

NIVELES DE PLOMO SANGUÍNEO EN RECIÉN NACIDOS DE LA OROYA, 2004-2005

Godofredo Pebe^{1,a}, Hugo Villa^{1,b}, Luis Escate^{2,at}, Gonzalo Cervantes^{1,a}

RESUMEN

Objetivo. Determinar los niveles de plomo en sangre de los recién nacidos (RN) de menos de 12 horas de vida, en la ciudad de La Oroya. **Material y métodos.** Estudio descriptivo, transversal y prospectivo realizado entre junio de 2004 a junio de 2005 de una muestra de recién nacidos (RN) de La Oroya, se usó un cuestionario para la madre gestante y se determinó los niveles de plomo en sangre venosa (2 mL) utilizando la espectrofotometría por absorción atómica con llama de aire de acetileno. Los valores se expresan en microgramos de plomo por decilitro de sangre ($\mu\text{g}/\text{dL}$). **Resultados.** Se evaluó 93 RN; el nivel promedio de plomo en sangre fue de $8,84 \pm 0,57 \mu\text{g}/\text{dL}$. El 75,3% (70/ RN) tuvo niveles de plomo en sangre entre 6 a $10 \mu\text{g}/\text{dL}$, y 24,7% (23 RN) tuvo más de $10 \mu\text{g}/\text{dL}$. Los RN de madres que viven en La Oroya Nueva tienen menos niveles de plomo que los que viven en La Oroya Antigua ($p=0,002$). **Conclusiones.** Los RN de la ciudad de La Oroya presentan elevados niveles de plomo en sangre, por lo que se requiere iniciar programas de prevención en las madres gestantes para evitar futuros daños a la salud de los recién nacidos.

Palabras clave: Contaminación ambiental; Intoxicación por plomo; Salud ambiental; Perú (fuente: DeCS BIREME).

BLOOD LEAD LEVELS IN NEWBORNS FROM LA OROYA, 2004-2005

ABSTRACT

Objective. To determine blood lead levels in newborns less than 12-hours of life, in La Oroya. **Material and methods.** A descriptive, cross-sectional, and prospective study performed between June 2004 to June 2005 in a sample consisting in newborns in La Oroya. A questionnaire was administered to pregnant women and lead levels were determined in a sample of venous blood (2 mL) using atomic absorption spectrophotometry with an air-acetylene flame. Values are expressed in micrograms of lead per deciliter of blood ($\mu\text{g}/\text{dL}$). **Results.** 93 newborns were assessed, average blood lead contents was $8.84 \mu\text{g}/\text{dL}$ (SD: 0.57). 70 newborns (75.3%) had blood lead levels between 6 and $10 \mu\text{g}/\text{dL}$, and 23 (24.7%) had more than $10 \mu\text{g}/\text{dL}$. Newborns from mothers living in La Oroya Nueva (the new city) have blood lead levels lower than those from mothers living in La Oroya Vieja (the old city) ($p= 0.002$). **Conclusions.** Newborns in La Oroya have high blood lead levels, so it is necessary to initiate prevention programs in pregnant women in order to prevent deleterious health outcomes in newborns.

Key words: Environmental pollution; Lead poisoning; Environmental health; Peru (source: MeSH NLM).

INTRODUCCIÓN

El plomo se ha explotado y procesado desde hace muchos siglos y su dispersión aumentó en el medio ambiente a partir de su industrialización. La persistencia en el medio ambiente del plomo y otros contaminantes han contribuido a la contaminación de la biosfera⁽¹⁾. La exposición al plomo y la consecuente intoxicación constituyen un problema de salud pública en todo el mundo, particularmente en los países en desarrollo, siendo la población infantil la más susceptible^(1,2).

Este metal tóxico no tiene ninguna función fisiológica conocida en los seres humanos, por lo que el nivel plasmático ideal debería ser cero. El envenenamiento por plomo afecta múltiples sistemas del organismo humano, en especial el nervioso central y periférico, hematopoyético, renal, endocrino, óseo, gastrointestinal y cardiovascular⁽¹⁻³⁾.

En los niños, las manifestaciones más precoces de afectación por el plomo se presentan con niveles incluso menores a los $10,0 \mu\text{g}/\text{dL}$, fundamentalmente déficit de atención, trastornos de aprendizaje y de conducta, retardo del desarrollo psicomotor, en

especial de la coordinación visomotora, el equilibrio, disminución del cociente de inteligencia que puede llegar al retraso mental, trastornos del desarrollo físico y puede en niveles mayores de plomo, llegar a producir trastornos de la audición^(4,5).

