

CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE TOTAL EN LA POBLACIÓN COMUNITARIA ADULTA DE LA CIUDAD DE PINAR DEL RÍO

LEAD IN BLOOD CONCENTRATIONS IN THE ADULT COMMUNITARIAN POPULATION OF PINAR DEL RÍO CITY

Elvira Hernández Rodríguez ¹
Enrique José Ibarra Fernández de la Vega ²
Heliadora Díaz Padrón ³
María Elena Guevara Andreu ⁴

RESUMEN

Introducción: La concentración de plomo en sangre total es un biomarcador indirecto reconocido de exposición ambiental a plomo y sus compuestos y se emplea con éxito como instrumento indicativo en su evaluación y control en poblaciones comunitarias supuestamente en riesgo. **Objetivo:** Estimar las concentraciones de plomo en sangre en la población adulta de la ciudad de Pinar del Río, su distribución y determinantes principales. **Método:** La muestra estuvo compuesta por 202 personas sanas en edad laboral de las cuatro áreas de salud de la ciudad de Pinar del Río y sin exposición conocida a plomo y(o) sus compuestos. La muestra, tomada de los que concurrían al banco de sangre provincial de la ciudad, se estratificó uniformemente según sexo, hábito de fumar o no y área de residencia y trabajo. Las muestras de sangre endovenosa se tomaron en horas de la mañana y sus concentraciones de plomo se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno y extracción con isobutilmetilcetona y pirrolidinditiocarbamato de amonio. **Resultados:** La concentración media (aritmética) de plomo en sangre en la población fue de 4,74 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ y el percentil 95 de 10,09 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$. Las concentraciones en hombres fueron significativamente más altas que en mujeres y en fumadores que en no fumadores, pero no difirieron en cuanto al área de residencia y trabajo. La distribución general de frecuencias de los valores reportados no difirió significativamente de la gaussiana. **Conclusiones:** Los niveles encontrados de plomo en sangre en la población general de la ciudad son comparables, y en muchos casos hasta inferiores, a los de otros estudios en ciudades importantes de países desarrollados y en desarrollo, incluido uno reciente realizado en la ciudad de La Habana. Los valores hallados no son indicativos de que el plomo pueda constituir, al menos en el presente, un problema comunitario medio ambiental y de salud de la población general de la ciudad de Pinar del Río

Palabras clave: plomo en sangre, valores de referencia, población adulta, población comunitaria

ABSTRACT

Introduction: Lead in blood concentration is a recognized and suitable biomarker of environmental lead exposure, and successfully used as a indicative instrument for its evaluation and control in general populations. **Objective:** To determine the blood lead concentrations in the adult population of Pinar del Río City, their distribution and main determinants. **Method:** A sample of 202 healthy subjects was selected from the current assistants to the provincial blood bank of the city. Sample was

stratified evenly according to sex, habit of smoking or not and residence and work area. Endovenous blood specimens were taken in the morning and analyzed by atomic absorption spectrophotometry with flame of air-acetylene and extraction with methylisobutylketone and ammonium pyrrolidindithiocarbamate. **Results:** The average (arithmetic) concentration of lead in blood in the population was 4,74 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, and the 95th percentile 10,09 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$. The concentrations were higher in males than in females and also higher in smokers than in non-smokers, but there was not difference by areas. The frequency distribution of the general reported values didn't differ significantly of the gaussian one. **Conclusions:** The blood lead levels in blood in the general population of Pinar del Río City were comparable - lower in some cases - to those of other studies in important cities of develop and developing countries, including those of a recent research carried out in Havana City. The found values are not indicative that lead can constitute, at least presently, a communitarian environmental and/or health problem in the general population of the city.

Key words: lead in blood, reference values, adult population, communitarian population

INTRODUCCIÓN

El plomo y sus compuestos son hoy en día motivo de atención especial por constituir parte importante de la contaminación ambiental –sobre todo ocupacional– que adolecen muchas ciudades, comunidades y centros laborales en el mundo. El empleo vasto de este metal y sus derivados en muchas actividades humanas, así como el conocimiento que se tiene actualmente de su elevada toxicidad, hacen indiscutiblemente necesario que se atienda y controle el impacto negativo de su acción tanto en la salud humana como en el medio ambiente.

