

Enfermedades por exposición ocupacional a plomo: revisión sistemática exploratoria de la evidencia cualitativa y cuantitativa.

Diseases due to occupational exposure to lead: systematic scoping review of qualitative and quantitative evidence.

Autora

Adriana Ivette Fonseca Vera. <https://orcid.org/0000-0002-9518-5233>
Graduada de la Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad San Gregorio de Portoviejo. Manabí. Ecuador.
adry.ivette@gmail.com

Fecha de recibido: 2021-05-12
Fecha de aceptado para publicación: 2021-09-07
Fecha de publicación: 2021-09-30



Resumen

La intoxicación por plomo está circunscrita, al ámbito laboral y ambiental; generando una elevada morbimortalidad. El diagnóstico es de exclusión y muchas veces tardío, llegando incluso a producirse errores de presunción diagnóstica; justificándose la necesidad de realizar esta revisión sistemática exploratoria, la cual tuvo como objetivo: sintetizar la evidencia cualitativa y cuantitativa, referente a fuentes laborales de contaminación y manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo. Se realizó una búsqueda en cinco bases de datos electrónicas, para identificar literatura elegible, publicada en el período 2016 – 2020. Se incluyeron 60 artículos, de los cuales, 47 estudios señalaron la fuente laboral de contaminación por plomo; resaltándose las siguientes áreas: manufacturación de baterías (21,28%), campos de tiro (14,89%), mecánica automotriz (14,89%) y construcción (14,89%). Cuarenta artículos reportaron manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo. De estos estudios, la mayoría mencionaron alteraciones neurológicas (21,88%), hematológicas (12,5%), digestivas (10,94%) y psiquiátricas (10,94%). Finalmente, se concluye que las fuentes laborales de contaminación son amplias y abarcan aquellas industrias en las cuales se manipula plomo o sus compuestos. Las manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo incluyen un amplio espectro, sin evidenciarse un umbral “seguro” de concentración de plomo.



Palabras clave: Intoxicación ocupacional por plomo; saturnismo laboral.

Abstract

Lead poisoning is limited to the workplace and the environment; generating high morbidity and mortality. Diagnosis is one of exclusion and often late, even leading to errors of presumption of diagnosis; justifying the need to carry out this systematic scoping review, which aimed to: synthesize the qualitative and quantitative evidence, referring to occupational sources of contamination and clinical manifestations and/or diseases due to occupational exposure to lead. A search was performed in five electronic databases, to identify literature eligible published in the period 2016 – 2020. Sixty articles were included, of which 47 studies indicated the occupational source of lead contamination; highlighting the following areas: lead battery manufacturing (21,28%), shooting ranges (14,89%), automotive mechanics (14,89%) and construction (14,89%). Forty articles reported clinical manifestations and/or diseases due to occupational exposure to lead. Of these articles, the majority mentioned neurological (21,88%), hematological (12,5%), digestive (10,94%) and psychiatric (10,94%) alterations. Finally, it is concluded that occupational sources of lead contamination are broad and encompass those industries in which lead or its compounds are handled. The clinical manifestations and/or diseases due to occupational exposure to lead include a broad spectrum, with no evidence of a “safe” threshold for lead concentration.

Keywords: Occupational lead poisoning; saturnism.

Introducción

El plomo es un metal pesado, químicamente estable, con propiedades tóxicas para el ser humano y sin ninguna función fisiológica reconocida. Existe en el medio ambiente, en tres diferentes formas: metal, plomo orgánico e inorgánico; siendo este último la principal fuente ocupacional de exposición, en esta era (Allaouat *et al.*, 2020).

Según Becerra *et al.* (2016), en la actualidad, las fuentes predominantes de exposición, se circunscriben al ámbito ocupacional y ambiental, resaltándose la combustión de la gasolina, la emisión industrial y la contaminación del agua, así como de los alimentos.

Acorde a los datos presentados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), se estimó que, en el año 2017, la exposición al plomo generó 1,06 millones de decesos



y la disminución de 24,4 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad; debido a sus efectos en la salud a largo plazo.

Como respuesta a esta problemática, la OMS ha identificado al plomo, como uno de los 10 agentes químicos causantes de importantes problemas de salud pública; requiriendo la intervención de los Estados Miembros, para precautelar la salud de los trabajadores, los niños y las mujeres en edad reproductiva.

Para alcanzar este objetivo, se han establecido valores límites de exposición profesional, los cuales varían dependiendo del país, estando comprendidos en un rango que va desde 5 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Allaouat *et al.*, 2020). Además, se usa, preferentemente, la medición de la concentración de plomo sanguíneo, como biomarcador para monitorear la exposición a este metal.

Siguiendo este lineamiento y según las guías emitidas por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2015), una concentración elevada de plumbemia, es definida como un valor igual o superior a 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Sin embargo, se han reportado alteraciones para la salud, con concentraciones inclusive más bajas (alrededor de 3 $\mu\text{g}/\text{dl}$); existiendo un consenso generalizado respecto a la “ausencia” de un umbral de seguridad para las concentraciones de plomo sanguíneo (Mathee *et al.*, 2017).

A pesar de los datos expuestos, en los estándares emitidos por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, de Estados Unidos (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 1993), se requiere que el trabajador sea removido de la exposición al plomo, cuando la plumbemia es $\geq 50 \mu\text{g}/\text{dl}$ (construcción) o 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (industria en general) y se permite a los empleados retornar a sus puestos de trabajo cuando los niveles de plomo sérico son menores a 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Laidlaw *et al.*, 2017).

En consonancia, en Ecuador, en la Norma de Salud y Seguridad para la Exposición Laboral al Plomo (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, s. f.), se establece como límite permisible o TLV – TWA, un valor de 0,050 mg/m^3 y se retira al trabajador, de la exposición, con un nivel de plumbemia $\geq 41 \mu\text{g}/\text{dl}$.

Como resultado de la exposición ocupacional a plomo, el trabajador puede desarrollar una intoxicación aguda o crónica; la cual puede tener un amplio espectro en su



presentación clínica y una intensidad variable, dependiendo principalmente de la concentración sérica de este metal (Becerra *et al.*, 2016).

A bajos niveles de exposición, se observa un rango de efectos, desde alteraciones de procesos bioquímicos, hasta disfunciones psicológicas y neuro – comportamentales. En niveles altos de exposición, prácticamente todos los tejidos y órganos son dañados, con especial impacto en las funciones del sistema nervioso central, parámetros hematológicos y función renal (Kościuk *et al.*, 2019).

Justamente, por ser tan amplio el rango de sintomatología reportada, el diagnóstico de la intoxicación por plomo suele ser de exclusión, detectándose tardíamente e incluso, llegando a producirse errores de presunción diagnóstica. Kaneko *et al.* (2020) reportan el caso de un paciente de 24 años, con intoxicación por plomo; que fue admitido a un hospital, con fiebre de 2 días de evolución y dolor abdominal, siendo tratado por 30 días con analgésicos y fluidos, sin ninguna mejoría, antes de ser referido y diagnosticado correctamente. Otro caso similar fue reportado por Yang *et al.* (2020), describiendo el caso de un hombre de 28 años, que acudió al hospital por dolor paroxístico, periumbilical e hipogástrico, con irradiación a la espalda baja; recibiendo el diagnóstico inicial de “cólico por cálculos renales”. Ambos pacientes eran trabajadores con exposición ocupacional a plomo: el primero trabajaba en la construcción y el segundo era el encargado de un almacén de libros ilustrados que contenían pintura con plomo.

