

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

" HOSPITAL DE LA MUJER "

DETERMINACION DE NIVELES DE PLOMO EN SANGRE DE MUJERES  
EMBARAZADAS Y SUS PRODUCTOS, ATENDIDOS EN EL HOSPITAL DE  
LA MUJER. SSA.

T E S I S.

Que para obtener el título de :  
ESPECIALISTA EN GINECOLOGIA Y  
OBSTETRICIA.

Presenta.

DR. JOSE LUIS ROSAS RAMIREZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

DRA. MARIA DEL CARMEN CORDOVA MENDOZA  
SUBDIRECTORA DEL DEPARTAMENTO DE  
ENSEÑANZA E INVESTIGACION



---

DRA. MONICA CARDONA RODRIGUEZ  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GENETICA  
ASESORA DE TESIS.



---

BIOL. SAUL MENDOZA OROZCO  
ADJUNTO AL DEPARTAMENTO DE GENETICA  
ASESOR DE TESIS.

## I N D I C E

Título del proyecto	1
Antecedentes históricos	2
Aspectos bioquímicos de la intoxicación por plomo, vías de absorción, acumulación y eliminación .	6
Bioquímica y acción del plomo sobre el grupo hemo.	8
Estudios sobre efectos del plomo.	11
Contaminación por plomo y sus principales - daños a la salud.	18
Metabolismo del plomo en la placenta.	20
Tipos clínicos de Intoxicación plúmbica.	21
Plomo y estudios cromosómicos	22
Intoxicación plúmbica y sintomatología	26
Diagnóstico de intoxicación por plomo.	27
Objetivos	29
Justificación	30

Hipótesis	31
Tipo de estudio, universo de trabajo, criterios de inclusión y exclusión.	32
Material y método.	33
Resultados.	37
Conclusiones	43
Bibliografía.	44

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

HOSPITAL DE LA MUJER

Titulo de tesis: Determinación de niveles de plomo en san gre de Mujeres embarazadas y sus productos, atendidos en el Hospital de la Mujer.S.S.

Realizado por: Dr. José Luis Rosas Ramirez  
Residente de 3er. año de Ginecología y Obstetrícia.

Coordinador: Dra. Mónica G. Cardona Rodríguez  
Biol. Saúl Mendoza Orozco

Colaboradores: Enf. Ana Marfa Solís Lezama  
Enf. Mercedes Rodríguez Gómez.

## ANTECEDENTES CIENTIFICOS

En los albores de la Historia, el triunfo del hombre sobre los minerales y metales permitió un aumento considerable en la fabricación de herramientas y utensilios, origen del desenvolvimiento de la industria que por otra parte marca el inicio de una exposición creciente a ciertos metales pesados, como el plomo y el mercurio, cuyos efectos tóxicos ya eran conocidos antes de la Era Cristiana por los médicos de Grecia, Roma y Arabia.

Existe evidencia de que se conocía la intoxicación por plomo desde el siglo XV antes de Cristo. Se refiere que el Faraón Imhotep III (1500-A.C) recibía el plomo como tributo; los Egipcios lo usaban para hacer utensilios de cocina, estatuillas, amuletos y monedas. En el Imperio Romano fue usado en tuberías de agua, utensilios de cocina y recipientes para vino ( 1).

Baker, en el siglo XVIII hace una lista de procesos patológicos de tipo saturnico, McCord refiere una alta incidencia de cólico saturnico en la América Colonial, debido al uso de plomo en la destilación de ron y barro mal vidriado que contiene alta cantidad del metal. A fines del s. XIX aumento la intoxicación por este metal al aparecer los motores de combustión interna ( 2 ). En los últimos 50 años, el uso de tetraetilo de plomo como antidetonante en las gasolinas y en la elaboración de acumuladores, genera el riesgo de contaminación a toda la humanidad, la dispersión de los gases de motores trae consigo el depósito del metal, sobre toda la vegetación del planeta.

Kehay y Cholak, en 1939, realizan los primeros estudios para detectar el plomo mediante procedimiento colorimétrico en población abierta, Montoya y col. en México en 1980, encuentra cifras promedio de plomo en madres, de 20.3 mcg/dl y 13 mcg/dl en sus productos; Rotemhnberg en 1989, con estudio similar, reporta niveles de 16 mcg/dl en madres y 13 mcg/dl en sus productos ( 2 ).

A principios de siglo se identificaron los efectos neurotóxicos del plomo asociados a exposiciones agudas a elevadas concentraciones, como las observadas por la ingesta accidental de pinturas. Investigaciones recientes

han demostrado de manera consistente, que existe un decremento progresivo en ciertas funciones neurológicas, asociado a un incremento a los niveles de plomo evaluado tanto en sangre como en dientes. Otros estudios muestran que el plomo constituye un grave problema de salud, en personas expuestas directamente al metal, así como en aquellos que utilizan utensilios que lo contengan. Existen pocos estudios para definir el nivel por debajo del cual no se presenten daños, los cuales se han basado sobre el efecto que ocasiona sobre la inteligencia, sistema neurológico, esquelético, hemático y renal.(1,2,3 )

El plomo es uno de los metales más importantes en toxicología, el número total de los envenenamientos que se producen, es superior al de cualquier otro metal; éste metal se encuentra en la naturaleza incorporado en diversos compuestos, que son obtenidos en forma impura y deben ser refinados, una vez obtenido es utilizado para producir diversos compuestos siendo muy importantes por la cantidad producida el mono y tetroxido de plomo, los cuales son usados en los procesos industriales de la cerámica, cristalería, acumuladores, colorantes, utensilios de barro, pulido de soldadura en la industria automotriz, etc.( 2,3,5 ). El acetato de plomo, conocido como plomo blanco fue usado durante mucho tiempo en la fabricación de pinturas constituyendo un problema peligroso para los niños que ingerían descamaduras de las paredes de construcciones viejas (5).

Aunque la intoxicación plúmbica es más frecuente debida a compuestos inorgánicos; los derivados orgánicos del metal de los que el prototipo es el tetraetilo de plomo, compuesto utilizado como antidetonante en combustibles para automóvil y su degradación da lugar a compuestos de plomo que se liberan al medio ambiente, siendo el aire el conducto principal para el transporte y distribución del metal. (2). Es conocido el hecho de que personas que habitan en zonas con intenso tráfico de vehículos de motor, exhiben mayores concentraciones sanguíneas de plomo que la población no expuesta.

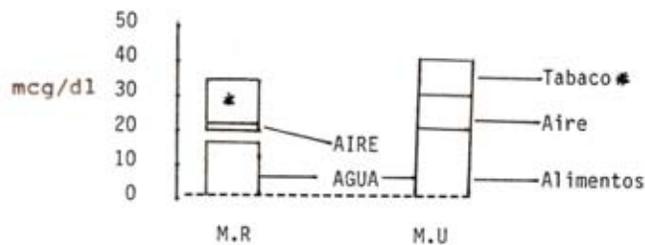
De el plomo que proviene de fuentes estacionarias o móviles, el 20% se emite a la atmosfera, encontrando un promedio de 0.0005 a 0.0006 mcg/m<sup>3</sup> con concentraciones en el aire que oscilan de acuerdo a la zona, por ejemplo; - en una zona urbana con intenso tráfico varia entre 2-4 mcg/m<sup>3</sup>, 0.2 mcg/m<sup>3</sup> en

zonas suburbanas y mucho menor en zonas rurales ( 2 ) . El tamaño de la población en una zona urbana es factor determinante en los niveles de plomo en el aire, pues se relaciona de manera fundamental con el número de vehículos-automotores, fábricas y otras fuentes menores.

El saturnismo es una enfermedad de tipo profesional, pero no son raras las intoxicaciones de origen alimenticio o accidental. No se trata ya de reconocer la enfermedad cuya sintomatología aparente, por sí solo hace el diagnóstico, sino otras alteraciones funcionales de trascendencia, que comúnmente pasan inadvertidas y que sólo con estudios muy finos pueden llegarse a descubrir. Son estos problemas actuales, difundidos no solo entre trabajadores sino en la población general, especialmente los niños, los que preocupan cada vez más a científicos y autoridades de la salud.

Según estudios de Patterson ( 1974 ) en Estados Unidos de Norteamérica las fuentes más importantes de intoxicación por plomo para el hombre, tanto en el medio urbano como en el rural, son los alimentos y la inhalación de tabaco ( 5 ) .

ABSORCION DIARIA DE PLOMO EN ESTADOS UNIDOS



M.R: Medio Rural      M.U: Medio urbano

Fuente: Gaceta Médico de México vol 113 No.5 May 1977 p.216.

Patterson describe que un hombre del medio urbano estado unidense que no fuma, absorbe 30 mcg de plomo al día y 22 mcg en áreas rurales; si fuma, los ingresos de plomo que llegan a su organismo son de 42 mcg/día en áreas urbanas y 32 mcg/día en rurales ( 5 ).

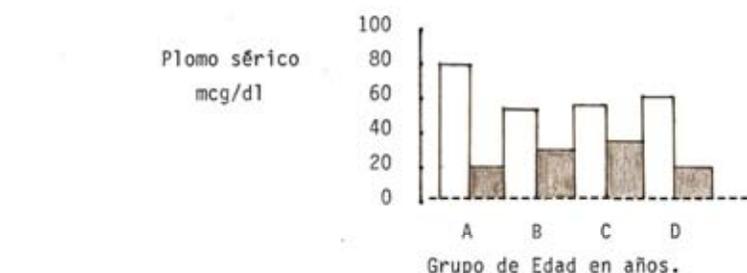
La concentración de plomo en agua potable se ha estimado en menos de 10 mcg/litro y se estima que la ingestión diaria en alimentos y bebidas es aproximadamente 100 mcg ( 1,2), la cantidad señalada de ingreso diario de plomo en un hombre normal del medio urbano o rural son relativamente bajos, ya que los límites máximos permisibles de plomo que ingresan al organismo de un niño por todas las fuentes mencionadas son de 300 mcg/día ( 5 ).

