

Niveles de plomo sanguíneo en madres y recién nacidos derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social

Joel Navarrete-Espinosa, M.C., M.A.H.,⁽¹⁾ Luz Helena Sanín-Aguirre, M.C., M.S.P., Dr. en C.,^(2,3)
Celia Escandón-Romero, M.S.P.,⁽¹⁾ Guadalupe Benítez-Martínez, M.S.P.,⁽¹⁾ Gustavo Olaiz-Fernández, M.C.,⁽⁴⁾
Mauricio Hernández-Avila, M.C., Ph.D.⁽³⁾

Navarrete-Espinosa J, Sanín-Aguirre LH, Escandón-Romero C, Benítez-Martínez G, Olaiz-Fernández G, Hernández-Avila M. Niveles de plomo sanguíneo en madres y recién nacidos derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social. Salud Publica Mex 2000;42:391-396.

Navarrete-Espinosa J, Sanín-Aguirre LH, Escandón-Romero C, Benítez-Martínez G, Olaiz-Fernández G, Hernández-Avila M. Blood lead levels in newborn children and mothers covered by the Mexican Institute of Social Security. Salud Publica Mex 2000;42:391-396.

Resumen

Objetivo. Establecer la relación entre el nivel de plomo sanguíneo materno (PSM) y el de sangre en cordón umbilical (PSC) al momento del parto, así como determinar los principales predictores del PSM en derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en el Distrito Federal (D.F.). **Material y métodos.** Se realizó un estudio transversal en el que se reclutaron voluntarias con embarazo normo-evolutivo y se les tomaron muestras de sangre al momento del parto, en cuatro hospitales del IMSS en el D.F., de 1991 a 1993. Se tomó, además, muestra de sangre de cordón umbilical. Los datos fueron analizados mediante regresión lineal simple y múltiple. **Resultados.** Se estudiaron un total de 1 404 binomios madre-hijo; el promedio de edad de las madres fue de 25 años. La media de PSM fue 10.7 ± 6.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$; no se encontraron variaciones significativas por hospital, edad o estado civil. Para el PSC la media fue de 10.4 ± 6.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Por cada aumento en una unidad logarítmica de PSM, el PSC aumenta 0.62 ($p < 0.01$) unidades logarítmicas. La correlación entre ambos fue de 0.61 ($p < 0.01$). Los principales predictores de PSM fueron el uso de loza vidriada, el consumo de leche y jugo de naranja, estos últimos se asociaron inversamente con el PSM. Un 47% de las madres y 50% de los niños tuvieron valores su-

Abstract

Objective. To establish the relation between maternal blood lead (MBL) and umbilical cord blood lead (CBL) levels during delivery, and to determine the major predictors for MBL in women covered by the Mexican Institute of Social Security (MISS), in Mexico City. **Material and methods.** From 1991 to 1993, a cross-sectional study was conducted in four MISS hospitals, among normal pregnant women who volunteered to participate. Blood samples were taken from women and from the umbilical cord during delivery. Statistical analysis consisted of descriptive statistics and simple and multiple linear regression. **Results.** A total of 1 404 mother-newborn pairs were studied. Mean maternal age was 25 years. MBL average was 10.7 ± 6.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$; no significant differences were found by hospital, age, or marital status. Mean CBL was 10.4 ± 6.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$. A log unit increase in MBL corresponded to a log increase of 0.62 in CBL ($p < 0.01$). Pearson's correlation was 0.61 ($p < 0.01$). The main predictors of MBL were: Use of lead-glazed ceramic (positively associated) and milk and orange juice intake (negatively associated). Forty-seven percent of mothers and 50 percent of the newborn babies had values higher than 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, and 578 of them had blood lead levels higher than their mothers. **Conclusions.** Further studies should be carried out in order to identify necessary interventions.

(1) Subjefatura de Epidemiología, Jefatura de Servicios de Salud Pública, Instituto Mexicano del Seguro Social, México.

(2) Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

(3) Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública, México.

(4) Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud, México.

Fecha de recibido: 19 de marzo de 1999 • **Fecha de aprobado:** 9 de agosto de 2000

Solicitud de sobretiros: Dr. Joel Navarrete Espinosa. Subjefatura de Epidemiología, Jefatura de Servicios de Salud Pública, Instituto Mexicano del Seguro Social. Avenida Insurgentes Sur 253, 2o. piso, colonia Roma, 06700 México, D.F., México.