Independientemente de que ya en muchos países se han estado tomando medidas para evitar y controlar el empleo inadecuado del plomo que pueda propiciar el deterioro de la salud del hombre y de su entorno, acatando, sobre todo, las recomendaciones que en ese sentido hacen las organizaciones e instituciones internacionales y nacionales relacionadas con la salud y

¹ Licenciada en Química, Máster en Salud de los Trabajadores. Departamento de Química Sanitaria, Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba

² Licenciado en Química, Máster en Salud de los Trabajadores, Investigador Titular, Profesor Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

³ Ingeniera química, Máster en Salud de los Trabajadores, Investigadora Auxiliar, Profesora Instructor. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁴ Licenciada en Tecnología de la Salud. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

Correspondencia:

Lic. Elvira Hernández Rodríguez
Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología
Martí N° 159 entre Cipián y Comandante Pinares, Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba
E-mail: Hliya@princesa.pri.sld.cu

con la protección del medio ambiente, los intentos muchas veces chocan contra el desconocimiento, a veces no tan ingenuo, y otros tipos de intereses.

En Cuba, en particular, se han realizado en estos últimos años investigaciones necesarias para, en primer lugar, identificar las fuentes generadoras de plomo al ambiente y cuantificar la magnitud de su impacto en la salud, y también para poder establecer regulaciones apropiadas para su prevención y control.

Una de las investigaciones más recientes e importantes en ese sentido fue realizada en la ciudad de La Habana, en la que habitan más de 2 millones de personas y que tiene un desarrollo industrial y económico relativamente más alto que el del resto del país. En dicha investigación se estimó el intervalo de valores de la concentración de plomo en sangre total en una muestra representativa de la población abierta en edad laboral de la ciudad, sin 'exposición' conocida, laboral y/o extralaboral al plomo y sus derivados¹. De sus resultados más relevantes se destaca que las concentraciones de plomo en sangre total en la población estudiada (de hasta 12,4 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$) no son indicativas de que en la comunidad citadina exista actualmente un nivel excesivo de exposición ambiental a plomo y sus compuestos, en la medida, por supuesto, en que la concentración de plomo en sangre representa, al menos indirectamente, la exposición ambiental real a este contaminante. Los valores hallados en los pobladores de La Habana no difirieron significativamente de los reportados en ciudades importantes poco contaminadas de países desarrollados²⁻⁷, y en muchos casos fueron inferiores a los de ciudades también importantes de países en desarrollo⁸⁻¹⁴.

Aunque de los resultados de la investigación antes mencionada pueda hacerse algún tipo de extrapolación -por lo menos tentativa- a lo que pudiera ocurrir en el resto del país, no es menos cierto que incurriríamos en graves errores de tomar esa posición si no se conocen realmente las características particulares de cada ciudad, pueblo o territorio que puedan hacer diferenciar las cifras de la concentración de plomo en sangre con respecto a las halladas en la capital del país. En la ciudad de Pinar del Río, por ejemplo, cabecera de la provincia del mismo nombre, no se han realizado en toda su historia investigaciones suficientemente profundas que permitan hacer un estimado hoy del riesgo ambiental de exposición a plomo de sus pobladores.

Por tal motivo, el objeto principal del presente estudio se centra fundamentalmente en la estimación del intervalo actual de las concentraciones de plomo en sangre en la población trabajadora no expuesta ocupacionalmente a plomo de la ciudad de Pinar del Río.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la estimación del intervalo de concentración de plomo en sangre total en la población de la ciudad, se seleccionó una muestra de sujetos en edad laboral

(de 17 a 60 años) sin evidencias de exposición laboral y/o comunitaria no habitual o excesiva. A los fines del estudio, se consideró como 'no expuestos' a aquellos que, por la información que suministraron durante la entrevista que se les practicó, no evidenciaron tener o haber tenido contacto directo con materiales y/o productos que contuvieran plomo, tanto en el ejercicio de sus actividades laborales como en la comunidad en que residían.

