

**CORRELACIÓN DE LA CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE CON
PARÁMETROS DE LA QUIMICA SANGUINEA EN TRABAJADORES
INFORMALES DE MECANICA AUTOMOTRIZ**

**SHIRLEY GONZÁLEZ OSPINO, MD
Estudiante de Maestría en Toxicología**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE MEDICINA
MAESTRIA EN TOXICOLOGIA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
2018**

**CORRELACIÓN DE LA CONCENTRACION DE PLOMO EN SANGRE CON
PARÁMETROS DE LA QUIMICA SANGUINEA EN TRABAJADORES
INFORMALES DE MECANICA AUTOMOTRIZ**

SHIRLEY GONZÁLEZ OSPINO

Trabajo de investigación para optar al título de
Magister en toxicología

Director:

Boris Johnson Restrepo, PhD.

Asesor metodológico

Enrique Carlos Ramos Clason

MD. M. Sc. Salud Pública

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE MEDICINA
MAESTRIA EN TOXICOLOGIA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
2018**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, D. T y C., agosto de 2018

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a Dios como fuente de mi provisión en todos los sentidos al abrir puertas y darme la fortaleza para seguir adelante en todas las promesas dadas por él en mi vida, la gloria sea para Él.

A mi familia, mi esposo y mis hijos que son el impulso, el apoyo incondicional que me motiva en mi constante deseo de mejorar cada día como persona, como madre, como ser humano y como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su fidelidad y proveerme de su infinito amor y misericordia.

A mi familia por su apoyo incondicional.

Al Doctor Boris Johnson Restrepo, PhD, Decano de la facultad de Química de la Universidad de Cartagena, por la dirección de esta tesis, así como por las enseñanzas recibidas, que incluyen el poner a mi disposición tanto sus conocimientos en el campo de la toxicología e investigación, como la infraestructura necesaria para llevar a buen término un trabajo como este.

El cuerpo docente y Directivos del departamento de Toxicología de la Facultad De Medicina de la Universidad de Cartagena, Guillermo González, Miriam Gutiérrez, María Cecilia García, por sus enseñanzas, aportes y compromiso con la Maestría.

A todo el Grupo de investigación de Química y Ambiente, de la Línea de Investigación Metales en trabajadores informales, gracias por el acompañamiento y apoyo en este proyecto.

Al Laboratorio de la maestría en toxicología de la universidad de Cartagena, a la bacterióloga Dra. María Vallejo.

A Enrique Ramos. MD, Especialista en Salud Pública, Gracias por sus asesorías en el aspecto metodológico, epidemiológico y estadístico, por su orientación y enseñanzas requerido en este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN DEL PROYECTO	8
INTRODUCCION.....	10
1. MARCO TEÓRICO.....	12
1. 1. Exposición al plomo e intoxicación	12
1. 2. Diagnóstico.....	15
2. METODOLOGIA	17
2. 1. Diseño de investigación	17
2. 2. Población	17
2. 2. 4. Muestra y muestreo.....	18
2. 3. Operacionalización de variables.....	19
2. 4. Obtención de la información.....	20
2. 5. Análisis estadístico.....	22
2. 6. Aspectos éticos	22
3. RESULTADOS.....	24
4. DISCUSIÓN	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
FIGURAS	37
ANEXOS	40

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características generales, del entorno laboral, antecedentes, hallazgos clínicos y paraclínicos en la población de estudio	25
Tabla 2. Comparación de edad, aspectos del entorno laboral, IMC y hallazgos paraclínicos estratificado por niveles de plomo mayores de 5 o no.....	26
Tabla 3. Comparación de edad, aspectos del entorno laboral, IMC y hallazgos paraclínicos estratificado por niveles de plomo mayores de 10 o no.....	26
Tabla 4. Medidas de tendencia central de niveles de plomo, glicemia y colesterol estratificado por tipo de oficio de los encuestados	27
Tabla 5. Correlación Rho de Spearman de los niveles de plomo con los parámetros paraclínicos evaluados en la muestra estudiada.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de los niveles de Plomo estratificado por tipo de oficio	37
Figura 2. Comportamiento de los niveles de Glicemia estratificado por tipo de oficio	38
Figura 3. Comportamiento de los niveles de Colesterol estratificado por tipo de oficio	38
Figura 4. Correlación entre los niveles séricos de plomo y los valores de colesterol total en trabajadores de la industria automotriz	39

LISTA DE ANEXOS

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción: el plomo es un metal gris plateado ubicuo; la intoxicación por el mismo se llama saturnismo y se diagnostica en adultos y niños por valores séricos de plomo por encima de 5 µg/dl. La exposición es regularmente ocupacional y se ha descrito en trabajadores informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares. Una vez el plomo ingresa al cuerpo humano, regularmente por vía respiratoria, oral o cutánea, se localiza en órganos de contenido graso por su liposolubilidad, como el hígado donde estimula la producción de lípidos por inhibición de la enzima citocromo p450. Diversos estudios han observado el comportamiento de Protoporfirina Zinc como marcador diagnóstico, pero ningún estudio ha evaluado su efecto en la química sanguínea. El propósito de este estudio fue la estimación de la relación bivariante entre las concentraciones de plomo en sangre total y cada uno de los siguientes parámetros como son: Colesterol total, triglicéridos y ácido úrico en trabajadores informales de la mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares en las ciudades de Barranquilla y Cartagena evaluados.

Metodología: El estudio fue de corte transversal que tomo como población los trabajadores informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares en Cartagena y Barranquilla (n=72 trabajadores). Se midieron variables sociodemográficas, del entorno laboral y se tomó muestra sanguínea para estimar los niveles de plomo en sangre total, ácido úrico, glicemia, triglicéridos y colesterol total. Se realizó correlaciones no paramétricas de Spearman según criterios de normalidad y se ponderará la magnitud de la relación entre las variables del modelo estimando coeficiente de correlación, rho(ρ).

Resultados: En los 72 casos estudiados, el 44.4 % de la población de trabajadores rebaso el criterio máximo de toxicidad de 5 µg/dL reportado por la CDC de los EE.UU. (Centers for Disease Control). La estimación de las correlaciones entre los niveles de plomo en sangre y los valores paraclínicos en los trabajadores informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares mostraron que únicamente el colesterol fue única variable que se correlaciono negativamente pero significativamente con un coeficiente de correlación Rho de -0,273 ($p < 0.05$) (IC 95%: -0,475 a -0,044).

SUMMARY

Introduction: Lead is a ubiquitous silvery gray metal; poisoning being its called lead poisoning which is diagnosed by serum levels in adults and children $5 \mu\text{g} / \text{dl}$. Exposure is regularly occupational and has been described in informal auto mechanics and vehicle battery recyclers. Once the lead enters the human body, regularly by respiratory, oral or cutaneous, it is located in organs of fat content to its liposolubility, such as the liver where it stimulates the production of lipids by inhibiting the enzyme cytochrome p450. Several studies have observed the behavior of Protoporphyrin Zinc as a diagnostic marker, but no study has evaluated its effect on blood chemistry. The purpose of this study was to estimate the bivariat relationship between total blood lead concentrations and each of the following parameters, such as: Total cholesterol, triglycerides and uric acid in informal workers of auto mechanics and vehicle battery recyclers in the cities of Barranquilla and Cartagena evaluated.

Methodology: The study was a cross section that took as a population the informal workers of auto mechanics and vehicle battery recyclers in Cartagena and Barranquilla ($n = 72$ workers). Sociodemographic variables were measured from the work environment and a blood sample was taken to estimate the levels of lead in whole blood, uric acid, glycemic, triglycerides and total cholesterol. Non-parametric Spearman correlations were made according to normality criteria and the magnitude of the relationship between the model variables was estimated by estimating the correlation coefficient, rho (ρ).

Results: Of the 72 cases studied, 44.4% of the worker population exceeded the maximum toxicity criterion of $5 \mu\text{g} / \text{dL}$ reported by the US CDC. (Centers for Disease Control). The estimation of correlations between blood lead levels and paraclinical values in informal auto mechanics and vehicle battery recyclers showed that cholesterol was the only variable that correlated negatively but significantly with a Rho correlation coefficient of -0.273 ($p < 0.05$) (95% CI: -0.475 to -0.044).

