

# Exposición a Plomo Orgánico en Surtidores de Gasolina. La Victoria, Estado Aragua. 1989

Gisela J. Díaz Lakatos\*

Mery I. Moretti Loreto\*\*

Maribel Villegas Hernández\*\*\*

Díaz Lakatos, Gisela J., Moretti Loreto M.I., Villegas Hernández M. Exposición a plomo orgánico en surtidores de gasolina. La Victoria, Estado Aragua. 1989. Centro Médico. 1992; 38:82-97.

## Resumen

En el presente trabajo se trata de describir una situación de riesgo laboral que consiste en la exposición a compuestos orgánicos del plomo presentes en la gasolina, a los que están sometidos los surtidores de dicha sustancia en los países subdesarrollados incluyendo al nuestro, puesto que los países desarrollados prácticamente dejaron de usar estos compuestos hace ya varios años, lo cual explica la poca literatura existente sobre el tema.

Para ello, se realizó una encuesta, seguida de evaluación clínica y la determinación de los niveles de plomo orgánico en orina así como los de plomo inorgánico en sangre, a un grupo de empleados de estaciones de servicio en un área geográfica determinada.

Encontramos que el 91.5% de los surtidores no cumplían con las normas de higiene personal según las normas Covenin y el 72.3% de dichos surtidores no disponen de medidas adecuadas en sus respectivos ambientes de trabajo.

## Abstract

This work tries to describe a laboral risk situation which causists in the exposure to organic components of plumb in th eundeveloped countries that are included in the gasoline to those people who are in direct contact with it. Actually, the developed countries discontinued the use of those several years ago, for that, the reason why the literature about it is so porr.

For this reason we decided to work out a written interview in addition to a clinical evaluation and also we cuantified the organic plumb levels in urine and blood to a group of workers at a gas station service in a determined geographic area.

We found out that the 91.5% of those workers didn't fill out the Covenin rules of personal higienic and that the 72,3% didn't have the adequate minimal protection requirements in their respective work enviroment.

## Palabras Claves

Intoxicaciones, Riesgo laboral, Intoxicación por plomo/Satumismo.

## OBJETIVOS

- Determinar los niveles de plomo en sangre y orina en un grupo de estudio constituido por surtidores de gasolina.
- Establecer si existe asociación entre los niveles de plomo encontrados en sangre y orina de la población en estudio con otras variables tales como tiempo de exposición, medidas higiénicas, signos y síntomas.
- Hacer recomendaciones para mejorar las condiciones higiénicas y de trabajo de los individuos en cuestión así como también para las condiciones físicas de las estaciones de servicio, con el fin de disminuir los riesgos de contaminación por plomo.

## MARCO TEORICO

La intoxicación por plomo, llamada también saturnismo, es conocida desde la más remota antigüedad. Ya hay referencia de ella en el antiguo Egipto en 4000 A.C. Hipócrates (460 A.C.) describe el Cólico Saturnico, uno de los principales síntomas. Por consiguiente es una de las enfermedades profesionales mejor conocidas y estudiadas. Sin embargo, su estudio se ha limitado principalmente a la descripción y análisis de los signos y síntomas relacionados con el plomo en su forma inorgánica y muy poco énfasis se ha puesto en el estudio de la intoxicación con compuestos de plomo orgánico.

El plomo es uno de los metales más abundantes de la naturaleza. Se obtiene principalmente de la Galena (sulfuro de plomo). Por sus cualidades de dureza y maleabilidad la utilización de los compuestos de plomo en los procesos industriales ha presentado un incremento progresivo. Los principales compuestos inorgánicos empleados en la industria son los óxidos, sulfuros, cromatos, arsenicatos y acetatos. Los compuestos orgánicos son de utilización más reciente, comenzaron a ser utilizados comercialmente en 1923, y desde los años 60 el Tetraetilo de plomo y Trietilo de plomo se añaden a la gasolina por sus propiedades antidetonantes. Entre otros compuestos orgánicos se encuentran el naftaleno, el estearato, pero el tetrametilo y el tetraetilo son los de mayor importancia y objetos de este estudio.

Debido a sus numerosas aplicaciones y a su abundancia en la naturaleza existen varias formas de exponerse al mismo tanto en su forma orgánica como inorgánica. La alta toxicidad de los

(\*) Médico Interno. Centro Médico de Caracas.

(\*\*) Médico Residente. Hospital Materno Infantil, Caricuao.

(\*\*\*) Médico Interno. Centro Médico de Caracas.

compuestos del plomo orgánico fue reconocida poco después de su uso, y en 1920 se reportaron varios casos de intoxicación severa por los mismos. Por ello en 1926, se introdujeron en los EEUU regulaciones de higiene industrial mucho más estrictas, evidenciándose una reducción significativa del número de casos de intoxicación clínica.

En personas que no están en contacto con plomo por su trabajo, la principal fuente de exposición son los alimentos y bebidas. La cantidad total de plomo que entra en el organismo de un adulto masculino en EE.UU diariamente varía desde menos de 0,1 mgrs por día a más de 2 mgrs por día. El contenido de plomo en los alimentos es extremadamente variable pero prácticamente no existen alimentos libres de plomo. La dieta promedio de un adulto contiene 150 mg/día y de 75 a 120 mg/día en niños. La mayoría de las fuentes municipales de agua estudiadas contienen menos del límite establecido por la Organización Mundial de Salud (OMS) (0,05mg/ml) de tal manera que la ingesta de plomo proveniente del agua es de aproximadamente 10mg y nunca sobrepasa los 20 mg.<sup>4</sup>

Sus numerosas aplicaciones a todo nivel han convertido al plomo en un elemento importante de contaminación ambiental, especialmente los compuestos orgánicos contenidos en la gasolina, los cuales durante la combustión son expelidos a la atmósfera donde se degradan con rapidez a plomo inorgánico en forma de carbonatos, oxicarbonatos y óxidos. El aire es por lo tanto otra fuente importante de exposición para la población general. Las concentraciones de plomo en el aire tiene un rango bastante amplio pudiendo haber menos de 1,0 mg/m<sup>3</sup> en áreas rurales, hasta 10 mg/m<sup>3</sup> en determinados ambientes urbanos. Para la población urbana en general la magnitud del plomo respirado es aproximadamente la mitad del plomo ingerido en la dieta.<sup>4</sup>

La reducción del contenido de plomo en la gasolina ha sido asociado en EE.UU con la disminución de los niveles sanguíneos de plomo en la población norteamericana por lo que actualmente las autoridades sanitarias consideran eliminarlo totalmente del mercado.<sup>8</sup> Estas medidas no han sido imitadas por muchos otros países incluyendo a Venezuela.

Por último y más importante se encuentra la exposición al plomo en el ambiente de trabajo. La utilización de los compuestos más peligrosos en centros de trabajo u operaciones industriales se resumen a continuación<sup>4</sup>:

1. El plomo metal y su principal mineral: el sulfuro de plomo: en minas y fundiciones.
2. Aleaciones de plomo antimonio: imprenta.
3. Litargino o protóxido de plomo, minio y bioxido de plomo en acumuladores y pinturas antioxidantes.
4. Albayalde o carbonato básico de plomo: pigmento para pinturas y barnices.
5. Arsenicato de plomo: plaguicidas.
6. Alquilos de plomo: el tetraetilo y el tetrametilo de plomo se utilizan por separado o juntos como agentes antidetonantes de la gasolina. La exposición puede ocurrir durante la síntesis, manejo, transporte o mezcla de la gasolina. Las ocupaciones con mayor riesgo de exposición incluyen: limpiadores de

tanques de almacén, trabajadores de aditivos de la gasolina y surtidores.

En este último grupo el que tiene importancia para nuestro trabajo.

Como se mencionaba con anterioridad, la finalidad de añadir compuestos orgánicos de plomo a la gasolina está en sus propiedades antidetonantes, para mejorar el índice de octano de las gasolinas utilizadas como carburantes en los motores de explosión. Para ello se mezclan 2/3 de su volumen de bromuro de etileno y pequeñas cantidades de bromonaftaleno. Esta mezcla se denomina "Etilfluido" y la gasolina adicionada se conoce como "gasolina etilada" las proporciones en que se mezcla el etilfluido con la gasolina son variables, pero en general son de 1 cm<sup>3</sup>/lt, por consiguiente el tetraetilo en la gasolina varía según los tipos, pero los rangos se encuentran entre 0,53 y 0,76 gr/lts.<sup>5</sup> Las gasolinas etiladas se colorean con diversos colorantes (azul, rojo) para distinguir su grado de etilado.

#### Vías de penetración:

Los humos y vapores del plomo y sus compuestos, y los polvos de este metal penetran al organismo por vía aérea y digestiva. Las intoxicaciones profesionales ocasionadas por plomo están relacionadas en la mayoría de los casos con la penetración al organismo por vía inhalatoria; en este aspecto, la absorción se produce con facilidad y los síntomas tienden a desarrollarse con rapidez.<sup>9</sup> La penetración vía pulmonar está en función de varios factores.<sup>3</sup>

- Tamaño de la partícula (inversamente proporcional): Esto depende de si el plomo está en forma de partículas o en forma de vapor. Solo una pequeña fracción de partículas mayores de 0,5 um en diámetro máximo promedio son retenidas en los pulmones y estas son eliminadas por el tracto respiratorio por sus mecanismos de defensa siendo finalmente deglutidas y eliminadas. Sin embargo, el porcentaje de partículas menores de 0,5 mm que se retienen en pulmón aumentando con la reducción del diámetro. Aproximadamente el 90% de las partículas de plomo en el aire ambiental que se depositan en pulmón son suficientemente pequeñas para ser retenidas. La absorción de estas a través de los alveólos es eficiente y completa.<sup>4</sup>
- Concentración de plomo atmosférico: un nivel de plomo de 150 mg/m<sup>3</sup> implica una absorción de aproximadamente 1,2 mg. para un trabajo medianamente penoso que inspire 8 mts.<sup>3</sup> de aire en 8 horas.
- Del débito pulmonar: más importante durante el esfuerzo y en particular para personas que hayan padecido de enfermedades pulmonares.

La cantidad de plomo asimilado por esta vía es elevado, entre 30-80-% del plomo inspirado.

En la literatura consultada se hacen numerosas referencias a la inhalación intencional de los vapores de la gasolina con la finalidad de obtener efectos placenteros a corto plazo y se cree que estos se deben principalmente a los compuestos orgánicos de plomo que difunden con rapidez al Sistema Nervioso Central (SNC).

La vía digestiva es poco importante en la patología laboral en cuanto a plomo se refiere. Sólo el 6% del plomo que se ingiere es absorbido por el tracto gastrointestinal y la mayor cantidad de este es captado por el hígado y excretado en parte por bilis; por ello serían necesarias grandes cantidades de plomo y un largo período de exposición para producir síntomas de intoxicación por esta vía.<sup>9</sup> Es importante hacer notar que si bien esta vía no debería ser una fuente importante de contaminación, parece serlo en los surtidores de gasolina estudiados por las escasas medidas higiénicas presentes en el lugar de trabajo.

