



RELACIÓN ENTRE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL PLOMO Y EL RIESGO DE DAÑO RENAL: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

RELATIONSHIP BETWEEN OCCUPATIONAL LEAD EXPOSURE AND THE RISK OF KIDNEY DAMAGE: A LITERATURE REVIEW

Luis Oswaldo Correa Cepeda ^{1*}

¹ Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5297-8484>.

Correo: lc Correa6685@uta.edu.ec

Edison Arturo Galárraga Pérez²

² Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4853-1631>.

Correo: ea.galarraga@uta.edu.ec

* Autor para correspondencia: lc Correa6685@uta.edu.ec

Resumen

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica en PubMed, SciELO, Web of Science y la Biblioteca Virtual en Salud (BVS), incluyendo artículos en inglés y español, acceso abierto, estudios en humanos, publicados entre 2015 y 2025. La estrategia combinó términos DeCS/MeSH: “Plomo” OR “Intoxicación por plomo” OR “Envenenamiento por plomo” AND “Enfermedades renales” OR “Insuficiencia renal” OR “Nefrosis” AND “Riesgos laborales” OR “Exposición ocupacional”. Se documentó un diagrama PRISMA, con registros identificados (n=267), cribado, evaluación de elegibilidad (n=72) e inclusión final (n=32), tras excluir duplicados y artículos ambiguos o no relevantes. **Resultados:** Las ocupaciones con mayor probabilidad de exposición incluyen pintores, mecánicos de baterías, manipuladores de gasolina y fabricación de redes, con evidencia de exposición incluso a niveles bajos- moderados. La exposición al plomo se asocia con disfunción tubular proximal y alteraciones glomerulares; KIM-1 destaca como biomarcador sensible de lesión tubular subclínica y Cistatina C apoya la detección de cambios en la función renal (TFGe). Estudios poblacionales muestran asociación entre niveles de plomo y mayor frecuencia de proteinuria, reducción de TFGe y mayor probabilidad de CKD, con interacción de factores como edad, tabaquismo y comorbilidades metabólicas. **Conclusiones:** La exposición ocupacional al plomo continúa siendo un problema de salud pública y laboral, con vínculos consistentes con daño renal temprano y establecido, especialmente de predominio tubular, detectable mediante biomarcadores como KIM-1 y Cistatina C. La persistente insuficiencia en el control regulatorio de plomo en productos y ambientes de trabajo favorece la continuidad del riesgo, por lo que se recomiendan programas de tamizaje temprano en el lugar de trabajo, vigilancia de biomarcadores renales y medidas preventivas para reducir la exposición.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



Palabras clave: intoxicación por plomo; enfermedades renales; nefrosis; exposición ocupacional.

Abstract

Methods: A bibliographic review was conducted in PubMed, SciELO, Web of Science, and the Virtual Health Library (VHL), including open-access articles in English and Spanish, human studies, published between 2015 and 2025. The search strategy combined DeCS/MeSH terms: “Lead” OR “Lead poisoning” OR “Lead intoxication” AND “Kidney diseases” OR “Renal insufficiency” OR “Nephrosis” AND “Occupational risks” OR “Occupational exposure.” A PRISMA diagram was documented, with identified records (n = 267), screening, eligibility assessment (n = 72), and final inclusion (n = 32), after excluding duplicates and ambiguous or non-relevant articles. Results: Occupations with the highest likelihood of exposure include painters, battery mechanics, gasoline handlers, and net manufacturing workers, with evidence of exposure even at low–moderate levels. Lead exposure is associated with proximal tubular dysfunction and glomerular alterations; KIM-1 stands out as a sensitive biomarker of subclinical tubular injury, and Cystatin C supports the detection of changes in renal function (eGFR). Population studies show an association between lead levels and higher frequency of proteinuria, reduced eGFR, and greater likelihood of CKD, with interaction of factors such as age, smoking, and metabolic comorbidities. Conclusions: Occupational lead exposure remains a public and occupational health concern, with consistent links to early and established kidney damage, especially predominant tubular injury, detectable through biomarkers such as KIM-1 and Cystatin C. Persistent regulatory shortcomings in controlling lead in products and workplaces contribute to ongoing risk; therefore, early workplace screening programs, renal biomarker monitoring, and preventive measures to reduce exposure are recommended.

Keywords: lead poisoning; kidney diseases; nephrosis; occupational exposure.

Fecha de recibido: 04/08/2025

Fecha de aceptado: 02/12/2025

Fecha de publicado: 8/12/2025

Introducción

En primer lugar, la intoxicación por plomo (Pb) es un problema que afecta de manera directa en la salud poblacional presentándose el saturnismo, debido a que el plomo, el cual es un metal pesado, nefrotóxico, contaminante y de alta densidad (1,2). Además, no es beneficioso para el ser humano, se acumula en la sangre, tejidos blandos y huesos con una vida media de 1 mes, 1-1.5 meses y 25-30 años respectivamente (3). Por otra parte, sus medios de exposición son la ingesta de alimentos, inhalación y absorción a través de la piel lo que traerá consigo afectaciones en los procesos biológicos (4,5).

La eliminación de plomo se da mediante la filtración glomerular renal y una pequeña parte por sudor, cabellos, uñas, saliva, líquido seminal lo cual ocasiona con algunas enfermedades renales (6). Este metal se lo puede encontrar en el ambiente laboral, como es el caso de las industrias, minería, combustibles, con mayor



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



prevalencia en tejedores de redes y pintores (5). A nivel ocupacional se presenta estrés oxidativo y este es un factor contribuyente para la Enfermedad Renal Crónica (ERC), Diabetes, Nefrotoxicidad e Hipertensión (7,8). Dicho metal se filtra en los glomérulos y se reabsorbe en los túbulos proximales (9).

Respecto a los niveles de plomo en personas normotensas no se encuentran relacionados con los niveles de creatinina y la enfermedad renal, mientras que, en el caso de altos niveles del plomo urinario, se relacionan con nefrotoxicidad, ingreso al túbulo proximal y se adhiere a proteínas de bajo peso molecular (10). Dentro de los biomarcadores para diagnóstico temprano caracterizados por su sensibilidad tenemos a la Molécula de Lesión Renal 1 (KIM-1). Sin embargo, la Tasa de Filtración Glomerular Estimada (eGFR) es negativo respecto a la Cistatina C (11).

Al no existir un control por parte de las autoridades en países en desarrollo, no se precautela la salud de los profesionales. En el pasado se empleaba el plomo para aumentar el octanaje en la gasolina, generando así afectaciones en la salud del personal tanto en concentraciones bajas como elevadas (12). Por lo tanto, el objetivo de esta revisión bibliográfica fue realizar una exploración exhaustiva de la literatura sobre la relación entre la exposición ocupacional al plomo y el riesgo de daño renal, incluyendo los mecanismos fisiopatológicos involucrados, biomarcadores de nefrotoxicidad y sus implicaciones para la salud pública y ocupacional.

