

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE SALUD PUBLICA Y NUTRICION  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE PREGRADO



TESIS

EN OPCION AL TITULO DE:  
MAESTRIA EN SALUD PUBLICA CON  
ESPECIALIDAD EN SALUD EN EL TRABAJO

EFFECTOS NEUROLOGICOS POR LA EXPOSICION  
A TETRAETILO DE PLOMO EN TRABAJADORES  
DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES  
DE GASOLINA EN MONTERREY, NUEVO LEON  
EN FEBRERO DE 1989

PRESENTAN

BALDERAS HERRERAS, GLORIA  
GIL, ZAIRA ZOIDET  
LOPEZ SANCHEZ, LAURA AIZA

MONTERREY NUEVO LEON

JUNIO DEL 2001

TM

Z6673

FSP

2001

B3



1020145640

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE SALUD PUBLICA Y NUTRICION

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE PREGRADO



## TESIS

EN OPCION AL TITULO DE:  
MAESTRIA EN SALUD PUBLICA CON  
ESPECIALIDAD EN SALUD EN EL TRABAJO

EFFECTOS NEUROLOGICOS POR LA EXPOSICION  
A TETRAETILO DE PLOMO EN TRABAJADORES  
DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES  
DE GASOLINA EN MONTERREY, NUEVO LEON  
EN FEBRERO DE 1989

PRESENTAN

BALDERAS HERRERAS, GLORIA  
GIL, ZAIRA ZOIDET  
LOPEZ SANCHEZ, LAURA AIZA

MONTERREY NUEVO LEON

JUNIO DEL 2001

0130-6569

TM  
Z 61.73  
FSP  
2001  
E3



FONDO  
TESIS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE SALUD PUBLICA Y NUTRICION**  
**SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE PREGRADO**

**TESIS**

**EN OPCION AL TITULO DE**  
**MAESTRIA EN SALUD PUBLICA CON**  
**ESPECIALIDAD EN SALUD EN EL TRABAJO**

**EFFECTOS NEUROLOGICOS POR LA EXPOSICION A**  
**TETRAETILO**  
**DE PLOMO EN TRABAJADORES**  
**DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES DE GASOLINA EN**  
**MONTERREY, NUEVO LEON EN FEBRERO DE 1989.**

**PRESENTAN**  
**BALDERAS HERRERAS, GLORIA**  
**GIL, ZAIRA ZOIDET**  
**LOPEZ SÁNCHEZ, LAURA AIZA**

**MONTERREY, NUEVO LEON, JUNIO DEL 2001**

**ASESOR:**

**DR. JOSE LUIS VALLEJO GONZALEZ EMT**

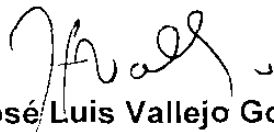
Monterrey, N.L., Junio 12 de 2001.

**Dr. Esteban Gilberto Ramos Peña, MSP.**  
Subdirector de Estudios de Posgrado de la  
Facultad de Salud Pública y Nutrición de la UANL  
P r e s e n t e . -

Me permito informarle que he concluido mi asesoría de la tesis titulada **"Efectos neurológicos por la exposición a tetraetilo de plomo en trabajadores de carga y descarga de autotanques de gasolina en Monterrey, Nuevo León, en febrero de 1989."** para la obtención del grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo, a fin de que sea turnado al Comité de Tesis para la revisión y aprobación en su caso.

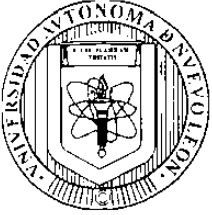
Sin otro particular, me es grato extender la presente.

Atentamente,



**Dr. José Luis Vallejo González, EMT**  
Director de Tesis





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**

Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,  
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México  
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)  
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx  
lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



## DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, APRUEBO  
la tesis titulada **"Efectos neurológicos por la exposición a tetraetilo de plomo en trabajadores de carga y descarga de autotanques de gasolina en Monterrey, Nuevo León, en febrero de 1989"**, con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo.

Atentamente,  
Monterrey, N.L., 25 de Junio de 2001.  
"Alere Flammam Veritatis"

  
**Dr. José Luis Vallejo González EMT**  
**Miembro del Comité de Tesis**

Miembro de:  
ALAESP  
AMESP  
AMMFEN  
FLASANYD



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**

Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,  
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México  
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)  
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx  
lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



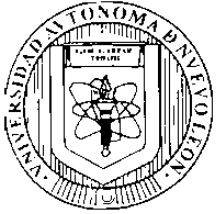
## DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado,           = A P R U E B O =            
la tesis titulada **"Efectos neurológicos por la exposición a tetraetilo de plomo en trabajadores de carga y descarga de autotankers de gasolina en Monterrey, Nuevo León, en febrero de 1989"**, con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo.

Atentamente,  
Monterrey, N.L., 25 de JUNIO de 2001.  
"Alere Flammam Veritatis"

  
**Dr. Miguel Ángel Prias Contreras MSP**  
Miembro del Comité de Tesis

Miembro de:  
ALAESP  
AMESP  
AMMFEN  
FLASANYD



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**

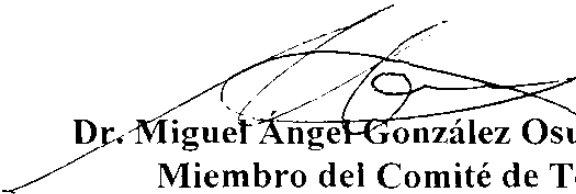
Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,  
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México  
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)  
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx  
lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



## DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, Almebo la tesis titulada "**Efectos neurológicos por la exposición a tetraetilo de plomo en trabajadores de carga y descarga de autotanques de gasolina en Monterrey, Nuevo León, en febrero de 1989**", con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo.

Atentamente,  
Monterrey, N.L., 25 de Julio de 2001.  
"Alere Flammam Veritatis"

  
**Dr. Miguel Ángel González Osuna MSP**  
**Miembro del Comité de Tesis**

Miembro de:  
ALAESP  
AMESP  
AMMFEN  
FLASANYD

# INDICE

INTRODUCCION.....	1
I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.- JUSTIFICACION.....	8
2.- OBJETIVOS.....	12
II.- MARCO CONCEPTUAL.....	14
TETRAETILO DE PLOMO Y SUS EFECTOS.....	20
EXPOSICION OCUPACIONAL AL TETRAETILO DE PLOMO.....	24
VALUACION DE INCAPACIDAD.....	25
NEUROTOXICIDAD.....	27
III.- ESTUDIOS RELACIONADOS.....	33
IV.- HIPOTESIS.....	37
V.- METODOLOGIA .....	39
1.- DISEÑO DE ESTUDIO.....	40
2.- UNIVERSO.....	40
3.- UNIDADES DE OBSERVACION .....	40
4.- PLAN DE MUESTREO Y MUESTRA.....	40
5.- CRITERIOS DE SELECCION.....	41

XI.- RECOMENDACIONES.....	71
XII.- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA.....	74
ANEXOS.....	87
1.- CARACTERISTICAS DE LAS GASOLINAS EN MEXICO.....	88
2.- TABLAS DE VALUACION DE INCAPACIDAD.....	89
3.- OERACIONALIZACION.....	91
4.- ESTUDIO CLINICO-TOXICOLOGICO.....	92
5.- DETERMINACION DE PLOMO EN SANGRE POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.....	99
6.- TECNICA DE RECOLECCION DE MUESTRA.....	102
7.- TECNICA PARA REALIZAR LA ELECROMIOGRAFIA.....	103
8.- TECNICA PARA LA STANDARIZACION DE LA ELECTROMIOGRAFIA EN PUERTO RICO.....	104

5.1.- CRITERIOS DE INCLUSION.....	41
5.2.- CRITERIOS DE EXCLUSION.....	41
6.- ETICA DEL ESTUDIO.....	42
7.- PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	42
VI.- RESULTADOS.....	46
1.- EDAD.....	48
2.- ANTIGÜEDAD.....	49
3.- OCUPACIÓN.....	50
TABLA 1. DATOS UTILIZADOS PARA LOS ANÁLISIS.....	51
TABLA 2. NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES EXPUESTOS Y NO EXPUESTOS.....	53
GRAFICA 1. NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES EXPUESTOS.....	54
GRAFICA 2. NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN TRABAJADORES NO EXPUESTOS.....	56
TABLA 3. RELACION DE LA VCN CON NIVELES DE PLOMO EN SANGRE.....	58
VII.- ANALISIS ESTADISTICO.....	59
CUADRO 1.....	60
CUADRO 2.....	61
VIII.- HALLAZGOS RELEVANTES.....	62
IX.- DISCUSION.....	65
X.- CONCLUSIONES.....	68

2021  
10/20

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCION

El planteamiento de este problema de Salud Pública surge como interés al determinar que relación existe entre la exposición ocupacional al tetraetilo de plomo y sus efectos neurológicos en los trabajadores de carga y descarga de una empresa de Monterrey Nuevo León.

La población de interés para este estudio estuvo constituida por personas expuestas al tetraetilo de plomo ( TEP ) así como personal no expuesto de la misma empresa, se determinaron concentraciones de plomo en sangre a ambos grupos y se registró la velocidad de conducción nerviosa periférica (VCN) al grupo expuesto. En este estudio se puede concluir que el grupo expuesto presenta niveles de plomo en sangre diferentes al no expuesto a consecuencia de su exposición ocupacional.

Entre los hallazgos más relevantes están que los trabajadores expuestos presentaron niveles de plomo en sangre de  $24.5 \mu\text{g} / \text{dl}$  (al día) y en los no expuestos el promedio fue de  $14.3 \mu\text{g} / \text{dl}$  (al día).

Con relación a la VCN y los niveles de plomo en sangre en los trabajadores expuestos solo 26 de ellos ( 65% ) registraron datos de VCN normales, mientras que 14 ( 35% ) manifestaron efectos de neuropatía periférica y VCN disminuida (  $< 52 \text{ m} / \text{s}$  ) a pesar de tener niveles de plomo en sangre (  $< 40 \mu\text{g} / \text{dl}$  ), tal vez esto se deba al grado de susceptibilidad de cada individuo ya que los niveles máximos para los trabajadores expuestos establecidos en la Norma Oficial Mexicana vigente son altos.



# **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El rápido desarrollo industrial que ha experimentado la región americana ha traído como consecuencia la acumulación de distintos elementos potencialmente tóxicos para el organismo. Entre ellos destaca el plomo, el cual se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente (1).

En la actualidad, la intoxicación por plomo es un riesgo que además de afectar a la población laboralmente expuesta, también puede implicar a la población general, debido esencialmente a la contaminación ambiental procedente de la circulación rodada a través del plomo de la gasolina de las emisiones de los diferentes procesos industriales donde se utilizan compuestos de plomo. ( 2 )

Al realizar la búsqueda bibliográfica sobre los efectos neurológicos por exposición al tetraetilo de plomo (TEP), no se encontró literatura reciente por lo cual se consideró la siguiente referencia; en México, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) reportó para 1984, 316 casos de saturnismo (en una población de 46,677 asegurados) (3). En 1977 en Nuevo León, las últimas estadísticas del IMSS (1977), registraron 55 casos de intoxicación por plomo.(4)

Desde la década de los veinte, se ha utilizado el plomo como aditivo de la gasolina, para aumentar los octanos y para lubricar ciertas partes mecánicas. El tetraetilo de plomo y el tetrametilo de plomo, ambos con altos valores de octanos, lubrican las válvulas de ingreso y las de escape y reducen la detonación. Con el tiempo el empleo de aditivos se volvió más común y la cantidad de combustible aumentó en la medida que aumentaba la demanda de octanos. ( 5 )

Entre el grupo de personas que en la actualidad aun están amenazadas en forma especial por este riesgo, están quienes se exponen a vapores de gasolina que contiene plomo orgánico agregado como antidetonante. Las características de tales intoxicaciones por plomo se ven complicadas por los efectos de los componentes de hidrocarburos volátiles y las características de liposolubilidad que confiere a la molécula los radicales tri y tetraetilo de estas sales orgánicas de plomo. ( 6 )

Nos encontramos ante un compuesto de plomo altamente liposoluble que puede penetrar a través de la piel , además de que es comparativamente estable , probablemente se trate del único compuesto que , al ser absorbido por la piel , produzca un envenenamiento agudo por plomo. ( 7 )

El tetraetilo de plomo es un compuesto muy tóxico cuyo contenido en la gasolina que se utilizaba en México en 1986 (Nova) era de 0.5-1.0 ml / gal, la Extra contenía .05 g Pb /gal máximo. en 1991 se logro una reducción del contenido de plomo bajando de .73 a .36 ml TEP / gal, en 1994 se bajo de .18 a .13 de TEP / gal , después aparece la gasolina Magna Sin que contiene .01 gr Pb / gal máximo. ( 8 )

La intoxicación por esta sustancia puede ocurrir por absorción a través de la piel, así como por inhalación de sus vapores. Por ser un gran solvente de los lípidos, este tiene acción selectiva sobre el sistema nervioso. ( 9 )

Una de las formas en la que puede darse esta exposición es en el proceso de distribución de la gasolina, como el que se realiza en la empresa distribuidora de gasolina en Monterrey donde el producto es recibido a través de ductos y almacenado en tanques, para luego realizar el llenado de autotanques, actividad que ésta supervisada por el trabajador, así como la comprobación del nivel del autotanque, posteriormente se distribuye a las gasolineras, donde el "ayudante de chofer" se encarga de realizar la descarga del autotanque (él mismo realizó el llenado del autotanque); esta actividad la realiza el trabajador cuatro veces en una jornada de 8 horas. Si bien es probable que el grado de exposición no sea muy alto, pensamos que

si existe, ya que algunos estudios han reportado incluso en estaciones de servicio donde se bombea gasolina a los automóviles, una concentración de plomo orgánico en la proximidad de las bombas, apreciablemente más elevada que en el aire ambiente.

Para la salud pública es importante conocer los efectos neurológicos por TEP en aquellas personas que realizan funciones de carga y descarga y que por su exposición, esta situación representa riesgos para su salud. El identificar los efectos neurológicos por TEP permitirá a esta disciplina desarrollar programas y acciones dirigidas en beneficio a la población expuesta.

