



Niveles de plomo en sangre de los niños de la corona metropolitana de Madrid

M.^a L. Vázquez García / J. M.^a Ordóñez Iriarte / M. I. Aparicio Madre
Centro Universitario de Salud Pública. Madrid

Correspondencia: José María Ordóñez Iriarte. O'Donnell, 52 - 3.^a planta. 28009 Madrid.

Trabajo financiado por beca F.I.S. 93/908.

Recibido: 30 de diciembre de 1996
Aceptado: 24 de marzo de 1997

(Blood lead levels in children in the metropolitan area of Madrid, Spain)

Resumen

El objetivo del estudio es determinar el nivel de plumbemia de los niños de 7-8 años residentes en la corona metropolitana de Madrid y establecer su relación con diversas variables socioeconómicas, factores de tipo ambiental y hábitos de vida, mediante un estudio transversal con una muestra de 205 niños de 2.º curso de Educación Primaria. Se obtuvieron muestras de sangre venosa que fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica. Las diferentes variables utilizadas fueron obtenidas por un cuestionario autocumplimentado por los padres.

La media de plumbemia fue de 3,9 µg/dl (IC 95% 3,7-4,1), presentando mayor nivel los niños de la zona Norte. Entre los factores asociados a los niveles de plumbemia estaban el hábito de morderse las uñas, el nivel de estudios de la madre y variables relacionadas con la vivienda.

Los resultados sugieren que en la corona metropolitana de Madrid existen bajos niveles de plumbemia en los niños de esta edad.

Palabras clave: Plomo. Niños. Saturnismo infantil.

Summary

The objective is to determine the blood lead levels of the children (7-8 years of age) living in some of Madrid's satellite towns, and to establish links between these levels and different socioeconomic items, life styles and environmental factors, among other variables. A cross-sectional study using a sample based on 205 schoolchildren of Second Grade Primary Education, was undertaken during 1995. Venous blood samples were analysed through atomic absorption spectrophotometry. Parents answered a questionnaire with items used in this study.

The average blood lead level found was 3.9 µg/dl (CI 95% 3.7-4.1), with higher levels among the children of the Northern zone of Madrid. Between the associated factors to blood lead level was found to be the habit of nail biting, mother's studies and some variables associated with habitual dwelling.

We reached the conclusion that the blood lead levels of Madrid's suburban children are low.

Key words: Lead. Saturnism. Children.

Introducción

La elevada ductilidad y maleabilidad han hecho que el plomo haya sido utilizado por el hombre desde la antigüedad, por lo que las concentraciones de plomo en el medio ambiente han crecido conforme ha aumentado su uso. Este aumento se ha hecho más acusado a partir de la Revolución Industrial, y aún más a partir de la introducción del tetraetilo de plomo como aditivo para la gasolina^{1,2}, compuesto que hoy en día ve su uso reducido por la introducción cada vez mayor de la gasolina sin plomo.

La población general está expuesta al plomo procedente de diferentes fuentes, entre las que se encuentran la contaminación del aire, el agua de abastecimiento,

el tabaco, el polvo de las pinturas de las paredes y los recipientes de cerámica deficientemente barnizados, entre otras¹⁻⁵.

El plomo no tiene ninguna función fisiológica, por lo que se puede decir que cualquier cantidad presente en el organismo es reflejo de la polución ambiental⁶. En general, la concentración de plomo en el organismo es más elevada en habitantes de áreas urbanas que en los de áreas rurales^{7,8}, en fumadores que en no fumadores⁹, en hombres que en mujeres^{7,10,11}, y suele ser asociada a las clases socioeconómicas más desfavorecidas¹².

El grupo de población más susceptible a los efectos tóxicos del plomo lo constituyen los niños, debido a que absorben más el plomo tanto a nivel digestivo

como a nivel respiratorio y también retienen una mayor proporción del plomo absorbido^{5,13,14}. Por otro lado, la infancia es la etapa del desarrollo más vulnerable ante los efectos del plomo, especialmente respecto al sistema nervioso¹⁵. Asimismo, las condiciones de insuficiencia nutricional, tan frecuentes y extendidas en las poblaciones infantiles de bajo nivel socioeconómico en los países en desarrollo, son elementos favorecedores en tales grupos de una absorción digestiva aumentada del plomo, así como de una mayor retención de éste por el organismo^{2,5,15}.

