

VALORES DE REFERENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN SANGRE EN LA POBLACIÓN EN EDAD LABORAL DE LA CIUDAD DE LA HABANA

REFERENCE VALUES OF LEAD IN BLOOD CONCENTRATION IN THE WORKING POPULATION OF HAVANA CITY

Enrique José Ibarra Fernández de la Vega¹
Jorge Pedro Mugica Cantelar²
Rita María González Chamorro³
Arelis Jaime Novas⁴
Ana Julia Gravalosa Cruz⁵
Caridad Cabrera Guerra⁶
María Elena Guevara Andreu⁶

RESUMEN

Introducción: La concentración de plomo en sangre total es hoy el principal indicador biológico conocido de exposición medioambiental a ese contaminante y sus derivados, y un instrumento necesario para su evaluación y control en la población laboral y/o comunitaria en riesgo. **Objetivo:** Determinar los valores de referencia de la concentración de plomo en sangre en la población en edad laboral de la ciudad de La Habana, su extensión, distribución y determinantes principales. **Método:** La muestra estuvo compuesta por 259 personas sanas de 17 a 60 años de edad, de cuatro municipios de la ciudad de La Habana y sin exposición conocida a plomo y/o sus compuestos. La muestra, tomada de los concurrentes a los bancos de sangre municipales, se estratificó según sexo, hábito de fumar o no y municipio de trabajo y residencia. Las muestras de sangre endovenosa se tomaron en horas de la mañana, y la determinación de la concentración de plomo se realizó utilizando una técnica espectrofotométrica de absorción atómica con llama de aire-acetileno y extracción con isobutilmetilcetona (MIBK) y pirrolidinditiocarbamato de amonio (APDC). **Resultados y conclusiones:** La concentración media (aritmética) de plomo en sangre en la población fue de 6,33 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, y el percentil 95 de 12,40 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$. La concentración promedio en hombres fue de 6,87 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ y en mujeres de 5,80 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, mientras que en fumadores y en no fumadores fue de 7,15 y 5,47 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, respectivamente. Por otra parte, los promedios por municipios fueron de 8,16 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Regla), 6,92 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Arroyo Naranjo), 4,61 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (10 de Octubre) y 4,43 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Guanabacoa). La distribución general de frecuencias de los valores reportados no difirió significativamente de la gaussiana. Los niveles encontrados de plomo en sangre en la población general de la ciudad de La Habana fueron comparables, y en muchos casos hasta inferiores, a los de otros estudios en ciudades importantes de países en desarrollo. En cuanto al establecimiento de valores de referencia nacionales para la evaluación y control de la exposición plúmbica en trabajadores, independientemente de que este estudio se circunscribió solamente a la capital cubana, pudiera emplearse en lo adelante, provisionalmente al menos, el valor de 15 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ como límite superior de la 'normalidad' para la concentración de plomo en sangre en adultos sin exposición conocida al plomo.

Palabras clave: plomo en sangre, valores de referencia, población trabajadora

ABSTRACT

Introduction: Lead in whole blood concentration is today the more suitable biological biomarker of environmental lead exposure, and a necessary instrument for its evaluation and control at the workplaces and at the community. **Objective:** To determine the blood lead levels in the adult population of Havana City Havana, their extent, distribution and main determinants. **Method:** A probability sample of 259 healthy subjects was selected from the current assistants to the municipal blood banks to be representative for the population of Havana City. It was stratified according to sex, habit of smoking or no and municipality of work and residence (Regla, Arroyo Naranjo, 10 de Octubre and Guanabacoa). Endovenous blood samples were taken in the morning, and the determination of the lead concentration was carried out using an atomic absorption technique with flame of air-acetylene and extraction with methylisobutylketone (MIBK) and ammonium pyrrolidindithiocarbamate (APDC). **Results and conclusions:** The average (arithmetic) concentration of lead in blood in the population was 6,33 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, and the 95th percentile 12,40 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$. The arithmetic mean of lead was higher in the blood of males than of females (6,87 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ vs. 5,80 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$), and also higher in smokers than in non-smokers (7,15 and 5,47 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, respectively). On the other hand, the mean lead concentrations by municipalities were 8,16 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Regla), 6,92 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Arroyo Naranjo), 4,61 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (10 de Octubre) and 4,43 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Guanabacoa). The general frequency distribution of the reported values didn't differ significantly of the gaussian. The blood lead levels in blood in the general population of Havana City were comparable to those of other studies in important cities of developing countries. For the establishment of national reference values for the evaluation and control of lead exposure in workers, independently that this study was only bounded to the Cuban capital, it could be used, provisionally at least, the value of 15 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ as the superior limit of 'normality' for lead in blood concentration in adults without well-known exposure to the lead.