Correo electrónico: epidemiologia/imss@hotmail.com

periores a 10 µg/dl. En 578 recién nacidos se registraron niveles de plomo superiores a los de la madre. **Conclusiones.** Se sugiere continuar la línea de investigación para proponer tipos de intervención.

Palabras clave: plomo/sangre; madres; recién nacido; México

Key words: lead/blood; mothers; infant, new born; Mexico

En México, como en muchos otros países de América, la exposición ambiental a plomo con el riesgo de efectos deletéreos sobre los sistemas hematopoyético, hepático, renal, reproductivo y gastrointestinal¹⁻³ permanece como una amenaza. Además, en la actualidad, se reconoce su relación con daños neurológicos en niños, expresados a través de retardo en su desarrollo psicomotor.^{4,5}

Por otra parte, las fuentes endógenas en mujeres que han sido expuestas al plomo durante su niñez pueden originar movilización de este metal durante el embarazo y la lactancia con efectos tóxicos sobre el producto.⁶ El Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), de Atlanta (GA), en Estados Unidos de América (EUA), ha determinado un nivel de seguridad máximo de plomo en sangre en la población infantil de 10 µg/dl.⁷

En México, el contenido de plomo en diferentes muestras ambientales y los niveles de plomo sanguíneo observados en algunos grupos indican que la exposición a este metal es todavía un problema considerable.^{8,9} Estudios previos informan que los factores que mejor predicen los niveles de plomo sanguíneo en la población mexicana son de carácter sociodemográfico, e incluyen: la exposición al tráfico vehicular (no obstante los mecanismos implementados en relación con las gasolinas) y algunos hábitos como el uso de loza vidriada,¹⁰ el tabaquismo y, en los niños, el fenómeno de "pica" o el hecho de morder los lápices.

Uno de los grupos de más alto riesgo está integrado por el binomio madre-hijo, ya que está ampliamente documentada la facilidad con la que el plomo atraviesa la barrera placentaria, representando un riesgo para el producto en formación.¹¹⁻¹⁴ Por otro lado, existen evidencias de los efectos deletéreos de este metal, no sólo sobre el embarazo y sus resultados, sino también sobre niños que nacen clínicamente normales, pero cuyos niveles de plomo rebasan los máximos permisibles actuales.¹⁵⁻¹⁷

Diversos estudios prospectivos sugieren que la exposición *in utero* a bajas dosis puede comprometer el desarrollo temprano del niño. Los déficit se han atribuido a exposiciones gestacionales, correspondientes a niveles de plomo en sangre de cordón entre 10 y

20 µg/dl, e incluyen desde retardo en el desarrollo psicomotor hasta un mayor índice de deserción escolar.¹⁸⁻²⁴

Estos antecedentes fundamentan la investigación en este campo. El presente estudio forma parte de un conjunto de actividades de investigación que el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en coordinación con la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (SSA) y el Centro de Investigaciones en Salud Poblacional del Instituto Nacional de Salud Pública, ha implementado y cuya meta inicial es la de establecer un panorama de los niveles de plomo en sangre de su población derechohabiente, así como conocer los factores que determinan su presencia en éste y otros compartimentos.

Material y métodos

Para conocer los niveles de plomo sanguíneo en el binomio madre-hijo, así como algunos factores de riesgo asociados con la presencia del metal en sangre, se realizó un estudio transversal durante los años de 1991 a 1993, en la ciudad de México. En este trabajo se presentan los datos correspondientes a la población derechohabiente del IMSS, perteneciente a las cuatro delegaciones del mismo en el Distrito Federal, y que geográficamente corresponden a las zonas: noreste (Delegación 1); noroeste (Delegación 2); sureste (Delegación 3), y suroeste (Delegación 4) de la ciudad. Los datos completos han sido reportados previamente.²⁵

La población de estudio estuvo constituida por mujeres con embarazo normoevolutivo (≥ 37 semanas, sin patologías asociadas), residentes del Distrito Federal, derechohabientes del IMSS y que cursaran con trabajo de parto sin complicaciones; seleccionadas dentro de las que aceptaron participar en cuatro hospitales de ginecología-obstetricia, uno en cada delegación, elegidos por tener el mayor volumen de partos en la ciudad.

