parte, se consideran insuficientes los antecedentes sobre indicios de carcinogenicidad del plomo, y de varios de sus compuestos inorgánicos en el ser humano.

En mayo de 1998, especialistas del Center for Disease Control and Prevention (CDC) de Atlanta, impartieron en Chile capacitación sobre tecnologías de medición del metal en sangre, y medios ambientales *in situ*. Para la primera medición se sugirió el uso de un equipo diseñado por ESA laboratories, Chelmsford, MA: LeadCare, analizador manual, portátil, de respuesta inmediata, económico y cuyo método electroquímico opera mediante voltametría anódica, con sensor dedicado. Un Comité de Salud Ambiental, de la Academia

Americana de Pediatría,<sup>3</sup> utilizó pruebas de reproducibilidad y validez de esta técnica de *screening* con el método de espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito, esta última considerada el estándar de oro, además de efectuar aplicaciones en tamizajes para altos NPS.

Las regulaciones chilenas disponen, en ambiente laboral,<sup>4</sup> que el plomo es un agente químico específico que entraña un riesgo de enfermedad profesional. El límite máximo permisible en dicho ambiente es de 0.04 mg/m<sup>3</sup> y el límite de tolerancia biológica de plomo en sangre, de 30 µg/dl.<sup>5</sup> La regulación en ambiente comunitario establece límite para agua de consumo humano de 0.05 µg/l, y para agua de riego de 5 µg/l.<sup>6</sup> En pinturas se establece un máximo de 0.06% como plomo metálico, % en peso.<sup>7</sup>

De conformidad con los compromisos de Chile en tratados y convenciones sobre el fortalecimiento de la salud ambiental, el Ministerio de Salud solicitó incorporar la norma de plomo ambiental en el proceso normativo que coordina la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama). Así, en diciembre de 1998 se pone en marcha la norma, y en marzo de 1999 se trabaja en el diseño e implantación de un estudio para determinar la prevalencia de este elemento en sangre en niños de la Región Metropolitana de Santiago. La Conama constituye un comité operativo y encarga al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (Sesma) su conducción en una muestra de por lo menos 2 000 niños prescolares y escolares de la Región. En estas circunstancias, y considerando el apoyo del CDC con la introducción de la técnica de medición LeadCare®, la dirección del Sesma acogió el planteamiento de ejecutar el estudio entre los meses de marzo y mayo de 1999.

Los objetivos del estudio fueron:

- Evaluar la reproducibilidad y validez del equipo LeadCare® con la técnica de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito
- Determinar los niveles de plomo en sangre en una muestra representativa de la población de niños prescolares y escolares de la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

#### Material y métodos

Se hizo un estudio observacional, transversal y analítico en población escolar y preescolar de la Región Metropolitana de Santiago de Chile. La población objetivo estuvo constituida por niños que cursaban el octavo de enseñanza básica (12-14 años de edad) y el segundo nivel de transición (4-5 años de edad), residentes en comunas de la Región Metropolitana. Los criterios de inclusión fueron: a) aceptación voluntaria de los padres; b) niños de octavo básico y segundo nivel de transición, y c) con residencia en la comuna del establecimiento. Se obtuvo una muestra aleatoria estratificada según área geográfica, que representaba la exposición a plomo ambiental, con una proporción de 90 y 10% de establecimientos educativos de la zona urbana y rural, respectivamente, y seleccionados en forma proporcional a la matrícula comunal de estos 200 establecimientos. La muestra estuvo conformada por 212 niños del área rural y 1 839 del área urbana: 992 pertenecían al segundo nivel de transición y 1 059 al octavo de primaria. De cada establecimiento se seleccionaron aleatoriamente 10 niños.

Para lograr el apoyo y la coordinación de los sectores salud y educación se llevaron a efecto reuniones informativas y de coordinación con responsables de los servicios de salud asistenciales y de educación de la Región Metropolitana. Los profe-

\* Ministerio de Salud de Chile. Oficio N° 4C/553 del 05.02.1998 - Santiago, imparte instrucciones a los Servicios de Salud de Chile en el tratamiento y control de la intoxicación por plomo.

sores jefes entregaron al Sesma las nóminas de alumnos de octavo básico y segundo nivel de transición.

Se remitieron las nóminas al profesor, incluyendo sólo alumnos residentes en la comuna del establecimiento, y solicitando el consentimiento de los padres mediante autorización escrita. La autorización o rechazo de los padres se informó de acuerdo con un formato preestablecido. De cada lista se seleccionaron 10 niños para el muestreo biológico. En caso de ausencia de alguno de éstos, al momento de la actividad de terreno, se reemplazó por el inmediatamente anterior o posterior de la lista.

Para conocer la reproducibilidad y precisión de la concentración de plomo en sangre, determinada por la técnica LeadCare®, por muestreo capilar se obtuvieron paralelamente muestras de sangre venosa, para su procesamiento por espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito, en 119 voluntarios adultos. El trabajo de campo involucró durante 20 días a cuatro equipos formados por tres personas, una enfermera, un paramédico y un chofer, quienes recorrieron tres escuelas por día, de lunes a viernes, con una ruta diaria para la revisión del itinerario, toma de muestras por punción capilar y preparación del material para las próximas salidas. El procesamiento de las muestras se centralizó en el laboratorio ambiental del Sesma. La toma de muestra capilar de cada niño era precedida por un acucioso lavado de manos para garantizar la eliminación de residuos de plomo en la superficie de la piel.

#### Análisis de los datos

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson y, en función de la distribución intercuartilar de los datos de la prueba de tamizaje y de referencia, se evaluó la sensibilidad y la especificidad para reflejar la va-

lidez de la técnica LeadCare®. Se calcularon los valores predictivos para evaluar la factibilidad de un eventual programa de vigilancia biológica de plomo en sangre en población expuesta. Se conformó una base de datos, con registros de cada niño, mediante pantalla de captura diseñada en EpiInfo 6.04. El análisis se llevó a cabo en Stata 5.0. Las características de cada variable de interés fueron determinadas por frecuencias y otras técnicas de análisis univariado, que permitieron precisar la naturaleza y distribución de las variables, tanto para los grupos del área rural y urbana, como para otros estratos de interés, además de evaluar la comparación entre los diferentes grupos y tener seguridad en los resultados del muestreo biológico. Se utilizó el estadístico *t* de Student para la comparación de medias de muestras independientes y determinar diferencias significativas entre los grupos de comparación, incluyendo las categorías de exposición, según grupo de edad y sexo.

#### Resultados

Los parámetros estadísticos de la distribución conjunta de los datos de concentración de plomo en san-

gre de 119 voluntarios adultos, provenientes de las técnicas LeadCare® y espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito, se muestran en la figura 1, en donde el coeficiente de correlación alcanzó 0.82. Al evaluar las mediciones de ambas técnicas encontramos una buena concordancia a partir del valor de concentración estándar, igual a 2.6 µg/100 ml. Al establecer como punto de corte la mediana de la distribución del metal en sangre según LeadCare® -3.4 µg/100 ml- y utilizando los datos de la tabla cuadrangular del cuadro I, se obtuvieron valores de sensibilidad= 1, especificidad= 0.6, valor predictivo (+)= 0.4 y valor predictivo (-)= 1.

Los resultados de las prevalencias global y específica por área rural y urbana, nivel de enseñanza y género se muestran en el cuadro II. El 1.32% de los niños prescolares y escolares de la Región Metropolitana presentaron NPS sobre 10 µg/dl, con un promedio global de 3.33 µg/dl y un rango de 0.1 a 25.8. Los mayores niveles se encontraron en la zona urbana con un valor máximo de 25.8 µg/dl, a diferencia de la zona rural cuyo valor máximo fue de 18 µg/dl. De esta manera, al comparar a los niños de escuelas rurales y ur-

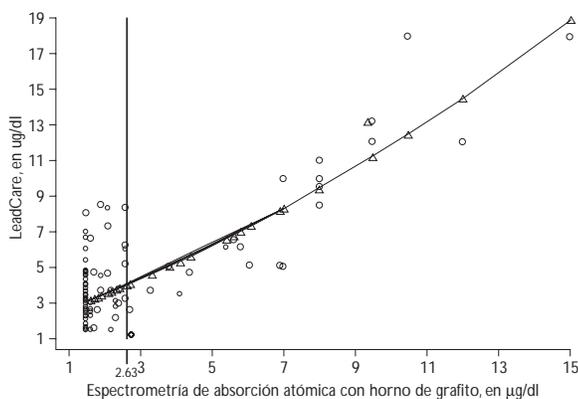


FIGURA 1. VALIDACIÓN, EN SUJETOS ADULTOS, DE PLOMO EN SANGRE. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO DE CHILE, 1999

banas se advierten diferencias significativas en los NPS, sobre 10 µg/dl, que son tres veces mayores, en los de áreas urbanas  $-p < 0.0001$ ; situación similar se advierte en la comparación de género: en los hombres es 3.8 veces mayor que en las mujeres en la proporción de niños con NPS sobre 10 µg/dl. Los niveles máximos fueron de 25.8 µg/dl en los niños y de 15.2 µg/dl en las niñas. Finalmente, al comparar a los primeros según el nivel de escolaridad no se advierten diferencias significativas.

