
Efectos de la Intoxicación por Plomo en Niños Escolares

Effects of Lead Intoxication on School Children

Mayra C. Ochoa,* María Félix Rivera** Ivette C. de Díaz*** Heike Hesse*.

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue determinar las características nutricionales, psicológicas y neurofisiológicas en escolares con niveles tóxicos de plomo en sangre para establecer la magnitud del problema. Los niños fueron seleccionados de estudios epidemiológicos de niveles de plomo séricos distribuyéndolos en dos grupos cuyas características fueran: escolares de escuelas públicas de Tegucigalpa, de 6 a 8 años de edad, y nivel socioeconómico similar. Los grupos fueron conformados así: Grupo 1) niños con niveles séricos de plomo mayores o iguales a 10 ug/dl (niños casos) y Grupo 2) niños con niveles séricos de plomo menores o iguales a 2.9 ug/dl (niños controles). Se realizó examen clínico y físico, hematológico completo, test de inteligencia con la escala Weschler y potenciales evocados somatosensoriales. La muestra fue de 22 niños: 11 niños casos y 11 niños controles. En los resultados, los niños con niveles tóxicos de plomo

mo presentaban menor estatura, menor desempeño en la escala verbal de coeficiente intelectual y un mayor tiempo de conducción en la zona registrada por N20-P22, área asociativa cerebral ($p=0.041$). La hemoglobina, la velocidad de conducción periférica y el tiempo de conducción del sistema nervioso central de N9 a N20, no fueron diferentes significativamente entre los dos grupos.

Palabras Clave: Escolares, Plomo, Coeficiente Intelectual, Potenciales Evocados Somatosensoriales.

SUMMARY. The aim of this work was to determinate the nutritional psychological and neurophysiological characteristics in elementary school children with toxic blood lead levels in order to establish the magnitude of the problem. The children were selected from epidemiologic studies of blood lead levels distributing them in two groups whose characteristics were: scholars of public schools of Tegucigalpa, 6 to 8 years of age and similar socioeconomic level. The groups were conformed as follows: Group 1) children with blood lead levels higher or equal to 10 ug/dl (case children) and Group 2) children with blood lead levels lower or equal to 2.9 ug/dl (control children).

Instructoras de Investigación, Laboratorio de Neurofisiología, Dpto. de Fisiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Profesora Titular, Laboratorio de Neurofisiología, Dpto. de Fisiología, Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Psicóloga Asistencia!, Centro Odontopediátrico y Detección de Otras Patologías (CODOPA), Ministerio de Salud Pública.

Clinical and physical exams were practiced, with complete hematological testing, an intelligence test with the Weschler scale and somatosensory evoked potentials. The sample was 22 children: 11 cases and 11 controls. In the results, the children with toxic lead levels presented lower height, lower performance in the verbal scale of the intellectual coefficient and a higher conduction time in the zone registered by N20-P22, associative cerebral area ($p= 0,041$). The hemoglobin, the peripheral conduction velocity and the central nervous system conduction time of N9 to N20 were not significantly different between the two groups.

Key wards; Elementary School Children, Lead, Intellectual Coefficient, Somatosensory Evoked Potentials.

INTRODUCCIÓN

El plomo es uno de los metales contaminantes de nuestro ambiente, causante de una variedad de efectos tóxicos, correlacionables según los niveles sanguíneos.¹⁻¹ La exposición a plomo inorgánico (vía pulmonar o digestiva) durante los primeros años de vida, puede producir daños duraderos en la función cerebral. En etapas tempranas de la vida existe una mayor capacidad de absorción de plomo y más susceptibilidad a sus efectos tóxicos debido a la densidad de las conexiones sinápticas cerebrales que se están llevando a cabo.³

En los últimos años, estudios a nivel mundial han encontrado daños en el organismo a niveles bajos de plomo por lo que se han redefinido los niveles tóxicos de plomo en sangre de 25ug/dl a 10ug/dl. Así, se ha demostrado que niveles séricos entre 5 y 9 ug / dl dan como resultado reducción del coeficiente intelectual, disminución de la agudeza auditiva, retraso del desarrollo psicomotor y disminución del crecimiento; 10 ug/dl hasta 70 ug/dl producen anemia, disminución del metabolismo de la vitamina D y disminución de la velocidad de conducción nerviosa periférica; niveles superiores a 70ug/dl producen nefropatía, encefalopatía, coma y la muerte.²⁻⁶ En países desarrollados es considerado como un problema de salud pública, no así en países en vías de desarrollo donde pocas son las investigaciones que se tienen.⁷⁸