Un grupo de enfermeras capacitadas aplicó a cada madre seleccionada, y previo consentimiento (a su ingreso al área de tococirugía), un cuestionario validado²⁵ para explorar algunos factores asociados con los

niveles de plomo en sangre, entre ellos: antecedentes obstétricos y gestacionales, el uso de loza vidriada, consumo de lácteos y de jugo de naranja, escolaridad, ubicación de su vivienda, tabaquismo y alcoholismo. El corte para análisis del consumo de leche y jugo de naranja se hizo atendiendo a un consumo habitual de un vaso por día. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la institución.

Al momento del parto se recolectaron muestras de sangre materna y de cordón umbilical en tubos libres de plomo. Las muestras fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer 3000), por un laboratorio estandarizado (laboratorio del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía -INNN- de la SSA). El control de calidad externo fue hecho por el CDC, el cual ha mostrado alta precisión (correlación= 0.98; diferencia de medias= 0.71 µg/100 ml; DE= 0.68).²⁵

Las concentraciones de plomo en sangre no tuvieron una distribución normal, por lo que fue necesario hacer una transformación logarítmica para las pruebas estadísticas que así lo requerían (regresión lineal). Se hizo análisis univariado para cada una de las variables y análisis bivariado entre el plomo materno y de cordón umbilical, así como entre cada uno de los posibles predictores y las concentraciones de plomo materno. El modelo multivariado se construyó mediante regresión lineal múltiple iniciando con un modelo saturado que contenía las variables que habían sido estadísticamente significativas en el análisis bivariado ($p < 0.10$) y eliminándolas una a una hasta obtener el modelo más parsimonioso. El modelo final se probó mediante análisis de residuales. El análisis se hizo con el paquete estadístico Stata 5.0. Las concentraciones de plomo en sangre se reportan en microgramos por 100 mililitros; el factor de conversión para micromoles por litro es $1 \mu\text{g}/100 \text{ ml} = 0.0484 \mu\text{mol}/\text{l}$.

Resultados

El porcentaje de rechazo fue menor a 1%. Un 10% de binomios madre-hijo no tuvieron información completa en todas las variables de interés por lo que fueron excluidos del análisis. No hubo diferencias significativas entre este grupo y el grupo incluido.

Se analizaron resultados de 1 404 binomios madre-hijo en los cuatro hospitales. De acuerdo con la edad de las madres entrevistadas, 0.6% tenían menos de 15 años; 49%, entre 16 y 24 años; 43%, entre 25 y 34 años y 7.4%, más de 35 años. Estos porcentajes fueron similares en las cuatro delegaciones.

Al considerar el estado civil de las participantes: 6% eran solteras; 73.5%, casadas; 20.3% vivían en unión libre y solamente 0.2% eran separadas.

En cuanto al uso doméstico de loza vidriada, 34% contestó afirmativamente.

La escolaridad de la población estudiada fue alta, pues al menos 67% de las encuestadas tenía secundaria completa.

Con el propósito de normalizar la distribución de los niveles de plomo en sangre materna se realizó una transformación logarítmica: la media para el grupo total de madres fue $10.7 \pm 6.5 \mu\text{g}/\text{dl}$ y mediana de 9.2; el rango osciló entre 0.5 y $46.6 \mu\text{g}/\text{dl}$.

En relación con los niveles de plomo en sangre de cordón umbilical, la media aritmética para el grupo total fue de $10.4 \pm 6.2 \mu\text{g}/\text{dl}$ y la mediana de $9 \mu\text{g}/\text{dl}$.

En el cuadro I se presentan las concentraciones de plomo en sangre materna y del cordón umbilical para cada una de las zonas estudiadas. Se observa que los valores más elevados para madres e hijos corresponden al Hospital de Ginec Obstetricia-4A (HGO-4A) y al Hospital General de Zona-2A (HGZ-2A), ubicados en

Cuadro I
NIVELES DE PLOMO SANGUÍNEO
EN EL BINOMIO MADRE-HIJO, SEGÚN HOSPITAL
Y REGIÓN GEOGRÁFICA. INSTITUTO MEXICANO
DEL SEGURO SOCIAL, MÉXICO, D.F., 1991-1993

Hospital-Región	Nivel de plomo materno*			Nivel de plomo en cordón umbilical		
	Media	DE	Mediana	Media	DE	Mediana
HGO-3A Noreste n= 220	9.6	5.4	8.9	9.9	5.5	8.8
HGO-27 Noroeste n= 272	8.9	5.1	8.0	8.9	5.1	8.0
HGO-4A Sureste n= 462	11.8	6.7	10.2	10.7	6.8	9.1
HGZ-2A Suroeste n= 450	11.1	7.2	9.5	11.1	6.4	10
Total	10.7	6.5	9.2	10.4	6.2	9

* µg/dl

la región sureste y suroeste de la ciudad, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa.