Key words: lead in blood, reference values, working population

¹ Licenciado en Química, Master en Salud de los Trabajadores, Investigador Titular, Profesor Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

² Médico especialista de II grado en Medicina del Trabajo, Master en Salud de los Trabajadores, Investigador Agregado, Profesor Auxiliar. Vicedirección de Higiene del Trabajo, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

³ Licenciada en Química. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁴ Licenciada en Farmacia, Master en Química Farmacéutica, Investigadora Agregada. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

⁵ Licenciada en Matemática, Investigadora Auxiliar. Departamento de Investigaciones, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

⁶ Técnicas de Química Analítica. Departamento de Riesgos Químicos, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

Correspondencia:

Lic. Enrique José Ibarra Fernández de la Vega
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores
Calzada de Bejucal km 7 ½, Apartado 9064, CP10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba
E-mail: eibarra@infomed.sld.cu

INTRODUCCIÓN

Ya desde la propia antigüedad, el plomo y sus compuestos han estado representando un problema de salud en muchos momentos y lugares del mundo, debido no sólo a su alta toxicidad intrínseca, sino también a su gran difusión, demanda y utilización en la sociedad y la producción. Su empleo, fundamentalmente como materia prima, ha condicionado que este metal y sus derivados hayan llegado a constituir contaminantes medioambientales de amplia distribución¹⁻⁴.

En el ámbito internacional, diversas instituciones científicas han dedicado y dedican gran atención a los efectos tóxicos del plomo en la salud humana, tal vez más que para el resto de las sustancias nocivas conocidas. Cada vez es mayor la acumulación de conocimientos de los efectos adversos que induce este metal y sus derivados, y cada vez es mayor también, a la luz de las nuevas investigaciones, el decrecimiento en cifras de los valores que se recomiendan como límites admisibles de exposición o de acción biológica¹⁻⁴. Es significativo, además, el número de organizaciones e instituciones, internacionales y nacionales, gubernamentales y no gubernamentales, que se han hecho eco de los problemas de salud asociados al plomo y sus compuestos, de la necesidad imperiosa de limitar su empleo y de prevenir sus efectos en la población sometida al riesgo. Son clásicos los llamados hechos en este sentido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), amén de los realizados por otras organizaciones de gobierno y no gubernamentales, entre ellas la Alianza para el Fin del Envenenamiento por Plomo en la Niñez (Alliance to End Childhood Lead Poisoning, AECLD) de los Estados Unidos de América.

Cuba, y especialmente en los últimos años, no ha estado ajena a problemas de contaminación ambiental por plomo, y aunque realmente éste no ha llegado en ningún momento a constituir un problema importante de salud para la población en general⁵⁻⁶, sí lo ha sido en determinada medida para algunas poblaciones focalizadas, principalmente laborales⁷⁻⁹, y en ciertas comunidades estrechas ubicadas geográficamente en las cercanías de industrias y(o) talleres altamente contaminantes, según se infiere de reportes de la Inspección Sanitaria Estatal cubana. Sin embargo, en el país, hasta el momento, no se ha llegado a concebir aún un plan nacional integrado para la eliminación o reducción del plomo como factor ambiental asociado a problemas de salud de la población.

La implementación de cualquier sistema o programa de vigilancia en salud dirigido específicamente a trabajadores expuestos a plomo y sus compuestos, requiere que uno de los pasos o actividades iniciales en la consecución de los objetivos que se propongan sea, indiscutiblemente, la estimación de los niveles de exposición medio ambiental –entiéndase, en este caso, de referencia- en la población no expuesta ocupacionalmente al contaminante.

Además, es bien conocido en la actualidad, por muchas razones, que la mejor prueba biológica de exposición humana al plomo y sus compuestos es la de-

terminación de la concentración de plomo en sangre total^{1-4,10-12}, lo que la convierte en un indicador adecuado y práctico de la exposición ambiental correspondiente en la población.