Por lo anteriormente descrito el presente estudio fundamenta la siguiente pregunta de investigación:

¿PRESENTAN LOS TRABAJADORES DE CARGA Y DESCARGA DE AUTOTANQUES DE GASOLINA DE MONTERREY, EFECTOS NEUROLOGICOS POR EXPOSICION AL TETRAETILO DE PLOMO?

## 1.- JUSTIFICACION

La intoxicación por plomo sigue siendo una de las enfermedades de origen ocupacional, para-ocupacional y ambiental, con mayor prevalencia en los adultos. ( 5 )

Durante 1984, el IMSS reportó a nivel nacional 587,013 casos de riesgos de trabajo, en una población de 6,677,420 asegurados. De éstos, 10,636 casos fueron causados por "radiaciones, sustancias cáusticas, tóxicas y nocivas", determinándose como intoxicaciones 2,367 riesgos de trabajo. En este mismo año, el IMSS reportó 2,527 casos de enfermedades de trabajo, de las cuales, 316 se clasificaron como saturnismo y 195 como otras intoxicaciones. Ocurrieron 1,282 defunciones por riesgo de trabajo y 16 por enfermedad de trabajo ( de éstas, 2 fueron en Nuevo León). Se registró un total de 16,722 incapacidades permanentes (1,090 en Nuevo León), 31 de ellas por enfermedad de trabajo. ( 3 )

En 1986, Petróleos Mexicanos (PEMEX) registró a nivel nacional, 131 intoxicaciones consideradas como enfermedad de trabajo, de las cuales 2 fueron mortales. ( 6 )

No existen estadísticas recientes acerca de los casos de intoxicación por plomo en Nuevo León, las últimas registradas por el IMSS corresponden a 1977 y señalan 72 casos de enfermedades de trabajo, con 55 intoxicaciones por plomo inorgánico. ( 4 )

Según la norma oficial emergente, en la población no expuesta el valor criterio para la concentración de sangre en adultos es de 25  $\mu\text{g} / \text{dl}$ , en niños y mujeres embarazadas es de 10  $\mu\text{g} / \text{dl}$ . ( 10 )

Según la Norma Oficial Mexicana vigente y OSHA 2000, los niveles de plomo en sangre en la población expuesta son permitidos hasta 40  $\mu\text{g} / \text{dl}$  ( 11, 12 ). Según Howson y cols. ( 5 ) , los efectos de plomo en la salud dependiendo de los niveles de plomo en sangre son de la siguiente manera:

Niveles de plomo en sangre ( $\mu\text{g} / \text{dl}$ )	Efectos en la salud
> 10	Hipertensión arterial
10 - 20	elevación de protoporfirina eritrocítica en hombres
20 - 30	elevación de protoporfirina eritrocítica en mujeres agudeza auditiva disminuida aumento de la presión sanguínea sistólica
30 - 40	<b>Neuropatías periféricas</b> esterilidad en hombres , nefropatía
40 - 50	Disminución de la síntesis de hemoglobina
50-100	anemia franca y encefalopatía

El TEP es un compuesto liposoluble que se absorbe fácilmente por la piel , pulmones y vía gastrointestinal ( 13 ), La liposolubilidad de este compuesto explica su acumulación en el Sistema nervioso central. ( 12 ) Es altamente soluble en compuestos hidrofóbicos como el hexano, la gasolina y el benceno. ( 14 )

Los síntomas principales de la intoxicación por TEP son atribuibles al sistema nervioso central. La víctima tiene insomnio, pesadillas, anorexia, náusea, vómito, diarrea, cefalea, debilidad muscular e inestabilidad emocional. En seguida surgen síntomas subjetivos del sistema nervioso central como irritabilidad, inquietud y angustia. Hay hipotermia, bradicardia e hipotensión. Con la exposición interrumpida o en el caso de exposición intensa a corto plazo, las manifestaciones del SNC evolucionan hasta delirios sistemáticos, ataxia, movimientos musculares exagerados y por último un estado maniaco.( 13 )

La forma más grave es la encefalopatía, con una mortalidad superior al 25% y, de los que logran sobrevivir, en un 40% presentan secuelas como retardo mental, ataques convulsivos, parálisis cerebral y atrofia óptica. ( 15 )

La empresa distribuidora de gasolina en Monterrey, a través de su departamento de Medicina Preventiva, ha manifestado su interés por conocer



el estado de salud de sus trabajadores en relación con su potencial riesgo de exposición al TEP contenido en la gasolina. Este interés es compartido por los directivos a nivel local y nacional, contándose con su apoyo para llevar a cabo los procedimientos por personal del área de salud en el trabajo y de seguridad industrial.

## **2.- OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar si la exposición ocupacional de los trabajadores de carga y descarga de autotanques de gasolina de Monterrey Nuevo León presentan efectos neurológicos por la exposición a tetraetilo de plomo.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Identificar los niveles de plomo en sangre en los trabajadores expuestos y no expuestos al TEP en una empresa distribuidora de gasolina de Monterrey Nuevo León.
2. Evaluar clínicamente el sistema nervioso periférico en los trabajadores expuestos al TEP por medio de la electromiografía.
3. Determinar la velocidad de conducción nerviosa periférica en el grupo de trabajadores expuesto.
4. Correlacionar los niveles de plomo en sangre en el grupo de trabajadores expuesto y no expuesto y su relación con la presencia o no de alteraciones neurológicas .
5. Correlacionar los niveles de plomo en sangre en el grupo expuesto y años de antigüedad laboral.

6. Describir que datos sociodemográficos son identificados en la población a estudiar ( edad, género, ocupación y antigüedad laboral).

18

18

# MARCO CONCEPTUAL

## II .- MARCO CONCEPTUAL

El plomo es un metal que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de un modo relativamente abundante, en un promedio de 16mg / kg.

( 1 )

En 1896 de un modo accidental el tetraetilo de plomo  $Pb(C_2H_5)_4$  fue descubierto, este compuesto se agrega a la gasolina con el fin de eliminar el estallido o detonación en los motores de combustión interna. Se agrega a un conductor halógeno , ya sea dibromuroetileno o tricloroetileno y durante la combustión ocurre la descomposición , dando lugar a la formación de cloruro de plomo o de bromuro de plomo, junto con acetato de plomo procedente del sulfuro de la gasolina, así como a pequeñas cantidades de óxido de plomo y de plomo metálico. ( 7 )

La considerable expansión de la industria, el crecimiento simultaneo de las diferentes ramas de la química industrial y el reconocimiento de los derechos del trabajador contra posibles peligros tóxicos en el seno de la industria, han permitido que adquiriera una extraordinaria importancia la toxicología industrial. ( 16 ) Esta puede considerarse como una subdivisión de la toxicología ambiental, y se refiere al estudio de las causas, las

condiciones y los efectos adversos de los contaminantes químicos, las medidas del ambiente de trabajo sobre la población laboral expuesta. ( 17 )

En los Estados Unidos, en el año de 1923, se fabricó el TEP, distribuyéndose en el mismo año. Se envió por primera vez a Dayton, Ohio, posteriormente la distribución se extendió al Medio Oeste de los Estados Unidos. Su rápida aceptación obligó a los fabricantes a producirlo a escala industrial. (18 )

En 1924 se empezaron a recibir informes de una nueva enfermedad del personal asociado con la manufactura y mezcla del compuesto antidetonante, desconociéndose la causa de esta enfermedad. ( 19 )

Se ha comprobado que el plomo en concentraciones bajas ( menos de  $10 \mu\text{g} / 100\text{ml}$  ) es neurotóxico y que la decisión de su incorporación a la gasolina fue uno de los errores más importantes y costosos que se han hecho en detrimento de la salud pública.( 19 )

En mayo de 1925, Edridge reportó 138 casos de esta enfermedad, 13 personas habían fallecido. Esto obligo a cerrar la planta de TEP. Se reunieron autoridades en medicina fisiológica e higiene industrial, con el fin de efectuar una investigación sobre los peligros del TEP, su manejo, manufactura, transportación y mezclado, además de un estudio sobre las

consecuencias que podría acarrear para el público en general el uso de gasolina con plomo. ( 18 )

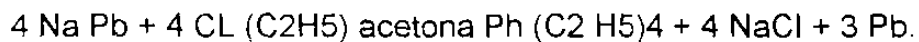
Después de los estudios efectuados, se dieron a conocer las reglas de seguridad necesarias para la manufactura y manejo del TEP. En 1927, "Dupont de

Nemoors.Co." comienza a fabricar el TEP tomando como medidas mínimas de seguridad las establecidas por la dirección de Salud Pública. ( 18 )

Los países productores de TEP son . Estados Unidos , Canadá, Rusia, Inglaterra, Italia, Grecia y México. En México, en 1930 , se instaló la primera planta de TEP, actualmente está ubicada en el Complejo industrial de Pajaritos Veracruz. La producción en la actualidad es de 24.5 MM de libras de TEP anual. ( 18 )

Hoy en día el TEP no es producido importantemente en Estados Unidos ( 20 ), sin embargo el TEP es aún manufacturado en Canadá y Europa e importado por pocas compañías en Estados Unidos para producir gasolina con plomo ( 21 ).

El TEP se obtiene haciendo reaccionar aleación plomo-sodio con cloruro de etilo, en presencia de un catalizador (acetona): (6,22,23,24,25).



Fórmula molecular :  $\text{Pb(C}_2\text{H}_5)_4$

Peso molecular : 323.45

Forma : Líquido oleoso

Color : Rojo claro, naranja o azul

Olor : Agradable , dulce

Punto de ebullición : 200° C

Punto de fusión : -136.8°C

Punto de inflamación : 77°C

Temperatura de auto ignición : 110°C

Densidad relativa : (agua = 1 ) : 1.7

Densidad relativa de la mezcla vapor /aire a 20°C : ( aire = 1 ) : 1

Solubilidad en agua : ninguna

Presión de vapor Kpa a 20 ° C : .027

Límites de explosividad, % en volumen en el aire : 1.8

Gravedad específica : 1.653 a 20 ° C

Su TLV – TWA es de 0.1 mg/m<sup>3</sup>



El TEP se puede absorber por inhalación ( 22 ) , la piel puede absorberlo fácilmente en razón de su liposolubilidad , es menos importante la vía digestiva ( 5 ). Con la evaporación de TEP a 20°C se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva en el aire. ( 22 )

Con relación a su distribución el plomo orgánico se acumula en el cerebro . Después de una intoxicación aguda las concentraciones de TEP son mayores en el hígado ( 24 – 41 ug / g ) , seguidas de las de riñón ( 8 – 19 ug / g ) , páncreas ( 13 ug / g ) , cerebro ( 7 – 11ug / g ) , Corazón y sistema musculoesquelético ( 8 - 9 ug / g ) y bazo y glándulas suprarrenales ( 3 – 6 ug / g ). ( 26 )

Al referirnos al metabolismo, el tetraetilo de plomo es convertido en trietilo de plomo en el hígado , se distribuye a través del organismo y es el responsable de la toxicidad causada por el TEP. ( 27 ) , también es degradado parcialmente a dietilo de plomo y plomo inorgánico; el dietilo de plomo es un indicador específico en la exposición ocupacional al TEP. ( 28 ) Algunos pacientes presentan agregados síntomas de intoxicación por plomo inorgánico. ( 29 )

La vida media del trietilo de plomo en sangre es de pocos días, persiste en órganos altamente ricos en lípidos por muchas semanas. Su vida media en el cerebro de humanos se ha estimado acerca de 500 días. ( 27 )

Con respecto a la eliminación entre el 50 y 60 % de la fracción de plomo absorbida se excreta en los siguientes 15 días, fundamentalmente a través de orina y en menor cantidad por bilis , exfoliación del tejido epitelial y heces.( 5 )

#### TETRAETILO DE PLOMO Y SUS EFECTOS

La intoxicación aguda se manifiesta dentro de los cinco días o hasta catorce días después de la exposición. ( 25 ) Encontramos sialorrea, astenia, adinamia, apatía, insomnio, pesadillas de carácter terrorífico, vértigo, visión borrosa y diplopia. En casos más severos: alucinaciones visuales (macropsias y micropsias, zoopsias), auditivas y táctiles; delirio manifestado por logorrea e incoordinación de ideas y apatía marcada, hipotensión arterial e incoordinación motora, coma y muerte. A la exploración física se observa palidez de cara, adelgazamiento facial, enoftalmia discreta y expresión de tristeza. pérdida de fuerza, manos, lengua, músculos orbiculares de los labios

y de los ojos, que aparecen con los movimientos involuntarios de pequeñas oscilaciones y desaparece con el reposo, hiperreflexia en los tendones rotulianos, bicipitales, radial, flexor y cubito-pronador; signo de Romberg positivo (ataxia locomotriz). ( 6 )

Entre algunos de los efectos de la intoxicación crónica encontramos : astenia, adinamia, anorexia, cefalea, ansiedad; hiperreflexia tendinosa, marcha normal, temblores (lo cual sugiere neuropatía periférica). (29,30,31) La neuropatía periférica – caracterizada por hipersensibilidad cutánea , temblores debilidad, hipotonía y atrofia muscular – se ha asociado a la exposición al plomo , si bien no ha quedado demostrada una clara relación entre la dosis y la respuesta. En las víctimas de intoxicación por plomo a menudo se ha encontrado comprometida la función del nervio radial . Asimismo se han descrito estados subclínicos en adultos asintomáticos con niveles de plomo entre 80 y 120  $\mu\text{g}$  /dl y que se han caracterizado por disminución en la velocidad de la conducción nerviosa, fibrilación muscular y pérdida de neuronas motoras. ( 5 )

El TEP difiere del plomo inorgánico en la sintomatología pues las anormalidades hematológicas son raras y predomina la encefalopatía.

Las manifestaciones de la encefalopatía se clasifican en :

Leves:

Ansiedad , irritabilidad, insomnio, pesadillas, anorexia, náuseas vómito, sabor metálico, palidez , diarrea, temblor, incoordinación y ataxia.

Moderadas:

Desorientación, hiperexitabilidad, temblor, hiperreflexia, bradicardia, hipotensión, hipotermia, nistagmos, horizontal o rotatorio.

Severas:

Alucinaciones, trastornos maniacos, edema cerebral, coma y muerte. ( 25 )

Para realizar el diagnóstico de intoxicación por tetraetilo de plomo se relacionan los signos y síntomas anteriormente mencionados junto con el antecedente de exposición y los datos de laboratorio.( 13 )

En los datos de laboratorio es poco frecuente la anemia y el moteado basófilo de los eritrocitos. ( 13 ) Los niveles de plomo en la sangre pueden estar elevados o normales. (31,32).