La muestra estuvo constituida por un total de 202 sujetos, estratificados según el sexo, el hábito de fumar o no y el lugar de residencia y trabajo. A dichos sujetos se les practicó la determinación de la concentración de plomo en sangre total. Las variables independientes (sexo, hábito o no de fumar y lugar de residencia y trabajo) se tomaron en consideración por haber sido consideradas en múltiples investigaciones anteriores como factores de variación importantes asociados a las concentraciones de plomo en sangre en la población comunitaria^{1,5-8,14-19}.

Como fumadores se consideraron aquellos sujetos que consumían en el momento de la entrevista (y desde hacía 6 meses o más) 5 cigarrillos (o 2 tabacos) o más por día, o que lo hubieran hecho hasta 2 meses antes de ser sometidos a la prueba.

Para la estratificación de la muestra de acuerdo con el lugar de residencia y trabajo, se escogieron los habitantes de las 4 áreas de salud de la ciudad de Pinar del Río (Hermanos Cruz, Pedro Borrás, Turcios Limas y Raúl Sánchez) (figura 1).

Los sujetos seleccionados para el estudio fueron personas supuestamente sanas (en este caso, aptas para donar sangre) de las que concurrían habitualmente al banco de sangre provincial procedentes de las diferentes áreas de salud. Dichos sujetos fueron sometidos antes a un interrogatorio (previo consentimiento informado individual y por escrito), en aras, por una parte, de obtener la información necesaria para la investigación (edad, sexo, hábito de fumar o no, lugar de residencia, localización del centro de trabajo, etc.), y por otra, de excluir aquellos casos en que se confirmara o sospechara al menos exposición laboral y/o extralaboral significativa al plomo y sus derivados. Se excluyeron también los sujetos que, por su trabajo u otras razones, tuvieran que estar desplazando con frecuencia fuera de su lugar de residencia y labor.

La muestra conformada en grupos quedó finalmente estratificada como se aprecia en la tabla 1.

Las muestras de sangre venosa se tomaron en horas de la mañana y se recogieron en recipientes plásticos de 10 mL, libres de plomo y conteniendo $\text{K}_2\text{-EDTA}$ como anticoagulante. Las muestras se conservaron en refrigeración (a 4 °C) por no más de 5 días hasta el momento del análisis. Cada determinación de plomo en sangre se realizó por duplicado utilizando un método espectrofotométrico de absorción atómica con llama de aire-acetileno y extracción con metilisobutilcetona y pirrolidinditiocarbamato de amonio (APDC)²⁰.

Figura 1
Distribución geográfica de las áreas de salud de la ciudad de Pinar del Río

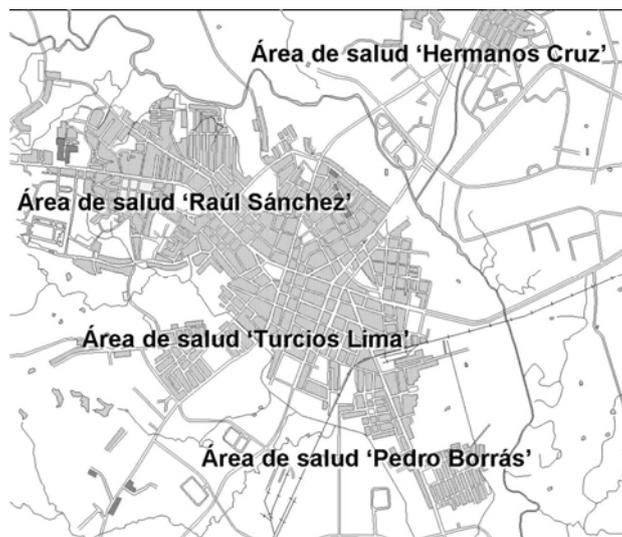


Tabla 1
Estratificación de la muestra investigada según sexo, hábito de fumar o no y área de residencia y trabajo

Área de salud	Sexo	Hábito de fumar	
		Sí	No
Pedro Borrás	Femenino	22	11
	Masculino	27	13
Turcios Lima	Femenino	29	11
	Masculino	25	15
Raúl Sánchez	Femenino	23	11
	Masculino	26	13
Hermanos Cruz	Femenino	23	11
	Masculino	27	13
202	202	98	104

Para el aseguramiento de la calidad analítica de las determinaciones, se siguió un programa de control interno de la calidad con el empleo de una muestra de referencia (de concentración en el intervalo de 'normalidad') cada 10 muestras procesadas, preparada aquella en el laboratorio como material de control para las determinaciones de plomo en sangre, que permitió valorar tanto el posible sesgo (inexactitud) como la imprecisión de los resultados.