Por otra parte, debido fundamentalmente a la poca uniformidad metodológica y a las diferentes formas de presentación de los resultados en investigaciones realizadas en diversas partes del mundo relativas a la obtención de valores biológicos de referencia, entre ellos de plomo en sangre, se determinó llevar a efecto el denominado proyecto TRACY, de carácter internacional, con el objeto de definir las cifras de referencia para concentraciones de elementos metálicos en tejidos humanos y fluidos corporales en poblaciones sin evidencia de exposición ocupacional o de excesiva exposición ambiental comunitaria¹³. Como resultado de la ejecución de este proyecto, se llegó al convencimiento de la imposibilidad de establecer valores de referencia internacionales al menos para algunos de estos indicadores, como en el caso del plomo en sangre, tomando en consideración que en diferentes comunidades los niveles de exposición medio ambientales difieren significativamente sobre la base de diferencias económicas, sociales, culturales, etc. Otros estudios e investigaciones en diferentes países corroboran tal criterio y establecen sus propios niveles de referencia^{2-4,11,12,14-22}.

Independientemente de que por razones antes expuestas no puede hablarse hoy de niveles de referencia internacionales de plomo en sangre, sí vemos determinadas coincidencias en los resultados de diversas investigaciones y estudios realizados en diferentes partes del mundo. Por ejemplo, en ciudades grandes con un grado relativamente bajo de contaminación ambiental (Beijing, Jerusalén, Estocolmo, Baltimore, etc.), las concentraciones promedio de plomo en sangre de sus pobladores oscilan entre 5 y 10 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ aproximadamente, mientras que para otras no tan grandes como Praga, Londrina (Brasil), Mansoura (Egipto), Lund (Suecia), etc., los niveles se encuentran entre 4 y 6 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ ^{15-19,23}. En cambio, en otras ciudades típicamente contaminadas, como Ciudad México y Bangalor (India), los niveles medios de plomo en sangre alcanzan valores de hasta 25 $\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ y más¹⁵.

En Cuba, la única investigación ejecutada de que se tiene conocimiento para la determinación de los niveles de referencia de plomo en sangre en la población general sin evidencia de exposición laboral y(o) extralaboral, fue realizada en 1974 en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM) por un colectivo de investigadores del Departamento de Medicina del Trabajo²⁰. Esta investigación, cuyos objetivos centrales se dirigieron fundamentalmente, en aquel entonces, a establecer valores de referencia para el control de la exposición ocupacional al plomo y sus compuestos, satisfizo las expectativas por las que se concibió. No obstante, e inobjetablemente, sus resultados no pueden ser utilizados hoy, por diversas razones, como base para el establecimiento y control sistemático de la exposición ambiental y(o) ocupacional al plomo y sus compuestos.

En primer lugar, el estudio se realizó aplicando una técnica espectrofotométrica visible para la determinación de la concentración de plomo en sangre -la llamada técnica de la ditizona^{24,25}- que, aunque veraz en términos generales desde el punto de vista de no presentar interferencias conocidas, es poco sensible e imprecisa (su sensibilidad es del orden de 10-20 µg.dL⁻¹), lo cual introduce necesariamente un error significativo en la estimación del intervalo de los niveles sanguíneos correspondientes. Los valores considerados como normales hallados en ese estudio fueron de hasta 31,8 µg.dL⁻¹, cuando internacionalmente se habla hoy de niveles menores que 15-20 µg.dL⁻¹^{12,14-19,21-23} en la población no expuesta, y de hasta 30-40 µg.dL⁻¹ como nivel biológico de acción recomendado para el control de la exposición ocupacionalmente^{4,12,26}.

En segundo lugar, la investigación se efectuó, como se señaló anteriormente, en 1974, lo cual indica que, pasados casi treinta años, las condiciones de exposición ambiental al plomo de la población cubana, y capitalina en particular, pueden haber cambiado sustancialmente, en correspondencia con los cambios seguramente experimentados en los niveles de desarrollo de la sociedad en su conjunto y con la atención al medio ambiente que han venido prestando regular y sistemáticamente las instituciones nacionales encargadas de ello.

Teniendo en cuenta principalmente las razones antes expresadas y la necesidad inaplazable de conocer a fondo, y en primera instancia, los niveles reales de exposición comunitaria al plomo y sus compuestos en el país, se hace imprescindible realizar una investigación que permita, en una primera aproximación, estimar los valores de referencia actuales de plomo en sangre (como biomarcador de exposición ambiental) en una muestra de la población trabajadora cubana, en este caso de la capital del país, sin evidencia de exposición laboral o de excesiva exposición comunitaria, con suficiente sensibilidad y precisión analítica en las mediciones y con una representatividad adecuada.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la estimación de los niveles de referencia de plomo en sangre en la ciudad de La Habana, se seleccionó una muestra de sujetos de la población de la ciudad en edad laboral (de 17 a 60 años) sin evidencias de exposición laboral y(o) de exposición comunitaria no habitual o excesiva. A los fines de esta investigación, se consideró como no expuesto a todo sujeto en que, por la información que suministró durante la entrevista que se le practicó, no se evidenció que tuviera o hubiera tenido contacto directo con materiales y(o) productos que contuvieran plomo, tanto en el ejercicio de su actividad laboral como en la comunidad en que residía.