Tanto el plomo tetraetílico como el tetrametilo son miscibles en las grasas y aceites, por lo que se absorben con facilidad a través de la piel, aunque el tetrametilo se absorbe considerablemente menos que el tetraetilo de plomo. La absorción percutánea de ambos compuestos se disminuye grandemente con su dilución en gasolina y se hace despreciable cuando se han diluido en aproximadamente una parte por mil partes en volumen.<sup>11</sup>

#### Distribución y eliminación del plomo absorbido:

No se ha esclarecido bien la farmacocinética del plomo orgánico. Sin embargo, se sabe por estudios experimentales que el tetraetilo de plomo es rápidamente metabolizado a trietilo de plomo y más lentamente a plomo inorgánico, por hígado, riñón y cerebro. El trietilo es relativamente estable, tiene una vida media biológica de varios días y se distribuye rápidamente en estos órganos y sangre (Cremer 1959).<sup>1</sup>

Los compuestos orgánicos del plomo usados en las industrias como aditivo para gasolina son rápidamente absorbidos por su gran liposilubilidad, depositándose con referencia en el SNC, siendo neurotoxinas mucho más dañinas comparándolas con cantidades equivalentes de plomo orgánico.

Por otra parte está bien documentado que una vez en sangre el plomo inorgánico es eliminado principalmente por la orina. Parte se deposita de una manera más o menos reversible en hígado, riñón, cerebro, médula ósea y otros tejidos. Tiene predilección por los tejidos óseos que pueden llegar a contener hasta el 94% del metal absorbido formándose un depósito de fosfato-tribásico insoluble. El plomo fijado en los huesos es metabólicamente inactivo, pero puede volver al torrente circulatorio en ciertas condiciones especiales relacionadas principalmente con el metabolismo fosfocálcico y equilibrio ácido-base; esto puede provocar una variación en la eliminación del tóxico sin que se haya modificado significativamente su absorción.<sup>3</sup>

Más del 90% del plomo en sangre está en los glóbulos rojos. Aparentemente hay dos compartimientos de plomo en los mismos, uno asociado con la membrana y otro con la hemoglobina (Bathrop y Smith 1971). Pequeñas fracciones pueden estar relacionadas con otros componentes del eritrocito. Ligados en el plasma no han sido bien definidos, sin embargo parece que el plomo circula en forma de suspensión coloidal de fosfatos y albuminatos.<sup>9</sup> Se ha sugerido que el plasma y suero contiene fracciones solubles de plomo en equilibrio con el plomo en tejidos blandos y los órganos de depósitos definitivo. Esta fracción es difícil de medir con certeza pero se sabe que existe un equilibrio entre el plomo plasmático y el de los eritrocitos.<sup>4</sup>

La carga total de plomo en el organismo puede ser dividida en por lo menos dos reservorios de cinética diferente, con rutas de recambio distintas. El más grande y cinéticamente más lento es el esqueleto con una vida media de 20 años o más otros más lábil que corresponde al de los tejidos blandos.<sup>4</sup>

La acumulación de plomo durante la vida puede ser aproximadamente 200 mgrs. y hasta de 500 mgrs. en trabajadores expuestos. El plomo en los riñones se acumula con el tiempo; la cantidad de plomo en los pulmones no cambia. El sistema nervioso central (SNC) el plomo tiende a concentrarse en la sustancia gris y en ciertos núcleos. Las mayores concentraciones se han visto en el hipocampo, siguiendo en cantidad el cerebelo, cortex y médula. Parece que la sustancia blanca tiene menores concentraciones pero estos datos provienen de estudios realizados en unos cuantos humanos y animales.<sup>4</sup>

En un trabajo publicado por Valpey acerca de un paciente que desarrolló una encefalopatía progresiva por inhalación deliberada de gasolina, se reportaron los siguientes hallazgos anatómopatológicos: hiperemia del cortex y los ganglios basales, atrofia del vermix cerebelar anterior y cara superior de los hemisferios cerebelosos, atrofia cortical leve. Microscópicamente evidenció pérdida de las células piramidales y gliosis especialmente en hipocampo (Areas de Rose H3, H4, H5). En el cerebelo se observó pérdida focal de las células de purkinje, máxima en el vermix anterior, así como también gliosis astrocítica y pérdida neuronal en los núcleos dentados. Se observó también cierta gliosis en los núcleos pontino, caudado, putamen, globus pallidus y tálamo.<sup>17</sup>

El contenido de plomo en los lóbulos frontales y cerebelo estaba entre 5.200 y 6.200 mgrs/100 grs. de tejido.<sup>17</sup> Se ha demostrado también que el trietilo de plomo inhibe una serie<sup>14</sup> de enzimas que incluyen la acetilcolinesterasa, el citocromo P-450, la glutation-S- transferasa, todas estas presentes en el SNC.<sup>5</sup> Cremer también encontró que el consumo de oxígeno y la producción de piruvato estaban deprimidos y que la acumulación de lactato incrementaba en cerebros de ratón expuestos a trietilo.<sup>1</sup> Otros autores (Galzinga et al) han propuesto que los efectos psicogénicos del Tetraetilo de plomo son debido a la interferencia del metabolismo tricíclico con procesos adrenérgicos, colinérgicos y serotoninérgicos del SNC.

Los niveles de plomo sanguíneo son un buen indicador de exposición reciente a plomo y están influenciados por inhalación e ingestión del mismo. Varios estudios recientes sugieren que la inhalación de aire que contenga 1 mgr/m<sup>3</sup> de partículas respirables de plomo aumentará las concentraciones de plomo sanguíneo en aproximadamente 1 mgr/dl, si la concentración de plomo en aire está en el rango de 1-5 mgr/m<sup>3</sup> (OMS 1.977-b).<sup>14</sup>

La excreción del plomo, como fue mencionado con anterioridad, ocurre por vía renal, por filtración glomerular y en algunos casos existe cierta reabsorción tubular del mismo. Sin embargo se ha visto que con niveles elevados de plomo en sangre, la excreción puede ser aumentada por transporte tubular.<sup>4</sup>

#### Signos y síntomas

La toxicidad del plomo orgánico difiere marcadamente de

aquella producida por los compuestos de plomo inorgánico. La inhalación repetida y prolongada de gasolina conteniendo Tetraetilo de plomo conduce a una intoxicación por plomo orgánico: Esta puede ocurrir industrialmente o como resultado de la inhalación repetida de gasolina en las personas adictas. El Tetraetilo de plomo por sí mismo no es tóxico, pero es convertido a trietilo de plomo y plomo inorgánico, los cuales son responsables de la enfermedad.<sup>6</sup>

El Tetraetilo de plomo se absorbe fácilmente a través de la piel, de hecho, los compuestos orgánicos del plomo son capaces de provocar intoxicación por plomo después del contacto y absorción del mismo por la piel; aunque la vía respiratoria sigue siendo la vía de entrada más importante. Debido a su solubilidad en grasas, la acumulación del plomo orgánico ocurre en el SNC, estando los síntomas de intoxicación referidos primariamente a este sistema. Uno de los síntomas iniciales es el insomnio, el cual suele acompañarse de cefalea, ansiedad, intranquilidad y excitación del SNC.<sup>14</sup>

La exposición continua y prolongada produce tremor, debilidad, confusión, corea, manía y convulsiones. Con exposiciones más intensas se ha observado la aparición de una encefalopatía tóxica, se han reportado también elevación de las enzimas hepáticas y musculares (CPK, LDH, SGOT), así como hallazgos de daño renal (proteinuria) en los casos más severos.<sup>6</sup>

Es así, como la intoxicación subaguda o crónica por Tetraetilo de plomo reviste un aspecto clínico especial, distinto de las manifestaciones de saturnismo clásico. Se trata pues, principalmente de alteraciones psíquicas (cambios del comportamiento) y de signos generales (enflaquecimiento).<sup>10</sup>

Las manifestaciones clínicas de la intoxicación por plomo orgánico, las podríamos agrupar en manifestaciones locales y sistemáticas:

**I. Efectos nocivos locales:** Los alquillos de plomo líquido pueden penetrar en la piel sin producir una lesión local apreciable. Sin embargo, los productos de la descomposición del Tetraetilo de plomo (compuestos mono, di y trietilados) pueden inhalarse en forma de polvo y producir irritación de las vías aéreas superiores y posiblemente crisis de estornudos paroxísticos. Este polvo cuando entra en contacto con la piel húmeda o con conjuntivas oculares puede producir prurito, quemadura y enrojecimiento transitorio. El mismo Tetraetilo de plomo puede ser irritante de los ojos.<sup>11</sup>

## II. Efectos sistémicos:

a) Sobre el sistema nervioso: La absorción de suficiente cantidad de Tetraetilo de plomo, ya sea durante un corto período a altas concentraciones o durante un tiempo prolongado a bajas concentraciones puede causar intoxicación aguda del SNC, cuya gravedad depende de la magnitud de la exposición. La intoxicación leve se caracteriza por ansiedad, irritabilidad, insomnio, pesadillas y ataxia cerebral; la intoxicación moderada se caracteriza por desorientación, hiperexcitabilidad, temores, vértigo, corea e hipotermia; y sigue siendo la característica principal de la intoxicación severa la presencia de una encefalopatía tóxica, la cual puede dar origen a una variedad de síntomas que incluyen: ansiedad, delirio tóxico con alucinaciones, convulsiones y psico-

sis tóxica aguda. Se ha reportado manía y depresión en trabajadores industriales expuestos al Tetraetilo de plomo a altas concentraciones ambientales.<sup>11</sup>

Las respuestas más graves incluyen episodios recurrentes (a veces casi continuos) de desorientación completa con alucinaciones, contorsiones faciales y una actividad muscular somática muy intensa con resistencia a la retención física. Estos episodios pueden convertirse repentinamente en ataques convulsivos, maníacos o violentos que pueden terminar en coma y muerte. La enfermedad puede durar días o semanas con intervalos de quietud que fácilmente pasan a períodos de actividad por cualquier tipo de alteración. En más de 6 casos bien documentados de esta intoxicación no se ha observado ningún tipo de neuropatía periférica ni pruebas de lesión residual en el SNC.<sup>11</sup>

Los signos físicos no son muy notorios, pero se ha informado de exaltación de los reflejos osteotendinosos y temblores, así como corea, tremor, ataxia, espasticidad, Babinski bilateral, hiperreflexia en las intoxicaciones más severas.

Cuando el intervalo entre la exposición y el comienzo de los síntomas es retardado (hasta 8 días), el pronóstico es hasta cierto punto prometedor, pero cuando este intervalo de tiempo es corto (pocas horas) puede producirse un desenlace fatal precoz. Los pacientes que se recuperan, aún cuando no presentan ninguna lesión residual del SNC, la recuperación puede ser muy prolongada.<sup>3,11</sup> Sin embargo, estudios más recientes, realizados en individuos adictos a la inhalación de vapores de la gasolina, se han encontrado hallazgos clínicos y anatomopatológicos que difieren con esta última aseveración.<sup>4</sup> De hecho se reportó el caso de una joven de 21 años con una larga historia de exposición voluntaria a gases, quien desarrolló una demencia progresiva.