### Discusión

Los resultados de este trabajo permitieron comprobar una disminución significativa de los NPS en los últimos años. Lo anterior se atribuye a una disminución importante del uso de plomo en las gasolinas desde 1992. La figura 2 indica la tendencia del consumo de gasolina en Santiago, según contenido del metal (gas\_c\_Pb= gasolina con plomo, gas\_s\_Pb= gasolina sin plomo) entre 1991 y 2000.

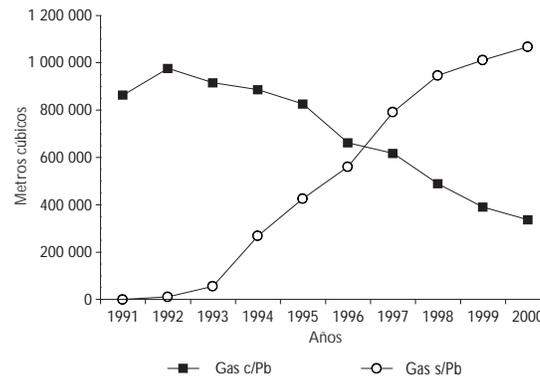
En tanto, la concentración de este elemento en aire entre 1997 y 2000, registra una disminución coherente tal como lo muestra la figura 3, llegando a posicionarse en 0.1 µg/m<sup>3</sup> como promedio anual. De acuer-

Cuadro II  
MEDIDAS DE RESUMEN DE NIVELES DE PLOMO EN SANGRE, EN µg/dl.  
REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO DE CHILE, 1999

	n	media	rango	Prev* >=10	valor p
Global†	2.051	3.33	0.1-25.8	1.32	
Urbano	1.839	3.38	0.1-25.8	1.41	
Rural	212	2.97	0.1-18.0	0.47	0.0001
Kinder (4-5 años de edad)	992	3.72	0.1-18.0	1.41	
Octavos (12-14 años de edad)	1.059	2.97	0.1-25.8	1.23	0.4480
Hombres	993	3.76	0.1-25.8	2.15	
Mujeres	1.058	2.96	0.1-15.2	0.57	0.0001

\* Prevalencia de plomo en sangre sobre 10 µg/dl

† Toda la Región Metropolitana de Santiago de Chile



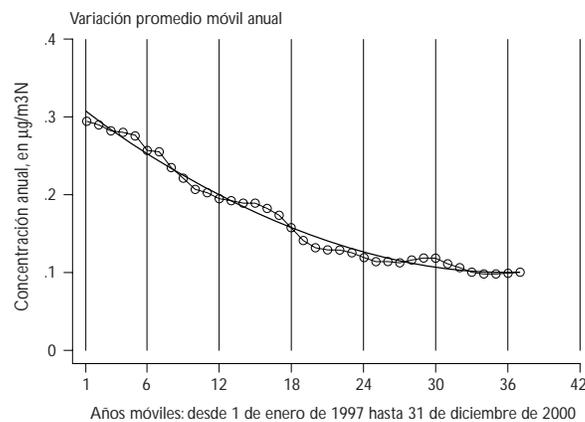
Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustible, Chile

FIGURA 2. CONSUMO DE GASOLINA. SANTIAGO DE CHILE, 1991-2000

Cuadro I  
COMPARACIÓN DE NIVELES DE PLOMO EN SANGRE, EN 119 VOLUNTARIOS ADULTOS.  
REGIÓN METROPOLITANA  
DE SANTIAGO DE CHILE, 1999

Espectrometría de absorción atómica			
Lead Care	≥3.4*	<3.4	Total
≥3.4	22	41	63
<3.4	0	56	56
Total	22	97	119

\* Equivalente a la mediana de la distribución de Pb en sangre según LeadCare, en µg/dl



Fuente: Ministerio de Salud, Chile

FIGURA 3. PLOMO AMBIENTAL. SANTIAGO DE CHILE, 1997-2000

do con las investigaciones anteriores de Vega y Pino, y los resultados obtenidos en nuestro estudio, la prevalencia de plomo en sangre sobre 10 µg/dl, en los últimos cinco años, disminuyó de 14.5% a 1.3%, es decir, una disminución del orden de 90%. En tanto, la media de plomo en sangre disminuyó de 6.6 µg/dl a 3.3 µg/dl en el mismo periodo, generando una baja de 50%.

Los datos obtenidos por la técnica analítica utilizada (LeadCare) pueden admitirse con un alto grado de reproducibilidad, presentando un buen nivel de correlación con el método de referencia. Esto, unido a la utilización de procedimientos estandarizados, permite asegurar un buen nivel de control de calidad de nuestros datos.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen la oportunidad de participar en un estudio de la mayor importancia nacional en donde los resultados permitieron fijar las bases para el establecimiento en Chile de la norma de plomo en aire, dictada oficialmente en enero de 2001.<sup>8</sup> En particular, por la decisión de los directivos de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile al confiar en la capacidad de gestión del personal del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.

#### Referencias

1. Vega J, Frenz P, Marchetti N, Torres J, Kopplin E, Delgado I *et al.* Exposición crónica a plomo ambiental en niños chilenos. *Rev Med Chile* 1997;125:1137-1144.
2. World Health Organization. International Programme on Chemical Safety. Ginebra: WHO, 1995; IPCS, Environmental Health Criteria 165.
3. American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health. Screening for elevated blood lead levels. *Pediatrics* 1998;101(6):1072-1078.
4. República de Chile. Ley N° 16.744 de 1968, de accidentes y enfermedades profesionales. Santiago: Ed. del Diario Oficial de Chile, 1968.

5. República de Chile. Decreto Supremo N° 594 de 2001, actualiza reglamento de condiciones mínimas en los lugares de trabajo. Santiago, Ed. del Diario Oficial de Chile, 2001.

6. República de Chile. Norma Chilena N° NCh. 1333 de 1978, establece requisitos de calidad de agua para diferentes usos. Santiago: Ed. del Diario Oficial de Chile, 1333.

7. República de Chile. Decreto Supremo N° 374 de 1997, establece norma de plomo en pinturas de uso decorativo. Santiago, Ed. del Diario Oficial de Chile, 1997.

8. República de Chile. Decreto Supremo N° 136 de 2001, establece Norma de Calidad Primaria para Plomo en el Aire. Santiago: Ed. del Diario Oficial de Chile 2001.

## Contaminación por plomo en el barrio La Teja; Montevideo, Uruguay

Nelly Mañay,<sup>(1)</sup> Cristina Alonzo,<sup>(2)</sup> Isabel Dol.<sup>(1-2)</sup>

El plomo representa un contaminante ambiental de alto riesgo para la salud humana y sus efectos tóxicos son bien conocidos, aunque la sintomatología no es evidente hasta que se alcanzan niveles muy elevados de plomo en sangre. La población infantil es particularmente vulnerable.<sup>1-5</sup>

El Uruguay es un pequeño país agropecuario con 3.1 millones de habitantes, de los cuales 50% reside en su capital y principal puerto: Montevideo.

Por esta razón, las principales industrias que procesan o procesaban el metal en su producción se instalaron en zonas aledañas a Montevideo destinadas a fines industriales, pero con la consiguiente formación de núcleos poblacionales en esas áreas

perifabriles. Por lo tanto, esta clase de contaminación ambiental en Uruguay representa un factor de riesgo para su población urbana por sus diversas fuentes industriales (metalúrgicas, fabricación y reciclaje de baterías, y fundiciones, entre otras); aún persiste la utilización de plomo-tetraetilo adicionado a las naftas y el aporte de plomo en el agua potable por el uso de cañerías de ese metal.<sup>6,7</sup>

A pesar de que Uruguay no cuenta con *antecedentes* de un programa integrado específico entre las autoridades sanitarias y ambientales para la detección y control de esta contaminación a escala nacional, existen estudios universitarios<sup>8-13</sup> que, como en otros países de la Región, forman parte de los antecedentes del país en los temas relativos a la contaminación ambiental y su incidencia en la salud de sus habitantes con resultados con control de calidad.