La muestra estuvo constituida inicialmente por un estimado de alrededor de 250 sujetos, estratificados

según sexo, hábito de fumar o no y lugar de residencia, y a los que se les practicó individualmente la determinación de la concentración de plomo en sangre total. Estas variables independientes se tomaron en consideración por haber sido reportadas en múltiples investigaciones, en el ámbito tanto internacional como nacional, como factores de variación asociados a las concentraciones de plomo en sangre en la población comunitaria^{2,3,5,15,17,20,23}.

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

Para la estratificación de acuerdo con el lugar de residencia, se escogieron los habitantes de 4 municipios de la provincia de Ciudad de La Habana (Regla, 10 de Octubre, Guanabacoa y Arroyo Naranjo), atendiendo a los diferentes niveles de contaminación atmosférica identificados en un estudio previo realizado por el Centro de Contaminación y Química Atmosférica²⁷ (de mayor a menor, en ese orden: extremo, muy alto-alto, moderado-bajo y muy bajo). Aunque en este estudio no se determinaron específicamente las concentraciones de plomo y sus compuestos en el aire, se estimó, para los fines de la investigación, que los niveles de contaminación detectados pudieran, de alguna forma, reflejar también los relativos a las concentraciones ambientales de plomo y sus derivados.

Para la determinación del tamaño de la muestra utilizada, se asumió que la variable en estudio (la concentración de plomo en sangre, PbS) se distribuye normalmente con media μ y varianza σ^2 , ambas conocidas. Se asumió también que, de acuerdo con el análisis efectuado de la bibliografía consultada, el contenido promedio de plomo en sangre debía ser del orden de 4-5 µg.dL⁻¹, y el percentil 0,95 de aproximadamente 20 µg.dL⁻¹. En consecuencia,

$$20 \mu\text{g.dL}^{-1} = 4,5 \mu\text{g.dL}^{-1} + 2S,$$

donde S representa la desviación típica muestral. El valor de 4,5 µg.dL⁻¹ es el valor medio entre 4 y 5. Por tanto, despejando S de la expresión anterior, se obtiene que $S = \frac{1}{2} (20 \mu\text{g.dL}^{-1} - 4,5 \mu\text{g.dL}^{-1}) = 7,75$; de donde $S^2 = 60,06$.

Tomando a S^2 como estimador de σ^2 , se tiene que, para obtener una estimación de μ mediante el mejor estimador insesgado -la media muestral- y con un error máximo permisible menor que δ con probabilidad 0,95, se necesita un tamaño de muestra n determinado a través de la ecuación

$$n = (1,96)^2(60,06)/\delta^2 = (3,8416)(60,06)/\delta^2; n = 231/\delta^2$$

En la tabla siguiente se muestran los valores de n correspondientes a diferentes valores de δ .

δ (µg/dL)	0,85	0,90	0,95	1,00	1,25	1,50	2,00	2,25	2,50
n	320	285	255	231	148	103	58	46	37

Por tanto, con una muestra de 250 unidades se obtiene un error de estimación menor que $1 \mu\text{g.dL}^{-1}$ con una probabilidad de 0,95, lo cual es suficiente, atendiendo fundamentalmente a la sensibilidad del método analítico empleado.

Por otra parte, la estratificación de la muestra por municipios se realizó proporcionalmente de la forma siguiente:

Municipio	Nivel de contaminación atmosférica	Proporción respecto a la muestra	Tamaño de la submuestra
Regla	Extremo	0,36	92
10 de Octubre	Muy alto-alto	0,24	60
Guanabacoa	Moderado-bajo	0,21	52
Arroyo Naranjo	Muy bajo	0,19	48

La fijación de unidades en cada municipio se determinó tomando el 50 % para los hombres y el otro 50 % para las mujeres, y dentro de cada sexo el 50 % de fumadores y el otro 50 % de no fumadores.