Las manifestaciones neurológicas de la intoxicación por plomo orgánico e inorgánico difieren probablemente por la solubilidad distinta que presentan estos compuestos en lípidos. Algunos autores han encontrado que los síntomas de intoxicación por Tetraetilo de plomo se correlacionan principalmente con el contenido de plomo en los lípidos séricos. La proporción media de plomo extraída de los lípidos sanguíneos fue tres veces mayor que la extraída de pacientes normales o de pacientes intoxicados con plomo inorgánico. Igualmente el plomo encontrado en cerebro de pacientes con intoxicación por Tetraetilo de plomo fue mucho mayor que el encontrado en casos de intoxicación fatal por plomo inorgánico. Estos casos demuestran que la encefalopatía crónica manifestada por demencia y ataxia puede persistir después de intoxicaciones repetidas con plomo orgánico.<sup>14</sup>

b) Oculares: Estudios experimentales en conejos han reportado la aparición de nistagmo rotatorio y blefaroespasmos después de aplicaciones repetidas de gasolina que contenía Tetraetilo de plomo en los ojos, no habiéndose reportado casos de daño en conjuntivas ni cornea. Igualmente se ha reportado deterioro visual y ambliopía en intoxicaciones crónicas por plomo orgánico.<sup>13,15</sup>

c) Auditivas: Se ha reportado vértigo y tinitus luego de inhalación de vapores de Tetraetilo de plomo.<sup>9,13</sup>

d) Cardiovasculares: bradicardia e hipotensión atribuidos probablemente a la disminución de los niveles de acetil-

colinesterasa (plomo orgánico) con predominio del sistema parasimpático.<sup>9,13</sup>

e) Respiratorio: se ha observado respiración irregular<sup>9</sup>

f) Renales: proteinuria con exposiciones severas<sup>6</sup>

h) Regulación de la temperatura: puede ocurrir fiebre o hipotermias.<sup>9,13</sup>

i) Hematológico: Como producto de su metabolismo hepático, el Tetraetilo de plomo, oxidado rápidamente a Trietilo de plomo, y más lentamente a plomo inorgánico. Se han reportado casos de anemia y neutrofilia; la anemia suele ser de tipo hemolítica, la cual a su vez se debe a un aumento de la fragilidad de los glóbulos rojos. Aún cuando no esté descrito en la bibliografía existente sobre compuestos orgánicos del plomo, podemos inferir que si el metabolismo final del Tetraetilo de plomo lo constituye el plomo inorgánico, éste último puede explicar la aparición de anemia por su efecto bien conocido de inhibición de enzimas responsables de la síntesis del Hem(ALA). Se ha encontrado en pacientes con intoxicaciones crónicas, pigmentación basofílica en glóbulos rojos e interferencia de la síntesis de protoporfirinas, de lo cual parece ser el responsable la conversión final de plomo orgánico en plomo inorgánico.<sup>3,6,16</sup>

j) Músculo-esqueléticas: en casos severos se ha podido observar la elevación de CPK y LDH (enzimas musculares). En los inhaladores de vapores de la gasolina se han reportado casos de miopatía y mioglobinuria.<sup>9,13</sup>

k) Gastrointestinales: Los síntomas son generalmente leves e incluyen malestar abdominal, anorexia, sabor metálico, náuseas, vómitos, diarrea; sin embargo, los clásicos cólicos abdominales descritos típicamente en las intoxicaciones por plomo inorgánico no suelen ocurrir.<sup>13,14</sup>

l) Generales: Pérdida de peso, palidez, debilidad, cefalea.<sup>9,13</sup>

#### Estudios sobre adictos a la inhalación de gasolina

Los estudios realizados en pacientes adictos a la inhalación de gasolina han permitido ampliar un poco los conocimientos que se tienen sobre las intoxicaciones por plomo orgánico. Se tratan estas, de intoxicaciones crónicas con exacerbaciones agudas. Las agregaremos a la clínica descrita hasta los momentos, ya que los hallazgos obtenidos hasta los momentos de este tipo de pacientes nos permiten aclarar una serie de incógnitas y vacíos que suelen encontrarse en la escasa bibliografía existente sobre compuestos orgánicos de plomo y sus efectos.

Los abusadores de gasolina han reportado que 15 a 20 inhalaciones de este vapor son suficientes para producir una intoxicación por tres a seis horas la euforia de la intoxicación leve suele acompañarse de náuseas y vómitos. Después de inhalaciones prolongadas o de rápidas inhalaciones de vapores altamente concentrados, el inhalador suele experimentar una fase de excitación violenta seguida por pérdida de la conciencia y coma. Mientras está inconsciente, el sujeto puede exhibir movimientos convulsivos y sus pupilas pueden estar fijas, dilatadas y anisocóricas. También puede observarse nistagmus, y desviación conjugada de los ojos. La muerte por inhalación de vapores de gasolina, es rara, pero puede ocurrir por depresión respiratoria o fibrilación ventricular debida a la sensibilización cardíaca a las

fracciones aromáticas de la gasolina. También se han observado edema pulmonar y cerebral, así como daños hepáticos y renales post-mortem en pacientes fallecidos por inhalación de gasolina. El mayor peligro de la inhalación de gasolina está relacionado con sus posibles efectos a largo plazo por exposición crónica. La inhalación crónica suele conducir a pérdidas del apetito, pérdida de peso, neurastenia, debilidad muscular y calambres. Se han reportado EEG anormales en abusadores crónicos y existe cierta evidencia de que daños neurofisiológicos permanentes puedan desarrollarse.<sup>6</sup>

La encefalopatía debida al Tetraetilo de plomo ha sido bien documentada y aceptada como complicación de la inhalación de gasolina. Si bien los efectos agudos de la inhalación de la gasolina sean probablemente consecuencia de los diferentes elementos constituyentes de la misma los efectos a largo plazo se consideran causadas por el Tetraetilo de plomo.<sup>5</sup>

Los efectos colaterales más importantes, aparte la alteración del estado mayoría en inhaladores crónicos ataxia, corea, tremor y mioclonos. con menor frecuencia puede hacerse aparente un síndrome encefalítico agudo o sub-agudo caracterizado por alucinaciones, desorientación, insomnio, violencia y paranoia. Convulsiones y como suelen complicar el curso de la encefalopatía. Aún cuando, la mayoría de los efectos sobre el SNC de la inhalación crónica de gasolina probablemente desaparezcan con la abstinencia y la terapia, encefalopatías recurrentes y progresivas han sido reportadas.

En un caso reportado en 1978 de un paciente de 21 años con historia de inhalación de gasolina desde los 13 años, se encontró que la inhalación repetida de gasolina puede conducir a una encefalopatía irreversible y que tanto la encefalopatía aguda como la crónica probablemente resulten de la intoxicación por plomo orgánico. En este paciente, a medida que progresaban la recaídas, se fue haciendo aparente una demencia severa progresiva. No se sabe aún a ciencia cierta si la demencia crónica pueda ser atribuida a la acumulación de plomo en el cerebro, como se encontró en la autopsia de este paciente.<sup>14</sup> Este caso, constituye una excepción a lo que siempre se ha encontrado. De hecho, nunca se habían encontrado daños residuales ni en los casos más severos de intoxicación aguda por Tetraetilo de plomo. Probablemente los cambios permanentes encontrados en este caso se pueden atribuir a intoxicaciones severas y repetidas por plomo.

#### Diagnóstico

El diagnóstico inicial lo sugiere una historia válida de exposición significativa al plomo tetraetilico o el comportamiento clínico de esta enfermedad (es decir el desarrollo subsecuente de una encefalopatía). Puede ir apoyado por un ulterior desarrollo de la enfermedad y confirmado por pruebas de un grado significativo de absorción del Tetraetilo de plomo, proporcionadas por análisis de orina y sangre que revelan datos típicos; es decir una notable elevación del porcentaje de excreción de plomo en orina, y una elevación simultánea ligera o despreciable de la concentración de plomo en sangre (aún cuando suele observarse cierta elevación del plomo en sangre, este no alcanza niveles tóxicos.<sup>5</sup> Rara vez se encuentra que la concentración de plomo en sangre

completa supere los 50 mgrs/100 grs, mientras que en orina, en la intoxicación grave por plomo tetraetilico, rara vez es inferior a 350 mgrs/100gr, llegando con frecuencia hasta más de 1mg/lit. Hay igualmente una ausencia total de anomalías morfológicas o químicas en los datos hematológicos, cuando la exposición laboral al plomo se ha limitado a plomo orgánico.<sup>11</sup>

Los hallazgos de laboratorio suelen diferir de aquellos encontrados con intoxicaciones por plomo inorgánico. La anemia es poco frecuente. Los sustratos específicos de la síntesis del Hem como la protoporfirina eritrocítica no siempre están elevados.<sup>6</sup> El ácido aminolevulínico en orina y los niveles de coproporfirina en orina suelen permanecer dentro de límites normales.<sup>5</sup> Sin embargo, Coulehan y cols, en estudios sobre niños y jóvenes adictos si han encontrado alterados los calores de las protoporfirinas eritrocíticas.<sup>2</sup> El plomo sanguíneo así como el plomo urinario están aumentados, aunque menos de lo esperado para el grado de enfermedad clínica.<sup>12,6,13,16</sup>

En resumen, las mediciones bioquímicas son útiles pero no permiten hacer el diagnóstico. Algunos de los parámetros más empleados son pues:

Niveles plasmáticos de plomo: mayor de 60-80 mgr/dl

Plomo en orina: mayor de 110 mgr/lit

Daño hepático, muscular y renal: aumento de sgot, ldh, cpk, Proteinuria.

Pleocitosis en líquido cerebroespinal.

Retardo difuso en el EEG.<sup>17</sup>

En la evaluación del trabajador debe prestarse especial atención a los trastornos neurológicos y emocionales.<sup>1</sup>

### Tratamiento

La eliminación de la exposición y el tratamiento de soporte son medidas que deben de tomarse de inmediato.<sup>13</sup> El tratamiento del envenenamiento por plomo orgánico es sintomático fundamentalmente. El uso de agentes quelantes, por lo general cuestionado, ha demostrado ser efectivo en reducir los niveles séricos de plomo y de favorecer la excreción del plomo inorgánico, producido a partir del metabolismo del plomo orgánico, aunque la excreción de dicho compuesto no es demasiado considerable.<sup>5,7</sup>

Las medidas recomendadas comprenden<sup>16</sup>:

- Lavado con agua y jabón de las partes contaminadas del cuerpo.
- Lavado gástrico, si se ha ingerido, seguido de un purgante salino.
- Reposo.
- Diuréticos.
- Sedación con barbitúricos.
- Nutrición, equilibrio electrolítico e hídrico.
- Sintomático y fortalecimiento general.
- Uso de agentes quelantes.<sup>5</sup>
  - Dimercaprol: 4mgr/Kgr/día IM en 1 dosis, luego 24 mgr/kgr/kgr/día en 6 dosis por 5 días.
  - Edatamil cálcico Disódico: 50 mgr/kgr/día IM en 6 dosis hasta 1,5 gr/día por 5 días, luego;
  - Penicilamina: 30-35 mgr/kgr/día VO en 2-3 dosis hasta que los niveles sanguíneos de plomo de 40 mgr/dl.

- La eficacia de los agentes antidopaminérgicos como el haloperidol en el tratamiento de los síntomas conductuales mejora notablemente el estado del paciente, lo cual provee una evidencia indirecta de una sobre actividad dopaminérgica en éstos pacientes.<sup>5</sup>

La recuperación puede requerir hasta 10 semanas, pero generalmente es completa.<sup>13</sup>

El estudio clínico de los casos de envenenamiento por tetraetilo de plomo han sugerido que los desenlaces fatales suelen ser el resultado del agotamiento, y es importante hacer resfuerzos vigorosos para combatir este agotamiento.<sup>11</sup> Incluso en los casos graves, la recuperación completa se ha conseguido con una terapia de apoyo sostenida, en asociación con una persistente y vigorosa terapia sedante. Se han utilizado con buenos resultados los barbitúricos de acción prolongada. La frecuencia, brusquedad y gravedad de las recaídas en la irracionalidad, en períodos de semanas o meses, después de períodos de lucidez, es poco habitual en las intoxicaciones, contrariamente a la enfermedad puramente mental.