INTRODUCCIÓN

La búsqueda continua del hombre en mejorar la calidad de vida, el bienestar y el aumento de la productividad ha permitido el desarrollo de la tecnología y de mecanismos para aprovechar los recursos naturales, por lo cual la generación de nuevas sustancias químicas se ha convertido en componentes esenciales de la sociedad (1, 2, 10). Lo que nos expone a factores ambientales adversos con altos niveles de contaminantes ambientales metales tóxicos, material particulado, estos factores coexisten con una malnutrición poblacional, malos hábitos de higiene y carencia de normas de autocuidado situación está que puede producir a mediano y largo plazo deterioro en la en la salud de la población (2, 3, 12).

El plomo (Pb) es un metal encontrado en forma elemental en rocas y suelos; también se utiliza en la fabricación de baterías, soldaduras, aleaciones de metales, plásticos, cerámica vidriada, entre otros. En ciertos países aún se comercializan pinturas y gasolina con Pb. Este una vez inhalado a través del material particulado fino o ingerido en forma soluble, es absorbido, e incorporado a los eritrocitos y distribuido a múltiples tejidos, incluido el cerebro, riñones, médula ósea, y gónadas (3). Se ha reportado que concentraciones sanguíneas de Pb, aún menores que 5 µg/dl (0.48 µmol/l), se asocian con un aumento de riesgo cardiovascular, cáncer y mortalidad por todas las causas (4,5).

El Pb tiene la capacidad de atravesar la barrera placentaria y llegar al feto donde produce efectos en el crecimiento y desarrollo fetal (6). Se ha observado recientemente una correlación negativa entre los niveles de Pb en la placenta humana y el peso de nacimiento (7,8). Debido al riesgo que puede tener para el feto en desarrollo que la

madre esté expuesta a Pb durante el embarazo, las mujeres en edad reproductiva representan un grupo vulnerable de la población para las cuales el biomonitoreo de Pb puede ser importante, especialmente en ciudades contaminadas.

La contaminación de los lugares de trabajo es un problema actual en salud ocupacional, principalmente por la fundición primaria o secundaria de metales pesados en enormes hornos pirometalúrgicos (8). Existen otras causas no menos importantes como la contaminación producida por la variedad de pequeños talleres informales de metalmecánica, pintura, reparación de radiadores y baterías que se encuentran en las ciudades y cabeceras municipales del país. En Salud Ocupacional, las medidas de higiene y seguridad de los trabajadores de estos talleres informales son deficientes o nulas, regularmente estas personas viven donde tiene sus talleres exponiendo así no solo a ellos sino a otros miembros de la familia y también a la comunidad en general a xenobioticos con capacidad de producir daño en diferentes sistemas que incluso pueden producir secuelas irreversibles y hasta la muerte, esto debido a la ausencia de programas de capacitación y prevención-promoción de la salud en el trabajo, desconocimiento de los efectos de la exposición a metales como el plomo (7,8,15,23). Sabemos que la exposición ocupacional al plomo sin protección adecuada determina intoxicación saturnina y paso de ser un problema de salud ocupacional para convertirse en un problema de salud pública a nivel mundial dada la ubicuidad del metal (7, 23,33). Los resultados del presente estudio evidencian el comportamiento de los parámetros de colesterol total, glicemia, hemoglobina frente a la presencia de niveles sanguíneos de plomo, esto podría conllevar a la identificación temprana de una exposición ambiental de otros trabajadores con patrones similares a los encontrados y de alertar a los entes de control de tomar medidas preventivas tendientes a mejorar las condiciones laborales de esta población trabajadora.

1. MARCO TEÓRICO

1. 1. Exposición al plomo e intoxicación

El Plomo está considerado como un metal pesado, su símbolo químico es Pb, su número atómico es 82 y se encuentra En el grupo IV A de la tabla periódica. Tiene un punto de fusión de 328 °C y un punto de ebullición de 1740 °C, desprende abundantes vapores a partir de los 600 °C, el plomo se encuentra distribuido por todo el planeta (21). El plomo es la primera causa de intoxicación ocupacional a nivel mundial. Las actividades laborales con mayor riesgo de intoxicación son: industria automotriz, fabricación de baterías, fabricación y uso de pinturas, trabajo con hierro, entre otras (21).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA -EUA) indica que el polvo de plomo ocasiona un gran peligro para la salud; éste se forma al lijar, raspar o calentar la pintura que contiene plomo en su composición o extraerlo de acumuladores de energía usados (baterías de auto). El polvo de plomo, humo o vapores con este acumulado de metal, se puede volver a mezclar con el aire cuando las personas barren, aspiran o caminan sobre él e ingresa al cuerpo si las personas se llevan a la boca objetos o las manos cubiertas por polvo o vapores de plomo o lo ingieren accidentalmente especialmente durante renovaciones de las superficies pintadas (22).

El envenenamiento por plomo saturnismo o plumbemia y se determina cuando en el examen de sangre se presenta una concentración de plomo 10 µg/dL en adultos y de 5 µg/dL o más en niños; puede originar afectación renal y ósea, convulsiones, edema cerebral y finalmente la muerte (23).

En el lugar de trabajo o el medio ambiente la exposición a este metal es común en muchos países en desarrollo, esto tal vez obedece a que el plomo es abundante en el planeta, pero principalmente porque sus productos y compuestos físicos y químicos son útiles en la fabricación de una variedad de productos, además de esto por su fácil manipulación de forma artesanal (24).

La expansión de las actividades industriales en los siglos XIX y XX, principalmente el auge y el crecimiento de la industria automotriz, desencadenó un aumento en el uso del plomo y la distribución de desechos en el medio ambiente, (aproximadamente 300 millones de toneladas en el último 500 años) (24). En consecuencia, la exposición de individuos en diversos grados (24).

En todas las grandes ciudades de América Latina y el Caribe (ALC) existe una multiplicidad de personas que recolectan, separan y comercializan materiales tales como cartón, papel, vidrio, plástico o metal, y hacen de esta actividad su principal fuente de ingresos. Genéricamente se los conoce como “recicladores informales” (25). El grupo de gestión de residuos sólidos del BID ha desarrollado una línea de trabajo para fortalecer el proceso de “formalización” e incorporar lecciones aprendidas que puedan ser replicadas en el resto de la región (24, 25, 26).

El reciclaje de Los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) para la obtención de elementos tales como oro, cobre y plomo en el sector informal y en muchas ocasiones de forma ilegal, ofrece oportunidades a los sectores más necesitados. Estos procesos afectan a poblaciones vulnerables, como los propios trabajadores, niños y mujeres embarazadas, cuando están expuestos de forma directa o indirecta (26,28). La rápida innovación tecnológica y la reducción del tiempo de vida de los aparatos, entre otros factores, contribuyen a que estos residuos sean una de las corrientes de mayor crecimiento en el mundo, tanto en los países industrializados como

no industrializados, con una tasa de crecimiento anual y global del 5 %. En Colombia, la generación de RAEE (Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) domésticos en el 2014 se estimó en 252.000 toneladas, equivalente a 5,3 kg por habitante (27).

En Colombia opera un programa de pos consumo de baterías ácidas de auto, donde los dueños de vehículos llevan sus baterías para cambio a los sitios autorizados, estos sitios actúan como centros de acopio son: talleres, servitecas (sitios donde realizan cambios de aceite), almacenes de repuestos y sitios formales, donde se venden baterías para vehículos y hayan sido escogidos por los programas pos consumo, luego son transportadas a centros especializados para el proceso de reciclaje y disposición final. A través de un proceso químico, se extrae por completo el plomo que contienen estos acumuladores de energía, que luego es usado en nuevas baterías, sin que el material llegue, por ejemplo, a las fuentes de agua (28).

En nuestro país la disposición de estos acumuladores de energía no sigue este lineamiento y muchas personas reciclan las baterías ácidas de carro informalmente para recargarlas y venderlas a través de procedimientos precarios y sin el uso de elementos de protección que minimicen la exposición a vapores, humos o polvo de plomo, convirtiéndose esta situación en un problema de salud pública. La relación entre la exposición al plomo y el aumento de la presión arterial ha recibido una gran atención porque implica que la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares podría reducirse al disminuir los valores de plomo en el ambiente (19).

