



Review Article

Lead in blood and its relationship with hemoglobin and hematocrit in children exposed to mining pollution, Apurímac 2023

David Félix Lazón Mansilla ^a, Moraima Angélica Lagos Castillo ^a, Carlos Toribio Prado Maggia ^a, Veraluciana Llerena Paredes ^b and Bérkely Smith Mayhua Gutiérrez ^a,

^a Universidad Nacional Federico Villareal, Perú

^b Universidad Ricardo Palma, Perú

ITEM INFORMATION

Item history:

Received on April 17, 2024

Accepted on June 29, 2024

Keywords:

Lead poisoning
Hemoglobin
Hematocrit
Anemia

ABSTRACT

Exposure to heavy metals causes a high level of lead in the blood, which causes various problems in various organs, including a deficit in the production of hemoglobin, which causes anemia. This circumstance was the impetus to carry out this research study. The objective of the research was to determine the relationship between blood lead levels and hemoglobin and hematocrit levels in children aged 0 to 11 years exposed to mining pollution in the community of the district and province of Andahuaylas in the department of Apurímac. A non-experimental quantitative and descriptive design was used. 98 minors from 0 to 11 years of age, registered in the district and province of Andahuaylas in the department of Apurímac, participated in the "lead in blood and its relationship with hemoglobin and hematocrit" campaign from April to May 2023. The study on anemia found that fifty percent (50%) of the subjects did not have anemia. The percentages of mild (6 subjects), moderate (33 subjects), and severe (9 subjects) anemia were 6.1% to 33.7% and 9.2%, respectively. Regarding lead poisoning, 64 (65.3%) of the subjects did not show significant levels, while 34 (34.7%) of the subjects showed toxic levels. The relationship of lead levels with hemoglobin was not significantly influenced by age group, sex or area of residence. Hemoglobin decreases by 0.755 for every one unit increase in blood lead level, with a p-value <0.001 and a 95% confidence interval of -0.839 - 0.671. This study demonstrates a significant correlation between blood lead levels and low hemoglobin levels (corrected for height), underscoring the importance of interventions focused on prevention and health promotion in at-risk populations.

© 2024 Professionals On Line sac. Perú World Health Journal

All rights reserved

Plomo en sangre y su relación con hemoglobina y hematocrito en niños expuestos a la contaminación minera, Apurímac 2023

RESUMEN

La exposición a metales pesados provoca un alto nivel de plomo en la sangre, lo que causa diversos problemas en varios órganos, incluyendo un déficit en la producción de hemoglobina, lo que provoca anemia. Dicha circunstancia fue el impulso para realizar este estudio de investigación. El objetivo de la investigación fue determinar la relación entre los niveles de plomo en la sangre y los niveles de hemoglobina y hematocrito en menores de 0 a 11 años expuestos a la contaminación minera en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac. Se utilizó un diseño cuantitativo y descriptivo no experimental. 98 menores de 0 a 11 años de edad, registrados en el distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac, participaron en la campaña "plomo en sangre y su relación con hemoglobina y hematocrito" de abril a mayo de 2023. El estudio sobre la anemia encontró que el cincuenta por ciento (50%) de los sujetos no tenían anemia. Los porcentajes de anemia leve (6 sujetos), moderada (33 sujetos) y severa (9 sujetos) fueron del 6,1% al 33,7% y del 9,2%, respectivamente. Por lo que respecta a la intoxicación por plomo, 64 (65,3%) de los sujetos no mostraron niveles significativos, mientras que 34 (34,7%) de los sujetos mostraron niveles tóxicos. La relación de niveles de plomo con hemoglobina no fue significativamente influenciada por el grupo etario, el sexo o la zona de residencia. La hemoglobina disminuye en 0.755 por cada aumento en una unidad de nivel de plomo en sangre, con un valor p <0.001 y un intervalo de confianza del 95% de -0.839 - 0.671. Este estudio demuestra una correlación significativa entre los niveles de plomo en sangre y los bajos niveles de hemoglobina (corregidos por altura), lo que subraya la importancia de intervenciones enfocadas en la prevención y promoción de la salud en poblaciones en riesgo.