Se ha documentado que el plomo constituye un factor de riesgo para aborto espontáneo, bajo peso al nacer y disminución de perímetro cefálico e inhibición del desarrollo cognitivo⁽⁶⁾, por lo tanto, el plomo se presenta como un tóxico de alto riesgo para la salud humana, siendo la población infantil particularmente la más vulnerable. Los efectos en la salud que provoca la exposición a este metal tanto aguda como crónica, obliga a una especial atención de dicha población infantil desde su nacimiento, con el fin de controlar, tanto la exposición como los efectos posteriores⁽¹⁻³⁾.

En la ciudad de La Oroya, ubicada en la sierra central del Perú y catalogada como una de las más contaminadas del mundo, se han determinado los niveles de contaminación de plomo en el aire de la ciudad; para el 2004 fue de $6,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 2005 de $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽⁷⁾. Como se sabe los niveles máximos permisibles para el plomo en aire el Perú son de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según los Estándares Nacionales de Calidad de Aire, D.S. N.º 074-2001-PCM⁽⁸⁾.

¹ Hospital "Alberto Hurtado Abadía", EsSalud. La Oroya, Perú.

² Hospital Nacional "Guillermo Almenara Irigoyen", EsSalud. Lima, Perú.

^a Médico pediatra; ^b Médico neurólogo; † Falleció en el año 2006.

El objetivo del estudio fue determinar los niveles de plomo en sangre en recién nacidos de la ciudad de La Oroya, que fueron atendidos en el Hospital "Alberto Hurtado Abadía" de EsSalud. Basados en estos hallazgos, proponer las recomendaciones y medidas de salud pública pertinentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO Y ÁREA DE ESTUDIO

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y prospectivo, entre junio de 2004 a junio de 2005, en recién nacidos (RN) atendidos en el Hospital "Alberto Hurtado Abadía" de EsSalud, en la ciudad de La Oroya, ubicada a 3750 msnm en la provincia de Yauli, departamento de Junín, Perú.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Se incluyó los recién nacidos tanto de parto eutócicos como por cesárea, de gestantes residentes en La Oroya durante todo su embarazo, se excluyó los RN cuyas muestras de sangre no cumplieran con los requerimientos para su recolección o posterior dosaje (cantidad insuficiente, no etiquetados o demora en ser procesadas) o cuyas madres no aceptaban participar en el estudio.

Se calculó el tamaño de muestra utilizando la fórmula para estimación de una media en población finita, se consideró una población de 850 RN (promedio anual de nacimientos en La Oroya ⁽⁹⁾), se consideró un error de 5% y una desviación estándar de 0,28 µg/dL de plomo en sangre.

A las madres de los neonatos incluidos en el estudio se les realizó un cuestionario controlado y administrado por el investigador principal, donde se recogió datos como la edad de la madre, tiempo de residencia –que se dividió entre 0 a 5 años, >5 a 10 años y >10 años–, grado de instrucción –analfabeta, primaria, secundaria, superior–, procedencia, la cual se divide entre La Oroya Antigua (distrito de La Oroya) y La Oroya Nueva (distrito de Santa Rosa de Sacco fundamentalmente), antecedentes obstétricos, información de la gestación actual tales como la presencia de control prenatal y edad gestacional al momento del parto, e información del parto (tipo de parto, sexo del RN, peso al nacer del niño).

A toda gestante o puérpera inmediata cuyo RN reunía los criterios del estudio, se le explicó el objetivo, el procedimiento y los riesgos del estudio, si la madre aceptaba firmaba un consentimiento informado voluntario.

PROCEDIMIENTOS

Se tomó como mínimo 2 mL de sangre venosa del brazo del neonato dentro de las 12 horas posteriores a su nacimiento, recolectada en tubos al vacío con heparina, mantenidos a 4 °C por un periodo no mayor de cuatro días, antes de realizar el dosaje de plomo.

Los análisis de plomo se hicieron en el Laboratorio del Centro de Prevención de Riesgos del Trabajo (CEPRIT) de ESSALUD de la ciudad de Huancayo. Se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica (EAA) modelo 3110 Perkin Elmer, se empleó la técnica de extracción según el método Miller *et al.*

⁽¹⁰⁾. El método se basa en la extracción directa del plomo de la sangre hemolisada con metil isobutil cetona (MIBK), utilizando como agente quelante al amonio pirrolidina ditiocarbamato. El contenido de plomo en la fase orgánica se determinó por EAA a una longitud de onda de 283,3 nm con llama de aire de acetileno. Los resultados están expresados en µg/dL.

ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recolectados se ingresaron a una base de datos y previo control de calidad, fueron analizados usando el programa SPSS v.11. Se estimó la media con un intervalo de confianza al 95%, se buscó diferencias en los niveles de plomo según lugar de procedencia de la gestante usando T de Student y según tiempo de residencia usando ANOVA. Se comprobó la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Tabla 1. Características de las madres y neonatos que participaron del estudio, La Oroya 2004-2005.

Características	n	(%)
Edad		
< 16 años	0	-
16-19 años	1	(1,1)
20-34 años	68	(73,1)
> 35 años	24	(25,8)
Instrucción		
Analfabeta	0	-
Primaria	6	(6,5)
Secundaria	65	(69,9)
Superior	22	(23,7)
Control prenatal		
Sí	91	(97,8)
No	2	(2,2)
Procedencia		
La Oroya Nueva	71	(76,3)
La Oroya Antigua	22	(23,7)
Paridad		
1-3 partos	77	(82,8)
4-6 partos	16	(17,2)
> 6 partos	0	-
Sexo		
Masculino	54	(58,1)
Femenino	39	(41,9)
Edad gestacional		
26-36 semanas	0	-
37-41 semanas	89	(95,7)
≥ 42 semanas	4	(4,3)
Tipo de parto		
Eutócico	71	(76,3)
Distócico	22	(23,7)
Peso (g)		
< 2500	2	(2,2)
2500-4000	91	(97,8)
>4000	0	-
Niveles de plomo		
0-5 µg/dL	0	-
6-10 µg/dL	70	(75,3)
>10 µg/dL	23	(24,7)

RESULTADOS

Se incluyó 93 recién nacidos, la media de la edad de las madres fue de $30,2 \pm 5,7$ años, la mayoría de ellas (69,9%) tenían secundaria. Sólo dos no tuvieron control prenatal, la mayoría (76%) procedía de La Oroya Antigua. En cuanto al tipo de parto el 82,8% fueron eutócicos, el sexo de los recién nacidos, fue masculino en 58%. Sólo dos neonatos pesaron menos de 2500 g y ninguna tuvo menos de 36 semanas de gestación (Tabla 1).

El promedio de los niveles de plomo sanguíneo en los recién nacidos de La Oroya fue de 8,84 (IC 95%: 8,40-9,28), no se encontró recién nacidos con niveles menores a 5 µg/dL (rango 6-15 µg/dL).

Al analizar los niveles de plomo en sangre según la procedencia de la madre (Figura 1) encontramos que los recién nacidos cuyas madres procedían de La Oroya Nueva tuvieron menor plumbemia (8,39 µg/dL) que los que procedían de La Oroya Antigua (10,28 µg/dL) (T Student, $p=0,002$). No se encontró diferencias entre las medias de plomo según el tiempo de residencia materna categorizada en 0-5 años, >5-10 años y >10 años (ANOVA, $p>0,05$).

DISCUSIÓN

La población pediátrica es la más susceptible a los efectos del plomo, el índice biológico de exposición con cierto nivel de seguridad según el CDC (Centro de Control de Enfermedades de Atlanta, USA) es de 10 µg/dL⁽³⁾; sin embargo, no existe evidencia que niveles por debajo de 10 µg/dL no produzcan deterioro en el desarrollo del sistema nervioso central y de las habilidades y facultades cognitivas de los niños. Según las últimas recomendaciones de expertos hay la tendencia a considerar valores menores o iguales a 5 µg/dL como peligrosos para la salud de los niños^(4,5,11-14).