Los datos de la información obtenida se procesaron utilizando el paquete estadístico SPSS versión 11.5.

RESULTADOS

Los resultados principales obtenidos se sintetizan en la tabla 2. En ella se relacionan los valores medios (aritméticos y geométricos) de las concentraciones de plomo en sangre hallados en los sujetos de la pobla-

ción y de los diferentes subgrupos, los intervalos de confianza para la media aritmética, los valores mínimos y máximos y los percentiles principales que caracterizan las distribuciones de frecuencias respectivas. Como se aprecia, los subgrupos de la muestra estudiada fueron suficientemente equivalentes en cuanto a número de sujetos y edad.

La concentración media (aritmética) de plomo en sangre en la muestra de la población de la ciudad de Pinar del Río fue de $4,74 \mu\text{g.dL}^{-1}$, y el percentil 95 de $10,09 \mu\text{g.dL}^{-1}$. La concentración promedio en hombres fue de $5,30 \mu\text{g.dL}^{-1}$ y en mujeres de $4,11 \mu\text{g.dL}^{-1}$, mientras que en fumadores y en no fumadores fue de 6,05 y $3,51 \mu\text{g.dL}^{-1}$, respectivamente. Por otra parte, los promedios por áreas de salud fueron de $4,41 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (Pedro Borrás), $4,42 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (Turcios Lima), $5,45 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (Raúl Sánchez) y $4,69 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (Hermanos Cruz).

Tabla 2
Concentraciones de plomo en sangre total halladas en la muestra estudiada de la población comunitaria de la ciudad de Pinar del Río

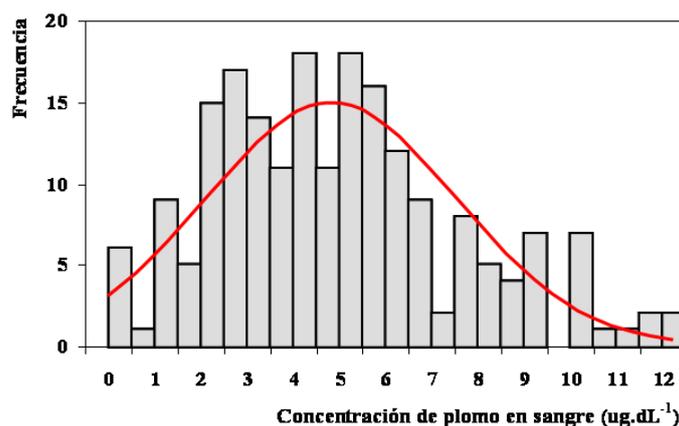
	N	Edad		Concentración de plomo en sangre ($\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$)								
		M_A	DE	M_A	M_G	Mín	Máx	P_{50}	P_{90}	P_{95}	P_{98}	IC ₉₅
General	202	36,9	9,5	4,74	3,80	0,1	11,9	4,60	8,78	10,09	11,38	4,37-5,11
Sexo *												
Masculino	105	37,6	9,7	5,30	4,26	0,1	11,9	5,20	9,88	10,82	11,75	4,74-5,87
Femenino	96	36,1	9,2	4,11	3,36	0,1	10,2	4,00	7,30	8,62	10,20	3,67-4,56
Hábito de fumar *												
Sí	97	37,3	9,3	6,05	5,41	0,8	11,9	6,00	10,02	11,04	11,80	5,51-6,57
No	104	36,5	9,6	3,51	2,74	0,1	10,2	3,30	5,70	6,78	9,20	3,12-3,91
Área de salud												
P. Borrás	49	36,5	8,8	4,41	3,25	0,1	11,4	4,10	8,60	10,50	11,40	3,62-5,19
T. Lima	53	36,1	10,4	4,42	3,58	0,1	10,2	4,70	7,82	9,31	10,17	3,77-5,08
R. Sánchez	49	37,4	8,4	5,45	4,75	0,1	11,9	4,90	10,10	11,10	11,90	4,59-6,31
Hnos. Cruz	50	37,6	10,3	4,69	3,80	0,1	11,4	4,65	8,79	9,65	11,38	3,99-5,40