Material es y métodos

Este estudio corresponde a una revisión bibliográfica sistemática cuyo objetivo es examinar la relación entre la exposición ocupacional al plomo y el riesgo de daño renal. Se incluyeron artículos en inglés y español, publicados entre 2015 y 2025, que fueran originales y de humanos, con acceso abierto cuando fue posible. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos PubMed, Scielo, Web of Science y la Biblioteca Virtual en Salud (BVS). Para la clasificación de términos se utilizaron vocablos DeCS/MeSH relacionados con “plomo”, “intoxicación por plomo” y “envenenamiento por plomo”, así como “enfermedades renales”, “insuficiencia renal” o “nefrosis” y “riesgos laborales” o “exposición ocupacional”.

La estrategia de búsqueda se documentó y se aplicaron filtros por idioma, especie (humana) y periodo de tiempo. El proceso de selección de los estudios siguió las etapas habituales de una revisión sistemática: cribado de títulos y resúmenes, evaluación de elegibilidad a partir del texto completo y decisión de inclusión. Los registros identificados, cribados y decisiones de inclusión se representan en un diagrama PRISMA, en el que se especifican las cifras de revisión en cada etapa (identificación, cribado, elegibilidad e inclusión). Para la extracción de datos se desarrolló una ficha estandarizada que permitió capturar información sobre el diseño de cada estudio, tamaño de muestra, indicadores de exposición al plomo y posibles biomarcadores renales examinados, tales como KIM-1, Cistatina C y la estimación de la función glomerular (TFGe). Se diferenció, cuando fue pertinente, la evidencia relacionada con daño tubular proximal y alteraciones glomerulares, así como las limitaciones inherentes a cada trabajo.

La síntesis de los hallazgos fue principalmente cualitativa, con énfasis en la relación entre niveles de exposición y daño renal detectable a través de biomarcadores tempranos. En particular, se resalta la utilidad de KIM-1 como marcador de lesión tubular subclínica y de Cistatina C como apoyo para la detección de





cambios en la función renal. Se discuten, asimismo, la heterogeneidad entre los estudios y los posibles sesgos, así como la influencia de factores de confusión como la edad, el tabaquismo y las comorbilidades metabólicas. A partir de estos resultados, se delinean implicaciones para la vigilancia en el lugar de trabajo y para el desarrollo de estrategias preventivas.

Ética y divulgación: dado que se trata de una revisión bibliográfica de literatura publicada, no se solicitó aprobación ética adicional.

Confiabilidad y replicabilidad: el proceso de búsqueda, selección y extracción de datos se documentó de forma detallada para asegurar la reproducibilidad, y los resultados se resumen en el diagrama PRISMA (Figura 1) que acompaña al texto.

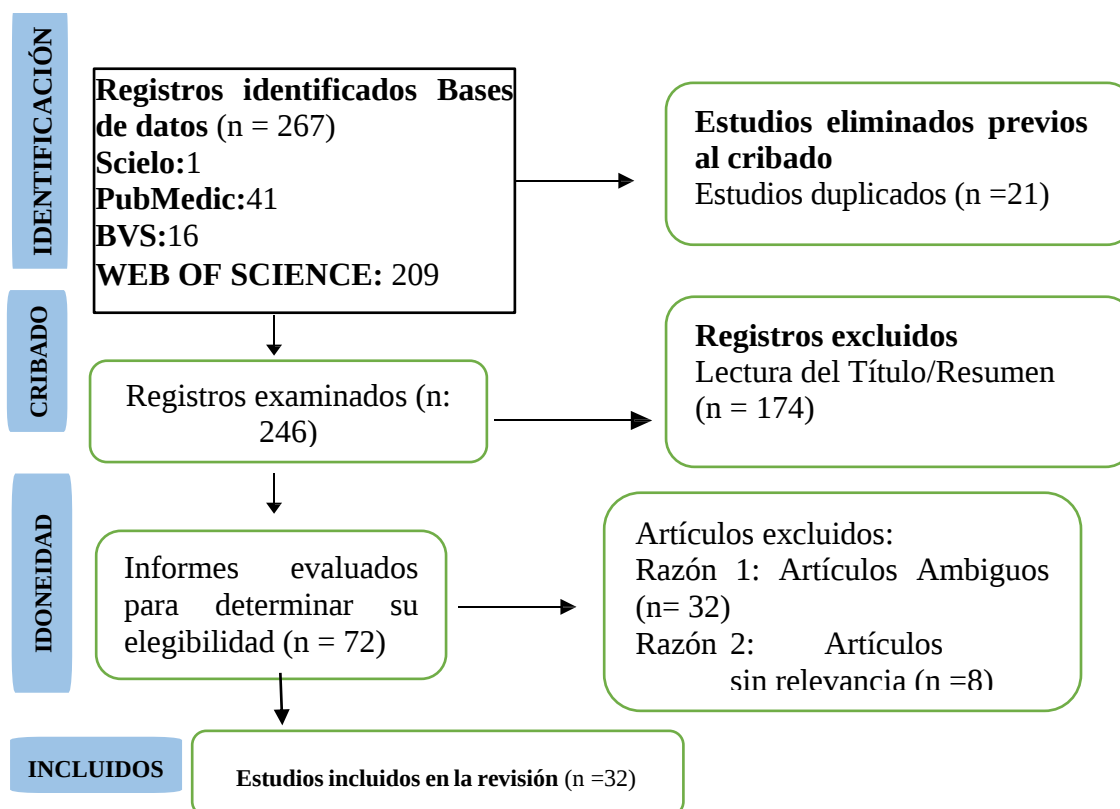


Figura 1. Resultado del diagrama PRISMA sobre el procesamiento de las búsquedas.





Resultados y discusión

En la presente investigación bibliográfica se emplearon artículos originales, actualizados y de gran interés. Con la finalidad de tener información para sustentar todos los campos estudiados. Para de esta manera concientizar a la población sobre el riesgo que implican el estar expuesto al plomo de manera ocupacional.

Tabla 1. Artículos incluidos.