Estos informes, ponen de manifiesto, la dificultad que existe al abordar las enfermedades por exposición a plomo e identificar las fuentes laborales de contaminación; justificando la necesidad de realizar una revisión sistemática exploratoria, en aras de sintetizar y actualizar la información disponible sobre esta temática, surgiendo la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las fuentes laborales de contaminación y las principales manifestaciones clínicas y/o enfermedades, que los trabajadores con exposición ocupacional a plomo, podrían desarrollar?

Y teniendo en cuenta la pregunta enunciada, el objetivo de esta revisión sistemática exploratoria es: sintetizar la evidencia cualitativa y cuantitativa, referente a fuentes laborales de contaminación y manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo.



Métodos

Esta revisión sistemática exploratoria fue desarrollada siguiendo el marco metodológico propuesto por el Instituto Joanna Briggs (Peters *et al.*, 2020).

Criterios de inclusión y exclusión. – Se incluyeron en esta revisión, todos los documentos elegibles que cumplieran los siguientes criterios: estudios publicados en el período 2016 – 2020, en los idiomas inglés, español y portugués, sin restricción geográfica, aceptándose revisiones sistemáticas, meta – análisis, estudios experimentales, cuasiexperimentales, observacionales, artículos de revisión y reportes de caso; además, que involucraran participantes, que sin importar el sexo, hayan sido trabajadores, mayores de 18 años, con exposición ocupacional a plomo. Se excluyeron estudios con mujeres embarazadas, menores de 18 años y ensayos en animales.

Estrategia de búsqueda y fuentes de información. – Se efectuó una búsqueda de fuentes, primarias y secundarias; para identificar todos los artículos elegibles que se hubieran publicado en el período 2016 - 2020. Empleando las palabras clave “ saturnismo laboral” e “intoxicación ocupacional por plomo” y aplicando límites de tiempo de publicación, tipo de artículo y lenguaje (español, inglés y portugués); se realizó una revisión bibliográfica inicial en PubMed, Cochrane Library, Scielo y ScienceDirect. Se revisó literatura gris y se complementó la búsqueda, a través de Google Scholar, identificándose 2939 registros; de los cuales se excluyeron 216 duplicados y 62 citas. Posteriormente, en una primera instancia, se revisó el título y resumen de cada artículo, seleccionando 314 documentos que cumplieran con los criterios de inclusión. En una segunda instancia, se revisó el texto completo de los artículos y se descartaron 254 documentos que reunían uno o más criterios de exclusión, incluyéndose 60 estudios que reunían todos los criterios de elegibilidad (gráfico 1).



Fuente: Adaptado del diagrama de flujo PRISMA, desarrollado por Moher *et al.* (2009).

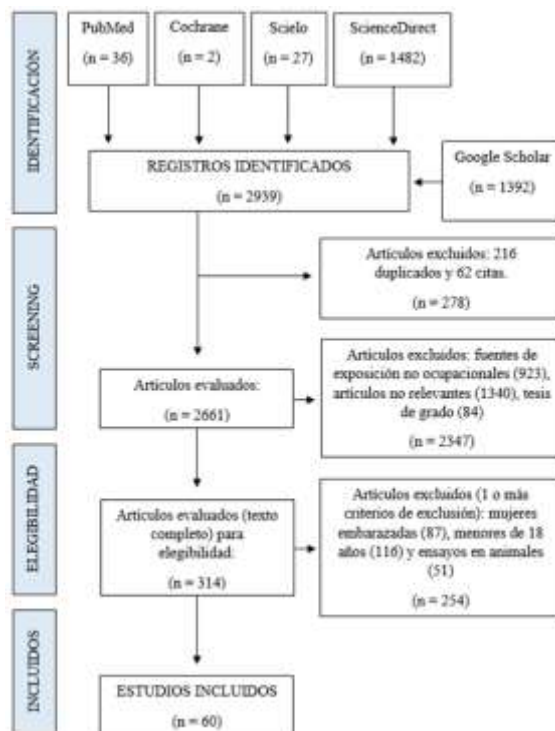


Gráfico 1. Diagrama de flujo de la búsqueda y selección de estudios.

Extracción de datos y síntesis de la evidencia. – Para todos los artículos incluidos, el proceso de extracción de datos fue realizado en base a las características de los estudios, objetivos, población, metodología, resultados y conclusiones. La síntesis incluyó un análisis cualitativo y/o cuantitativo (frecuencia y/o porcentaje) de los resultados primarios y secundarios de interés de esta revisión.

Los datos obtenidos fueron caracterizados de acuerdo al resultado de interés, para ser contrastados con literatura actual sobre el subtópico a describirse. Por tal concepto, se suman 11 registros bibliográficos a esta investigación, con las citas y referencias respectivas.



Resultados

Características de los estudios. – Los artículos incluidos fueron publicados en el período 2016 – 2020 (tabla 1), reportándose un mayor número a partir del año 2018 (63,3%). El idioma preponderante fue el inglés (98,3%) y la mayoría de los estudios fueron conducidos en Asia (51,7%). Los estudios predominantes fueron los de tipo observacional (68,3%) y los reportes de casos (18,3%).

Tabla 1. Características de los estudios incluidos.

Características (n = 60)	Porcentaje (%)
Año de publicación:	
2016 (n = 11)	18,3
2017 (n = 11)	18,3
2018 (n = 14)	23,3
2019 (n = 10)	16,7
2020 (n = 14)	23,3
Idioma:	
Inglés (n = 59)	98,3
Español (n = 1)	1,7
Continente:	
América del Norte (n = 5)	8,3
Centro América y América del Sur (n = 3)	5
Europa (n = 8)	13,3
Oceanía: Australia (n = 2)	3,3
Asia (n = 31)	51,7
África (n = 11)	18,3
Tipos de estudios:	
Revisiones sistemáticas (n = 2)	3,3
Revisiones sistemáticas y meta – análisis (n = 2)	3,3
Estudios cuasi – experimentales (n = 1)	1,7
Estudios observacionales (n = 41)	68,3
Reportes de casos (n = 11)	18,3
Artículos de revisión (n = 3)	5

Gráfico 1. Diagrama de flujo de la búsqueda y selección de estudios.



De los 60 artículos incluidos, 47 mencionaron las fuentes laborales de contaminación (12 de forma específica); 40 reportaron manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo, 4 valoraron niveles de corte de plomo (3 de manera específica), 3 expusieron mortalidad y 2 incluyeron medidas preventivas para disminuir el riesgo de la intoxicación por este metal (tabla 2).

Tabla 2. Estudios incluidos según resultados primarios y secundarios de interés.