La correlación entre los niveles de plomo en sangre materna y del recién nacido fue de 0.65 ($p < 0.01$) y el coeficiente de regresión fue de 0.62 ($p < 0.01$).

Al considerar el uso de loza vidriada, la media de plomo sanguíneo para quienes refirieron no usarla fue de 9.9 ± 6.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y para quienes contestaron afirmativamente la media fue de 11.2 $\mu\text{g}/\text{dl} \pm 7.1$; la diferencia de medias entre ambos grupos fue estadísticamente significativa (cuadro II).

Para estimar la proporción de individuos con niveles elevados de plomo en sangre se estableció como punto de corte inicial 15 $\mu\text{g}/\text{dl}$: la prevalencia para el grupo total de madres en éste fue de 20% y para los recién nacidos, de 17%.

Al disminuir el punto de corte a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 47% de las madres y 50% de los recién nacidos tuvieron valores superiores. Cuando se compararon los niveles madre-hijo, 578 niños tuvieron valores superiores a los de la madre.

La prevalencia con el punto de corte en 15 $\mu\text{g}/\text{dl}$, según delegación, fue: para el HGO-3A, HGO-27, HGZ-2A y HGO-4A: 17 y 16%; 11 y 10%; 23 y 20%, y 24 y 20% en madres y productos, respectivamente.

Mediante análisis bivariado se determinaron como predictores importantes el uso de loza vidriada, la exposición al tráfico vehicular, consumo de leche, consumo de jugo de naranja, escolaridad, hospital de referencia y ubicación de la vivienda (calle o avenida).

Sin embargo, mediante el ajuste de un modelo multivariado sólo algunas de las variables demostraron asociación persistente. En el modelo final permanecieron como predictores de los niveles de plomo en sangre materna: el consumo de jugo de naranja (siete

o más vasos por semana, $p < 0.001$), el consumo de leche (ocho vasos por semana o más, $p < 0.001$) y el uso de loza vidriada ($p < 0.001$) (cuadro III).

Discusión

La prevalencia de niveles elevados de plomo en la muestra de madres estudiada es consistente con la notificada en estudios previos, ya que se encontró una gran proporción de individuos con niveles altos, tomando como puntos de corte 15 y 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$.^{10,25} Esto es importante toda vez que en numerosas investigaciones se documenta el daño potencial al que se ven sometidos los sujetos expuestos; sobre todo, tratándose de un grupo tan vulnerable como la población infantil.²⁶⁻²⁸

En los resultados también se observa una correlación mayor entre los niveles de plomo materno y fetal que la observada en otros estudios y, a diferencia de otros informes,^{29,30} llama la atención la presencia de niños con niveles de plomo más altos que el de sus madres, lo que ha sido señalado en otros estudios sobre niveles altos de plomo en hueso materno.³¹

Si se considera como punto de seguridad para la presencia de daños a la salud 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ del metal en sangre infantil y la prevalencia encontrada por arriba de este punto, en relación con el número de nacimientos anuales en población amparada por el IMSS, en la ciudad de México y que tienen las mismas características de este grupo (93 815, en 1993), se estima que aproximadamente 46 908 derechohabientes nacidos en ese año se encontrarían en riesgo de sufrir daños

Cuadro II
NIVELES DE PLOMO SANGUÍNEO MATERNO,
SEGÚN DIFERENTES CARACTERÍSTICAS.
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL,
MÉXICO, D.F., 1991-1993

Variable	Media*	t	p
Uso de loza vidriada			
Sí	11.20	3.76	0.01
No	9.92		
Lugar de residencia			
Vive en avenida	10.22	-2.50	0.01
No vive en avenida	11.00		