Entre los efectos del plomo en la infancia hay que mencionar un cuadro denominado encefalopatía saturnina, cuyos síntomas y signos varían desde cambios psicológicos o conductuales sutiles hasta alteraciones neurológicas graves. Actualmente existe un creciente interés por evaluar detalladamente en los niños el daño neuropsicológico producido por concentraciones bajas de plomo en el organismo^{16,17}. En este sentido, el *Center for Disease Control and Prevention* (C.D.C.) de Atlanta (U.S.A.) ha modificado en varias ocasiones a la baja los umbrales de los niveles plasmáticos tóxicos en la población infantil, estando actualmente situado a 10 µg/dl el máximo aceptable, a partir del cual se recomienda tomar medidas¹⁸.

La Comunidad de Madrid presenta un gran desarrollo urbano-industrial que puede dar lugar a una exposición importante de la población al plomo, lo que hace necesario conocer la magnitud del problema y la situación actual de los niños de la Comunidad de Madrid, determinando el grado de afectación real y los principales factores a los que se encuentra ligado. Para ello, se ha realizado el presente estudio para determinar el nivel de plomo en sangre que presentan los niños de 2.º de Enseñanza Primaria Obligatoria (EPO) que residen en la corona metropolitana de Madrid, y establecer la relación que existe entre los niveles de plomo en sangre con distintas variables socioeconómicas, factores de riesgo de tipo ambiental y de hábitos de vida.

Sujetos y métodos

El diseño y la metodología empleada corresponden a un estudio observacional de corte transversal, donde los sujetos de estudio son el grupo etario de 7-8 años de edad residentes en la corona metropolitana de Madrid. La elección de este grupo etario se basa en la necesidad de contar con población lo más joven posible agrupada en lugares de fácil acceso como son los colegios y que a su vez tengan suficiente edad para permitir conocer el grado de correlación del nivel de plomo en sangre y el rendimiento académico de los niños, objetivo de un estudio más amplio del que este artículo forma parte, y que engloba a la población escolar de toda la Comunidad de Madrid.

La muestra estudiada, 205 niños residentes en la corona metropolitana de Madrid, fue obtenida de un total de nueve municipios elegidos al azar, de donde se eligió aleatoriamente, un colegio público o concertado por cada municipio, a partir de los datos obtenidos en la Delegación Provincial del Ministerio de Educación. Los niños pertenecían al 2.º Curso de Enseñanza Primaria Obligatoria (EPO) del año académico 1994-95.

La captación de los niños se realizó tras el consentimiento de la Dirección de los colegios y de la autorización escrita de los padres. Los niños eran transportados desde el colegio al hospital colaborador (Hospital General Universitario Gregorio Marañón), donde se les efectuaba la extracción de sangre y las exploraciones clínicas y antropométricas. Los padres rellenaban una encuesta autocumplimentada, en la cual se recogían datos sobre hábitos que conllevan algún tipo de riesgo teórico en relación al plomo, tanto de los niños como de los padres, así como datos socioeconómicos y de la vivienda actual de la familia.

Las muestras de sangre eran extraídas de vena cefálica por personal de enfermería y recogidas en tubos de vidrio (Venoject®) estabilizados con heparina de litio, y posteriormente analizadas por medio de espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito, en equipo Perkin Elmer mod. Zeeman/3030 y utilizando corrección de fondo por efecto Zeeman. La precisión media del método para el intervalo entre 2-16 µg/dl es de 1 µg/dl.

Las principales causas de no entrar en el estudio fueron: la no autorización por parte de los padres o tutores, la no asistencia a clase el día de la determinación, o el negarse el escolar a la extracción de sangre en el hospital.

La variable «Nivel de plomo en sangre» requirió una transformación logarítmica (Log_{10}), a fin de homogeneizar la variable y normalizar la distribución. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS PC+. Se empleó la prueba de comparación de medias aritméticas muestrales, usando la prueba basada en la distribución T de Student (T-TEST) en el caso de comparación de dos medias, y la prueba de análisis de la varianza de una vía (ONEWAY) en el caso de comparación de medias múltiples, empleándose las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis cuando las condiciones lo aconsejaban. Se realizó también un análisis de regresión múltiple, en el cual las variables dicotómicas se introdujeron en el modelo como «dummy» (0-1) y las variables no categóricas binarias han sido consideradas como continuas, e introducidas en el análisis con categorización ordinal, es decir, 1, 2, 3, 4..., según se recogieron en el cuestionario. El modelo de análisis de regresión múltiple se obtuvo partiendo de un modelo máximo y utilizando el método «backward», donde se empleó un criterio de exclusión (POUT) de 0,1.