N tamaño de la muestra; M_A media aritmética; M_G media geométrica; DE desviación estándar; Mín valor mínimo; Máx valor máximo; P_{90} , P_{95} , P_{98} percentiles; IC₉₅ intervalo de confianza (95%) para la media aritmética; * significativo ($\alpha = 0,05$)

La distribución de frecuencias de los valores de la concentración de plomo en sangre hallados en la muestra general, al haberse aplicado la prueba de Kolmogorov-Smirnov para un nivel de significación $\alpha = 0,05$, no

difirió de la distribución normal o gaussiana, lo cual nos garantiza, en este caso, que la media aritmética represente apropiadamente la tendencia central de la distribución (figura 2).

Figura 2
Distribución de frecuencias de la concentración de plomo en sangre en la muestra total



DISCUSIÓN

Tal como se esperaba de los resultados y la experiencia nacional e internacional en este tipo de investigación^{1,5-8,14-19}, el sexo y el hábito de fumar resultaron determinantes significativos (para $\alpha = 0,05$) de la concentración de plomo en sangre en la población de la ciudad de Pinar del Río. Dicha concentración es más alta en hombres que

en mujeres (figura 3) y en fumadores que en no fumadores (figura 4). En cuanto al lugar de residencia y trabajo, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los valores hallados en las cuatro áreas de salud (figura 5), lo cual pudiera sugerir como válida -de forma indirecta, por supuesto- la hipótesis de que dichos territorios no difieren de manera importante en cuanto a desarrollo industrial y socioeconómico.

Figura 3
Distribuciones de frecuencias de las concentraciones de plomo en sangre por sexo

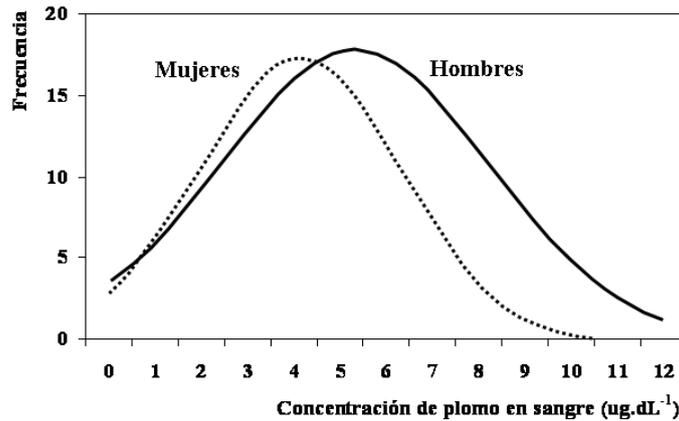


Figura 4
Distribuciones de frecuencias de las concentraciones de plomo en sangre por hábito de fumar o no