Los sujetos seleccionados para el estudio fueron personas sanas (en este caso, aptas para donar sangre) de las que concurrían habitualmente a los bancos de sangre provincial y municipales (de los municipios seleccionados para el estudio), sometidas a un interrogatorio (previo consentimiento individual por escrito), en aras de obtener, por una parte, información necesaria para la investigación (edad, sexo, hábito de fumar, lugar de residencia, localización del centro de trabajo, etc.), y por otra, de excluir aquellos casos en que se confirmara o sospechara exposición laboral y(o) extralaboral significativa al plomo y(o) sus derivados, y aquellos en que no coincidiera el lugar de residencia del sujeto y el del centro de trabajo correspondiente. Se excluyeron también los sujetos que por su trabajo u otras razones, tuvieran que estar desplazando constantemente fuera de su municipio de residencia y labor.

Las muestras se tomaron de sangre venosa en horas de la mañana, y se recibieron en recipientes de 5-10 mL, libres de plomo, 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. Las determinaciones de plomo en sangre se realizaron por duplicados, utilizando un método espectrofotométrico de absorción atómica con llama de aire-acetileno y extracción con metilisobutilcetona y pirrolidinditiocarbamato de amonio (APDC)²⁸.

Para el aseguramiento de la confiabilidad analítica de los ensayos, se siguió un programa estricto de control interno de la calidad con el empleo de una muestra de referencia (de concentración en el intervalo de "normalidad") cada 10 muestras, preparada 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.

RESULTADOS

El tamaño definitivo de la muestra de personas en edad laboral de la ciudad de La Habana aceptadas para

la investigación, fue de 259. Su estratificación según el sexo, el hábito de fumar o no y el municipio de trabajo y residencia, se muestra en la tabla 1.

Los resultados principales obtenidos se resumen 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 población y de los diferentes grupos, los intervalos de confianza, los valores mínimos y máximos y los percentiles principales que caracterizan las distribuciones de frecuencias respectivas. Como se aprecia en la tabla 2, los subgrupos de la muestra estudiada resultan suficientemente equivalentes en cuanto a tamaño y edades.

La concentración media (aritmética) de plomo en sangre en la población fue de $6,33 \mu\text{g.dL}^{-1}$, y el percentil 95 de $12,40 \mu\text{g.dL}^{-1}$. La concentración promedio en hombres fue de $6,87 \mu\text{g.dL}^{-1}$ y en mujeres de $5,80 \mu\text{g.dL}^{-1}$, mientras que en fumadores y en no fumadores fue de $7,15$ y $5,47 \mu\text{g.dL}^{-1}$, respectivamente. Por otra parte, los promedios por municipios fueron de $8,16 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (Regla), $6,92 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (Arroyo Naranjo), $4,61 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (10 de Octubre) y $4,43 \mu\text{g.dL}^{-1}$ (Guanabacoa).

DISCUSIÓN

Como objetivo principal del estudio teníamos la determinación de los valores de la concentración de plomo en sangre en la población adulta de la ciudad de La Habana, su extensión, distribución y determinantes fundamentales. Para la distribución de frecuencias de los valores en la población (figura 1), no se encontró diferencia con respecto a la normal o gaussiana, habiéndose aplicado para ello la prueba de Kolmogorov-Smirnov para un nivel de significación $\alpha=0,05$, lo cual nos permite emplear adecuadamente, en este caso, la media aritmética como medida de la tendencia central de la distribución.

Tal como se esperaba por referencia de otros estudios realizados en diversas partes del mundo^{1,14-16,18,20,23,29-31}, las concentraciones medias de plomo en sangre resultaron mayores numéricamente en hombres que en mujeres (figura 2) y en fumadores que en no fumadores (figura 3). En ambos casos las diferencias fueron significativas estadísticamente (para $\alpha=0,05$).

Tabla 1
Tamaño de la muestra y de las submuestras por sexo, hábito de fumar o no y municipio de trabajo y residencia

Municipio	Sexo	Hábito de fumar		
		Sí	No	
Arroyo Naranjo	Femenino	24	12	12
	Masculino	24	12	12
10 de Octubre	Femenino	31	16	15
	Masculino	31	16	15
Guanabacoa	Femenino	26	13	13
	Masculino	26	13	13
Regla	Femenino	49	26	23
	Masculino	48	25	23

Tabla 2
Concentraciones de plomo en sangre total halladas en la muestra estudiada de la población en edad laboral de la ciudad de La Habana