### MATERIALES Y METODOS

La presente investigación es un estudio descriptivo realizado en los meses de Noviembre-Diciembre de 1989 en las 9 estaciones de servicio ubicadas en los Municipios Ribas y Bolívar del Estado Aragua (La Victoria y San Mateo) con un total de 47 trabajadores empleados como surtidores de gasolina, considerando que presentan exposición continua al plomo orgánico (tetraetilo y tetrametilo de plomo) contenido en el combustible.

El estudio se inicia realizando una visita previa a las estaciones de servicio con el fin de conversar sobre los objetivos e importancia de la investigación y conocer el número de trabajadores que laboran en cada estación y los turnos de trabajo. Así mismo, se informó sobre el procedimiento a seguir en la realización de la encuesta, recolección de muestras de sangre y orina, y la evaluación de las instalaciones sanitarias del lugar de trabajo. Por último, se les hizo saber que serían informados de los resultados obtenidos en el estudio.

Las encuestas se realizaron en el lugar de trabajo (estaciones de servicios), utilizando el método de la entrevista directa para garantizar la uniformidad de criterios de los 9 entrevistadores, quienes fueron previamente entrenados para recoger las respuestas de todas las preguntas formuladas. La duración de cada encuesta, incluyendo el examen físico, fue de 15 minutos.

La encuesta fue dividida en cuatro secciones:

**I. Datos de identificación, tiempo de trabajo y condiciones de higiene.** Los datos recogidos fueron nombre y apellido del trabajador, edad y sexo, En relación con la ocupación que desempeñan se interrogó sobre tiempo de ocupación que desempeñan se interrogó sobre tiempo de ocupación, actual que comprende desde que fue empleado en la estación de servicio hasta el momento de realizar la encuesta; horario de trabajo en horas al día y días al mes con el fin de conocer si laboran en tiempo extra. De igual forma se indagó sobre otras ocupaciones ejercidas y de acuerdo a esto se estableció el tiempo de exposición total.

Para establecer si los individuos estudiados practican normas de higiene acordes al empleo que desempeñan se interrogó en relación a hábitos tabáquicos y alimentarios durante las horas de trabajo y se tomó en cuenta para catalogar si las normas eran adecuadas o no a los siguientes criterios:

- No comer, beber o fumar en el lugar de trabajo.
- Lavarse las manos con cepillo y la boca antes de comer, beber o fumar. (Se recomienda no fumar).
- Usar ropa de trabajo distinta a la de la calle.
- Bañarse con abundante agua y jabón al terminar la jornada labora, cepillándose las manos y las uñas.<sup>12</sup>

Se catalogó como inadecuado incumplimiento de al menos una de ellas.

**II. Manifestaciones Clínicas.** En esta sección se interrogó a los surtidores de gasolina si presentaban algún síntoma y de que se enfermaban con frecuencia. En ningún momento se preguntó sobre síntomas y signos para no sugerir las respuestas. Se elaboró un listado de las manifestaciones clínicas clasificadas por aparatos y sistemas, y que constituyen las más frecuentes en individuos expuestos a plomo orgánico, lo cual facilitó el trabajo de los encuestadores.

**III. Examen físico:** Se realizó un pequeño examen físico a los individuos en su lugar de trabajo, para lo cual se contó con el siguiente equipo: tensiómetro, estetoscopio, reloj con segundero, diapason y martillo de reflejos. Para una somera exploración cardiovascular se realizó la toma de tensión arterial y frecuencia cardíaca. La toma de la tensión arterial se realizó con el paciente sentado y después de contestar el cuestionario para asegurar unos minutos de descanso previo al examen.

Los valores de la tensión arterial en adultos usados en este trabajo corresponden con los criterios de la OMS, quienes consideran cifras de hipotensión, la presión sistólica menor de 100 mmHg y la diastólica menor de 70 mmHg y mayor de 140 y 90 mmHg para tensión sistólica y diastólica respectivamente.

La frecuencia cardíaca se tomó en un minuto y se consideró disminuida el obtener valores inferiores a 60 pulsaciones por minuto.

El examen de piel se hizo énfasis en las manos, buscando sequedad, escoriaciones y otras lesiones.

Para la exploración neurológica se tomó en cuenta la característica de la marcha, la taxia que se evaluó con la prueba dedo-nariz, la sensibilidad probada con el diapason para sensación vibratoria y los reflejos osteo-tendinosos, específicamente el patelar.

Sólo se consideró la normalidad o anormalidad de cada uno de éstos parámetros.

**IV. Inspección de instalaciones sanitarias.** Se realizó inspección ocular de las instalaciones sanitarias de las estaciones de servicio para establecer si existen condiciones higiénicas necesarias en este tipo de establecimientos. Para ello, se utilizaron los siguientes criterios:

a) Los vestuarios dispondrán de casilleros individuales para ropa de calle y ropa de trabajo, independiente uno del otro. Cada ducha dispondrá de jabón y cepillos.

b) Se dispondrán de lavamanos con abundante agua, jabón, toallas y cepillos.<sup>12</sup>

Se catalogó como inadecuado la falta de sólo una de estas medidas.

Para la toma de las muestras de exámenes paraclínicos (orina y sangre para determinación de plomo), se utilizó algodón, alcohol, torniquete, jeringas descartables de 6 cc., tubos de ensayo cerrados con heparina, frascos para recolección de orina de 24 horas, cavas portátiles con hielo y boletas para solicitud e exámenes.

La extracción de sangre necesaria para la determinación de plomo se realizó en las estaciones de servicio. Fueron extraídos 6 cc. de sangre venosa de la región antecubital, previa limpieza del área con algodón y alcohol, colocándolos en los tubos con heparina y refrigerándolos de inmediato.

La recolección de las muestras de orina se realizó principalmente en las casas de los trabajadores; en caso de realizarse en el lugar de trabajo se indicó lavado previo de las manos. Para este fin se entregaron frascos para recolectar orina de 24 horas preparados según técnica utilizada por el Laboratorio de Toxicología Industrial del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS)

Se explicó a los trabajadores la forma de recolectar la orina de 24 horas y se les indicó que las muestras serían recogidas al día siguiente en el sitio de trabajo; estas fueron refrigeradas hasta el momento de ser llevadas al laboratorio. Para cada una de las muestras se llenaron boletas con los datos del trabajador y la prueba solicitada.

Para procesar las muestras en el laboratorio se utilizó el método espectrofotométrico por absorción atómica de Donald Hessel. El fundamento de esta técnica para la determinación de plomo en sangre se basa en la hemólisis con Tritón X para liberar el plomo de los glóbulos rojos, luego por la técnica de quelación se forma un complejo entre el plomo contenido en la sangre y el Amonio Pirrolidina Ditiocarbamato previamente ajustado el pH entre 2,2 y 2,6 con solución ácida, posteriormente se extrae el plomo del complejo con Metil-isobutil Cetona. El fundamento de la técnica para la determinación de plomo en orina es el mismo, sólo se omite el primer paso de hemólisis con Tritón X.

En todos los casos, el laboratorio utiliza como control, una muestra de orina de un sujeto no expuesto a plomo orgánico.

Los valores de referencia empleados fueron los de la Dirección de Medicina del Trabajo "Dr. Félix María Rivero Plaz", Departamento de Toxicología Industrial.

Determinación	Medio	Concentraciones permisibles
Plomo (inorgánico)	Sangre	60-80ucg%
Plomo (orgánico)	Orina	110 ucg/lit

#### Análisis estadístico

Una vez obtenida toda la información, esta fue revisada corregida y codificada. Se procedió a estudiar la distribución de las diversas variables, encontrándose una distribución normal en su mayoría.

Como medidas de resumen se utilizaron porcentajes, medias aritméticas, y sus correspondientes medidas de dispersión.

Fórmulas estadísticas empleadas:

$X$  = Promedio Aritmético

$$X = \frac{\sum X_i}{N}$$

DS = Desviación Standard

$$DS = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - X^2}$$

## RESULTADOS

En nuestro estudio trabajamos con un total de 47 surtidores de gasolina de edades comprendidas entre 16 y 60 años, en su mayoría de sexo masculino (97,9%), habitantes de los Municipios Ribas y Bolívar del Estado Aragua, empleados en 9 estaciones de servicio durante el período comprendido entre octubre y diciembre de 1989.

Se observa que en el grupo estudiado, el mayor número de trabajadores presenta edades comprendidas entre los 21 y 40 años, con un total de 34 trabajadores para dicho grupo etario, lo que representa el 72,3% (Gráfico A).

En relación a la distribución por sexo, el 97,9% del grupo estudiado pertenece al sexo masculino.

En cuanto al tiempo total de exposición al plomo orgánico, 35 trabajadores han estado expuestos a plomo orgánico por un período comprendido entre 1 y 10 años, lo que representa el 74,5% del grupo estudiado. Apenas un 8,5% (4 trabajadores) presentan exposición total a plomo menor a un año. Exposición prolongada, (más de 10 años) se encontró en el 17,0% (8 trabajadores). (Cuadro N° 1).

En relación con las medidas de higiene personal, se encontró que en el 91,5% de los casos éstas eran inadecuadas, presentando tan solo un 8,5% medidas adecuadas.

Las condiciones de higiene y seguridad ofrecidas por las estaciones de servicio resultaron inadecuadas en el 72,3%, es decir que sólo 34 trabajadores tiene un ambiente con condiciones de higiene y seguridad adecuadas, todo lo cual explica los resultados observados en el cuadro anterior.

El examen funcional según sistemas reveló lo siguiente (cuadro # 2)

1) Piel: Se encontraron manifestaciones clínicas en el 23,4% de los trabajadores (11 surtidores). Entre los síntomas referidos se encontró sequedad de piel en 6 surtidores, prurito en 5 surtidores y otras manifestaciones dérmicas en otro. El 76,6%, que corresponde a 36 surtidores de gasolina, fueron asintomáticos.

2) Cardiovascular: Tan solo 6,4% de los trabajadores refirieron síntomas en este sistema (3 surtidores). Fue referida frialdad en un caso y palpitaciones por los tres sintomáticos. El 93,6% que corresponde a 44 trabajadores fueron asintomáticos.

3) Gastrointestinal: El 10,6% de los surtidores fueron sintomáticos en este sistema (5 trabajadores). Entre los síntomas referidos se encontró anorexia, constipación, diarrea, náuseas, vómitos y otros. El 89,4% constituido por 42 trabajadores no manifestaron al interrogatorio alteraciones en este sistema.

4) Neuromuscular: El 19,2% (9 trabajadores) refirieron síntomas neuromusculares. Tres de ellos refirieron debilidad mus-

cular (6,4%, en dos casos se reportó fatigabilidad fácil (4,3%), dos trabajadores refirieron síntomas neuromusculares diversos.

5) SNC: El 29,8% que corresponde a 14 surtidores de gasolina, manifestaron síntomas relacionados con este sistema. Entre los síntomas referidos se encontró: cefalea, irritabilidad, vértigo, inquietud, trastornos visuales, torpeza, ansiedad y otros.

En relación a los síntomas referidos por los surtidores de gasolina el mayor número de individuos sintomáticos se encontró dentro del sistema nervioso central. Los síntomas referidos coinciden con los más importantes encontrados en la bibliografía revisada.