El exposición crónica a plomo juega un papel en el desarrollo de la hipertensión relacionada con el aumento de la actividad de la ciclooxigenasa (COX), Enzima convertidora de angiotensina (ACE) y $\text{Na}^+ - \text{K}^+ \text{ATPasa}$ (29). Además, el plomo promueve el estrés oxidativo mediante el aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) (29,30) , Disminuyendo óxido nítrico biodisponibilidad (NO)

y el aumento de los niveles de endotelina (30, 31). Según datos de la OMS, las enfermedades cardiovasculares siguen siendo la principal causa de muerte en todo el mundo. La exposición a agentes tóxicos, como el plomo y otros metales pesados, podría contribuir a la aparición o la agravación de diferentes enfermedades cardiovasculares (29-31).

Estudios anteriores han sugerido que el plomo induce hiperactividad central y periférica simpática, aumentando así el tono vascular y cardíaco, estimula los receptores adrenérgicos y baroreceptores hiposensibilidad e hipotonía parasimpática vagal. Con el consecuente deterioro cardiorrespiratorio en la toxicidad del plomo que son relevantes en génesis de HTA y la presencia de daño renal crónico (32).

La enfermedad provocada por la intoxicación con plomo se denomina saturnismo o plumbemia y se determina cuando en el examen de sangre se presenta una concentración de plomo 10 $\mu\text{g/dL}$ (7, 23). La exposición crónica al plomo puede producir además de anemia, trastornos neurológicos como temblores, ataxia, parálisis, convulsiones, cefalea, entre otros. Por otra parte, la exposición aguda produce hipertensión, daños hepáticos, renales y trastornos gastrointestinales como anorexia y vómitos (2, 7, 23).

1. 2. Diagnóstico.

El diagnóstico clínico de intoxicación por plomo suele ser difícil ya que los signos y los síntomas son inespecíficos (34, 35). Se realiza, generalmente, por mediciones de plomo en sangre y concentraciones de Zinc-protoporfirina (34-36). La cuantificación del plomo en la sangre es altamente sensible; se realiza frecuentemente por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. Otras pruebas se

efectúan por espectrofotometría de absorción atómica por llama, voltamperometría de redisolución anódica y espectrometría de masa con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (8,16,18). Otros ensayos son las mediciones de plomo en tejidos, sobre todo en hueso, que son útiles para estimar la dosis de exposición (11). Además de pruebas en orina (quelación- extracción/espectrofotometría de absorción atómica) y ensayos colorimétricos. En el diagnóstico se ha reportado que pacientes con plumbemia presentan cuadros de anemia (26, 34) se ha reportado punteado basófilo característico y alteración tanto en el número como en la forma de los espermatozoides (33).

. El Centro de Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) recomienda intervención profesional en concentraciones mayores de 5 µg/dL de plomo en sangre en niños y adultos. De acuerdo con la Administración de Seguridad y Salud Ocupacionales (OSHA) cuando se presentan valores superiores a 40 µg/dL en un adulto se recomienda retirarse del trabajo por un tiempo (37). En contraste, la Norma Oficial Mexicana 199- SSA1-2000 (NOM-199-SSA1-2000) precisa que no se recomiendan valores superiores a 25 µg/ dL en adultos sin exposición ocupacional y de 30 µg/dL cuando se refiera a personas con riesgo de exposición. (NOM-047-SSA1-2011) (38, 39). En Colombia no hay regulación.

1. METODOLOGIA

2. 1. Diseño de investigación

Estudio observacional analítico de corte transversal que busca estimar la correlación entre los niveles sanguíneos de plomo y parámetros de hemoglobina, colesterol total, triglicéridos y ácido úrico.

2. 2. Población

2. 2. 1. Población marco o referencia

Los trabajadores de talleres informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares.

2. 2. 2. Población de estudio

Los trabajadores de talleres informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares fueron divididos en 2 grupos de talleres de Cartagena y Barranquilla. La población se divide en dos grupos:

- 1) Un grupo 24 trabajadores informales de sexo masculino de más de 18 años recicladores de bacteria en la ciudad de Cartagena de Indias.
- 2) Un grupo 48 trabajadores de más de 18 años trabajadores de talleres informales de mecánica automotriz de la ciudad de Barranquilla.

2. 2. 3. Población sujeto de estudio

Los trabajadores de talleres informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares de la ciudad de Barranquilla y Cartagena de Indias en el periodo comprendido septiembre de 2017 a junio de 2018 y que cumplan los siguientes criterios de selección.

Criterios de Inclusión: Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión

- Edad mayor de 18 años
- Tiempo en el oficio de 1 año o mayor
- Exposición diaria

Criterios de Exclusión

Trabajadores con antecedente de enfermedad autoinmune y niños.

2. 2. 4. Muestra y muestreo

2. 2. 4. 1. Cálculo de muestra

No se realizará cálculo de muestra porque se tendrá acceso a los 2 grupos de trabajadores de talleres informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares Cartagena 24 y 48 trabajadores en talleres informales en Barranquilla en total fueron incluidos a 72 trabajadores.

2. 2. 4. 2. Técnica de muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia.

2. 3. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Tipo	Categorías	Rango
Edad	Tiempo de vida en años de cada paciente teniendo en cuenta la fecha de nacimiento	Cuantitativa continua	No aplica	10-49
Sexo	Características fenotípicas sexuales de cada individuo	Cualitativa nominal categórica	F M Casado Soltero	NA
Estado civil	Tipo de unión conyugal	Cualitativa nominal categórica	Unión libre Viudo Separado Divorciado Ninguno Primaria completa Primaria incompleta Secundaria completa	1-6
Escolaridad	Grado escolar más alto alcanzado	Cualitativa ordinal	Secundaria incompleta Técnico completa Técnico incompleto Universitario completa Universitario incompleta	NA
Residencia	Barrio de Cartagena o Barranquilla en el cual vive el sujeto de estudio	Cualitativa nominal categórica	Depende de los hallazgos en la entrevista	NA
Tiempo en el oficio de Horas de trabajo	Tiempo estimado en años y meses de trabajo como reciclador de baterías Número de horas aproximadas en la que está en contacto con las baterías	Cuantitativa continua	No aplica	≥ 1 año
Colesterol Total	Niveles séricos de colesterol total en mg/dl cuantificado por laboratorio	Cuantitativa continua	No aplica	NA
Ácido Úrico	Niveles séricos de Ácido úrico en mg/dl cuantificado por laboratorio	Cuantitativa continua	No aplica	NA
TGC	Niveles séricos de Triglicéridos en mg/dl cuantificado por laboratorio	Cuantitativa continua	No aplica	NA
Plomo	Niveles de plomo expresados en µg/dl cuantificado por Laboratorio UDC	Cuantitativa continua	No aplica	NA

2. 4. Obtención de la información

2. 4. 1. Fuentes

Todos los datos del estudio se obtuvieron por fuentes primarias por entrevista directa a Los trabajadores de talleres informales de mecánica automotriz y recicladores de baterías vehiculares y toma de muestra para identificación de niveles sanguíneos de plomo, ácido úrico, triglicéridos y colesterol total.

2. 4. 2. Fases

Fase 1. Captación de los sujetos de estudio: Por visita directa en los talleres informales de mecánica automotriz se procede a la explicación del proyecto de investigación y sus objetivos, momento en el cual el trabajador debe aceptar la participación en el mismo mediante la firma de formato de consentimiento informado (Anexo A).

Fase 2. Entrevista inicial: Posterior a la fase 1 se procede a realizar entrevista directa a cada trabajador para identificar sus características sociodemográficas y aspectos laborales relevantes.

Fase 3. Toma de muestra: La toma de muestra se realizará en una unidad portátil que consta de carpa, mesa y sillas para garantizar la comodidad de los participantes. Para el estudio del perfil lipídico se tomarán 5 cc de sangre venosa y para los niveles sanguíneos de plomo 5cc adicionales. Estas muestras serán conservadas en tubos hasta su transporte al laboratorio correspondiente.

Fase 4. Análisis instrumental: Para la determinación de plomo total: Las concentraciones de plomo (Pb) se determinarán en un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Fisher Scientific ICE Series 3000, por horno de grafito, con corrección Zeeman. Bajo la técnica de Horno de grafito (GF-AAS).