* $\mu\text{g}/\text{dl}$

Cuadro III
DETERMINANTES DEL PLOMO SANGUÍNEO MATERNO,*
SEGÚN DIFERENTES CARACTERÍSTICAS.
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL,
MÉXICO, D.F., 1991-1993

Variable	Coefficiente de regresión	IC 95% [‡]	p
Consumo de jugo de naranja [‡] (>7 vasos por semana)	- 0.167	-0.270, - 0.064	0.001
Consumo de leche [‡] (>8 vasos por semana)	- 0.185	-0.285, -0.082	0.001
Uso de loza vidriada [§]	0.126	0.063, 0.189	0.001
Constante	2.325		

* Modelo final para ln de plomo materno, en $\mu\text{g}/\text{dl}$

[‡] Categoría de referencia: ≤ 7 vasos

[§] Categoría de referencia: no uso de loza vidriada

asociados con la exposición prenatal a plomo. En este sentido, se abre una importante línea de investigación en el ámbito institucional para determinar el comportamiento de los niveles de plomo en la vida posnatal y su relación con factores de riesgo y protectores, así como la medición del daño en el desarrollo neuroconductual infantil en la ciudad de México.

En relación con los factores predictores para los niveles de plomo en sangre de la madre, los presentes hallazgos son similares a los resultados de otros estudios realizados en México, en donde se ha notificado el uso de loza vidriada como factor de riesgo y el consumo de alimentos ricos en calcio como protector.^{8,10,31-33} Los datos están de acuerdo con estudios experimentales y poblacionales que sugieren que el consumo de calcio podría disminuir la absorción de plomo a través del tracto digestivo por una acción competitiva a nivel de receptores gastrointestinales. La vitamina C podría influenciar tanto el metabolismo del plomo como la susceptibilidad a los efectos del mismo.²⁵ Considerando la fracción atribuible al uso de loza vidriada en relación con los niveles de plomo en sangre superiores a 10 µg/dl para la muestra total de madres, se encontró que dichos niveles son atribuibles a este factor en 28% de las mujeres expuestas (IC 95% 0.13 - 0.41) y que si se evita el uso de este tipo de utensilios, se disminuiría hasta en 10% el número de madres con niveles elevados en el total de la población materna. Estos porcentajes se incrementan hasta 64 y 27%, respectivamente, en el HGO 4-A, de la Delegación 3, coincidiendo con la existencia de núcleos de población semirural en esta parte de la ciudad, donde el uso de barro vidriado es aún frecuente.

Con base en la información generada en este trabajo se desprenden los fundamentos para la instrumentación de estrategias de educación y recomendaciones nutricionales prácticas al grupo de embarazadas y en periodo de lactancia desde el primer nivel de atención, con el fin de disminuir la exposición y limitar el daño que los niveles elevados de plomo ocasionan a la salud infantil.

Por otro lado, no se demostró asociación con factores de riesgo encontrados en investigaciones anteriores, entre ellos: las horas que se permanece expuesto al tráfico vehicular y la ubicación de la vivienda.^{8,25,33-35} No obstante, los sujetos estudiados en las delegaciones 3 y 4 presentan los niveles de plomo más elevados, correspondiendo geográficamente con las zonas sureste y suroeste del Distrito Federal, en donde se documentan los mayores índices de contaminación ambiental.

Algunos autores argumentan una asociación inversa entre estrato socioeconómico y aspectos cul-

turales con los niveles de plomo sanguíneo,^{36,37} sin embargo, si se considera el grado educativo como una aproximación del nivel socioeconómico, la población materna a pesar de contar con un nivel educativo relativamente alto (mayor de secundaria) presenta una elevada proporción de individuos con niveles de plomo superiores a lo establecido como punto de seguridad, por lo que se supone la presencia de otras variables que confunden los resultados en este estudio.

Como todo estudio transversal, el presente se ve limitado por aspectos metodológicos que determinan ambigüedad temporal y limitan la posibilidad de evaluar la direccionalidad de las relaciones observadas. Sin embargo, en este estudio un sesgo de información es poco probable debido a que las participantes y el entrevistador, al momento de la encuesta, desconocían los niveles de plomo en sangre de los binomios y la hipótesis a probar en el estudio. De igual forma, la mala clasificación en las variables de exposición ambiental probablemente subestima las relaciones encontradas. Esto es posible si se considera que en una población de mujeres embarazadas éstas tienden a modificar sus hábitos, especialmente en función del tiempo que permanecen fuera de su hogar y, por lo tanto, a la exposición ambiental y al tráfico vehicular. La dificultad para medir adecuadamente estas variables pudo originar un error de clasificación no diferencial, cuyo efecto en caso de haberse presentado atenuó nuestras asociaciones. También es poco probable que el estrato socioeconómico confundiera la relación entre las variables estudiadas, debido a que la población derechohabiente del IMSS presenta un patrón social homogéneo.

