

# Plomo y rendimiento intelectual en niños de 6 y 7 años

E. Domènech\*; M. Segura\*; M. Luna\*\*; J. To-Figueras\*\*; J. Corbella\*\*

Barcelona

## RESUMEN

Se estudian los efectos neurotóxicos de la impregnación crónica por tasas bajas de plomo sobre el rendimiento intelectual en niños de 6 y 7 años. Se han examinado 49 niños (16 varones y 33 hembras), pertenecientes a dos escuelas públicas del Vallés Occidental (Barcelona): escuela de EGB de la Universidad Autónoma de Barcelona y escuela municipal «La Sínia» de Cerdanyola.

El material utilizado han sido las piezas de dentición temporal, la escala de inteligencia de WISC y las evaluaciones del trabajo escolar por los maestros. La determinación del plomo depositado en las piezas dentarias se ha efectuado por espectrofotometría de absorción atómica en cámara de grafito y se ha valorado en ppm.

Los niños con niveles de plomo superiores a 9,5 ppm, que superan en dos sigmas a la media de la muestra, obtienen puntuaciones inferiores en todos los ítems de la escala verbal y en 3 de los cinco ítems (figuras incompletas, cubos de Kohs e historietas) de la escala manipulativa del WISC. Las diferencias encontra-

das en las puntuaciones totales de las escalas, tanto verbal como manipulativa, son significativas ( $P < 0,01$ ).

Se sugiere que la impregnación crónica, incluso con niveles bajos de plomo que no llegan a producir alteraciones orgánicas aparentes, puede ser sin embargo suficiente para disminuir el rendimiento intelectual y escolar en el inicio de la etapa de EGB.

**Palabras clave:** Plomo. Neurotoxicidad. Desarrollo cognitivo. Rendimiento escolar.

## INTRODUCCIÓN

El interés creciente por la contaminación ambiental en el ámbito de las ciencias de la salud y del medio ambiente ha hecho resurgir el interés por el estudio del riesgo del depósito de sustancias tóxicas en el organismo. Dentro del grupo de los metales que pueden causar toxicidad, el plomo es uno de los mejor conocidos desde antiguo. En los últimos años los niveles de plomo atmosférico han aumentado notablemente en zonas altamente industrializadas de nuestro planeta y en las grandes concentraciones urbanas.

El efecto tóxico de tasas elevadas de plomo constituye un hecho conocido clásicamente. El

\*Departamento de Psicología de la Salud. Universidad Autónoma de Barcelona. \*\*Departamento de Toxicología, Universidad de Barcelona: Hospital Clínico y Provincial.

cuadro clínico denominado saturnismo con su tríada de cólico seco, parálisis radial y ribete de Burton, puede producirse a partir de la absorción de un mg de plomo diario. Las secuelas de la exposición crónica a niveles altos de plomo sobre la inteligencia y la conducta infantil ya fueron señaladas por Byers y Lord en 1943. En cambio los efectos neurotóxicos de tasas de plomo mucho más bajas, a las que están expuestos actualmente muchos niños, a partir de fuentes muy diversas, son conocidos desde hace mucho menos tiempo y han sido mucho menos estudiados.

Sin embargo, últimamente se han publicado una serie de estudios sobre la exposición a tasas bajas de plomo y desarrollo infantil. Rutter (1980) hizo una revisión de estos trabajos y Smith (1985) analizó los efectuados en población general urbana, es decir en sujetos no expuestos especialmente a una fuente de contaminación. Este autor señala que en 1979 Needleman hizo el primer trabajo de este tipo utilizando una población general.

Ya en 1974, Lansdown et al. aplicaron el test de WISC a una muestra de 157 niños y estudiaron su correlación con el plomo sanguíneo. Los resultados no fueron significativos. Hasta 1980, los resultados obtenidos en los distintos estudios son controvertidos y no permiten sacar conclusiones sino sólo sugerir el efecto negativo del plomo sobre el rendimiento en los tests de inteligencia valorada en cociente intelectual.