Otras fuentes de contaminación son las fábricas, ya que estas pueden hacer llegar al hombre que no labora en ellas sus residuos de plomo a través del agua, aire, con sus desechos sólidos a los alimentos ; por sus productos sean pinturas, juguetes, o baterías o bien en forma más directa. A este respecto se ha comprobado que los niños de los trabajadores de esas empresas exhiben niveles de plomo significativamente mayores en su organismo, en virtud de que sus padres lo llevan al hogar en su cuerpo o en sus ropas.

Se realizó un estudio con la finalidad de detectar intoxicación por plomo, en una población de Cd. Juárez, a 4 kilómetros de la frontera con E.U donde se encuentra en el lado norteamericano. Se formaron tres grupos de acuerdo a la concentración de plomo ; de 0 a 39 mcg/100 ml considerándose como niveles aceptables según lo establecido por la Organización Mundial de la Salud ( OMS ) ( Menos estricto que la adoptada por el gobierno de los Estados Unidos , a través de su Agencia de Protección Ambiental, la cual fija en 30 mcg/ 100 ml como límites máximos permisibles en sangre de niños ) - el segundo grupo se catalogó de 40 a 59 mcg/100 ml como inaceptable; y el tercero con problema serio, aquellos niños cuya sangre mostraba 60 o más mcg por 100 ml. De el total de 752 niños estudiados, 91.5% se halló con niveles aceptables ( 0 a 39 mcg/100 ml), 8.5% rebasó este límite, 6.5% exhibió de 40-59 mcg/100 ml y un 2% superó los 60 mcg/ 100 ml ( 5 ).

También se ha probado la correlación negativa entre el plomo existente en el polvo de los objetos, suelos o tierra de una zona y la distancia a la fábrica que maneja los metales, principalmente fundidoras, es decir hay significativamente mayor cantidad de plomo en el polvo o en la tierra de los hogares a medida que se encuentran más cerca de una de estas fábricas, encontrando mayores niveles del metal en personas de estas áreas ( 5 ).

Existen además otras fuentes de contaminación fuera de la industria, entre las que destacan en nuestro medio la preparación y el consumo de alimentos y bebidas en loza de barro vidriado del tipo artesanal, la cual en ocasiones contiene óxido de plomo que pueden liberarse al contacto prolongado con soluciones ácidas, como el ácido acético del vinagre y los cítricos; por ejemplo en nuestro país más de cien mil personas están expuestas al metal en la industria alfarera de tipo familiar. Los estados de Puebla, Hidalgo, Jalisco, Guanajuato, Michoacán y Oaxaca tienen una industria alfarera que desafortunadamente utiliza en general técnicas de elaboración de utensilios muy primitivas. Un estudio realizado en dos poblaciones alfareras del estado de Jalisco demuestra como la contaminación plúmbica es muy alta, en aquellos que trabajan con barro vidriado que contiene plomo ( 1,8 ).



□ Tonalá Jalisco

■ El Rosario Jalisco

Fuente: Gaceta Med. de Méx. vol 115 No 2  
Feb. 1979. p 58.

- A = De 0 a 9 años  
B = De 10 a 19 años  
C = De 20 a 29 años  
D = De 30 a 39 años

Algunos autores consideran que es más importante medir los niveles de plomo en el cabello o en los dientes, ya que las concentraciones halladas en la dentina, son dos veces mayor que los de la sangre. Dado que los niveles de plomo en sangre a los metabolitos de la orina decrecen una vez que pasa la exposición, el contenido de plomo en el cabello o en los dientes habla más del problema retrospectivo de los niños, de acumulación de plomo que son en realidad lo que debe valorarse en cuenta a sus efectos. ( 5 ).

#### ASPECTOS BIOQUIMICOS DE LA INTOXICACION POR PLOMO VIAS DE ABSORCION ,ACUMULACION Y ELIMINACION.

El plomo es un metal pesado, blando, dúctil , maleable , plástico pero - inelástico de color blancoazulado, sus menas principales son la galena y la - cerusita, de donde se extrae por reducción. Metal no necesario en el organismo humano, es decir no necesario en la biología celular normal, es un elemento extraño pues nose conocen funciones o reacciones bioquímicas en las cuales el plomo desempeñe normalmente alguna función.

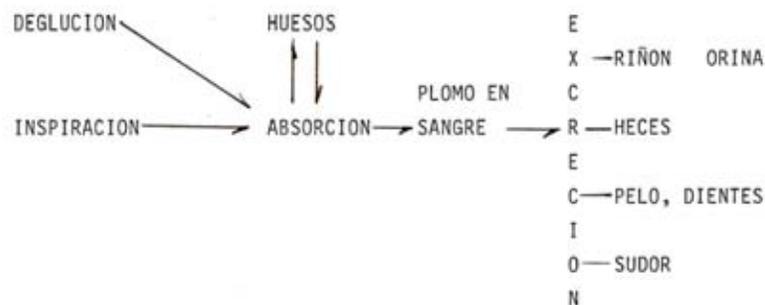
El plomo es un catión divalente que posee algunas propiedades similares a las del calcio(5 , 6) El cuerpo humano no parece distiguirlo fácilmente y debido a esto se aloja en sitios donde normalmente debe aparecer el calcio, y del aparato gastrointestinal y los pulmones generalmente pasa al torrente sanguíneo y se deposita en el tejido óseo, de manera preferente en los huesos largos y el esternón por ser más denso que el calcio, hace que aparezcan áreas de mayor densidad en una placa de rayor X ( 1,5 ).

La sustitución de plomo por calcio trae como consecuencia también, que - los procesos en los cuales el calcio interviene ( contracción muscular, excitabilidad neuromuscular, desarrollo y metabolismo del hueso, permeabilidad de membranas y coagulación sanguínea) se vean afectados y expliquen algunos de - los síntomas de intoxicación.

El plomo tiene amplia distribución en el organismo; así por ejemplo se han descrito lesiones en el sistema eritropoyético, tejido óseo, sistema nervioso, tejido renal, en los dientes, en la piel y hasta transtornos de la -

conducta ( 5,7 ). Los efectos del plomo en el organismo, desde el punto de vista bioquímico, han sido principalmente caracterizados y estudiados en la ruta biosintética del grupo hemo, pero prácticamente no hay tejido u órgano que no sea afectado por el plomo.

Los compuestos inorgánicos de plomo de los alimentos son pobremente absorbidos en los adultos y sus velocidad de absorción es proporcional a su concentración, el plomo absorbido por via digestiva llega al hígado y de ahí se distribuye a todo el organismo, cuando la cantidad de plomo introducida por vía bucal aumenta, la excreción fecal crece proporcionalmente. La absorción pulmonar representa la principal vía de intoxicación para la población de los grandes asentamientos humanos y para la expuesta profesionalmente al metal. En el mecanismo básico de esta absorción existen varios factores a tomar en cuenta: la solubilidad de las sales de plomo, el tamaño de las partículas, la profundidad y frecuencia de respiración y las variaciones estructurales y fisiológicas del sistema respiratorio ( 1 ).



Metabolismo Normal del Plomo ( Tomado de: The Ecologist, Dic. 1974 ).

#### VIAS DE ENTRADA DEL PLOMO

Las principales vías de entrada del plomo al organismo son :

- 1.- Inhalación de polvo, humo o vapores
- 2.- Ingestión de compuestos de plomo o que lo contengan, los cuales pueden ser introducidos a la boca por el aparato respiratorio o con los alimentos o por el tabaco.
- 3.- Cutánea, a través de la piel especialmente en aquellos compuestos orgánicos del plomo, como el tetraetilo de plomo usado como antidetonante en las gasolinas.

#### VIAS DE ELIMINACION

- 1.- Renal: a través de la orina en un 76%
- 2.- Tracto digestivo: en heces en un 16%
- 3.- Cutánea: por medio de la exfoliación y pérdida del cabello en un 8%

#### BIOQUIMICA Y ACCION DEL PLOMO SOBRE EL GRUPO HEMO

Cuando se ingiere plomo, la mayor parte del el pasa a través del organismo sin absorberse y es eliminado por las heces; por otra parte la mayor porción de plomo que llega a absorberse es colectada por el hígado y excretada en parte por la bilis, por esta razón para producir intoxicación por vía digestiva se necesita la ingestión de cantidades considerables y un período relativamente largo de exposición antes de que se observen síntomas.

Por el contrario, cuando el plomo es inhalado , es absorbido fácilmente a través de los tejidos del sistema respiratorio y los síntomas tienden a desarrollarse rápidamente ( 7 ) .

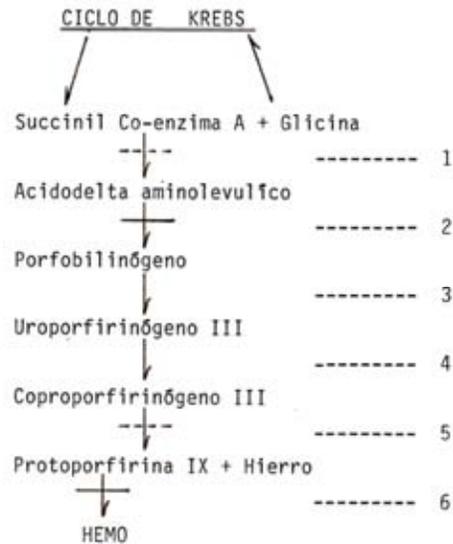
El mecanismo involucrado para explicar el efecto tóxico del plomo ,está basado en la afinidad para unirse en forma covalente a los grupos sulfidrilo de las proteínas. Esto trae como consecuencia directa que la forma y la función de las proteínas sea alterada. Numerosas proteínas, incluyendo entre ellas a gran número de enzimas, poseen grupos sulfidrilo que son expuestos a este efecto. Si la modificación se lleva a cabo en una enzima e involucra el sitio activo de esta, o un lugar de regulación alostérica, el resultado es una inhibición en la actividad enzimática.