ID	Autor y año de publicación	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones	Referencias
1	Barregard L, Sallsten G, Lundh T, Mölne J. (2022)	Concentraciones bajas de metales pesados muestran variación histopatológica en riñones	Análisis del estudio en el cual examinó las asociaciones de metales como el plomo y los hallazgos histopatológicos en el campo de las biopsias, se empleó la espectrometría de masas en plasma.	Se evidenció atrofia tubular aumentada por tabaquismo, edad y sexo. Glomerulosclerosis represento mayor probabilidad 71 %, y menor la fibrosis intersticial con un 21 %.	Para una búsqueda de nefrotoxicidad se da en hueso y en sangre, frente a una exposición – respuesta moderada.	TITULO: Exposición a niveles bajos de plomo, cadmio y mercurio y hallazgos histopatológicos en biopsias renales. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35288159/
2	Pócsi I, Dockrell ME, Price RG. (2022)	Tomar en cuenta los biomarcadores y mecanismo de daño renal para la detección de daño renal por metales.	Los métodos se basarán para la especificidad del daño renal y la medición se cuantificará por espectrofotometría.	El parámetro KIM-1 se encontró elevado evidenciando efectos glomerulares y tubulares subclínicos con respecto a la intensidad de exposición.	Se concluye que los metales pesados son aún un problema para la sociedad, y considera al biomarcador KIM-1 como cualitativo de áreas específicas del túbulo por nefrotoxicidad	TITULO: Biomarcadores nefrotóxicos con indicaciones específicas para Contaminantes metálicos: implicaciones para el medio ambiente Salud URL: https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/11772719221111882





					por contaminación.	
3	Yimthiang, S.; Pouyfung, P.; Khamphaya, T.; Kuraead, S.; Wongrith, P.; Vesey, DA; Gobe, GC; Satarug, S. (2022)	Determinar los efectos por contacto al Pb y Cd en la población de 176 sujetos tailandeses de los cuales la mitad eran Diabéticos y la otra mitad no lo eran.	Se empleo un método intencional para la selección de la población, y en el procesamiento se aplicó espectrofotometría de absorción atómica de horno de grafito	El plomo es acumulativo toxico, y la carga corporal aumenta con la edad y puede encontrarse la diabetes por un TFG reducido y en el caso de la obesidad no se asoció con metales pesados.	Se reveló que la exposición por primera vez a metales pesados como plomo y cadmio existe mayor índice de padecer hiperglucemia, reducción de la TFG y albuminuria. La exposición ambiental evidencia valores bajos o moderados.	TITULO: Efectos de la exposición ambiental al cadmio y al plomo sobre los riesgos de diabetes y disfunción renal URL: https://www.mdpi.com/1660-4601/19/4/2259
4	Tsai HJ, Hung CH, Wang CW, Tu HP, Li CH, Tsai CC, et al. (2021)	Factores vinculados con los metales, proteinuria y ERC en la población general del sur de Taiwán	Se realizo una encuesta de salud en la población general que vivía en el sur de Taiwán entre junio de 2016 y septiembre de 2018. Y en el estudio se aplicó espectrometría de absorción atómica en horno de grafito.	Los altos niveles de plomo y otros metales pesados son asociados con el aumento de la TFG.	Se evidencio la relación de proteinuria con la ERC por la exposición a metales pesados como es el caso del plomo.	TITULO: Asociaciones entre metales pesados y proteinuria y diabetes crónica diagnósticos Nefropatía URL: https://www.mdpi.com/2075-4418/11/2/282
5	Adokwe JB, Pouyfung P,	Relación entre la	Se empleo un método de	La DT2 se relacionó con	Se confirmo la conexión entre	TITULO:





	Kuraead S, Wongrith P, Inchai P, Yimthiang S, et al. (2025)	exposición al cadmio y al plomo, e indicios a DT2 en la población con alta contaminación ambiental	muestreo intencional para la selección de la Además se empleó espectrometría de absorción atómica en horno de grafito	la intoxicación por plomo, y se asociaron factores como la educación, ocupación, ingresos, fumar, alcohol y patrones dietéticos. Y en el caso de altas concentración de dicho metal se tuvo un peor control glucémico.	intoxicación por plomo y DT2. Además, mayor nivel de plomo en tejedores de redes	Exposición simultánea al plomo y al cadmio en diabéticos: un estudio de casos y controles sobre comportamientos sociodemográficos y de consumo URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11858647/
6	Chen H, Zou Y, Leng X, Huang F, Huang R, Wijayabahu A, et al. (2023)	Identificar los factores de riesgo ligadas a la Hipertensión Arterial para intervenciones	Se empleo un estudio nacional de encuestas. Y espectrometría de masas de células de reacción dinámica de plasma con detección de 99.70 %	Los valores de Pb en personas RHTN fueron superiores que en NRHTN. Además, se encontró valores elevados en varones, menores o iguales a 60 años, y en la ERC. Por un 1 µg/dL de plomo se aumentó	Se demostró una asociación entre la exposición al plomo y una mayor probabilidad de padecer RHTN	TITULO: Asociaciones de plomo en sangre, cadmio y mercurio con hipertensión resistente entre adultos en NHANES, 1999-2018 URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10636284/





				16% de RHTN		
7	Ruixin W., Tengfei L., Jia H. ,b, Yali X., Yu W., Ying Z. , Xiangjing É., Mean H. (2022)	Determinar si la mezcla o metal separado se asociada a la ERC en pacientes con diabetes	Es un estudio de cohorte prospectivo DFTJ, y se empleo espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente para el procesamiento de plomo en sangre.	Se observo una asociación del plomo con el cadmio y el zinc respecto a la ERC. Pero el plomo de manera unilateral se asocia negativamente con la ERC.	Los metales pesados pueden producir efecto nefrotóxico, y al reducir su exposición se previene y retrasa la ERC como la diabetes la principal.	TITULO: Asociaciones de múltiples metales plasmáticos con enfermedad renal crónica en pacientes con diabetes URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322008880?via%3Dihub
8	Parvez SM, Huda MM, Rahman M, Jahan F, Fujimura M, Hasan SS, et al. (2024)	Determinar la variación en los perfiles: hormonal, hepático y renal respecto a la exposición y no exposición a residuos electrónicos	Se empleo espectrofotometría de absorción atómica de horno de grafito (con una lámpara de cátodo hueco y una lámpara de deuterio)	El plomo tuvo un incremento de 3.67 unidades de ALP, y se asoció positivamente como UAlb, y ACR. Aunque no se tiene asociación entre el TFGe y la creatinina.	Implementar medidas de salud y seguridad ocupacional. Debido a que la acumulación del plomo provoca disfunción tubular proximal renal, nefritis intersticial crónica y, enfermedad renal crónica que induce a terminal. Por otra parte, en trabajadores con 14 años se evidencio hipertensión y diabetes	TITULO: Función hormonal, hepática y renal asociada con la exposición a desechos electrónicos en Dhaka, Bangladesh URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38759721/