Resultado de interés	Estudios	N.º
Fuentes laborales de contaminación:	(Elmaaboud et al, 2016); (Laidlaw et al, 2017); (Azami et al, 2017); (Adejumo et al, 2017); (Mathee et al, 2017); (Chaouali et al, 2017); (O'Connor et al, 2018); (Noushabadi et al, 2019); (Nakhaee et al, 2019); (Ferron et al, 2020); (Gautam et al, 2020) y (Ceballos et al, 2020)	12
Manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición a plomo:	(Becerra et al, 2016); (Zhang et al, 2016); (Fenga et al, 2016); (Baki et al, 2016); (Dadpour et al, 2016); (Aguilar et al, 2016); (Ibeh et al, 2016); (Ghiasvand et al, 2016); (Sadeghniat-Haghighi et al, 2016); (Kang y Park, 2017); (Poole y Basu, 2017); (Mathee et al, 2017); (Zimet et al, 2017); (Lghabi et al, 2018); (Mesri et al, 2018); (Shraideh et al, 2018); (Tutkun et al, 2018); (Han et al, 2018); (Obeng-Gyasi et al, 2018); (Fathabadi et al, 2018); (Wang et al, 2018); (Igharo et al, 2018); (Reilly et al, 2018); (Oginawati et al, 2018); (Kościuk et al, 2019); (Yu et al, 2019); (Qu et al, 2019); (Ravibabu et al, 2019); (Obi-Ezeani et al, 2019); (Huat et al, 2019); (Gunnarsson y Bodin, 2019); (Kaneko et al, 2020); (Stěpánek et al, 2020); (Yang et al, 2020); (Ansari et al, 2020); (Owsianowska et al, 2020); (Balasubramanian et al, 2020); (Batra et al, 2020); (Kim et al, 2020) y (Fahim et al, 2020)	40
Niveles de corte:	(Wu et al, 2016); (Hsieh et al, 2017) y (Wang et al, 2020)	3
Mortalidad:	(Steenland et al, 2017); (Li et al, 2018) y (Lanphear et al, 2018)	3
Medidas preventivas:	(Rasheed, 2019) y (Allaouat et al, 2020)	2

Fuentes laborales de contaminación por plomo. – 47 artículos señalaron la fuente ocupacional de contaminación por plomo (gráfico 2); resaltándose las siguientes áreas: manufacturación de baterías (21,28%), campos de tiro (14,89%), mecánica automotriz (14,89%) y construcción (14,89%).

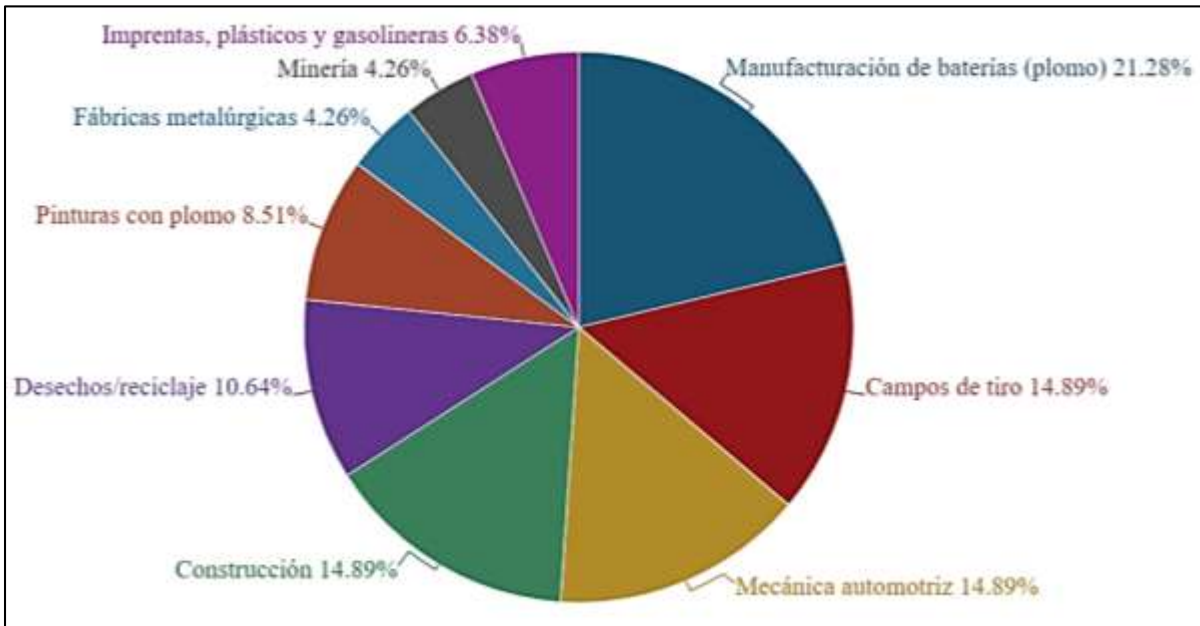


Gráfico 2. Porcentaje de distribución de las fuentes laborales de contaminación por plomo.

Manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo. – Cuarenta artículos reportaron manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo. La mayoría mencionaron alteraciones neurológicas (21,88%), hematológicas (12,5%), digestivas (10,94%) y psiquiátricas (10,94%).

El mayor porcentaje de las patologías reportadas (gráfico 3), forman parte de la lista considerada dentro del espectro común de las enfermedades por exposición ocupacional a plomo, con énfasis en afecciones neurológicas, hematológicas y abdominales.

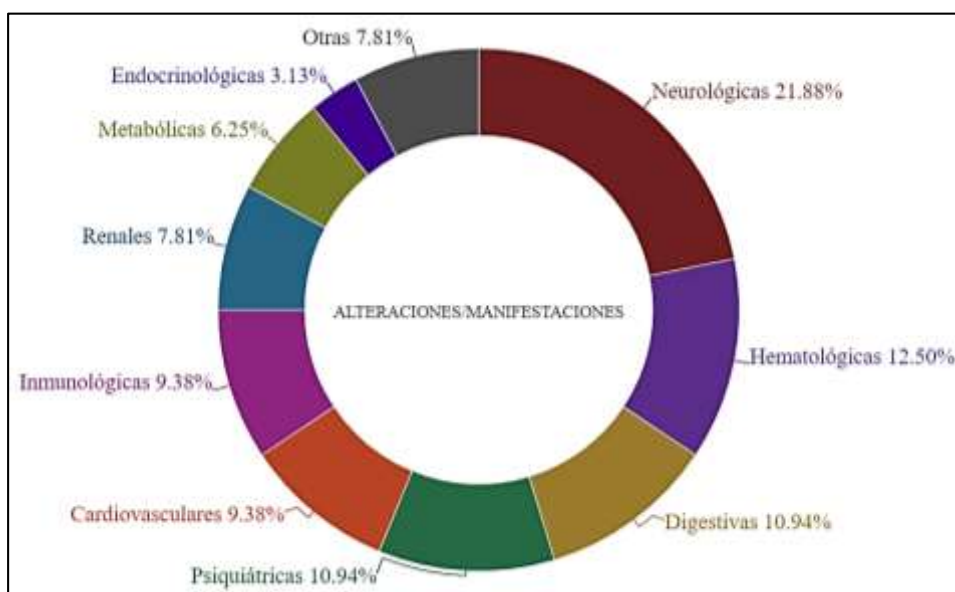




Gráfico 3. Porcentaje de alteraciones por exposición al plomo, reportadas.

Sin embargo, en esta revisión sistemática exploratoria, se han identificado ciertas afecciones poco comunes o inclusive, que no habían sido informadas antes.

Becerra *et al.* (2016) reportan un caso de concomitancia de neuropatía periférica y polimiositis, con una plumbemia de 97,61 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Otro caso particular, fue el informe de una intoxicación grupal, de 16 trabajadores, con tetraetil - plomo; tras lo cual, estos individuos desarrollaron sintomatología psiquiátrica, que incluía: balbuceo, agresividad, alucinaciones auditivas y visuales. Los niveles de plomo sanguíneo fueron: 417 – 772 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Zhang *et al.*, 2016).