El descrito mecanismo de toxicidad es una de las principales bases para pensar que el plomo actúe no únicamente en una ruta biosintética en especial , sino que hace suponer que muchos otros procesos celulares se ven afectados. La metodología paraclínica desarrollada para poner en evidencia estas lesiones bioquímicas ha sido abundantemente desarrolladas para la ruta metabólica del grupo Hemo, y no es sino hasta recientemente que se empieza a contar con ese tipo de análisis bioquímicos para demostrar lesiones en otras vías metabólicas, como sucede recientemente con la determinación urinaria de ácido-homovalínico y vanililmandélico para poner en evidencia la lesión a nivel del sistema nervioso. ( 5,8 ).

La ruta biosintética del grupo prostético hemo es muy sensible a los efectos del plomo. Dicha vía metabólica se inicia con la formación de ácido-delta-aminolevulínico a partir de succinil coenzima A y glicina. Esta reacción es catalizada por la enzima delta-aminolevulínico sintetasa; dos moléculas de ácido delta aminolevulínico, por la acción de la delta aminolevulínico deshidratasa, forman una molécula de porfobilinógeno , primera estructura cíclica en esas ruta metabólica. El porfobilinógeno, es un anillo tetrapirrólico sustituido, y cuando cuatro moléculas de éste se unen por acción de las enzimas porfobilinógeno desaminasa y uroporfirinógeno isomerasa, se forma el compuesto conocido como uroporfirinógeno III, el primero es de una larga-serie de anillos porfirínicos modificados a que da origen.

La descarboxilación del uroporfirinógeno III por la enzima urogenasa da lugar al coproporfirinógeno III y éste, en varias reacciones de oxidación -

y descarboxilación, da lugar a la protoporfirina IX, la que con la adición de hierro por la enzima hemosintetasa, da lugar finalmente al grupo Hemo.



- 1 Acido delta-aminolevulfnico sintetasa + piridoxal + ðc. pantoténico
- 2 Acido delta aminolevulfico deshidratasa + Glutati3n
- 3 Porfobilin3geno desaminasa, Uroporfirin3geno isomerasa
- 4 Urogensa
- 5 Coprogen3sa
- 6 Hemosintet3sa + Glutati3n + ðc. asc3rbico

----- Posible inhibici3n  
 ——— Inhibici3n definitiva

Pasos : 1, 5 y 6 : en la mitocondria

Pasos : 2,3 y 4 : en el citoplasma

#### RUTA BIOSINTETICA DEL GRUPO HEMO Y EFECTO DEL PLOMO

Fuente: Gaceta Med. M3x. vol 113, may 1977 pp.222.

Las enzimas delta aminolevulínico deshidratasa y hemosintetasa son muy sensibles al plomo, cuyos efectos sobre aquellos son acumulación del ácido delta aminolevulínico y de protoporfirina IX, y por otro lado disminución de la cantidad del grupo prostético hemo para formar las hemoproteínas: mioglobina, hemoglobina, catalasa, triptofano oxidasa, clorofila, vitamina B12, peroxidasa y citocromos B,C,A, A3 y P 450. Obviamente, las funciones celulares de estas hemoproteínas sufriran primordialmente el efecto del plomo. ( 5 ).

#### ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LOS EFECTOS DEL PLOMO

En 1969, en un estudio realizado en el Valle de México, en personas sin antecedentes de exposición laboral al plomo, mostró valores de plomo en sangre y orina en promedio de  $17.05 \text{ mcg}/100\text{g} \pm 4.8$  y  $22.0 \text{ mcg}/\text{l} \pm 6.6$ , respectivamente. Posteriormente se encontró que los niveles de plomo en la sangre de madres residentes de la ciudad de México, fueron mayores a los observados en otros países, con valores promedio de  $20.30 \pm 5.90 \text{ mcg}/100\text{g}$ , y en la sangre de cordón umbilical de sus recién nacidos un promedio de  $13.57 \pm 5.5 \text{ mcg}/100\text{g}$ . ( 10 ).

En 1983, antes de la última reducción de la concentración de plomo en las gasolinas de nuestro país; las cifras de plomo en sangre en 200 profesores de la ciudad de México fue en promedio, de  $19.5 \pm 4.8 \text{ mcg}/100\text{g}$  ( 10 ). Las investigaciones efectuadas en el lapso de 1982 a 1983, en 631 individuos mayores de 15 años, 450 del sexo femenino y 181 del sexo masculino, sin exposición laboral al plomo, mostró como dato relevante que el promedio de plomo en la sangre fue de  $18.45 \text{ mcg}/100 \pm 8.12$ . El promedio de plomo sérico en la población masculina fue superior a la encontrada en la población femenina en  $5.85 \text{ mcg}/100\text{g}$ , y el grupo de edad con cifras mayores fue el de 25 a 34 años, posiblemente en relación con factores como el tabaquismo, mayor exposición ambiental por tránsito urbano o exposición inadvertida al plomo ( 10 ).

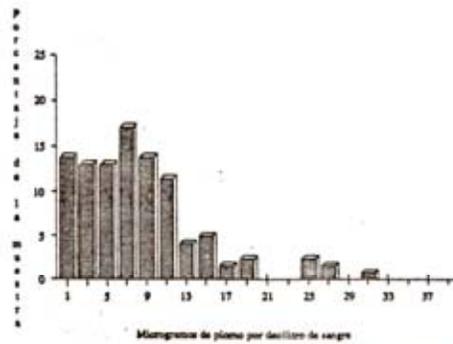
Como ya se mencionó, los niveles de contaminación del valle de México - son elevados debido a la alta densidad demográfica, industrial, vehicular y a sus características geográficas, topográficas y climatológicas. Por lo tanto si deseamos definir cuales son los daños que ocasiona la exposición al plomo en la Ciudad de México; deben determinarse los niveles del contaminante en grupos de riesgo, entre ellos se encuentran a las mujeres embarazadas, sus fetos y niños menores de 5 años.

En un estudio realizado en el Instituto Nacional de Perinatología (IN - Per, 1989) en un grupo de mujeres embarazadas, estudiadas a partir de la semana doce de gestación con seguimiento del embarazo, parto y evaluación del producto al nacimiento, a los 6 y 12 meses de vida, se obtuvo como resultado que el grupo estudiado corresponde a una muestra sana de la población cuyos datos no pueden ser generalizados al total de la población de embarazadas y sus productos en la Cuenca de México. Figs. 1, 2, 3 y 4. Muestran los niveles de plomo encontrados durante el embarazo, parto y el primer año de vida de la madre e hijo respectivamente. ( 11 ).

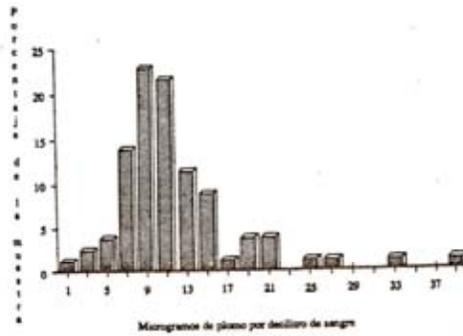


**FIGURA 1.** Distribución de los niveles de plomo en las madres a las 12 semanas de embarazo

Fuente: Rev. Salud Pública de México, vol.32 No.6 p: 635.

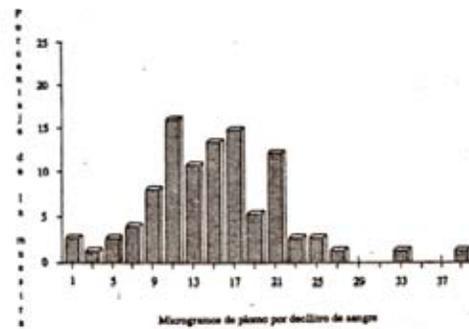


**FIGURA 2.** Distribución de los niveles de plomo en las madres en el momento del parto



**FIGURA 3.** Distribución de los niveles de plomo en los bebés a los seis meses de edad

Fuente: Rev. Salud Pública de Méx. vol.32,Nov.1990,p:636 .



**FIGURA 4.** Distribución de los niveles de plomo en los bebés a los 12 meses de edad

Fuente: Rev. Salud Pública de Méx. vol.32, No.6. Nov.90, p:636.