	N	Edad		Concentración de plomo en sangre [PbS] ($\mu\text{g.dL}^{-1}$)								
		M_A	DE	M_A	M_G	Mín.	Máx.	P_{50}	P_{90}	P_{95}	P_{98}	IC_{95}
General	259	39,7	9,6	6,33	5,07	0,1	18,5	6,30	11,10	12,40	14,58	5,91-6,77
Sexo *												
Masculino	129	38,1	10,1	6,87	5,91	0,4	17,5	6,70	11,70	12,70	14,06	6,29-7,45
Femenino	130	41,2	8,8	5,80	4,35	0,1	18,5	5,45	10,19	12,16	15,83	5,19-6,41
Hábito de fumar *												
Sí	133	39,4	9,2	7,15	5,98	0,1	18,5	6,90	12,26	13,94	16,96	6,51-7,79
No	126	39,9	10,1	5,47	4,25	0,1	13,0	5,45	9,80	10,67	11,73	4,96-5,99
Municipio *												
Regla	97	38,4	9,4	8,16	7,51	0,7	17,5	7,80	12,00	13,04	16,73	7,56-8,77
Arroyo Naranjo	48	40,3	10,6	6,92	6,20	1,5	18,5	6,75	10,55	14,14	18,50	5,96-7,87
10 de Octubre	62	41,0	9,5	4,61	2,88	0,1	15,3	3,55	10,80	12,42	14,78	3,70-5,53
Guanabacoa	52	39,9	9,0	4,43	3,96	1,0	10,1	4,00	7,15	9,24	10,06	3,85-5,01

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

Figura 1
Distribución de frecuencias de los valores de la concentración de plomo en sangre en la población

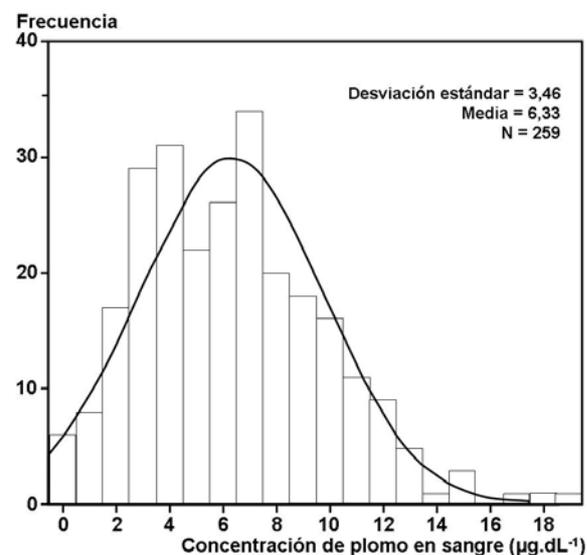


Figura 2
Distribuciones de frecuencias de los valores de la concentración de plomo en sangre por sexo

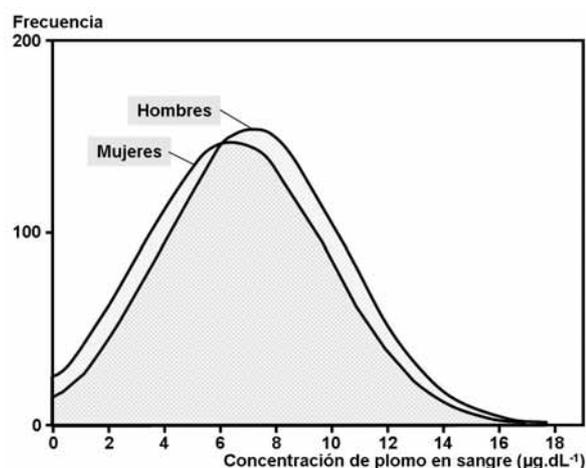
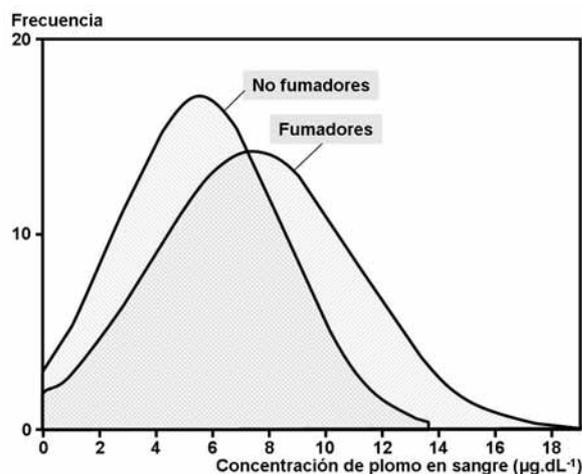
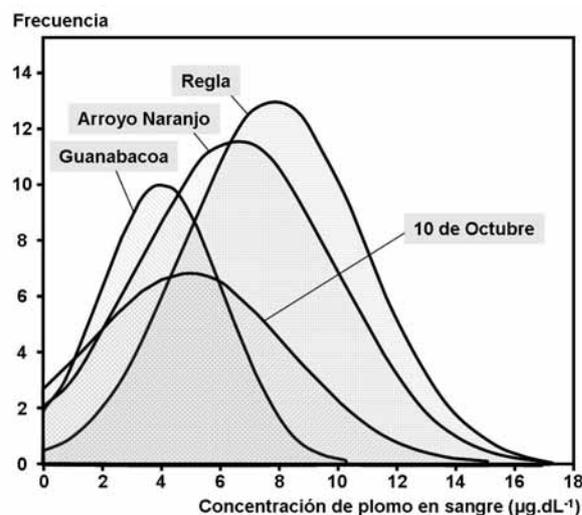