En diversos estudios se informa sobre la disminución del cociente intelectual (IQ) en niños con niveles de plomo en sangre < a 10 µg/dL, se demuestra que por cada 10 µg/dL de incremento de plomo en sangre, los valores de IQ descienden 4,6 puntos (utilizando la escala de inteligencia de Stanford-

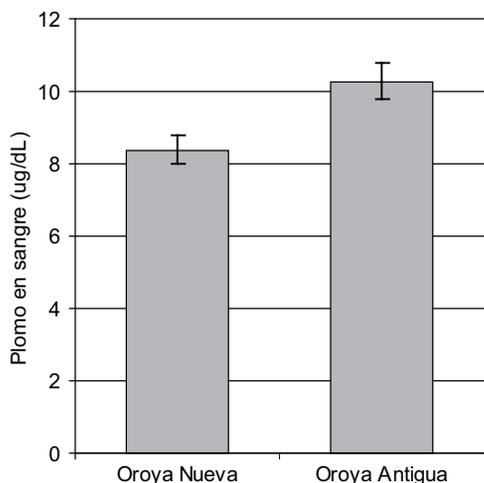


Figura 1. Niveles de plomo en sangre en neonatos de La Oroya, según la procedencia de la madre, 2004-2005.

Binet)^(1,12,15). Los mecanismos específicos de cómo el plomo induce déficit intelectual no han sido todavía bien esclarecidos⁽¹¹⁻¹⁴⁾.

Aun así, muchos estudios experimentales, fundamentalmente realizados en roedores, coinciden en que el plomo es un selectivo y potente inhibidor de los receptores del N-methyl-D-aspartato (NMDAR) con conocidas funciones excitatorias glutamérgicas y que se localizan preferentemente en el hipocampo; aquí se activa la plasticidad sináptica para las funciones del aprendizaje y memoria, básicamente la espacial; es evidente por lo tanto que un daño a estos niveles va a comprometer seriamente las funciones cognitivas y neuroconductuales^(1,15,16). Otros estudios refieren además que la gran interacción y competitividad que ejerce el plomo para con el calcio puede causar la inhibición del metabolismo oxidativo durante la síntesis del citocromo p450, enzima que controla la dinámica de neuronas, axones y células de Schwann durante el progreso del desarrollo neurológico⁽¹⁷⁾.

Recientemente se está investigando sobre la predisposición genética, y el hallazgo de polimorfismos genéticos, que afectarían la vulnerabilidad a la neurotoxicidad inducida por el plomo; concretamente el estudio de tres genes, el gen de la ALAD (Dehidratasa del Acido alfa Amino Levulínico), el gen del Receptor de la Vit. D (VDR) y el gen de la hemocromatosis conocido como HFE. En un futuro, su determinación puede ser utilizada como biomarcadores que permitirían predecir daños en los niños expuestos y contaminados por plomo⁽⁵⁾.

Está demostrado igualmente, que la placenta es un órgano accesible para el plomo, este tóxico puede migrar de la madre al feto desde las primeras semanas de la gestación⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. El feto tiene una alta sensibilidad a los efectos tóxicos del plomo debido a la inmadurez de la barrera hematoencefálica y a la susceptibilidad del desarrollo del sistema nervioso durante la prematura modificación y estructura del circuito neuronal, ya que el plomo compete con el Ca^{++} y activa las proteínas cinasas alterando la conducta de las células endoteliales en el cerebro inmaduro y consecuentemente alterando la barrera⁽²⁰⁾. Se está considerando el análisis del meconio como un método para demostrar la exposición del feto al plomo⁽¹⁷⁾.

Otro aspecto importante en salud pública relacionado con la contaminación por plomo en niños por debajo de niveles de 10 µg/dL, tiene que ver con los resultados de estudios epidemiológicos que demuestran en niños expuestos al plomo problemas de aprendizaje, fracaso escolar, disminución de la audición, conductas delincuenciales, enfermedades renales y cardiovasculares⁽²¹⁻²⁴⁾.

Todo esto nos hace ver la importancia de evaluar a los neonatos, los cuales pueden ser más susceptibles por la inmadurez de su sistema nervioso.

Las madres gestantes en su mayoría eran jóvenes en plena etapa reproductiva (20-34 años), es importante resaltar esto porque a futuro debemos establecer para ellas mejores condiciones ambientales y de vida para sus próximas o probables gestaciones y asegurar igualmente ello para su descendencia. En cuanto al nivel educativo, la mayoría (93%) de las madres tenían nivel secundario o superior, lo relevante aquí es que todas ellas desconocían la importancia e implicancia de la intoxicación por plomo tanto para su salud como para sus hijos; esto evidencia la necesidad de implementar programas educativos

de concienciación y participación comunitaria sobre este problema de salud pública.