Se subraya el caso de un hombre de 37 años, cazador del desierto, que manifestó: deterioro sensorial, debilidad muscular y cuadriplejía, acompañados de desórdenes cognitivos y psiquiátricos. La plumbemia fue de 150 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Mesri *et al.*, 2018).

Ansari *et al.* (2020), registran el caso de un trabajador de manufacturación de baterías, que presentó: pérdida de consciencia, rabdomiólisis, falla renal, polirradiculoneuropatía y necrosis muscular; con niveles de plomo sérico de 75 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

Otra alteración de la salud, de gran interés, fue la identificada por Ghiasvand *et al.* (2016); quienes estudiaron la relación dosis - respuesta entre los niveles de plumbemia y la pérdida de audición, encontrando una relación significativa entre niveles de plomo sérico y pérdida de audición de alta frecuencia. La plumbemia fue de 8,27 – 51,43 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y la razón de momios (RM) del cuartil de plomo sérico más alto, fue de 2,89 (IC 95%: 1,11 – 7,51 $p < 0,03$).

Otro artículo reporta una mayor prevalencia de trastornos del sueño, con un nivel de plumbemia promedio de 34,7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Sadeghniat-Haghighi *et al.*, 2016). Además, Fathabadi *et al.* (2018), condujeron un estudio que valoró los niveles de plomo en pacientes con Alzheimer (22,22 + 28,57 $\mu\text{g}/\text{dl}$) y determinó un riesgo aumentado, con una RM de 1,05 (IC 95%: 1,01 – 1,09; $p = 0,01$). Similarmente, en una revisión sistemática realizada por Gunnarsson y Bodin (2019), se infiere un aumento del 50% del riesgo, para Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) y Parkinson, tras exposición a plomo (riesgo relativo 1,57 IC 95%: 1,11 – 2,20).

Se resalta un estudio que reporta una mayor proporción de desórdenes músculo – esqueléticos en trabajadores expuestos a plomo, de los cuales, el 52% de los casos tuvieron una plumbemia $> 30 \mu\text{g}/\text{dl}$ (Ravibabu *et al.*, 2019).



Batra *et al.* (2020) manifiestan, que altos niveles de plomo sanguíneo, alteran, significativamente, a la vitamina D y al metabolismo del calcio. La plumbemia fue de 28,02 $\mu\text{g}/\text{dl}$. También se informa un aumento del riesgo de genotoxicidad, asociado a la cantidad de años de exposición y a niveles de plomo sérico, en un rango de 25,98 – 29,52 \pm 1,03 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Balasubramanian *et al.*, 2020).

Finalmente, Fahim *et al.* (2020) reportan una elevación de hormonas tiroideas en trabajadores expuestos a este metal, sugiriendo un riesgo incrementado de hipertiroidismo, (plumbemia: 16,5 \pm 1,74 $\mu\text{g}/\text{dl}$).

El menor nivel de plomo sanguíneo, en el cual se identificó alguna manifestación clínica, fue de 1,07 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y el máximo, fue de 150 $\mu\text{g}/\text{dl}$. La mayoría (59%) de estas alteraciones estuvieron enmarcadas en el rango de 5 a 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

Niveles de corte de la concentración de plomo, en el ámbito laboral. – Cuatro artículos evaluaron niveles de corte de plomo, en el ámbito laboral.

Wu *et al.* (2016) establecen en su estudio, que la menor concentración de plomo en el lugar de trabajo, para intoxicación por este metal, fue de 0,02 mg/m^3 y 0,01 mg/m^3 , para polvo y vapor. En otro estudio, se menciona, que la exposición a plomo en niveles previamente considerados seguros, resulta en el deterioro de ciertas habilidades cognitivas (Fenga, *et al.*, 2016).

Hsieh *et al.* (2017) indican que el riesgo de anemia, podría ser reducido significativamente, en hombres y en mujeres, si se adoptaran los estándares sugeridos de plomo sanguíneo de 25 y 15 $\mu\text{g}/\text{dl}$, respectivamente.

Por último, Wang *et al.* (2020), demuestran una relación significativa dosis - respuesta entre la exposición a plomo y toxicidad hematológica y genotoxicidad, sugiriendo niveles de corte de plumbemia más restrictivos: 135 y 105 $\mu\text{g}/\text{L}$, basados en el conteo de células rojas y hemoglobina; y los niveles de 66 y 35 $\mu\text{g}/\text{L}$, basados en micronúcleos y telómeros.

Mortalidad reportada por enfermedades por exposición a plomo. – Tres artículos abordaron la mortalidad por exposición ocupacional a plomo.

Steenland *et al.* (2017), refieren tendencias positivas para cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), infartos y enfermedades cardíacas y una



elevada tasa de mortalidad en personas con plumbemias $> 40 \mu\text{g/dl}$; para cáncer de laringe, pulmón y vejiga, así como para EPOC.

El estudio conducido por Lanphear *et al.* (2018), reporta, que un incremento de plumbemia de 1,0 a 6,7 $\mu\text{g/dl}$ fue asociado con toda causa de mortalidad (cociente de riesgo [CR] 1,37 IC 95%: 1,17 – 1,60), mortalidad por enfermedad cardiovascular (1,70 IC 95%: 1,30 – 2,22) y mortalidad por enfermedad cardíaca isquémica (2,08 IC 95%: 1,52 – 2,85).

En consonancia, Li *et al.* (2018) indican que la mortalidad por cáncer fue asociada a niveles urinarios de plomo, con un CR de 6,60 (IC 95%: 2,37 – 18,37; $p < 0,01$), definiendo a la concentración de plomo urinario, como un predictor independiente de mortalidad por cáncer.

Medidas preventivas para disminuir la intoxicación por exposición ocupacional a plomo. – Dos artículos valoraron la utilidad de medidas preventivas para disminuir la intoxicación por plomo.

Rasheed (2019) determinó, que el 9,9% de los trabajadores estudiados, tuvieron conocimiento de la intoxicación por plomo y 18% usó equipo de protección. Por lo tanto, infiere que el conocimiento del riesgo de intoxicación por plomo influencia la frecuencia de uso del equipo de protección personal.

Los hallazgos principales de la revisión sistemática conducida por Allaouat *et al.* (2020), indican, que con niveles previos altos de plumbemia, las intervenciones educacionales consistentemente podrían disminuir la plumbemia en el corto, mediano y largo plazo.

Discusión

Fuentes laborales de contaminación por plomo. – La literatura analizada en esta revisión sistemática exploratoria, indica que las fuentes laborales de contaminación por plomo, son amplias y abarcan aquellas industrias donde se manipula plomo o sus compuestos; resaltándose las siguientes áreas: manufacturación de baterías, campos de tiro, mecánica automotriz y construcción.

Coincidiendo con los hallazgos, en el estudio conducido por Dignam *et al.* (2019), se reporta que el plomo está presente en más de 100 industrias, subrayándose las siguientes fuentes de contaminación: manufacturación de baterías, soldadura, construcción,



reciclaje, producción de artesanías, uso y producción de municiones y trabajos con pintura con plomo.

Se recalca el hecho, de que a pesar de los esfuerzos hechos por la Alianza Global para Eliminar el Uso del Plomo en la Pintura (2011) y los lineamientos emitidos por organismos como la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (Environmental Protection Agency [EPA], 2020); la pintura con plomo sigue siendo una fuente de contaminación, lo cual se demuestra en los resultados de esta revisión sistemática exploratoria; así como en la literatura disponible.

Manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo. – La información revisada sugiere un amplio espectro de alteraciones en la salud de los trabajadores expuestos a plomo, que involucran a la mayoría de órganos y sistemas del cuerpo humano; subrayándose alteraciones neurológicas, hematológicas, digestivas y psiquiátricas.

Muchas de estas afecciones han sido reportadas ampliamente por la literatura, con especial énfasis en las parestesias, dolor abdominal y anemia; lo cual se evidencia en el estudio conducido por Bikash *et al.* (2019), quienes enuncian las diferentes manifestaciones que la plumbosis podría tener: neurológicas, cardiovasculares, hematológicas, nefrológicas, óseas, reproductivas y genotóxicas.

Adicionalmente, en esta revisión también se identificaron ciertas afecciones poco comunes o inclusive, que no habían sido informadas antes, reportándose: concomitancia de neuropatía periférica y polimiositis, sintomatología psiquiátrica por intoxicación grupal por tetraetil – plomo, cuadriplejía, rabdomiólisis y necrosis muscular.

A pesar de que las manifestaciones neurológicas resultantes de la intoxicación por plomo son conocidas, existe menos evidencia de las implicaciones psiquiátricas que se podrían producir. Con respecto a este tópico, Vorvolakos *et al.* (2016) estipulan que altos niveles de plumbemia se correlacionarían con síntomas psicóticos, como delirios y alucinaciones.

Entre los hallazgos, también se encontró una correlación positiva, entre la exposición a plomo y las siguientes manifestaciones clínicas y/o enfermedades: pérdida de audición de alta frecuencia, trastornos del sueño, Alzheimer, ELA, Parkinson, desórdenes



músculo – esqueléticos, alteración de la vitamina D y el metabolismo del calcio, genotoxicidad e hipertiroidismo.

Al abordar las enfermedades neurodegenerativas, se ha hecho especial énfasis en el Alzheimer. Sin embargo, Brown *et al.* (2019) señalan que no encontraron evidencia suficiente para emitir una conclusión acerca del rol del plomo en esta enfermedad.

Niveles de corte de la concentración de plomo, en el ámbito laboral. – Los hallazgos de esta revisión, indican que los estándares actuales no se consideran seguros y que deberían ser revisados, sugiriendo la posibilidad de adoptar nuevos estándares más restrictivos.

Se encontró, que el nivel de concentración de plomo en el lugar de trabajo, correlacionado con el desarrollo de una intoxicación por este metal, es menor que los valores límites de exposición profesional actuales; situándose en 0,02 mg/m³ y 0,01 mg/m³, para polvo y vapor. Estos resultados se contraponen a los límites ocupacionales establecidos por la OSHA, que están situados en 0,05 mg/m³ y que están vigentes también en Ecuador.

Además, se detectó el deterioro de ciertas habilidades cognitivas, en niveles previamente considerados seguros y se determinó que con valores límites de plomo sérico más restrictivos se podría reducir significativamente el riesgo de anemia e inclusive, disminuir la toxicidad hematológica y la genotoxicidad.

Similarmente, esta problemática fue abordada por el Consejo de Epidemiólogos Estatales y Territoriales (Council of State and Territorial Epidemiologists [CSTE], 2015), quienes reportaron la existencia de una evidencia incrementada de la toxicidad del plomo, en adultos; asociando bajas dosis de exposición con hipertensión, disfunción renal, deficiencias cognitivas y alteraciones reproductivas femeninas; recomendando un nivel de acción para adultos, situado en 5 µg/dl.

Siguiendo el mismo lineamiento, los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades/Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (CDC/NIOSH, 2018), indican la posibilidad de que, según estudios, los actuales OSHA PEL (límites de exposición permisible) y NIOSH REL (límites de exposición recomendados) podrían ser muy elevados para resguardar a los trabajadores de ciertos efectos a la salud.



Estos datos concuerdan con lo especificado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), que indica que no se conoce una concentración sanguínea “segura” de plomo, encontrándose alteraciones con concentraciones bajas (5 µg/dl).

Mortalidad reportada por enfermedades por exposición ocupacional a plomo. – Los hallazgos encontrados respecto a este tópico, sugieren una mortalidad elevada por exposición a plomo, particularmente con relación a enfermedades cardiovasculares y cáncer.

Se encontró, que el incremento de 1,0 µg/dl a 6,7 µg/dl de plumbemia fue asociado con toda causa de mortalidad, mortalidad por enfermedad cardiovascular y mortalidad por enfermedad cardíaca isquémica; lo cual coincide con la información emitida por la OMS (2016). Dicha entidad reportó que la exposición al plomo ocasionó el 10,3%, el 5,6% y el 6,2% de la carga mundial de cardiopatía hipertensiva, cardiopatía isquémica y accidentes cerebrovasculares, respectivamente.

Además, según la literatura analizada, se encontraron tendencias positivas para cáncer de pulmón, EPOC, infartos y enfermedades cardíacas y una elevada tasa de mortalidad para aquellas personas con plumbemias > 40 µg/dl; considerándose a la concentración de plomo urinario, como predictor independiente de mortalidad por cáncer.

Con respecto a los efectos carcinógenos del plomo, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, de Estados Unidos (OSHA, s. f.), señala que, según evidencia limitada, los trabajadores podrían desarrollar procesos neoplásicos (estómago y pulmón), como consecuencia de la exposición inhalatoria a plomo. Sin embargo, se requerirían más investigaciones al respecto.

Medidas preventivas para disminuir el riesgo de intoxicación por exposición ocupacional a plomo. – Según la bibliografía analizada en esta investigación, se evidencia la utilidad de intervenciones educacionales, para disminuir el riesgo de intoxicación por exposición ocupacional a plomo, con énfasis en el uso correcto del equipo de protección personal. Estas intervenciones podrían disminuir la concentración de plomo sérico en el corto, mediano y largo plazo y se recalca que el conocimiento previo del riesgo de intoxicación por este metal, podría influenciar la frecuencia del uso del equipo de protección personal.



Estos hallazgos coinciden con las recomendaciones emitidas por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, de Estados Unidos (OSHA, s. f.) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC/NIOSH, 2018), quienes recomiendan el uso adecuado del equipo de protección personal y sugieren medidas higiénicas básicas.

Conclusiones

Las fuentes laborales de contaminación por plomo son amplias y abarcan aquellas industrias en las cuales se manipula plomo o sus compuestos; resaltándose las siguientes áreas: manufacturación de baterías, campos de tiro, mecánica automotriz y construcción.

Las manifestaciones clínicas y/o enfermedades por exposición ocupacional a plomo incluyen un amplio espectro e involucran a la mayoría de órganos y sistemas del cuerpo humano, subrayándose alteraciones: neurológicas, hematológicas, digestivas y psiquiátricas; sin evidenciarse la existencia de un umbral "seguro" de plumbemia. Además, la mortalidad resultante es elevada, con particular énfasis en enfermedades cardiovasculares y cáncer.

Implicaciones de los hallazgos para la investigación:

Se evidencia la necesidad de realizar investigaciones que aborden la relación entre la exposición a plomo y el desarrollo de patologías raramente reportadas; por existir información no concluyente al respecto.

Se considera pertinente recomendar, la realización de investigaciones futuras, sobre la seguridad de los estándares de regulación de la concentración de plomo, en el ámbito laboral.

Cabe señalar la necesidad de realizar estudios, primarios y/o secundarios, que aborden la correlación entre exposición a plomo y cáncer, así como la carga de morbimortalidad resultante de estas variables.