© 2024 Professionals On Line sac. Perú World Health Journal

All rights reserved



<https://doi.org/10.47422/whj.v5i1.45>



INTRODUCCIÓN

El plomo, un metal tóxico, se libera en el medio ambiente a través de varios procesos geofísicos, incluida la meteorización de las rocas, la actividad volcánica y los procesos mineros. Los procesos mineros son los últimos en liberar la mayor parte del plomo en el medio ambiente. (Disalvo, 2022).

La Organización Mundial de la Salud (2022) menciona en su publicación "Intoxicación por plomo y salud" que los niños pequeños son los más susceptibles a la intoxicación, ya que tienen la costumbre de llevarse cosas u objetos contaminados con plomo a la boca y tragar polvo contaminado con plomo. Estas costumbres propias de su edad hacen que absorban entre cuatro y cinco veces más de plomo que los adultos.

El plomo absorbido se transporta a través de la sangre y llega a varios órganos antes de depositarse principalmente en los huesos. El plomo bloquea la ferroquelatasa, lo que impide que el hierro se uniera a la protoporfirina IX para formar el grupo hemo, lo que reduce la concentración de hemoglobina y causa anemia hipocrómica y normocítica. (Disalvo, 2022).

A partir de esta información, es crucial investigar esta situación en la que la exposición a metales pesados provoca un nivel elevado de plomo en la sangre, lo que resulta en un déficit en la producción de hemoglobina, lo que resulta en anemia. El propósito de esta investigación fue determinar los niveles de hemoglobina en niños de 0 a 11 años. (Disalvo, 2022).

Este estudio no solo tiene como objetivo abordar el problema de la anemia causada por la intoxicación por metales pesados en los niños de la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac, sino que también despertará el interés en realizar más estudios, analizando otros factores que estén relacionados con las diversas enfermedades causadas por la contaminación minera. (Dávila et al., 2019).

La disminución de la concentración de hemoglobina por debajo de los límites aceptados como normales, variables según edad, sexo y condiciones ambientales, se conoce como anemia desde el punto de vista clínico. Se acompaña de una disminución del hematocrito y, en la mayoría de los casos, de la cantidad de glóbulos rojos. (Carhuamaca y Gago, 2022).

Desde el punto de vista fisiopatológico, la anemia se define como la disminución de la capacidad funcional de los tejidos para transportar oxígeno. (Carhuamaca y Gago, 2022).

La Organización Mundial de la Salud (2022) define la anemia como:

- Hombres: < 13 gr/dl
- Mujeres: < 12 gr/dl
- Embarazadas: < 11 gr/dl

De los 6 meses de edad a 5 años: <11 gr/dl

De: 6 a 11 años de edad: < 11.5 – 15.5 gr/dl

Actualmente, la anemia en los niños es un problema mundial que va tomando mayor relevancia con el pasar de los años, siendo la principal causa el déficit de hierro. Pero también se tiene que tomar en cuenta

los problemas que generan la intoxicación por metales pesados como el plomo. (Rodríguez, 2019).

La contaminación minera en la ciudad de Andahuaylas de Apurímac, donde los recursos económicos de muchas familias son limitados, provocan graves consecuencias en la salud de la población, siendo los niños los más propensos a desarrollar diversas enfermedades a causa del plomo que se encuentra en el medio ambiente en niveles muy elevados. Una exposición prolongada al plomo podría generar cuadros de anemia afectando el desarrollo del coeficiente intelectual y cambios de comportamiento en los niños (Rodríguez, 2019).

Durante el año 2019, la sierra peruana registró el 48.8% de los casos de anemia, con una mayor incidencia en las zonas rurales, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática. Durante ese mismo año, se descubrió que el 12.2% de los niños menores de 5 años padecían desnutrición persistente. Además, se descubrió que la región de Pasco se encuentra entre las ocho regiones con la mayor tasa de anemia, con un 50,2% (1 de cada 2 personas que viven allí tiene anemia). (INEI, 2019).

En Apurímac, la mayoría de las fuentes de plomo-zinc se encuentran en el noreste del departamento, lo que lo convierte en el primer productor de plomo en América Latina y cuarto a nivel mundial. (Ministry of Energy and Mines, 1999).