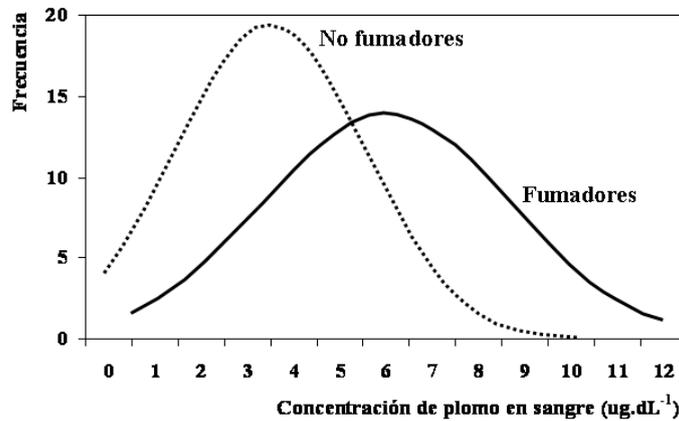
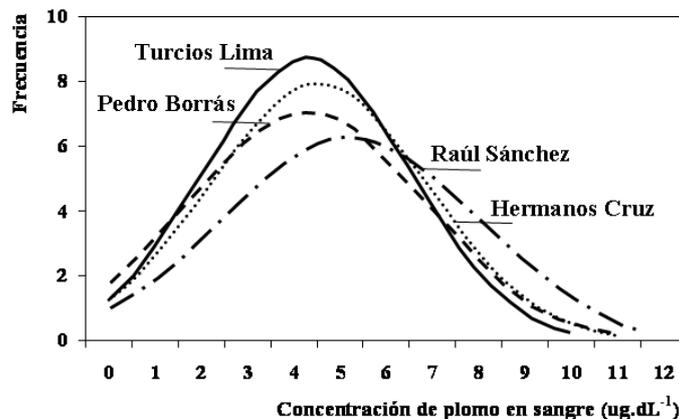


Figura 5
Distribuciones de frecuencias de las concentraciones de plomo en sangre por área de residencia y trabajo



Los niveles estimados de la concentración de plomo en sangre en la población general de la ciudad de Pinar del Río, tomando como referencia el valor del percentil 95 ($10,09 \mu\text{g.dL}^{-1}$) como el más alto del intervalo 'normal', resultan algo más bajos aún que los encontrados en la investigación realizada en la

ciudad de La Habana (de hasta $12,40 \mu\text{g.dL}^{-1}$)¹. Sin embargo, si tomamos en cuenta del estudio en la capital del país sólo los valores hallados en los municipios de menor desarrollo industrial (Arroyo Naranjo, Diez de Octubre y Guanabacoa), los de la ciudad de Pinar del Río son prácticamente iguales, lo que es indicativo

de que en esta ciudad, al menos en este momento de su desarrollo y expansión, el plomo tampoco representa un problema comunitario general de salud ambiental.