Estos estudios constataron como principales causas de exposición no laboral, el residir en zonas perifabriles, el manejo inadecuado de materiales con plomo por parte de trabajadores informales en sus domicilios (reciclajes) y el aporte del tránsito como fuente de plomo ambiental.<sup>14</sup>

A principios del año 2001 se detectaron niveles del metal en la sangre  $\geq 25$  µg/dl en niños de un barrio urbano industrial de Montevideo, La Teja. En dicha localidad se establecieron, en los últimos 50 años, numerosas industrias metalúrgicas, fundiciones de metales y curtiembres, entre otras, algunas de las cuales ya no se encuentran en funcionamiento.

En virtud de estos resultados el Ministerio de Salud Pública, a través de la Dirección General de la Salud, inició en el mes de marzo un estudio de foco y creó una comisión especial interinstitucional y multidisciplinaria integrada con técnicos,

(1) Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo, Uruguay.

(2) Ministerio de Salud Pública del Uruguay.

profesionales, investigadores y la comunidad, como consta en el cuadro I. Dicha comisión tiene como cometidos tomar acciones correctivas, identificar las fuentes, investigar las denuncias de la comunidad, evaluar los niveles de plomo en sangre (NPS) en la población residente en las áreas afectadas por el relleno de terrenos con escorias de fundición de larga data, y elaborar un consenso nacional de pautas de diagnóstico, seguimiento y tratamiento de niños con niveles elevados de plomo en sangre.

El objetivo de este trabajo fue constatar la problemática ambiental en relación con la contaminación por este elemento en el barrio La Teja, y presentar resultados preliminares de las variables estudiadas en dicha zona de Montevideo (La Teja) como consecuencia del hallazgo de niveles elevados de NPS en niños de esa zona.

#### Material y métodos

##### *Población estudiada*

De la población en estudios se eligieron niños de 6 meses a 14 años de edad, y embarazadas que concurren en forma voluntaria para su evaluación clínica y extracción de sangre

Cuadro II  
DISTRIBUCIÓN ETÁREA  
DE LA POBLACIÓN INFANTIL.  
LA TEJA, MONTEVIDEO, URUGUAY, 2001

Edad/años	Masc n	Fem n	S/dato N	Total n
< 2	147	106	4	257
2 < 4	197	193	7	397
4 < 6	218	212	9	439
6 < 8	179	192	4	375
8 < 10	165	157	2	324
10 < 12	167	146	0	313
12 < 15	117	127	2	246
Total	1 190	1 133	28	2 351
	51%	48%	1%	100%

n = 2 351

venosa con el fin de elaborar análisis de plomo en seis centros de atención primaria. Se estudiaron los NPS de 2 351 niños y 45 mujeres embarazadas. Según el cuadro II, las edades de la población infantil se distribuyen uniformemente entre los 2 y 15 años: 48% niñas, 51% varones y 1% sin datos sobre el sexo. La historia clínica pediátrica de uso recomendado en el país se complementó con una sección que pone énfasis en los

antecedentes ambientales del vecindario, las condiciones de la vivienda, los antecedentes ocupacionales de los padres y los hábitos alimentarios.

Las muestras de sangre se obtuvieron por venipunción en jeringas descartables heparinizadas, las cuales, una vez refrigeradas, fueron remitidas a la Facultad de Química de acuerdo con un instructivo especialmente diseñado para este muestreo a demanda con estrictas condiciones de extracción, acondicionamiento y custodia.

##### *Análisis de plomo en sangre*

Todos los análisis de plomo en sangre se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica (AAS) en el Laboratorio de la Cátedra de Toxicología e Higiene Ambiental de la Facultad de Química, el cual fue recomendado por las autoridades sanitarias por la calidad de sus resultados analíticos y su trayectoria en la investigación de la contaminación por este elemento.<sup>8-14</sup>

A los efectos del método utilizado (AAS –llama), se requiere una muestra de 5.0 ml de sangre entera no coagulada (heparinizada), extraída según instructivo. Aquellas muestras que no cumplen con las indicaciones, son rechazadas.

El método utilizado para la determinación de plomo en sangre es sensible, específico y con un adecuado sistema de control de calidad. Se empleó el equipamiento implantado en los proyectos de investigación y con la técnica adaptada por el Laboratorio de la Universidad de Lund (Suecia).<sup>15,16</sup> Se elaboró una complejación –extracción del metal de la matriz sanguínea en Metil Isobutil Cetona (MIBK), y la lectura en llama aire– acetileno a una longitud de onda de 283.3 con lámpara de cátodo hueco de plomo. Los resultados de los NPS se han contrastado con análisis realizados en las mismas muestras en el Laboratorio de Lund,

Cuadro I  
INSTITUCIONES QUE INTEGRAN LA COMISIÓN INTERINSTITUCIONAL PARA EL ESTUDIO  
DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN EL BARRIO LA TEJA, DESDE MARZO DE 2001,  
COORDINADAS POR LA DIRECCION GENERAL DE LA SALUD  
DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, URUGUAY

MSP: Ministerio de Salud Pública (MSP)  
Mvotma: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente  
MTSS: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social  
MIEM\_ Dinaten: Ministerio de Industria, Energía y Minería; Dirección Nacional de Tecnología Nuclear  
IMM : Intendencia Municipal de Montevideo  
Universidad de la República (Facultad de Química, Facultad de Medicina; Ciencias)  
ANCAP: Administración de Combustibles, Alcohol y Portland  
OSE: Obras Sanitarias del Estado ( administrador agua potable)  
BPS: Banco de Previsión Social ( Servicio de Asistencia Social Colectiva )  
BSE: Banco de Seguros del Estado  
OPS/OMS: Organización Panamericana de la Salud (Representacion en Uruguay)  
Comisión de vecinos de la comunidad involucrada

obteniéndose así buena correlación entre ambos laboratorios ( $r=0.96$ ).<sup>8,9,14</sup> Asimismo, se participó de Programas Interlaboratorios de Control de Calidad.<sup>17</sup>

Los datos de la muestra: nombres, edades, domicilio, teléfonos, con los resultados de NPS, se integraron a una base de datos sencilla que permitió, en primera instancia, tomar decisiones a las autoridades involucradas en esta problemática. Los resultados se informaron y compararon con los valores límites de seguridad recomendados por agencias internacionales como la Organización Mundial de la Salud<sup>5</sup> y de Estados Unidos de América según la población en estudio, teniendo en cuenta la clasificación del CDC<sup>2</sup> en la interpretación y tratamiento de los datos.

#### *Análisis de resultados*

Para la evaluación primaria de los resultados se consideraron los valores promedio, las medianas, desviación estándar, coeficiente de variación, y valores máximos y mínimos de cada grupo considerado. Para la estimación de las tendencias se hizo la regresión lineal simple o mínimos cuadrados para una polinomial superior.<sup>18</sup>

#### *Análisis de muestras ambientales*

A los efectos de evaluar las posibles fuentes de contaminación se iniciaron estudios analíticos de plomo en muestras de agua potable, aire y suelo, extraídas con criterios ambientales y epidemiológicos que son evaluados por las autoridades del área ambiental involucrada en esta problemática (OSE; IMM; MOTVMA).

Se instalaron los muestreadores de aire de alto volumen en la zona ( $n=4$ ) y se tomaron muestras de agua de grifos domiciliaria ( $n=44$ ), así como muestras de suelo de espacios

públicos ( $n=7$ ), de centros educativos ( $n=18$ ) y domicilios ( $n=60$ ).

El análisis de plomo en las muestras de agua potable se efectuó en la institución competente del agua potable (OSE) mediante la técnica de AAS con atomización electrotérmica por horno de grafito con límite de detección  $< 2$  mg/l. Algunas muestras se hicieron también en el laboratorio municipal (IMM). Ambos laboratorios presentaron un informe global a la comisión interinstitucional con los datos ya procesados.

Por su parte, las determinaciones de plomo en suelos superficiales y profundos se llevaron a cabo en el laboratorio de la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear del Ministerio de Industria, Energía y Minería por medio de fluorescencia de rayos X y en laboratorios del Municipio (IMM) y de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (MOTVMA) por el método EPA 30-51 mediante digestión por microondas y medida por AAS con atomización de llama con límite de detección  $< 10$  mg/Kg de plomo en suelo. En algunos casos particulares también se analiza plomo en pinturas (paredes, muebles, juguetes) con igual metodología. Todo el material para su determinación en muestras de agua y suelo fue adecuadamente controlado y descontaminado utilizando para ello soluciones diluidas de ácido nítrico y siguiendo las recomendaciones apropiadas.<sup>19</sup>

Al no disponer de una normativa nacional que regule la concentración de contaminantes en suelo, se toman como valores guías los indicados por organismos reconocidos internacionalmente.<sup>20-22</sup>

Para el caso de suelos de uso residencial y recreativo se considera 400 mg de plomo /kg suelo de la agencia US EPA<sup>22</sup> y 140 mg de plomo /kg suelo y de la agencia canadiense CCME,<sup>20</sup> respectivamente.