La Organización Mundial de la Salud a declarado que no existe un nivel de concentración de plomo en sangre que sea considerado peligroso. Incluso una concentración de 3,5 g/dl tendría un impacto en el estado intelectual y el comportamiento de los niños. Los niños con desnutrición son más susceptibles a esta intoxicación porque su cuerpo absorbe más este metal debido a la falta de nutrientes como el calcio y el hierro. (OMS, 2022).

La contaminación minera en Apurímac se evidencia en varias investigaciones, una de las cuales se llevó a cabo en el distrito de Chaupimarca, donde se examinaron 108 niños menores de 12 años para evaluar su nivel de intoxicación por plomo. Los hallazgos revelaron niveles de plomo en sangre superiores a los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud, alcanzando niveles de 20,21 y 41 g/dl. (Pacheco, 2019).

Otro estudio llevado a cabo en Apurímac examinó la contaminación por metales pesados en muestras de cabello de niños. Los hallazgos mostraron que la intoxicación por plomo era más común que las muestras de control y cuatro veces más que el nivel de control. Se encontró que todos los niños tenían niveles elevados de este metal en su cabello. (Huamán, 2019).

Con base en esta preocupante situación, se decidió llevar a cabo esta investigación que consiste en dosificar plomo y medir hemoglobina y hematocrito en niños de la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac. (Huamán, 2019)

Se planteó como problema general: ¿Cómo se relaciona los niveles de plomo en la sangre con las concentraciones de hemoglobina y hematocrito en menores de 0 a 11 años expuestos a la contaminación minera de la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac -Perú 2023?, y como problemas específicos: ¿Cuál es el valor promedio de plomo en los menores de 0

a 11 años, expuestos a la contaminación minera en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac - Perú 2023?; ¿Cuáles son los niveles de hemoglobina y hematocrito de los menores de 0 a 11 años, expuestos a la contaminación minera en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac -Perú 2023?; ¿Cuál es la frecuencia de anemia leve, moderada y severa de los menores de 0 a 11 años, expuestos a la contaminación minera en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac -Perú 2023?.

Así mismo como objetivo general, Determinar la relación entre los niveles de plomo en la sangre y la concentración de hemoglobina y hematocrito en menores de 0 a 11 años expuestos a la contaminación minera de la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac -Perú 2023. En ese contexto los objetivos específicos, Determinar el valor promedio de plomo en los menores de 0 a 11 años, expuestos a la contaminación minera en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac - Perú 2023; Determinar los niveles de hemoglobina y hematocrito de los menores de 0 a 11 años, expuestos a la contaminación minera en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac - Perú 2023; Establecer la frecuencia de anemia leve, moderada y severa de los menores de 0 a 11 años, expuestos a la contaminación minera en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac -Perú 2023.

Se detallaron los siguientes antecedentes:

Viru (2020). Perú. El objetivo de este estudio fue determinar cómo la desnutrición crónica y los niveles de plomo en los niños se relacionan. En Huánuco, se realizaron evaluaciones a 60 niños que recibieron atención en los centros de salud Centro Salud San Bosco y Puerto Nuevo. Los resultados más notables incluyeron niveles altos de plomo en sangre en el 40% de los niños (24 niños), desnutrición crónica en el 36.7% de los niños (22 niños), anemia leve en el 33.3% de los niños (20 niños), anemia moderada en el 33.3% de los niños (20 niños) y anemia severa en el 18.3% de los niños (11 niños). Según sus hallazgos, hay suficiente evidencia científica para asociar los niveles de plomo en sangre con la desnutrición crónica en niños.

Díaz (2016). Perú. El objetivo era evaluar los efectos de la contaminación del suelo con plomo en las poblaciones vulnerables de Cerro de Pasco. Fue un estudio aplicativo, evaluativo y no experimental. Los sujetos de estudio fueron niños menores de 12 años y mujeres en edad fértil de 15 a 45 años que vivían en áreas contaminadas por plomo en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar. 32 muestras de suelo fueron recolectadas y mostraron una alta tasa de contaminación ambiental. La región con la mayor concentración de plomo estaba cerca de las minas. Se tomaron 192 muestras de sangre y orina de la población, y los hallazgos mostraron que el 53.3% de los niños y el 9.4% de las mujeres tenían niveles altos de plomo en sangre (≥ 10 gPb/dl). Encontraron las áreas donde más niños y mujeres estaban expuestos al plomo.