Figura 3
Distribuciones de frecuencias de los valores de la concentración de plomo en sangre por hábito de fumar o no



En relación con el área geográfica de residencia y trabajo de los sujetos estudiados, las diferencias halladas en los resultados de los municipios Regla, 10 de Octubre y Guanabacoa eran de esperar (figura 4), atendiendo a los niveles de contaminación atmosférica reportados por el Centro de Contaminación y Química Atmosférica de La Habana ²⁷ en el año 2003. Sin embargo, en el municipio Arroyo Naranjo los valores de plomo en sangre resultaron relativamente altos (promedio de 6,92 µg.dL⁻¹), teniendo en cuenta que éste es un municipio periférico de la capital cubana de poco desarrollo industrial y, supuesta y consecuentemente, de bajo nivel de contaminación ambiental.

Figura 4
Distribuciones de frecuencia de los valores de la concentración de plomo en sangre por municipio de residencia y trabajo



Si bien los niveles encontrados de plomo en sangre en la población general de la ciudad de La Habana son

hoy relativamente algo más altos que los reportados por algunos estudios en ciudades importantes de países altamente desarrollados, no es menos cierto que son comparables, y en muchos casos hasta inferiores, a los de otros estudios en ciudades importantes de países en desarrollo.

Por otra parte, la Comisión de Biomonitorio Humano de la Agencia Ambiental de la República Federal Alemana, definió en 1999 los llamados 'valores de biomonitorio humano', HBM-I y HBM-II, para el plomo en sangre en adultos de 15,0 y 25,0 µg.dL⁻¹ respectivamente (10,0 y 15,0 µg.dL⁻¹ para mujeres en edad fértil y niños de hasta 12 años de edad) ²¹. Según la Comisión, estos valores representan límites de exposición basados en criterios de salud, siendo el HBM I el valor por debajo del cual no se esperan efectos adversos de salud en la población general de acuerdo con el conocimiento actual, y el HBM II el valor por encima del cual existe la posibilidad de un incremento en el riesgo de efectos adversos. Tomando en cuenta estos criterios, los valores hallados de plomo en sangre en la población habanera tampoco representan un incremento del riesgo. Sólo 4 valores se encuentran por encima de 15 µg.dL⁻¹ y ninguno por encima de 20 µg.dL⁻¹.

No obstante a todo lo anteriormente expresado, se hace necesario, y existe la voluntad y la posibilidad del Estado cubano, de afrontar, a través de sus instituciones científico técnicas, otros estudios más amplios, tanto ambientales como médico biológicos, que permitan conocer con mayor profundidad y precisión los niveles de plomo en sangre en la población cubana en relación con los factores medio ambientales que los determinan, teniendo en cuenta no sólo la salud de la población general y la laboral, sino también, y sobre todo, la de los niños de 0 a 12 años de edad, que son especialmente susceptible a los efectos del plomo y sus compuestos.

En cuanto al establecimiento de valores de referencia nacionales para la evaluación y control de la exposición plúmbica en trabajadores, independientemente de que este estudio se circunscribió solamente a la capital cubana, pudiera emplearse en lo adelante, provisionalmente al menos, el valor de 15 µg.dL⁻¹ como límite superior de la 'normalidad' para la concentración de plomo en sangre en adultos sin exposición conocida al plomo, atendiendo a que, hasta el momento, se ha venido utilizando el valor de 31,8 µg.dL⁻¹, obviamente hoy muy elevado y sin sentido. Por supuesto, para poder ser empleado el nuevo valor, las determinaciones de plomo en sangre deberán realizarse utilizando técnicas analíticas de igual o mayor sensibilidad y precisión que las del método utilizado en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Environmental Criteria 3. Lead. Geneva: WHO; 1977.
2. World Health Organization. Recommended health-based limits in occupational exposure to heavy metals. Technical Report Series N° 647. Geneva- WHO; 1980.