Implicaciones de los hallazgos para la práctica:

Es aconsejable, debido a la variedad de fuentes de contaminación y al amplio espectro de las manifestaciones clínicas por exposición ocupacional a plomo, que los



profesionales de Seguridad y Salud Ocupacional, realicen un amplio diagnóstico diferencial e identificación de posibles orígenes laborales de exposición a este metal.

Es recomendable, que a partir de una plumbemia de 5 µg/dl, se reporte la positividad de plomo sérico y se inicien los lineamientos de acción destinados a proteger al trabajador.

Se considera pertinente, que se informe a los trabajadores sobre los riesgos asociados a la exposición ocupacional a plomo, así como de la obligatoriedad del uso de equipos de protección personal y medidas higiénicas.

Limitaciones

Los hallazgos de esta revisión sistemática exploratoria están limitados a las fuentes de información consultadas, recalcando el hecho, que sólo se accedió a la literatura gratuita disponible y que se aplicaron filtros con respecto a idiomas de publicación; pudiendo haber bases de datos y estudios relevantes, que no fueron analizados.

Conflicto de intereses

La autora afirma no presentar conflicto de intereses en la presente investigación.

Referencias bibliográficas

- Adejumo, M., Olaiya, Y. y Sridhar, M. (2017). Blood Lead Levels among Automobile Mechanics in a Megacity, Lagos, Nigeria. *International journal of health sciences*, 5.
<https://doi.org/10.15640/IJHS.V5N2A3>
- Aguilar Madrid, G., Téllez-Cárdenas, L., Juárez-Pérez, C. A., Haro-García, L. C., Mercado-García, A., Gopar-Nieto, R. y Cabello-López, A. (2016). Blood lead determinants and the prevalence of neuropsychiatric symptoms in firearm users in Mexico. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 29(2), 219–228. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00358>
- Allaouat, S., Reddy, VK., Räsänen, K., Khan, S. y Lumens, MEGL. (2020). Educational interventions for preventing lead poisoning in workers. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 8. Art. No.: CD013097. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013097.pub2>.
- Ansari, B., Dorooshi, G., Lalehzar, S., Taheri, A. y Meamar, R. (2020). Rhabdomyolysis and Muscle Necrosis Induced By Lead Poisoning. *Advanced biomedical research*, 9, 65.
https://doi.org/10.4103/abr.abr_175_20



- Azami, M., Tardeh, Z., Mansouri, A., Soleymani, A. y Sayehmiri, K. (2017). Mean Blood Lead Level in Iranian Workers: A Systematic and Meta-Analysis. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 20.
<https://dx.doi.org/10.5812/ircmj.64172>
- Baki, A. E., Ekiz, T., Öztürk, G. T., Tutkun, E., Yilmaz, H. y Yildizgören, M. T. (2016). The Effects of Lead Exposure on Serum Uric Acid and Hyperuricemia in Young Adult Workers: A Cross-sectional Controlled Study. *Archives of rheumatology*, 31(1), 71–75.
<https://doi.org/10.5606/ArchRheumatol.2016.5955>
- Balasubramanian, B., Meyyazhagan, A., Chinnappan, A. J., Alagamuthu, K. K., Shanmugam, S., Al-Dhabi, N. A., Mohammed Ghilan, A. K., Duraipandiyar, V. y Valan Arasu, M. (2020). Occupational health hazards on workers exposure to lead (Pb): A genotoxicity analysis. *Journal of infection and public health*, 13(4), 527–531. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2019.10.005>
- Batra, J., Thakur, A., Meena, S. K., Singh, L., Kumar, J. y Juyal, D. (2020). Blood lead levels among the occupationally exposed workers and its effect on calcium and vitamin D metabolism: A case-control study. *Journal of family medicine and primary care*, 9(5), 2388–2393.
https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_271_20
- Becerra, L., Colorado, M., Molina, J., Rivera, A., Mesa, M., Velásquez-Franco, C. J. y Muñoz-Grajales, C. (2016). Coexistencia de neuropatía periférica secundaria a intoxicación crónica por plomo y polimiositis: reporte de caso. *Revista Colombiana de Reumatología*, 23(3), 213-217.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.rcreu.2016.04.002>
- Bikash, D., WaikhomSomraj, S. y Kuntal, M. (2019). Sources and toxicological effects of lead on human health. *Indian Journal of Medical Specialities*. 10. 66. 10.4103/INJMS.INJMS_30_18.
- Brown, E., Shah, P., Pollock, B., Gerretsen, P. y Graff-Guerrero, A. (2019). "Lead (Pb) in Alzheimer's Dementia: A Systematic Review of Human Case- Control Studies", *Current Alzheimer Research*; 16: 353. <https://doi.org/10.2174/1567205016666190311101445>
- Ceballos, D. M., Herrick, R. F., Dong, Z., Kalweit, A., Miller, M., Quinn, J. y Spengler, J. D. (2020). Factors affecting lead dust in construction workers' homes in the Greater Boston Area. *Environmental research*, 195, 110510. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110510>
- Centers for Disease Control and Prevention (2015). Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/ables/ReferenceBloodLevelsforAdults.html> (ingreso 08/03/2021).
- Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. (2018). Lead. [https://www.cdc.gov/niosh/topics/lead/limits.html#:~:text=The%20required%20\(OSHA\)%20Permissibl%20Exposure.PEL%20%3D%20400%2Fhours%20worked](https://www.cdc.gov/niosh/topics/lead/limits.html#:~:text=The%20required%20(OSHA)%20Permissibl%20Exposure.PEL%20%3D%20400%2Fhours%20worked) (ingreso 10/03/2021).
- Chaouali, N., Nouioui, A., Aouard, M., Amira, D y Hedhili, A. (2017). OCCUPATIONAL LEAD TOXICITY IN CRAFT POTTERS. *Lebanese Science Journal*, Vol. 19, No. 1.