Villanueva y Romero (2020). Perú. El objetivo fue investigar los cambios en la concentración de plomo en la sangre en niños y adolescentes de 10 a 15 años en el asentamiento humano "Virgen de Guadalupe" del distrito de Mi Perú-Callao durante los meses de julio a setiembre de 2019. También buscaron relacionarlos con los valores

de hemoglobina y hematocrito. Se tomaron cincuenta muestras de niños y adolescentes para medir plomo, hematocrito y hemoglobina. En niños y adolescentes, la concentración media de plomo en sangre fue de 2,06 g/dl, mientras que en mujeres fue de 2,00 g/dl y en varones de 2,11 g/dl. Concluyeron que, del total de la población, el 6% tenía una intoxicación por plomo en sangre y el 10% tenía una disminución en la hemoglobina.

Huamán (2019). Perú. El objetivo fue evaluar el nivel de contaminación por metales pesados en la población infantil del centro poblado de Paragsha para determinar la incidencia probable de la exposición ambiental a las sustancias producidas por la actividad minera en el Distrito de Simón Bolívar, Cerro de Pasco en 2018. El estudio se llevó a cabo a nivel descriptivo y correlacional. Las muestras de cabello de niños del distrito de Carhuamayo, una población alejada de las zonas mineras, se utilizaron como control. Los niños de Paragsha tenían concentraciones altas de metales pesados en sus muestras. La concentración media de plomo en los niños de Paragsha era de 3,6 mg/kg, cuatro veces más que el nivel medio de control. Se dice que todos los niños de Paragsha tenían plomo en el cabello.

Carhuamaca y Gago (2022). Perú. Su objetivo fue investigar los factores de riesgo de anemia en niños de 6 a 36 meses que fueron atendidos en el centro de salud de Uliachin de enero a diciembre de 2021, Pasco. La población incluía 203 niños con anemia entre 6 y 36 meses de nacimiento. Los datos se procesaron con Microsoft Excel y la prueba no paramétrica de Chi cuadrado de Pearson con el software estadístico SPSS v.21. Los hallazgos mostraron que la anemia era común en niños de 6 a 36 meses al 55,7%. Los niños de 13 a 24 meses tenían el 48,8% más de casos. No se encontró una correlación significativa entre la anemia y los factores de riesgo (edad, sexo, hemoglobina materna gestacional, edad gestacional y peso al nacer) con un valor $p > 0.05$.

Salcedo (2022). Perú. Se buscó evaluar el impacto de los niveles de contaminación de plomo en la sangre de niños menores de 12 años. El estudio se llevó a cabo a nivel descriptivo y correlacional. Se tomaron 20 muestras de sangre de niños y los niveles de plomo en sangre fueron muy superiores a lo normal (≥ 10 g/dl). El 60% de los niños tenían un rendimiento escolar bajo y el 30% muy bajo. La mala higiene en los hogares y los alimentos al consumirlos fue uno de los factores más influyentes en la intoxicación por plomo.

Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (CENSOPAS, 2006). Perú. El propósito era medir y evaluar los niveles de metales pesados en la sangre y la orina de los habitantes del área afectada por el proyecto minero Las Bambas en la región Apurímac. Se llevó a cabo un análisis de nivel descriptivo, transversal y prospectivo en los distritos de Haquira, Challhuahuacho y Progreso en la región Apurímac. Se utilizó un muestreo aleatorio simple para obtener un tamaño muestral de 452 individuos que cumplieron con los criterios de inclusión, con una prevalencia máxima del 50% de la población expuesta a la contaminación minera ($p=0.50$). Se tomaron muestras de orina y sangre venosa para medir los metales pesados en laboratorios del Instituto Nacional de Salud (INS) de Lima. A través de pruebas bioquímicas en muestras de orina y sangre, se descubrió que los niveles de cadmio (43,9%), arsénico (4,6%), Mercurio (1,8%) y plomo (24,3%) superaban los niveles permitidos

para los metales pesados. El grupo de edad más afectado fue el de entre 26 y 60 años.