En 1982 Needleman et al. analizaron las tasas de plomo de una muestra amplia de niños utilizando como indicador el plomo dental en lugar del hemático. Hallaron resultados más bajos en las escalas de inteligencia en los niños con niveles altos de plomo en dientes. Hacia la misma época Winneke (1983) aplicó una batería neuropsicológica, que incluía el test de WISC, a una muestra de niños y analizó los niveles de plomo; encontró una disminución significativa del cociente intelectual verbal, aunque no del manipulativo en el grupo de niños con niveles elevados de plomo dental. A partir de este momento se consideró que el plomo dental era un buen indicador de la

exposición crónica al plomo ambiental, superior al de los índices de plomo sanguíneo. Desde entonces se han publicado algunos estudios más relacionando el plomo dental con déficit cognitivos en poblaciones generales (Smith et al., 1983, Fergusson et al., 1988).

El objetivo del presente trabajo es el estudio de los posibles efectos neurotóxicos de la impregnación crónica por tasas bajas de plomo sobre el rendimiento intelectual medido en QI en niños de seis y siete años en una zona geográfica de Cataluña.

## MATERIAL Y MÉTODO

### 1. Instrumentos utilizados

El análisis del depósito de plomo se ha efectuado en las piezas dentarias (incisivos y caninos) que caen espontáneamente en los niños de seis y siete años. La determinación del plomo depositado en las piezas dentarias se ha efectuado por espectrofotometría de absorción atómica en cámara de grafito.

Para valorar el rendimiento intelectual se ha utilizado la adaptación española de la escala de inteligencia para niños de WISC (Wechsler, 1976). Esta es la prueba de inteligencia que ha sido más frecuentemente empleada en los estudios sobre plomo y conducta (Lansdown et al., 1983; Marecek et al., 1983; Yule et al., 1981, 1983; Thatcher et al., 1982; Smith et al., 1985). En este estudio se ha aplicado la escala completa, lo que permite obtener un QI verbal, un QI manipulativo y un QI global.

La valoración del trabajo escolar se ha hecho a partir de las evaluaciones de los profesores en las asignaturas de lengua y matemáticas y a partir de la nota global de cada niño durante el curso académico anterior a la recogida de piezas dentarias.

### 2. Muestra seleccionada

La muestra procede de la población de niños de 6 y 7 años de dos escuelas públicas de la comarca del Vallés Occidental (provincia de

Barcelona). Una es la escuela municipal denominada «La Sínia» de Cerdanyola del Vallés; Cerdanyola es una pequeña población industrial situada a quince kilómetros de Barcelona». La segunda es la escuela pública «Bellaterra» ubicada dentro del campus universitario de la Universidad Autónoma de Barcelona; en este colegio el 50% de los alumnos son hijos de profesores y personal de administración y servicios de la UAB y la otra mitad son niños y niñas de Cerdanyola.

La muestra examinada en este estudio está formada por cuarenta y nueve niños, dieciséis varones y treinta y tres hembras de los cursos de primero y segundo de EGB de las dos escuelas mencionadas.

### 3. Procedimiento

Se solicitó la colaboración de los niños a través de sus maestros respectivos. Los niños sabían que daban sus dientes para hacer una investigación en la que ellos participaban. Se prestaron gustosos a la que denominamos «operación ratoncito Pérez». Cada vez que un niño entregaba uno de sus dientes se le administraba de forma individual la escala de inteligencia de Weschler para niños o WISC. El maestro del niño suministraba al mismo tiempo la información sobre las puntuaciones obtenidas por el niño aquel curso en lengua y matemáticas, así como la nota global del curso anterior.

Los dientes eran recogidos en bolsitas de plástico en las que figuraba únicamente el nombre, el sexo y la fecha de nacimiento. Estas bolsas se mandaban al laboratorio de toxicología del Hospital Clínico de Barcelona en donde se hacían los análisis del nivel de plomo en cada diente. Para ello las piezas eran identificadas y pesadas. Se procedió a una digestión en medio ácido (nitríco) y a la determinación mediante técnica de absorción atómica en cámara de grafito. Los resultados obtenidos son del orden de los microgramos/gramo o ppm.

Los datos obtenidos a partir del test de WISC, de los resultados de las evaluaciones

escolares y de los niveles de plomo (este último dato era conocido con posterioridad a la administración de las pruebas) fueron tratados mediante el SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

## RESULTADOS

Los niveles medios de plomo encontrados en esta muestra es de 5,86 ppm con una desviación standard de 3,49.