- Council of State and Territorial Epidemiologists (2015). Public Health Reporting and National Notification for Elevated Blood Lead Levels. <https://www.cste.org/>
- Dadpour, B., Afshari, R., Mousavi, S.R., Kianoush, S., Keramati, M.R., Moradi, V.A., Sadeghi, M., Sani, F.M. y Mood, M. (2016). Clinical and Laboratory Findings of Lead Hepatotoxicity in the Workers of a Car Battery Manufacturing Factory. *Iranian Journal of Toxicology*, 10, 1-6.
- Dignam, T., Kaufmann, R. B., LeSturgeon, L. y Brown, M. J. (2019). Control of Lead Sources in the United States, 1970-2017: Public Health Progress and Current Challenges to Eliminating Lead Exposure. *Journal of public health management and practice: JPHMP*, 25 Suppl 1, Lead Poisoning Prevention, S13-S22. <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000889>
- Elmaaboud, R.M., Mohamed, Z.T., George, S.M., El-Dine, A.M. y Shehaby, D.M. (2016). Lead and Cadmium Toxicity in Tile Manufacturing Workers in Assiut, Egypt. *Arab Journal of Forensic Sciences and Forensic Medicine*; 1, 299 - 311. <https://doi.org/10.12816/0026462>
- Fahim, Y. A., Sharaf, N. E., Hasani, I. W., Ragab, E. A. y Abdelhakim, H. K. (2020). Assessment of Thyroid Function and Oxidative Stress State in Foundry Workers Exposed to Lead. *Journal of health & pollution*, 10(27), 200903. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-10.27.200903>
- Fathabadi, B., Dehghanifiroozabadi, M., Aaseth, J., Sharifzadeh, G., Nakhac, S., Rajabpour-Sanati, A., Amirabadizadeh, A. y Mehrpour, O. (2018). Comparison of Blood Lead Levels in Patients With Alzheimer's Disease and Healthy People. *American journal of Alzheimer's disease and other dementias*, 33(8), 541-547. <https://doi.org/10.1177/1533317518794032>
- Fenga, C., Gangemi, S., Alibrandi, A., Costa, C. y Micali, E. (2016). Relationship between lead exposure and mild cognitive impairment. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 57(4), E205-E210.
- Ferron, M. M., Kuno, R., Campos, A., Castro, F. y Gouveia, N. (2020). Cadmium, lead and mercury in the blood of workers from recycling sorting facilities in São Paulo, Brazil. *Cadernos de saude publica*, 36(8), e00072119. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00072119>
- Gautam, K., Pant, V., Pradhan, S., Pyakurel, D., Bhandari, B. y Shrestha, A. (2020). Blood Lead Levels in Rag-Pickers of Kathmandu and its Association with Hematological and Biochemical Parameters. *Journal of the International Federation of Clinical Chemistry EJIFCC*, 31(2), 125-133.
- Ghiasvand, M., Mohammadi, S., Roth, B. y Ranjbar, M. (2016). The Relationship between Occupational Exposure to Lead and Hearing Loss in a Cross-Sectional Survey of Iranian Workers. *Frontiers in public health*, 4, 19. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00019>
- Gunnarsson, L. G. y Bodin, L. (2019). Occupational Exposures and Neurodegenerative Diseases-A Systematic Literature Review and Meta-Analyses. *International journal of environmental research and public health*, 16(3), 337. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030337>



- Han, L., Wang, X., Han, R., Xu, M., Zhao, Y., Gao, Q., Shen, H. y Zhang, H. (2018). Association between blood lead level and blood pressure: An occupational population-based study in Jiangsu province, China. *PLoS one*, 13(7), e0200289. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200289>
- Hsieh, N., Chung, S., Chen, S., Chen, W., Cheng, Y., Lin, Y., You, S. y Liao, C. (2017). Anemia risk in relation to lead exposure in lead-related manufacturing. *BMC Public Health* 17, 389. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4315-7>
- Huat, T. J., Camats-Perna, J., Newcombe, E. A., Valmas, N., Kitazawa, M. y Medeiros, R. (2019). Metal Toxicity Links to Alzheimer's Disease and Neuroinflammation. *Journal of molecular biology*, 431(9), 1843–1868. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.01.018>
- Ibeh, N., Aneke, J.C., Okocha, C., Okeke, C. y Nwachukwuma, J. (2016). The Influence of Occupational Lead Exposure on Haematological Indices among Petrol Station Attendants and Automobile Mechanics in Nnewi, South-East Nigeria. *Journal of Environmental and Occupational Science*, 5, 1-6. <https://doi.org/10.5455/JEOS.20160320022500>
- Igharo, O., Anetor, J., Osibanjo, O., Okungbowa, M.A., Idomeh, F. y Aleoghena, T.O. (2018). Variation in Some Haematological Parameters, Iron and Lead Levels in Workers Exposed to Electronic Waste in Benin City, Nigeria. *Journal of Medical Laboratory Science*: 30 pp. 50-58 (3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4038605>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Seguro General de Riesgos del Trabajo. (s. f.). Norma de Salud y Seguridad para la Exposición Laboral al Plomo. <https://www.iesg.gob.ec>
- Kaneko, M., Kazatani, T. y Shikata, H. (2020). Occupational Lead Poisoning in a Patient with Acute Abdomen and Normocytic Anemia. *Internal medicine (Tokyo, Japan)*, 59(12), 1565–1570. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.4176-19>
- Kang, K. W. y Park, W. J. (2017). Lead Poisoning at an Indoor Firing Range. *Journal of Korean medical science*, 32(10), 1713–1716. <https://doi.org/10.3346/jkms.2017.32.10.1713>
- Kim, M. G., Kim, Y. W. y Ahn, Y. S. (2020). Does low lead exposure affect blood pressure and hypertension?. *Journal of occupational health*, 62(1), e12107. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12107>
- Kościuk, A., Kos, M., Drankowska, J. y Tchórz, M. (2019). Lead poisoning linked to occupational exposure - case reports. *Journal of Education, Health and Sport*, 9(1), 185-190. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2546071>
- Laidlaw, M. A., Filippelli, G., Mielke, H., Gulson, B. y Ball, A. S. (2017). Lead exposure at firing ranges-a review. *Environmental health: a global access science source*, 16(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0246-0>



- Lanphear, B. P., Rauch, S., Auinger, P., Allen, R. W. y Hornung, R. W. (2018). Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. *The Lancet. Public health*, 3(4), e177–e184. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(18\)30025-2](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(18)30025-2)
- Lghabi, M., Allouche, W., Ichane, A., Benali, B. y Kholti, A.E. (2018). 1507 Myth or reality! acute lead poisoning – a case report. *Occupational and Environmental Medicine*, 75: A400.
- Li, S., Wang, J., Zhang, B., Liu, Y., Lu, T., Shi, Y., Shan, G. y Dong, L. (2018). Urinary Lead Concentration Is an Independent Predictor of Cancer Mortality in the U.S. General Population. *Frontiers in oncology*, 8, 242. <https://doi.org/10.3389/fonc.2018.00242>
- Mathee, A., de Jager, P., Naidoo, S. y Naicker, N. (2017). Exposure to lead in South African shooting ranges. *Environmental research*, 153, 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.11.021>
- Mathee, A., de Jager, P., Naidoo, S. y Naicker, N. (2017). Lead poisoning in shooting-range workers in Gauteng Province, South Africa: Two case studies. *South African medical journal = Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde*, 107(4), 302–303. <https://doi.org/10.7196/SAMJ.2017.v107i4.12176>
- Mesri, M., Najari, F., Baradaran Kayal, I. y Najari, D. (2018). Hyper Acute Quadriplegia with Chronic Lead Toxicity; a Case Report. *Archives of Academic Emergency Medicine*; 6(1), e44. <https://doi.org/10.22037/aaem.v6i1.87>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. y Altman D.G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Nakhaee, S., Amirabadizadeh, A., Nakhaee, S., Zardast, M., Schimmel, J., Ahmadian-Moghadam, J., Akbari, A., Darmian, H. M., Mohammadi, M. y Mehrpour, O. (2019). Blood lead level risk factors and reference value derivation in a cross-sectional study of potentially lead-exposed workers in Iran. *BMJ Open*; 9:e023867. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023867>
- Noushabadi, Z. S., Shekaftik, S. O., Hosseini, A. F. y Ashtarinezhad, A. (2019). Blood Lead Level of Workers in a Printing Industry. *Archives of Occupational Health*; 3 (3): 360-365. <https://doi.org/10.18502/aoh.v3i3.1278>
- Obeng-Gyasi, E., Armijos, R. X., Weigel, M. M., Filippelli, G. y Sayegh, M. A. (2018). Hepatobiliary-Related Outcomes in US Adults Exposed to Lead. *Environments*, 5(4), 46. <https://doi.org/10.3390/environments5040046>
- Obi-Ezeani, C. N., Dioka, C. E., Meludu, S. C., Onuora, I. J., Usman, S. O. y Onyema-Iloh, O. B. (2019). Blood Pressure and Lipid Profile in Automechanics in Relation to Lead Exposure. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 23(1), 28–31. https://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_122_18
- O'Connor, D., Hou, D., Ye, J., Zhang, Y., Ok, Y. S., Song, Y., Coulon, F., Peng, T. y Tian, L. (2018). Lead-based paint remains a major public health concern: A critical review of global production, trade, use,



exposure, health risk, and implications. *Environment international*, 121(Pt 1), 85–101.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.052>