Téllez et al. (2017). México. El objetivo de esta investigación fue determinar la frecuencia de la intoxicación por plomo al nacimiento en Morelos, México, analizar su distribución según el nivel de marginación y estimar la relación entre ella y el uso de barro vidriado. El estudio incluyó a 300 mujeres y sus bebés que recibieron atención en los centros de salud de Morelos del IMSS estatal. Los hallazgos mostraron que los recién nacidos tenían niveles elevados de plomo en sangre con un 4.3% según la NOM199-SSAL-2000 (10 g/dl), un 14.7% según la CDC de EE. UU. (5 g/dl) y un 22.2% en los municipios con mayor marginación del estado. En este primer estudio, descubrieron que la cantidad de recién nacidos con intoxicación por plomo que tienen un mayor riesgo de sufrir efectos negativos.

González et al. (2018). México. El propósito era evaluar el impacto del plomo en la comunidad cercana a las ladrilleras y jales de mineral en la reforma, Hidalgo. Para medir los niveles de plomo, se recolectaron 31 muestras de suelo y 73 muestras sanguíneas de los niños. Los hallazgos demostraron que algunas muestras de suelo superaron los límites establecidos por la EPA y la NOM-147-semarnat-ssa1-2004 (400 mg/kg), mientras que la mayoría de las muestras sanguíneas no superaron los límites establecidos por la NOM-199-ssa1-2000 (10 g/dl). Pero se descubrió que el plomo representa un peligro para los niños que viven cerca de las ladrilleras y jales mineros, ya que el 84.93% de la población infantil presenta anemias hemolíticas hipocrómicas y el 13.69% tiene un punteo basófilo (un claro índice de una intoxicación por plomo).

Téllez et al. (2019). México. El objetivo del estudio fue calcular la prevalencia de niveles elevados de plomo en sangre (al menos 5.0 g/dl) y su relación con el uso de loza de barro vidriado con plomo (LBVPB). Se tomaron muestras sanguíneas de niños de 1 a 4 años que viven en ciudades de México con menos de 100 000 habitantes. Los hallazgos mostraron que la intoxicación por plomo es común en el 21.8% de los niños con niveles superiores a ≥ 5.0 g/dl. La prevalencia fue del 9,8% en el Norte, 20,7% en el Centro y 25,8% en el Sur del estado de México, respectivamente. Se encontró una correlación significativa entre el uso de loza de barro vidriado, especialmente en las áreas central y sur del país.

Rodríguez (2019). Cuba. La caracterización del comportamiento de los niveles de plomo en sangre fue mi objetivo. Un estudio descriptivo se llevó a cabo utilizando variables (edad, sexo, fuentes de exposición y manifestaciones clínicas). La población a investigar consistió en 12 niños (7 niños y 5 niñas) que recibieron atención de consulta en la provincia de Camagüey (Cuba) entre junio del 2013 y febrero del 2015. Los soldadores y los reparadores de baterías fueron las fuentes con mayor exposición; el paciente con el mayor nivel de plomo en sangre fue una niña menor de seis años que vivía cerca de tres fuentes de contaminación. Los valores elevados de plomo en sangre (10-14 mcg/dl) y las manifestaciones clínicas recurrentes como el dolor abdominal, la anorexia y la anemia ferropénica se correlacionaron.

Disalvo (2022). Argentina. El objetivo era determinar si hay una correlación entre los niveles de plomo en sangre (NPS) y la deficiencia de hierro (DH) en niños de 1 a 6 años que reciben atención en el sistema público de salud de La Plata y Gran La Plata. Se realizaron

evaluaciones de 394 niños entre 2012 y 2017. Se establecieron rangos de hemograma, ferritina y plomo en sangre. Si la ferritina no superaba los 12 g/ml, si la hemoglobina no superaba los 11,5 g/dl y si el NPS era superior a 5 g/dl, se consideró DH. Los hallazgos mostraron una prevalencia de DH del 26,1%, anemia del 31,6% y un NPS elevado del 8,6%. El análisis bivariable demostró una correlación significativa entre el DH y el NPS elevado con un OR (IC95%): 3,18 (1,52; 6,68). Los niños con deficiencia de hierro tenían un NPS elevado del 16,2 %, mientras que los niños sin deficiencia de hierro tenían un NPS elevado del 5,7 %. Los niños con DH tienen un NPS más alto que los niños sin DH.