Para el análisis de resultados se han constituido dos grupos, uno formado por los individuos que tenían un nivel de plomo superior a 6,25 ppm ( $N = 10$ ) y el otro por aquellos sujetos que tenían el nivel de plomo más bajo, inferior a 4,00 ppm ( $N = 14$ ) y se han comparado estos dos grupos. Se han obtenido los resultados siguientes:

1. El grupo ppm  $> 6,25$  proporciona puntuaciones inferiores al grupo ppm  $< 4,00$  tanto en el QI verbal como en el QI manipulativo y en el QI total (figura 1). En el grupo ppm 6,25 se obtienen correlaciones negativas significativas con las tasas de plomo: QV  $r = -0,606$  ( $p = 0,22$ ); QM  $r = -0,644$  ( $p = 0,13$ ); QT  $r = -0,721$  ( $p = 0,01$ ).

2. Considerando los subítems de las escalas los niños con tasas de plomo superiores a 6,25

### Plom i tests

#### 6 i 7 anys

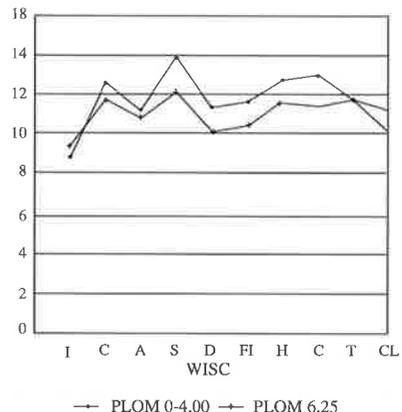


Figura 1

## Plom i WISC

6-7 anys

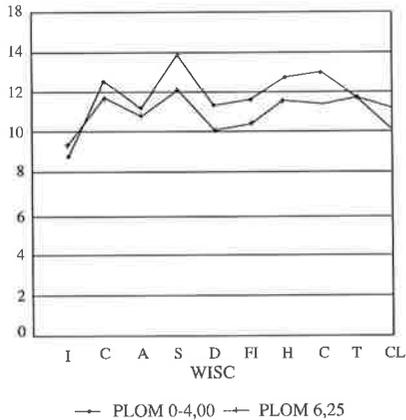


Figura 2

ppm tienen resultados inferiores en cuatro subítems de la escala verbal y en cuatro subítems de la escala manipulativa (figura 2).

De otra parte en el grupo ppm > 6,25 cuatro subítems correlacionan negativamente de forma significativa con el plomo: «información»  $r=-,653$  ( $p=,011$ ); «dígitos»  $r=-,613$  ( $p=,013$ ); «figuras incompletas»  $r=-,540$  ( $p=,046$ ); «cubos de Kohs»  $r=-,585$  ( $p=,028$ ).

3. Se ha estudiado también la correlación entre las tasas de plomo y el rendimiento escolar y se ha comparado el rendimiento en lengua, matemáticas y la nota global del curso anterior de los dos grupos extremos: sujetos con tasas de plomo superiores a 6,25 ppm ( $N = 10$ ) y sujetos con tasas de plomo inferiores a 4,00 ppm ( $N = 14$ ). Se han obtenido correlaciones inversamente significativas con el rendimiento escolar en el grupo de niños con tasas de plomo superiores a 6,25 ppm (tabla I).

## DISCUSIÓN

El empleo de dientes para el análisis de la tasa de plomo tiene la ventaja de reflejar la exposición prolongada del sujeto a la contaminación por este metal. Esta técnica es idónea para los niños de la etapa escolar por ser

Tabla I. Correlaciones entre rendimiento escolar y plomo (6 y 7 años)

Areas	< 04,00		> 06,25	
Lenguaje	$r=-,031$	$p=,933$	$r=-,574$	$p=,032$
Matemáticas	$r=-,071$	$p=,846$	$r=-,586$	$p=,028$
Global	$r=-,075$	$p=,837$	$r=-,759$	$p=,002$

éste el momento de caída espontánea de la dentición temporal. Se ha señalado (Smith, 1985) que el depósito en las distintas piezas dentarias no era uniforme. Este es uno de los motivos por los cuales en este estudio se han utilizado solamente incisivos y caninos tal y como hizo Needleman en uno de sus trabajos (Needleman, 1972).