9	Turkington RE, Hukriede NA, Ho J, Jayasundara N, Sanders AP (2025)	Resumir sobre la nefrotoxicidad con metales como arsénico, cadmio y plomo	Revisión de artículos por pares sobre la toxicidad del plomo	Se produce apoptosis del estrés oxidativo y una acumulación tisular renal por la toxicidad del plomo	El riñón es rico en mitocondrias y genera lesión por metales pesados en la filtración, secreción y reabsorción. Además, existe una vinculación entre efectos mitocondriales y enfermedad renal.	TITULO: Mecanismos metálicos de toxicidad mitocondrial: revisión reciente de la nefrotoxicidad inducida por arsénico, cadmio y plomo URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40465124/
10	Taha MM, Zakaria MAY, Eisa YH, Rashed MH. (2024)	Investigar en la población de fumadores y no fumadores con DMT2 con biomarcadores como la coceptina sérica y la molécula de lesión renal-1 (KIM-1) y el plomo urinario (UPb)	Se empleo análisis bioquímico como creatinina, cistatina y KIM-1 por ELISA	El biomarcador KIM-1 demostró un aumento en la DMT2 en no fumadores, y del plomo con una reducción del TFGe en pacientes DM2. Pero más sensibles son la coceptina y uPb como marcadores tempranos.	Se concluye que por altos niveles de plomo se encuentra una mayor cantidad de células dañadas en el túbulo proximal y el KIM-1 oxida lipoproteínas, también la intoxicación induce a estrés oxidativo y apoptosis.	TITULO: Papel potencial de la coceptina sérica entre pacientes fumadores con diabetes tipo 2, con énfasis en el polimorfismo del gen I/D de la ECA que predice la DN URL: https://www.nature.com/articles/s41598-024-62865-8
11	Hara A, Gu YM, Petit T, Liu YP, Jacobs L, Zhang ZY, et al. (2015)	Variación medible respecto a la intoxicación por plomo referente a la presión	Es un estudio prospectivo de 2 años, y se mide con espectrometría de masas con plasma	Existe un incremento de presión arterial sistólica de 24 horas, y plomo.	Los estudios ocupacionales permitirán definir niveles de plomo y afectaciones asociadas	TITULO: Estudio para la promoción de la salud en el reciclaje de plomo: fundamento y diseño URL:





		arterial y la función renal.	acoplado inductivamente	También la reducción de TFGe en 2 años. La creatinina sérica estará entre 1,2 a 1,6 mg/dl en factores como etnia y sexo. Y en ERC la TFGe estará inferior de las 60 u.		https://www.tandfonline.com/doi/10.3109/08037051.2014.996409?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed
12	Day PL, Wermers M, Pazdernik V, Jannetto PJ, Bornhorst JA (2022)	Relación entre los factores demográficos como edad, sexo, matriz renal y tabaquismo respecto a la presencia de Pb y Cd en cálculos renales tabaquismo, el sexo, la edad y matriz renal.	Se realizó un método riesgo beneficio para generar un mínimo riesgo y para el proceso se dio por la espectroscopia FTIR	La cantidad de Pb, se relacionó con factores como la edad, tabaquismo y el sexo, además con la formación de los cálculos renales.	La concentración de plomo se asoció con el tabaquismo, y no se mostró diferencia entre los ex fumadores y los fumadores nuevos.	TITULO: Detección de cadmio y plomo en cálculos renales. Relación con la demografía del paciente, la composición de los cálculos y el tabaquismo URL: https://academic.oup.com/jalm/article/8/2/330/6962295
13	Jomova K, Alomar SY, Nepovimova E, Kuca K, Valko M. (2025)	Interpretar el mecanismo toxico del plomo	Se emplea como biomarcador Nrf2	Es absorbido por tejidos blandos y cuenta por dos vías la de saturación y la de no saturación. Y en la DMT1 se da el	El plomo se encuentra en el suelo, medio ambiente, aire, desechos, minería y erosión. El Nrf2 está estrechamente relacionado	TITULO: Metales pesados: toxicidad y efectos sobre la salud humana URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39567405/





				transporte de plomo al epitelio renal. El 5% es de los riñones después de 1 hora de distribución del metal.	con el estrés oxidativo	
14	Cabrera WE, Behets G, Lamberts L, D'Haese P. (2016)	Determinación de variación renal con biomarcadores urinarios y de PA en la asociación de niveles de plomo en sangre.	El proceso del plomo se dio por espectrometría de absorción atómica electrotermal con corrección Zeeman para	Los valores del plomo en sangre del personal de talleres mecánicos fueron el doble en comparación con la población normal. Se redujo el GFR y se asoció una hipertensión arterial. IAP y NAG elevados indican citotoxicidad.	Se presentaron valores elevados de plomo, como también presión arterial en trabajadores mecánicos.	TITULO: Plomo y nefropatía. Biomarcadores urinarios en la detección de daño renal precoz URL: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872016000600003
15	Teresa N., Anna P., Małgorzata O., Tadeusz H., Jan S., Janusz B., Jerzy N., Wojciech W. (2015)	Evaluación de función renal con gammagrafía renal a condiciones moderadas y bajas	Fue un estudio observacional, además el plomo se midió por espectrometría de absorción atómica	No existió diferencias entre la edad, tiempo de trabajo, tabaquismo y presión arterial tanto sistólica	La gammagrafía es un marcador temprano, evidencio bajos niveles de plomo con alteración de la función renal y aumento de la	TITULO: Evaluación gammagráfica de la función renal en trabajadores de plantas siderúrgicas expuestos ocupacionalmente al plomo URL:





				como diastólica.	filtración glomerular. Altos niveles de plomo indica efectos nefrotóxicos crónicos, como nefritis intersticial, daño glomerular, tubular e induce a IRC.	https://academic.oup.com/joh/article/57/2/91/7250677?login=false
16	Zhou R, Xu Y, Shen J, Han L, Chen X, Feng X, et al. (2016)	Análisis entre la correlación de niveles de plomo y excreción urinaria (KIM-1)	Es un estudio explorativo, en el cual trata sobre marcadores tempranos de daño renal como el KIM-1.	El KIM-1 (lesión tubular) y Cistatina C (daño glomerular) mostro detección temprana que NAG, $\alpha 1$ - MG y $\beta 2$ - MG.	La exposición de plomo en cortos periodos tiene la probabilidad de causar lesión de los túbulos renales.	TITULO: KIM-1 urinario: un nuevo biomarcador para la evaluación de la exposición ocupacional al plomo URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5155212/
17	Jing S, Ge Y, Pan J, Chang P, Qiao X. (2025)	Analizar las interacciones entre la exposición a metales y la deficiencia de vitamina D	Se empelo una encuesta NHANES y para la determinación del metal espectrometría de masas con celda de reacción cinética de plasma acoplado inductivamente.	El nivel de plomo mostro una relación positiva respecto a ACR, B2M y Cistatina C, y negativo con eGFRc, eGFRc&s. Además, existe una interacción entre la deficiencia de vitamina D y	La vitamina D disminuye el estrés oxidativo generado por la intoxicación por plomo, seria siendo una interacción beneficiosa. Por otra parte, un IMC bajo se asocia a un daño renal precoz.	TITULO: Los efectos independientes e interactivos de la contaminación por metales pesados y la deficiencia de vitamina D sobre los indicadores tempranos de lesión renal: URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39984925/