Para el caso del plomo este se determinaron por la técnica de absorción atómica con horno de grafito (GF-AAS) consiste en el paso de alta corriente eléctrica a través del tubo de grafito en el que se coloca la muestra que se determinará y se le proporciona la energía requerida para la atomización, esta técnica tiene más sensibilidad y se puede usar para la determinación de analitos con concentraciones 1000 veces más bajas que las que pueden ser detectado por el método de absorción atómica de llama (41, 43). Los modificadores de matriz que se usaron fueron fosfato ácido de sodio y nitrato de potasio Este instrumento tiene un detector de estado sólido, monocromador tipo Littrow con rejilla de 1800 líneas y lámparas de cátodo hueco (de Pb). Para la preparación de muestras, se usará agua desionizada con una resistencia menor de 18 mΩ obtenida de un sistema milliQ (Millipore Corp. CT, USA), soluciones Fosfato acido de amonio y tritón 100X. Las curvas de calibración por estándar añadido, serán construidas con soluciones patrón preparadas a partir de un estándar de 1000ppm (41).

En la técnica de absorción atómica con horno de grafito, para el análisis de Pb en sangre total, el Pb presente en una muestra se lleva a vapor de plomo, este se introduce en una celda de absorción y la absorbancia es medida a una longitud de 283 nm, para luego realizar la determinación de la concentración. Es un método mucho más sensible en comparación con otras técnicas convencionales de espectrometría de absorción atómica. Se clasifica a grandes rasgos en el procedimiento de secado / calcinación / atomización (41, 42, 43).

Pruebas de química sanguínea y hematología: Las muestras de sangre serán analizadas empleando un microscopio triocular de luz transmitida modelo Primo Star con cámara digital a color especializada para microscopia modelo Axiocam ERC 5S marca Carl Zeiss, en el que se analizaron los siguientes parámetros hematológicos: hemoglobina, colesterol total, triglicéridos y glicemia basal. De cada muestra de sangre extraída se depositará una gota aproximadamente de 15 µL en cada lámina. Las extensiones se efectuarán utilizando el borde de otra lámina, formando un ángulo de aproximadamente 45 °C entre ellas (41, 43). Para las pruebas bioquímicas se harán con métodos colorimétricos utilizando kits biosystems en un espectrofotómetro UV-VIS

Thermo Scientific modelo Helios Omega, para colesterol (oxidasa/peroxidasa), triglicéridos (glicerol fosfato oxidasa/peroxidasa), glicemia (glucosa oxidasa/peroxidasa), serán centrifugadas a 4.000 rpm y los sueros obtenidos serán refrigerados y congelados a -20 °C y conservarlas para su posterior análisis (43).

FASE 5 Tabulación: toda la información será tabulada en una base de datos de Excel editada con validación de datos para minimizar los errores en la tabulación y su posterior análisis.

2. 5. Análisis estadístico

Se realizará un análisis descriptivo en variables cualitativas con mediante el cálculo de frecuencias absolutas y relativas; el de las cuantitativas utilizara medidas de tendencia central promedio (\bar{X}) o mediana (Me) con sus respectivas medidas de dispersión desviación estándar (DE) o rango intercuartílico (RIC), según los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov. Las correlaciones se estimaron con el método de Spearman según los resultados de la normalidad, para verificar la magnitud de la correlación se realizará un modelo de regresión lineal de ecuación $y= a + bx$, reportando coeficiente de determinación (R^2).

2. 6. Aspectos éticos

Debido a que con este proyecto se pretende contribuir al conocimiento sobre causas específicas de los efectos clínicos por exposición a plomo en humanos, se seguirán los lineamientos establecidos en la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia y los reglamentos de ética de la Universidad de Cartagena. Las personas que realizarán la donación de sus muestras para el desarrollo del proyecto serán previamente informadas del propósito del estudio y el destino de sus muestras, se

realizará una declaración escrita de consentimiento por parte de cada uno de los individuos. La identificación de las personas no será revelada bajo ninguna circunstancia por lo que mantendrá total confidencialidad acerca de la identidad de los individuos que harán parte del proceso, además se garantiza que las personas vinculadas como donantes de muestras no sufrirán ningún daño que se derive de la investigación. La disposición de los residuos biológicos se hará de acuerdo a la normatividad vigente en nuestro país. Conscientes de esto y para dar cumplimiento a la normatividad Colombiana referente a la gestión integral de residuos, la facultad se acogió a la normatividad de los decretos 2676 de 2000, 1669 de 2002 y la Resolución 1164 de 2002 del Ministerio de Protección Social y del Medio Ambiente, por la cual se obliga a todas las Instituciones públicas y privadas generadoras de residuos hospitalarios y similares a presentar y entregar el “Plan De Gestión Integral De Residuos Hospitalarios y Similares (PGIRHS)” y a realizar una adecuada disposición de los residuos.

RESULTADOS

En total aceptaron la participación en el estudio 72 hombres adultos trabajadores informales de la de la ciudad de Cartagena y Barranquilla de Indias en el periodo comprendido noviembre de 2017 y mayo de 2018. Con respecto a la inspección de los sitios de trabajo se pudo observar escasas medidas de higiene, orden y aseo en el sitio de trabajo y poca utilización de elementos de protección personal (EPP), su uso se limita solo al 8.3 % de la población trabajadora, lo que evidencia la precariedad de las condiciones laborales de este personal.

El promedio de edad fue de 43,6 años (DE=12,1), el oficio regularmente practicado en orden de frecuencia fue soldador en 34,7 %, seguido de reciclador de baterías en 33,3 %, mecánico 26,4 % y en menor proporción pintor con 5,6%. El tiempo en años en el oficio tuvo una mediana de 15 años (RIC: 7 - 25) con una mediana de edad al inicio en el oficio de 25 años (RIC: 18 - 33). Dentro de los antecedentes patológicos se resalta la diabetes con 5,6 %, hipertensión arterial con 4,2 % y afecciones renales con 2,8 %. El IMC tuvo un promedio de $26,79 \pm 4,1$. Por otra parte dentro de los paraclínicos relevantes se encontró una mediana de hemoglobina de 15 gr/dl, glicemia de 82 mg/dl, colesterol total de 181 mg/dl, triglicéridos 139 mg/dl y ácido úrico 6,2 mg/dl. Los niveles de plomo presentaron una mediana de 4,57 $\mu\text{g/dl}$ (RIC: 1,73 – 6,89), en el 18,1 % correspondiente a 10 trabajadores se observaron valores mayores a 10 $\mu\text{g/dl}$ y en 44,4 % los valores fueron mayores de 5 $\mu\text{g/dl}$, Tabla 1.

Tabla 1. Características generales, del entorno laboral, antecedentes, hallazgos clínicos y paraclínicos en la población de estudio

Características de la población expuesta a plomo	Población (n=72)
Edad ($\bar{X} \pm DE$)	43,6 \pm 12,1
Sexo Masculino	72 (100,0)
Concentraciones de plomo en sangre	ug/dl
Soldador (n =25, 34.7%)	25 (34,7)
Reparador de baterías (n= 24, 33,3%)	24 (33,3)
Mecánico	18 (25,0)
Pintor	4 (5,6)
Técnico automotriz	2 (2,8)
Tiempo en el oficio Me (RIC)	15 (7 - 25)
Edad de inicio en el oficio Me (RIC)	25 (18 - 33)
Antecedente patológico	
Diabetes	4 (5,6)
Hipertensión	3 (4,2)
Renal	2 (2,8)
IMC $\bar{X} \pm DE$	26,79 \pm 4,1
Paraclínicos Me (RIC)	
Hemoglobina	15,0 (14,3 – 15,3)
Glicemia	82,0 (76,3 – 90,7)
Colesterol total	181 (168 - 198)
Triglicéridos	139 (129 - 150)
Ácido úrico	6.2 (5,6 – 6,5)

\bar{X} = media

Al comparar algunos aspectos generales como la edad, tiempo en el oficio, edad al inicio del oficio y el IMC entre los trabajadores con niveles de plomo $> 5 \mu\text{g/dl}$ y $\leq 5 \mu\text{g/dl}$ $\mu\text{g/dl}$ no se observaron diferencias estadísticamente significativas, Tabla 2; sin embargo la misma comparación entre los trabajadores con niveles de plomo $> 10 \mu\text{g/dl}$ y $\leq 10 \mu\text{g/dl}$, se observó en los trabajadores con plomo elevado, una mediana de colesterol total de 173 (RIC: 135 - 146) y en los de plomo con niveles aceptables la mediana fue de 182 (RIC: 169 - 207), $p=0,0118$, en el resto de paraclínicos no se observaron diferencias con la misma estratificación, Tabla 3.