En un estudio realizado en México en 1981 en el Centro medico Nacional del I.M.S.S . Se determinaron las concentraciones de plomo en sangre de cordón umbilical de recién nacidos normales ,así como en sangre venosa de las--madres, obteniendose las muestras simultáneamente durante el parto; se encontraron los siguientes resultados:

De 405 muestras estudiadas, se observó que las madres tenían un prome --dio de edad de  $26.8 \pm 6.26$  años, con una gestación de  $38.69 \pm 1.79$  semanas . La concentración de plomo en sangre materna varió entre  $0.401$   $\mu\text{mol/l}$  y  $1.93$   $\mu\text{mol/l}$  (  $8.30$   $\mu\text{g/dl}$  a  $40.0$   $\mu\text{g/dl}$ ), con promedio de  $0.97 \pm 0.28$   $\mu\text{mol/l}$  - (  $20.30 \pm 5.60$   $\mu\text{g/dl}$ ).La concentración de plomo en la sangre del cordón um--bilical varió entre  $0.23$   $\mu\text{mol/l}$  y  $1.7$   $\mu\text{mol/l}$  (  $4.8$   $\mu\text{g/dl}$  a  $36$   $\mu\text{g/dl}$ ) con - un promedio de  $0.67 \pm 0.25$   $\mu\text{mol/l}$  (  $13.57 \pm 5.25$   $\mu\text{g/dl}$  ). Los resultados - muestran que las concentraciones de plomo encontradas son mayores a las ob - servadas por otros investigadores extranjeros. Este dato tiene implicaciones especiales, ya que los estudios recientes informan que los niveles de plomo--al momento del parto, tanto en la madre como en el cordón umbilical se en - cuentran altamente correlacionados. Otras investigaciones muestran que los - niveles de plomo en el cordón umbilical caen dentro de una amplitud de  $10$  a  $25$   $\mu\text{g/dl}$ , se encuentran asociados a un retraso en el desarrollo mental del--niño en sus primeros 2 años de vida ( 11 ). De ahí el porque deben realizase estudios de vigilancia epidemiológica, educacionales y preventivos para ata--car el problema al ser detectado y no manejar posteriormente las secuelas -- que pudieron ser previsibles. ( 10,12,13 ).

Los estudios realizados en mujeres embarazadas, con la finalidad de determinar los niveles de plomo tanto en la madre como en los productos, han demostrado que en condiciones de exposición natural, el plomo pasa libremente las estructuras placentarias y llegan al feto sin causarle efectos adversos manifiestos; pero cuando las concentraciones ambientales del metal se incrementan, el aumento del plomo circulante en el feto puede originar efectos adversos como aborto, premadurez y muerte in útero, o diversas alteraciones orgánicas durante la vida posnatal y , además existe la posibilidad de provocar aberraciones cromosómicas. ( 1,12 y 13 ).

En años recientes se han realizado investigaciones para conocer las concentraciones " normales " de plomo en la sangre de los recién nacidos para contar con elementos de comparación entre las diversas concentraciones que resultan de la exposición a ambientes contaminados, de los que en última instancia dependen los efectos tóxicos del metal. El siguiente cuadro resume -- los resultados obtenidos por algunos autores extranjeros, ya que en México -- no se han realizado estudios significativos. ( 12,13 ).

CUADRO I. NIVELES DE PLOMO EN SANGRE MATERNA Y FETAL AL NACIMIENTO (CORDON UMBILICAL) OBSERVADOS POR DIFERENTES AUTORES  
 TABLE I. LEAD LEVELS IN MATERNAL AND FETAL BLOOD DURING DELIVERY (UMBILICAL CORD) OBSERVED BY DIFFERENT AUTHORS

Autor Author	Piomo en sangre materna Lead in maternal blood $\mu\text{mol/l}$ ( $\mu\text{g/dl}$ )	Piomo en sangre fetal Lead in fetal blood $\mu\text{mol/l}$ ( $\mu\text{g/dl}$ )
Barltrop (1968)	0.67 (13.9)	0.52 (10.8)
Harris & Holley (1972)	0.63 (13.2)	0.59 (12.3)
Hass (1972)	0.81 (16.9)	0.72 (14.9)
Gershanik (1974)	0.51 (10.5)	0.45 (9.4)
Fahim (1976)	0.63 (13.1)	0.21 (4.3)
Clark (1977)	0.71 (14.7)	0.57 (11.8)
Zetterlund (1977)	0.38 (7.9)	0.32 (6.6)
Lauwerys (1978)	0.49 (10.2)	0.41 (8.4)
Hubermont (1978)	0.51 (10.6)	0.43 (8.8)
Buchet (1978)	0.48 (10.0)	0.39 (8.1)

Fuente: Singhal, R.L.: Lead toxicity. Urban & Schwarzenberg, 1980 (Modificado).  
 Source: Singhal, R.L.: Lead toxicity. Urban & Schwarzenberg, 1980 (Modified).

LA CONTAMINACION POR PLOMO Y SUS PRINCIPALES DAÑOS  
A LA SALUD.

Los efectos adversos de intoxicación por plomo son diversos ya que ataca a diferentes órganos y tejidos; los cuales pueden manifestarse de manera aguda, después de un episodio crítico de contaminación o bien, de manera crónica como consecuencia de exposiciones prolongadas a concentraciones relativamente bajas del metal.

El siguiente cuadro señala los daños a la salud causados por los diferentes contaminantes, tanto los comprobados como aquellos de los que existe sospecha fundada. ( 14 ).

Contaminación atmosférica. Efectos sobre la salud humana		
Agente	Efectos (C) comprobados (P) Posibles	
Óxido de azufre	1. Agudización de Asma y Bronquitis Crónica	(C)
	2. Deterioro de la función respiratoria	(C)
	3. Alteraciones sensoriales	(C)
Óxidos de azufre más partículas en suspensión	4. Incremento de la mortalidad general a corto plazo	(C)
	5. Incremento en la morbilidad de enfermedades respiratorias	(C)
	6. Agudización de bronquitis y cardiopatías	(C)
	7. Contribuyen a la génesis de bronquitis crónica y enfisema	(C)
	8. Contribuyen a la génesis de enfermedades respiratorias infantiles	(C)
	9. Contribuyente en la génesis del carcinoma bronquiogénico	(C)

(Continúa)

Contaminación atmosférica Efectos sobre  
la salud humana  
(Continuación)

Agente	Efectos (C) comprobados (P) Posibles
Partículas en suspensión oxidantes	10. Aumento en las tasas de neumo- patías crónicas (C)
	11. Agudizan enfisema, asma y bron- quitis (C)
	12. Mayor deterioro de la función pul- monar en pacientes con bronquitis y enfisema (C)
	13. Conjuntivitis y disminución del ren- dimiento de los atletas (C)
Ozono	14. Incremento en la probabilidad de accidentes viales (C)
	15. Deterioro de la función respiratoria (C)
Monóxido de carbono	16. Alteraciones en la peroxidación de los lípidos (C)
	17. Disminuye la tolerancia al ejercicio físico de los cardiópatas (C)
	18. Incrementa la mortalidad general la mortalidad por cardiopatía isqué- mica (C)
	19. Factor causal de arteriosclerosis (C)
Bióxido de nitró- geno	20. Daño a la función del SNC (P)
	21. Factor causal del enfisema pulmo- nar (C)
Plomo	22. Daña algunos mecanismos de defen- sa del aparato respiratorio, alteran- do células cebadas y macrófagos (C)
	23. Aumenta su almacenamiento en te- jidos y líquidos corporales (C)
Sulfuro de hidrógeno	24. Alteraciones en la síntesis de hemo- globina y porfirina (C)
	25. Mortal por exposición aguda (C)
Mercaptanos	26. Irritación sensorial (C)
	27. Cefaleas, náuseas y sinusitis (C)
Asbestos	28. Calcificaciones pleurales (C)
	29. Asbestosis y mesoteliomas (C)
	30. Factor contribuyente para EPOC y cáncer bronquiogénico (C)
Plaguicidas	31. Intoxicación aguda fatal (C)
	32. Alteraciones en la actividad de la colinesterasa (C)
Berilio	33. Beriliosis pulmonar (C)
Microorganismos	34. Infecciones por transmisión aérea (C)

Fuente: U.S. Department of Health, Education and Welfare.  
Washington D.C. 1977; (HRA) 77: 1457

## METABOLISMO EN LA PLACENTA

Se sabe que la placenta inicia su permeabilidad al plomo a partir de las doce semanas de gestación la cual va aumentando las concentraciones de plomo conforme avanza el embarazo. Se acepta generalmente, que los organismos en crecimiento son más susceptibles a la acción de los metales pesados tóxicos, no sabiendo aún si existe o no un nivel seguro de plomo en el organismo, ya que una ingesta materna considerada inocua puede ser dañina en el producto. Niller y cols. (1970) demostraron que en el cerebro de ratas, los niveles de ácido gamma-aminolevulínico son paralelos en los niveles de las células sanguíneas periféricas por lo que sugiere que un metabolismo oxidativo en el cerebro puede ser afectado con niveles sanguíneos de plomo tan bajos como 20 mcg/100ml. ( 15 ).

Debido a que la madre es la fuente de plomo, se han realizado varias investigaciones para evaluar la relación que existe entre los niveles fetales y maternos de plomo. En sangre se pueden considerar dos compartimientos para el plomo, los glóbulos rojos y el plasma. En los eritrocitos, el plomo se encuentra ligado en una forma de difusión lenta mientras que en el plasma se encuentra una fracción más difusible. Debido a la mayor disponibilidad plasmática de plomo, esto puede influir más directamente sobre las concentraciones tisulares pudiendo ser considerada como la fracción que cruza más fácilmente la barrera placentaria, haciendo más susceptible al feto.(15).

Para entender más los efectos del plomo sobre el feto y la interacción posible del plomo con el zinc, se realizó un estudio (1980) en ratas embarazadas alimentadas con plomo y zinc en un grupo y plomo únicamente en otro. ( 200 mg/l). Al día 21 de gestación, las ratas fueron sacrificadas a las cuales se les extrajo quirúrgicamente del útero los fetos y la placenta, así como el corazón, riñón y cerebro para ser estudiados. Se encontró que las proteínas totales de la placenta se redujeron, siendo significativamente también la disminución de peso del riñón, cerebro e hígado en aquellas ratas alimentadas con plomo únicamente; cosa que no se vio muy patente en ratas que fueron alimentadas con plomo y suplemento de zinc, quedando en discusión si el zinc actúa mejorando los efectos de la intoxicación por plomo. ( 16 ).