				plomo respecto a la lesión renal temprana.		
18	Min Y., Mo-Yeol K.(2025)	Analizar sobre la reducción de exposición ocupacional y asociación con la enfermedad renal	Estudios epidemiológicos sobre nefrotoxicidad en función renal	La nefrotoxicidad está dada por dos condiciones exposición crónica en largos periodos y a altas concentraciones. Además, su mecanismo principal es el estrés oxidativo.	Agentes nefrotóxicos en la disfunción renal da el estrés oxidativo por metales pesados en países con ingresos bajos y medianos. El plomo se filtra en los glomérulos y se reabsorbe en los túbulos proximales.	TITULO: Factores de riesgo ocupacional para la enfermedad renal: una revisión exhaustiva URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40795345/
19	Pai F., Yun-Ting H., Min-H., Ming-Y. (2025)	Analizar sobre las afectaciones en poblaciones vulnerables a la ER respecto a exposición a metales pesados.	La medición del plomo se dio por la espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente	Se presenta un mayor riesgo al tener valores $\leq 1,5$ $\mu\text{g/dl}$, en el caso de la mortalidad se tiene menor probabilidad que en el caso del cadmio.	Los valores elevados de plomo se basaron con la ERC, por tal motivo se predispone a implementar medidas de salud pública.	TITULO: Asociación de la exposición a metales pesados de bajo nivel con el riesgo de enfermedad renal crónica y mortalidad a largo plazo URL: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0315688
20	Lanphear B, Navas-Acien A, Bellinger DC. (2024)	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	Los síntomas que se encuentra por intoxicación de plomo son:	TITULO: Saturnismo URL: https://www.nejm.org/





Relación entre la exposición ocupacional al plomo y el riesgo de daño renal: revisión bibliográfica

					dolor de cabeza, irritabilidad, fatiga cólicos fuertes acompañados con estreñimiento.	doi/pdf/10.1056/NEJMra2402527
21	Adriana F. (2021)	Indagar sobre información cualitativa como cuantitativa acorde a medios ocupacionales contaminados.	Es una revisión sistemática explorativa	Como resultado se mostró un 7.81 % de alteraciones renales, además se tenía valores de plomo inferiores en el lugar de trabajo, estando entre 0,02 mg/m ³ y 0,01 mg/m ³ en el caso vapor y polvo.	La contaminación por plomo se da en lugares en que se manipula dicho material siendo así en el manejo baterías, campos de tiro, mecánica automotriz y construcción.	TITULO: Enfermedades por exposición ocupacional a plomo: URL: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072021000400195
22	Rivera K, Pernía B, Rivera K, Pernía B (2021)	Implementar una referencia inicial sobre las concentraciones de plomo sanguíneo de un grupo de trabajadores de fábricas de baterías en Guayaquil-Ecuador	Fue un estudio exploratorio, empleando para la determinación de plomo la espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito	Se evidenció un 62% presencia de plomo en sangre en trabajadores de baterías. Además, en el sexo masculino se tuvo una media de 1.1 presentando así mayor predisposición	De una población de estudio del 100 % se evidenció el 4.55 % sin riesgo de intoxicación, 13.64 % riesgo bajo, 78.79% medio y 3% un riesgo elevado.	TITULO: Determinación de los niveles de plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías ubicadas en Guayaquil-Ecuador URL: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422021000200001





Relación entre la exposición ocupacional al plomo y el riesgo de daño renal: revisión bibliográfica

				n que el sexo femenino 0.38. En 2 años se presentó 9.26 con una variación $\pm 4.08 \mu\text{g/dL}$ y en 13 años 16.79 con una variación de $\pm 7.86 \mu\text{g/dL}$		
23	Pizzorno J, Pizzorno L (2021)	Análisis de exposición a varios metales	Un estudio de investigación explorativo	En el caso de la excreción del plomo por la dificultad se emplea la quelación intravenosa	Se concluyo que en la sangre, tejidos blandos y huesos el plomo va a tener una vida media de 1 mes, 1-1.5 meses y de 25 a 30 años.	TITULO: Las toxinas ambientales son una causa importante de pérdida ósea URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8352419/
24	Arkhipov E V., Викторович АЕ, Garipova R V., Валиевна ГР, Strizhakov LA, Александрович СЛ, et al (2022)	Análisis histórico sobre intoxicación por plomo y el daño renal.	Estudios Históricos	En la antigüedad fue el primer proceso metalúrgico en la fundición, y su aplicación se basó en las tuberías. Además, es considerado como un veneno politrópico y posee un efecto acumulativo.	Dentro de las manifestaciones ocupacionales de la exposición por plomo es la nefropatía toxica, atrofia y fibrosis tubular, también el síntoma común es el cólico plumboso. La orina se expulsa con dificultad y	TITULO: Kidney damage caused by lead exposure: historical aspects URL: https://ter-arkhiv.ru/0040-3660/article/view/109622





				Y mayor frecuencia en trabajadores con vapores con plomo que con metales.	existe un dolor moderado. En el caso de la gota tenía relación directa con la intoxicación, y era una enfermedad común de la época industrial.	
25	Kuo PF, Huang YT, Chuang MH, Jiang MY. (2024)	Determinar información sobre las consecuencias por exposición a metales pesados en poblaciones de ER.	Este estudio empleo una encuesta NHANES, y asocio la espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente.	El plomo es excretado por orina y una dificultad de eliminación se da por TFGe reducida dando como resultado una disfunción renal y no una causa de ERC. Pero se encontró valores elevados de plomo en pacientes con ERC y sin asociación de mortalidad.	Incluso valores bajos de exposición al plomo provocan un riesgo de ERC.	TITULO: Asociación de la exposición a metales pesados de bajo nivel con el riesgo de enfermedad renal crónica y mortalidad a largo plazo URL: https://www.semanticscholar.org/reader/09a4cc6da37754c6131004cc2197b1063d4adf0e