En relación con la distribución según tiempo total de exposición y sintomatología del sistema nervioso central referida por los surtidores de gasolina, se encontró que las clases que presentan mayor porcentaje de sintomáticos corresponden a los períodos de 6-10 años y de 11 a 20 años de exposición total (42,9% y 40,0% respectivamente). Se observa pues, que el porcentaje de sintomáticos es mayor en las clases de mayor tiempo de exposición.

En relación a los sintomáticos en piel el tiempo total de exposición se encontró que el 25% de los surtidores con menos de un año de exposición fueron sintomáticos. Las clases de 1-5 años y 6-10 años de exposición presentaron ambos un 28,6% de sintomáticos, todo lo cual representa un 23,4% de sintomáticos totales.

Dentro de la sintomatología neuromuscular las clases que presentan mayor porcentaje de sintomáticos es la clase de 21 a 36 años de exposición total, encontrándose en dicha clase un 66,7% de sintomáticos. En el cuadro se puede observar que hay un aumento en el porcentaje de sintomáticos a medida que aumenta el tiempo de exposición no correspondiendo a esta tendencia los individuos con menos de un año de exposición total, quienes fueron sintomáticos en un 25%.

En relación con la sintomatología gastrointestinal referida, se encontró que la clase con mayor porcentaje de sintomáticos es la de menos de 1 año de exposición total (25%), observándose un nuevo repunte en la clase de 11 a 20 años de exposición quienes presentaron un 29% de sintomáticos gastrointestinales.

En relación a los hallazgos positivos al examen físico en los surtidores de gasolina se encontró lo siguiente:

1) Frecuencia cardíaca: En el 14,9% de los trabajadores examinados se encontró una alteración de la frecuencia cardíaca (7 surtidores), tres de ellos presentó bradicardia (6,4%) y cuatro de ellos taquicardia (8,5%). La media del grupo en estudio fue de 19,9 pulsaciones por minuto con una Desviación Standard de 12,46.

2) Tensión Arterial Sistólica: El 4,3% de los trabajadores examinados presentaron alteraciones de la presión arterial sistólica, encontrándose hipertensión en todos ellos. La media del grupo encontrada fue de 118,3 mmHg con una Desviación Standard de 16,03.

3) Tensión Arterial Diastólica: Se encontró hipotensión diastólica en 4 trabajadores (8,5%), e hipertensión diastólica en dos surtidores (4,3%), lo cual representa un 12,8% de sintomáticos. La media encontrada fue de 76,28 mmHg con una Desviación Standard de 13,38.

**CUADRO N° 1**  
**Surtidores de gasolina según tiempo total de exposición. La Victoria, Edo. Aragua, 1.989**

Tiempo total de exposición (Años)	Número	Porcentaje
Menor de 1	4	8,5
1-5	21	44,7
6-10	14	29,8
11-20	5	10,6
21-36	3	6,4
Total	47	100,0

**CUADRO N° 2**  
**Hallazgos positivos al examen funcional en surtidores de gasolina La Victoria Edo. Aragua 1.989**

Examen Funcional	Número	Porcentaje
<b>Piel</b>		
Normal	36	76,6
Positivos	11	23,4
Sequedad	6	12,7
Prurito	5	10,6
Otros	1	2,1
<b>Cardiovascular</b>		
Normal	44	93,6
Positivo	3	6,4
Frialdad	1	2,1
Palpitaciones	3	6,4
<b>Gastrointestinal</b>		
Normal	42	89,4
Positivo	5	10,6
Anorexia	1	2,1
Constipación	1	2,1
Diarrea	1	2,1
Náuseas	1	2,1
Vómitos	1	2,1
<b>SNC</b>		
Normal	33	70,2
Positivo	14	29,8
Torpeza	1	2,1
Vertigo	2	4,3
Cefalea	6	12,8
Inquietud	2	4,3
Irritabilidad	4	8,5
Ansiedad	1	2,1
Trastornos Visuales	2	4,3
Otros	2	4,3
<b>Neuromuscular</b>		
Normal	38	80,9
Positivo	9	19,1
	47	100
Dolor abdominal	2	4,3
Debilidad	3	6,4
Fatigabilidad	2	4,3
Otros	2	4,3

4) Piel: Se encontraron alteraciones dermatológicas en el 53,3% de los surtidores. La sequedad de piel fue uno de los signos encontrados con mayor frecuencia estando presente en 21 surtidores. Otros signos encontrados fueron escoriaciones, eritema y otros.

5) Neurológico: Se encontraron alteraciones neurológicas en el 14,8% de los surtidores evaluados, las cuales consistían en alteraciones de la marcha y los reflejos osteotendinosos. Esta última se encontró en 5 de los surtidores.

En relación al tiempo total de exposición y los hallazgos positivos al examen físico del SNC, se encontró que en los trabajadores con tiempo de exposición menor a un año no presentaron ninguna alteración. Los surtidores con tiempo de exposición entre 1 y 5 años presentaron alteraciones en el 9,5% de los casos, Los surtidores expuestos entre 6 y 10 años se vieron afectados en el 21,4% de los casos. Entre los expuestos al riesgo de 11 y 20 años y 21 a 36 años, se encontró una incidencia de alteraciones neurológicas del 20% y del 33,3% respectivamente.

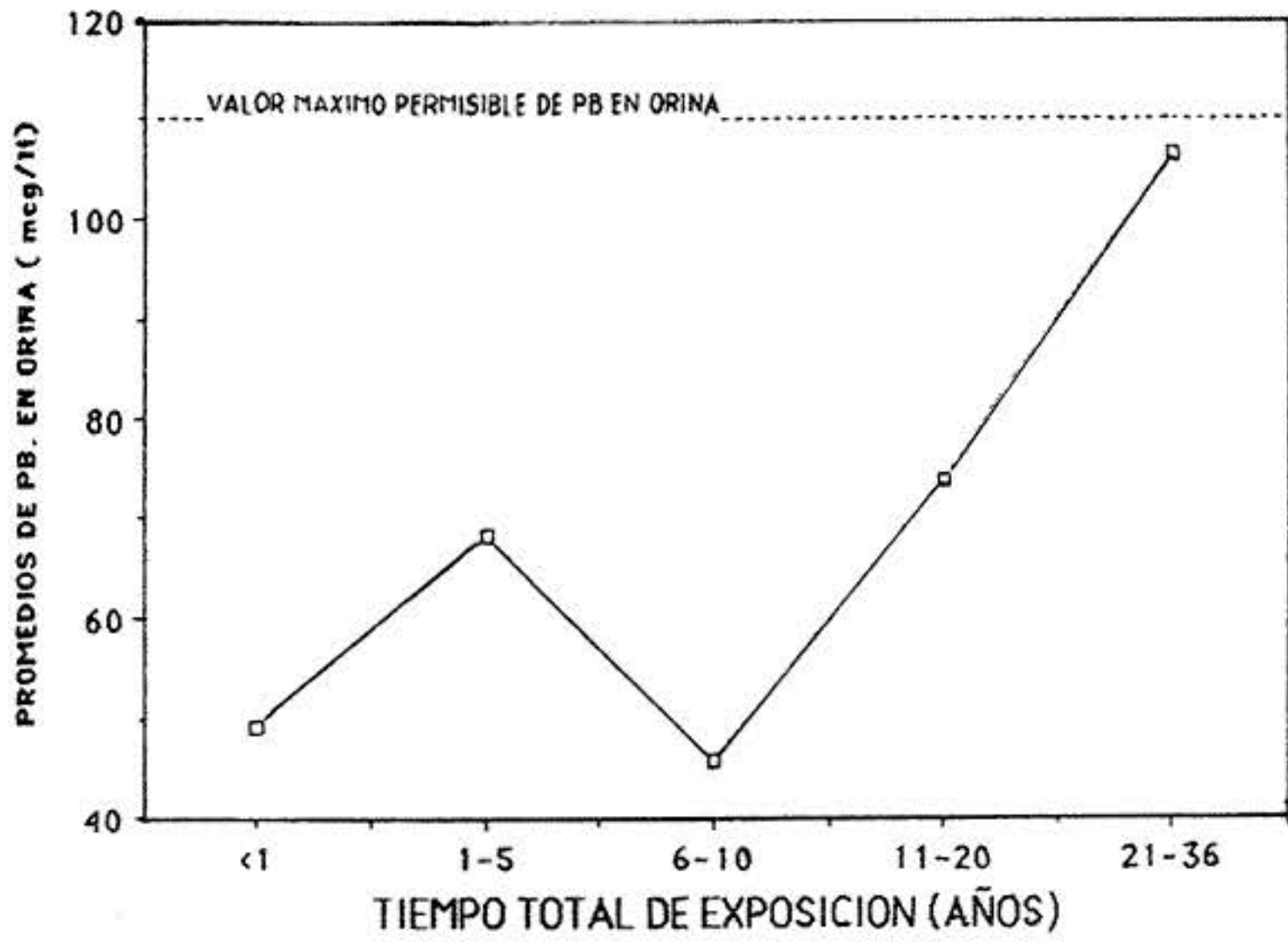
Con respecto al tiempo total de exposición y examen físico de piel se encontró 75% de alteraciones dermatológicas en los surtidores que tenían un tiempo de exposición menor a un año. En aquellos con un tiempo de exposición entre 1 y 5 años el 61,9% presentó alteraciones. El 42,9% de los expuestos entre 11 y 20 años, mientras que no presentaron alteraciones dermatológicas los expuestos entre 21 y 36 años.

En relación a la frecuencia cardíaca según el tiempo total de exposición se encontró que los surtidores expuestos por menos de un año no presentan alteraciones de la frecuencia cardíaca (normalidad del 100% de los casos). Se observó bradicardia en el 4,8% y en el 14,3% de los individuos expuestos por períodos de 1 a 5 y de 6 a 10 años respectivamente. El total de individuos con bradicardia fue del 6,4% de la población en estudio (3 surtidores). Taquicardia pudo encontrarse en todos las clases de más de un año de exposición así, se encontró que 9,5% de los expuestos e 1 a 5 años presentaron taquicardia; 21,4% de los expuestos de 6 a 10 años, el 20% de los expuestos de 11 a 20 años y el 66,7% de los expuestos por más de 20 años. Todo lo cual representa el 17,0% del grupo (8 surtidores con taquicardia).