El control prenatal fue cumplido por las madres en 97,9%, es importante remarcar esto, porque constituye un elemento de garantía para la salud de la madre y del niño que debe ser utilizado para concienciar a la madre y al padre en la necesidad de que se controlen los niveles de plomo en sangre tanto de ella como su niño, tal como estamos proponiendo como recomendaciones de este estudio para el caso específico de La Oroya. Otro elemento importante del estudio tiene que ver con la procedencia de las madres, la zona denominada La Oroya Antigua es aquella más cercana al complejo metalúrgico y, por lo tanto, su población se encuentra en mayor riesgo de sufrir las consecuencias de la exposición a los humos y emisiones de dicho complejo, tal como lo demuestran varios estudios sobre el particular y de otros países, relacionados con exposición de poblaciones cercanas a fábricas o fundiciones⁽²⁵⁻³⁰⁾.

En cuanto a la edad gestacional de la madre, la mayoría (95,7%) estuvo entre las 37 y 41 semanas de gestación, no hubo gestaciones que hayan concluido con recién nacidos pretérmino. La literatura mundial informa sobre problemas de aborto y recién nacidos prematuros como consecuencia de la intoxicación por plomo en la madre gestante^(11,15,17,31-33). Con relación a la paridad materna, tipo de parto, eutócico o distócico y el sexo del recién nacido, no encontramos datos relevantes. En cuanto al peso del recién nacido 97,8% de los recién nacidos tuvo un peso entre los 2500 g y 3999 g es decir un peso normal, sólo 2,2 %, de recién nacidos tuvieron un peso menor a 2500 g que es la referencia que dan algunos estudios internacionales de una de las consecuencias de la intoxicación por plomo tanto de la madre como del feto^(11,17,32,33).

En nuestro estudio encontramos una media de 8,86 µg/dL de plomo en los recién nacidos, y una prevalencia de 24,7% de recién nacidos con valores de plomo en sangre > a 10 µg/dL. Sánchez-Cortez *et al.* en Santiago de Chile⁽³⁴⁾, estudiaron a 422 RN entre 1995-1997, en los que registraron una media de 6,6 ± 1,6 µg/dL y una prevalencia de 14,5% de valores de plomo en sangre >10 µg/dL. Sánchez-Molina *et al.* en Costa Rica⁽³⁵⁾, encuentran en 16 RN no expuestos a ambientes laborales un promedio de 0,74 µg/dL. Mañay *et al.* en el Barrio La Teja, Montevideo, Uruguay⁽³⁶⁾, encuentran en niños menores de un año un promedio de 10,3 ± 4,5 µg/dL.

En Perú, López⁽³⁰⁾ encuentra en nueve niños de un mes a seis meses de edad, un promedio de 9,54 ± 4,48 µg/dL en el asentamiento humano Puerto Nuevo del Callao. La Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA) en el año 1999 encuentra en ocho niños de la Oroya de dos a cuatro años, un promedio de 38,6 ± 3,2 µg/dL⁽²⁸⁾ con un valor máximo de 67,7 µg/dL y un mínimo de 21,7 µg/dL. En el año 2005 un estudio realizado por el Instituto Nacional de Salud en La Oroya⁽²⁹⁾, se encontró que casi la totalidad (99,9%) de los niños evaluados entre seis meses a seis años de edad tenían niveles de plomo en sangre por encima de 10 µg/dL, 82% de ellos tenían niveles de plomo entre 20 y 50 µg/dL. Igualmente el mismo estudio encuentra en 17 mujeres gestantes, un promedio de plomo en sangre de 10,8 ± 3,7 µg/dL. Según la empresa Doe Run⁽³⁷⁾, el año 2001 encuentran niños de 0 a 3 años (252) con un promedio de plomo en sangre de 2,61µg/dL, además en La Oroya Antigua (75 niños) el nivel promedio encontrado de plomo es de 3,67µg/dL.

Todos estos estudios referidos, a excepción del de Sánchez-Cortez *et al.* y Sánchez-Molina *et al.*^(34,35), fueron hechos en infantes y niños mayores de un año. Hacemos mención que en Perú no hemos encontrado referencias bibliográficas que hayan investigado los niveles de plomo en sangre de recién nacidos.

Los datos de DIGESA y otras instituciones en La Oroya confirman el hecho que la principal fuente de contaminación en la ciudad está constituida por los humos y emisiones del Complejo Metalúrgico y los depósitos y transporte de concentrados^(7,9,26-29). En diciembre de 2005, el Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM) emitió la carta N.º 263-2005-CONAM/PCD comunicando a la empresa Doe Run, propietaria del Complejo Metalúrgico de La Oroya, su condición de macroemisor, es decir, la principal fuente de contaminación en la ciudad. Así, las madres gestantes de la ciudad de La Oroya al estar expuestas al plomo atmosférico fundamentalmente, se contaminan y como consecuencia también al producto de su gestación.