La contaminación minera y la anemia siguen siendo un problema mundial que persiste en la sociedad actual. Tanto la minería como la anemia afectan principalmente a los menores porque tienen más probabilidades de desarrollar una variedad de enfermedades que afectan el desarrollo físico, cognitivo y mental. (Pacheco, 2019).

En Perú, existe una preocupante tasa de desnutrición infantil, la cual afecta principalmente a los niños de bajos recursos que residen en las zonas rurales de la sierra peruana. Es importante destacar que los niños deben enfrentar la anemia como un problema significativo. Estos niños podrían desarrollar anemia grave o severa como resultado de la desnutrición infantil y la intoxicación por metales pesados causada por la contaminación minera que están expuestos. (Pacheco, 2019).

Se decidió llevar a cabo un estudio en la comunidad del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac, que están expuestos a la contaminación minera por metales pesados como el plomo. El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de anemia en los niños y motivar a los padres a prevenir la contaminación minera y la anemia para mejorar la calidad de vida en salud de los niños y sus familias. (Pacheco, 2019).

MATERIAL Y MÉTODOS

El método cuantitativo se utilizó de manera no experimental. El nivel de investigación se basó en la correlación. Por la cantidad de mediciones, se utilizó un corte transversal. Las variables utilizadas en el estudio fueron las siguientes:

- a. Niveles de plomo en sangre.
- b. Niveles de hemoglobina.
- c. Niveles de hematocrito.
- d. Frecuencia de anemia leve, moderada y severa.

Nuestro universo empleado en la investigación fue de 98 menores de 0 a 11 años de edad, todos registrados en el distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac, participaron en la campaña "plomo en sangre y su relación con hemoglobina y hematocrito" en el laboratorio clínico LIRALAB de abril a mayo de 2023. Dado que se aprovecharon los datos de la convocatoria de la campaña para nuestra investigación y se tomaron en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, la población fue de tipo no probabilístico por facilidad de estudio. La recolección de muestras se llevó a cabo en tres días seguidos y se dividió en grupos de edad de 0 a 3 años, 4 a 7 años y 8 a 11. Se inició identificando a los niños y luego se procedió a tomar las muestras de sangre venosa en tubos de EDTA, una vez que se obtuvieron, se enviaron al laboratorio. Los dispositivos fueron aprobados por jueces calificados. Para recopilar información,

se utilizó una ficha de datos en la que se registraron los nombres, apellidos, edad, número de DNI y concentraciones de hemoglobina, plomo y hematocrito de cada niño. Seguimos los siguientes pasos durante la ejecución del proyecto:

- 1) Solicitar permisos a las autoridades del distrito y provincia de Andahuaylas en el departamento de Apurímac.
- 2) Los padres de familia recibieron una charla informativa donde se les explicó el propósito del estudio y se discutieron temas importantes como la anemia, la contaminación minera y los efectos de la intoxicación por plomo en la salud de sus hijos.
- 3) Se entregó a los padres de familia la ficha de consentimiento informada al finalizar la charla para que pudieran autorizar el estudio en sus hijos.

El laboratorio LIRALAB EIRL ubicado en Hugo Pesce 190 Andahuaylas Apurímac, recibió las muestras. Las muestras se registran y procesan a través de las siguientes técnicas:

Hemoglobina mediante el método fotométrico Ciano Metahemoglobina.

El hematocrito se procesó mediante el método del microhematocrito utilizando una microcentrífuga.

El método para determinar el plomo es el siguiente:

Nombre de la prueba: Plomo en sangre.

Método/equipo: Método de absorción atómica con horno de grafito, marca WAYEAL, modelo AA2210 para la determinación de plomo en sangre humana. Obtenidos los resultados, se verificaron y validaron. Condiciones preanalíticas pacientes: Se recomendó 8 horas de ayuno. Condiciones preanalíticas referencias: Se tomo la muestra en un tubo de tapa lila, (exclusivo para la prueba)

Tipo de muestra: Sangre anticoagulada con EDTA

Tamaño reducido de la muestra: 50 – 100 µl. Límite de detección: 0.1 µg/dl.

Respetando la confidencialidad de cada paciente, los resultados se entregaron personalmente a cada padre de familia.