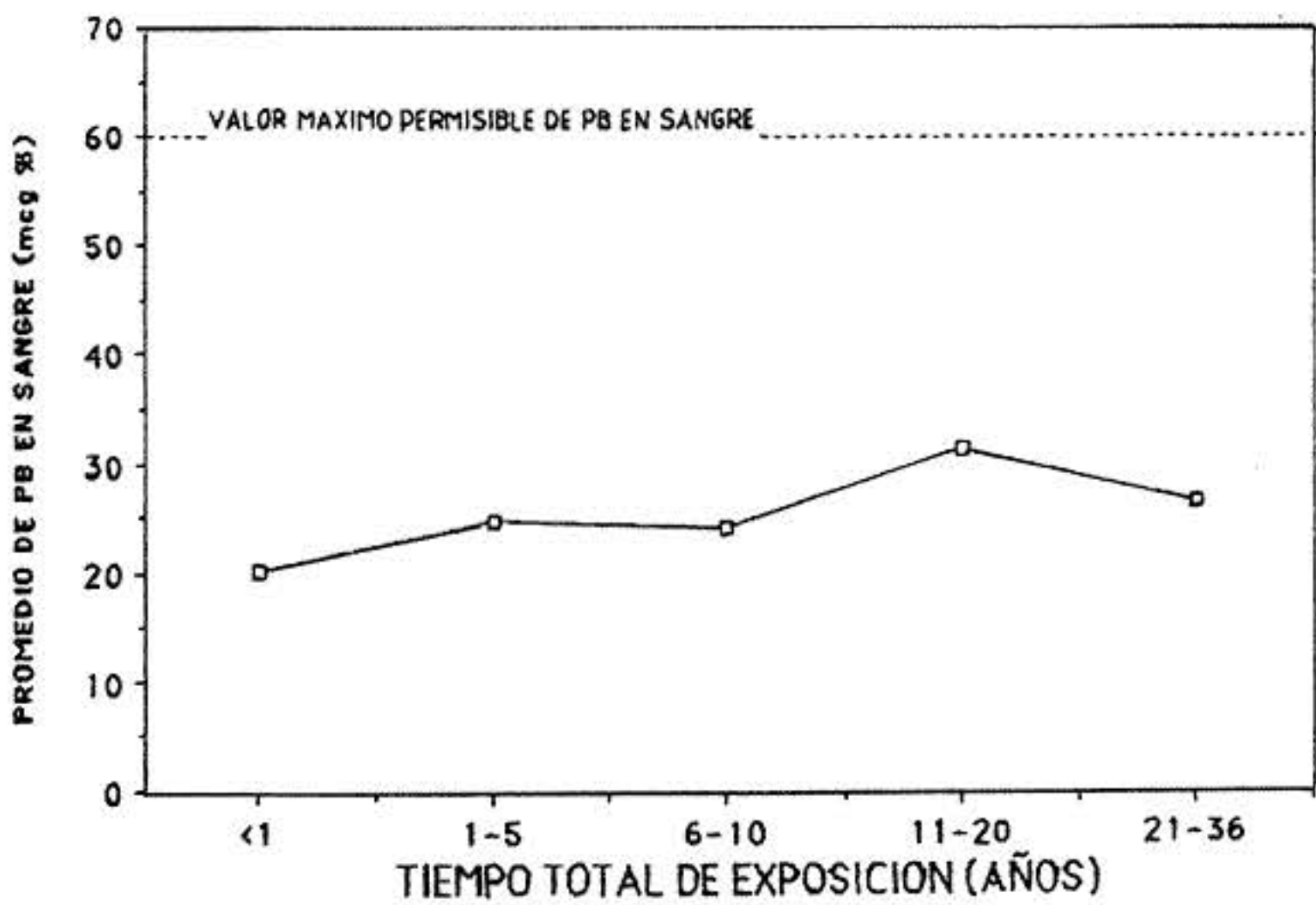
En relación a la tensión arterial sistólica no se encontró en ningún surtidor valores inferiores a 100mmHg. Sólo se encontró alteración de este parámetro en el 4,3% de los individuos estudiadas (hipertensión sistólica). De los individuos expuestos de 11 a 20 años se encontró que el 20% presentaba hipertensión mientras que los expuestos de 21 a 36 años presentaron hipertensión en el 33,3% de los casos. Se encontró 100% de normalidad en los surtidores con menos de 10 años de exposición a plomo orgánico.

Con respecto a la tensión arterial diastólica se encontró que el 8,5% de los surtidores presentaron cifras menores a 70 mmHg. De los individuos con menos de un año de exposición se encontró hipotensión diastólica en un 25% de los casos, de los expuestos de 1 a 5 años se encontró hipotensión el 9,5% de los casos. A los expuestos de 6 a 10 años se encontró hipotensión en 7,1% de los casos, mientras que en los de más de 10 años de exposición no se encontró hipotensión. Se observó hipertensión en el 20% de los surtidores expuestos de 11 a 20 años y en el 33,3% de los

**GRAFICO J-A**  
Valores promedios de PB en orina según tiempo total de exposición  
La Victoria, Edo. Aragua, 1989



**GRAFICO J-B**  
Valor promedio de PB en sangre según tiempo total de exposición en surtidores de gasolina  
La Victoria, Edo. Aragua, 1989



expuestos por más de 20 años, no encontrándose, valores superiores a 90 mmHg en los surtidores con menos de 10 años de exposición. el 87,2% de los surtidores tuvieron cifras diastólicas normales.

En relación a los valores de plomo orgánico en orina, este se logró determinar en 36 de los 47 surtidores de gasolina estudiados, quedaron fuera del estudio 11 surtidores, en quienes no se pudo determinar el plomo en orina por falta de colaboración por parte de los mismos. Por lo tanto, el grupo en estudio estuvo constituido por 36 surtidores. De ellos el 16,7% (6 surtidores) presentaron niveles de plomo orgánico en orina mayores a 110ugr/lit. En los expuestos por menos de 1 año no se encontraron valores por encima del límite permisible (110ugr/lit). Cuando observamos la distribución según tiempo total de exposición encontramos que a medida que aumenta el tiempo total de exposición aumenta el porcentaje de individuos con valores superiores al límite permisible para cada clase. De esta manera encontramos que el 12,5% de los expuestos de 1 a 5 años se encontraron por encima de dicho valor. El porcentaje se duplica (25%) en los expuestos entre 11 y 20 años; alcanzando un 33,3% en los individuos expuestos por más de niveles permisibles. (Cuadro # 3 Gráfico Ja).

En relación a los niveles de plomo en sangre, trabajamos sobre un grupo de 45 surtidores de gasolina. Las muestras de sangre de 2 surtidores de gasolina fueron extraviadas en el laboratorio y por ende quedaron fuera del estudio. Se encontró que el 100% de los individuos estudiados presentaron valores inferiores a los valores permisibles (60ugrd%) independientemente del tiempo de exposición total. (Cuadro # 4, Gráfico Jb).

Cuando analizamos el valor promedio de plomo en orina según el tiempo total de exposición podemos encontrar que a medida que aumenta el tiempo de exposición aumentan los niveles de plomo orgánico en orina. De esta manera los individuos con exposiciones menores a un año presentan niveles promedio de plomo en orina de 49,30ugr/lit. Los expuestos de 11 a 20 años presentan niveles promedio de 74ugr/lit., mientras que los que tienen más de 20 años de exposición presentan valores promedio que se acercan al nivel máximo permisible (106,6ugr/lit). Cuadro # 5, Gráfico L).

Al analizar el valor promedio de plomo en sangre podemos observar una distribución más o menos uniforme en todas las clases. La clase que presentó mayor nivel promedio fue la de 11 a 20 años de exposición (31,6ugr%). En los expuestos a menos de un año se encontró el nivel promedio de plomo en sangre más bajo (20,26ugr%). El resto de las clases (1-5, 6-10, 21-36 años) presentaron niveles promedio que oscilaban entre 23 y 26 ugrs% (Gráfico K).

## DISCUSION

A pesar de que existe bastante literatura en relación con las intoxicaciones con plomo inorgánico, no ocurre lo mismo con las intoxicaciones por plomo orgánico, donde la literatura disponible es escasa y algunas veces los hallazgos son controversiales. Otro hecho importante a destacar en este trabajo es que la

problemática de la intoxicación por alquilos del plomo ha dejado de ser un problema de salud en países desarrollados como consecuencia de la eliminación de estos compuestos como antidetonantes de combustibles de los motores de explosión. Sin embargo, en países subdesarrollados persiste el uso del tetraetilo de plomo con el agravante de que cada vez se incrementa más el parque automotor, sin que existan trabajos científicos publicados al respecto.

De los individuos estudiados la mayoría presentaron un tiempo de exposición total de 1 a 10 años (74,5%). Se encontraron pocos individuos con exposiciones menores a 1 año (8,5%) que podría explicarse por la situación económica del país por la cual hay poca oferta de empleo o la renuncia precoz de muchos de los nuevos empleados quienes son menos tolerantes a la exposición a gasolina. Igualmente hay pocos empleados con exposición prolongada (mayor de 10 años) lo cual podría deberse al hecho que se trata de un trabajo con alto riesgo (tipo 3, IVSS) y a las malas condiciones laborales que ofrecen estas empresas a sus trabajadores.

Al estudiar el ambiente de trabajo en las estaciones de servicio se encontró que las medidas de higiene personal eran inadecuadas en el 91,5% de los casos y las medidas de seguridad eran inadecuadas en el 72,3% de los casos. Para catalogar como adecuado o inadecuado las normas de higiene y seguridad nos basamos en las normas establecidas por Covenin para plomo inorgánico, ya que no existen normas establecidas acerca de los riesgos de los alquilos de plomo. De todo esto se deduce que existe un desconocimiento total por parte de empresarios y trabajadores acerca de estos riesgos y sobre las medidas que se deberían tomar para evitarlos. Los hábitos de higiene en el trabajo, encontrados, fueron en general inadecuados: los trabajadores comen u fuman dentro del ambiente de trabajo, utilizan la gasolina para el lavado de las manos y no se bañan en su sitio de trabajo al finalizar la jornada. Estas condiciones favorecen el efecto tóxico de los componentes de la gasolina.

Los hallazgos al examen funcional fueron en general escasos debido a dos razones fundamentales: en primer lugar porque el 53% del grupo estudiado tiene una antigüedad menor a 5 años en el oficio y no debe percibir una sintomatología florida. En segundo lugar, por la forma en que fue dirigido el interrogatorio, el cual no sugirió en ningún momento la respuesta sino que el encuestado debió enumerar los síntomas que el consideraba relacionados con su trabajo. Por esta razón, se cree que en trabajadores obreros sin ningún conocimiento sobre medidas de seguridad e higiene, no perciban los síntomas, o bien que estos sean minimizados o no asociados a su trabajo, tales como insomnio, irritabilidad, inquietud, y menos si no son sugeridos por el interrogador.

Otra característica importante a destacar es que los surtidores de gasolina en su mayoría tienden a abandonar el empleo en el primer quinquenio del trabajo. Nada nos impide pensar que las manifestaciones sintomáticas sean un factor importante que los obliguen a abandonar este trabajo quedando los más resistentes sintomatológicamente.