Occupational Safety and Health Administration (s. f.). Lead. <https://www.osha.gov/lead> (ingreso 09/03/2021)

Oginawati, K., Dwilestari, H. y Junianto, N. (2018). Hematology Analysis of Lead Exposure on Painting Workers (Case Study: Informal Automobile Painting Industries in Karasak, Bandung). *Knowledge E Life Sciences*, 4(5), 674–686. <https://doi.org/10.18502/cls.v4i5.259>

Owsianowska, J., Kamińska, M. S., Bosiacki, M., Chlubek, D., Karakiewicz, B., Jurczak, A., Stanisławska, M., Barczak, K. y Grochans, E. (2020). Depression, changes in peripheral blood cell count, and changes in selected biochemical parameters related to lead concentration in whole blood (Pb-B) of women in the menopausal period. *Journal of trace elements in medicine and biology: organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS)*, 61, 126501. Advance online publication.

<https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2020.126501>

Peters, M.D.J., Godfrey, C., McInerney, P., Munn, Z., Tricco, A.C. y Khalil, H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020). In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIM Manual for Evidence Synthesis*.

<https://synthesismanual.jbi.global>. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12>

Poole, C. y Basu, S. (2017). Systematic Review: Occupational illness in the waste and recycling sector.

Occupational medicine (Oxford, England), 67(8), 626–636. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqx153>

Qu, W., Du, G. L., Feng, B. y Shao, H. (2019). Effects of oxidative stress on blood pressure and electrocardiogram findings in workers with occupational exposure to lead. *The Journal of international medical research*, 47(6), 2461–2470. <https://doi.org/10.1177/0300060519842446>

Rasheed, Tajudeen Olusegun. (2019). Knowledge and Practice of Battery Technicians about Lead Poisoning in the Workplace. *Archives of Occupational Health*. 3. <https://doi.org/10.18502/aoh.v3i4.1550>

Ravibabu, K., Bagepally, B. S. y Barman, T. (2019). Association of Musculoskeletal Disorders and Inflammation Markers in Workers Exposed to Lead (Pb) from Pb-battery Manufacturing plant. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 23(2), 68–72.

https://doi.org/10.4103/ijocem.IJOEM_192_18

Reilly, R., Spalding, S., Walsh, B., Wainer, J., Pickens, S., Royster, M., Villanacci, J. y Little, B. B. (2018). Chronic Environmental and Occupational Lead Exposure and Kidney Function among African Americans: Dallas Lead Project II. *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2875. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122875>

Sadeghniaat-Haghighi, K., Yousefian, M., Aminian, O. y Najafi, A. (2016). Association between Blood Lead Level and Sleep Quality in Lead- Zinc Factories in Zanjan: A Cross-Sectional Study. *Journal of Sleep Sciences*. 1(1):18-22.



- Shraideh, Z., Badran, D., Hunaiti, A. y Battah, A. (2018). Association between occupational lead exposure and plasma levels of selected oxidative stress related parameters in Jordanian automobile workers. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 31(4), 517–525. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01243>
- Steenland, K., Barry, V., Anttila, A., Sallmén, M., McElvenny, D., Todd, A. C. y Straif, K. (2017). A cohort mortality study of lead-exposed workers in the USA, Finland and the UK. *Occupational and environmental medicine*, 74(11), 785–791. <https://doi.org/10.1136/oemed-2017-104311>
- Štěpánek, L., Nakládalová, M., Klementa, V. y Ferenčíková, V. (2020). Acute lead poisoning in an indoor firing range. *Medycyna pracy*, 71(3), 375–379. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00930>
- Tutkun, L., Iritas, S.B., Ilter, H., Gündüzöz, M. y Deniz, S. (2018). Effects of occupational lead exposure on testosterone secretion. *Medicine Science | International Medical Journal*, 7, 886. <https://dx.doi.org/10.5455/medscience.2018.07.8880>
- United State Environmental Protection Agency. (2020). <https://www.epa.gov/enforcement/epas-lead-based-paint-enforcement-helps-protect-children-and-vulnerable-communities-2020> (ingreso 14/03/2021).
- Vorvolakos, T., Arseniou, S. y Samakouri, M. (2016). There is no safe threshold for lead exposure: A literature review. *Psychiatrike = Psychiatriki*, 27(3), 204–214. <https://doi.org/10.22365/jpsych.2016.273.204>
- Wang, T., Tu, Y., Zhang, G., Gong, S., Wang, K., Zhang, Y., Meng, Y., Wang, T., Li, A., Christiani, D. C., Au, W., Zhu, Y. y Xia, Z. L. (2020). Development of a benchmark dose for lead-exposure based on its induction of micronuclei, telomere length changes and hematological toxicity. *Environment international*, 145, 106129. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106129>
- Wang, X., Liang, H., Wang, Y., Cai, C., Li, J., Li, X., Wang, M., Chen, M., Xu, X. y Tan, H. (2018). Risk factors of renal dysfunction and their interaction in level-low lead exposure paint workers. *BMC Public Health* 18, 526. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5475-9>
- World Health Organization. (2019). Lead poisoning and health. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/lead-poisoning-and-health> (ingreso 08/03/2021).
- Wu, Y., Gu, J. M., Huang, Y., Duan, Y. Y., Huang, R. X. y Hu, J. A. (2016). Dose-Response Relationship between Cumulative Occupational Lead Exposure and the Associated Health Damages: A 20-Year Cohort Study of a Smelter in China. *International journal of environmental research and public health*, 13(3), 328. <https://doi.org/10.3390/ijerph13030328>
- Yang, Y., Li, S., Wang, H., Liu, M., Tuo, B., Wu, H., Deng, S. y Liu, X. (2020). Chronic lead poisoning induced abdominal pain and anemia: a case report and review of the literature. *BMC gastroenterology*, 20(1), 335. <https://doi.org/10.1186/s12876-020-01482-x>
- Yu, C. G., Wei, F. F., Yang, W. Y., Zhang, Z. Y., Mujaj, B., Thijs, L., Feng, Y. M. y Staessen, J. A. (2019). Heart rate variability and peripheral nerve conduction velocity in relation to blood lead in newly hired



lead workers. *Occupational and environmental medicine*, 76(6), 382–388.

<https://doi.org/10.1136/oemed-2018-105379>

Zhang, F., Bai, Y., Zhu, B., Zhu, W. y Ye, M. (2016). Group and insidious tetraethyl lead poisoning occurred in industry of plastic weaving: a case report. *Journal of thoracic disease*, 8(5), E325–E329.

<https://doi.org/10.21037/jtd.2016.03.68>

Zimet, Z., Bilban, M., Fabjan, T., Suhadolc, K., Poljšak, B. y Osredkar, J. (2017). Lead Exposure and Oxidative Stress in Coal Miners. *Biomedical and environmental sciences: BES*, 30(11), 841–845.

<https://doi.org/10.3967/bes2017.113>