El nivel de plomo en sangre da una medida de plomo inorgánico que no necesariamente refleja el nivel de plomo orgánico. (25) Con relación a la edad y el tabaquismo estos, están positivamente relacionados con los niveles de plomo en sangre, no así el alcohol. ( 33 )

En la intoxicación aguda por TEP el porcentaje de plomo orgánico total en orina es del 8 – 72 % con un promedio del 35 % , en contraste , con una exposición crónica el porcentaje de plomo orgánico total en la orina es menor de un 4 – 26 %. ( 33 )

Entre las medidas generales del tratamiento están retirar de la exposición, retiro de ropa contaminada, lavado de la zona afectada con abundante agua. ( 6 ) El tratamiento de la intoxicación por plomo orgánico es sintomático. La administración del quelante estimulará la excreción del plomo inorgánico generado en el metabolismo del plomo orgánico. ( 13 )

Se utilizan agentes quelantes como el EDTA cálcico disódico, penicilamina y dimercaprol ( BAL ) , los cuales forman complejos inertes y estables con el plomo y son excretados por la orina.( 34 )

El tratamiento de la intoxicación aguda consiste en evitar la exposición persistente . Las convulsiones se tratan con diazepam ; es importante conservar el equilibrio hidroelectrolítico ; el edema cerebral se combate con manitol y dexametasona. ( 13 )

## EXPOSICION OCUPACIONAL AL TETRAETILO DE PLOMO

El riesgo principal de los derivados alquílicos del plomo radica en la exposición ocupacional, ya sea por inhalación o por absorción a través de la piel. La toxicidad aguda origina una encefalopatía, que difiere gravemente de los efectos del plomo inorgánico sobre el sistema nervioso central. Algunos componentes de los efectos tóxicos se deben probablemente al compuesto alquílico en su totalidad, más que al componente de plomo. Los trabajadores más expuestos son los que mezclan aditivos de combustibles, si bien otros trabajadores en ocupaciones conexas (como la limpieza de tanques de depósito. durante la cual es posible la inhalación también corren un elevado riesgo (35).

Aún no se cuenta con datos suficientes sobre la exposición de la población general a los compuestos alquílicos de plomo (35).

Para calificar la intoxicación por TEP como enfermedad de trabajo, es necesario apoyarse en dos puntos principales como el aspecto médico, que incluye el diagnóstico basado en el antecedente de exposición y en el cuadro clínico y el aspecto técnico, que se refiere a la valoración del riesgo ambiental para la salud, proveniente de la exposición al TEP.

## VALUACION DE INCAPACIDAD

La legislación laboral vigente no hace referencia a la intoxicación por compuestos orgánicos de plomo en el apartado que se ocupa de la valuación de incapacidad permanente.

En todo caso, debemos referirnos a lo que se indica para los casos de intoxicación por plomo inorgánico, para lo cual el diagnóstico de valuación se formula en términos de parálisis o paresias de los nervios periféricos lesionados por efecto del plomo, y se especifica para cada nervio el porcentaje de pérdida funcional motora en comparación con la capacidad funcional normal. ( 36 )

Si la lesión del nervio periférico produce parálisis de los músculos que inerva, el porcentaje de valuación que corresponde será igual a lo establecido en la fracción específica del artículo 514 de la Ley Federal del Trabajo . ( 36 )

Para las lesiones de menor gravedad con pérdida parcial de la función motora (paresia), la Ley dispone la reducción proporcional de acuerdo al grado de impotencia funcional . ( 36 )

Cuando se encuentra lesionado varios nervios, la suma de los porcentajes parciales no debe ser mayor al porcentaje de valuación correspondiente a la pérdida total de la región anatómica considerada ( 36 ) .

Al analizar las probabilidades individuales ; todo ello para establecer con prioridad medidas que permitan evitarlas , retardar su aparición o reducir sus consecuencias. ( 37 )

Con respecto a la vigilancia epidemiológica de la salud en el trabajo la legislación vigente no hace referencia a la exposición a compuestos orgánicos de plomo. La Secretaría de Salud de los Estados Unidos Mexicanos, a través de la Norma Técnica número 79 establece en su capítulo IV, de intoxicaciones por sustancias químicas (plomo, plaguicidas y



solventes), la manera de persona, de caso probable y de caso comprobado. en trabajadores expuestos al plomo inorgánico (38). Sin embargo, las medidas que se recomiendan en este documento, no son totalmente aplicables al caso de intoxicación por TEP, ya que, como hemos mencionado esta presentan diferencias con la intoxicación por plomo inorgánico.

## NEUROTOXICIDAD

La neuropatía periférica es un padecimiento habitualmente crónico de etiología muy variada que se caracteriza por síntomas sensitivos, motores y autonómicos , que aparecen como complicación de padecimientos sistémicos que incluyen enfermedades metabólicas, tóxicas, infecciosas, nutricionales, neoplásicas e inmunológicas.( 39 )

La polineuritis periférica múltiple es un síndrome clínico producido por la afección difusa de los nervios periféricos, que da lugar a debilidad, pérdida sensorial y alteración de los reflejos ( 40 ) ; es un tipo común de neuropatía periférica. El prototipo de esta enfermedad ocurre en los estados de neuropatías metabólicas y por tóxicos . Los primeros síntomas tienden a ser de tipo sensitivo y consisten en disestesias ( dolor con el tacto fino), sensación de quemadura e hiperalgesia en el pie o tobillo. Los síntomas generalmente son simétricos y distales , con el progreso de la enfermedad hay debilidad en la dorsiflexión del tobillo , a veces sin síntomas sensitivos:

dificultad para caminar de talón , después se pierde el reflejo rotuliano , la debilidad motora es más aparente en los músculos extensores que en sus antagonistas.( 41 )

Las manifestaciones clínicas pueden ser muy variadas aún en pacientes con igual diagnóstico. estas diferencias se explican por mayor daño de los diferentes tipos de fibras y se manifiestan con resultados diferentes en los estudios neurofisiológicos.

En general los pacientes manifiestan alteraciones sensitivas que pueden consistir en síntomas negativos; por ejemplo cuando se lesionan las fibras mielinizadas hay alteraciones en el tacto, en la percepción de la posición de las articulaciones, y alteraciones en la marcha sobre todo en la obscuridad.

Por la lesión de las fibras pequeñas no mielinizadas hay un trastorno en la percepción del dolor y de la temperatura que puede ser responsable de fracturas o quemaduras. Son síntomas positivos , por ejemplo, cuando se lesionan las fibras gruesas mielinizadas; entonces el paciente manifiesta parestesias dolorosas generalmente distales y por lesión de fibras pequeñas no mielinizadas tales como sensación de quemadura, disestesias e hiperalgesia. Las alteraciones motoras consisten en afección tanto de músculos proximales como distales que se manifiestan como alteraciones de

la marcha, dificultad para subir escaleras, elevar los brazos, , calambres y fasciculaciones. En el exámen físico deben explorarse todas las formas de sensibilidad, tacto fino, discriminación de puntos, vibración, posición de articulaciones, dolor y temperatura.( 39 )

Otras manifestaciones son ligera debilidad de los miembros toráxicos o pélvicos, disminución de la sensibilidad vibratoria, hipostesia en la porción distal de las extremidades y disminución o pérdida de los reflejos tendinosos, parálisis completa de los músculos de las extremidades, debilidad de los músculos del tronco, pérdida de la sensibilidad en las partes distales de las extremidades y ausencia de todos los reflejos tendinosos y cutáneos. ( 40 )

En las neuropatías, la pérdida sensorial es simétrica y distal siguiendo la típica distribución en guante y calcetín. La debilidad muscular observada es simétrica y puede ser distal y proximal y es proporcional al número de neuronas motoras afectadas.( 39 )

Las neuropatías se clasifican de acuerdo al modo de inicio, alteraciones funcionales, etiología y distribución. ( 39 )

Las entidades con las cuales se asocia una polineuritis pueden dividirse dos grupos: tóxicas y metabólicas.

La lista de sustancias tóxicas que afectan nervios periféricos pueden ser insuficiente, pues constantemente se agregan otras nuevas; incluye muchos de los metales pesados (entre ellos el plomo), compuestos químicos utilizados en la industria y en el tratamiento médico, toxinas bacterianas y otras sustancias.

Los trastornos metabólicos que pueden ir acompañados de polineuritis también son diversos y múltiples, e incluye: dieta deficitaria en general, ausencia de factores nutritivos específicos o vitaminas, enfermedades infecciosas, trastorno endocrinos, amiloidosis y sarcoidosis. ( 40 )

Para el diagnóstico, es elemental una historia clínica completa, estudios de laboratorio, estudios neurofisiológicos ( velocidad de conducción nerviosa y electromiografía , y biopsia del músculo). La afección de la mielina se manifiesta por una disminución de la velocidad de conducción nerviosa y el daño axonal por la amplitud de las respuestas además de los datos de denervación. La electromiografía Informa sobre el grado de denervación muscular y sobre la reinervación que se caracteriza por la presencia de potenciales polifásicos de alto voltaje y duración prolongada. ( 39 )

Las medidas terapéuticas varían según la causa, de la neuropatía periférica, corrigiendo las alteraciones metabólicas o eliminando el contacto con sustancias como medicamentos , metales y tóxicos.

Independientemente de la etiología la mayoría de los pacientes requerirá medicamentos para el dolor. Los antidepresivos tricíclicos producen una *inhibición de la transmisión central* de impulsos nociceptivos. También se requieren medidas de *rehabilitación física* que son de gran ayuda y deben considerarse y deben considerarse como *piedra angular* del tratamiento de base. (39)

La mayoría de los trabajadores industriales quienes en forma corriente realizan trabajos con sustancias químicas tóxicas, se exponen a los neurotóxicos. (42)

La neurotoxicidad aumenta la posibilidad de accidentarse. Puede menoscabar la percepción visual, provocar la caída de herramientas, hacer que se olviden las instrucciones y que se desvíe la atención del trabajo (42).

Para determinar la neurotoxicidad periférica se han propuesto varias pruebas. sin embargo, se ha comprobado (20) que la prueba de "velocidad de conducción nerviosa" ofrece datos confiables y sensibles. Una disminución de la respuesta nerviosa y una reducción de la amplitud del potencial evocado, son indicadores de una disfunción nerviosa.

Para llevar a cabo los estudios de neuroconducción motora o sensorial, se utiliza la electromiografía.

El electrodiagnóstico incluye la electromiografía con agujas, neuroconducción sensorial y motora y el estudio del potencial evocado en nervios eferentes y mixtos. (43).

La electromiografía se define como la detección de actividad eléctrica en el músculo, su amplificación, registro e interpretación. (43)

En los estudios de neuroconducción motora se miden los siguientes parámetros: latencia, tamaño de la respuesta, duración, distancia y efecto de la temperatura en la neuroconducción. (43).

Estos mismos factores se incluyen en el estudio de la neuroconducción sensorial, pero aquí se manejan potenciales muy pequeños, lo cual obliga a utilizar electrodos monopolares para estimular y registrar estas respuestas de bajo voltaje. (36)

Toda neuropatía producirá signos electromiograficos que reflejan la extensión y la gravedad del proceso. Por consiguiente, la electromiografía es un coadyuvante útil para valorar la reversibilidad o irreversibilidad de la polineuritis producida por agentes químicos. (44)

## **ESTUDIOS RELACIONADOS**

### III .- ESTUDIOS RELACIONADOS

Un artículo publicado por Singer en 1988 refiere que en 40 trabajadores expuestos por 11 años al plomo, los niveles de plomo en sangre fueron de  $60.1\mu\text{g} / \text{dl}$  como media., se hicieron estudios de velocidad de conducción nerviosa (VCN) y potenciales evocados resultando una disminución en la VCN en el nervio mediano ( porción sensitiva) y en el nervio sural. Se dividió el grupo a su vez en dos subgrupos uno con más de 10 años de exposición y el otro con menos de 10 años de exposición y se observo que los que tenían menos de 10 años solo tenían disminución de la VCS en los nervios sensitivos del mediano, por su parte los otros tenían además afección en la porción motora. ( 42 )

En 1993 Wei Zhang y cols. realizaron un estudio con trabajadores de gasolineras , policías y un grupo control, se observo que con respecto a la antigüedad en puestos de trabajos, en los trabajadores expuestos a gasolina el 42% tenía antigüedad de 5 años, 5 – 10años de antigüedad un 22%, y > de 10 años un 36%. ( 28 )



Otro estudio publicado en octubre de 1995 en Baltimore, Maryland a 222 trabajadores expuestos al plomo orgánico demostró que hay una relación positiva entre los niveles de plomo en sangre (  $21.2 \pm 9.5 \mu\text{g} / \text{dl}$  ) y los años de exposición ocupacional (  $9.1 \pm 8.2$  años). ( 33 )

En un estudio realizado en Baltimore , Maryland publicado en 1996, a 58 trabajadores expuestos al plomo orgánico se reportaron signos y síntomas del sistema nervioso central y periférico predominantemente, como pérdida de la memoria en un 74% , insomnio en un 54% , parestesias en un 49% , fatiga en un 49% y pesadillas en un 35%. En lo que respecta a la exploración física se encontró pérdida de la sensibilidad vibratoria , temblor y debilidad muscular en un 19.3% . De treinta y un trabajadores a los que se les realizaron electromiografía y potenciales evocados , once resultaron con polineuropatías y veintidós con disminución en la velocidad de conducción nerviosa respectivamente. Entre 1990 y 1992 se evaluó a 58 trabajadores expuestos a compuestos orgánicos de plomo, como tetraetilo de plomo utilizado como antidetonante en la gasolina. En 1992 a 31 trabajadores se les realizó electromiografía, el 35.5% reportaron polineuropatía sensorial, el 35.5% síndrome del túnel de carpo y 29% fueron normales, las polineuropatías mencionadas se les realizó otras pruebas para descartar otras etiologías como metabólicas o infecciosas. ( 45 )

Un estudio realizado en Atenas Grecia ( 1998 ) sobre la concentración de plomo en sangre en 42 empleados de gasolineras , 47 taxistas, 47 choferes de autobuses y 36 controles ( trabajadores en Atenas ). Entre los resultados no se encontraron diferencias significativas.