26	Calderón B., Hernández P., Padilla A., Sandoval J., Mora C. (2022)	Reducir los casos de intoxicación por plomo con niveles cortos y largos.	Se empleo un estudio de revisión narrativa	Según la OMS estima 1,06 millones de muertes cada año por causa de intoxicación por plomo. Un 40% representa la intoxicación por inhalación y en el caso de la ingesta es del 10 al 15%.	Se debe realizar una intervención oportuna, mediante la identificación de los grupos expuestos para reducir los casos de intoxicación por plomo	TITULO: Vista de Intoxicación por plomo y su impacto en la práctica clínica: artículo de revisión URL: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1792/2547
27	Kumar A, Kumar A, Cabral-Pinto M, Chaturvedi AK, Shabnam AA, Subrahmanyam G, et al. (2020)	Resumir las investigaciones previas sobre la exposición al plomo y posibles efectos en suelo, plantas y salud humana.	Revisión bibliográfica	Se realizó como intervención por la problemática, la suspensión de gasolina con plomo además de botellas de vino y latas soldadas. Por otra parte, la distribución del plomo en el organismo dependerá de la concentración de dicho metal.	La vida media por intoxicación por plomo en sangre es de 35 días, en tejido blando de 40 días, y en el hueso puede permanecer hasta 30 años y dependerá acorde al periodo de exposición. Además, el estrés oxidativo generado por la intoxicación se da por la alteración del sistema de defensa celular prooxidante.	TITULO: Toxicidad del plomo: riesgos para la salud e influencia en los alimentos Cadena y enfoques de remediación sostenible URL: https://www.mdpi.com/1660-4601/17/7/2179





Relación entre la exposición ocupacional al plomo y el riesgo de daño renal: revisión bibliográfica

28	OMS	No Aplica	Información	En el 2021 existió 1.5 millones de muertes por plomo, y se planteó tratamientos para valores iguales o elevados a 5 µg/dl de plomo en sangre, por lo cual se debe identificar la fuente de exposición para reducir y eliminar.	La pintura es considerada como una de las principales fuentes de exposición al plomo, la OMS y PNUMA realizan alianzas para la eliminación de dicho metal en la pintura. En el 2024 el 48% de los países tenían controles jurídicamente vinculantes.	TITULO: Intoxicación por plomo URL: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health#:~:text=En%202021%2C%20la%20OMS%20public%C3%B3,necesarias%20para%20reducirla%20y%20evitarla
29	OSHA	NO APLICA	NO APLICA	Valores menores a 10 µg/dL están relacionados con enfermedades renales. Mientras que en la exposición crónica superior a los 20µg/dL afectan en las funciones cognitivas, de 20-40 µg/dL un envejecimiento cognitivo	En el caso de valores elevados de 40 µg/dL se presencia síntomas como estreñimiento, fatiga, anorexia dolor articular y de cabeza. Y en el peor de los casos de exceder los 60 µg/dL presentan coma, convulsiones e incluso la muerte.	TITULO: Plomo URL: https://www.osha.gov/lead/health-effects


Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



Relación entre la exposición ocupacional al plomo y el riesgo de daño renal: revisión bibliográfica

30	Koh DH, Choi S, Park JH, Lee SG, Kim HC, Kim I, et al. (2023)	Evaluar patrones en trabajadores Coreanos expuestos al plomo	Monitoreo de una base de datos nacional	De una población de 444 296 mediciones, se disminuyó un 6% anual la exposición ocupacional al plomo, y en el caso de la fabricación de baterías existió una reducción del 12% al año	Se empleo el periodo de 1994 al 2021 en el cual existió la disminución por ende las investigaciones posteriores evidenciarían una disminución significativa.	TITULO: Evaluación de las tendencias temporales de la exposición al plomo en trabajadores coreanos mediante datos de monitoreo en el lugar de trabajo URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10462473/
31	Angrand RC, Collins G, Landrigan PJ, Thomas VM. (2022)	Identificar si existió la eliminación de plomo en gasolina	Examinación de estudios	Luego de la eliminación del plomo en la gasolina se evidencio valores de 1 µg/dL tanto en países norteamericanos como europeos.	La eliminación de plomo en gasolina ha permitido que la PA este con una media e inferior a 1 µg/dL. La eliminación del plomo en combustible se dio en 1960 y se completó en el año 2021.	TITULO: Relación entre los niveles de plomo en sangre y el plomo en la gasolina: una revisión sistemática actualizada URL: https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-022-00936-x
32	Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2020)	NO APLICA	NO APLICA	En su mayoría es excretado en heces, orina, y la expresión menor es en uñas, sudor, cabello, saliva y líquido seminal	La vida media dependerá de la edad y el historial de exposición, lo cual estará entre 1 semana y 2 años	TITULO Toxicological Profile for Lead URL: https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf





				dependiendo la vía de exposición.		
--	--	--	--	---	--	--

Discusión

Actualmente, disminuir los casos de intoxicación por plomo o saturnismo sigue siendo una problemática a nivel mundial debido a que afecta de manera directa a la salud ocupacional, este metal es un tóxico politrópico que afecta a varios sistemas del organismo (2). La vida media de este metal en sangre, tejidos blandos, huesos es de 1 mes, 1-1.5 meses, 25- 30 años con una pequeña variación en otras fuentes, el mecanismo de toxicidad de este metal es el estrés oxidativo, que provoca una alteración en el sistema de defensa celular prooxidante y conlleva así a la apoptosis (3,13) . El plomo afecta a las funciones renales como son: reabsorción, filtración y secreción, ocasionando nefrotoxicidad que afecta los túbulos proximales (14).

En el caso de las afectaciones tenemos disfunción tubular proximal renal, proteinuria, cálculos renales, nefritis intersticial crónica y enfermedad renal crónica (ERC) (15–17). No obstante, su eliminación se realiza mediante la filtración glomerular renal y una pequeña parte se realiza a través del cabello, uñas, sudor, saliva y líquido seminal (6). En el caso del transporte su filtración va desde los glomérulos y la reabsorción en los túbulos proximales, mientras que en el caso de la Diabetes Mellitus Tipo 1, el metal es transportado hacia el epitelio renal (18). No obstante, las vías de exposición se dan en un 40 % por inhalación y de 10-15 % por ingesta (4). Los síntomas que se presentan en el saturnismo son el dolor de cabeza, irritabilidad, fatiga y cólicos (2). En el ambiente laboral se presenta el cólico plumboso, acompañado de dificultad para orinar y dolor (19). En el caso de existir un primer contacto se evidencia hiperglucemia, reducción de la TFG y albuminuria (20).

En el ambiente laboral se lo puede encontrar en las industrias, minería y manejo de combustibles (12). En oficios de pintores y tejedores de redes respecto (5). En una fábrica de baterías en Guayaquil se evidenció en toda la población de trabajadores, que un 62% tenía presencia de plomo, para la cuantificación de dicho metal se empleó espectroscopia por horno de grafito (21). En otro estudio se detectó un 7.81 % de intoxicación por plomo (22).