Las fuentes de exposición de plomo en general se encuentran en el ambiente ocupacional y en el medio ambiente general. A las fuentes de contaminación ocupacional pertenecen los procesos de fundición y refinación del plomo, fabricación de baterías. Las principales fuentes de contaminación en el ambiente general son las mismas que las de la contaminación ocupacional y los procesos de la combustión de la gasolina. La contaminación de los alimentos con plomo la producen los objetos de cocina, por ejemplo en México se utiliza comúnmente el vidrio con plomo cubriendo utensilios de cerámica para cocinar, almacenar o servir agua y alimentos. Los alimentos también pueden contaminarse antes de ser procesados, se ha observado un alto contenido de plomo en vegetales cultivados en jardines urbanos, cuando la tierra contiene un alto porcentaje de plomo en el aire o en el agua con que se irrigan. Otras fuentes de exposición al plomo en concentraciones variables en el ambiente general la constituyen los suelos, el tabaco, las pinturas de las paredes de las casas, algunos cosméticos, tales como los delineadores o sombras para párpados^(4,5,12,36,38).

Consideramos que este estudio es relevante porque evalúa un grupo poblacional que normalmente no se le considera expuesto al ambiente pero que a su vez está incluido como el grupo más vulnerable^(4,15,18,24,26,32,38-41). Los niveles de plomo hallados en estos recién nacidos se explican por la contaminación ambiental que sufre la madre y que por la vía transplacentaria contamina al feto^(1,19,23,31,42). La otra vía sería la leche materna, que se sabe es una importante fuente de exposición en el neonato⁽⁴²⁻⁴⁴⁾; sin embargo, en nuestra población por el tiempo tan corto (máximo 12 horas) en que se toma la muestra, la leche materna no podría ser la fuente principal.

Entre las limitaciones del estudio, podemos destacar que la población no es representativa de todos los RN de La Oroya, pues no todos se atienden en EsSalud; sin embargo, consideramos que aquellos que se atienden en el Ministerio de Salud a través del Seguro Integral de Salud o en establecimiento privados, por estar expuestos a la misma fuente contaminante, tendrían resultados similares. Futuros estudios podrían explorar la relación entre los niveles de plomo al nacimiento, la evolución de su plumbemia en el tiempo y su neurodesarrollo.

En conclusión, uno de cada cuatro RN evaluados tienen niveles de plomo en sangre por encima del índice biológico de exposición establecido (10 µg/dL), y es más preocupante si tomamos en cuenta las recomendaciones de expertos que

mencionan que los niveles de plomo deben ser menores de 5 µg/dL, pues ninguno de los RN evaluados cumplía con dicha recomendación, en tal medida, los RN de La Oroya se encuentran en serio riesgo de sufrir efectos dañinos a su salud debidos a la exposición prenatal al plomo.

Este es el primer estudio que documenta los niveles de plomo en sangre en RN con un tiempo de vida menor a las 12 horas en La Oroya, los RN de madres provenientes de La Oroya Antigua, más cercana al Complejo Metalúrgico tienen mayores niveles de plomo en sangre. Estos resultados constituyen un punto de partida para acciones de investigación, control y prevención de la salud de la madre gestante y del recién nacido en la ciudad de La Oroya.

En el control prenatal se debe considerar el dosaje de plomo en sangre de la madre gestante que resida en la ciudad de La Oroya. Los recién nacidos provenientes de estas madres deben tener vigilancia epidemiológica durante los dos años siguientes, consistente en controles de plomo y del desarrollo psicomotor durante el año y dos años de edad.

Las madres de La Oroya en períodos de gestación y de lactancia deberían tener un apoyo nutricional básicamente relacionado con un mayor aporte de calcio, hierro y vitamina C. La Institución (Hospital ESSALUD La Oroya) debe involucrarse en un programa de educación y de intervención con participación de la comunidad en la solución de este problema de salud pública en La Oroya.