Resultados

Del total de los niños elegibles en los nueve colegios elegidos aleatoriamente, obtenemos una tasa de participación global del 62%, de los cuales 119 (58%) son niños mientras que 86 (42%) son niñas. El mayor peso específico de los 205 niños participantes corresponde a la Zona Este, tal como se observa en la [tabla 1](#), en la que se describen también las variables relacionadas con hábitos de actividad «mano-boca» de los niños, siendo el hábito más frecuente el morderse las uñas seguido de morder o chupar objetos. Sobre el medio ambiente y vivienda actual de los niños hay que resaltar la escasa existencia de viviendas antiguas en la corona metropolitana de Madrid, así como el alto porcentaje de encuestados que señalan haber pintado la casa en los últimos cinco años y que consumen agua del grifo.

La edad media de los progenitores es de 38,1 (D.E. = 0,80) años para los padres (n = 190) y de 35,6 (D.E. = 0,78) años en el caso de las madres (n = 195).

En la [tabla 2](#) se presenta un análisis descriptivo de las variables que reflejan el nivel socioeconómico y cultural en que se desenvuelven los niños, donde hay que destacar el relativamente bajo nivel de estudios alcanzados por la mayor parte de los padres, así como que en la mayoría de las casas el que trabaja es el padre. La variable «tipo de empresa» se ha recodificado según tengan o no riesgo potencial de contacto o exposición al plomo, observándose que la mayoría de los progenitores trabajan en empresas que no entrañan riesgo potencial de exposición a niveles altos de plomo.

El nivel de plomo en sangre obtenido en los 205 niños participantes en el estudio, tiene una media de 3,9 µg/dl (D.E. = 1,69) y una mediana de 4, con un rango que va desde 1 a 10 µg/dl, encontrándose el mayor nivel de plomo en los niños de la Zona Norte con 5,4 µg/dl, donde se localizan dos niños con el nivel más alto de plomo (10 µg/dl), seguidos de la Zona Sur con una media de 4,1 µg/dl ([tabla 3](#)). Se detectan diferencias significativas en las medias del nivel de plomo tanto en el caso de las zonas geográficas como en los municipios.

Los resultados del análisis bivariado se muestran en la [tabla 4](#), donde se observa una asociación significativa entre el nivel de plomo en sangre de los niños y las siguientes variables: morderse las uñas, con mayores niveles en los niños que presentan este hábito; nivel de estudios de la madre, con mayores niveles en aquellas madres con estudios primarios incompletos y las que alcanzaron Bachiller Superior, COU o FP II; tiempo de construcción de la vivienda, con valores máximos en las de menos de cinco años, y una tendencia decreciente conforme más antigua es la vivienda; tiempo de ocupación de la vivienda, con un máximo en el intervalo de ocupación de 1-2 años de antigüedad, y asimismo con una tendencia decreciente según los años de ocupación; por último, la presencia de un gato en

Tabla 1. Características de los niños participantes, de la vivienda y el medio ambiente de la familia