Con respecto al examen funcional la mayoría de los síntomas corresponden al SNC (29,6%) de individuos sintomáticos; luego

CUADRO N° 3

Número y porcentaje de valores de plomo en orina (mayor y menor de 110 ugr/lts)  
Según tiempo total de exposición (TTE) en surtidores de gasolina. La Victoria, Edo. Aragua, 1989

TTE	Total	Plomo Orgánico en Orina			
		Menor de 110ugr/lit		Mayor o igual a 110ugr/lit.	
		Número	%	Número	%
Menor de 1	3	3	100,0	0	0,0
1-5	16	14	87,5	2	12,5
6-10	10	8	80,8	2	20,0
11-20	4	3	75,0	1	25,0
21-36	3	2	66,7	1	33,3
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>83,3</b>	<b>6</b>	<b>16,7</b>

CUADRO N° 4

Número y porcentaje de valores de plomo en sangre (mayor y menor de 60ugr%)  
según tiempo total de exposición (TTE) en surtidores de gasolina, La Victoria, Edo. Aragua, 1989

TTE	Total	Plomo Orgánico en Sangre			
		Menor de 60ugr%		Mayor o igual a 60ugr%	
		Número	%	Número	%
Menor de 1	4	4	100,0	0	0,0
1-5	21	21	100,0	0	0,0
6-10	13	13	100,0	0	0,0
11-20	5	5	100,0	0	0,0
21-36	2	2	100,0	0	0,0
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>100,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>

Cuadro N° 5

Valor promedio de plomo en orina (ugr/lit)  
según tiempo total de exposición (TTE)  
en surtidores de gasolina.  
La Victoria, Edo. Aragua, 1989

Tiempo total de exposición (años)	Promedio de Pb en Orina (ugr/lit)
Menor de 1	49,3
1-5	68,3
6-10	45,3
11-20	74,0
21,36	106,6

a piel, neuromuscular, gastrointestinal, y por último cardiovascular. Aún cuando este no se trata de un estudio experimental con grupos control, nos apoyamos en el marco teórico para explicar por qué los principales síntomas son referidos al SNC; los alquilos de plomo son compuestos altamente liposolubles por lo que se depositan con preferencia en el SNC (núcleos basales y cerebelo produciendo los síntomas encontrados en los trabajado-

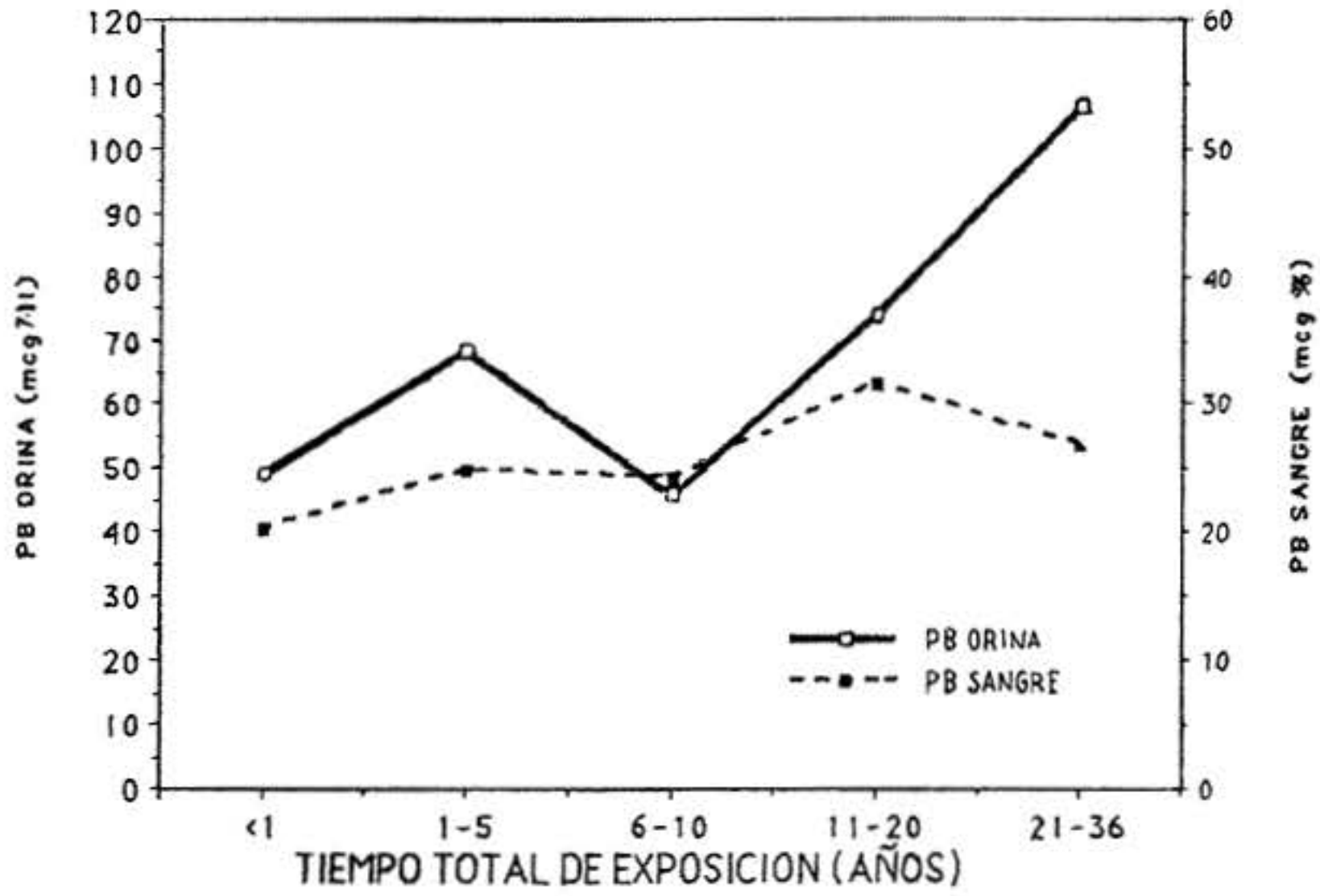
res estudiados.<sup>14,17</sup> Entre los trabajadores más afectados se encuentran aquellos de mediana exposición (6 a 10 y 11 a 20 años de exposición total) en quienes se encontró un 42,9% y un 40% de trabajadores sintomáticos respectivamente.

Los surtidores con sintomatología dermatológica ocuparon un segundo lugar (23,4% de sintomáticos). Contrario a lo encontrado en el examen funcional con respecto al SNC los trabajadores que aquejaron síntomas dérmicos presentaban corta exposición a la gasolina (menos de 1 año y de 1 a 5 años de exposición). Aún cuando el plomo orgánico se absorbe bien a través de la piel, no se deposita en ella, y los síntomas dermatológicos evidenciados se pueden explicar por la presencia de otros aditivos en la gasolina altamente irritantes.

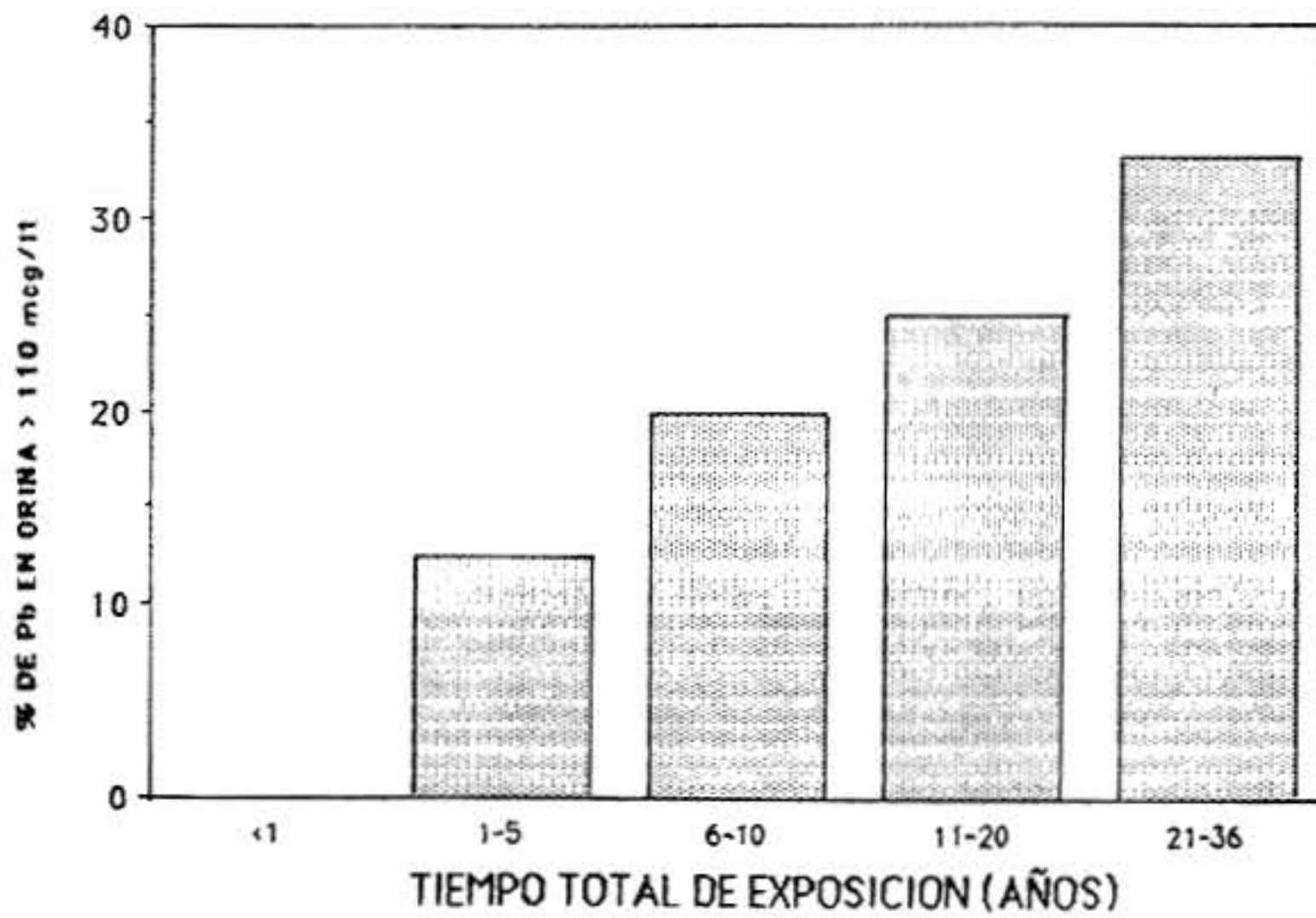
Con respecto al examen físico encontramos lo siguiente: en relación a la frecuencia cardíaca llama la atención que la media es 79,9 pulsaciones por minuto; si bien el 85% se encuentra dentro de los rangos de normalidad, debemos considerar que la media de la frecuencia cardíaca es menor que la esperada para una actividad física moderada, a esto debemos agregar el nerviosismo de los surtidores ante el interrogatorio y la extracción de sangre.

En relación a la tensión arterial diastólica encontramos hipotensión en cuatro trabajadores (8,5%). Como se describió en el marco teórico este signo es explicado por el predominio de la

**GRAFICO K**  
Gráfico comparativo de concentración de PB en orina y sangre según tiempo total de exposición  
La Victoria, Edo. Aragua, 1989



**GRAFICO L**  
% de plomo en orina > de 110 mcg/lit según tiempo total de exposición en surtidores de gasolina  
La Victoria, Edo. Aragua, 1989



actividad parasimpática debido a la disminución de los niveles de acetilcolinesterasa.<sup>9,11</sup> Por otra parte se encontró hipertensión sistólica y diastólica en los grupos con más de diez años de exposición, esto podría ser explicado porque estos grupos tienen promedios de edad mayores y se trata entonces de una hipertensión arterial debida a otros factores distintos a la exposición al plomo orgánico.

En lo relacionado con el examen físico de piel se debe hacer notar que el mayor porcentaje de positivos (75%) se ubicó en la clase de menores de 1 año y presenta tendencia a la disminución según aumenta el T.T.E., lo cual puede ser explicado por el alto poder irritativo de oros compuestos de la gasolina y a su vez que los poco reactivos a los efectos irritativos son los permanecen en el trabajo.

Con respecto a los hallazgos al examen físico del SNC encontramos que los hallazgos positivos aumentan con el tiempo de exposición lo cual se explica por el depósito progresivo de los compuestos alquílicos del plomo con la exposición prolongada a los mismos.

Los hallazgos obtenidos de la determinación de plomo orgánico en orina demuestran que los niveles promedio aumentan a medida que aumenta el tiempo de exposición. No logramos establecer relaciones con hallazgos positivos al examen físico, como bradicardia. El 167% de los sujetos estudiados presentó valores promedio superiores a los niveles permisibles en orina. Si comparamos este porcentaje con la morbilidad de las enfermedades profesionales (12%) este valor debe llamarnos la atención.