#### *Visitas médicas domiciliarias*

En forma simultánea se hicieron 220 visitas al domicilio de niños con valores de plomo en sangre  $\geq 20$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  para lo cual se diseñó un formulario especial que contenía variables como los antecedentes patológicos, actividades educativas, de recreación, alimentación del niño, así como las características sociodemográficas de la familia y su entorno.

Estas visitas se hacen mediante un equipo multidisciplinario integrado por médicos toxicólogos, químicos y asistentes sociales cuyo diagnóstico *in situ* fue investigando fuentes posibles de plomo domiciliarias y peri domiciliarias, situación socioeconómica y de la vivienda. Luego, se procede a la evaluación ambiental de viviendas mediante la toma de muestras de agua potable, de suelo del domicilio y de lugares de juego común de los niños y, en algunos casos, pinturas según pautas establecidas puesto que las fuentes de exposición no han sido previamente evaluadas.

Dichos profesionales, además, concretan tareas de educación y prevención con la comunidad mediante enseñanza de medidas higiénicas y dietéticas destinadas a minimizar la exposición al plomo. Se ha planificado un cronograma de re-visitas para la evaluación de la eficacia de dichas medidas, sobre todo en aquellos niños con valores de NPS superior a 40  $\mu\text{g}/\text{dl}$ .

Los resultados individuales en muestras de suelos correspondientes a los domicilios de los niños con NPS  $\geq 20$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  son evaluados en forma integral con todos los demás elementos de juicio que se obtienen en las visitas médicas domiciliarias

Como se mencionó anteriormente, el muestreo ambiental de las viviendas lo han hecho los responsables del área ambiental (IMM, MOTVMA; OSE) una vez que se vi-

sitan estos hogares con niños que presentan NPS  $\geq 20$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  según los datos que les aporta el MSP. En el caso de los asentamientos, se extraen muestras fuera de los predios de las viviendas, ya sea en pasajes vecinales o espacios comunes, para evaluar la posible existencia de rellenos que contienen metales o por la realización de actividades contaminantes.<sup>23</sup>

#### Atención pediátrica especializada

Con el fin de priorizar el estudio de los niños con NPS elevadas se establece un centro de atención pediátrica especializado en el Hospital Pereira Rossell y se comienza la atención de aquellos niños con niveles a partir de  $20$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ . El equipo de trabajo está constituido por médicos pediatras, toxicólogos y trabajadores sociales coordinado por las Cátedras de Pediatría de la Facultad de Medicina. Se realiza valoración nutricional y del desarrollo, estudio del metabolismo del hierro con hemograma completo, ferritina, saturación de transferrina y consulta con neopediatra para evaluación neuropsicológica.

#### Resultados

Los resultados obtenidos (promedios, medianas, etcétera) de los NPS obtenidos en los 2 351 menores estudiados se presentan en el cuadro III clasificados por edad y en el cuadro IV los promedios por sexo. Respecto del grupo de embarazadas, en el periodo considerado, se obtuvo un valor promedio de  $9.0 \pm 1.0$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  (rango 3.1-20.9) y se muestra en el cuadro V.

La distribución de los valores obtenidos en las determinaciones del metal en sangre en niños de 0 a 14 años para una población total de 2 351 niños se muestra gráficamente en la figura 1 encontrándose que, proporcionalmente, la cantidad de

Cuadro III  
VALORES DE PLOMO EN SANGRE EN NIÑOS ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ). DATOS CORRESPONDIENTES A LOS VALORES MEDIOS, MEDIANA, MÁXIMOS, MÍNIMOS, DESVIACIÓN ESTÁNDAR POR EDAD. LA TEJA, MONTEVIDEO, URUGUAY, 2001

Edad años	N	Promedio	Mediana	Min	Max	DS
<1	86	10.3	9.4	2.5	32.3	4.5
1 < 2	171	13.6	12.3	4.8	37.8	6.4
2 < 3	197	13.8	13.0	5.5	45.2	6.3
3 < 4	200	12.4	11.1	4.8	34.8	5.5
4 < 5	200	12.0	10.8	4.6	38.5	5.2
5 < 6	239	12.0	11.0	2.5	38.9	5.3
6 < 7	185	11.5	10.4	1.0	26.9	4.6
7 < 8	190	11.3	10.4	3.5	26.0	4.0
8 < 9	164	11.5	10.6	4.0	33.3	4.6
9 < 10	160	11.0	10.1	3.8	29.4	4.3
10 < 11	178	11.3	10.1	4.6	39.2	5.2
11 < 12	135	10.9	10.1	2.5	34.1	4.1
12 < 13	117	10.1	9.2	5.0	26.0	3.6
13 < 14	80	10.5	9.1	4.2	37.5	5.1
14 < 15	49	10.6	9.4	5.0	28.3	4.8
Total	2 351	11.7	10.6	1.0	45.2	5.1

Cuadro IV  
VALORES PROMEDIO DE PLOMO EN SANGRE EN MENORES DE 15 AÑOS DE EDAD, POR SEXO. LA TEJA, MONTEVIDEO, URUGUAY, 2001

Edad	Masculino		Femenino		S/Dato		Total	
	N	Promedio	n	Promedio	n	Promedio	N	Promedio
< 2	147	12.7	106	12.1	4	11.65	257	12.2
2 < 4	197	13.0	193	13.3	7	11.4	397	12.6
4 < 6	218	12.4	212	11.6	9	10.0	439	11.3
6 < 8	179	11.8	192	11.1	4	8.3	375	10.4
8 < 10	165	11.6	157	10.8	2	12.7	324	11.7
10 < 12	167	11.8	146	10.3	0	-	313	11.0
12 < 15	117	11.6	127	9.2	2	9.7	246	10.2
Total	1 190	12.1	1 133	11.2	28	10.6	2 351	11.3

Promedio en ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )

niños con NPS  $< 10$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  y entre 10 y 14  $\mu\text{g}/\text{dl}$  es similar y corresponde a 78% de los niños estudiados, pero se destaca que 61% de los niños presenta NPS  $\geq 10$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ . En la figura 2 se muestran los datos individuales de niños y varones por

edad en un total de 2 323 niños y las curvas de tendencias según el sexo (F= 1 333 y M= 1 190). Se encuentra que en los menores la dispersión tiene una distribución similar para cada uno de los sexos. El valor negativo de la pendiente en caso del

Cuadro V  
VALORES DE PLOMO EN SANGRE  
DE EMBARAZADAS. LA TEJA, MONTEVIDEO,  
URUGUAY, 2001

Valores de plomo en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	n	%
< 10	30	67
10 a < 20	14	31
20 o más	1	2
Total	45	100

sexo femenino es mayor que para el masculino, por lo que la disminución de los NPS con la edad es más pronunciada en el sexo femenino. Asimismo, esa tendencia de disminución de plomo en sangre con la edad se observa en cada familia donde conviven varios hermanos, como lo muestra la figura 3 para una familia en particular elegida al azar.

En la figura 4 se muestran los valores promedio de plumbemias y los rangos de desviación estándar por edad, así como la gráfica de tendencia estimada por mínimos cuadrados.

Con respecto a los niveles del metal en muestras ambientales, los resultados primarios en aire, si bien se consideran como aporte global, no fueron específicamente proporcionados a la Comisión, salvo que se indicó que los niveles encontrados estaban por debajo de las normas de la US EPA<sup>22</sup> de acuerdo con las pautas de la institución involucrada (IMM). Asimismo, los resultados aportados por los laboratorios que procesaron las muestras de agua potable no especificaron los resultados en forma individual, aunque el informe indica rangos de resultados en los que 30% de las muestras de agua ( $n=44$ ) superan el valor de  $10 \mu\text{g}/\text{l}$  de la OMS<sup>21</sup> habiéndose obtenido primariamente resultados aceptables para las normas vigentes en el país.