Variables	Frecuencia*	Porcentaje
ZONAS GEOGRÁFICAS		
Norte	22	10,7
Sur	67	32,7
Este	78	38,0
Oeste	38	18,6
SEXO DE LOS ESCOLARES		
Niños	119	58,0
Niñas	86	42,0
ASISTENCIA A GUARDERÍA O PREESCOLAR		
Sí	183	89,3
No	22	10,7
MORDERSE LAS UÑAS		
Sí	90	43,9
No	115	56,1
CHUPARSE ALGÚN DEDO		
Sí	17	8,3
No	187	91,7
MORDER-CHUPAR OBJETOS		
Sí	62	30,2
No	143	69,8
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA		
Menos de 5 años	23	11,3
Entre 5 y 9 años	13	6,4
Entre 10 y 14 años	34	16,7
Entre 15 y 19 años	62	30,4
Entre 20 y 29 años	61	29,9
Entre 30 y 50 años	6	2,9
Más de 50 años	1	0,5
Desconocido	4	2,0
TIEMPO DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA		
Menos de un año	12	5,9
Entre 1 y 2 años	29	14,2
Entre 3 y 4 años	11	5,4
Entre 5 y 6 años	16	7,8
Entre 7 y 8 años	32	15,7
Entre 9 y 10 años	26	12,7
Más de 10 años	78	38,2
SE HA PINTADO LA CASA (últimos 5 años)		
Sí	180	89,1
No	22	10,9
CONSUMO DE AGUA		
Agua del grifo	196	96,1
Agua embotellada/bebidas gaseosas	8	3,9
LUGAR DE JUEGO PREFERENTE		
En casa	109	53,2
En la calle/patio	96	46,8
TIENE EN CASA PERRO/S		
Sí	30	14,7
No	174	85,3
TIENE EN CASA GATO/S		
Sí	15	7,4
No	188	92,6
TIENE OTRO TIPO DE ANIMAL/ES		
Sí	97	47,8
No	106	52,2
TOTAL*	205	100,0*

*Para algunas variables existen desconocidos no especificados en el desglose.

Tabla 2. Datos de los progenitores de los niños participantes en el estudio

Variables	PADRES		MADRES	
	Frecuencia	Porcentaje*	Frecuencia	Porcentaje*
ESTUDIOS REALIZADOS				
Sin escolarización básica completa	44	23,4	58	29,7
Graduado Escolar, EGB, FP1	88	43,8	95	48,7
Bachiller Superior, COU, FP2	29	15,4	24	12,3
Estudios Universitarios	27	14,4	18	9,2
SITUACIÓN LABORAL				
Trabaja activo	178	94,2	56	28,3
No trabaja (paro, invalidez, jubilación, labores del hogar...)	11	5,8	142	71,7
TIPO DE EMPRESA				
Agricultura y ganadería	2	1,1	0	0,0
Construcción	23	12,6	1	0,5
Siderurgia y metales	30	16,5	0	0,0
Servicios y manufacturas	102	56,0	52	26,8
Transporte y energía	10	5,5	0	0,0
Productos químicos	11	6,0	3	1,5
Labores del hogar	1	0,5	136	70,1
Otros	3	1,6	2	1,0
TIPO DE EMPRESA				
Trabajo con riesgo teórico al plomo	74	40,7	4	2,1
Trabajo sin riesgo teórico al plomo	108	59,3	190	97,9
CONSUMO DE TABACO				
Sí fuma	107	56,0	89	46,0
No fuma/ex fumador	84	44,0	104	54,0
TOTAL	205	100,0	205	100,0

*Porcentaje sobre el total de casos para los que se dispone de la información relativa a la variable correspondiente.

Tabla 3. Distribución del nivel de plomo en sangre de los niños participantes distribuidos por zonas geográficas y por municipios de la corona metropolitana. Prueba paramétrica de análisis de la varianza de una vía (ONEWAY)

	N	Media plomo (µg/dl)	Intervalo de confianza (95%)	Rango (µg/dl)	Signif.
TOTAL	205	3,9	(3,7 - 4,1)	1 - 10	
NORTE	22	5,4	(4,2 - 6,5)	2 - 10	
SUR	67	4,1	(3,7 - 4,4)	2 - 8	
ESTE	78	3,3	(3,0 - 3,6)	1 - 7	
OESTE	38	3,9	(3,4 - 4,4)	2 - 8	< 0,0001
S.S. DE LOS REYES	8	3,0	(2,4 - 3,6)	2 - 4	
TRES CANTOS	14	6,7	(5,4 - 8,0)	3 - 10	
FUENLABRADA	23	4,4	(3,7 - 5,1)	2 - 8	
MÓSTOLES	28	3,6	(3,2 - 4,1)	2 - 7	
GETAFE	16	4,3	(5,6 - 5,0)	3 - 6	
TORREJÓN DE ARDOZ	45	3,0	(2,6 - 3,5)	1 - 6	
ALCALÁ DE HENARES	33	3,7	(3,2 - 4,1)	2 - 7	
MAJADAHONDA	20	3,1	(2,4 - 3,7)	2 - 8	
POZUELO DE ALARCÓN	18	4,8	(4,2 - 5,5)	2 - 7	< 0,0001