Tabla 2. Comparación de edad, aspectos del entorno laboral, IMC y hallazgos paraclínicos estratificado por niveles de plomo mayores de 5 o no.

	Plomo > 5 n=32	Plomo ≤ 5 n=40	Valor p
Edad $\bar{X} \pm DE$	43,9 ± 12,8	43,3 ± 11,4	0,8315
Tiempo en el oficio Me (RIC)	18 (7 - 25)	15 (7 - 25)	0,7723
Edad de inicio en el oficio Me (RIC)	25 (20 - 32)	24 (17 - 33)	0,6285
IMC \bar{X} (RIC)	25,66 (23,93 – 29,06)	26,84 (24,03 – 31,06)	0,3354
Paraclínicos Me (RIC)			
Hemoglobina	15,0 (14,3 – 15,6)	15,0 (14,3 – 15,3)	0,6582
Glicemia	84,7 (75,4 – 92,7)	80,1 (76,9 – 85,7)	0,5443
Colesterol total	176 (169 - 189)	182 (166 - 202)	0,2945
Triglicéridos	139 (130 - 148)	140 (128 - 154)	0,7210
Ácido úrico	5,7 (5,6 – 6,5)	6,2 (5,6 – 6,5)	0,6308

IMC = índice de masa corporal

\bar{X} = media

Tabla 3. Comparación de edad, aspectos del entorno laboral, IMC y hallazgos paraclínicos estratificado por niveles de plomo mayores de 10 o no

	Plomo > 10 n=13	Plomo ≤ 10 n=59	Valor p
Edad $\bar{X} \pm DE$	47,1 ± 12,3	42,8 ± 11,9	0,2514
Tiempo en el oficio Me (RIC)	19 (8 - 28)	15 (7 - 25)	0,3844
Edad de inicio en el oficio Me (RIC)	28 (25 - 32)	24 (18 - 33)	0,1736
IMC $\bar{X} \pm DE$	26,44 (25,56 – 29,57)	25,72 (23,99 – 30,58)	0,8376
Paraclínicos Me (RIC)			
Hemoglobina	15,3 (14,6 – 15,8)	15,0 (14,3 – 15,3)	0,1774
Glicemia	90 (80 - 100)	80 (75 - 89)	0,0706
Colesterol total	173 (168 - 177)	182 (169 - 207)	0,0118
Triglicéridos	139 (135 - 146)	140 (128 - 154)	0,9067
Ácido úrico	15,3 (14,6 – 15,8)	15,0 (14,36 – 15,3)	0,1774

El análisis de los niveles de plomo entre los oficios de los trabajadores mostró niveles mayores en los soldadores con promedio y mediana de 12,2 y 8,2 µg/dl respectivamente, en segundo lugar se encontraron los pintores con promedio y mediana de 5,6 y 5,4 mg/dl respectivamente; el mismo análisis en los niveles de glicemia mostró en todos los oficios niveles normales por debajo de 100 mg/dl; el colesterol en cambio mostró en los mecánicos niveles más altos con promedio de 200,6

$\pm 44,7$ mg/dl y mediana de 194,7 mg/dl (RIC: 163,3 – 219,5), por su parte los niveles más bajos se observaron en los pintores con promedio de $164,6 \pm 20,3$ mg/dl y mediana de 160,6 mg/dl (148,5 – 180,8), Tabla 4. La representación gráfica de los niveles de plomo, glicemia y colesterol estratificado por los oficios, se muestra en las figuras 1, 2 y 3 respectivamente.

Tabla 4. Medidas de tendencia central de niveles de plomo, glicemia y colesterol estratificado por tipo de oficio de los encuestados

OFICIO	n	PLOMO		GLICEMIA		COLESTEROL	
		Media \pm DE	Mediana (RIC)	Media \pm DE	Mediana (RIC)	Media \pm DE	Mediana (RIC)
Soldador	25	12,2 \pm 11,4	8,2 (4,5 – 14,0)	90,7 \pm 20,0	89,0 (80,1 – 96,6)	179,9 \pm 40,2	177,0 (168,0 – 188,8)
Reparador de baterías	24	3,0 \pm 4,1	1,4 (0,2 – 4,5)	82,9 \pm 13,0	80,0 (75,4 – 85,3)	187,0 \pm 25,4	181,8 (178,2 – 191,8)
Mecánico	19	3,7 \pm 2,0	3,5 (2,0 – 5,4)	82,8 \pm 8,9	82,0 (76,5 – 90,9)	200,6 \pm 44,7	194,7 (163,3 – 219,5)
Pintor	4	5,6 \pm 0,9	5,4 (4,9 – 6,3)	77,9 \pm 6,2	77,3 (73,8 – 82,0)	164,6 \pm 20,3	160,6 (148,5 – 180,8)

Finalmente, la estimación de las correlaciones no paramétricas de Spearman, entre los niveles de plomo y los valores paraclínicos en los trabajadores de la industria automotriz, mostraron como único resultado significativo en el colesterol total un coeficiente Rho de -0,273 (IC 95%: -0,475 a -0,044), $p=0,0213$, Tabla 5. La magnitud de esta correlación se estimó con un modelo de regresión lineal que mostró $R^2=0,0362$, $p=0,109$ Figura 4. El resto de parámetros no mostraron correlaciones estadísticamente significativas, Tabla 5.

Tabla 5. Correlación Rho de Spearman de los niveles de plomo con los parámetros paraclínicos evaluados en la muestra estudiada

	Rho	IC 95%	Valor p
Hemoglobina	0,216	-0,035 a 0,442	0,0909
Glicemia	0,225	-0,007 a 0,434	0,0579
Colesterol total	-0,273	-0,475 a -0,044	0,0213
Triglicéridos	0,036	-0,197 a 0,265	0,7621
Ácido úrico	0,008	-0,331 a 0,346	0,9620

DISCUSIÓN

El Pb no tiene papel fisiológico en el ser humano, es uno de los metales pesados presente en el ambiente y tóxico. En salud laboral, se encuentra muy bien establecida su acción tóxica (7, 8, 15, 16). De hecho la intoxicación por plomo es la principal intoxicación de origen ocupacional en el mundo (2). Hecho agravado por la informalidad de algunos talleres de mecánica donde hacen trabajos que operan en la clandestinidad de barrios populares, aumentando así, los riesgos ocupacionales (17). En la actualidad se reconoce al reciclaje y fabricación secundaria de baterías como una de las actividades que causa mayor contaminación laboral y ambiental por plomo y otros xenobioticos (5, 18,19). En este estudio se observó la precariedad del proceso de extracción secundaria de plomo en los recicladores de batería, pintores, mecánicos y soldadores en talleres automotrices, evidenciando la carencia de medidas de protección personal y colectiva. En estas condiciones no solo se afectan los trabajadores que son en su mayoría los dueños del negocio de reciclaje, sino que también podrían estar afectados otros miembros de su familia y vecinos del barrio, ya que su lugar de trabajo generalmente es el garaje o el patio de su casa, estos son lugares con mala ventilación, poco control del proceso de reciclaje y con malos hábitos de higiene (5, 8, 44).

Muy probablemente los niveles de concentración de plomo en sangre encontrados en esta población de recicladores informales de talleres de mecánica automotriz y de batería fue por la exposición al plomo al extraer en forma secundaria de las baterías vehiculares, por la inhalación de pinturas o vapores de soldadura en estos talleres, esto fue determinante para que más del 44.0% de la población de trabajadores rebase el criterio de 5 ug/dL del CDC (47). Este resultado es acorde a los obtenidos por Cárdenas - Bustamante y colaboradores, donde se correlaciono los niveles de plomo en sangre en 116 trabajadores de fábricas de baterías del sector informal en Bogotá, Colombia en 2001 (6, 10), encontrándose elevado PbS en un 31%, en esta población se presentaron

niveles de plomo mayores a 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en sangre establecido por la American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (42).

En el presente estudio se observó una mediana de hemoglobina dentro de límites normales, a diferencia de otro estudio realizado en el sur de Perú por Ramírez, en donde investigó el estado de salud de trabajadores de fábricas artesanales e informales de baterías, encontró un valor medio de plomo sanguíneo de 37,7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y la hemoglobina hallada en dicha población fue menor de 13,2 g/dL (8) y en otro estudio realizado en Bangladesh en 2014 donde participaron 118 trabajadores recicladores de batería a los cuales la hemoglobina varió de 9.75 a 13.50 g/ dL y la Hb media el nivel fue 11.40 (± 0.747) g/ dL (46).