Grupos	Niveles de plomo en sangre
Empleados de gasolineras	5.64 +- 1.7µg/dl
Taxistas	5.96 +- 1.7µg/dl
Choferes de camiones	5.88 +- 1.3µg/dl
Controles	5.76 +- 1.7µg/dl

Además se encontraron elevadas las enzimas TGO y TGP en los trabajadores de gasolineras, en estos también se encontraron niveles de plomo más elevados en quienes fumaban . No hubo diferencias estadísticas entre los cuatro grupos con respecto a la edad , niveles de sangre , niveles de hemoglobina, cuenta blanca o urea sérica. Ninguna presencia o ausencia de anormalidades físicas estuvo relacionada con la exposición ocupacional. Los autores concluyen que la disminución de TEP en la gasolina usada en Atenas es una de las razones por las que no se encontraron niveles elevados de plomo en sangre en la población expuesta. ( 46 )

# HIPOTESIS

#### IV.- HIPOTESIS

Existe relación entre la exposición ocupacional de los trabajadores de carga y descarga de autotanques de gasolina en Monterrey Nuevo León y los efectos neurológicos por tetraetilo de plomo.

Variable independiente : Exposición ocupacional de los trabajadores.

Variable dependiente : Efectos neurológicos por tetraetilo de plomo.

Definición de términos

Exposición ocupacional : Es el conjunto de medidas que determinan en que cantidad, por que vía con que frecuencia y por cuanto tiempo un agente entra al cuerpo del trabajador. ( 37 )

Efectos neurológicos por TEP: La polineuritis periférica múltiple, producida por la exposición al TEP entre otras causas, es un síndrome clínico producido por la afección difusa de los nervios periféricos, que da lugar a debilidad, pérdida sensorial y alteración de los reflejos. ( 40 )

# **METODOLOGIA**

## V.- METODOLOGIA

### 1.- Diseño de Estudio :

El diseño de estudio fue de tipo descriptivo, transversal, retrospectivo, analítico comparativo. ( 47 )

### 2.- Universo :

La población de interés para este estudio lo constituyeron personas expuestas al tetraetilo de plomo.

Unidades de observación :

3.- Las variables de interés en este estudio lo fundamentaron la exposición al tetraetilo de plomo y sus efectos neurológicos.

### 4.- Plan de Muestreo y Muestra :

Se consideró como marco muestral a una empresa distribuidora de gasolina en Monterrey Nuevo León , cuya muestra la constituyeron 40 trabajadores expuestos al tetraetilo de plomo durante 1989. Un aspecto que se considera en este estudio fué al personal no expuesto de la misma empresa con el fin de explorar y describir el comportamiento de los mismos. Para la selección de los sujetos de estudio se utilizó el método probabilístico , aleatorio simple.

## 5.- Criterios de selección

### 5.1 .- Criterios de inclusión

- Población expuesta al TEP

Pertenecer a la empresa distribuidora de gasolina de Monterrey.

### 5.2 .- Criterios de exclusión

#### a) Población expuesta al TEP

- Antecedentes familiares de diabetes mellitus.

Alcoholismo

- Ingesta de alguno de las siguientes sustancias: fenilhidantoina, nitrofurán, vincristina, hidralacina, cloroquina, arsenicales, talio.

- Aplicación reciente de toxoide tetánico.

Padecer alguna de las siguientes enfermedades:

Enfermedad crónica, anemia perniciosa, diabetes mellitus, arteriosclerosis, cáncer, difteria, sífilis.

#### b) Grupo no expuesto al TEP

Los mismos que para la población expuesta al TEP

## 6.- Etica del estudio :

De acuerdo a las disposiciones generales del reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación ; se consideraron los siguientes aspectos , consentimiento informado y anonimato del sujeto de investigación al omitir en el instrumento su nombre ( art. 16 )

## 7.- Procedimiento para el desarrollo del estudio:

Antes de la aparición del instrumento y del procedimiento para la técnica de la recolección de la muestra se realizó una prueba piloto para conocer la claridad de las preguntas , la consistencia interna del instrumento y el tiempo de llenado de los mismos . Posteriormente se realizaron adecuaciones y para el presente resultado de investigación se confirmaron los siguientes instrumentos de apoyo :

Características de gasolinas en México ( Anexo 1 ), Valuación de incapacidad ( Anexo 2), operacionalización de las variables ( Anexo 3 ), estudio clínico – toxicológico ( Anexo 4 ) , determinación de plomo en sangre por espectrofotometría por absorción atómica ( Anexo 5 ), determinación de la técnica de muestra de plomo en sangre ( Anexo 6 ), técnica para realizar la electromiografía ( Anexo 7 ) y técnica para la standarización de la electromiografía en Puerto Rico ( Anexo 8 ).

Antes de la aplicación del estudio se considerarán los trámites y autorización tanto del sitio como de la aprobación del comité de Etica de esta facultad.



El método empleado para la recolección de los datos del estudio fue la entrevista y de los instrumentos ya descritos.

El procedimiento de los datos se realizó a través del programa epi - info versión 1995.

Para el procesamiento y análisis de los datos estadísticos primero fue descriptivo; se obtuvieron frecuencias y porcentajes ; el ordenamiento, tabulación, concentración y análisis de datos se clasificaron en dos grupos :  
Los datos se clasificaran en dos grupos generales.

1. Obtenidos de trabajadores expuesto al TEP (Ayudantes de chofer)
2. Obtenidos de trabajadores no expuestos al TEP.
  - a) Niveles de plomo en sangre mayores a 40 ug/100 ml.
  - b) Niveles de plomo en sangre menores e iguales a 40 ug/100 ml.
  - c) Exploración física positiva para alteraciones en el sistema nervios periférico.
  - d) Exploración física negativa para alteración en el sistema nervio periférico.
  - e) Velocidad de conducción nerviosa periférica disminuida.
  - f) Velocidad de conducción nerviosa periférica normal.

Por otro lado, se concentraran los datos demográficos y los referentes a sus situación ocupacional.

Se elaboran los siguientes cuadros de salida:

1. Relación entre niveles de plomo en sangre y exposición al TEP.
2. Relación entre velocidad de conducción nerviosa periférica y exposición al TEP.
3. Relación entre niveles de plomo y antigüedad en el puesto.
4. Relación entre el examen físico y antigüedad en el puesto.

El análisis estadístico se realizara a través de la prueba de chi cuadrada.

Para el análisis estadístico inferencial se utilizó el análisis de la prueba de chi cuadrada, coeficiente de correlación y regresión .

El procedimiento y técnica de recolección de muestra para determinación de plomo en sangre ( anexo 6 ) se realizará en el sitio de trabajo antes de que los participantes comiencen sus labores. Estas muestras serán llevadas al laboratorio del departamento de Farmacología y Toxicología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde se procesaran con la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (anexo 5 ) . Cabe aclarar que para llevar a cabo este procedimiento se

recibió entrenamiento por parte del personal técnico del laboratorio para cumplir con los procedimientos establecidos, esto motivó que las investigadoras nos trasladáramos al sitio de trabajo.

Posteriormente una vez identificadas las personas participantes en este estudio se les citará individualmente con el médico especialista en Medicina Física y Rehabilitación, quien llevara a cabo la determinación de la velocidad de conducción nerviosa periférica. Para acudir a esta cita, el trabajador no necesitará de una preparación especial. Una vez en el consultorio, se realizará la preparación necesaria del paciente y se efectuará la electromiografía (ver técnica en anexo 7).

Para el proceso de las muestras se utilizó el electromiografo TECA J.M. con calibración : 2K con 5 milisegundos con 400 MV, 10 x 1 con 200 MV. Los datos obtenidos en la electromiografía, fueron evaluados a través de la técnica de " Standarización de electromiografía" ( ver anexo 8 ).

# RESULTADOS

## VI.- RESULTADOS

Los resultados que se presentan corresponden al estudio de investigación efectuado en una empresa distribuidora de gasolina en Monterrey Nuevo León durante el mes de febrero de 1999, en este participaron 40 personas expuestas al tetraetilo de plomo, un hallazgo considerado fue también el de analizar a la población no expuesta.

Los resultados se presentan de la siguiente manera :

Estadística descriptiva :

1 ) Edad

2 ) Antigüedad

3 ) Ocupación

## 1 ) EDAD

GRUPO DE EDAD	GRUPO 1 Fx	GRUPO 1 %	GRUPO 2 Fx	GRUPO 2 %
1 - 19	3	7%	31	77%
20 - 29	24	60%	9	23%
30 - 39	8	20%	0	0
= ó > 40	5	13%	0	0
TOTAL	40	100 %	40	100%

Fuente: Estudio clínico - toxicológico.

Con respecto a la edad de los trabajadores del grupo 1 se observa que el 80 % corresponde a la edad productiva de trabajo y a diferencia, en el grupo 2 el 77% son menores de 19 años y solo 23% están dentro de la edad productiva de trabajo.

## 2 ) ANTIGÜEDAD

Años	Grupo 1 Fx	Grupo 1 %
< 1 año	13	32.5%
1 – 5	13	32.5%
5 – 10	11	27.5%
≥ 10	3	7.5%
Total	40	100%

Fuente : Estudio clínico – toxicológico

Con relación a la antigüedad de los trabajadores, se observa que existe similitud entre los menores de 1 año y los de 1 – 5 años, esto con un 32.5% y solo el 7.5% correspondió a los de 10 y más años.

### 3 ) OCUPACION

Ocupación	Grupo 1 Fx	Grupo 1 %
Chofer	19	47.5%
Ayudante	21	52.5%
Total	40	100%

Fuente : Estudio clínico – toxicológico

Con respecto a la ocupación de los trabajadores , se observó que el 47.5% son choferes y un 52.5% ayudantes.

Con relación a la exposición y al genero podemos concluir que de los 40 trabajadores identificados en el grupo 1 , todos muestran exposición al desarrollar funciones de carga y descarga en la empresa distribuidora de gasolina.

Cabe mencionar que el 100% del grupo corresponde al género masculino.



Tabla 1.-Datos utilizados para los análisis. Contenido de plomo en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )

( 40 trabajadores expuestos (Grupo1) y 40 trabajadores no expuestos (Grupo2 ).

n	Grupo 1	Grupo 2	n	Grupo 1	Grupo 2
1	21.6	13	21	15.4	29
2	17.7	8	22	27.6	16
3	27.1	24	23	28.1	13
4	26.7	9	24	26.4	18
5	24.9	16	25	10	20
6	20.2	28	26	13.3	9
7	24.2	14	27	30.5	11
8	26.9	21	28	29.5	7
9	28.3	8	29	30.1	10
10	28.7	7	30	9.1	9
11	28.5	15	31	27.5	19
12	35.2	12	32	29	16
13	26.9	19	33	26.8	21
14	19.1	14	34	22.5	13
15	25.9	23	35	22.8	12
16	23	12	36	40	6
17	27.8	14	37	30	20
18	30.7	15	38	21	13
19	27.9	7	39	18.6	16
20	19.1	9	40	22.2	21

Fuente: Prueba de determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica.

143040

En relación al grupo expuesto la Norma Oficial Mexicana, y OSHA 2000 manifiesta que la concentración de plomo permitida son hasta  $40 \mu\text{g} / \text{dl}$ . Lo que muestra que los resultados obtenidos todos registran valores normales ( $< 40\mu\text{g} / \text{dl}$ ). En cuanto al grupo no expuesto la Norma Oficial Mexicana cita que el valor criterio para la concentración de plomo en sangre es de  $25\mu\text{g} / \text{dl}$ , solo dos trabajadores del grupo no expuesto presentaron concentración por arriba de lo normal.

Tabla 2.- Niveles de plomo en sangre (Pb-s) en  $\mu\text{g} / \text{dl}$  de los trabajadores expuestos ( Grupo 1) y de los no expuestos ( Grupo 2).

Pb – s en $\mu\text{g} / \text{dl}$	Grupo expuesto		Grupo no expuesto	
	número	%	número	%
5 – 9	1	3	10	25
10 – 14	2	5	12	29
15 – 19	5	12	9	23
20 – 24	9	23	7	18
25 – 29	17	42	2	5
30 – 34	4	10	0	0
35 - 40	2	5	0	0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

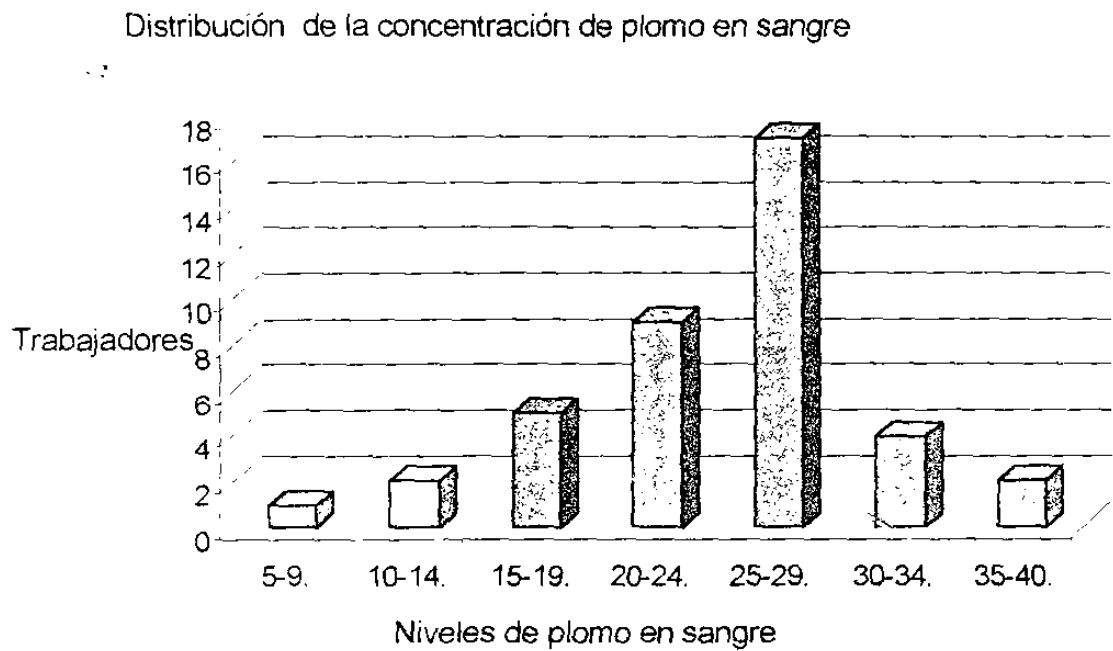
Fuente : Prueba de determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica.