Tabla 4. Niveles de plomo en sangre según diversas variables

Variable	Grupo	Media Pb (µg/dl)	Significación
Sexo	1- Hombre	4,0	0,130*
	2- Mujer	3,7	
Morderse las uñas	1- Sí	4,2	0,024*
	2- No	3,7	
Chuparse algún dedo	1- Sí	4,3	0,543*
	2- No	3,9	
Morder-chupar objetos	1- Sí	4,1	0,352*
	2- No	3,8	
Lugar de juego	1- Casa	3,8	0,230*
	2- Calle/patio	4,0	
Estudios padre	1- Sin Esc/Est básicos	4,0	0,701**
	2- EGB, FP1	3,7	
	3- BUP, FP2	3,9	
	4- Est. Universitarios	4,2	
Estudios madre	1- Sin Esc/Est básicos	4,2	0,045***
	2- EGB, FP1	3,6	
	3- BUP, FP2	4,3	
	4- Est. Universitarios	3,9	
Situación laboral del padre	1- Trabaja	3,9	0,865*
	2- No trabaja	3,3	
Situación laboral de la madre	1- Trabaja	4,0	0,799*
	2- No trabaja	3,8	
Empresa del padre	1- Con riesgo al plomo	3,8	0,880*
	2- Sin riesgo al plomo	3,9	
Empresa de la madre	1- Con riesgo al plomo	2,5	0,065*
	2- Sin riesgo al plomo	3,9	
Hábito tabáquico del padre	1- Sí fuma	3,8	0,732*
	2- No fuma	4,0	
Hábito tabáquico de la madre	1- Sí fuma	3,7	0,243*
	2- No fuma	3,9	
Tiempo de construcción de la vivienda	1- Menos de 5 años	5,1	0,012**
	2- Entre 5 y 9 años	3,9	
	3- Entre 10-14 años	4,1	
	4- Entre 15-19 años	3,7	
	5- Entre 20-29 años	3,4	
	6- Entre 30-50 años	4,9	
	7- Más de 50 años	2,0	
Tiempo de ocupación de la vivienda	1- Menos de un año	4,6	0,030**
	2- Entre 1 y 2 años	4,8	
	3- Entre 3 y 4 años	3,7	
	4- Entre 5 y 6 años	3,6	
	5- Entre 7 y 8 años	3,7	
	6- Entre 9 y 10 años	3,2	
	7- Más de 10 años	3,8	
Han pintado la casa los últimos 5 años	1- Sí	3,8	0,203*
	2- No	4,4	
Agua de consumo	1- Agua del grifo	3,9	0,955*
	2- Agua embotellada	4,0	
Tiene perro/s en casa	1- Sí	3,9	0,898*
	2- No	3,9	
Tiene gato/s en casa	1- Sí	2,5	< 0,0001*
	2- No	4,0	
Tiene otro tipo de animal	1- Sí	3,7	0,183*
	2- No	4,0	

*Comparación de dos medias por la prueba test de t-Student.

**Prueba paramétrica de análisis de la varianza de una vía ONEWAY.

***Prueba no paramétrica de análisis de la varianza Kruskal Wallis.

la casa está asociado a niveles significativamente menores de plomo.

Realizado un análisis de regresión múltiple con las variables de relevancia biológica, se encuentra un modelo final, con cuatro variables predictivas, que explica un 11% de la variabilidad del nivel de plomo en sangre (log-transformado). Las variables del modelo son coherentes con las encontradas en el análisis simple (tabla 5).

Discusión

El nivel de plomo en sangre observado presenta una media aritmética de 3,9 µg/dl, nivel que se sitúa por debajo de los 10 µg/dl que limitan actualmente la intoxicación por plomo, si bien, se han detectado dos niños con un nivel de plomo en sangre que se encuentra en el límite establecido por el C.D.C. En base a estos resultados se puede decir que los niños de la corona metropolitana de Madrid presentan unos niveles de plomo en sangre que hacen que la exposición al plomo no pueda ser considerada un problema de salud pública infantil en nuestra Comunidad.