Para estudiar la función renal, se emplean herramientas de medición como los biomarcadores que son herramientas de predicción, diagnóstico y seguimiento de las enfermedades, al TFG se lo consideraban como un estándar (23). La disminución de valores eran indicativo de una lesión renal y para el caso de la ERC los valores estaban por debajo de las 60 unidades (24). En la actualidad para el estudio de la exposición al plomo, tenemos varios marcadores tempranos como la coceptina, proteína urinaria(uPb), KIM-1, UAIB, ACR, útiles por su sensibilidad, por otro lado, tenemos los marcadores normales según la cronicidad, tales como ALP, Creatinina, TFG, IAP y NAG (25). Se determinó que existe un incremento de 3.67u de ALP asociado con UAlb, y ACR y sin asociación con el TFG y la creatinina (26).

Los biomarcadores IAP y NAG elevados indican citotoxicidad en circunstancias graves. La detección temprana en el caso de la lesión tubular se tiene a KIM-1 y a la Cistatina C en la lesión glomerular de su filtración (27,28). Además, como marcadores normales en la lesión tubular B2M, NAG y en la otra condición α 1-MG y β 2-MG (25,27).





En daño renal se presentan valores elevados de creatinina (ACR), Beta-2-microglobulina (B2M) y Cistatina C, mientras que esta disminuida la tasa de filtración glomerular estimada (eGFR) (11). Además, cuando existe interacción entre la deficiencia de vitamina D y presencia plomo la lesión renal temprana puede ser grave(11). La cantidad de Pb, se relacionó con factores como la edad, tabaquismo y el sexo, además con la formación de los cálculos renales (15). En el caso del personal que trabaja en talleres mecánicos, los valores de plomo fueron el doble en comparación con la población normal, se redujo el GFR y se asoció a hipertensión arterial (15). En la era industrial se ha estudiado a la gota plúmbica, que tenía relación directa con la intoxicación por plomo (19).

La Organización Mundial de Salud (OMS) estimó que existió un promedio de 1,06 millones de muertes cada año, a causa de intoxicación por plomo, en el año 2021 hubieron 1.5 millones de defunciones, de los cuales el 40% presentan intoxicación por inhalación y del 10 al 15% por ingesta (4). Dicha entidad propone efectuar tratamientos a los trabajadores, al encontrar valores iguales o mayores a 5 µg/dl de plomo en sangre, e identificar la fuente de exposición para reducir y eliminar los casos. Valores $\leq 1,5$ µg/dl de plomo evidencian riesgo de mortalidad (29).

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) establece que, valores menores a 10 µg/dL, también están relacionados con enfermedades renales. Señala además que la exposición crónica superior a los 20µg/dL afectan en las funciones cognitivas, de 20-40 µg/dL un envejecimiento cognitivo, en el caso de valores mayores a 40 µg/dL, hay presencia síntomas como: estreñimiento, fatiga, anorexia, dolores articulares y de cabeza. Y en el peor de los casos, al exceder de los 60 µg/dL, se presenta coma, convulsiones e incluso la muerte (31).

Conclusiones

El plomo es un metal tóxico que se encuentra en el ambiente laboral, siendo peligroso para la salud de los trabajadores. Los principales gremios afectados son los pintores, tejedores de redes, además se los puede encontrar en la industria, minería, manejo de baterías, combustibles, mecánica y construcción. En los países en vías de desarrollo sigue siendo una problemática, debido a que no existe control por parte de las autoridades sanitarias y ocupacionales: Un claro ejemplo en Ecuador, el 62% de trabajadores de una fábrica de baterías en Guayaquil, presentan elevadas concentraciones de plomo en sangre.

La relación entre la exposición al plomo y daño renal se pueden evidenciar mediante la ERC, en la cual existen riesgos aún a niveles bajos de exposición. No obstante, la acumulación del metal provoca lesión tubular, nefritis, proteinuria y a niveles más elevados se produce nefrotoxicidad, daño glomerular e incluso IRC. Este metal se acumula la sangre, tejidos blandos, y huesos, su filtración se realiza en los glomérulos y su reabsorción en los túbulos proximales, después de 1 hora de la distribución del metal, el 5% se va a encontrar en los riñones, y su eliminación se va a realizar por la filtración glomerular. La intoxicación por plomo induce al estrés oxidativo y apoptosis.

El biomarcador KIM-1 se lo considera ideal para diagnóstico temprano de la nefrotoxicidad y lesión tubular y en el caso de la Cistatina C para la evaluación glomerular. Para casos graves de citotoxicidad, se presentan niveles elevados de IAP y NAG.





Referencias

1. Wang R, Long T, He J, Xu Y, Wei Y, Zhang Y, et al. Associations of multiple plasma metals with chronic kidney disease in patients with diabetes. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2025 Nov 9];244:114048. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322008880?via%3Dihub>
2. Lanphear B, Navas-Acien A, Bellinger DC. Lead Poisoning. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 2024 Oct 31 [cited 2025 Oct 7];391(17):1621–31. Available from: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMra2402527>
3. Pizzorno J, Pizzorno L. Environmental Toxins Are a Major Cause of Bone Loss. *Integrative Medicine: A Clinician's Journal* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2025 Oct 28];20(1):10. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8352419/>
4. Vista de Intoxicación por plomo y su impacto en la práctica clínica: artículo de revisión [Internet]. [cited 2025 Nov 9]. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1792/2547>
5. Adokwe JB, Pouyfung P, Kuraiad S, Wongrith P, Inchai P, Yimthiang S, et al. Concurrent Lead and Cadmium Exposure Among Diabetics: A Case-Control Study of Socio-Demographic and Consumption Behaviors. *Nutrients* [Internet]. 2025 Feb 1 [cited 2025 Nov 9];17(4):710. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11858647/>
6. Atsdr. Toxicological profile for lead. 2020 Aug [cited 2025 Nov 4]; Available from: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/95222>
7. Chen H, Zou Y, Leng X, Huang F, Huang R, Wijayabahu A, et al. Associations of blood lead, cadmium, and mercury with resistant hypertension among adults in NHANES, 1999–2018. *Environ Health Prev Med* [Internet]. 2023 [cited 2025 Nov 9];28:66. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10636284/>
8. Barregard L, Sallsten G, Lundh T, Mölne J. Low-level exposure to lead, cadmium and mercury, and histopathological findings in kidney biopsies. *Environ Res* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2025 Nov 9];211. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35288159/>
9. Park MY, Kang MY. Occupational Risk Factors for Kidney Disease: A Comprehensive Review. *J Korean Med Sci* [Internet]. 2025 Aug 11 [cited 2025 Nov 9];40(31):e224. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40795345/>
10. Taha MM, Zakaria MAY, Eisa YH, Rashed MH. Potential role of serum copeptin among smoker T2DM patients with emphasis to ACE I/D gene polymorphism predicting DN. *Sci Rep*. 2024 Dec 1;14(1).