Así como al zinc se le ha visto relacionado con el probable antagonismo de los efectos tóxicos del plomo, también se piensa que existe sinergismo con otro elemento como el etanol en aquellos pacientes con ecefalopatía. ( 17 ).

Goldstein ( 1978 ) describió que la intrada de plomo al cerebro es proporcional a la concentración sanguínea del metal y al flujo de circulación cerebral en determinado momento; sin embargo el sistema nervioso central capta el plomo aunque los niveles sanguíneos sean bajos, lo que parece indicar que no existe un mecanismo definido de protección cerebral para la captación cerebral del metal .( 17 ).

Además de las diversas fuentes de exposición al plomo ya mencionadas , que pueden dar origen a intoxicación , se ha encontrado en la medicina tradicional un polvo rojo llamado " asarcon " al cual se le atribuyen propiedades medicinales para el tratamiento de diferentes padecimientos gastrointestinales, popularmente conocidos como " empachos " . Recientemente se informó sobre un caso en el Hospital de Pediatría, de intoxicación por el compuesto mencionado, habiéndose curado sin secuelas manifiestas en el paciente.(18 ). De igual manera se han reportado cuadros abdominales de dolor agudo debidos a intoxicación plúmbica.

Robert Kehoen en 1972, describió 3 tipos clínicos para esta intoxicación ( cólico saturnico ) ; el tipo abdominal el neuromuscular y el del sistema nervioso, de estos, la modalidad clínica tradicional se relaciona con manifestaciones gastronitestinales, en ella el síntoma principal se establece como dolor abdominal denominado " cólico saturnico " , siendo en ocasiones motivo de error en el diagnóstico. ( 20 ). En Yugoslavia se realizó un estudio en pacientes con dolor de abdomen agudo, diagnosticado como intoxicación plúmbica, por los ataques de espasmo abdominal y dolor acompañados de estreñimiento; se corroboró el diagnóstico al encontrar un coproporfirinuria anormalmente alta, tinción excesivamente basófila de los eritrocitos, aumento en número de reticulocitos en sangre periférica y diferentes estados de anemia, considerando valores anormales obtenidos en sangre cuando el plomo encontrado fué mayor de 70 mcg/100ml. ( 19 ).

## CONTAMINACION POR PLOMO Y ESTUDIOS CROMOSOMICOS

Una área importante de la ciencia moderna del medio ambiente y de la medicina preventiva, ha sido el poder probar la actividad mutagénica de los contaminantes ambientales. Un gran número de métodos de prueba y organismos para la estimación del daño genético inducido por agentes ambientales se encuentran disponibles actualmente. sin embargo, todos los datos de mutagenicidad deben ser bajo condiciones de prueba lo más parecido a la situación humana. Como las razones éticas son primero en cualquier trabajo experimental - en humanos, la posibilidad de tales estudios está limitada. Las pruebas de mutagenicidad en el hombre tienen que ser enfocados a aquellos casos específicos en donde los individuos o algún grupo de población han sido expuestos a la influencia del agente mutagénico, ya sea por razones accidentales u ocupacionales. Un método practicable para aplicación a corto plazo en grupos limitados de individuos expuestos actualmente, son estudios cromosómicos en células somáticas obtenidas de estas personas. Esa técnica permite una demostración rápida y confiable del daño cromosómico en forma aceptable. ( 15 ).

Las células diana más comunes de los estudios citogenéticos en indivi-- duos expuestos a agentes ambientales han sido los linfocitos extraídos de la sangre periférica de esas personas en estudio. ( 1, 15 ). Estas células - son tomadas y colocadas en un cultivo de corto tiempo ( 2 o 3 días ), poste rior a su transformación blástica por un mitógeno ( fitohemaglutinina) para obtener un número adecuado de figuras mitóticas para el análisis citogenéti co. Es de vital importancia el elegir las condiciones de cultivo, cuando - se realiza el análisis de la primera división de la metafase ya que únicamen te así se puede lograr una idea o imagen representativa del potencial de ac tividad mutagénica del agente.

Si se toman en consideración las posibilidades metodológicas y las limi taciones de estudios citogenéticos en el hombre expuesto a agentes ambienta les, los resultados positivos brindan una fuerte evidencia de los riesgos ge néticos, lo cual puede ayudar a establecer niveles más seguros de exposición

para individuos que se encuentran en contacto frecuente a estos agentes, un resultado negativo por otro lado, debe ser interpretado con gran precaución ya que puede ser causado por particularidades del sistema celular: puede -- ser que los linfocitos no estén pasando a través del ciclo de proliferación en el momento de que los agentes ambientales ejercen su influencia. Algunos grupos que reportaron incremento en las tasas de daño cromosómico en individuos expuestos no han podido afirmar una correlación significativa entre las tasas de aberraciones individuales y los niveles de exposición al plomo.(21)

Otros autores ( 21 ) pudieron demostrar que la influencia adicional - simultánea de otros metales ( cadmio y zinc) y arsénico aparentemente crean influencia en la frecuencia y tipo de aberración encontrada en individuos expuestos a metales pesados. En trabajadores expuestos a plomo y zinc, una frecuencia mayor de aberraciones cromosómicas fueron observadas, que en aque - llos pacientes expuestos a plomo y cadmio; sin embargo el daño registrado a nivel cromosómico fué de mayor gravedad en éstos últimos. Aparentemente el cadmio, plomo y zinc pueden constituir una adversidad potencialmente genética al hombre por su acción combinada o al incrementar el efecto débil de mutación del tabaquismo.

La acción carcinogénica, teratogénica y mutagénica, tanto en el huma no como en animales de laboratorio, ha comenzado a ser publicada en los últimos años. Así, en animales experimentales tratados con diferentes compuestos de plomo se ha descrito; en pollos, la necrosis de epitelio de túbulos renales, en ratas el desarrollo de adenomas y carcinomas renales, así como la inducción de malformaciones congénitas en la descendencia y particularmente - del sistema nervioso central..

En los siguientes cuadros se muestran los efectos del plomo que pueden tener implicaciones genéticas y análisis cromosómicos en linfocitos de perso nas expuestas.

Cuadro de efectos producidos por plomo que pueden tener implicaciones genéticas

Efecto	Especie	Referencia
Necrosis del epitelio renal	Pollo	Simpson <sup>1</sup>
Adenomas y carcinomas renales	Rata	Hass <sup>2</sup>
Eritrocitos anucleados	Pollo	Coburn <sup>3</sup>
Malformaciones congénitas	Rata	Ferm <sup>4</sup>
Disminución de la fertilidad	Ratón Hombre	Varma <sup>5</sup> Weller <sup>6</sup> Gillet <sup>7</sup>
Abortos y mortinatos	Hombre	Weller <sup>8</sup> Gillet <sup>9</sup>
Asociación cromosómica	Hombre	Carfagna <sup>10</sup>
Mutagenicidad	Ratón	Varma <sup>11</sup>
Daño en cromátide y/o cromosoma	Ratón Hámster chino Hombre	Muro <sup>12</sup> Bauchinger <sup>13</sup> Deknudt <sup>14</sup> Schwanitz <sup>15</sup> Garza-Chapa <sup>16</sup>

Fuente: Gaceta Médica de Méx. vol.113, may 1977,p: 231

Cuadro 9. Resultados obtenidos *in vivo* e *in vitro* por varios autores en análisis cromosómicos de linfocitos cultivados en personas expuestas a plomo.

Categoría y autores	No. personas estudiadas	Plomo en sangre $\mu\text{g}/100 \text{ ml.}$	No. de células estudiadas	% de células con aberración en cromátide	% de células con aberración en cromosoma
Schwanitz <sup>28</sup> ( <i>in vivo</i> )	15	—	1 500	4.13	2.20
Testigos	8	62-69	800	14.75	8.75
Expuestos ( <i>in vitro</i> )	—	—	100	7.00	3.00
Acetato de sodio	—	—	100	26.00	17.00
Acetato de plomo ( $10^{-4} \text{ M}$ )	—	—	—	—	—
O'Riordan <sup>29</sup> ( <i>in vivo</i> )	31	—	3 100	4.46	0.42
Testigos	35	< 40-120	3 500	5.16	0.69
Expuestos	285	40-120	3 107	2.18	1.16
Otros bombres	—	—	—	—	—
Garza-Chapa <sup>30</sup> ( <i>in vivo</i> )	15	15-35	1 507	1.79	0.25
Testigos	44	30-75	4 390	4.15	0.77
Expuestos	—	—	—	—	—
Beek <sup>31</sup> ( <i>in vitro</i> )	—	—	400	7.25	0.50
Acetato de sodio	—	—	600	33.82	5.66
Acetato de plomo ( $10^{-4} \text{ M}$ )	—	—	—	—	—

Fuente: Gaceta Médica de México, vol. 113-may 1977, p:232.

## INTOXICACION SATURNICA Y SINTOMATOLOGIA

La intoxicación por plomo da origen a problemas clínicos, anomalías biológicas. La intoxicación puede clasificarse en dos grupos, de acuerdo al tiempo de instalación de la sintomatología:

**AGUDAS:** Se observa sobre todo por la absorción de sales de plomo ingeridas - en grandes cantidades, se manifiesta por alteraciones hepatonefriticas y del sistema nervioso que evolucionan hacia el coma progresivo - o hasta la muerte.

**CRONICA:** Este tipo corresponde a la acumulación del tóxico por períodos largos, las manifestaciones son múltiples y aunque ninguna de ellas - es patognomónica, algunas son bastante particulares.

### VARIANTES EN LA INTOXICACION POR PLOMO

Intoxicación Aguda : Hepatonefritis saturnica

Intoxicación sub aguda o crónica:

Período de impregnación ( lesiones hematológicas )  
 Cólico saturnico  
 Polineurftis  
 Encefalopatía  
 Nefrftis hipertensiva

Otra clasificación de tipo clínica los engloba en tres grupos de acuerdo con la sintomatología.