Los valores obtenidos son similares a los presentados por otros estudios realizados en el ámbito de la Comunidad de Madrid. Así, en una muestra de 134 niños escolares se obtuvo una media de 3,8 µg/dl¹⁰, aunque en un ámbito geográfico muy delimitado. El nivel de plomo obtenido en los recién nacidos y sus madres fue de 2,5 y 3,5 µg/dl respectivamente¹⁹. Otros estudios han encontrado niveles altos de protoporfirina zinz (PPZ) que se deben principalmente a déficit de hierro, y sólo ocasionalmente, se podría tratar de intoxicación por plomo²⁰, mientras que otros estudios realizan la determinación del nivel de plomo en muestras de cabello, como el realizado en Tarragona a 478 escolares de zonas rural e industrial²¹. También encontramos valo-

Tabla 5. Análisis de regresión múltiple entre los niveles de plomo en sangre (variable transformada logarítmicamente) y diversas variables predictoras (n = 171)

Variabes	Coefficiente de regresión	Significación
Constante (α_1)	0,77	0,000
Morderse las uñas (β_1)*	0,06	0,045
Estudios de la madre (β_2) [#]	-0,03	0,067
Años de construcción de la vivienda (β_3) [#]	-0,03	0,011
Años de ocupación de la vivienda (β_4) [#]	-0,01	0,097
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE	0,33	0,0005

*Categorías de referencia: β_1 sí morderse las uñas

[#]Categorización ordinal: $\beta_2 = 1-4$

$\beta_3 = 1-7$

$\beta_4 = 1-7$

res semejantes, e incluso menores, en Suecia donde se encontraron niveles de plomo en la población infantil de 2,4 µg/dl¹¹, así como en Estados Unidos, donde, tras haber considerado la exposición al plomo como uno de los principales problemas medioambientales relacionados con la salud infantil, presentan en la actualidad una media de 2,5 µg/dl según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHAMES)⁷.

Mayores niveles se observan sin embargo en otras zonas, como pueden ser los 6,9 µg/dl de los niños de Valladolid¹⁵, los 8 µg/dl de los niños de la región de Murcia¹⁴, y sobre todo, los 22 µg/dl de Asturias²¹, y en Galicia, donde niños de Orense en 1982 alcanzaron a tener 26,6 µg/dl¹³. Fuera de España nos encontramos lugares con niveles de plumbemia elevados, como los de México (17,8 µg/dl)²³, en Australia (Cohorte de Port Pirie, 11,6 µg/dl)²⁴, en Arabia Saudí (9,9-14,6 µg/dl)⁸.

Respecto a las variables que resultan asociadas al nivel de plomo de los niños tenemos que el hábito infantil de morderse las uñas puede ser considerado como un hábito de riesgo, ya que al igual que llevarse cosas a la boca proporciona a los niños un mayor nivel de tóxico. Este resultado es homogéneo con el de un estudio realizado en Denver (Colorado)¹², donde se ha encontrado una asociación entre el nivel de plomo de los niños y el hábito de poner objetos en la boca, así como con el hábito de ingerir productos no alimenticios, como es el caso de comer tierra; e incluso en un estudio realizado en México²³ se especifica como una de las principales fuentes de plomo de los niños el hábito de morder lápices.

Uno de los factores más significativamente unidos a los niveles de plomo ha sido el hecho de poseer como mascota a los gatos, encontrándose menor cantidad en los niños que los poseían. No existe una explicación biológica fácil para este hallazgo, que puede ser espúreo, dada la poca cantidad de niños que declararon tener gato en su casa. Sin embargo, algún trabajo realizado en animales de compañía ha encontrado a los citados animales como marcadores de contaminación del medio ambiente circundante, aunque sin relación con el nivel de plomo en sangre de sus dueños²⁵.

Se ha constatado en muchas ocasiones la asociación entre el nivel de plomo presente en la sangre de los niños y el hecho de residir en áreas urbanas o rurales, encontrándose un mayor nivel en aquellos niños que están sometidos a la mayor concentración de plomo ambiental de las ciudades^{7,8,10}. En este estudio se observan diferencias entre los niveles de plomo de los niños de las distintas zonas, presentando mayor nivel de plomo en sangre aquellos niños que habitan en la zona norte de Madrid, no encontrándose a través de los factores controlados en el estudio una causa clara que explique estos resultados. Como explicación a estas diferencias geográficas pueden aventurarse diferentes hipótesis: en primer lugar los problemas de muestreo, ya que la subdivisión de la muestra conlleva estratos con escasos

efectivos; y en segundo lugar, las posibles variaciones en la contaminación atmosférica, dada la importancia que tiene el plomo contenido en el aire dentro de los factores de riesgo de exposición al plomo^{23,26,27}.