En la determinación de plomo en sangre encontramos que todos los individuos presentaban valores dentro de los rangos normales. Esto está de acuerdo con bibliografía consultada donde se menciona que rara vez la concentración de plomo en sangre supera los 50ugr%.<sup>5,6,11,12,13,17</sup>

Con respecto a los individuos que tuvieron valores en orina por encima de los permisibles, en el 83,3% de los casos se encontraron medidas de higiene personal inadecuadas y solo en un 33% de los casos se encontró que tenían un lugar de trabajo adecuado, de estos últimos la mitad cumplía con medidas de higiene personal adecuada. Es difícil discernir si el trabajador no cumple con las medidas de higiene por no tener las facilidades físicas (instalaciones sanitarias, lockers, etc) o por desconocimiento de los riesgos (comer, fumar, no bañarse, etc.). El 100% de los surtidores de gasolina que tenían valores en orina por encima de lo permisible no cumplían con las normas de higiene. Con respecto a este grupo se encontró que parte de ellos (2 trabajadores), tenían largos períodos de exposición (más de 10 años); mientras que otro grupo entre ellos 2 trabajadores, tenían menor exposición. En relación a lo anterior, en los trabajadores con poco tiempo de exposición (1 a 5 años) y altos niveles de plomo en orina deben buscarse causas externas e internas para explicar tales niveles, pudiéndose considerar como causas externas la inhalación voluntaria y medidas inadecuadas de protección; y como causas internas factores inherentes al trabajador como alteraciones y metabólicas, alcoholismo, etc. Para el grupo con tiempo de exposición prolongado, mayor de 6 años, el factor predominante para explicar los altos niveles de plomo en orina

sería la exposición continua y prolongada a la gasolina.

Al elaborar un gráfico de correlación encontramos dos grupos: uno que presenta valores de orina mayores de los permisibles, cuyo análisis fue descrito anteriormente; el otro, el grupo con valores normales presenta la siguiente tendencia:

- a) Un primer grupo que se ubica en la izquierda del gráfico es decir, con valores permisibles de plomo en orina, pero bajos, y valores bajos permisibles de sangre, que corresponden al grupo con menos de un año de exposición. Se observa una excepción dentro de esta zona, que corresponde a un trabajador con 36 años de exposición que al ser reintegrado confesó que no solo surtía gasolina y que desde hace aproximadamente dos años cumplía básicamente funciones administrativas.
- b) Un segundo grupo con tiempo de exposición entre 1 y 10 años con valores promedio de plomo en sangre y orina mayores que los encontrados en el grupo "a".
- c) Un tercer grupo se encuentran los trabajadores expuestos por más de 10 a los, en los cuales se encuentran mayores niveles en sangre pero contrariamente menores en orina.

## CONCLUSIONES

1. Se encontró que el 16.7% del grupo de estudio (6 surtidores), presentó valores mayores de lo permisible de plomo en orina (mayor de 140 ug/l.)
2. Los valores promedio de concentración de plomo orgánico en orina, presentaron una tendencia a aumentar según se incrementaba el tiempo de exposición.
3. Coincidimos con la literatura existente, en cuanto a que los niveles sanguíneos de plomo no se asocian en forma directa con el tiempo de exposición y los niveles de plomo orgánico en orina.
4. Los principales síntomas referidos al examen funcional fueron los del sistema nervioso central (cefalea, irritabilidad, inquietud, vértigo, trastornos visuales). Cabe destacar que estos síntomas se presentan en mayor porcentaje según aumenta el tiempo de exposición.
5. Con respecto a los síntomas de los otros sistemas estudiados se encontró que los correspondientes a piel, neuromuscular, gastrointestinal y cardiovascular se presentaron en orden decreciente respectivamente.
6. Las principales alteraciones al examen físico pertenecían a la esfera dermatológica presentándose en los grupos con menor tiempo de exposición.
7. Se encontró que el 91.5% de los surtidores no cumplían con las medidas de higiene personal según las normas Covenin.
8. Con respecto a las normas de seguridad industrial referentes al siguiente de trabajo, se observó que el 72.3% de surtidores no disponen de medidas adecuadas en las estaciones de servicio donde laboran, según normas Covenin.
9. Se encontró que; a) las medidas de higiene personal y de seguridad en el lugar de trabajo, y b) el tiempo de exposición mayor de 5 años, fueron los principales factores relacionados con niveles elevados de compuestos de plomo orgánico en orina.

## RECOMENDACIONES

Se hace hoy indispensable efectuar trabajos de largo seguimiento que permitan identificar tanto los signos y síntomas clínicos como también alteraciones biológicas tempranamente (preintoxicación) causadas por la exposición laboral a los compuestos orgánicos del plomo; lo cual ayudaría a identificar los individuos con alto riesgo de presentar enfermedad profesional, relacionada con los alquilos de plomo, desarrollar medidas para prevenir el resgo, y señalar la obligación urgente de suspender provisional o definitivamente al trabajador de su lugar de trabajo.

Debe diseñarse un programa de adiestramiento en el cual se haga hincapié sobre la importancia de la higiene personal y el uso adecuado de equipos de protección personal. Es necesario proporcionar a los trabajadores baños con duchas, lavabos y armario con candado para guardar la ropa. Debe insistirse en que los trabajadores se cambien completamente de ropa al comienzo y al final de cada jornada de trabajo, y se bañen antes de vestir ropa de calle. No debe permitirse la ingestión de alimentos en las áreas de trabajo. En sitios donde la concentración de vapores de tetraetilo de plomo sobrepasen el límite, debe proporcionarse y exigirse el uso de máscaras antipolvo y de máscaras con filtro depurador para vapores orgánicos o respiradores con línea de aire. (Caso de los ambientes cerrados de trabajo y refinerías). En áreas de donde puede haber salpicaduras y derrames deben proporcionarse anteojos de seguridad.<sup>11</sup>

### Medidas de prevención y de higiene industrial

#### 1) En relación con el trabajador

- Buena higiene bucal
- No fumar, beber o comer en el lugar de trabajo.
- Lavado de manos y cara antes de comer, fumar o beber.
- Baño al terminar las labores y después cambiar la ropa de trabajo por la de calle.
- Protección respiratoria.
- Guantes de goma y trajes protectores.

#### 2) En relación con el centro de trabajo

- Buena disposición de duchas y baños
- Lockers para guardar la ropa de trabajo y calle
- Ventilación adecuada.

### Prevención médica<sup>11,13</sup>

- Habrán de realizarse reconocimientos médicos previos a la contratación del personal para impedir que las personas que sufren de trastornos mentales o hipotensión trabajen en contacto con estas sustancias.
- Exámenes médicos preventivos periódicos del personal expuesto, incluyendo estudios de las funciones de hígado y riñones, además de las determinaciones de plomo en orina.
- Los análisis de orina indicarán los niveles de absorción de plomo; la frecuencia del análisis, cuando no existen quejas ni circunstancias excepcionales, vendrá determinado por los posibles riesgos de cada puesto de trabajo. Cualquier presentación de una sintomatología indicativa exigirá una investigación analítica ulterior.

- El porcentaje de excreción urinaria da la posibilidad de diferenciar entre la absorción de plomo inocuo y la posiblemente peligrosa. La experiencia muestra que una concentración de plomo en orina de aproximadamente 150 ugrs/lit indica un grado peligroso de absorción: cuando, después de circunstancias excepcionales, el nivel de plomo en orina de un obrero se acerca a estas cifras deberá ser colocado bajo observación médica y analítica muy estricta. Si el obrero permanece asintomático, pero no obstante su concentración de plomo en orina llega hasta 180 ugr/lit, debe ser retirado del trabajo y mantenido bajo supervisión médica hasta que el plomo de su excreción urinaria haya disminuido al menos hasta el límite superior de lo normal; no obstante, es posibles que siga empleado en un trabajo similar.
- Excluir de la exposición a los individuos con enfermedades del Sistema Nervioso Central, hígado y riñones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

0. Abbinante, A. Tetraetilo de plomo. Revisión General Farmacocinética. Ciato 1.989.
1. Clemer, J.D. Biochemical Studies on the toxicity of tetraethyl lead and other organic lead compounds. *Ind. Med.* 1.959, Vol16 pp 191-199.
2. Coulehan, J.: Hirsh, W. Gasoline sniffing and lead toxicity in navajo adolescents. *Pediatrics* vol. 71 N° 1. 1.983. pp 113-117.
3. Desojlle, H.: Mercandal, J. Plomo y sus compuestos. Medicina del trabajo. Edición revolucionaria. Ministerio de la Cultura. Editorial Científico Técnica. Ciudad La Habana 1.986.
4. Doull, J.: Klaassen, C.: And andur, M. EDS. Toxic effects of metals: lead in toxicology: the basic science of poisons. III edición. Macmillan publishing company, New York 1.986. pp 598-635.
5. Fortenberry, J. Gasoline sniffing. *the am. J. Med.* Vol 79. dic. 1.985 pp 740-743.
6. Garretson, L.: Haddad, L. Winchester, J. Eds. Clinical management of poisoning and drug overdose. WB saunders company. Philadelphia 1.983. Chapter 58. pp 649-655/802-803.
7. Klaasen, C. Los metales pesados y sus antagonistas. Las bases farmacológicas de la terapéutica. Séptima edición. Goodman, A. Goodman, L.: Rall, T.: Murad, F. eds editorial Panamericana, Buenos Aires. 1.986. pp 1.520-1525.
8. Owens, J.: Soles, L. Epidemiologic notes and reports. Gasoline sniffing and lead toxicity among siblings. *Virginia Mmwr.* vol. 34. 1.985. pp 450-455.
9. Padron, A. Humos y vapores metálicos. Curso de medicina del trabajo. Ministerio de Salud Pública. Editoria científico médica. Barcelona, 1.980. pp 167-173.
10. Pomler, A. Medicina del trabajo en los diferentes sectores de actividad: refinerías de petróleo. Editorial Científico Médica. Barcelona 1980. pp 167-173.
11. Plomo, compuestos alquílicos. Enciclopedia de Medicina, Higiene y seguridad del trabajo. Vol. II. Instituto Nacional de Previsión Oficina Internacional del Trabajo. Edición Española 1.974-1.975. pp. 1150-1152.

12. Plomo y sus compuestos. Medidas de seguridad e higiene ocupacional. Norma Venezolana. Covenin. Ministerio de Fomento. Caracas 1.985. pp 2277-2285.

13. Plunkett, E. Tetraetilo de plomo. Manual de toxicología Industrial. Ediciones urmo-epartero. pp 496-497.

14. Rom, W.: Renzetti, A.: Lee, S. and archer, V., Eds. Enviromental and occupational medicine little brown and company. Boston 1.983. pp 444-445.

15. Salud ocupacional. Organo de la Sociedad Venezolan de Medicina del Trabajo. Año II. Vol. II N° 3. 1987. pp 3-10.

16. Stein, A. Steward, M. Organic lead Encephalopathy: Behavioral change and movement disorder following gasoline inhalation. Clinical psychiatri 43;2, 1.982. pp 70-71.

17. Valpey, R.: Sumi, M.: Compass, M. Gable, G.: Acute and chronic progressive encephalopathy due to gasoline sniffing. Neurology 28: pp 507-510.