1.- Tipo Digestivo: Es el más frecuente y se caracteriza por :

- a) Presencia de bandas azules en encías ( signo de Barton ), en los carrillos ( signo de Gubler ) .
- b) Dolor abdominal de tipo cólico continuo y progresivo.
- c) Constipación o diarrea.

- d) sabor metálico en la boca, náuseas y vómito.
  - e) Pérdida de apetito.
  - f) laxitud, insomnio y debilidad.
  - g) Dolores articulares y cefalalgia.
- 2.- Tipo Neuromuscular: La principal molestia es la debilidad, frecuentemente de los músculos extensores de la muñeca y de la mano, que pueden ser uní o bilaterales
- a) Disminución de la sensibilidad.
  - b) Disminución de los reflejos miotáticos y en estados graves parálisis irreversible.
- 3.- Tipo Encefálico : Es el más grave y menos frecuente y se caracteriza por:
- a) Irritabilidad
  - b) Cefalalgia.
  - c) Vértigo, somnolencia e insomnio.
  - d) Alteraciones de la memoria, trastornos de la conducta y pérdida de la capacidad de cálculo.
  - e) En caso de encefalopatía, su inicio es brusco y con signos de afección cerebral y meníngea, estupor que progresa hasta la muerte y puede presentarse con o sin convulsiones. ( 1,3,7 ).

#### DIAGNOSTICO DE INTOXICACION POR PLOMO

El diagnóstico de envenenamiento por plomo es difícil y la demostración de la presencia de un nivel elevado de plomo en sangre u orina es la indicación más positiva de absorción de un compuesto de plomo. Durante el interrogatorio se debe poner la relación entre el trabajo del paciente y los factores de exposición , así como la sintomatología que presenta, pero lo que establece el diagnóstico en forma definitiva de acuerdo a diversos autores es el laboratorio ( 22 ).

Existen diferentes pruebas de laboratorio para medir el grado de exposición al plomo.

1.- METODOS DIRECTOS: Se basan en la medición del metal en tejido y líquidos corporales. Los más importantes desde el punto de vista clínico, son las determinaciones de plomo en sangre y orina; existe gran cantidad de métodos para la cuantificación del metal entre ellas se encuentran:

- a) Análisis colorimétricos con Difeniltiocarbazona.
- b) Polarografía.
- c) Espectroscopía de absorción atómica, esta es la más usada ya que se pueden realizar muchas determinaciones en muy poco tiempo, el único inconveniente es que no cualquier laboratorio puede contar con un aparato de este tipo; debido a su alto costo y a que los reactivos utilizados no son de fácil adquisición.

2.- METODOS INDIRECTOS: Miden elevaciones de metabolitos producidos por la acción del plomo en el organismo sobre la síntesis del grupo Hemo.

- a) Deshidratasa del ác. delta aminolevulínico
- b) Acido Delta- aminolevulínico urinário.
- c) Coproporfirinas.
- d) Protoporfirinas.

El siguiente cuadro muestra valores normales de dichos metabolitos.

Cuadro 4. Importancia de la exposición al plomo de acuerdo a la magnitud de la respuesta fisiológica				
Prueba	Normal	Aceptable	Excesiva	Peligrosa
Plomo en sangre ( $\mu\text{g./dl.}$ )	40	40-80	80-120	120
Plomo en orina ( $\mu\text{g./l.}$ )	80	80-150	150-250	250
Coproporfirinas urinarias ( $\mu\text{g./l.}$ )	150	150-500	500-1500	1500
Ac. delta-aminolevulínico ( $\text{mg./l.}$ )	6	6-20	20-40	40
Protoporfirina IX ( $\mu\text{g./dl.}$ )	250	No determinados		
Deshidratasa del ALA	Valores normales no determinados			

Fuente: Gaceta Médica de Méx. vol.115, Feb-1979.p:65.

**OBJETIVOS.**

**GENERAL:** Cuantificar los niveles de plomo en sangre de mujeres embarazadas- Y sus productos de la Ciudad de México, que acuden al Hospital de la Mujer.

**ESPECIFICOS:**

- a) Determinar la distribución de los niveles de plomo en sangre en mujeres en el momento del parto.
- b) Cuantificar los niveles de plomo en sangre del cordón umbilical del recién nacido.
- c) Determinar la distribución de los niveles de plomo del cordón umbilical en su inserción placentaria.
- d) Determinar la asociación estadística entre los niveles de plomo en sangre en madres y sus recién nacidos.
- e) Identificar factores ambientales predisponentes y asociados al- estilo de vida que se relacionan con las concentraciones elevadas de plomo en sangre.

## JUSTIFICACION

El siguiente estudio se realiza basado en la actual problemática ecológica que vive el mundo, especialmente aquellos países industrializados, en cuyas ciudades urbanizadas se concentra la mayor cantidad de factores que intervienen en la emisión de contaminantes a la atmósfera, los cuales tienen implicación importante sobre la salud de todo ser viviente (vegetales, animales y el hombre); siendo los más susceptibles los organismos en desarrollo y con menor capacidad de respuesta a las agresiones (fetos, recién nacidos y niños menores de 5 años). Fundamental es por tanto, realizar estudios e investigaciones sobre los efectos que ocasiona el plomo en mujeres embarazadas así como en sus productos; tanto en la vida intrauterina como en un desarrollo posterior al nacimiento.

En México, los estudios sobre éste problema ha sido escasos y no representativos por realizarse en pequeños grupos y no contando con apoyo adecuado para los que se han realizado tengan un control de calidad en los procedimientos analíticos, y no permitiendo observar verdaderamente la magnitud del problema.

No pretendo que la siguiente revisión sea un estudio más sobre el tema, sino que apoye al conocimiento de las múltiples alteraciones causadas por dicho metal, así como a la formación de un sistema de vigilancia con un conjunto de acciones regulares y continuas; observaciones e investigaciones que nos permitan conocer el comportamiento del agente tóxico en el medio ambiente, los factores ambientales condicionantes y los efectos adversos sobre la salud de la población expuesta; y desarrollar campañas de educación que tiendan a disminuir la exposición.

### H I P O T E S I S

Las mujeres embarazadas del Valle de México, expuestas a factores contaminantes pueden presentar niveles elevados de plomo en sangre; como consecuencia sus productos también pueden presentar niveles sanguíneos elevados de dicho metal y producir a mediano o largo plazo alteraciones orgánicas severas e interferir en el adecuado desarrollo biopsicosocial de los niños.

**TIPO DE ESTUDIO**

Prospectivo, transversal, observacional y descriptivo.

**UNIVERSO DE TRABAJO.**

Mujeres embarazadas y sus productos del Valle de México que sean atendidas de parto o cesarea en el Hospital de la Mujer y que acepten participar en el estudio.

**CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

Mujeres embarazadas de bajo riesgo ( que no cuenten con enfermedades - preexistentes que pongan en peligro la vida de la madre y su hijo ) que se encuentren en período expulsivo o requieran intervención cesarea para resolución del embarazo.

**CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.**

- a) Pacientes con embarazo de alto riesgo ( que cuenten con enfermedades - que ponga en peligro la vida de madre e hijo, vgr. Toxemia, placenta previa, - DPPNI, etc.).
- b) Productos con sufrimiento fetal agudo o crónico

**SISTEMA DE CAPTACIÓN DE DATOS**

Cuestionario.

## MATERIAL Y METODO

Para la obtención de las muestras, se dió adiestramiento previo al personal destinada a relizar las tomas, y utilizando el material necesario para su obtención y almacenamiento antes de ser referidas a la D.G.E para su estudio.

### RECURSOS HUMANOS.

- Médico Residente ( Coordinador )
- 3 Enfermeras de la Unidad Tocoquirúrgica

### PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR VACIO A LOS TUBOS.

#### EQUIPO:

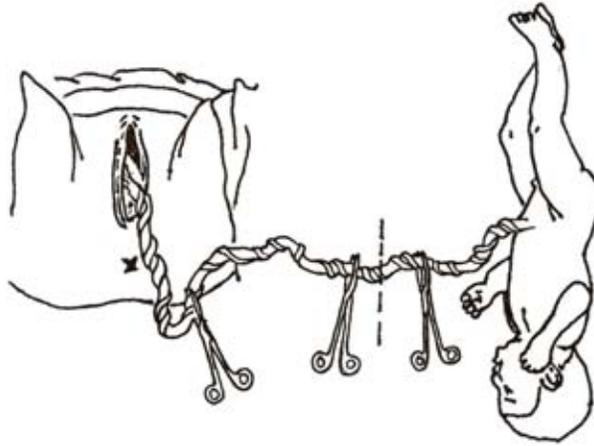
- Jeringa de 20 cc
- Aguja hipodérmica ( amarillas )
- Agua desionizada
- Torundas
- Tubos con EDTA.

**PROCEDIMIENTO:** Se realizó limpieza del tapón de los tubos, introduciéndose la aguja y aspirando 20 cc de aire, repitiendo la misma operación nuevamente, aspirando un total de 40 cc de aire. Se depositaron los tubos en las gradillas. y se membretaron los recipientes para distinguir los tubos con vacío.

**PREPARACION DE LA PACIENTE:** Se solicitó la autorización a las pacientes para la obtención de las muestras de sangre ( materna y de cordón umbilical ) y se les explicó la finalidad del estudio en el que fueron incluidas. Además se les solicito respondieran a un cuestionario de recopilación de datos.