Los niveles medios de plomo obtenidos en esta muestra se corresponden con la media encontrada en otras poblaciones de Cataluña (Luna, 1988; Corbella et al., 1991). Son ligeramente más altos que los de población escandinava y muy inferiores a los obtenidos en algunos grupos de población de Estados Unidos. La fuente principal de este depósito de plomo se acepta que se debe a su presencia en el medio.

La muestra con la que se ha trabajado es pequeña y está extraída a partir de una pequeña porción de niños escolarizados en la provincia de Barcelona. Si quisiéramos generalizar estos resultados deberíamos trabajar con una muestra mayor y representativa. Sin embargo las diferencias encontradas en los cocientes intelectuales de los niños con tasas altas y bajas de plomo son muy significativas. Sin sacar conclusiones definitivas esto nos sugiere la posibilidad de que el plomo en tanto que contaminante muy expandido en nuestro medio represente un peligro potencial para el desarrollo infantil. De otra parte queremos señalar que a pesar de trabajar con una muestra muy pequeña la mortalidad experimental de nuestro estudio ha sido inexistente puesto que al realizar los exámenes psicológicos dentro del ámbito de las escuelas, se ha podido evaluar a todos los niños que habían proporcionado un diente, sin ninguna excepción, lo que no es frecuente en este tipo de estudios.

Para el análisis de datos se ha utilizado la técnica que consiste en comparar dos grupos extremos. Este método había sido empleado por varios autores en estudios semejantes (Needleman et al., 1979, Winneke et al., 1982, McBride et al., 1982) mientras otros prefirieron utilizar una distribución continua (Thatcher et al., 1982 Harvey et al., 1983.). Consideramos que los dos sistemas son válidos para este tipo de estudios y que lo que varía en cada caso es el tratamiento estadístico.

La relación que hemos encontrado entre los niveles altos de plomo dental y la disminución de rendimiento intelectual había sido sugerida por diversos hallazgos publicados en trabajos anteriores (Needleman, 1979, 1982; Yule, 1981; Thatcher, 1982; Winneke, 1983; Fergusson, 1988).

Se podría objetar que las diferencias encontradas también podrían deberse a variables no controladas tales como el nivel socioeconómico. Needleman en 1979 tampoco controló las variables sociales de su muestra. Y cuando dos años más tarde Yule replicó aquel trabajo y las controló señaló que las diferencias cognitivas entre los grupos de tasas alta y baja de plomo permanecieron. Sin embargo Winneke no controló este tipo de variables en un primer estudio (1979) y sí las controló en un segundo trabajo (1983) concluyendo que al controlar las variables sociales las diferencias entre los grupos persisten, aunque se reducen. De todo ello deducimos que el plomo debe ser un factor pero no el único responsable de las diferencias halladas entre los grupos de niños con niveles altos y bajos de plomo. Sería interesante controlar en un futuro no solamente el status socioeconómico sino también el nivel intelectual de los padres y otros posibles factores responsables del descenso de rendimiento intelectual en los niños con niveles elevados de plomo dental.

## CONCLUSIÓN

Se sugiere que la impregnación crónica, incluso con niveles bajos de plomo que no llegan a producir alteraciones orgánicas apa-

rentes, puede ser sin embargo suficiente para disminuir el rendimiento intelectual en el inicio de la etapa escolar y para producir en consecuencia retrasos de aprendizaje y fracaso en el estudio en los cursos posteriores.

Empieza a existir una cierta conciencia social de los peligros que supone para la población, y especialmente para la población infantil, mantener tasas elevadas de plomo en el medio ambiente, principalmente en el aire que respiran los niños. Este trabajo es una aportación en nuestro país en favor de la demostración de los efectos perniciosos de este metal en la atmósfera de las grandes ciudades y de las zonas industrializadas.