Al observar la variable niveles de plomo en sangre en el grupo expuesto y no expuesto , estos datos muestran que el rango de 25 – 29  $\mu\text{g} / \text{dl}$  de plomo en sangre ocupó el 42.5 %. No se mostró similitud en el grupo no expuesto , ya que en este mismo rango solo representó el 5 % .

Gráfica 1a

Niveles de plomo en sangre en  $\mu\text{g}/\text{dl}$  en los trabajadores expuestos

(Grupo 1)



Fuente : Prueba de determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica.

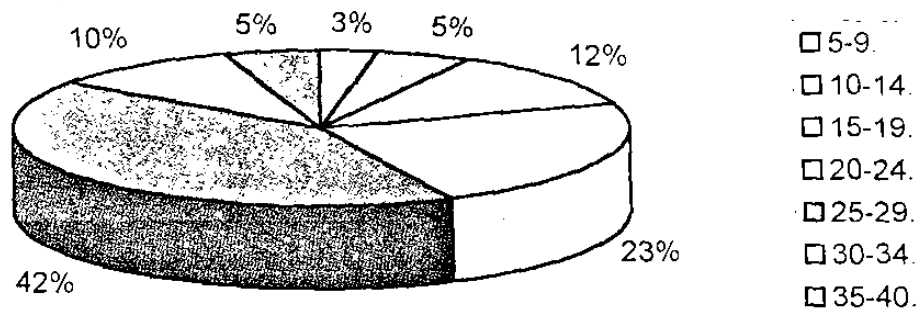
Respecto a los niveles de plomo en sangre en los trabajadores expuestos se observó que la mayoría estaba entre el nivel de  $25 - 29 \mu\text{g} / \text{dl}$  de plomo en sangre y ninguno tuvo cifras superiores a  $40\mu\text{g} / \text{dl}$ .

### Gráfica 1b

#### Niveles de plomo en sangre en $\mu\text{g}/\text{dl}$ en los trabajadores expuestos

#### Grupo 1

#### Distribución de la concentración de plomo en sangre



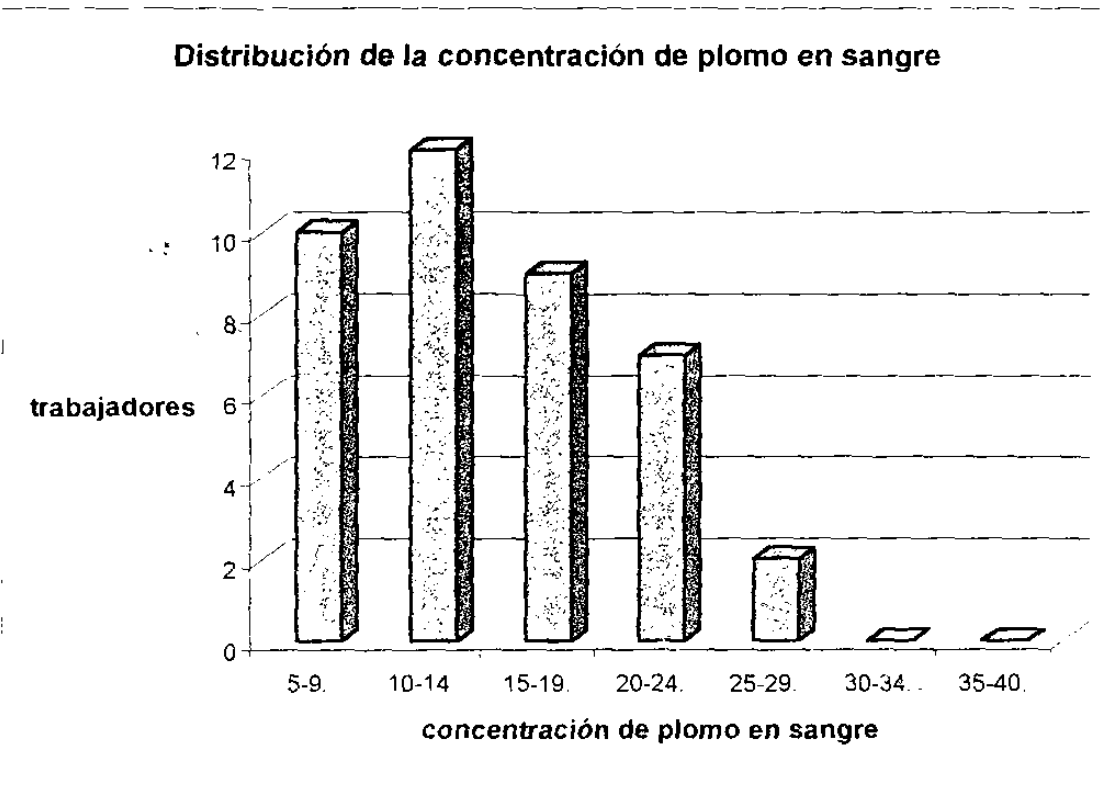
Fuente : Prueba de determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica.

Respecto al grupo expuesto se observa que todos los resultados están dentro de los límites permisibles. ( Hasta  $40 \mu\text{g}/\text{dl}$  , según la Norma Oficial Mexicana), el grupo de  $25 - 29 \mu\text{g}/\text{dl}$  ocupa el 44 % y el de  $20$  a  $24 \mu\text{g}/\text{dl}$  el 23 %.

## Gráfica 2a

Niveles de plomo en sangre en  $\mu\text{g}/\text{dl}$  en los trabajadores no expuestos

(Grupo 2)



Fuente : Prueba de determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica.

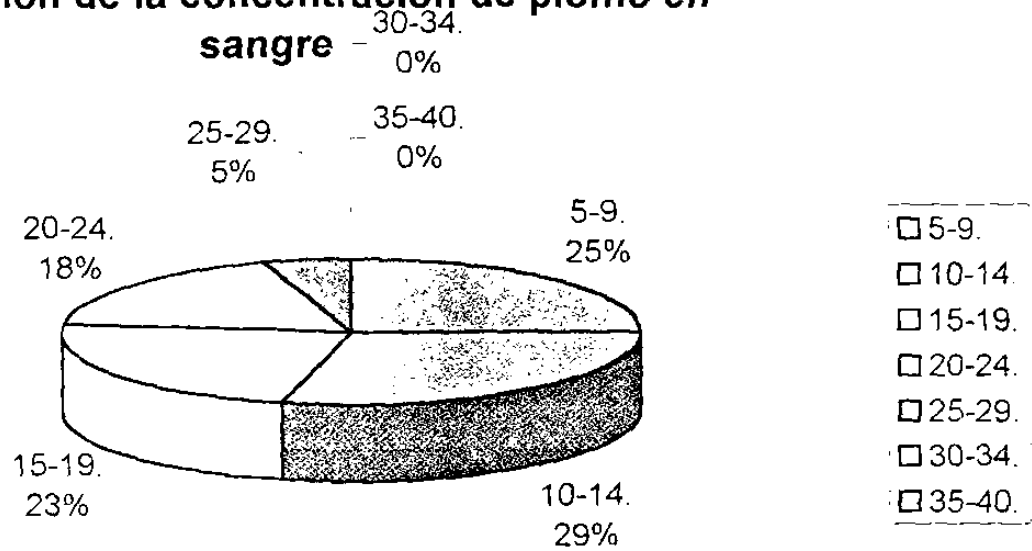
Con respecto a los trabajadores no expuestos se observó que la mayoría tuvo una concentración de plomo en sangre entre  $10 - 14 \mu\text{g} / \text{dl}$ , y que ninguno presento cifras por arriba de  $30 \mu\text{g} / \text{dl}$ .

Gráfica 2b

Niveles de plomo en sangre en  $\mu\text{g}/\text{dl}$  en los trabajadores no expuestos

(Grupo 2)

**Distribución de la concentración de plomo en sangre**



Fuente : Prueba de determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica.

Referente al grupo no expuesto , los mayores porcentajes los registran las concentraciones menores a 24  $\mu\text{g} / \text{dl}$  dado que solo dos registraron datos emergentes.

Tabla 3.- Relación de la velocidad de conducción nerviosa ( VCN) con los niveles de plomo en sangre ( Pb – s  $\mu$ g / dl).

VCN Pb – s $\mu$ g / d	Normal	Disminuida < 52 m/s
5-9	1	0
10-14	2	0
15-19	4	1
20-24	6	2
25-29	9	9
30-34	2	2
35-40	2	0
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>14</b>

Fuente : Prueba de determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica.

En relación a la velocidad de conducción nerviosa comparada con los niveles de plomo en sangre, se puede concluir que de los 40 trabajadores expuestos solo 26 de ellos ( 65% ) registran datos de velocidad de conducción normales, mientras que 14 de ellos ( 35%) mostraron datos disminuidos < 52 m/s. con efectos de neuropatía por el tiempo de exposición al TEP. Sin embargo los datos obtenidos en la concentración de plomo en sangre están por debajo de los límites permisibles ( 40  $\mu$ g / dl ).



# **ANALISIS ESTADISTICO**

## VII .- ANALISIS ESTADISTICO

Con el fin de conocer la relación existente entre la exposición ocupacional de los trabajadores de carga y descarga de una empresa en Monterrey Nuevo León y sus efectos neurológicos por la exposición al tetraetilo de plomo.

**Cuadro 1**

Pb	Grupo 1	Grupo 2	Suma	e	e	e-f/e	ef/e
0-9	1	10	11	5.5	5.5	3.68181	3.68181
10-14	2	12	14	7	7	3.57142	3.57142
15-19	5	9	14	7	7	0.57142	0.57142
20-24	9	7	15	7.5	7.5	0.03333	0.03333
25-29	16	2	19	9.5	9.5	5.92105	5.92105
30-34	5	0	5	2.5	2.5	2.5	2.5
35-40	2	0	2	1	1	1	1
<b>Suma</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>80</b>			<b>17.27906</b>	<b>17.27906</b>

Significancia 0.05. 6 grados de libertad.

Los datos expresados en la tabla anterior , muestran la exposición de los trabajadores al tetraetilo de plomo y su relación con los efectos neurológico. Estos datos refieren que si existe relación entre el contenido de plomo en sangre y sus efectos al presentar los resultados de la electromiografía ( ver tabla 3 ).

**Cuadro 2**

Antigüedad

Pb	< 1 año	1-5	5-10	>10años	Suma
0-9		1			1
10-14	1	1			2
15-19	1	3	1		5
20-24	6	1	1	1	9
25-29	5	4	8		17
30-34		3		1	4
35-40		1		1	2
Total	13	14	10	3	40
%	32.5%	35%	25%	7.5%	100%

El cuadro de contingencia número 2, muestra datos relacionados con la concentración de plomo y la antigüedad laboral, estos datos refieren que el 35% se ubica dentro del rango de 1 – 5 años de antigüedad laboral , seguida del grupo de menor de un año con un 32.5.

Lo que se puede concluir con respecto a los resultados presentados es que el nivel de plomo en sangre de una persona expuesta no depende de su antigüedad laboral.

## **HALLAZGOS RELEVANTES**

## VIII .- HALLAZGOS RELEVANTES

El grupo expuesto presenta niveles de plomo en sangre diferentes al grupo no expuesto, a consecuencia de su exposición ocupacional al TEP. Por lo que se concluye que si existe relación entre el contenido de plomo en sangre y la exposición al TEP.

Al analizar la relación entre la velocidad de conducción y el contenido de plomo en sangre podemos concluir que a razón de 14 personas que registran neuropatía ( de las 40 personas expuestas) , estas se ubicaron dentro de los rangos permisibles. Por lo que podemos concluir que los trastornos en la velocidad de conducción no dependen del contenido de plomo en sangre. Lo anterior en relación a que la velocidad de conducción nerviosa ( VCN ) anormal o disminuida, es aquella que se encuentra por debajo de  $52 \pm 5$  m/s ( en el caso del nervio cubital ). Con respecto a la correlación de plomo en sangre y la velocidad de conducción nerviosa lo que se puede concluir en general es que un aumento del contenido de plomo en sangre se traduce en una baja en la velocidad de conducción nerviosa del nervio mediano.

# DISCUSSION

## IX .- DISCUSIÓN

Con respecto a la edad no existen estudios comparativos, sin embargo en este estudio en los trabajadores expuestos a TEP ( grupo 1 ), se encontró que el 80 % están en la edad productiva de trabajo. En relación a los trabajadores no expuestos ( grupo 2 ), el 77% está en el grupo de menores de 19 años y el 9 % entre 20 y 30 años.

En relación a la antigüedad en el puesto, en este estudio se observó un 65% con antigüedad menor a 5 años, de 5 – 10 años un 27.5 % , y un 7.5 % en mayor de 10 años, a diferencia del estudio realizado por Weing Shang y colaboradores se encontró un 42% en menores de 5 años, un 22% de 5 – 10 años y un 36 % en mayor a 10 años.

Con respecto a la ocupación dado que otros investigadores como Zhang en 1993, han mostrado interés en ampliar sus estudios a otras ocupaciones como policías, trabajadores de gasolina , taxistas, choferes de camión : o Singer y cols. ( 1988 ) que estudiaron trabajadores de montaje de automóviles con soldadura. La ocupación en este estudio se centro en trabajadores expuestos a gasolina, en el 47.5% corresponde a los choferes y un 52.5% a ayudantes.

En relación al análisis , el contenido de plomo en sangre en trabajadores expuestos en este estudio el promedio fue de  $24.5 \mu\text{g} / \text{dl}$  en similitud al estudio realizado por Michael P. y cols. ( 1995 ) que es de  $21.2 \pm 9.5 \mu\text{g} / \text{dl}$  a diferencia de un estudio en Atenas donde el promedio fue de  $5.9 \pm 1.7 \mu\text{g} / \text{dl}$  . En este estudio todas las concentraciones de plomo en sangre en trabajadores expuestos están dentro de los límites normales que es hasta  $40 \mu\text{g} / \text{dl}$ . (Norma Oficial Mexicana). En los trabajadores no expuestos en este estudio el promedio fue de  $14.3 \mu\text{g} / \text{dl}$  y de los 40 trabajadores solo dos están por arriba de la norma emergente que es de  $25 \mu\text{g} / \text{dl}$ .