No se encontró una correlación significativa con niveles sanguíneos de plomo y los valores de Glicemia, Triglicéridos y Ácido Úrico plasmáticos a diferencia de estudios experimental realizado en ratas en argentina en la universidad de Tucumán, en 2011, por Gabriela Feldman, Sergio Chain, y colaboradores donde la glucemia, el colesterol total y los triglicéridos plasmáticos se elevaron en los grupos tratados con 25, 500 y 1000 ppm de , no así en los controles, lo mismo ocurrió con la Hb glicosilada ($p < 0,03$) (45). En nuestro estudio en cambio sí se observó una correlación negativa de los niveles de plomo y valores del colesterol; no obstante este resultado puede deberse al pequeño tamaño de la muestra y al comportamiento de los niveles de plomo que fue mayor en soldadores y pintores, en estos últimos se observó además los niveles más bajos de colesterol, este hecho pudo influir en los hallazgos de la correlación.

El antecedente de hipertensión arterial fue referido en menos del 5% de los trabajadores, revisiones realizadas en el año 2007 por Brian S. Schwartz Walter, F. Steart, y colaboradores coinciden en que la aparición de la hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular por exposición al plomo es producto de la alteración en la contractibilidad del musculo liso de los vasos y por anomalías renales (3, 6, 7,13,46), en

nuestro estudio no se encontró correlación con elevación de plomo en sangre y elevación de cifras de tensión arterial, esto es congruente con estudio realizado en Corea del Sur en 963 hombres trabajadores de una fundición entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2014, los resultados mostraron una asociación entre el nivel de cadmio en sangre y la elevación de la presión arterial. Sin embargo, se encontró que el nivel de plomo en la sangre no estaba correlacionado con la elevación de la presión arterial (48). Lo anterior difiere de un estudio realizado Pakistán en 2017, en hombres expuestos al plomo, donde encontraron que la presión arterial sistólica media aumentó los hombres expuestos mientras que la presión arterial diastólica disminuyó además el estudio proporcionó una correlación positiva entre el estado oxidante y triglicéridos, colesterol LDL, IMC presión arterial sistólica, colesterol total (49). En este estudio no se encontró una correlación significativa con niveles sanguíneos de plomo y los valores de Glicemia, Triglicéridos y Ácido Úrico plasmáticos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encontraron niveles elevados de plomo sanguíneo, sin síntomas asociados a intoxicación por este metal y malas condiciones higiénico-laborales en este grupo de trabajadores.

Existe una correlación negativa entre los niveles de plomo y los de colesterol; sin embargo este resultado pudo verse afectado por el tamaño de la muestra.

Cabe resaltar la necesidad de tomar medidas de salud pública y de salud ocupacional necesarias para mejorar y prevenir en cierto modo las condiciones de salud y de trabajo de esta población, teniendo en cuenta la falta de conocimiento de estos trabajadores acerca del riesgo al trabajar con metales pesados como el plomo, estas medidas deben ser tendientes a capacitar sobre las buenas prácticas de higiene y seguridad para prevención de accidentes, enfermedades y manejo de residuos peligrosos que producen un efecto deletéreo no solo en la salud del trabajador sino también en el ambiente. Se debe capacitar al personal sobre el adecuado uso de EPP, que, aunque estos no eliminan, ni reducen los peligros a los que están expuestos los trabajadores, si disminuyen el grado de exposición.

BIBLIOGRÁFICA

1. García-Lestón J, Méndez J, Pásaro E, Laffon B. Genotoxic effects of lead: an updated review. *Environment International*. 2010;36(6):623-36.
2. Organización Mundial de la Salud. Intoxicación por plomo y salud. Nota descriptiva OMS, Agosto 2017 [02/02/2018]; Available.
3. Rodríguez Rey A, Cuéllar Luna L, Maldonado Cantillo G, Suardiaz Espinosa ME. Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2016;35(3):251-71.
4. Valdivia Infantas MM. Intoxicación por plomo. *Rev Soc Per Med Inter*. 2005;18:22-7.
5. Varona M. Reporte de evaluación monográfica de un problema de salud pública: panorama epidemiológico de la exposición ocupacional y ambiental al plomo en Colombia 1987-1993. Santa Fe de Bogotá: Instituto Nacional de Salud. 1995:74-98.
6. Aguilar-Madrid G, Piacitelli GM, Juárez-Pérez CA, Vázquez-Grameix JH, Hu H, Hernández-Avila M. Exposición ocupacional a plomo inorgánico en una imprenta de la ciudad de México. *salud pública de méxico*. 1999;41:42-54.
7. Flora G, Gupta D, Tiwari A. Toxicity of lead: a review with recent updates. *Interdisciplinary toxicology*. 2012;5(2):47-58.
8. Ramírez AV, editor. El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. *Anales de la Facultad de Medicina*; 2005: UNMSM. Facultad de Medicina.
9. Hesley KL, Wimbish GH. Blood lead and zinc protoporphyrin in lead industry workers. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1981;42(1):42-6.
10. Cárdenas-Bustamante O, Varona-Uribe ME, Núñez-Trujillo SM, Ortiz-Varón JE, Peña-Parra GE. Correlación de protoporfirina zinc y plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías, de Bogotá, Colombia. *salud pública de méxico*. 2001;43:203-10.

11. Grunder F, Moffitt A. Evaluation of zinc protoporphyrin in an occupational environment. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1979;40(8):686-94.
12. Podlesky E, Ortiz J. Estudio comparativo de plomo en sangre y zinc protoporfirina (ZPP) como método de tamizaje aplicable a actividades de vigilancia epidemiológica de personas expuestas al plomo. *Biomedica*. 1990;10.
13. Poręba R, Gać P, Poręba M, Andrzejak R. Environmental and occupational exposure to lead as a potential risk factor for cardiovascular disease. *Environmental toxicology and pharmacology*. 2011;31(2):267-77.
14. Dursun N, Arifoglu C, Süer C, Keskinol L. Blood pressure relationship to nitric oxide, lipid peroxidation, renal function, and renal blood flow in rats exposed to low lead levels. *Biological trace element research*. 2005;104(2):141-9.
15. Scinicariello F, Murray HE, Moffett DB, Abadin HG, Sexton MJ, Fowler BA. Lead and δ -aminolevulinic acid dehydratase polymorphism: where does it lead? A meta-analysis. *Environmental health perspectives*. 2007;115(1):35.
16. Zhang Y-M, Xue-Zhong L, Hao L, Li M, Zong-Ping L. Lipid peroxidation and ultrastructural modifications in brain after perinatal exposure to lead and/or cadmium in rat pups. *Biomedical and Environmental Sciences*. 2009;22(5):423-9.
17. Poma PA, editor. Intoxicación por plomo en humanos. *Anales de la Facultad de Medicina*; 2008: UNMSM. Facultad de Medicina.
18. Zenz C. *Occupational medicine: principles and practical applications*: Year Book Medical Publishers; 1988.
19. Fenga C, Cacciola A, Martino LB, Calderaro SR, Di Nola C, Verzera A, et al. Relationship of blood lead levels to blood pressure in exhaust battery storage workers. *Industrial Health*. 2006;44(2):304-9.

20. Gelvez Gonzalez, Benavides M. Analisis del ciclo de vida de las baterias de plomo - acidas. 2015; 25-36.
21. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Bioquímica Ilustrada de Harper: McGraw Hill Brasil; 2016.
22. United States Environmental Protection Agency. Lead poisoning.EPA, 2015;.
23. Azcona-Cruz MI, Ramírez y Ayala R, Vicente-Flores G. Efectos tóxicos del plomo. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas. 2015;20(1).
24. Padilha RQ, Riera R, Atallah ÁN. Homeopathic Plumbum metallicum for lead poisoning: a randomized clinical trial. Homeopathy. 2011;100(3):116-21.
25. Banco Interamericano de Desarrollo. La formalización del reciclaje informal. 2016; Available from: <https://idblegacy.iadb.org/es/temas/residuos-solidos/la-formalizacion-del-reciclaje-informal,3837.html>.
26. Zanella MM. La Ausente Ley de la RAEE en la República Argentina. Terra Mundus. 2016;3(1).
27. Balde CP, Wang F, Kuehr R, Huisman J. The global e-waste monitor 2014: Quantities, flows and resources. 2015.
28. Vijay Kumar Garlapati. E-waste in India and developed countries: management, recycling, business and biotechnological initiatives.2016:874-881.
29. Toscano CM, Simões MR, Alonso MJ, Salaices M, Vassallo DV, Fioresi M. Sub-chronic lead exposure produces β 1-adrenoceptor downregulation decreasing arterial pressure reactivity in rats. Life sciences. 2017;180:93-101.