Por otra parte, los resultados de plomo en las primeras muestras de suelo obtenidas en domicilios proporcionados por los laboratorios responsables presentaron un valor promedio de  $285 \text{ mg}/\text{kg}$  (ppm) con un valor mínimo de  $20 \text{ ppm}$  y un máximo de  $3000 \text{ ppm}$ . Las muestras de espacios públicos abiertos, como plazas y lugares de recreación, resultaron con un valor promedio de  $50 \text{ mg}/\text{kg}$  (ppm) y los valores obtenidos en muestras de los centros educativos, solamente tres de ellos superaron los  $140 \text{ mg}/\text{kg}$  (ppm) y en todos los casos los resultados fueron menores a  $300 \text{ mg}/\text{kg}$  (ppm). Las muestras de pintura extraídas en las viviendas al momento de este estudio tenían contenido variable de plomo desde  $20 \text{ ppm}$  y en un caso superior a  $10000 \text{ ppm}$ , y presentaron valores superiores a  $600 \text{ ppm}$  en 30% de las muestras según los datos reportados por las autoridades competentes.<sup>23</sup>

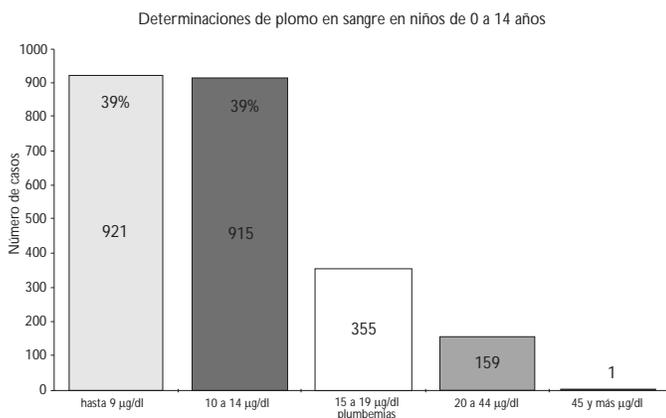


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO EN SANGRE OBTENIDOS EN MENORES DE 15 AÑOS DE EDAD. LA TEJA, MONTEVIDEO, URUGUAY, 2001

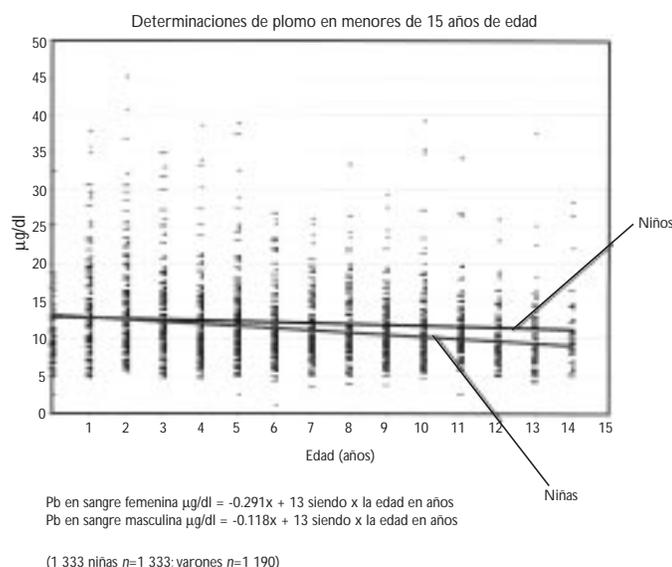


FIGURA 2. VALORES DE PLOMO EN SANGRE EN MENORES DE 15 AÑOS DE EDAD, EN RELACIÓN CON EDAD Y SEXO. LA TEJA, MONTEVIDEO, URUGUAY, 2001

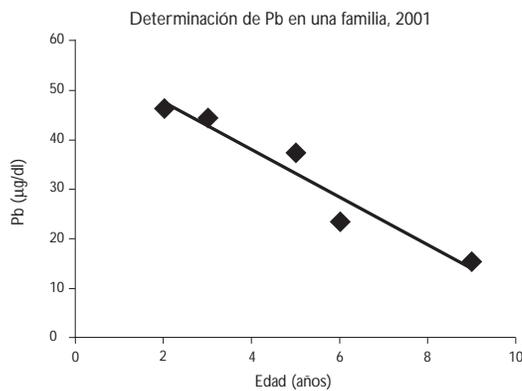


FIGURA 3. VALORES DE PLOMO EN SANGRE DE CINCO NIÑOS HERMANOS QUE VIVEN EN EL MISMO HOGAR, SELECCIONADO AL AZAR. LA TEJA, MONTEVIDEO, URUGUAY, 2001

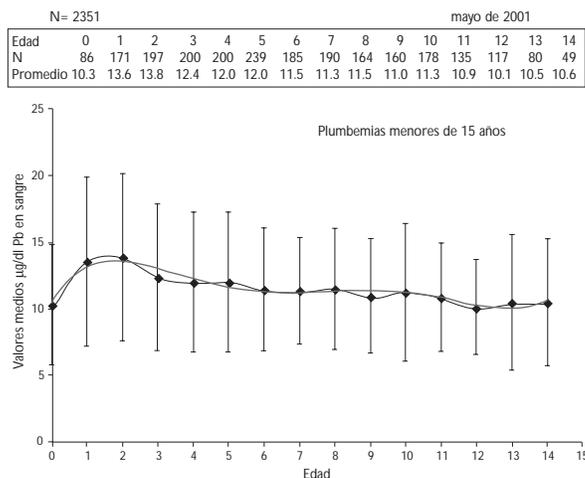


FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE PLOMO, PROMEDIO, CON SU INTERVALO DE VARIACIÓN ESTÁNDAR, POR EDAD. LA TEJA, MONTEVIDEO, URUGUAY, 2001

## Discusión

Los resultados obtenidos en estos primeros tres meses de trabajo en el marco de la Comisión Interinstitucional son importantes por varios aspectos:

- Por la cantidad inédita en el país de análisis de plomo en sangre venosa de los 2 351 niños, hechos en la Facultad de Química y obtenidos en función de la importante demanda de la población afectada que respondió

- al llamado de las autoridades sanitarias para que acudieran a los distintos centros de salud pública montados para este fin y otros servicios de asistencia
- Por la formación de un equipo interinstitucional y multidisciplinario con el importante aporte de la experiencia universitaria, así como la intervención de la comunidad para abordar la problemática ambiental
- Por la realización coordinada de muestreos de aire, suelo y agua de grifo además de visitas a los

- diferentes domicilios en donde se detectaron NPS elevados para evaluar las posibles fuentes de exposición al metal no detectadas hasta ese momento
- Por la gran sensibilización de la población sobre los problemas ambientales y la necesidad de dar respuesta rápida y tranquilidad a la opinión pública.

Los resultados preliminares indican que, además de las fuentes industriales de la zona, los suelos rellenos con escorias de los domicilios y los asentamientos de viviendas precarias en esas áreas representan un riesgo de contaminación por plomo en los niños aún no evaluado en su totalidad. Se observa también que conforme los hábitos sociales de ambos sexos van cambiando la exposición al plomo varía, por lo que existe una menor dispersión de los valores del metal en sangre en las niñas y una tendencia a valores menores de NPS a mayor edad que concuerda con los datos bibliográficos. Asimismo, el máximo de este elemento en sangre se encuentra en el entorno de los dos años de edad, en concordancia con lo indicado en la literatura.<sup>1,2,5</sup> Si bien el aire y el agua de grifo no resultaron ser los principales factores de riesgo de exposición al plomo por la fuerte influencia de la contaminación del suelo en el hogar y alrededores, se efectuaron cambios de las cañerías en algunos hogares y se modificaron pautas de comportamiento en torno al consumo de agua potable.

Conviene destacar, también, que se detectaron actividades "hogareñas" contaminantes como la quema de cables para la recuperación del cobre, manejo de baterías, etcétera, que contribuyen a los NPS elevados en suelo encontrados por las autoridades competentes.<sup>23</sup>

De esta manera, se continúa trabajando no sólo en la zona de La Teja sino avanzando hacia otros barrios de Montevideo y otros departa-

mentos del país mediante una infraestructura coordinada que permitirá tomar las acciones higiénico-sanitarias y ambientales correspondientes (medidas higiénico-educativas, reubicación de la familia en los casos más drásticos, remediación del área afectada, cambio de cañerías, remoción de pinturas de paredes y muebles, limpieza de predios, etcétera) y lograr llevar a cabo un relevamiento epidemiológico para todo el Uruguay a los efectos de conocer la realidad actual en torno a este poderoso tóxico.

#### Conclusiones

En Uruguay, recientemente, todos los actores sociales y políticos se han sensibilizado en relación con la contaminación por plomo; se hicieron eco de una problemática ambiental en una zona de Montevideo, demandada públicamente por medio de la prensa en el año 2001. A escala oficial, las autoridades ambientales, sanitarias y la refinería de combustibles (ANCAP), tienen la voluntad de comenzar estudios tendientes a eliminar totalmente el metal de la gasolina, y también se evalúa la remoción de cañerías de plomo para agua potable en viviendas antiguas.