AGRADECIMIENTOS

A los tecnólogos médicos Gladys Yanqui y Oscar Ticona, del Servicio de Laboratorio del Hospital Alberto Hurtado Abadía, ESSALUD La Oroya por su activa participación en el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Papanikolaou NC, Hatzidaki EG, Belivanis S, Tzanakakis GN, Tsatsakis AM.** Lead toxicity update. A brief review. *Med Sci Monit.* 2005; 11(10): RA329-36.
- Matte TD.** Efectos del plomo en la salud de la niñez. *Salud Publica Mex.* 2003; 45(Supl 2): S220-24.
- Center for Disease Control.** Preventing lead poisoning in young children: a statement by the Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta: CDC; 1991.
- Bellinger DC.** Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Curr Opin Pediatr.* 2008; 20(2): 172-77.
- Koller K, Brown T, Spugeron A, Levy L.** Recent developments in low-level lead exposure and intellectual impairment in children. *Environ Health Perspect.* 2004; 112(9): 987-94.
- Guerra-Tamayo JL, Hernández-Cadena L, Téllez-Rojo MM, Mercado-García AS, Solano-González M, Hernandez-Avila M, et al.** Exposición al plomo y su relación con el tiempo requerido para embarazo. *Salud Publica Mex.* 2003; 45(Supl 2): S189-95.
- Consortio UNES.** Calidad del aire, aguas y suelos en la Provincia de Yauli-La Oroya. 6to. Monitoreo Ambiental Participativo. La Oroya: Consorcio UNES; 2005.
- Perú, Presidencia del Consejo de Ministros.** Decreto Supremo N° 074-2001-PCM: Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire. Lima: Presidencia del Consejo de Ministros; 2001.
- Cederstav A, Barandiarán A.** La Oroya no espera. Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente; 2002.
- Miller DT, Paschal DC, Gunter EW, Stroud PE, D'Angelo J.** Determination of lead in blood using electrothermal atomisation atomic absorption spectrometry with a L'vov platform and matrix modifier. *Analyst.* 1987; 112(12): 1701-4.
- American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health.** Screening for elevated blood lead levels. *Pediatrics.* 1998; 101(6): 1072-78.
- Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC, et al.** Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect.* 2005; 113(7): 894-99.
- Canfield RL, Henderson CR Jr, Cory-Slechta DA, Cox C, Jusko TA, Lanphear BP.** Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 microg per deciliter. *N Engl J Med.* 2003; 348(16): 1517-26.
- Lidsky TI, Schneider JS.** Adverse effects of childhood lead poisoning: the clinical neuropsychological perspective. *Environ Research.* 2006; 100(2): 284-93.
- Bellinger DC, Bellinger AM.** Childhood lead poisoning: The torturous path from science to policy. *J Clin Invest.* 2006; 116(4): 853-57.
- Meng XM, Zhu DM, Ruan DY, She JQ, Luo L.** Effects of chronic lead exposure on 1H MRS of hippocampus and frontal lobes in children. *Neurology.* 2005; 64(9): 1644-47.
- Erickson L, Thompson T.** A review of a preventable poison: pediatric lead poisoning. *J Spec Pediatr Nurs.* 2005; 10(4): 171-82.
- American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health.** Lead exposure in children: prevention, detection, and management. *Pediatrics.* 2005; 116(4): 1036-46.
- Foltinová J, Foltin V, Neu E.** Occurrence of lead in placenta – important information for prenatal and postnatal development of child. *Neuro Endocrinol Lett.* 2007; 28(4): 335-40.
- Villeda Hernández J.** Efectos neurotóxicos en niños intoxicados con plomo. *Arch Neurocienc Mex.* 2002; 7(2): 90-98.
- Hernández-Serrato MI, Fortoul TI, Rojas-Martínez R, Mendoza-Alvarado LR, Canales-Treviño L, Bochichio-Riccardelli T, et al.** Lead blood concentrations and renal function evaluation: Study in an exposed Mexican population. *Environ Res.* 2006; 100(2): 227-31.
- Vega, De Coll J, Katekaru D, Lermo J, Escobar J, Díaz M, et al.** Intoxicación plúmbica crónica y alteraciones del crecimiento y desarrollo cognitivo-emocional en niños. *An Fac Med (Lima).* 2003; 64(2): 94-100.
- Toscano CD, Guilarte TR.** Lead neurotoxicity: from exposure to molecular effects. *Brain Res Rev.* 2005; 49(3): 529-54.
- Dietrich KN, Ris MD, Succop PA, Berger OG, Bornschein RL.** Early exposure to lead and juvenile delinquency. *Neurotoxicol Teratol.* 2001; 23(6): 511-18.
- Ramirez VA, Paucar JC, Medina JM.** Plomo sanguíneo en los habitantes de cuatro localidades peruanas. *Rev Panam Salud Publica.* 1997; 1(5): 344-48.
- Portugal C, Hurtado W, Aste J.** Los humos de Doe Run. Informe de la contaminación ambiental en La Oroya. Lima: Grupo de Investigaciones Económicas ECO; 2003.
- Instituto Salud y Trabajo.** Evaluación de niveles de plomo y factores de exposición en gestantes y niños menores de 3 años de la ciudad de La Oroya. Lima: Consorcio UNES; 2000.
- Perú, Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental.** Estudio de plomo en sangre en una población seleccionada de La Oroya. Lima: DIGESA/MINSA; 1999.