30. Vaziri N, Ding Y, Ni Z. Compensatory up-regulation of nitric-oxide synthase isoforms in lead-induced hypertension; reversal by a superoxide dismutase-mimetic drug. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 2001;298(2):679-85.
31. Vaziri ND, Ding Y, Ni Z. Nitric oxide synthase expression in the course of lead-induced hypertension. *Hypertension*. 1999;34(4):558-62.
32. Geraldes V, Carvalho M, Goncalves-Rosa N, Tavares C, Laranjo S, Rocha I. Lead toxicity promotes autonomic dysfunction with increased chemoreceptor sensitivity. *Neurotoxicology*. 2016;54:170-7.
33. Zheng G, Tian L, Liang Y, Broberg K, Lei L, Guo W, et al. δ -Aminolevulinic acid dehydratase genotype predicts toxic effects of lead on workers' peripheral nervous system. *Neurotoxicology*. 2011;32(4):374-82.
34. Knollmann-Ritschel BE, Markowitz M. Educational Case: Lead Poisoning. *Academic Pathology*. 2017;4:2374289517700160.
35. Needleman H. Lead poisoning. *Annu Rev Med*. 2004;55:209-22.
36. Markowitz M. Lead poisoning. *Pediatrics in Review*. 2000;21(10):327.
37. Richar J. Jackson; Henry Falk. Control CFD, Prevention. Screening young children for lead poisoning: guidance for state and local public health officials: CDC; 1997;1-129.
38. Enriquez Rubio E; Norma Oficial Mexicana NOM. 199-SSA1-2000, Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente México: Secretaría de Salud. 2000 ;pag 1-20.
39. Mikel Andoni Arriola Peñalosa; Norma Oficial Mexicana NOM. 047-SSA1-2011. Salud ambiental-Indices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuestos a sustancias químicas, 2011; 128-132.

40. Zenz C, Ed. Occupational medicine: principles and practical applications. 2nd Ed. Chicago: Mosby; 1988.
41. Alteraciones cardiovasculares descritas en los trabajadores expuestos a plomo y monóxido de carbono revisión documental,2014.
42. Cremer JE. Toxicology and biochemistry of alkyl lead compounds. Occup Health Rev. 1965;17:14.
43. Joanna; Natali; Reyes Lora; Análisis de la exposición a plomo en los trabajadores que desensablan residuos RAEE en la empresa Orinoco E-scrap SAS, 2017.
44. Milena E. Gómez-Yepes, Lázaro V. Cremades. Study of lead management in typography establishments, battery reconstruction and scrap recyclers in Quindío (Colombia). 2011.
45. Feldman, Chain, Soria, Bautista, & Riera. Presencia de síndrome metabólico en ratas inducido por diferentes concentraciones de plomo. 2011.
46. Sk. Akhtar Ahmad, Manzurul Haque Khan, Salamat Khandker, Sarwar, Nahid Yasmin, M. H. Faruquee, and Rabeya Yasmin. Research Article Blood Lead Levels and Health Problems of Lead Acid Battery Workers in Bangladesh. 2014.
47. R. Pohl, Hana, Z Ingber and G. Abadin. Historical View on lead guidelines and regulations, 2017: 436-438.
48. Hyun Chan An, Joo Hyun Sung, Jiho Lee, Chang Sun Sim, Sang Hoon Kim and Yangho Kim The association between cadmium and lead exposure and blood pressure among workers of a smelting industry : a cross-sectional study.2017.
49. Mian Safian Murad , Shafia Shahid, Zahra Batool , Neelum Aziz Yousafzai. Lead Toxicity and Evaluation of Oxidative Stress in Humans.2016 .

FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de los niveles de Plomo estratificado por tipo de oficio

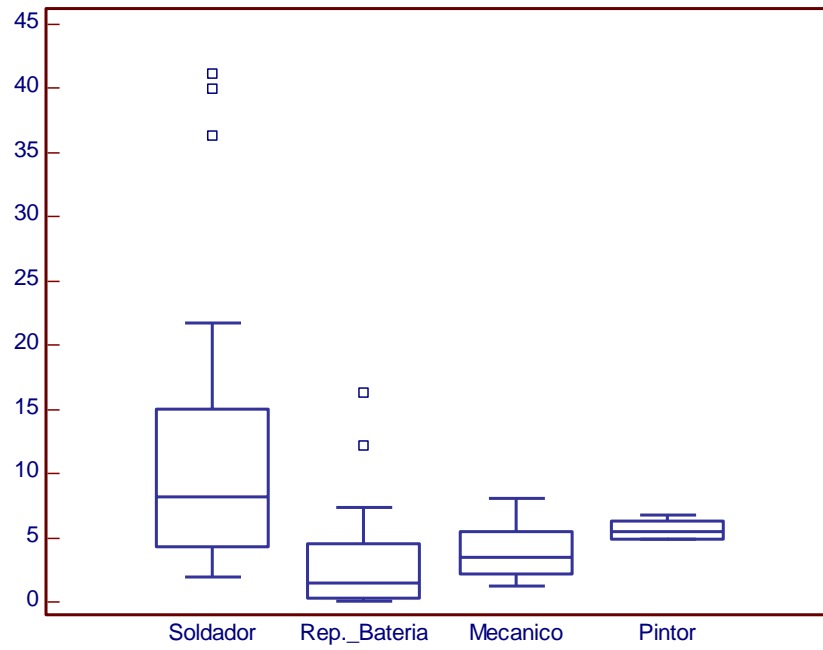


Figura 2. Comportamiento de los niveles de Glicemia estratificado por tipo de oficio

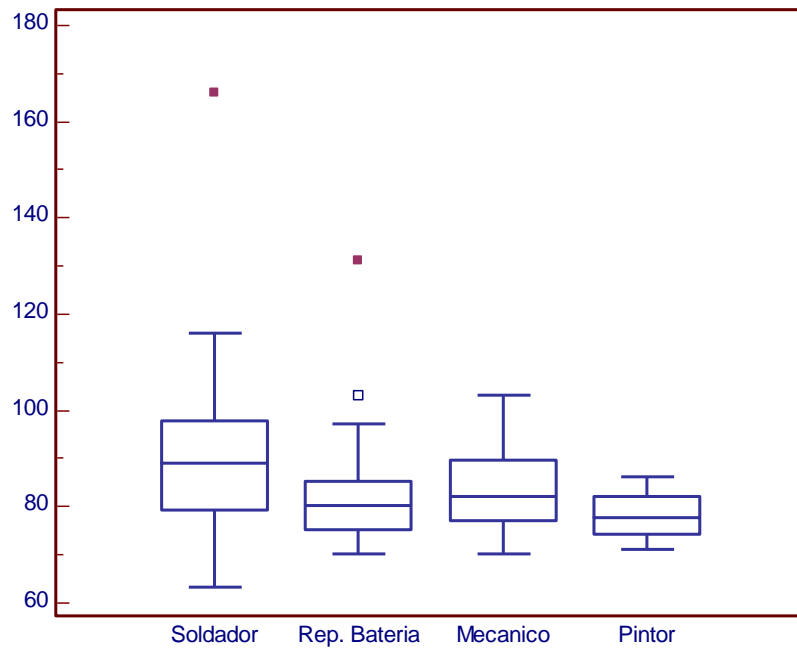


Figura 3. Comportamiento de los niveles de Colesterol estratificado por tipo de oficio