Con respecto a los niveles de plomo en sangre en los trabajadores expuestos y no expuestos no se encontraron estudios comparativos, en el estudio realizado en Monterrey en cuanto al grupo expuesto , los datos muestran que el rango de  $25 - 29 \mu\text{g} / \text{dl}$  ocupa el 42.5% a diferencia del no expuesto que ocupa el 5%. En el grupo expuesto todos están dentro de la Norma Oficial hasta  $40 \mu\text{g} / \text{dl}$ . sin embargo en el grupo no expuesto dos registraron datos por arriba de  $25 \mu\text{g} / \text{dl}$ .

Con relación a la velocidad de conducción nerviosa en este estudio de la empresa de distribución de gasolina en Monterrey , de 40 trabajadores expuestos solo 26 ( 65% de ellos ) registraron datos de VCN normal ,



mientras que catorce ( 35 % ) manifiestan efectos de neuropatía periférica, VCN disminuida ( < de 52 m/s), a diferencia de un estudio realizado en Baltimore en 1996 , que estudiaron a 58 trabajadores y a 31 les realizaron electromiografía y de estos 36% se encontró polineuropatía y un 70 % disminución de la VCN. En relación a un estudio realizado por Singer en 1988 , se encontró que entre mayor antigüedad mayor disminución de la conducción del nervio mediano.

# **CONCLUSIONES**

## **X .- CONCLUSIONES**

Este estudio ha descrito que ante el rápido desarrollo industrial ha traído como consecuencia la acumulación de distintos elementos tóxicos que han de repercutir en el ser humano. El tema de interés abordado se centra en un metal, el plomo, que representa un riesgo para la salud no solo en la población laboral expuesta . Comercialmente hablando este metal ha sido utilizado como aditivo en la gasolina. La intoxicación por plomo sigue siendo uno de los problemas de origen ocupacional y de mayor presencia en la población económicamente activa.

El planteamiento de este problema de salud pública surge como interés al determinar que relación existe entre la exposición ocupacional al TEP en los trabajadores de carga y descarga de una empresa de Monterrey Nuevo León y sus efectos neurológicos. Este interés fue compartido por el personal directivo de la empresa y los investigadores por lo que se concluye que se deben de continuar realizando estudios que profundicen la magnitud del riesgo en la salud con prioridad en la población expuesta.

Otro aspecto es que se propone que se continúen realizando estudios comparativos , correlacionados no solo con los indicadores nacionales sino internacionales esto en relación a la apertura y comercialización industrial.

Sin ser menos relevante se concluye también que se deben realizar cambios en los instrumentos a fin de validar confiabilidad y consistencia interna de los mismos.

Con relación a los planteamientos en este estudio se puede concluir que el grupo expuesto presenta niveles de plomo en sangre diferentes al no expuesto a consecuencia de su exposición ocupacional y que si existe relación entre el contenido de plomo en sangre y la exposición al TEP. Aunque los resultados obtenidos en la población expuesta se ubican dentro de los permisibles según la Norma Oficial Mexicana.

En algunos individuos se encontraron alteraciones neurológicas a pesar de tener niveles de plomo en sangre normales ( $< 40 \mu\text{g} / \text{dl}$ ), tal vez esto se deba al grado de susceptibilidad de cada individuo y a que los niveles máximos para trabajadores expuestos establecidos en la Norma Oficial Mexicana vigente son altos.

Por lo tanto rechazamos la hipótesis planteada en este estudio.

# **RECOMENDACIONES**

## **XI.- RECOMENDACIONES**

1. Dar a conocer los resultados de este estudio y proponer estrategias en salud a empresas generadoras de plomo a fin de que establezcan monitores epidemiológicos aunque los rangos se ubiquen dentro de los permisibles.
2. Concientizar a los trabajadores expuestos al plomo orgánico e inorgánico a cerca de los efectos en la salud que produce este metal para que se utilicen adecuadamente los equipos de protección y seguridad en el trabajo y se realicen los estudios de laboratorio y exámenes físicos recomendados por las empresas en coordinación con las normas mexicanas emergentes.
3. Continuar realizando este tipo de estudios y convocar a las empresas, personal directivo y laboral a que se desarrollen planes de contingencia en beneficio de la salud y de sus repercusiones económicas.
4. Profundizar en este tema de interés y aplicarlo comparativamente en áreas urbanas, marginadas y rurales. Lo anterior a fin de conocer si existe similitud o diferencias ante este problema de Salud Pública.

5. Realizar campañas nacionales para aumentar en la población el conocimiento sobre el plomo y sus efectos nocivos en la salud y enseñar los métodos de prevención y control.
  
6. Difundir el uso de otro tipo de antidetonantes para la gasolina, que sean menos perjudiciales para la salud que el TEP.

**REFERENCIAS**

**Y**

**BIBLIOGRAFIA**



## **XII.- Referencias**

- 1.- O.P.S. El problema de exposición al plomo en América Latina y el Caribe  
Catinay El Carise, Metepec, Estado de México, México 1996 pp 1-24
  
- 2.- Medicina laboral; Joseph La Doy ; 1993, Cap. 25 : 396 – 401
  
- 3.- Instituto Mexicano del Seguro social. Jefatura de los Servicios de  
Medicina del Trabajo . FMT-5SUJ, México D.F.; 1984.
  
- 4.- Instituto Mexicano del Seguro Social. Coordinación Delegacional de  
Medicina del Trabajo. MT-5-SUJ , Monterrey, N.L. 1977.
  
- 5.- Christopher P. Howson, El plomo en América . Estrategias para la  
Prevenición. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca , Morelos  
México. Editorial Litorarte. Primera Edición 1996. Pp109 , 75, 76,  
77,79
  
- 6.- Petróleos Mexicanos. Subdirección Técnica administrativa. Gerencia de  
Servicios Médicos. Sugerencia de prevención medica. Departamento General  
de Medicina del Trabajo.  
Manual de Toxicología en la Industria Petrolera. México. D.F. 1988.

- 7.- Ruiz Salazar, A. Toxicología de la Industria del petróleo. In: Apuntes de Toxicología. 2ª. De, México, D.F., 1976.
- 8.- Agustín Heredia Velóz, Primitivo Cibrián de León; Evolución de las gasolinas automotrices en PEMEX a partir de la Expropiación Petrolera. Agosto, 1998.
- 9.- Alice Halminton, MD, Boston Paul Reznikoff, MD, Grace M Burnham. Tetraetilo de Plomo; Salud Pública de México , Septiembre – Octubre de 1993. Vol.35 , No 5.
- 10.- NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-004-SSA1-1999, Salud Ambiental. Criterios para la determinación de los niveles de concentración de plomo en la sangre. Acciones para proteger la salud de la población no expuesta ocupacionalmente. Métodos de Prueba. Pp 2
- 11.- Secretaría de Salud Norma Técnica no. 79 para la vigilancia epidemiológica de salud en el trabajo . Diario oficial de México 12 enero de 1987 Pp 11- 14
- 12.- OSHA 2000 Niveles máximos permisibles en trabajadores expuestos al plomo
- 13.- Goodman y Gilman, Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica Médica. Editorial Mc Graw Hill- Interamericana. Octava Edición en Español, 1996  
Tomo II Pp 1760 - 1761
- 14.- L-t.Ou, J.E. Thomas, W. Jing; Biological and Chemical Degradation of Tetraethyl Lead in Soil. Environmental Contamination and Toxicology, 1994, (52): 238-245

- 15.- Amador, G. *Farmacología y Toxicología*. 5ª ed. Monterrey. N.L.  
Universidad Autónoma de Nuevo León. 1986 pp256-258.
- 16.- Reppetto, M. *Toxicología Fundamental*. Barcelona, Científico-México,  
1981. Pp3-17.
- 17.- Pérez. C. Y Rodríguez, M. *Toxicología Industrial*. In: Seguridad Social.  
México, CJESS, 30 (127-128):111-117.1981.
- 18.- Tetraetilo de México, Sociedad Anónima. *Manual de Operaciones*.  
México, 1978. Pp 1-3.
- 19.- *Salud Pública de México* , Septiembre – Octubre de 1993, Vol.  
35 . No 5, Clásicos en Salud Pública, El Plomo en la Gasolina: Un  
Conflicto Entre la Salud Publica y el Desarrollo Económico.
- 20.- Hisham MWM, Bommaraju TV, Kirk-Othmer , *Encyclopedia of Quemical  
Technology*, 4<sup>th</sup> ed. New York, NY, John Wiley 13:921 (1995).
- 21.- Vitas J, William SE. Alliance tech Corp. Texas Air control Board. *Telecon  
Concerning plants that manufacture alkylated lead compounds in the  
United States*, march 20, 1992.

22.- International Chemical Safety Cards; National Institute for Occupational Safety and Health ( NIOSH ) . Heinz Ahlers NIOSH. Taft Laboratories MSC31 4676 Columbia Parkway Cincinnati Ohio 45226 .

23.- Lewis , R. J. , Sr Hawley's Condensed Chemical Dictionary. 12<sup>th</sup> ed. New York, NY : Van Nostrand Rheinold Co; 1993.

24.- Budavari . S. The Merck Index , An encyclopedia of chemicals , drugs and biologicals. Whitehouse station, NJ : Merck and co. ; Inc ; 1996

25.- Rumack BH: Poisindex. Information system, Micromedex, Inc, Englewood, Co ,2001;CCIS vol . 109 , August ,2001

26.- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 6<sup>th</sup> edition vol. I, II, III, Cincinnati, OH , 1991.

27.- Milton Tenenbein, *Leaded Gasoline Abuse: The Role of Tetraethyl Lead Human and Experimental Toxicology* (1997) 16, 217-222

28- Zhang W; Zhang Guo-Gao ; Han Zhen He ; Bolt Hermann M. , *Early Health effects and Biological Monitoring in Persons Occupationally Exposed to Tetraethyl lead* 65 ( 6 ) Pp 395 - 399; International Archives of Occupational Environmental Health, 1994.

29.- Robinson, R. Tetraethyl lead poisoning from gasoline sniffing. *The journal of the American Medical Association* 240 (13): 1373-1374, 1978.

30.- Hansen K, and Sherp. F. Gasoline sniffing, lead poisoning and myoclonus. *The Journal of the American Medical Association*. 240 (13): 1375-1376, 1978.

31.- Edminister, S. and Bayer, M.J. Recreational gasoline sniffing: Acute gasoline intoxication and latent or organolead poisoning, case report and literatures review. *The Journal of Emergency Medicine*. 3: 365-370, 1985.

32.- Green, V.A. Wise, G.W. and Callenbach, J.C. Lead poisoning In: Oehme, F., ed, *Toxicity of Heavy Metals in the enviroment Part J*, Manhattan, Kansas, Marcel Dekker Inc. 1978 Pp. 123-142.

33.- Michael P. Mc grail, MD, MPH, Walter Stewart, PhD, MPH, Brian S. Schwartz, MD,MS , Predictors of Blood lead Levels in Organolead Manufacturing Workers *J. Occupational Environmental Medicine* Oct 1996 37 ( 10 ) Pp 1224-1229.

34.- Farreras Rozman , *Medicina Interna* 13 edición 1995, tercera reimpresión  
1997 editorial Harcourt Brace. vol II, Pp 2616. Farreras Rozman

35.- Organización Panamericana de la Salud. Crterios de Salud Ambiental 3.  
Plomo. Washington D.C., 1979\*, Publicación científica 388. Pp 54,60-61,84

36.- Ley Federal de Trabajo, Cap noveno art 473,475 y 513 .514. Colección laboral actualizada 2000 , ediciones .Delma.

37 .- Manual de Procedimientos de Salud Ocupacional, PEMEX- Refinación , Gerencia de Protección Ambiental y Salud Ocupacional, Documento Normativo, Junio de 1999 segunda parte 5.3, 5.5, 5.8; tercera parte 5.1, cuarta parte 5.9, 5.12, 5.13

38.- Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA-2 Vigilancia epidemiológica de salud en el trabajo. Enfermedades Ocupacionales, 3.1,222 ; Diciembre de 1998

39.- Ricardo A Rangel Guerra. Hector R. Martínez; Antología Neurológica U.A.N.L. Grafo Print Editores , primera edición, 1999 . Monterrey N. L. México. Cap. 17.

40.- Merrit H. Tratado de neurología . Barcelona España, Salvat. 1980 Pp 500-503

41.- Harrison's. Principles of internal medicine, 14 th edition international edition  
1998 Mc Graw Hill Companies. vol. 2 , section 3, cap 381.

42.- Singer. R.M. Sistema Nervioso: Detección prematura de peligros químicos. Noticias de Seguridad. 50 (10):16-21,1988.

43.- Saenz. F. Normas para la estandarización de la neuroconduccion sensorial, motora y de la electromiografia en la clínica moderna. Puerto Rico.

Academia de Electrodiagnóstico y Electromiografía en Puerto Rico. 1976.  
manual de Electromiografía. Pp 43-44, 68,90,97.

44.- Licht. S. Electrodiagnóstico y Electromiografía. Barcelona, España, JIMS,  
1970 pp 362-363.

45.- Clifford. S. Mitchell MD., Clinical Evaluation of Organolead workers.  
Baltimore, E.U.A. 1995 pp 372-378

46 .- Elisabeth N. Kapaki; Panayiotis N. Varelas; Anna I. Syrigou; Marianna  
V. Spanaki; Blood lead levels of traffic – and gasoline – exposed  
professionals in the city of Athens ; Archives of Environmental Health. Jul-  
Ago 1998 n4 p287 ( 5 )

47.- Polit D ; Hungler B.; Investigación Científica en Ciencias de la Salud  
5 edición ; Editorial Mc Graw Hill Interamericana. ( 1997).