Las autoras consideran que el trabajo coordinado de un equipo multidisciplinario e interinstitucional con técnicos de las diferentes áreas involucradas ha sido de fundamental importancia para el abordaje de esta problemática ambiental en forma integral, y que de la misma manera deben ejecutarse programas específicos de evaluación sistemática de NPS en la población infantil con una normativa nacional apropiada para el control de este tóxico ambiental.

Puesto que la intoxicación por dicho elemento es prevenible, pero su carácter contaminante persiste como un grave problema ambiental del mundo globalizado es importante que, regionalmente, se tenga la

adecuada capacitación y tecnología, con un correcto marco regulatorio, para dar respuesta a estos problemas ambientales.

#### Agradecimientos

Las autoras desean expresar su profundo agradecimiento a todos los integrantes de la Comisión Interinstitucional por su gran esfuerzo y cooperación en la realización de estas acciones coordinadas, con gran empeño y responsabilidad, para dar solución urgente a esta problemática surgida en el barrio La Teja de Montevideo.

Al doctor E Touyá, Director General de la Salud (MSP), doctora G Ruocco, Subdirectora General de la Salud (MSP) y doctor Sergio Curto, Director de Epidemiología (MSP) por confiar en nuestra capacidad técnica y científica académica para el abordaje de un problema ambiental que produjo una altísima sensibilización en la comunidad.

A la Organización Panamericana de la Salud y a la Dirección General de la Salud del Ministerio de Salud Pública, por habernos designado como delegadas a ese importante "Taller Latinoamericano sobre envenenamiento de niños por plomo" en Lima, mayo de 2001.

#### Referencias

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry Toxicological Profiles on CD- ROM. Toxicological Profile for Lead. US Department of Health and Human Services. US Public Health Services. Chapman & Hall/CRC netBASE, 2000.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Screening young children for II lead poisoning: Guidance for state and local health officials. Atlanta (GA): USDHHS, CDC, National Center for Environmental Health, 1997.
3. Goyer R. Toxic Effects of Metals En: Klassen CD, Ed. Cassarett & Doull's Toxicology: The basic science of poisons. 5<sup>th</sup> edición, cap 23, 1995.
4. Saldivar L, Tovar A, Guerrero DN Plomo. En: Albert L, ed. Introducción a la Toxicología Ambiental, CEPIS, Organización Panamericana

de la Salud-Organización Mundial de la Salud, 1997.

5. World Health Organization, Environmental Health Criteria No. 165 "Inorganic Lead." International Programme on Chemical Safety. Ginebra: WHO, 1995.
6. Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Organización de los Estados Americanos, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), República Oriental del Uruguay. BID. Informe: Estudio Ambiental Nacional de la República Oriental del Uruguay 1990-1991. Washington, DC, 1992. Disponible en: <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea10s/begin.htm#Contents>
7. República Oriental del Uruguay, Organización de los Estados Americanos, Banco Interamericano de Desarrollo-Uruguay. Resumen Ejecutivo Estudio ambiental nacional. Washington, DC, 1992. Disponible en: <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea12s/begin.htm> (1 of 2) (5/23/2000)
8. Schütz A, Bärregard L, Sällsten G, Wilske J, Mañay N, Pereira L et al. Blood Lead levels in uruguayan children and possible sources of exposure. Environ Res 1998;74:17-23.
9. Schütz A, Bärregard L, Sällsten G, Wilske J, Mañay N, Pereira L et al. Observations on environmental and occupational lead exposure in Montevideo Report N° 950201 Department of Occupational and Environmental Medicine, Lund University, Suecia, 1995.
10. Mañay N, Orosa E, Pereira L, Heller T, Rampoldi O. Niveles de plumbemia en trabajadores expuestos en Uruguay y su relación con el tipo de actividad. Acta Farm Bonaerense 1993;12:145-148.
11. Pereira L, Mañay N, Cousillas A, Bärregard L, Schutz A, Sällsten G. Occupational Lead exposure in Montevideo, Uruguay. Int J Occup Environ Health 1996;12(14).
12. Cousillas A, Mañay N, Pereira L, Rampoldi O, De León S, Soto N et al. Determinación del grado de impregnación plúmbica en niños de un barrio de Montevideo (Malvin Alto). Acta Farm Bonaerense 1997;16(11).
13. Cousillas A, Mañay N, Rampoldi O. Relevamiento de plumbemias en un complejo habitacional de Montevideo, Uruguay. Acta Farm Bonaerense 1998;19(12).
14. Mañay N, Pereira L, Cousillas A. Lead contamination in Uruguay. Rev Environ Contamination Toxicol 1999;159:25-39.
15. Werterlund-Helmerson U. Determination of Lead and Cadmium in blood by a modification of the Hessel method. At Abs Newsletter 1970; 9:133-134.
16. Schutz A. Analytical aspects on trace elements in biological samples. International Conference on Health and disease: Effects on Essential and Toxic Trace elements, Feb 8-12 1993. Hamdard University, Nueva Delhi, India.
17. Programa Interlaboratorios de Control de Calidad de Plomo en Sangre. Gabinete de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Departamento. de Economía, Hacienda y Empleo. Diputación General de Aragón.
18. Miller JC Miller JN. Estadística para Química Analítica Addison - Wesley Iberoamericana (Ed) 1993:210.
19. Carreón T, López L, Romieu I. Manual de procedimiento en la toma de muestras biológicas y ambientales para determinar niveles de plomo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, México (9-10) 1995.
20. Canadian Council of Ministers of the Environment Canadian Soil Quality Guidelines for the protection of Environmental and Human Health. Summary Tables. Updated in: Canadian environmental quality guidelines, Winnipeg, 1999. Disponible en: <http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/soil.htm>.
21. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality, 2<sup>nd</sup> ed. Vol 1. Recommendations World Health Organization, Ginebra: WHO, 1993:49-50.
22. US EPA, US Environmental Protection Agency Supplement to the 1986 EPA air quality criteria for lead. Addendum. Vol 1 EPA /600/8-89/045<sup>a</sup> Office of health and Environmental assesment. Pp A1- A67 Washington, DC, US, 1989.
23. Intendencia Municipal de Montevideo. Agenda Ambiental Montevideo 2002-2007 - Desarrollo Ambiental. Dic 2002. Disponible en: [www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos/agenda](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos/agenda).

## Niveles de plomo en personas venezolanas no expuestas ocupacionalmente

Natacha Mujica, MSc,<sup>(1)</sup>  
José Miguel Arteta, MSc.<sup>(2)</sup>

La contaminación ambiental tiene una relación estrecha con la salud del individuo. En su mayoría, los valores máximos permisibles de calidad

- (1) Unidad de Salud Ocupacional, Escuela José María Vargas, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Laboratorio de Salud Ambiental y Contraloría Sanitaria. Caracas, Venezuela.
- (2) Profesor de Salud Ocupacional, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

del aire atmosférico se basan en estudios epidemiológicos, con el fin de proteger a la población ocupacionalmente no expuesta. La contaminación por plomo sigue teniendo importancia, debido a que aún existen niveles significativos en el aire, incluso cuando se trata de los metales pesados de mayor atención en la historia de la humanidad. En la actualidad, diversos autores hacen hincapié acerca de la escasa información existente y de la carencia de datos para evaluar su problemática aun en el continente americano; no obstante, pueda ser que exista información en publicaciones no fácilmente accesibles, como tesis o informes de investigación.<sup>1</sup>

El objetivo del presente trabajo se orienta en el estudio de un grupo de donantes de sangre seleccionado de la población no expuesta ocupacionalmente, del área metropolitana de Caracas, Venezuela, para determinar los niveles de plomo en sangre (NPS) y correlacionarlos con la concentración de plomo en el aire. Los datos de dicha concentración provienen de la información de la red de monitoreo ambiental del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) y el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (MSAS). Para el establecimiento de la posible relación con el contenido de plomo en sangre de la población, se escogieron al azar donantes de diferentes bancos de sangre ubicados en Caracas, y se eliminaron aquellos donantes ocupacionalmente expuestos. En Venezuela se inicia el programa de despistaje de enfermedades profesionales en la década de los 50, y fue el doctor Jesús Yerena, del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS), quien descubre los primeros casos de intoxicación por plomo.\*

\* Mayora R. Guía bibliográfica sobre intoxicación ocupacional por el plomo. Mimeografía. Caracas, 1984:6.