#### OBTENCION DE LA PLACENTA.

Una vez llevado a cabo el nacimiento del producto, se realiza pinzamiento del cordón umbilical en tres sitios: Uno proximal al producto, otro a 5cm de la primera piza y la última pinza proximal a la inserción. La placenta al ser obtenida completamente se colocaba en un riñón para poderse llevar a cabo la tomo de muestras de sangre.



## OBTENCION DE LAS MUESTRAS DE SANGRE

## SANGRE DE CORDON UMBILICAL.

- EQUIPO:
- Agua desionizada
  - Gasas
  - Guantes
  - Campos
  - Aguja vacutainer
  - Tubos al vacfo
  - Camisas para equipo vacutainer
  - Tela adhesiva ( para colocar el folio )
  - Termo con congelante y gradilla
  - Bolsa de desechos
  - Forma para el registro del caso y folio

## PROCEDIMIENTO:

- 1.- Limpieza del Cordón umbilical: Se emplee el método de barrido, limpiando el cordón umbilical de su parte distal a la inserción placentaria con gasa estéril impregnada con agua desionizada en 2 ocasiones. Manteniendo el cordón en ángulo de 45 grados con respecto a la placenta, no ejerciendo tracción para evitar ruptura del mismo.
- 2.- Técnica: Armado el sistema vacutainer y limpieza de los tapones de los tubos con agua desionizada, se seleccionó la arteria a puncionar insertándose la aguja con el bisel hacia arriba, en ángulo de 45 grados y una vez puncionada la arteria se obtuvieron 2 cc de sangre mezclándola con el anticoagulante suavemente, se membretaron y se colocaron en la gradilla para su envío. Se desechó el material utilizado.

#### SANGRE DE LA INSERCIÓN DE LA PLACENTA

EQUIPO : Se empleó el mismo material que en el paso anterior.

PROCEDIMIENTO: Realizando limpieza de la parte proximal del cordón a la inserción de la placenta, con gasa estéril impregnada con agua desionizada en 2 ocasiones. Sosteniendo el cordón con una gasa seca para evitar que se mueva durante la punción. Armado el sistema vacutainer, se selecciona la arteria, se punciona y se obtuvieron 2 cc de sangre, se membretaron y guardaron para su envío.

#### SANGRE MATERNA

EQUIPO: El mismo que en el paso anterior.

PROCEDIMIENTO; Se le informo a la paciente a cerca de procedimiento a realizar. Realizando asépsia y antisépsia de región a puncionar con torunda con alcohol y posteriormente con agua desionizada se identifico la vena contaria a zona de venoclisis. Se puncionó y se obtuvo 2 cc de sangre para ser estudiada colocados en los tubos con EDTA, debidamente membretados para su identificación. Se desecharon los materiales utilizados.

Llenado de Cuestionarios.

#### Análisis de resultados

- 1.- Se enviaron las muestras obtenidas a la Dirección General de Epidemiología (DGE) para su procesamiento y estudio.
- 2.- Se recopilaron los resultados de las muestras enviadas, proporcionadas por la DGE.

## RESULTADOS .

El siguientes estudio fué realizado, en el Hospital de la Mujer, iniciando en Junio y terminandose en Diciembre de 1992. Obteniendose un total de 60 muestras triples ( De, madre, cordón e inserción ). Todas las mujeres incluidas en el estudio presentaron embarazos de bajo riesgo y se encontraban en período expulsivo ; o en aquellos casos que requirieron operación cesarea para resolución del embarazo.

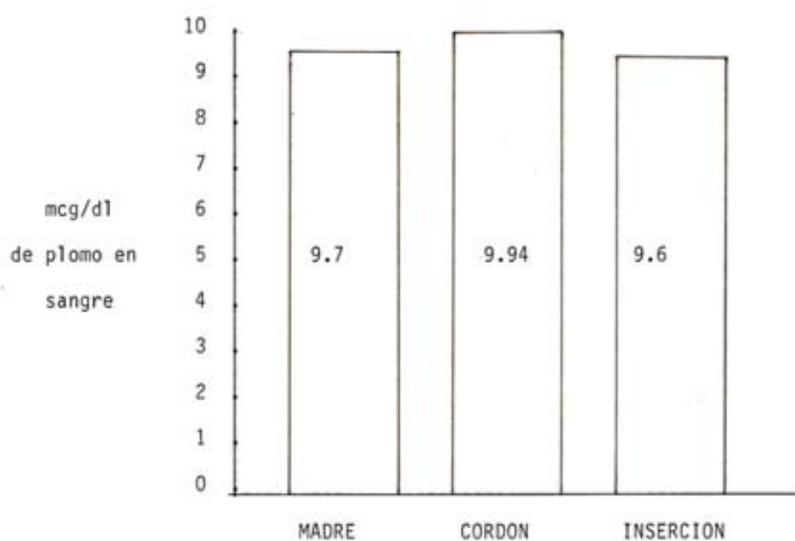
De los resultados obtenidos, se observó que en sangre materna se encontraron, variaciones en la concentración de plomo desde 1.3mcg/dl a 31.0mcg/dl. , con una tasa media de 9.7 mcg/dl. La gráfica 2, muestra una mayor incidencia de casos ( 25 casos ) , con un rango de concentración de plomo comprendido entre 5.1 a 10 mcg/dl; pudiendose apreciar que a mayores concentraciones , el número de casos decreció.

En sangre de cordón umbilical , las variaciones de plomo fueron de 0.0-mcg/dl a 33.5 mcg /dl con una tasa media de 9.94 mcg/dl, de igual forma que en la madre, se encontró que la mayoría de casos predominaron en el grupo de 5.1 a 10 mcg/dl, presentando concentraciones semejantes a los de la madre - gráfica. 3. .

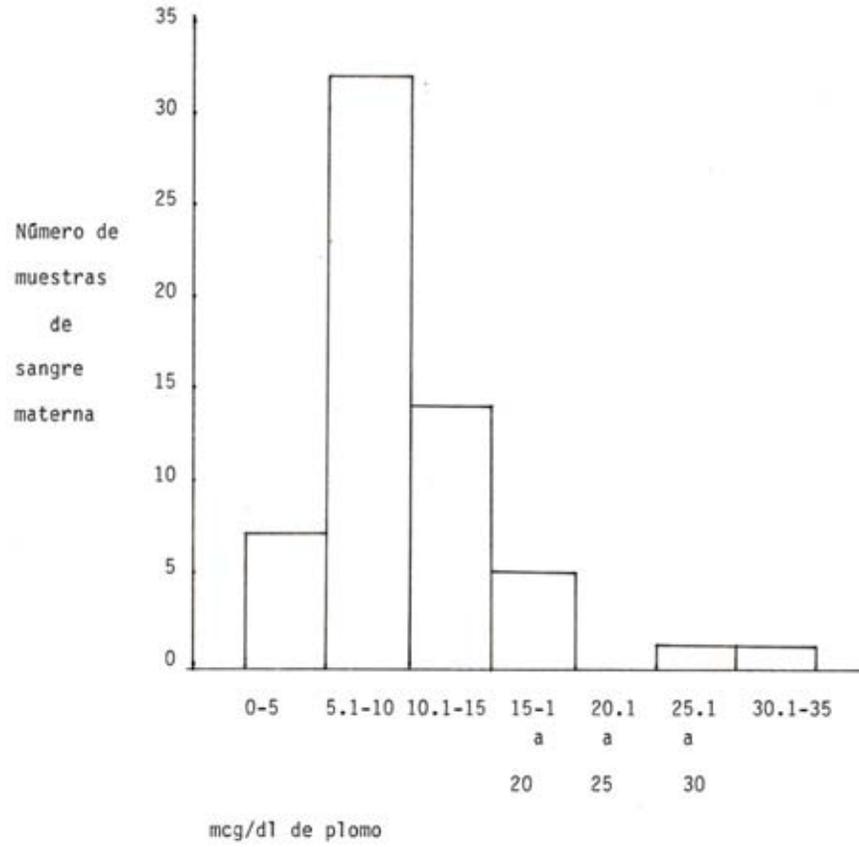
En las muestras de sangre de la inserción, las concentraciones presentaron una variación de plomo desde 0.0mcg/dl hasta 31.0 mcg/dl ,con una tasa media de 9.6 mcg/dl . Gráfica :1. La gráfica 4 muestra el índice de mayor -- concentración sanguínea de plomo en el rango de 5.1 a 10 mcg/dl ,para posteriormente presentar una disminución gradual hasta los niveles más altos.

Es importante mencionar que en el rango de 20.1 a 25 mcg/dl, en la madre no hubieron casos, mientras que en el cordón y la inserción se encontraron - 1 y 3 casos respectivamente, de igual manera , en el rango de 25.1 a 30mcg/dl. en la madre se encontró un caso, no registrandose concentraciones a nivel de cordón e inserción. Tabla 1.