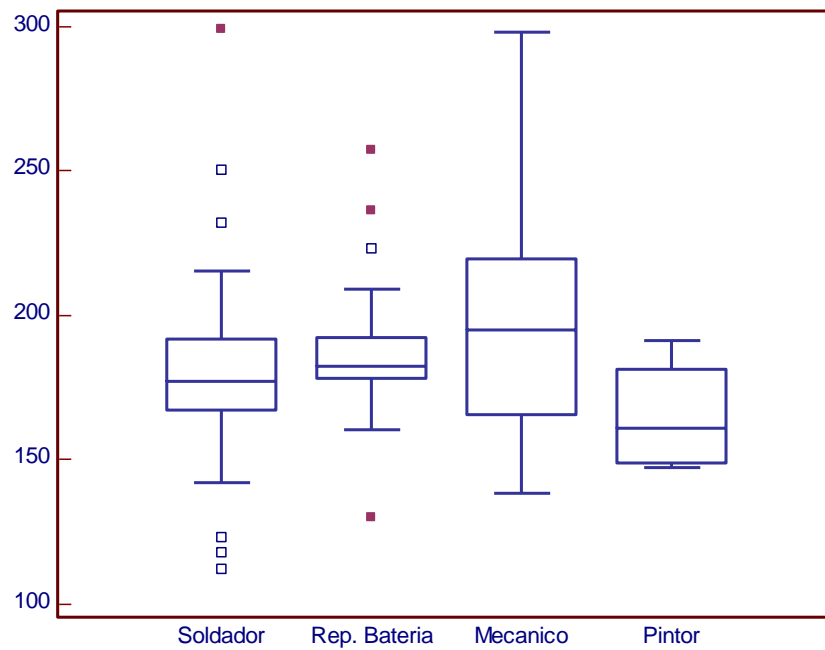
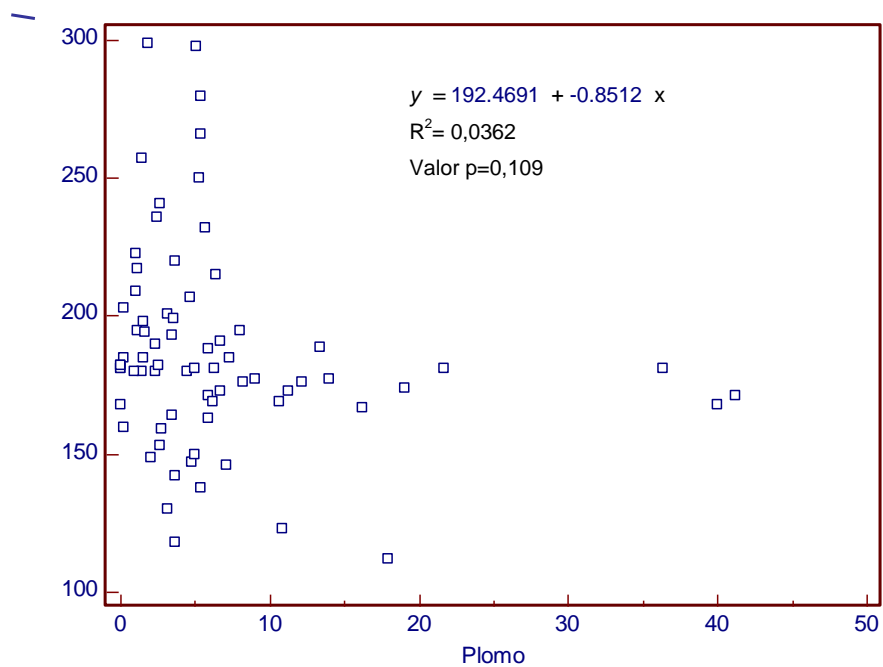


Figura 4. Correlación entre los niveles séricos de plomo y los valores de colesterol total en trabajadores de la industria automotriz



ANEXOS

Anexo A. Consentimiento informado

Numero de consecutivo: _____ Fecha y hora: _____

Nombres y apellidos: _____

1. INTRODUCCIÓN

Usted ha sido invitado (a) a participar en la investigación titulada: **CORRELACION DE LOS NIVELES SERICOS DE PLOMO CON PARÁMETROS DEL PERFIL LIPÍDICO EN TRABAJADORES RECICLADORES DE BATERÍAS VEHICULARES**

Su participación es completamente voluntaria y antes de que tomes su decisión debe leer cuidadosamente este formato, hacer todas las preguntas y solicitar las aclaraciones que considere necesarias para comprenderlo.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Estimar la correlación entre los niveles séricos de plomo y los parámetros del perfil lipídico y el ácido úrico en recicladores de batería vehicular en la ciudad de Cartagena evaluados en septiembre del año 2017 y junio 2018.

3. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

La presente investigación es ser un estudio de analítico transversal no intervendrá en la prescripción de los manejos médicos que esté recibiendo. En su caso no se comprometerá los diferentes tratamientos que sean requeridos.

4. PROCEDIMIENTOS GENERALES DEL ESTUDIO

Su aceptación y firma del presente formato, lo compromete a seguir las instrucciones que se le indican y someterse a los siguientes procedimientos de rutina no experimentales:

- Registro de formato de recolección de datos.

- Acceso a resultados de laboratorio

5. RIESGOS Y BENEFICIOS

No se considera que ocasione riesgos en las pacientes ya que las pruebas rutinarias por sus condiciones basales esta protocolizado realizar analítica sanguínea.

Los beneficios que se esperan son: obtener datos que soporten futuras investigaciones que permitan realizar un reconocimiento temprano de factores de riesgo para desarrollar una intoxicación crónica por plomo. Se espera que el conocimiento de este estudio, beneficiara a futuros pacientes al permitir brindarles un diagnóstico oportuno y recomendaciones preventivas en sus puestos de trabajo y/o servirá para el desarrollo del conocimiento científico.

6. QUÉ SUCEDE SI SE NIEGA A PARTICIPAR O SE RETIRA DEL ESTUDIO

Usted tiene derecho a retirarse del estudio cuando así lo desee, para lo cual solamente deberá informar oportunamente al personal que lo convoco. En caso de que no quiera participar o se retire del estudio, seguirá recibiendo información si así lo desea sobre medidas preventivas sobre la exposición laboral al plomo, será siendo atendido la misma calidad y diligencia que la que recibirán aquellos que harán parte del grupo de sujetos de investigación.

7. CONFIDENCIALIDAD

Toda información sobre su salud general es de carácter confidencial y no se dará a conocer con nombre propio a menos que así lo exija la ley, o un comité de ética, en tal caso los resultados de la investigación se podrán publicar, pero sus datos no se presentan en forma identificable.

8. COSTOS Y COMPENSACIÓN

Los procedimientos de evaluación que hacen parte de la investigación se le brindarán sin costo alguno para usted. Usted no tiene derecho a compensaciones económicas por participar en la investigación ni por los beneficios económicos que se pudieran derivar de los resultados de la investigación, pero si tiene derecho al cubrimiento total de los gastos que ocasione el tratamiento de cualquier evento adverso o lesión que le ocurra y sea atribuible a los procedimientos que hacen parte de la investigación, y no a su negligencia, en el cumplimiento de las instrucciones o a un accidente. El pago de los costos de su tratamiento no requiere que demuestre de quien es la culpa.

9. INFORMACIÓN Y QUEJAS

Si tiene preguntas acerca de sus derechos como sujeto del estudio puede dirigirlas al tribunal del comité de ética, ubicado en la Plaza del tejadillo No. 38-124 Cartagena, teléfono 095-6645333 e-mail: trietimedibol@hotmail.com.

Cualquier problema o duda que requiera atención inmediata, deberá ser informado al investigador responsable, cuyo nombre, dirección y teléfono son: Shirley González Ospino con C.C. 45.755.667. Consultorio Particular Ubicado en el Barrio La Castellana Calle 3, Carrera 68#31-34, Edificio Castellana 2000 ,4° piso, celular 317-400-42-45.

Al firmar el presente consentimiento, usted no renuncia a sus derechos legales como sujeto de investigación ni se compromete en nada adicional a lo estipulado anteriormente.

Se le entregará una copia de este documento, firmada por el investigador para que la conserve.

Declaro haber leído el presente formato de consentimiento y haber recibido respuesta satisfactoria a todas las preguntas que he formulado, antes de aceptar voluntariamente mi participación en la investigación.

NOMBRE _____
Firma _____ Fecha _____

Testigo:
NOMBRE _____
Parentesco con el sujeto: _____
Firma del testigo _____ Fecha _____

Investigador:
NOMBRE _____
Firma _____ Fecha _____