48.- Protección ambiental, Gerencia de Ciencias del Ambiente.  
24 Oct 1996. Algunas Preguntas sobre las gasolinas que se emplean en  
la zona metropolitana en la ciudad de México.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguilar, E. Sánchez, F., Zúñiga., M. Et. Al. correlación estadística entre deshidrata del ácido deltaaminlevulinico y el plomo sanguíneo en poblaciones humanas expuestas y no expuestas.
- 2.- American Petroleum Institution. Colorants Dupont en la Gasolina. San Francisco, California, 1952 Manual.
- 3.- Canales. F., Alvarado, E. Y Pineda, E. Medotologia de la Investigación. México, LJMUSA, 1986.
- 4.- Caolin, R., Gasoline sniffing an leal encephathy. Cma Journal. 127:1195-1196. 1982.
- 5.- Chau, Y., Wong, P., Berget, G. and Dunn, J. Determination of dialkyllead, trialkkyllead, tetraalkylead and lead (II) compounds in sediment and biological samples. Analytical Chemistry 56(2): 271-274. 1984.



6.- Davies, J. Long term mortality study of chromate pigment workers who suffered lead poisoning. *British Journal of Industrial Medicine*. 41:170-178, 1984.

7.- Davies, J. Lung cancer mortality among workers making lead chromate and zinc chromate pigments at three English factories. *British Journal of Industrial Medicine*. 41:158-169, 1984.

8.- García, J. Concentración de plomo en el cabello. *Salud Pública*. 21(4):393-399, 1983.

9.- Gilbert, Norma. *Estadística*. México, Interamericana, 1981.

10.- Good, J. *Anatomical correlates of clinical electromyography* Baltimore, the William an Wilkins Company, 1974.

11.- Griego, B. The risk of contamination with tetramethyl lead in a gasoline refinery. *Folia Medica* 46(811):940-948, 1983.

12.- Murray, S. *Teoría y problemas de estadísticas*. México, Schaum McGraw Hill, 1986.

13.- Organización Panamericana de la Salud. Consejo Interamericano de Seguridad. Manual de Fundamentos de Higiene Industrial. 1ª ed, Washinton, D.C. 1981.

14.- Orren, D. Quantitative analysis of total and trimethyl lead. mammalian tissue using on exchange HPCC and atomic absorption spectrometric detection. *Journal of Analytical toxicology*. 9:258-261.

15.- Petróleos Mexicanos, Gerencia de Seguridad Industrial. Subdirección técnica administrativa. Reglas básicas de seguridad para el manejo de compuesto antidetonante a base de tetraetilo de plomo. México, 1973. boletín de Seguridad Industrial No. 2.

16.- Pinto, A., Martins, F., Gaiuso, A. y Rocha, H. Renal dysfunction in brazilian lead workers. *American Journal of Nefrology* 7:455-458, 1987.

17.- Rodríguez Navarro, M. Limpieza de tanques de gasolina (con tetraetilo de plomo) en el medio tropical venezolano lin: XIV International congress of Occupational Hhealth. Madrid. España. 1963. International Congress Series 2(62):732-734.

18.- Rojas Soriano, R. Guia para realiza investigaciones sociales. 8ª ed, México. Universidad Nacional Autónoma de México, 1985.

19.- Saenz, F. Las bases moleculares de al electromiografía. Puerto Rico. Academia de electrodiagnóstico y electromiografía en Puerto Rico. Manual de electromiografía.

20.- Saenz, F. Manual ilustrado de técnicas de neuroconduccion sensorial y motora. Puerto Rico. Academia de electrodiagnóstico y electromiografía en Puerto Rico; 1978. Manual de electromiografía.

21.- Secretaria de Trabajo y Prevención Social. Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo Instructivo No. 10 México, 1988.

22.- Sydney, L. Electrodiagnóstico y electromiografía. 2ª ed., Barcelona. SJMS, 1970.

23.- Waynew. D. Bioestadística. Bases para el análisis de la Salud. México. Limusa. 1985.

24.- Zúñiga Charles. M.A. y González Ramírez, S.D. Pruebas de Laboratorio. In: Molina Ballesteros, G., ed., Intoxicación por plomo. México. D.F. Instituto Mexicano del Seguro social, Subdirección General Medica/Jefatura de Enseñanza e Investigación. 1986.

25 - JOEM. Volumen 38, Number 4 abril 1996. Pag. 372-377

Clinical Evaluation of Organolead Workers, mitchell et. Al.

26.- Petroleos Mexicanos, Norma para la Realización del Diagnóstico de Salud de la Población Trabajadora en los Centros de Trabajo., Julio 1993

27.- J. A Marti Mencadal, H Desoille, Medicina del Trabajo, Capítulo 29 ,  
2 edición , febrero 1993, Editorial Masson

28.- Douglas w. Kononen, First-year changes in blood lead and zinc protoporphyrin levels within two groups of occupational lead workers, American Industrial Hygiene Association, 1991, 52 (4) 177-182

29.- J Jeyaratnam, g Devathasan, Neurophysiological studies on workers exposed to lead, British Journal of Industrial Medicine, 1985; 42:173-177

30.- Salud Pública de México, May-Jun 1995, vol , 37, No. 3 pp 264-275

31.- Norma Oficial Mexicana NOM-026-ssa11993, Salud Ambiental, Criterio para

Evaluar la Calidad de Aire Ambiente con respecto al Plomo, valores permisibles de plomo.; Diario Oficial 1999

# ANEXOS

## ANEXO No. 1

### CARACTERISTICAS DE LAS GASOLINAS EN MEXICO

#### NOVA Y MAGNA – SIN ( 48 )

Olefinas ( % vol )	15	10.3	92
Aromáticos ( % vol )	30	27.2	32
Benceno ( % vol )	2	1	1
Presión de vapor lb / pg	28.5	8.1	7.2
Azufre ( v% /peso)	0.15	0.48	0.039
Plomo (ml/ gal)	0.21	0.01	0.01
Indice de octano	81	87	87
MTBE ( % /peso )	1.05	1.05	> 2
Destilación	70 max.		
Corrosión de 3 horas a 50° C.			
Gomma preformada	3 mg Max/110 ml.		
Periodo de inducción	240 min.		
Color visual	salmon		
Aditivo ml/m <sup>3</sup>	110 min.		

1. Las temperaturas de destilación son corregidas a 760 mm/hg.
2. Método opcional de control interno: Espectrofotometría de absorción atómica.
3. El color salmon se obtiene con 0.7 mg. De anilina roja por litro.

## ANEXO No. 2

### TABLAS DE VALUACION DE INCAPACIDAD

Artículos 514 de la Ley Federal del Trabajo.

Parálisis completas e incompletas (paresias) por lesiones de nervios periféricos

Miembro superior

114. Parálisis total del miembro superior.....	70 a 80 %
115. Parálisis radicular superior.....	40%
116. Parálisis radicular inferior.....	60%
117. Parálisis del nervio subescapular.....	12%
118. Parálisis del nervio circunflejo.....	15 a 30%
119. Parálisis del nervio músculo-cutáneo.....	30 a 35%
120. Parálisis del nervio mediano en brazo.....	45%
121. Parálisis del nervio mediano en muñeca.....	15 a 25%
122. Parálisis del nervio mediano con causalgia.....	50 a 80%.
123. Parálisis del nervio cubital a nivel de codo.....	35%
124. Parálisis del nervio cubital lesionado a nivel de mano.....	30%
125. Parálisis del nervio radial si esta lesionado por arriba de la rama del tríceps.. ..	50%
126. Parálisis del nervio radial si esta lesionado abajo de la rama del tríceps.....	40%

Parálisis completa o incompleta (paresias) por lesiones de los nervios periféricos.

Miembro inferior

220. Parálisis total del miembro inferior.....70 a 80%

221. Parálisis completa del nervio ciático.....40%

222. Parálisis del ciático poplíteo externo.....35%

223. Parálisis del ciático poplíteo interno.....30%

224. Parálisis combinada del ciático.....40%

225. Parálisis del nervio crural.....40- 50%

226. Con reacción causálgica de los nervios antes mencionados

aumenta de .....20 a 30%

227. En caso de parálisis combinadas por lesiones de los nervios antes mencionados, en ambos miembros , se sumarán los porcentajes sin que en ningún caso las incapacidades sumadas pasen de 100%



**ANEXO No. 3**

### ANEXO 3.- OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE	INDICADOR	ITEMS	RANGO
1.-INDEPENDIENTE: Exposición ocupacional al Tetraetilo de plomo	* Puesto específico	¿Qué puesto ocupa en la empresa?	1.- Expuesto al TEP (Manejador de gasolina) 2.- Expuesto al TEP.
	* Antigüedad en el puesto	¿Desde hace cuanto tiempo ocupa ese puesto?	1. Un año 2. Dos años 3. tres años 4. mas de 10 años
	* Datos clínicos	Ver anexo No. 4	- Presentes (Anexo No. 4) - Ausentes
2.- DEPENDIENTE: Intoxicación por Tetraetilo de plomo.	* Concentración de Plomo en sangre	Técnica de Espectrofotometría de absorción atómica. (Anexo No. 4)	NORMAL= 40 ug/100 ml ALTA = 40 ug/100 ml
	* Alteraciones neurológicas periféricas.	Velocidad de conducción nerviosa en electromiografía.	NORMAL = 55 + 5 m/seg-57+5 DISMINUIDA (Ver anexo No. 8)

ANEXO No. 4

ESTUDIO CLINICO-TOXICOLOGICO

"CUESTIONARIO PARA DETERMINAR LOS CRITERIOS DE INCLUSION O EXCLUSION".

1.- ¿Cuál es su puesto actual? .....

\_\_\_\_\_

2.- ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en este puesto?.....

\_\_\_\_\_

3.-¿Qué puesto tenía anteriormente?.....

\_\_\_\_\_

4.-¿Tiene algún familiar diabético?.....

\_\_\_\_\_

5.-¿Ha ingerido Ud. Mas de 2 cervezas (u otra bebida alcohólica), por día en los últimos 3 meses?.....

\_\_\_\_\_

6.-¿Ha ingerido actualmente algunos de los siguientes medicamentos. \_\_\_\_\_

1. Fenilhidantoina

4. Nitrofurán

2. Vincristina

5. Cloroquina

3. Hidralacina

6. Talio

7.- ¿Se ha aplicado recientemente toxoide tetánico?.....

\_\_\_\_\_

8.- ¿Padece usted actualmente algunas de las siguientes enfermedades?.....

.....  
\_\_\_\_\_

- |                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| - Insuficiencia renal crónica. | - Alcoholismo |
| - Anemia perniciosa            | - Sífilis     |
| - Diabetes Mellitus            | - Cáncer      |
| - Arteriosclerosis             | - Beriberi    |

## CODIFICACION PARA LOS CRITERIOS DE INCLUSION O EXCLUSION

- 1) Puesto actual:
- 1 Expuesto al TEP (chofer, ayudante, ayudante de chofer o llenador)
- 2 No expuesto al TEP
- 2) Puesto anterior:
- 1 Expuesto al TEP
- 2 No expuesto al TEP
- 3) Antec. Fam. Diabetes:
- 1 Positivos (en cualquier familiar)
- 2 Negativos
- 4) Alcoholismo:
- 1 Positivo
- 2 Negativo
- 5) Ingesta de algún medicamento:
- 1 Si
- 2 No.
- 6) Toxoide Tetanico
- 1 Si
- 2 No



- Movilidad \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- Reflejos  
ostotendinosos \_\_\_\_\_

### CODIFICACION PARA EL CUESTIONARIO

#### 1.- EDAD:

1. 15 a 19 años
2. 25 a 29
3. 30 a 34
4. 35 a 39
5. 40 a 44
6. 45 a 49
7. 50 a 54
8. 55 a 59
9. 60 y mas





7.- Calambres

1 Si

2 No

### DATOS DE LABORATORIO Y GABINETE

1.-Concentración de plomo en sangre.

\_\_\_\_\_

(normal: 40 mg/100 ml)

Velocidad de conducción:

- Para nervio mediano:

motor: \_\_\_\_\_ (normal: 57 + -5 metros por segundo)

sensorial: \_\_\_\_\_ (normal: 57 + -4 metros por segundo)

Para nervio cubita

motor: \_\_\_\_\_ (normal: 62 + -5 metros por segundo).

Sensorial: \_\_\_\_\_ (normal 57 + -5 metros por segundo).

Para nervio radial:

motor: \_\_\_\_\_ (normal: 72 + -6 metros por segundo)

sensorial: \_\_\_\_\_ (normal 55 + -5 metros por segundo)

## ANEXO No. 5

### DETERMINACION DE PLOMO EN SANGRE POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.

El método basado en la técnica de quelación involucra la hemólisis de la sangre con una solución de triton x -100 S, el metal liberado es quelado con pirrolidin ditiocarbamato de amonio, y en esta forma se extrae por medio del solvente metil-isobutil-cetona, este extracto se analiza se un espectrofotometro de absorción atómica.

#### **Reactivos.**

- solución patrón del plomo de 1000 µg/dl.
- solución estándar de plomo de 10 ug/ml.
- Pirrolidin ditiocarbamato de amonio al 2% (P/V).
- Tritón X-100 al 10% (V/V).
- Metil-isobutil-cetona (Saturada en agua).
- Cloruro de calcio dihidratado. 1.5

### **Procedimiento:**

1.- Preparación de los estándares. Disponer de sangre completa con una concentración normal de plomo, para esto se puede utilizar sangre caduca obtenida del banco de sangre. colocar 5 ml de muestra 4 tubos. Añadir a cada uno de los tubos por separado: 0, 0.15, 0.30 y 0.60 ml de estándar de trabajo de plomo añadido.

2.- Preparación de las muestras:

- 1) Depositar 5 ml de sangre en un tubo de tapón de rosca de 16 x 50 mm.
- 2) Se agrega 5 ml de isobutil-cetona saturada en agua y se agita durante 5 minutos.
- 3) Centrifugar la muestra a 3000 x 10 minutos.
- 4) Leer las absorbencias del blanco, problema y estándares.

### **Cálculos.**

Al promedio de lecturas obtenidas del blanco, se le resta el promedio de lectura de los estándares. Los valores corregidos de absorbencia se grafican contra las concentraciones (30,60 y 120 ug/dl) y se determinan la concentración de los problemas directamente de esta curva de calibración.

Si el instrumento de absorción atómica tiene la capacidad de efectuar lecturas directamente en concentración, ajustar el instrumento con un estándar y determinar los ug totales de plomo en la muestra. Por ejemplo, si se usa el estándar de 60 ug/dl, este contendrá 3.0 ug de plomo en los 5 ml

de solventes equivalentes a los ug en 5 ml de sangre, o  $3 \times 100/5=60$  ug/dl.