29. **Instituto Nacional de Salud.** Censo hemático de plomo y evaluación clínico epidemiológica en poblaciones seleccionadas de La Oroya Antigua. Noviembre 2004 - enero 2005. Lima: CENSOPAS/INS; 2005.
30. **López J.** Intoxicación por plomo en niños menores de seis años en un asentamiento humano del Callao. An Fac Med (Lima). 2000; 61(1): 37-45.
31. **Chang LW, Wade PR, Pounds JG, Reuhl KR.** Prenatal and neonatal toxicology and pathology of heavy metals. Adv Pharmacol Chemother. 1980; 17: 195-231.
32. **López B, Cantu PC, Hernández L, Gómez-Gúzman LG.** Niveles de plomo en sangre en recién nacidos y su relación con el peso al nacer. Rev Salud Publica Nutr. 2000; 1(2): 24-30.
33. **Meneses-González F, Richardson V, Lino-González M, Vidal MT.** Niveles de plomo en sangre y factores de exposición en niños del Estado de Morelos, México. Salud Publica Mex. 2003; 45(Supl 2): S203-8.
34. **Sánchez-Cortez J, Ilabaca-Marileo M, Martín MA, Viñas MA, Bravo-Mendez R.** Prevalencia de plomo en sangre, en niños escolares de Santiago de Chile. Salud Publica Mex. 2003; 45(Supl 2): S264-68.
35. **Sánchez-Molina M, Rojas-Carrión JC.** Patrón del descenso del plomo sanguíneo en la población costarricense. Salud Publica Mex. 2003; 45(Supl 2): S258-61.
36. **Mañay N, Alonzo C, Dol I.** Contaminación por plomo en el Barrio La Teja; Montevideo, Uruguay. Salud Publica Mex. 2003; 45(Supl 2): S268-75.
37. **Doe Run Perú.** Estudio de niveles de plomo en la sangre de la población en La Oroya. La Oroya: Doe Run Perú; 2001.
38. **Valdés F, Cabrera VM.** La contaminación por metales pesados en Torreón, Coahuila, México. Coahuila: En Defensa del Ambiente; 1999.
39. **Ferris J, Ortega JA, Marco A, García J.** Medio ambiente y cáncer pediátrico. An Pediatr (Barc). 2004; 61(1): 42-50.
40. **Antonio MT, Copras I, Leret ML.** Neurochemical change in newborn rat's brain after gestational cadmium and lead exposure. Toxicol Lett. 1999; 104(1-2): 1-9.
41. **Gloennec P.** Analysis and reduction of the uncertainty of the assessment of children's lead exposure around an old mine. Environ Res. 2006; 100(2): 150-58.
42. **Dorea JG, Donangelo CM.** Early (in uterus and infant) exposure to mercury and lead. Clin Nutr. 2006; 25(3): 369-76.
43. **Gulson BL, Jameson CW, Mahaffey KR, Mizon KJ, Patison N, Law AJ, et al.** Relationships of lead in breast milk to lead in blood, urine and diet of the infant and mother. Environ Health Perspect. 1998; 106(10): 667-74.
44. **Dorea JG.** Mercury and lead during breast-feeding. Br J Nutr. 2004; 92(1): 21-40.

Correspondencia: Dr. Hugo Villa Becerra
 Dirección: Urb. Los jardines de San Juan, 2.ª etapa, calle Los Mirables, edificio B-303, S.J.L, Lima.
 Teléfono: (511) 458-1935; (511) 993491838
 Correo electrónico: hvillabecerra@yahoo.com

Suscríbete en forma electrónica y gratuita a los contenidos de la Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, ingresa a www.ins.gob.pe, selecciona el icono de la revista y envíanos tus datos.