La variable «tiempo de construcción de la vivienda», al igual que la variable «tiempo de ocupación de la vivienda», da lugar a un resultado significativo en el análisis de la varianza, y en ambos casos el nivel de plomo en sangre de los niños parece ir de forma inversa a lo esperado, ya que las viviendas de construcción más antigua y las que se han ocupado durante un período de tiempo más amplio, se corresponden con los niños de menor nivel de plomo en sangre. Una explicación puede venir dada por el uso de materiales de construcción antiguos que contienen plomo que, con el paso del tiempo y al correr el agua cargada de sales, van creando una superficie de protección que evita que el plomo se desprenda y pase al agua de consumo y de ahí a los niños, por lo que las viviendas más antiguas pueden ser paradójicamente más seguras a la exposición del plomo por el agua de consumo.

En cuanto al valor de la variable «sexo» de los niños participantes, no se han detectado diferencias significativas en relación al nivel de plumbemia, al igual que en otros estudios^{12,22,23}. Lo mismo ocurre con otras variables como son: «lugar de juego»; «agua de consumo», que en otros estudios¹³ sí han mostrado asociación, así como «tipo de trabajo de los padres» o «el pintado reciente de la casa», variable esta última que puede haber sufrido un sesgo de respuesta por la connotación de falta de limpieza o de cuidados de la casa que conlleva.

Entre las variables del modelo multivariado, destaca el hábito de morderse las uñas, cuya presencia añade por sí sola más de 1 µg/dl de nivel de plomo en sangre de los niños con este hábito. Las variables relacionadas con los edificios mantienen también su importancia, lo que refuerza la impresión de que puedan existir mecanismos de protección del interior de las tuberías con el transcurso del tiempo, del tipo de recubrimientos calcáreos. También, que el mayor nivel educativo de las madres se relaciona con hábitos o estilos de vida protectores para este metal.

Mediante el modelo obtenido en el análisis de regresión múltiple se explica únicamente el 11% de la variabilidad del nivel de plomo en sangre, un valor bastante bajo. Un hecho explicativo de este dato sería que el nivel de plomo en sangre de los niños ha sido contabilizado en unidades enteras, lo que disminuye ligeramente la capacidad de análisis estadístico y existe muy poca variación entre los niños, estando la mayoría de ellos en valores bajos; así como también que casi todas las variables predictivas presentan rangos de variabilidad pequeños.

Entre las limitaciones generales que se pueden atribuir al estudio, tenemos el hecho del tamaño de la muestra, así como la edad de los niños representa-

dos, que cubre un espectro etario muy concreto; también el haber utilizado cuestionarios autocumplimentados, con el posible aumento del porcentaje de respuestas incompletas; la necesidad ética del estudio de tener carácter voluntario, así como el hecho de que en la muestra no están representados los niños que estudian en colegios privados ni los que no están escolarizados.

Agradecimientos

Agradecemos su colaboración a todos los profesionales del Departamento de Pediatría del Hospital G.U. Gregorio Marañón, encabezado por el Doctor I. Villa Elízaga, y al cuerpo de enfermería del citado departamento, así como a la dirección de los colegios participantes y a los padres de los niños por facilitarnos la obtención de datos necesarios para el estudio.