En Honduras, en 1995, se efectuó un muestreo en aire del área urbana de Tegucigalpa, encontrando en varios sitios niveles de plomo hasta de 8.96ug/m³ más alto de lo permisible (2.5ug/m³) y un estudio de prevalencia de niveles de plomo en sangre en niños escolares en la misma área donde se encontró que el 2.7% de ellos tenían niveles tóxicos.⁹⁻¹⁰ Por lo tanto, se decidió hacer un estudio en niños escolares con niveles tóxicos de plomo con el objetivo de determinar las características nutricionales, psicológicas y neurofisiológicas y así establecer un indicador de la magnitud del daño en la población escolar, para la toma de decisiones que vayan dirigidas a la solución del mismo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio de tipo caso-control se realizó en el período comprendido entre junio de 1995 a marzo de 1996. Los niños se seleccionaron del estudio de prevalencia antes mencionado y de la escuela de la aldea Las Casitas de Tegucigalpa, cercana a una fábrica de baterías. Se distribuyeron en dos grupos aparejados de acuerdo a la edad (edad en años $\pm$ 12 meses) y el nivel socioeconómico según la escala de Graffar modificada, conformados así: Grupo 1: 20 niños con niveles séricos tóxicos de plomo mayores o iguales a 10 ug/dl, definido como niños casos. Grupo 2: 20 niños con niveles séricos de plomo menores o iguales 2.9 ug/dl definido como niños controles. Las mediciones de los niveles de plomo en sangre se realizaron en el Laboratorio Paez de la ciudad de San José, Costa Rica con la técnica de Espectrometría de Absorción Atómica. El nivel socioeconómico se estratificó según el índice de Graffar modificado que incluye índice de vivienda (materiales de construcción, disposición de excretas y agua), escolaridad y ocupación del Jefe de hogar.¹¹ A los niños seleccionados se les realizó un examen clínico y físico, estudio hematológico completo y se les practicó un test de inteligencia con la escala Weschler para escolares (WISC) y potenciales evocados somatosensoriales de miembros superiores.

Para clasificar el crecimiento se utilizaron parámetros propuestos por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) para niños mayores de cinco años y aceptados por el Centro Nacional de Estadística para la Salud de Estados Unidos de América (NCHS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS),

donde estima: retardo moderado del crecimiento, talla entre -2 y -2.9 desviaciones estándar (DE); y retardo severo, igual o menos de -3 DE.¹²

La anemia se clasificó según la hemoglobina y de acuerdo a la edad de la siguiente manera: Normal: igual o mayor de 12.0 gr/dl. Leve: 11.0 -11.9 gr/dl. Moderada: 7.0 -10.9 g/dl, Severa: menor de 7.0 gr/dl.¹³

Para la obtención del coeficiente intelectual (CI), se aplicó la escala de inteligencia de Weschler para el nivel escolar (WISC), la cual tiene dos subescalas: una verbal y otra de ejecución. La aplicación de la prueba se realizó según estándares para niños hondureños.¹⁴

En la valoración neurofisiológica, se les midió la velocidad de conducción nerviosa periférica y el tiempo de conducción del sistema nervioso central, mediante la técnica de los potenciales evocados somatosensoriales (SEP's) del nervio mediano. El tiempo de conducción del sistema nervioso central (TC) fue medido como la latencia interpico de N9 a N13; N13 a N20; N9 a N20 y

N20 a P22 como se observa en la Figura No. 1. La velocidad de conducción periférica (VCP) fue clasificada como la distancia en metros medida entre el electrodo de estímulo y el de registro a nivel de N9 (punto de Erb) dividida entre la latencia de N9 (tiempo en segundos). La medición y análisis de las ondas registradas en los SEP's de los niños de ambos grupos se realizó a ciegas.^{15, 16}

En el análisis estadístico se utilizó t de Student con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Un total de 22 niños consiguió completar el estudio distribuidos de la siguiente manera: 11 en el grupo de niños casos y 11 en el grupo de niños controles. El resto de los niños seleccionados por poca disponibilidad del tiempo de los padres y por la escasez de recursos económicos para desplazarse no terminaron el estudio y no se logró reemplazarlos.