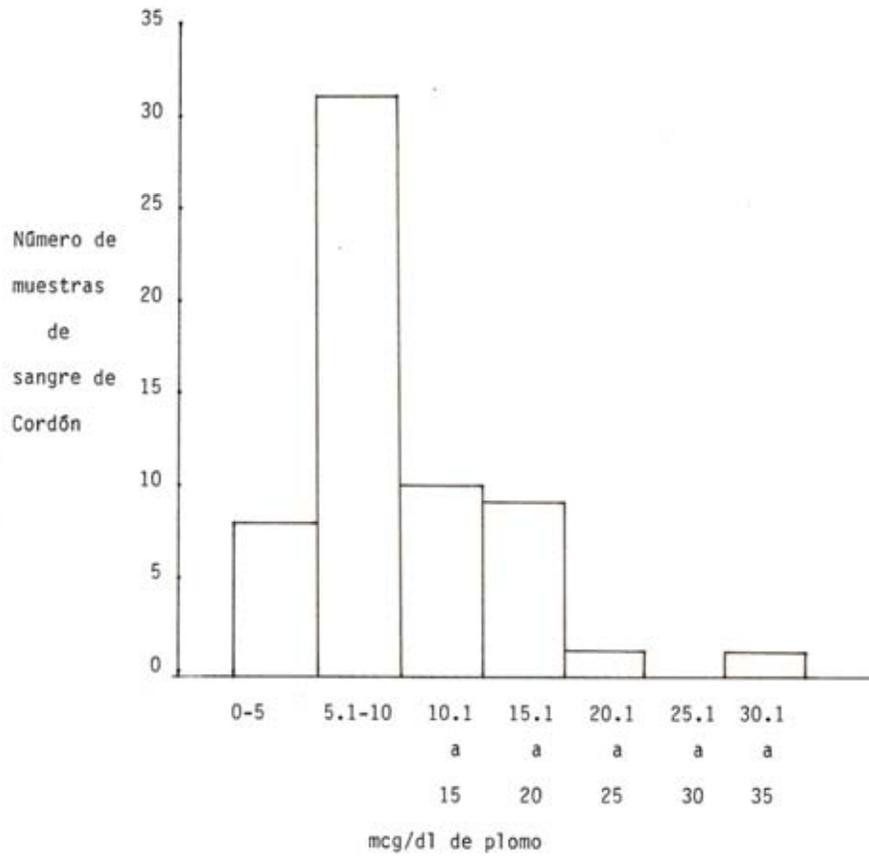
Gráfica. 1 Tasa media de plomo en sangre de Madre, cordón e inserción.



Gráfica 2. Número de casos y concentración de plomo en sangre materna.



Gráfica 3. Número de casos y concentración de plomo en sangre de cordón umbilical



Gráfica 4. Número de casos y concentración de plomo en sangre de Inserción pla - centaria.

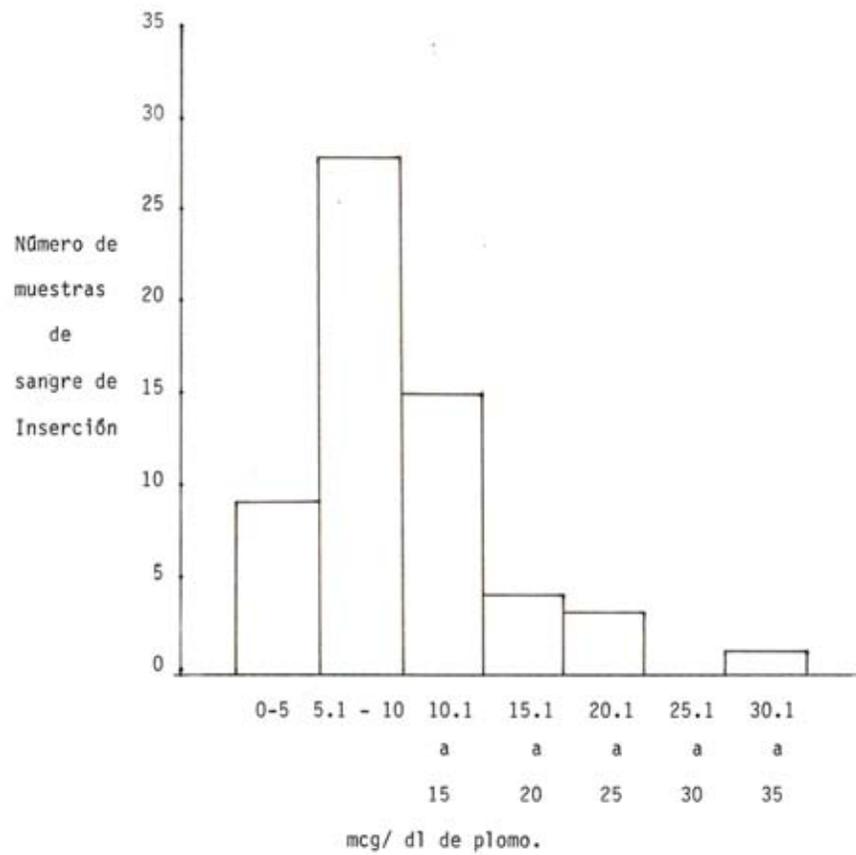


Tabla 1. Número total de muestras y frecuencia de valores de plomo en sangre de Madre, cordón e inserción.

mcg/dl de PLOMO	MADRE	CORDON	INSERCIÓN
0 - 5	7	8	9
5.1-10	32	31	28
10.1- 15	14	10	15
15.1 - 20	5	9	4
20.1 - 25	0	1	3
25.1 - 30	1	0	0
30.1 - 35	1	1	1
TOTAL.	60	60	60

#### CONCLUSIONES .

Del estudio realizado y de los resultados obtenidos, nos podemos dar cuenta , que las concentraciones de plomo en sangre de la madre y del cordón umbilical son similares a resultados obtenidos en otras investigaciones en México. Pero aún estos resultados siguen siendo elevados comparados con los referidos por investigadores extranjeros; posiblemente la gran variación de resultados de estudios mexicanos, se deba a que no se han tomado una buena muestra que sea representativa de la población en general.

Quiero hacer notar que el estudio aquí presentado fué realizado en un grupo pequeño de mujeres embarazadas aparentemente sanas, por lo cual los resultados obtenidos no son representativos de la población general, por lo que no se puede afirmar que las concentraciones encontradas en esta muestra sean aceptables y seguras, para el desarrollo biopsicosocial de los recién nacidos, ya que sería necesario realizar seguimiento de estos casos para poder detectar cualquier alteración durante los primeros 5 años de vida.

Estos datos nos impulsan y obligan a realizar más estudios, a todos los grupos de alto riesgo detectando oportunamente alteraciones orgánicas , y así evitar secuelas permanentes.

Así también es necesario fomentar la formación de sistemas de vigilancia y control de los factores altamente contaminantes , y programas de educación dirigidos a la población en general, encaminadas a que identifiquen -- las principales y más comunes fuentes de exposición del plomo.

## B I B L I O G R A F I A

1. Molina Ballesteros G, Zúñiga LM, Sánchez AF : Plomo: Sus implicaciones - sociales y efectos sobre la salud. Gac Méd Méx 115:57, 1979
2. Jefatura de Servicios de Salud Pública. Subjefatura de Epidemiología : Programa para la vigilancia y control de los niveles de plomo en sangre de cordón umbilical y en sangre venosa de madres residentes del Distrito Federal. IMSS 1992
3. Pérez Lucio C, Rodríguez MJ : Toxicología Industrial. Documento publicado en Seguridad Social México. Enero-abril: 71, 1981
4. Dirección General de Epidemiología : Programa de Vigilancia Epidemiológica de Niveles de plomo en el binomio Madre-hijo en mujeres embarazadas - del Valle de México, SSA 1992
5. Molina Ballesteros G : Contaminación ambiental por plomo en áreas industriales. Gac Méd Méx 113:213, 1977
6. Foorman P , Royer P : Calcium and the metabolism of bone 2da. Ed. Oxford Blackwell, Scientific Publ pag. 121, 1968
7. San Martín Hernán : Salud y Enfermedad. 4a. Ed. México La Prensa Médica-Mexicana S.A pag 543, 1983
8. Montoya Cabrera MA, Hernández ZA, Portilla AJ : Intoxicación mortal por plomo, debido a la ingestión de limonada en loza vidriada. Gac Méd Méx 117: 154, 1981
9. Silbergeld EK, Golberg AM : Lead induced behavioral dysfunction : an animal model of hyperactivity. exp Neurol 42:146, 1974

10. Legaspi JA : Niveles de plomo en sangre, en población general del Valle de México. Estudio preliminar. Gac Méd Méx 124:375, 1988
11. Rothenberg Stephen J, Pérez GI, Perroni Hernández E, Sehnaas AL : Fuente de plomo en embarazadas de la Cuenca de México . Salud Pública de México. 32:632, 1990
12. Buchet JP, Roel H, Huvermont G, Lauweris R : Placental transfer of lead mercuri, cadmiun and carbon monoxide in women. Enviromental 15:494,1978
13. Montoya Cabrera MA, Maldonado TL, Landazuri Loris P : Determinación de plomo en la sangre del cordón umbilical en recién nacidos normales. Arch Invest Médica Méx 12:457, 1981
14. Díaz Mejía G : La contaminación y sus principales daños a la Salud. Gac Méd Méx 127:211, 1991
15. Cavalleri A, Mingua C, Rozzolin L : Lead in red blood cells and in Plasma of pregnant women and their offspring. Enviromental Reseach 17 : 403, 1978
16. V Dilts, Preston, Ahokef R : Effect of dietary lead and zinc of fetal organ growth. Am Journal of Obstetrics and Gynecology 136:889, 1980
17. Junco Muñoz P, Sánchez AF, Rios RI : Plomo y etanol : Posibles efectos aditivos en un caso de saturnismo. Rev Méd IMSS Méx. 22:79, 1983
18. Montoya Cabrera MA, López MG, Hernández ZA : " Asarcon " una causa más de intoxicación por plomo. Rev Méd IMSS 22:271, 1984
19. Britië T : Lead concentratiön found in human blood in associatiön with-lead cólic. Arch Enviromental Health 23:289, 1971

20. Junco Muñoz T, González RS : Abdomen agudo o Saturnismo: ¿ Un dilema -  
Diagnóstico ? . Gac Méd Méx 125:173, 1989
21. Gebhart Erich : Chromosome damage in individuals exposed to heavy metals  
Toxicol. Environmental Chem 8:253, 1984
22. Tietz Norbert N : Química Clínica Moderna. 1a, Ed. México. Edit. Inter-  
americana 1972 , pag. 882