De los resultados que reportamos surge la necesidad de continuar en esta línea de investigación, pues los beneficios por el conocimiento de la cinética del plomo en el binomio madre-hijo, de los daños a la salud causados por la intoxicación crónica y las acciones que se deriven a nivel operativo, repercutirán ampliamente en la salud de la población, en la demanda de atención y en los costos institucionales por atención médica, así como en el apoyo en materia de legislación ambiental.

Agradecimientos

A las pacientes que aceptaron participar; al doctor Camilo Ríos, jefe del laboratorio del INNN, por su valiosa colaboración en las mediciones de los niveles de plomo; al doctor Roberto Vargas de la Rosa y a la EESP Ana María Cordero (IMSS) por su colaboración en la instrumentación del programa de trabajo de campo; así también a las autoridades, personal médico y, en

especial, al Servicio de Enfermería de las delegaciones y hospitales involucrados en el estudio por su entusiasta y valiosa colaboración.

Referencias

- Organización de las Naciones Unidas. Criterios de salud ambiental 3. Plomo. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.: ONU, 1979; (Publicación científica No. 388).
- Goyer RA. Lead toxicity: Current concerns. *Environ Health Perspect* 1993;100:177-187.
- Barry PSI, Mossman DB. Lead concentrations in human tissues. *Br J Ind Med* 1970;27:339-351.
- Mushak P, Davis JM, Crocetti AF, Grant LD. Prenatal and postnatal effects of lead exposure: Integrated summary of a report to the U.S. Congress on Childhood Lead Poisoning. *Environ Res* 1989;50:11-36.
- Rothenberg SJ, Schnaas L, Cansino-Ortiz S, Perroni-Hernández E, de la Torre P, Neri-Méndez C *et al.* Effects of lead on neurobehavioural development in the first thirty days of life. Lead exposure and child development an International Assessment. *Neurotoxicol Teratol* 1989;11(2):85-93.
- González-Cossío T, Peterson K, Sanín LH, Fishbein E, Palazuelos E, Aro A *et al.* Decrease in birth weight in relation to maternal bone-lead burden. *Pediatrics* 1997;100:856-862.
- Centers for Disease Control and Prevention. Preventing lead poisoning in young children: A statement by the Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta (GA): CDC, 1991.
- Romieu I, Palazuelos E, Hernández-Avila M, Ríos C, Muñoz I, Jiménez C *et al.* Sources of lead exposure in Mexico City. *Environ Health Perspect* 1994;4:384-389.
- Muñoz H, Romieu I, Palazuelos E, Mancilla ST, Meneses GF, Hernández AM. Blood lead level and neurobehavioral development among children living in Mexico City. *Arch Environ Health* 1994;49:98-105.
- Hernández AM, Romieu I, Ríos C, Rivero A, Palazuelos E. Lead-glazed ceramics as major determinants of blood lead levels in Mexican women. *Environ Health Perspect* 1991;94:117-120.
- Goyer R. Transplacental transport of lead. *Environ Health Perspect* 1990;89:101-105.
- Brown JM, Bellinger D, Matthews J. In utero lead exposure. *Am J Matern Child Nurs* 1990;15(2):94-96.
- Thompson GN, Robertson EF, Fitzgerald S. Lead mobilization during pregnancy. *Med J Aust* 1985;143:131.
- Silbergeld EK. Lead in bone: Implications for toxicology during pregnancy and lactation. *Environ Health Perspect* 1991;91:63-70.
- Rothenberg SJ, Karchmer S, Schnaas L, Perroni E, Zea F, Fernández-Alba J. Changes in serial blood lead levels during pregnancy. *Environ Health Perspect* 1994;102:876-880.
- Bellinger D, Leviton A, Rabinowitz M, Allred E, Needleman H, Schenbaum S. Weight gain and maturity in fetuses exposed to low levels of lead. *Environ Res* 1991;54:151-158.