La media de los niveles de plomo en los niños casos que finalizaron el estudio fue de 12.74 ± 2.21 Desviación Estandar (DE) y en los niños controles 1.35 ± 0.80 IDE. La media de edad de los niños controles fue de 6.91 años ± 1.22 IDE, y para los niños casos 7.08 años ± 1.24 IDE ($p = 0.738$). El total de niños controles tenía un crecimiento adecuado y en el grupo de niños casos el 50% tenían algún grado de desnutrición crónica (talla/edad, cuyas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p = 0.0025$) como se observa en el cuadro No.1. Con respecto al hematológico, la anemia leve se encontró en mayor porcentaje en los niños casos (45%) que en los niños controles (18%), sin embargo las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0.843$). No se encontró niños con anemia moderada o severa en ninguno de los dos grupos como se presenta en el cuadro No.1.

Al evaluar el coeficiente intelectual (CI), se encontró un promedio en el CI verbal para los niños casos de 94 puntos, y 105.09 puntos para los niños controles, estableciéndose una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.013$). En el CI de ejecución y en el CI total los grupos no fueron estadísticamente diferentes ($p = 0.521$ y 0.359 , respectivamente), como se muestra en el cuadro No. 2.

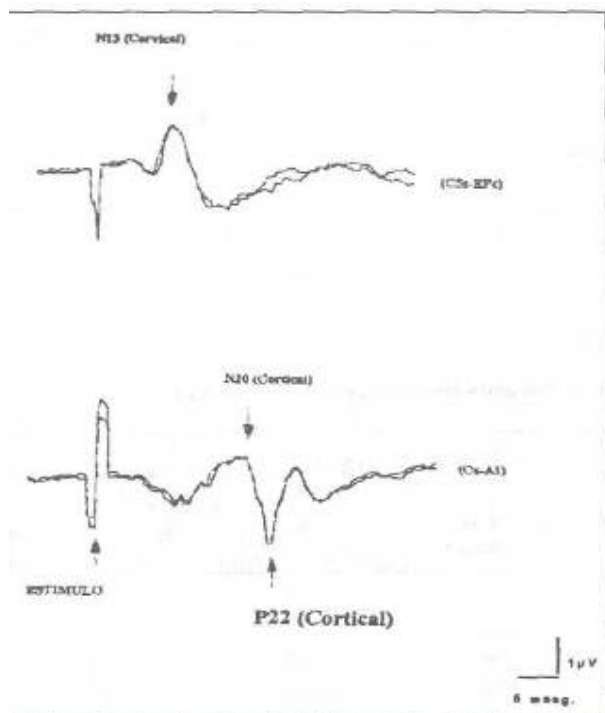


Figura. 1 El Tiempo de Conducción Central (TC) se midió como la latencia interpico entre N13 (potencial cervical estacionario) y N20 (activación de corteza sensitiva primaria), y entre N20 y P22 (Corteza Asociativa).

En relación a la velocidad de conducción periférica (VCP) no observamos diferencia significativa entre ambos grupos (ver cuadro No.3). En cuanto al tiempo de conducción del tallo cerebral registrado a través de N9-N20, existe una tendencia a ser más lenta la conducción en los niños controles pero las diferencias no son estadísticamente significativas ($p=0.632$). En contraste, las diferencias fueron significativas entre los dos grupos ($p=0.041$) al medir el tiempo transcurrido entre N20 y P22 conducción a nivel cortical entre lóbulo parietal y frontal (área asociativa), como se muestra en el cuadro No.3.

DISCUSIÓN

Los niveles de plomo que tenían los niños estudiados no fueron muy altos pero si lo suficientemente tóxicos para encontrar algunas manifestaciones como se esperaba. A partir de los daños que causa el plomo informados en la literatura mundial, se analizaron variables antropométricas y hematológicas. Aún cuando la población estudiada tenía nivel socioeconómico similar, en los niños con niveles tóxicos de plomo hemos encontrado una mayor incidencia de retardo del crecimiento. Aunque este problema tiene multicausalidad debe tomarse como posible factor contribuyente o interviniente la acumulación crónica del plomo en el organismo ya que algunos estudios han demostrado los medios en que se produce el retardo en el crecimiento.

Características	Niños Casos n=11		Niños Controles n=11	
	No.	%	No.	%
Estado nutricional (talla/edad)*				
Crecimiento normal	5	45.5	11	100
Retardo moderado del crecimiento	5	45.5	0	0
Retardo severo del crecimiento	1	9	0	0
TOTAL	11	100	11	100
Niveles de hemoglobina*				
≥ 12.0 g/dl (normal)	6	55	9	82
11.9 - 10.0 g/dl (anemia leve)	5	45	2	18
TOTAL	11	100	11	100

* t de Student, *p = 0.025, *p = 0.970.