Por lo tanto, ajuste

a 3.0 ug el aparato. Lea los ug de plomo en la muestra y calcule la concentración final en ug/dl como sigue.

$$\text{Plomo en sangre (ug/dl)} = \frac{\text{ug totales de plomo en la muestra} \times 100}{\text{ml de muestra}}$$

En la población expuesta, el valor aceptable es de 40 ug/dl.

## **ANEXO No. 6**

### **TECNICA DE RECOLECCION DE MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE**

La recolección de las muestras para determinación de plomo en sangre se realizó en el área de trabajo del grupo experimental en un lugar aislado de los sitios de exposición.

No se requirió el ayuno del paciente, previo a la toma de sangre.

Previo asepsia de la zona (pliegue del codo) se procedió a extraer entre 3 y 5 mililitros de sangre, la cual fue recolectada en tubos de vidrio al vacío, con tapones de corcho, preparados previamente con anticoagulantes.

Posteriormente, las muestras recolectadas fueron trasladadas inmediatamente al laboratorio de análisis.

## ANEXO No. 7

### “TECNICA PARA REALIZAR LA ELECTROMIOGRAFIA”

Preparar al paciente para la exploración psicológica y física, explicarle que experimentara escaso dolor, que la intensidad de la corriente es muy pequeña y contracciones musculares involuntarias.

El paciente debe estar en posición en decúbito horizontal sin ropa (cubierto con una sabana), sobre una mesa de exploración de madera.

Debe haber relajación previa por espacio de una media hora. La habitación debe ser adecuada, silenciosa, aislada y caliente. debe estar bien iluminad evitando la acción directa de la luz.

El generador de impulsos debe colocarse en una mesa portátil baja, de forma que el operador examinar el instrumento y realizar las lecturas y adaptación con facilidad.

La sección de los músculos que deben exponerse dependen necesariamente de la localización y extensión del proceso patológico con previo test muscular.

**ANEXO No. 8**  
**TECNICA PARA LA STANDARIZACION DE LA ELECTROMIOGRAFIA**  
**EN PUERTO RICO**

LA STANDARDIZACION DE LA ELECTROMIOGRAFIA EN PUERTO RICO

NERVIO	PUNTO DE ESTIMULACION	ELECTRODO ACTIVO	PERIODO DE LATENCIA DISTAL	VELOCIDAD NEUROCONDUCCION
<p><b>TIBIAL ANTERIOR</b> (PERONEAL NERVE)</p>	<p>1. PROXIMAL A LA CABEZA DEL PERONE EL NERVO PERONEO COMUN CRUZA POR ENCIMA Y LUEGO MEDIAL A LA CABEZA DEL PERONE PARA ADENTRARSE EN EL ESPACIO POFILITEO 2. INMEDIATAMENTE DISTAL A LA CABEZA DEL PERONE EL NERVO SE ENCUENTRA ANTERIORMENTE Y PROFUNDAMENTE TOBILLO- CARA ANTEROLATERAL (EN EL 20% DE LAS PERSONAS ENCONTRAMOS UN NERVO ACCESORIO PARA EL PIEDO (EXT. DIG BREVIS) ESTE NERVO SE DESPLAZA POR DEBAJO DEL MALEOLO EXTERNO 1. ESPACIO POFILITEO</p>	<p>(RAMA PLANTAR EXTERNA) ABDUCTOR PROPIO DEL 5to DEDO (EXACTAMENTE POR DEBAJO DE LA PUNTA DEL MALEOLO EXTERNO AL NIVEL DE LA UNION DE LA PLANTA DEL PIE CON LA PIEL NORMAL, (RAMA PLANTAR INTERNA) ABDUCTOR DEL DEDO GORDO (INMEDIATAMENTE POR DEBAJO DEL TUBERCULO DEL ESCAFOIDES ) COLOCADOS A 4 CENTIMETROS DE SEPARACION MONTADOS EN UNA BARRA DE PLASTICO INMEDIATAMENTE POR DEBAJO DEL MALEOLO EXTERNO</p>	<p>MENOS DE <b>6.0</b> MIL/SEG</p>	<p>POR DEBAJO DEL PERONE <b>50 + 6</b> METROS/SEG CRUZANDO LA CABEZA DEL PERONE <b>50 + 6</b> METROS/SEG</p>
<p><b>TIBIAL POSTERIOR</b> (POSTERIOR TIBIAL NERVE)</p>	<p>2. POSTERIOR AL MALEOLO INTERNO</p>	<p>AL ABDUCTOR DEL DEDO PEQUEÑO</p>	<p><b>5.9 + 0.8</b> MIL/SEG AL ABDUCTOR DEL DEDO GORDO <b>5.3 + 0.8</b></p>	<p><b>51 + 6</b> METROS/SEG</p>
<p><b>SURAL</b> (ANTIDROMICO)</p>	<p>CARA VENTRAL MEDIA DE LA REGION SURAL (EL CATHODO COLOCADO DISTALMENTE)</p>	<p>DE SOBRES EL LIGAMIENTO INGUINAL AL VASTO INTERNO <b>7.1</b> MIL/SEG DEBAJO DEL LIGAMENTO INGUINAL AL VASTO INTERNO <b>6.0</b> MIL/SEG</p>	<p>MAYOR DE <b>40</b> METROS/SEG</p>	<p><math>14 \approx 140 + 3.5</math> R <math>\approx 40</math> METROS/SEG = R <b>3.5</b></p>
<p><b>FEMORAL</b></p>	<p>1. PROXIMAL AL LIGAMIENTO INGUINAL Y LATERAL A LA ARTERIA FEMORAL (UN ELECTRODO DE AGUJA PUEDE AYUDAR) 2. DISTAL AL LIGAMIENTO INGUINAL (UN ELECTRODO DE AGUJA PUEDE AYUDAR) 3. DISTA AL TRIANGULO DE HUNTER (CARA ANTERIOR TERCIO-MEDIO DEL MUSLO)</p>	<p>VASTO INTERNO EL ELECTRODO DE REFERENCIA SOBRE LA ROTULA</p>	<p>DE SOBRES EL LIGAMIENTO INGUINAL AL VASTO INTERNO <b>7.1</b> MIL/SEG DEBAJO DEL LIGAMENTO INGUINAL AL VASTO INTERNO <b>6.0</b> MIL/SEG</p>	<p><b>69 + 9</b> METROS/SEG</p>
<p><b>CIATICO</b></p>	<p>ESCATADURA CIATICA. MAYOR SE REQUIERE UN ELECTRODO DE AGUJA PARA ESTIMULAR</p>	<p>(RAMA EXTERNA-PERONEO COMUN) MASA MUSCULAR DEL PIEDO (EXT DIG BREVIS) EN LA CARA ANTEROLATERAL DE LA REGION MEDIOTARSIANA PROXIMAL (RAMA INTERNA-TIBIAL DE LA NARIZ) 1. FRONTAL (SOBRE EL PUNTO MEDIO DE LA CEJA) 2. NASAL (VENTANA DE LA NARIZ)</p>	<p>MENOS DE <b>4.0</b> MIL/SEG</p>	<p><b>55 + 7</b> METROS/SEG</p>
<p><b>FACIAL</b></p>	<p>ANGULO DE LA QUIJADA (MONTANDO SOBRE EL APOFISIS MASTOIDES)</p>	<p>MENOS DE <b>4.0</b> MIL/SEG</p>	<p>MENOS DE <b>4.0</b> MIL/SEG</p>	<p>MENOS DE <b>4.0</b> MIL/SEG</p>



NERVIO	PUNTO DE ESTIMULACION	ELECTRODO ACTIVO	PERIODO DE LATENCIA DISTAL	VELOCIDAD NEUROCONDUCCION
<b>MEDIANO (MOTOR)</b>	1.- PUNTO DE ERB (FOSA SUPRACLAVICULAR) 2.- CARGA ANTERIOR DEL ESPACIO ANTECUBITAL (LICERAMENTE LATERAL A LA ARTERIA BRAQUIA. 3.- MUÑECA (8 CM PROXIMAL AL ELECTRODO RECEPTOR ACTIVO) ENTRE LOS TENDONES DEL LARGO PALMAR Y EL SEGUNDO RADIAL EXTERNO (FLEXOR CARPI RADIALIS). ELECTRODOS ANULARES COLOCADOS CON 4 CM DE SEPARACION ALREDEDOR DEL INDICE Y DEDO MEDIO CON EL ACTIVO( CATODO) EN LA BASE DEL DEDO	MUSCULOS DE LA REGION TENAR (EN LA PROMINENCIA MUSCULAR DEL ABDUCTOR CORTO DEL PULGAR EL ELECTRODO DE REFERENCIA SE COLOCA SOBRE EL TENDON U CITRA AREA DE SILENCIOELECTRICO	<b>3.7 + 0.3 MIL/SEG</b>	<b>57 + 5 METROS/SEG</b>
<b>MEDIANO SENSORIAL</b> 1.- ORTODROMICO	SE INVIERTE TODO LO ANTERIOR SE ESTIMULA EN LA MUÑECA A 14 CM DEL ELECTRODO RECEPTOR ACTIVO	LOS ELECTRODOS ACTIVOS Y DE REFERENCIA A 4 CM DE SEPARACION MONTADOS EN UNA BARRA DE PLASTICO EL ELECTRODO ACTIVO ES COLOCADO 14 CM DEL CATODO ENTRE LOS TENDONES DEL PALMAR MAYOR Y DEL TENDON FLEXOR RADIAL DE CARPO ELECTRODOS ANULARES COLOCADOS A 4 CM DE SEPARACION EN LA BASE DEL INDICE (ACTIVO) Y EL DE REFERENCIA COLOCADO DISTALMENTE	<b>3.2 + 0.2 MIL/SEG.</b>	<b>57 + 4 METROS/SEG.</b>
<b>ANTIDROMICO</b>	SE INVIERTE TODO LO ANTERIOR SE ESTIMULA EN LA MUÑECA A 14 CM DEL ELECTRODO RECEPTOR ACTIVO	ELECTRODOS ANULARES COLOCADOS A 4 CM DE SEPARACION EN LA BASE DEL INDICE (ACTIVO) Y EL DE REFERENCIA COLOCADO DISTALMENTE	<b>3.2 + 0.2 MIL/SEG</b>	<b>57 + 4 METROS/SEG.</b>
<b>CUBITAL (MOTOR) (ULNAR NERVE)</b>	1.- PUNTO ERB (FOSA SUPRACLAVICULAR) 2.- PROXIMAL A ESCOTADURA CUBITAL DEL NUMERO 3.- DISTAL A LA ESCOTADURA CUBITAL. 4.- EN LA MUÑECA: 8CM PROXIMAL AL ELECTRODO DE RECEPCION ACTIVO) INMEDIATAMENTE POR SOBRE EL TENDON DEL MUSCULO CUBITAL ANTERIOR (FLEXOR CARPI ULNARIS) ELECTRODOS ANULARES COLOCADOS CON 4 CM DE SEPARACION EN EL DEDO MENIQUE EL CATODO U ACTIVO EN LA BASE DEL DEDO SE INVIERTE TODO LO ANTERIOR Y SE ESTIMULA EN LA MUÑECA A 14 CM DEL RECEPTOR ACTIVO (EVITE EL ENTRECruzAMIENTO DE LOS ALAMBRES DE LOS ELECTRODOS)	1.- ABDUCTOR DEL MENIQUE (SOBRE LA AL ABDUCTOR DEL MENIQUE 2.- ADUCTOR DEL PULGAR (SOBRE EL PUEGUE PALMAR LATERAL ) 3.4 + 0.6 MIL/SEG.	<b>3.2 + 0.25 MIL/SEG</b>  <b>3.2 + 0.25 MIL/SEG</b>	<b>57 + 5 MIL/SEG</b>  <b>57 + 5 MIL/SEG</b>
<b>CUBITAL SENSORIAL</b> 1.- ORTODROMICO 2.- ANTIDROMICO	SE INVIERTE TODO LO ANTERIOR Y SE ESTIMULA EN LA MUÑECA A 14 CM DEL RECEPTOR ACTIVO (EVITE EL ENTRECruzAMIENTO DE LOS ALAMBRES DE LOS ELECTRODOS)	ELECTRODOS RECEPTORES ACTIVO Y DE REFERENCIA A 4 CM DE SEPARACION SITUADO A 14 CM DEL CATODO SOBRE EL	<b>3.2 + 0.25 MIL/SEG</b>  <b>3.2 + 0.25 MIL/SEG</b>	<b>57 + 5 METROS/SEG</b>  <b>57 + 5 METROS/SEG</b>
<b>RADIAL (MOTOR)</b>	1.- PUNTO DE ERB (FOSA SUPRACLAVICULAR) BRAZO POSTERIOR Y LATERAL (PLIEGUE POSTERIOR DEL DELTOIDES) 3.- ESPACIO ANTECUBITAL EXTERNA 2 BANDAS DE PLOMO CON 4 CM DE SEPRACION SOBRE EL DORSO DEL PRIMER ESPACIO INTEROSEO. CATODO O ACTIVO SE COLOCA PROXIMALMENTE O ELECTRODOS ANULARES EN EL DEDO PULGAR	ELECTRODOS ANULARES CON 4 CM DE SEPARACION AL CATODO EN LA BASE DEL MENIQUE 1.- EXTENSOR PROPIO DEL INDICE	<b>3.3 + .4 MIL/SEG</b>	DEL PUNTO DE ERB AL CODO 72 + 6 METROS/SEG. SOBRE EL CODO AL EXTENSOR PROPIO DEL INDICE 62 + METROS/SEG
<b>RADIAL SENSORIAL</b> RADIAL ORTODROMICO	SE INVIERTE TODO LO ANTERIOR Y SE ESTIMULA EN LA MUÑECA A 14 CM DEL RECEPTOR ACTIVO (EVITE EL ENTRECruzAMIENTO DE LOS ALAMBRES DE LOS ELECTRODOS)	ELECTRODOS ANULARES COLOCADOS A 4 CM DE SEPARACION SOBRE LA CARA DORSO EXTERNA DEL RADIO (EN LA UNION DEL TERCIO MEDIO CON EL DISTAL	<b>3.3 + .4 MIL/SEG</b>	<b>55 + 5 METROS/SEG</b>