- Enhart CB, Wolf AW, Kennard MJ, Erhard P, Filipovich HF, Sokol RJ. Intrauterine exposure to low levels of lead: The status of the neonate. *Arch Environ Health* 1986;41:287-291.
- Dietrich KN, Krafft KM, Bornschein RL, Hammond PB, Berger O, Succop PA *et al.* Low-level fetal lead exposure effect on neurobehavioral development in early infancy. *Pediatrics* 1987;80:721-730.
- Bellinger D, Leviton A, Waternaux C, Neeleman H, Rabinowitz M. Longitudinal analysis of pre and postnatal lead exposure and early cognitive development. *N Engl J Med* 1987;316:1037-1043.
- Cooney GH, Bell A, McBride W, Carter C. Neurobehavioral consequences of prenatal low level exposures to lead. *Dev Med Child Neurol* 1989;11:95-104.
- Enhart C, Morrow-Tlucak M, Marler M, Wolf A. Low level lead exposure in the prenatal and early preschool periods: Early preschool development. *Neurotoxicol Teratol* 1987;9:259-270.
- Bellinger D, Leviton A, Needleman HL, Waternaux C, Rabinowitz M. Low-level lead exposure and infant development in the first year. *Neurobehav Toxicol Teratol* 1986;8:151-161.
- Bellinger D, Sloman J, Leviton A, Rabinowitz M, Needleman HL, Waternaux C. Low-level lead exposure and children's cognitive function in the preschool years. *Pediatrics* 1991;87:219-227.
- Dietrich KN, Succop PA, Bornschein RL, Krafft KM, Berger O, Hammond PB *et al.* Lead exposure and neurobehavioral development in later infancy. *Environ Health Perspect* 1990;89:13-19.
- Hernández-Avila M, Sanín LH, Romieu I, Palazuelos E, Tapia-Conyer R, Olaiz G *et al.* Higher milk intake during pregnancy is associated with lower maternal and umbilical cord lead levels in postpartum women. *Environ Res* 1997;74:116-121.
- Schwartz J. Low-level lead exposure and children's IQ: A meta-analysis and search for a threshold. *Environ Res* 1994;65(1):42-55.
- Kim R, Hu H, Rotnitzky A, Bellinger D, Needleman H. A longitudinal study of chronic lead exposure and physical growth in Boston children. *Environ Health Perspect* 1995;103(10):952-957.
- Lin-Fu JS. Vulnerability of children to lead exposure and toxicity. *N Engl J Med* 1973;289:1289-1293.
- Alexander FW, Delves HT. Blood lead levels during pregnancy. *Int Arch Occup Environ Health* 1981;48:35-39.
- Rabinowitz MB, Needleman HL. Temporal trends in the lead concentrations of umbilical cord blood. *Science* 1982;216:1429-1431.
- Rothenberg SJ, Karchmer S, Schnaas L, Perroni E, Zea F, Salinas V *et al.* Maternal influences on cord blood lead levels. *J Expo Ana Environ Epidemiol* 1996;6(2):211-227.
- Krook L. Calcium protects against lead poisoning. *J Am Diet Assoc* 1974;64:397.
- Fariás P, Borja-Aburto VH, Ríos C, Hertz-Picciotto I, Rojas-López M, Chávez-Ayala R. Blood lead levels in pregnant women of high and low socioeconomic status in Mexico City. *Environ Health Perspect* 1996;104(10):1070-1074.
- Romieu I, Palazuelos E, Meneses F, Hernández M. Vehicular traffic as a determinant of children's blood lead levels: A pilot study in Mexico City. *Arch Environ Health* 1992;47(4):246-249.
- Rothenberg SJ, Pérez-Guerrero IA, Perroni-Hernández E, Schnaas-Arrieta L, Cansino-Ortiz S, Suro-Cárcamo D *et al.* Fuentes de plomo en embarazadas de la Cuenca de México. *Salud Publica Mex* 1990;32(6):632-643.
- Bellinger D, Leviton A, Waternaux C. Lead, IQ and social class. *Int J Epidemiol* 1989;18(1):180-185.
- Trotter RT. The cultural parameters of lead poisoning: A medical anthropologist's view of intervention in environmental lead exposure. *Environ Health Perspect* 1990;89:79-84.