Cuadro N° 2
Comparación de los promedios del coeficiente intelectual (WISC) entre los niños casos y los niños controles

Coeficiente Intelectual (WISC)	Promedios		p*
	Niños Casos n=11	Niños controles n=11	
Verbal	94.00	105.09	0.013
Ejecución	97.25	93.0	0.521
Total	95.08	99.55	0.359

* t de Student.

Cuadro N° 1
Comparación del Estado Nutricional (Talla/Edad) y Niveles de Hemoglobina entre niños casos y niños controles.

Cuadro No.,3

Comparación de los tiempos de Conducción Nerviosa Central entre niños casos y niños controles.

Variables	Niños Casos n=11		Niños Controles n=11		p*
	Tiempo de Conducción	1DE	Tiempo de Conducción	1DE	
N9-N13	1.85ms	± 0.6	1.71 ms	± 0.7	0.632
N13-N20	6.23ms	± 0.69	6.62ms	± 0.54	0.199
N9-N20	8.14ms	± 1.17	8.26ms	± 0.69	0.730
N20-P22	2.57ms	± 0.4	2.03ms	± 0.53	0.041
VCP	53.71ms	± 3.98	54.84ms	± 4.52	0.730

* t de Student.

Dichos trabajos muestran una correlación inversa entre los niveles de plomo en sangre y los niveles de vitamina D, la cual es responsable en gran parte de la homeostasis del calcio intra y extra celular, por lo que es probable que el plomo interfiera en la maduración de las células óseas y por ende en el crecimiento. Además, el plomo interfiere en la forma hormonal de vitamina D, lo cual afecta procesos como la maduración celular y el crecimiento del esqueleto. Al igual, un estudio reportó disminución del peso y la talla en recién nacidos, hijos de madres que vivían en las cercanías de una fábrica de baterías donde aproximadamente por cada 10 ug/dl de plomo en sangre materna, disminuía el peso al nacer de 58 a 60 gr.^{2,6}

En nuestro estudio se muestra una tendencia a que los niños casos presenten en mayor porcentaje anemia en comparación con el grupo de niños controles, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Probablemente se necesitan niveles tóxicos de plomo más altos para producir efectos directos sobre la biosíntesis de heme, como está informado, estableciéndose un círculo vicioso siendo favorecido por el hecho que los niños con anemia, presentan una mayor capacidad de absorción de plomo.^{2,6}

Se observó en éste estudio un menor desempeño en la sub-escala verbal del coeficiente intelectual (CI) por parte de los niños con niveles tóxicos de plomo (niños casos) el cual ha sido descrito en la literatura como una de las primeras manifestaciones de toxicidad. Estos estudios han demostrado que niños menores de 2 años con niveles entre 5 y 10 ug/dl de plomo en sangre, en el seguimiento hasta los 5 años de edad, mantuvieron un déficit en el desarrollo neurológico así como bajos puntajes en el coeficiente intelectual. La toxicidad del plomo a bajos niveles se estaría limitando a alteraciones en funciones más finas, como las cognitivas o conductuales memoria, tiempo de reacción y concentración. Sin embargo, el Centro de Control de las Enfermedades de Atlanta, Georgia, U.S.A. (CDC) no ha establecido aún un umbral para la relación CI-Pb.^{2,4,6,17,18}

Investigaciones realizadas en niños y en trabajadores expuestos con altos niveles, encontraron disminuida la velocidad de conducción nerviosa tanto la central como periférica. En nuestra investigación no encontramos diferencia significativa en la VCP o en el TC del sistema nervioso central entre los niños controles y los niños con niveles tóxicos, como único hallazgo importante fue

el retardo en la conducción del sistema nervioso central entre N20 y P22 donde las diferencias fueron estadísticamente significativas entre los dos grupos. Ambos componentes registran la conducción entre lóbulo parietal y frontal considerada como un área asociativa cerebral, lo que amerita estudios más profundos.^{19,22} Si los niños se mantienen con déficit nutricional son más susceptibles a los daños que puede causar el plomo especialmente en el cerebro, y por ende más susceptibles para presentar problemas en el aprendizaje, repitencia escolar y sus consecuencias en un futuro.^{11,13}

En vista de todo lo anterior, este estudio lleva como finalidad llamar la atención de médicos y pediatras que en su consulta lo tengan en cuenta como una posible causa de las manifestaciones anteriormente mencionadas así como motivarse a la realización de otras investigaciones que logren dar un mayor conocimiento sobre este problema y de los entes gubernamentales y no gubernamentales para que definan políticas y a la población en general que tomen medidas, en cuanto a la erradicación del plomo del ambiente.