3. World Health Organization. Environmental Criteria 85. Lead - Environmental aspects. Geneva, WHO; 1989.
4. World Health Organization. Environmental Criteria 165. Lead, inorganic. Geneva: WHO; 1995.
5. Ibarra EJ, Martínez M, García E, Triolet A. Estado actual de la atención, investigación y control de la exposición e intoxicación por plomo en Cuba. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 1989;27(4):463-70.
6. García M. Evaluación sanitaria de plomo en aguas en Cuba. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 2000;38(3):179-83.
7. Ibarra EJ, González PJ, Díaz H, Aranda PP, Anceáume T. Contaminación por plomo en la fábrica de acumuladores de Manzanillo. Informe final de investigación. La Habana: Instituto de Medicina del Trabajo; 1983.
8. Ibarra EJ, González PJ, Díaz H, Aranda PP, Anceáume T. Control de la exposición ocupacional a plomo en la fabricación de acumuladores. *Rev Cub Hig Epid* 1986;24(4):493-7.
9. Ibarra EJ, González PJ, Díaz H, Aranda PP, Anceáume T, Duarte O. Contaminación por plomo en talleres de reparación de acumuladores. Informe final de investigación. La Habana: Instituto de Medicina del Trabajo; 1983.
10. Mikheev MI. Towards WHO-recommended occupational exposure limits. *Toxicol Lett* 1995;77:183-7.
11. World Health Organization. Biological monitoring of metals. Geneva: WHO; 1994.
12. World Health Organization. Biological monitoring of chemical exposure in the workplaces. Vol. 1 Geneva: WHO; 1996.
13. Vesterberg O, Alessio L, Brune D, Gerhardsson L, Herber R, Kazantzis G, et al. International project for producing reference values for concentrations of trace elements in human blood and urine - TRACY. *Scand J Work Environ Health* 1993; 19 suppl 1:19-26.
14. 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.
15. Gerhardsson L, Kazantzis G, Schütz A. Evaluation of selected publications on reference values for lead in blood. *Sand J Work Environ Health* 1996; 122:325-31.
16. Cerna M, Spevackova V, Benes B, Cejchanova M, Smid J. Reference values for lead and cadmium in blood of Czech population. *Int J Occup Med Environ Health* 2001;14(2):189-92.
17. 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.
18. 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.
19. Benes B, Spevackova V, Smid J, Cejchanova M, Cerna 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.
20. Symington R, Ibarra EJ, Rojas D, Padrón A, Aranda PP, Pérez ME, Díaz O. Determinación de los niveles normales de diversos indicadores biológicos de exposición a plomo en la población no expuesta de las provincias de La Habana y Ciudad de La Habana. *Rev Cub Hig Epid* 1979-117:219-24.
21. Ewers U, Krause C, Schulz C, Wilhelm M. Reference values and human biological monitoring values for environmental toxins. Report on the work and recommendations of the Commission on Human Biological Monitoring of the German Federal Environmental Agency. *Int Arch Occup Environ Health* 1999;72(4):255-60.
22. 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.
23. 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.
24. Keenan RG et al. The USPHS methods for determining lead in air and in biological materials. *Am Ind Hyg Assoc J* 1963;24:48.
25. Lead in blood. En: National Institute for Occupational Health and Safety. NIOSH manual of analytical methods. 2nd ed. Vol. 1. Cincinnati (OH): US Department of Health, Education, and Welfare; 1977. Method NI P & CAM 102.
26. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 2001 threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH; 2001.
27. Sanz LC. ¿Buenos aires en La Habana? Punto CU / Censuario de Informática y Comunicaciones. N° 6. Enero de 2003. p. 4-5.
28. 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: Ca-

- nadian Centre for Occupational Health and Safety / NIOSH; 1997.
29. Becker K, Kaus C, Lepom P, Chulz C, Seiwer 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.
30. Hussain T, Khan IH, Ali Khan M. Study of environmental pollutants in and around the city of Kahore. I. Determination of lead in blood of various population groups. *Sci Total Environ* 1990;99(1-2):137-43.
31. 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.
-

Recibido: 11 de junio de 2007

Aprobado: 21 de junio de 2007