Por otra parte, es incuestionable que para extrapolar los resultados de las investigaciones realizadas tanto en la ciudad de La Habana como en la de Pinar del Río a todo el país, es necesario realizar estudios más profundos, sobre todo en otras ciudades y territorios no estudiados hasta el presente y que puedan diferir sensiblemente en cuanto a desarrollo socioeconómico e industrial. Pero también es indiscutible que este tipo de estudio para estimar 'cifras nacionales' de la concentración de plomo en sangre en la población no expuesta ocupacionalmente, resultaría significativamente complejo y costoso, por lo se sugiere, más que continuar realizando investigaciones similares a ésta en otras ciudades, pueblos y áreas rurales del territorio nacional, realizarlas sólo en aquéllas en que puedan identificarse previamente, como casos puntuales, condiciones especiales de desarrollo industrial y social.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ibarra EJ, Mugica JP, González RM, Jaime A, Gravalosa AJ, Cabrera C, et al. Valores de referencia de la concentración de plomo en sangre en la población en edad laboral de la ciudad de La Habana Revista Cubana de Salud y Trabajo 2007;8(1):3-10.
2. Seifert B, Becker K, Helm D, Krause C, Schulz C, Seiwert M. The German Environmental Survey 1990/1992 (GerES II): reference concentrations of selected environmental pollutants in blood, urine, hair, house dust, drinking water and indoor air. J Expo Anal Environ Epidemiol 2000;10(6 Pt 1): 552-65.
3. Elinder CG, Friberg L, Lind B, Nilsson B, Svartengren M, Overmark I. Decreased blood lead levels in residents of Stockholm for the period 1980-1984. Scand J Work Environ Health 1986;12(2):114-20.
4. L'Abbate N, Cassano F, Rana F, Gagliardi T, Giacomantonio A. Blood lead and erythrocyte protoporphyrin levels in the general population of an area in southern Italy. Med Lav 1991;82(4):336-40.
5. Brockhaus A, Freier I, Ewers U, Jermann E, Dolgner R. Levels of cadmium and lead in blood in relation to smoking, sex, occupation, and other factors in an adult population of the FRG. Int Arch Occup Environ Health 1983;52(2):167-75.
6. Kristiansen J, Christensen JM, Iversen BS, Sabbioni E. Toxic trace element reference levels in blood and urine: influence of gender and lifestyle factors. Sci Total Environ 1997;204(2):147-60.
7. Apostoli P, Baj A, Bavazzano P, Ganzi A, Neri G, Ronchi A, Soleo L, Di LL, Spinelli P, Valente T, Minoia C. Blood lead reference values: the results of an Italian polycentric study. Sci Total Environ 2002;287(1-2):1-11.
8. Farzin L, Amiri M, Shams H, Ahmadi Faghil MA, Moassesi ME. Blood levels of lead, cadmium, and mercury in residents of Tehran. Biol Trace Elem Res 2008;123(1-3):14-26.
9. Paoliello MM, Gutierrez PR, Turini CA, Matsuo T, Mezzaroba L, Barbosa DS, Alvarenga AL, Carvalho SR, Figueiroa GA, Leite VG, Gutierrez AC, Nogueira KB, Inamine WA, Zavatti AM. Valores de referência para plumbemia em população urbana [Reference values for lead levels in blood for the urban population]. Rev Saude Publica 1997;31(2):144-8. [Comment in: Rev Saude Publica 1997;31(4):438-40.].
10. Paoliello MM, Gutierrez PR, Turini CA, Matsuo T, Mezzaroba L, Barbosa DS, Carvalho SR, Alvarenga AL, Rezende MI, Figueiroa GA, Leite VG, Gutierrez AC, Lobo BC, Cascales RA. [Reference values for lead in blood in urban population in southern Brazil] Rev Panam Salud Publica 2001;9(5):315-9.
11. Kim H, Cho SH. Estimation of the geometric means and the reference values of blood lead levels among Koreans. J Korean Med Sci. 1994 Aug;9(4):304-12.
12. Georgiou Z, Tsatchev K, Ioannou N, Flesuras G. Reference values of lead in whole blood in non professionally exposed citizens of Athens. In: Collery LA, Ponier NA, Littlefield JC, Etienne, eds. Paris: John Libbey Eurotex; 1994. p. 253-8.
13. Jakubowski M. [Biological levels of lead in residents of Poland]. Med Pr 1993;44(6 Suppl 1):15-34.
14. Mortada WI, Sobh MA, el-Defrawy MM, Farahat SE. Reference intervals of cadmium, lead, and mercury in blood, urine, hair, and nails among residents in Mansoura city, Nile delta, Egypt. Environ Res 2002;90(2):104-10.
15. Izquierdo Álvarez S, Calvo Ruata ML, González López JM, García de Jalón Comet A, Escanero Marcén JF. The need to update reference values for lead in Zaragoza, Spain. Biol Trace Elem Res 2008;123(1-3):277-80.
16. Wilhelm M, Ewers U, Schulz C. Revised and new reference values for some trace elements in blood and urine for human biomonitoring in environmental medicine. International Journal of Hygiene and Environmental Health 2004;207(1):69-73.
17. Batáriová A, Spěvácková V, Benes B, Cejchanová M, Smíd J, Cerná M. Blood and urine levels of Pb, Cd and Hg in the general population of the Czech Republic and proposed reference values. Int J Hyg Environ Health 2006;209(4):359-66.
18. Benes B, Spěvácková V, Smíd J, Cejchanová M, Cerná M, Subrt P, Marecek J. The concentration levels of Cd, Pb, Hg, Cu, Zn and Se in blood of the population in the Czech Republic. Cent Eur J Public Health 2000;8(2):117-9.

19. Becker K, Kaus S, Krause C, Lepom P, Schulz C, Seiwert M, Seifert B. German Environmental Survey 1998 (GerES III): environmental pollutants in blood of the German population. *Int J Hyg Environ Health*. 2002;205(4):297-308.
20. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH manual of analytical methods. 4 th ed. (electronic version on diskettes). Lead in blood and urine. Method N° 8003 Issue 2. Ontario: Canadian Centre for Occupational Health and Safety / NIOSH; 1997.

Recibido: 28 de octubre de 2008 **Aprobado:** 5 de noviembre de 2008