AGRADECIMIENTO. Agradecemos al Dr. Dennis Padgett Moneada por la revisión crítica del manuscrito. A Swiss-Contac y el Programa Ecológico para Centromérica (PROECO) por su apoyo. Al Dr. Samuel Maldonado por habernos proporcionado el material bibliográfico.

REFERENCIAS

1. Rosen J. F. Adverse health effects of lead at low exposure levels: trends in the management of childhood lead poisoning. *Toxicology* 1995; 97:11-17.
2. Lead Toxicity. A.T.S.D.R. U.S. Department of Health and Human Services. Revised september 1992,1-29.
3. Feldman R.G., White R.F. Lead neurotoxicity and disorders of learning. *J Child Neurol* 1992, 7: 354-9.
4. Davis M. Risk. Assessment of the developmental neurotoxicity of lead. *Neurotoxicology* 1990; 11:285-292.
5. Needleman H. L. The future challenge of lead toxicity. *Environmental Health Perspectives* 1990;89: 85-89.
6. Mushak P., Davis M., Crocetti A., and Grant L. Prenatal and postnatal effects of low-level exposure: integrated summary of a report to the U.S. Congress on childhood lead poisoning. *Environmental Research*, 1989; 50:11-36.
7. Valdes - Bolaños E. Intoxicación por plomo en Niños. *Bol. Med. Hosp. Infantil. Mex.* 1975; 32:399-409.

8. Carvalho F.M., Silvany-Neto A.M., Tavares T.M., Lima M.E.C., Waldron H.A. Lead poisoning among children from Santo Amaro, Brazil. PAHO Bulletin 1985; 19:165-75.
9. Niveles de Plomo en Aire en Tegucigalpa M.D.C. Centro de Estudios y Contaminantes. CESCO. Ministerio de Salud Pública. Honduras.
10. Rivera M.E. Prevalencia de la intoxicación por plomo en escuelas públicas de Tegucigalpa. Rev Med Hond 1997; 65: 51-55.
11. Alvarez M. de la L., Muzzo S., Ivanovic D. Escala para medición del Nivel Socioeconómicos en el Área de la Salud. Rev. Med. Chile 1985; 113:243-249.
12. Parrillon D., Valverde V., Delgado H. Newman B. Distribución Político Administrativa del Estado Nutricional según Censo de Talla en Niños Escolares de Primer Grado en Panamá. Archivos Latin Nutrición 1981; Vol XXXVIII :42-54.
13. Anemia. Prescripción, UNICEF. Diciembre 1993,1-13.
14. Rodríguez A. M. de, González G. B. de. Coeficiente Intelectual. Normas Hondureñas de la Escala de Weschler para Nivel Escolar (WISC). Tesis de Grado,1982.
15. >Erwin W. Guidelines for Evoked Potenciáis. American Electroencephalographic Society 1992; pp: 7-14, 41-46.
16. Mejía J.R., Rivera M.F., Hesse H., Sánchez J.F. Estudio normativo de conducción nerviosa utilizando potenciales evocados somatosensoriales en adultos hondureños. Rev. Med. Hond. 1996; 64: 3-8.
17. Feldman R.,White R. Lead Neurotoxicity and Disorders of Learning. Journal of Child Neurology 1992; 7: 354-9.
18. Pérez-Zapata A.J., Thomas G., Daily S. Neurocomportmental disorders in an urban population exposed to lead. J Toxicol Clin Exp 1991; 11:169-74.
19. EI-Khateeb I., Abdul-Razzak B., Moosa A. Auditory brainstem responses (ABR) in children ^T.vith neurological disorders. Brain Dev. 1998;10: 243-8.
20. Chen Z.Q., Chan Q.I., Par C.C., Qu J.V. Peripheral nerve conduction velocity in workers occupationally exposed to lead. Scand. J. Wcrk. Environ. Health 1985;11. (Suppl):26-8.
21. Araki S., Murata K., Aono H. Subclinical cervicospino-bulbar effects of lead: A study of short-latency somatosensory evoked potentials in workers exposed to lead, zinc and toppe. Am. J. Ind. Med. 1986;10:163-175.
22. Lille F, Hazemann P, Garnier R, Daily S. Effects of lead and mercury intoxication on evoked potentials. Clinical Toxicology 1988;6:103-116.
23. Brown J.L., Pollit E. Malnutrition, poverty and intellectual development. Scientific American 1996; 26-31.

*"El hombre realmente valiente sabe que hay cosas
a las cuales debe temerse más que a la misma muerte:
la injusticia, el incumplimiento del deber, la contradicción
consigo mismo."*

Sócrates.