Al considerar las diversas fuentes de generación del riesgo para la salud de los individuos, la Agencia de Protección Ambiental EPA, de los Estados Unidos de América (EUA), estableció 1.5 microgramos de Pb/m<sup>3</sup> de aire,<sup>2</sup> como la concentración límite del metal en el aire. Asimismo, en Venezuela, en el Decreto 638 del 26 de abril de 1995, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 4899 Extraordinario, del 19 de mayo de 1995, se establecen los límites de calidad de aire para el contaminante de la atmósfera plomo según porcentajes de excedencias, fijándolos en 1.5 y 2.0 µg/dl de Pb/m<sup>3</sup> de aire, para 50 y 5%, respectivamente, lo cual indica que hasta 50% de las muestras que se captan pueden exceder la concentración de 1.5 µg/m<sup>3</sup> de aire y hasta 5% de estas muestras pueden exceder el valor de 2 µg/m<sup>3</sup> de aire, en un periodo de medición de 24 horas continuas, cuyo lapso de muestreo comprende un tiempo mínimo de cuatro semanas, una cantidad mínima de 20 muestras efectivas, distribuidas durante dicho lapso, con una frecuencia mínima de captación de una muestra cada seis días, según criterios de muestreo y análisis allí también descritos.

Cabe destacar que Petróleos de Venezuela, SA (PDVSA) decidió disminuir el contenido de tetraetilo de plomo en gasolina desde 2.5 cm<sup>3</sup> hasta 1.4 cm<sup>3</sup> por galón de gasolina<sup>3</sup> (MARNR, 1995), con base en la observación de valores de concentración del elemento en la atmósfera, que en algunos casos estaban por encima de estos valores límites.

De acuerdo con informes de algunos estudios se han encontrado concentraciones de plomo en sangre entre 12.1 hasta 18.8 µg/dl de sangre en Caracas.\*<sup>4</sup>

\* Andarcia A *et al.* Concentración de plomo en la atmósfera en tres zonas del Valle de Caracas. Mimeografía. Caracas, 1983.

## Material y métodos

La investigación consistió en un estudio, de un grupo de donantes de sangre (voluntarios y familiares), de diferentes bancos de sangre cuyo potencial como donantes cumpliera con un mínimo de 10 muestras diarias; se sectorizaron estas personas según el lugar de trabajo y la zona donde residen, y se precisó esta información en los distritos sanitarios 1, 2, 3, 4 y 5 de la zona metropolitana de Caracas. Este estudio se realizó desde mayo hasta noviembre de 1995 (cuadro I).

La población del estudio quedó conformada por 251 personas no expuestas ocupacionalmente al plomo, con edades comprendidas entre 18 y 54 años. Para el establecimiento de la posible relación con el contenido de plomo en sangre de la población se escogieron al azar donantes de diferentes bancos de sangres en Caracas, y se eliminaron aquéllos ocupacionalmente expuestos. Los criterios de inclusión de los bancos de sangre consideran a personas mayores de 18 años de edad, peso adecuado para su altura, sanos y sin antecedentes de hepatitis ni del VIH.

Cada muestra de sangre se analizó por el método de espectrofotometría de absorción atómica de

llama, con una longitud de onda de 217.3 nm; los gases utilizados fueron acetileno y aire comprimido, en una proporción 3.5: 20.5 l/min, en un espectrofotómetro de absorción atómica modelo 2380, Perkin\_Elmer. Este método analítico no está normalizado en Venezuela. El método de Donald W Hessel- Atomic Absorption News Letter, vol 7 No 3, mayo-junio 1968. Anthony W Smallwood and Frederick C Phipps método No 8003 1994 NIOSH son los usados en el laboratorio de Salud Ocupacional de MSAS, adaptados según las necesidades y recursos de este laboratorio.<sup>5,6</sup>

Se evaluaron las seis estaciones ambientales de la red de monitoreo del Ministerio de Sanidad y Ministerio del Ambiente. La información fue recopilada y analizada. Asimismo, se visitaron algunas de las estaciones de la red de monitoreo con la finalidad de observar la operación de las estaciones de medición de partículas suspendidas en la atmósfera; inclusive, se observó la calibración de una de estas estaciones.<sup>7</sup> Se hizo seguimiento al método de preparación del filtro de fibra de vidrio antes de la exposición y después de tomada la muestra atmosférica, y al proceso de análisis al que es sometido el filtro en el laboratorio.

Los resultados de la investigación se analizan estadísticamente por medio de métodos de análisis descriptivos de variables, de bivariantes y multivariantes (plomo en sangre, plomo en la atmósfera, según el trabajo promedio anual (PBATA), plomo ambiental, según el trabajo promedio mensual (PBATM), plomo ambiental, según la residencia promedio anual (PBAHA) y plomo ambiental según la residencia promedio mensual (PBAHM), sexo, edad, ocupación, tiempo de trabajo, tiempo de residencia; además se explican las variaciones del contenido de plomo en sangre de la población estudiada con ayuda del programa SAS versión 6 (Statistical Analysis System) para el procesamiento de los datos estadísticos. Este paquete estadístico fue publicado por SAS Institute Inc, para computadores personales.<sup>8</sup>

## Resultados

La muestra utilizada para este estudio quedó constituida por 192 hombres (76.5%) y 59 mujeres (23.5%), cuyas edades oscilan entre 18 y 54 años, con una edad promedio de 30.2 años; el grupo etáreo más frecuente es el de 20-29 años, la distribución de frecuencia de las edades es normal. El promedio del metal en sangre ( $\mu\text{g Pb/dl}$ ) de la muestra estudiada fue de 12.5 con una desviación estándar de 6.1; un rango que va de 1 a 29  $\mu\text{g Pb/dl}$  de sangre.

Los distritos sanitarios con mayor contaminación de plomo en partículas de polvo en suspensión durante 1995 fueron el Distrito Sanitario No 1 y el No 3, que alcanzaron concentraciones de 1.7 y 1.6  $\mu\text{gPb/m}^3$  de aire, respectivamente, al estratificar los valores de plomo sérico en tres rangos que van de menos de 10  $\mu\text{g/dl}$ , de 10 a 20  $\mu\text{g/dl}$  y de más de 20  $\mu\text{g/dl}$ . En el primer estrato se ubica 35.1% de las personas, la mayoría relativa de la muestra (52.2%) tiene valores de plomo sé-

Cuadro I  
MUESTRAS DE SANGRE SELECCIONADAS, SEGÚN BANCO DE SANGRE,  
CARACAS, VENEZUELA, MAYO-NOVIEMBRE DE 1995

Bancos de sangre	Muestras de sangre de personas seleccionadas	%
Banco Municipal ( San José)	44	17.53
Hospital Universitario (Ciudad Universitaria)	56	22.31
Hospital Pérez Carreño (El Pescazo)	37	14.74
Hospital general Dr Ignacio Baldó (El Algodonal)	11	4.38
Maternidad Concepción Palacio (San Martín)	14	5.58
Planta Procesadora de Derivados Sanguíneos (IVIC)	16	6.37
Hospital Domingo Luciani (El Llanito)	40	15.94
Hospital General Dr José Gregorio Hernández (Magallanes de Catia)	33	13.15
Total	251	100

rico entre 10 y 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , y 32 individuos (12.7%) tiene valores de 20 o más  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . La proporción de personas que ocupa el estrato inferior es 2.6 veces mayor en el grupo de baja exposición a plomo ambiental según el sitio de trabajo, que en el grupo de alta exposición. La proporción de personas con plomo sérico entre 10 y 19  $\mu\text{g}/\text{dl}$  es 1.3 veces mayor en el grupo de alta exposición en relación con el de baja exposición de plomo ambiental según el sitio de trabajo (dicho resultado es significativo,  $p=0.017$ ). Por último, la proporción de individuos de plomo sérico de 20 o más  $\mu\text{g}/\text{dl}$  es 2.85 veces mayor en el grupo de alta exposición con relación al de baja exposición de plomo ambiental, según el sitio de trabajo (cuadro II).

El riesgo relativo se refiere a la relación respecto del porcentaje entre un mismo grupo de plomo en sangre de acuerdo con la exposición ambiental (PBATA).