11. Jing S, Ge Y, Pan J, Chang P, Qiao X. The independent and interactive effects of heavy metal pollution and vitamin D deficiency on early kidney injury indicators: analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2004. BMC Public Health [Internet]. 2025 Dec 1 [cited 2025 Oct 28];25(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39984925/>
12. Angrand RC, Collins G, Landrigan PJ, Thomas VM. Relation of blood lead levels and lead in gasoline: an updated systematic review. Environmental Health 2022 21:1 [Internet]. 2022 Dec 27 [cited 2025 Oct 28];21(1):1–18. Available from: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-022-00936-x>
13. Kumar A, Kumar A, Cabral-Pinto M, Chaturvedi AK, Shabnam AA, Subrahmanyam G, et al. Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. International Journal of Environmental Research and Public Health 2020, Vol 17, Page 2179 [Internet]. 2020 Mar 25 [cited 2025 Nov 9];17(7):2179. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/7/2179/htm>
14. Turkington RE, Hukriede NA, Ho J, Jayasundara N, Sanders AP. Metal mechanisms of mitochondrial toxicity: recent review of arsenic, cadmium, and lead-induced nephrotoxicity. Environ Sci Pollut Res Int [Internet]. 2025 May 1 [cited 2025 Nov 9];32(24):14439–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40465124/>
15. Day PL, Wermers M, Pazdernik V, Jannetto PJ, Bornhorst JA. Detection of Cadmium and Lead in Kidney Stones. Associations with Patient Demographics, Stone Composition, and Smoking. J Appl Lab Med [Internet]. 2023 Mar 6 [cited 2025 Nov 4];8(2):330–40. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/jalm/jfac089>
16. Tsai HJ, Hung CH, Wang CW, Tu HP, Li CH, Tsai CC, et al. Associations among Heavy Metals and Proteinuria and Chronic Kidney Disease. Diagnostics 2021, Vol 11, Page 282 [Internet]. 2021 Feb 11 [cited 2025 Nov 4];11(2):282. Available from: <https://www.mdpi.com/2075-4418/11/2/282/htm>
17. Wrońska-Nofer T, Pisarska A, Trzcinka-Ochocka M, Hałatek T, Stetkiewicz J, Braziewicz J, et al. Scintigraphic assessment of renal function in steel plant workers occupationally exposed to lead. J Occup Health [Internet]. 2015 Apr 25 [cited 2025 Nov 9];57(2):91–9. Available from: <https://dx.doi.org/10.1539/joh.14-0115-OA>
18. Jomova K, Alomar SY, Nepovimova E, Kuca K, Valko M. Heavy metals: toxicity and human health effects. Vol. 99, Archives of Toxicology. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2025. p. 153–209.
19. Arkhipov E V., Викторович АЕ, Garipova R V., Валиевна ГР, Strizhakov LA, Александрович CJ, et al. Kidney damage caused by lead exposure: historical aspects. Ter Arkh [Internet]. 2022 Aug 4 [cited 2025 Nov 4];94(6):777–80. Available from: <https://ter-arkhiv.ru/0040-3660/article/view/109622>





20. Yimthiang S, Pouyfung P, Khamphaya T, Kuraeiad S, Wongrith P, Vesey DA, et al. Effects of Environmental Exposure to Cadmium and Lead on the Risks of Diabetes and Kidney Dysfunction. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, Vol 19, Page 2259 [Internet]. 2022 Feb 16 [cited 2025 Nov 9];19(4):2259. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/4/2259/htm>
21. Rivera K, Pernía B, Rivera K, Pernía B. Determinación de los niveles de plomo en sangre en trabajadores de fábricas de baterías ubicadas en Guayaquil-Ecuador. *Enfoque UTE* [Internet]. 2021 Apr 5 [cited 2025 Nov 5];12(2):1–18. Available from: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422021000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
22. Fonseca Vera. AI, Fonseca Vera. AI. Enfermedades por exposición ocupacional a plomo: revisión sistemática exploratoria de la evidencia cualitativa y cuantitativa. *Revista San Gregorio* [Internet]. 2021 [cited 2025 Nov 9];1(47):195–216. Available from: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072021000400195&lng=es&nrm=iso&tlng=es
23. Kuo PF, Huang YT, Chuang MH, Jiang MY. Association of low-level heavy metal exposure with risk of chronic kidney disease and long-term mortality. *PLoS One*. 2024 Dec 1;19(12).
24. Hara A, Gu YM, Petit T, Liu YP, Jacobs L, Zhang ZY, et al. Study for Promotion of Health in Recycling Lead – Rationale and design. *Blood Press* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2025 Nov 9];24(3):147–57. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3109/08037051.2014.996409>
25. Cabrera WE, Behets G, Lamberts L, D’Haese P. Plomo y nefropatía: Biomarcadores urinarios en la detección de daño renal precoz. *Rev Med Chil* [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2025 Nov 9];144(6):704–9. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-988720160006000003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
26. Parvez SM, Huda MM, Rahman M, Jahan F, Fujimura M, Hasan SS, et al. Hormonal, liver, and renal function associated with electronic waste (e-waste) exposure in Dhaka, Bangladesh. *Toxicology* [Internet]. 2024 Jun 1 [cited 2025 Nov 9];505. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38759721/>
27. Zhou R, Xu Y, Shen J, Han L, Chen X, Feng X, et al. Urinary KIM-1: a novel biomarker for evaluation of occupational exposure to lead. *Sci Rep* [Internet]. 2016 Dec 14 [cited 2025 Nov 9];6:38930. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5155212/>
28. Pócsi I, Dockrell ME, Price RG. Nephrotoxic Biomarkers with Specific Indications for Metallic Pollutants: Implications for Environmental Health. Vol. 17, *Biomarker Insights*. SAGE Publications Ltd; 2022.





29. Kuo PF, Huang YT, Chuang MH, Jiang MY. Association of low-level heavy metal exposure with risk of chronic kidney disease and long-term mortality. PLoS One [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Nov 9];19(12):e0315688. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0315688>
30. Intoxicación por plomo [Internet]. [cited 2025 Oct 28]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
31. Plomo - Efectos en la salud | Administración de Seguridad y Salud Ocupacional [Internet]. [cited 2025 Nov 9]. Available from: <https://www.osha.gov/lead/health-effects>
32. Koh DH, Choi S, Park JH, Lee SG, Kim HC, Kim I, et al. Evaluation of Temporal Trends of Lead Exposure in Korean Workers Using Workplace Monitoring Data. J Korean Med Sci [Internet]. 2023 [cited 2025 Nov 9];38(34):e271. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10462473/>