## Bibliografía

- BYERS, R.K. y LORD, E.E.: «Late effects of lead poisoning in young children», *J. Pediatr.* 93: 709-720, 1943.
- CORBELLA, J., LUNA, M., SEGURA, M., PENA, F., DOMÈNECH, E. y TO-FIGUERAS, J.: «Niveles de plomo en piezas de dentición temporal en población de Cataluña». *Rev. Toxicol.*, 8: 211, 1991.
- FERGUSON, D., FERGUSON, J. y HORWOOD, L.: «A longitudinal study of dentine lead levels, intelligence, school performance and behaviour. Part I». *J. Child Psychol. Psychiatr.*, 29: 781-792, 1988.
- FERGUSON, D., FERGUSON, J. y HORWOOD, L.: «A longitudinal study of dentine lead levels, intelligence, school performance and behaviour. Part II». *J. Child Psychol. Psychiatr.*, 29: 793-809, 1988.
- FERGUSON, D., FERGUSON, J. y HORWOOD, L.: «A longitudinal study of dentine lead levels, intelligence, school performance and behaviour. Part III». *J. Child Psychol. Psychiatr.*, 29: 811-824, 1988.
- HARVEY, P., HAMLIN, M. y KUMAR, R.: «The Birmingham blood lead study». Paper presented at the Annual Conference of the British Psychological Society, York, April, 1983.
- Behaviour and intelligence: a population study. *Lancet*, i: 538-541, 1974.
- LANDSDOWN, R.G., YULE, W., URBANOWICZ, M.A. y MILLAR, I.B.: «Blood lead, intelligence, attainment and behaviour in school children: overview of a pilot study». En: *Lead versus health* ed. M. Rutter & R.R. Jones. Chichester, England: John Wiley, 1983.
- LUNA, M.: «Aportación al conocimiento de las piezas dentarias como órgano de depósito de metales». Tesis de doctorado. Universidad de Barcelona, 1988.
- MARECEK, J., SHAPIRO, I., BURKE, A., KATZ, S. y HEDIGER, M.: «Low-level lead exposure in childhood influences neuropsychological performance». *Arch. Environm. Health*, 38: 355-359, 1983.

- MCBRIDE, W.G., BLACK, B.P. y ENGLISH, B.J.: «Blood lead levels and behaviour of 400 preschool children». *Med. J Aust.*, 2: 26-29, 1981
- NEEDLEMAN, H., TUNCAY, O. y SHAPIRO, I.: «Lead levels in deciduous teeth of urban and suburban american children». *Nature*, 235: 111-112, 1972.
- NEEDLEMAN, H., GUNNOE, CH., LEVITON, A. et al.: «Deficits in psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels». *The New England Journal of Medicine*, 300: 689-695, 1979.
- NEEDLEMAN, H.: «The neurobiological consequences of low lead exposure in childhood». *Neurobehav. Toxicol. Teratol.*, 4: 729-732, 1982.
- RUTTER, M.: «Raised lead levels and impaired cognitive/behavioural functioning: a review of the evidence». *Develpm. Med. Child Neurol.* (Suppl.) 22, 1980.
- SMITH, M.: «Recent work on low level lead exposure and its impact on behavior, intelligence and learning: A review». *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatr.*, 24, 1: 24-32, 1985.
- SMITH, M., DELVES T., LANSDOWN, R., CLAYTON, B. y GRAHAM, P.: «The effects of lead exposure on urban children: The Institute of Child Health, Southampton Study.» *Develpm. Med. Child Neurol.* (Suppl.) 47-25, 1983.
- THATCHER, R., LESTER, M., McALASATER, R. y HORST, R.: «Effects of low levels of cadmium and lead on cognitive functioning in children». *Arch. Environment Health*, 37: 159-166, 1983.
- WESCHLER, D.: Escala de inteligencia de Weschler para niños. Madrid, traducción y adaptación española de TEA, 1976.
- WINNEKE, G.: «Neuropsychological studies in children with elevated tooth lead levels». Paper presented at Conservation Society Symposium on Toxic Effects of Environmental lead, London, 1979.
- WINNEKE, G., BROCKHAUS, A., HEDINA, K., et al. «Neuropsychological comparison of children with elevated tooth-lead concentrations». *Int. Arch. Occupat. Environment. Health* 51: 231-252, 1983.
- YULE, W. y LANSDOWN, R.G.: «Blood lead concentrations in school age children, intelligence, attainment and behavior». Paper presented at the Annual Conference of the British Psychological Society, York. April, 1983.
- YULE, W., MILLAR, I.B. y URBANOWICZ, M.A.: «The relationship between blood-lead concentrations, intelligence and attainment in a school population: a pilot study». *Devlpm. Med. Child Neurol.*, 1981; 23: 567-576.