La correlación de plomo en sangre y los promedios anuales del plomo ambiental según el trabajo fue de 0.361 ( $p: 0.0001$ ). Dicha correlación, para el sexo masculino, es 0.402, con un valor de  $p$  significativo (0.0001); y para el femenino, de 0.18 y la cual

Cuadro III  
PLOMO EN SANGRE Y CONCENTRACIÓN  
PROMEDIO ANUAL DE PLOMO EN EL AIRE  
DEPENDIENDO DEL LUGAR DE TRABAJO.  
CARACAS, VENEZUELA,  
MARZO-NOVIEMBRE DE 1995

PBATA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N	$\bar{X}$	$\sigma$	Minimo	Máximo
< 0 = 1.3	159	10.81	5.61	1	29
> 0 = 1.6	92	15.42	5.94	2	29
Total	251	12.50	6.1	1	29

Fuente: Estudio sobre contaminación de plomo en sangre, mayo-noviembre 1995, Caracas, Venezuela

t Student:  $p=0.0001$

no es significativamente estadística ( $p=0.1727$ ).

Se estratificó la muestra de estudio conforme a que la concentración de plomo ambiental, según el lugar de trabajo, fuera igual o menor de 1.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aire, o igual o mayor de 1.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aire (cuadro III). Dichos grupos permiten observar los resultados de plomo en sangre si la exposición ambiental está por encima o por debajo del límite máximo

permisible de plomo ambiental (1.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aire).

Para el primer grupo, la media ajustada de plomo en sangre de acuerdo con el sexo es 10.95  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , y para el segundo, de 15.17  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . La diferencia entre grupos es 4.22 con un intervalo de confianza de 95% de 3.92 y 4.52  $\mu\text{g}/\text{dl}$ .

## Discusión

Del grupo de variables utilizadas para el establecimiento de correlaciones entre las concentraciones de este metal en sangre y en la atmósfera, se llega a la identificación de dos variables estadísticamente significativas. La evaluación de la calidad del aire y los comentarios sobre ella planteados desde 1974 convergen en ratificar lo que en un proceso de investigaciones, generalmente aisladas, se presentan como tópicos de evidente atención, como características del parque automotor, uso de aditivos con plomo en la gasolina, sus efectos sobre la salud, y criterios para medir la exposición de la población a este contaminante. Particularmente, este último es el tópico crítico de este estudio, por sus complejas incidencias sobre las decisiones políticas, técnicas, beneficios sociales en materia de transporte, salud y calidad de vida, en general, de la población.

De acuerdo con los boletines de calidad de aire, del MARNR, los promedios para 1992, 1993 y 1994 fueron, respectivamente, 2.3; 2.9 y 1.6  $\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$  de aire.<sup>7</sup> Para el lapso del estudio (1995) la concentración del metal en partículas totales suspendidas es 1.7  $\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$  de aire, valor muy cercano respecto al de 1994. En los distritos sanitarios 2, 4 y 5 los niveles de concentración de plomo en las partículas totales suspendidas se mantienen por debajo del valor de referencia; y en el distrito 3, que incluye Antímano, el valor de tal concentración es levemente superior al valor de referencia. En resumen, el

Cuadro II  
MUESTRA ESTUDIADA SEGÚN PLOMO EN SANGRE Y PBATA.  
CARACAS, VENEZUELA, MAYO-NOVIEMBRE DE 1995

PBATA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pbs ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )						Total	
	<10*		10-19 <sup>†</sup>		20 o más <sup>‡</sup>		N	%
< 0 = 1.3	72	45.3*	75	47.2	12	7.6	159	100.0
> 0 = 1.6	16	17.4	56	60.9 <sup>†</sup>	20	21.7 <sup>‡</sup>	92	100.0
Total	88	35.1	131	52.2	32	12.7	251	100.0

\* Riesgo relativo 3.0 2.6  $p: < 0.001$

<sup>†</sup> Riesgo relativo 1.3  $p: 0.017$

<sup>‡</sup> Riesgo relativo 3.0 2.85  $p: 0.001$

(PBATA) plomo atmosférico de acuerdo al lugar de trabajo

Fuente: Estudio sobre contaminación de plomo en sangre, Caracas, Venezuela, mayo-noviembre de 1995

caso puntual de valores que se desvían del valor de referencia está localizado en el entorno inmediato del área del Silencio, para este sector caracterizado por gran densidad de tráfico automotor, avenida estrecha y edificios que dan una configuración de "cañón" muy propicia para la baja dispersión de contaminantes.

En el presente proyecto se encontró un promedio de plomo en sangre de la población bajo estudio de 12.5 con una desviación estándar de  $\pm 6.1$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ , en edades comprendidas entre 18-54 años; estos valores, superiores al valor promedio de Brasil y México en la zona urbana, e inferiores a los de Ecuador, fueron presentados por Isabelle Romieu en la encuesta de "Contaminación por plomo en América Latina y El Caribe".<sup>1</sup>

En Venezuela, los valores de concentración de plomo en sangre referidos a Caracas, para una población adulta no expuesta ocupacionalmente, y cuyos resultados fueron obtenidos en un estudio durante 1983 y 1991, fueron de 15  $\mu\text{g}$  Pb/dl y 16  $\mu\text{g}$  Pb/dl de sangre, respectivamente,<sup>9</sup> no observaron disminución de los NPS a pesar de la reducción de plomo en la gasolina efectuada desde mediados de 1988.

En un estudio de la Universidad de Carabobo, en 1987, las determinaciones de los niveles de plomo y de la enzima ALAD en sangre, en muestras de Caracas, Maracaibo, Cumaná, Valencia y Maracay, se refiere una concentración media de

15.9 $\pm$ 5.1  $\mu\text{g}/\text{dl}$  de sangre en población no expuesta de Caracas; y se reporta para el Silencio 15.52 $\pm$ 5.47  $\mu\text{g}/\text{dl}$  de sangre; en La Vega (distrito sanitario No 3) 13.73 $\pm$ 3.95  $\mu\text{g}/\text{dl}$  de sangre y en Chacao, 17.25 $\pm$ 5.40  $\mu\text{g}/\text{dl}$  de sangre.<sup>10</sup>

Comparando los diferentes estudios antes mencionados con los resultados obtenidos para la población estudiada en el presente trabajo, para la cual la media de plomo en sangre es 12.5  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , se pudiera inferir una disminución gradual por la reducción del plomo en la gasolina desde 1988.

Considerando que este estudio fue realizado en el área metropolitana de Caracas, tomando como referencia los datos de la red de Monitoreo del MARNR y MSAS y que la población seleccionada fue la no expuesta ocupacionalmente, se puede comparar con el estudio de los niveles de plomo en aire y sangre hecho por la Universidad de Carabobo en 1991, y con un informe presentado en el VIII Mundial de Aire Limpio realizado en La Haya, Holanda, en 1988, por PDVSA Air Lead Pollution in Venezuela. En este último se informa que los NPS para la población de Caracas varían entre 12.1 y 18.8  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , y se encuentran concentraciones de plomo en sangre con diferencias significativas en función del sexo: femenino, 11.3-13.2  $\mu\text{gPb}/\text{dl}$ ; masculino, 14.1-18.0  $\mu\text{gPb}/\text{dl}$ , lo cual coincide aproximadamente con el presente estudio.<sup>11</sup>

## Referencias

1. Romieu I, Lacasaña M. Contaminación por plomo en América Latina y El Caribe. *Ecología humana y salud* 1995; vol. XIV:4-5.
2. Rosenstock C. *Textbook of clinical occupational and environmental medicine*. Washington DC:WB Saunders, Company, 1994:333-334,747-748.
3. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. *Balance Ambiental de Venezuela 1994-1995*. Caracas, 1995.
4. Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Laboratorio de metales pesados. *Estudio comparativo de los niveles de plomo en aire y sangre*. Maracay, 1990.
5. Anthony J. Buonicore, Wayne T, Ed. *Air & Waste Management Association. Air Pollution Engineering Manual*. Nueva York, 1992.
6. COVENIN Partículas suspendidas en la atmósfera. *Determinación de plomo por espectrofotometría de absorción atómica. Método de referencia. Norma Venezolana 1987:2465-2487*.
7. Boletín de Calidad del Aire en el Área Metropolitana de la Dirección General Sectorial de Calidad Ambiental MARNR 1992, 1993, 1994, 1995.
8. SAS Introductory Guide for Personal COMPUTERS. Versión 6 Ed. 1985.
9. Feo O. Plumbemia en madres y sus hijos recién nacidos en el Hospital Central de Maracay. *Salud Trabajadores* 1993;1:70-71.
10. Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Laboratorio de Metales Pesados. *Determinación de los niveles de plomo y ALA-D en sangre, en muestras de poblaciones de Caracas, Maracaibo, Maracay, Valencia, Cumaná, y Cumarebo*. Maracay, marzo 1987.
11. Sánchez J. *Air lead pollution in Venezuela. Memorias del VIII Clean Congress; 1989* septiembre, La Haya, Holanda.