Bibliografía

1. Organización Panamericana de la Salud. Plomo. Criterios de Salud Ambiental 3. Organización Panamericana de la Salud. México: OPS, 1979.
2. Gestal JJ, Aguilar MR, Romani M. Epidemiología de la intoxicación por plomo. *Mapfre Med* 1991;2:239-49.
3. Domínguez M, De la Calle C. El saturnismo en la medicina preventiva actual. *Rev San Hig Pub* 1976;50:79-88.
4. World Health Organization. Lead. Environmental Aspect. Environmental Health Criteria 85. World Health Organization. Geneva, 1989.
5. Corey G. PLOMO Serie Vigilancia 8. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. México: OPS, 1989.
6. Piomellis S. Intoxicación infantil por el plomo en la década de los 90. *Pediatrics* (Ed esp) 1994;37(3):148-50.
7. Brodi DJ, Pirkle JL, Kramer RA, Flegal KM, Matte MT, Gunter EW. Blood lead level in the population. Phase I of the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988 to 1991). *JAMA* 1994;272:277-82.
8. Jarallah JS, Noweir KM, Al-Shammari SA, Al-Saleh IA, Al-Zahrani MA, Al-Ayed MH. Lead exposure among school children in Riyadh, Saudi Arabia: a case-control study. *Bull Environ Contam Toxicol* 1993;50:730-5.
9. Grandjean P, Olsen NB, Hollnagel H. Influence of smoking and alcohol consumption on blood lead levels. *Int Arch Occup Environ Health* 1981;48:391-7.
10. González M. Estudio de elementos traza y variables cognitivas en niños en edad escolar. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 1995.
11. Strömberg U, Schütz A, Skerfving S. Substantial decrease of blood lead in Swedish children, 1978-94, associated with petrol lead. *Occup Environ Med* 1995;52:764-9.
12. Gottlieb K, Koehler JR. Blood lead levels in children from lower socioeconomic communities in Denver, Colorado. *Arch Environ Health* 1994;49:260-6.
13. Collarte MB, Mato J, Rodríguez L, Mora B, Tabares JM, Martinon F y cols. Una investigación sociosanitaria sobre exposición al plomo y saturnismo en la ciudad de Orense. *Rev San Hig Pub* 1982;56:211-61.
14. Guillén A, García-Marcos L, Ñíguez JC, Pérez JJ, Cascales I. Plomo y salud infantil. *An Esp Pediatr* 1993;10:97-100.
15. Redondo MJ, Álvarez FJ, Blanco A. Estudio de la plumbemia en la población infantil con ferropenia. *Med Clin* 1994;102:201-4.
16. Sciarillo WG, Greg A, Farrell KP. Lead Exposure and child behavior. *Am J Public Health* 1992;82:356-60.
17. Goldman LR, Cummins SK. Incluso los niños aventajados presentan déficit intelectuales secundarios a la exposición a bajos niveles de plomo. *Pediatrics* (Ed esp) 1992;34:295-7.
18. Centers for Disease Control. Preventing lead poisoning in young children: a statement by the Centers for Disease Control. Atlanta GA: US Dept. of Health and Human Services, 1991.
19. Ordóñez JM, Aparicio MI, Daponte A, Rodríguez G, Perales R. Plomo en sangre de población materno-infantil de la Comunidad de Madrid. *An Esp Pediatr* 1993;39S55:80-2.
20. Gil MA, Jiménez R, Lasheras ML, Santos M, Rey J. Estudio epidemiológico de los niveles de protoporfirina zinc en escolares. *Acta Pediátrica Esp* 1994;52(2):84-8.
21. Schuhmecher JR, Domingo JL, Llovet JM y cols. Lead in children's hair, as related to exposure in Tarragona province, Spain. *Sci Total Environ* 1991;104:167-73.
22. Rivas JA, Rivas MF, Crespo M. Epidemiología del saturnismo infantil en Asturias. *An Esp Pediatr* 1993;38(5):390-3.
23. Muñoz H, Romieu I, Palazuelos E, Mancilla-Sánchez T, Menses-González F. Blood lead level and neurobehavioral development among children living in México City. *Arch of Environ Health* 1993;48(3):132-9.
24. Baghurst PA, McMichael AJ, Tong S, Wigg NR, Vimpani GV, Robertson EF. Exposure to environmental lead and visual-motor integration at age 7 years: the Port Pirie cohort study. *Epidemiology* 1995;6(2):104-9.
25. Berny PJ, Cote LM, Buck WB. Relationship between soil lead, dust lead, and blood lead concentrations in pets and their owners: evaluations of soil lead threshold values. *Environ Res* 1994;67(1):84-7.
26. Hayes EB, McElvaine MD, Orbach HG, Fernández AM, Lyne S, Matte TD. Long-term trends in blood lead levels among children in Chicago: relationship to air lead levels. *Pediatrics* 1994;93(2):195-200.
27. Bavazzano P, Cotti G. Biological monitoring of lead in the study of urban pollution due to automobile traffic. *Epidemiol Prev* 1994;18:27-34.