El paquete estadístico IBM® Statistical Package for the Social Sciences, también conocido como SPSS, se utilizó para realizar el

análisis estadístico de este estudio. Se utilizó una metodología que incorpora tanto números absolutos como porcentajes para representar las variables categóricas, lo que proporciona una visión más completa y detallada de los datos. Se prefirió utilizar la mediana y los rangos intercuartílicos para mostrar la tendencia central y la dispersión de los datos cuando las variables numéricas tenían una distribución no paramétrica. Se utilizaron pruebas de correlación estadística confiables, como la correlación Pearson y la correlación Rho de Spearman, para investigar la correlación entre variables numéricas específicas, como la hemoglobina corregida y los niveles de plomo. Para brindar una interpretación más detallada y contextualizada de los resultados, se utilizaron gráficas de línea de ajuste dispersa, que se clasificaron según el grupo etario, el estado de intoxicación por plomo, la zona de residencia y el tipo de anemia. El análisis de regresión simple se utilizó para investigar el impacto de los niveles de plomo en la hemoglobina corregida como variable predictora y variable de respuesta. Además, se utilizó el análisis de regresión múltiple para investigar el impacto de posibles factores de confusión en esta relación. El análisis de regresión múltiple incluyó covariables como el grupo etario, el sexo y la zona de residencia. El análisis de regresión logística binaria se utilizó para evaluar el impacto de los niveles de plomo en la incidencia de anemia, utilizando los niveles de plomo como predictores y el estado de anemia como resultado. Finalmente, para todos los análisis estadísticos, se encontró que una correlación superior a 0,8 indicaría una relación fuerte. Además, se estableció un umbral claro y riguroso para la significancia estadística de los resultados, ya que solo se consideraron significativos los resultados con un valor de P inferior a 0.05 o intervalos de confianza que no incluyeran el número 1.

RESULTADOS

Después de aplicar rigurosamente los criterios de inclusión, el estudio seleccionó un total de 98 sujetos. La distribución de la edad de este grupo mostró características no paramétricas. Los resultados detallados de las pruebas de normalidad incluyeron un examen de asimetría con un error estándar de 0.296 (0.244), un examen de curtosis con un error estándar de -0.587 (0.483) y pruebas Kolmogórov-Smirnov = 0.187, valor p = <0.001; y pruebas Shapiro-Wilk = 0.953, valor p = 0.001, lo que indica una desviación significativa de la distribución normal. La mediana de edad y el rango intercuartílico fueron 5.0 (4.0–8.0).

Tabla 1

Grupo Etario de Sujetos Expuestos a Plomo como Factor de Riesgo de Anemia (N = 98)

Grupo Etario	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
De 1 a 5 años	59	60.20%	60.20%
De 6 a 11 años	39	39.80%	100%

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 1, La composición demográfica del estudio mostró que 59 (60.2%) de los participantes tenían entre 1 y 5 años, y los 39 (39.8%) restantes tenían entre 6 y 11 años.

Tabla 2*Sexo de Sujetos Expuestos a Plomo como Factor de Riesgo de Anemia (N = 98)*

Sexo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Femenino	41	41.80%	41.80%
Masculino	57	58.20%	100%

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 2, En términos de sexo, 41 sujetos (41.8%) eran niñas y 57 sujetos (58.2%) eran niños.

Tabla 3*Lugar de Residencia de Sujetos Expuestos a Plomo como Factor de Riesgo de Anemia (N = 98)*

Residencia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Rural	46	46.90%	46.90%
Urbana	52	53.10%	100%

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 3, Se observó un equilibrio cercano en cuanto a la zona de residencia entre las zonas rurales 46 participantes (46.9%) y urbanas 52 participantes (53,1%).

Tabla 4*Tipo de Anemia en Sujetos Expuestos a Plomo como Factor de Riesgo de Anemia (N = 98)*

Anemia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
No Anemia	50	51.00%	51.00%
Anemia Leve	6	6.10%	57%
Anemia Moderada	33	33.70%	90.80%
Anemia Severa	9	9.20%	100%

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 4, El tipo de anemia reveló que el 50 (51.0%) de los sujetos no tenían anemia. Los porcentajes de anemia leve (6 sujetos), moderada (33 sujetos) y severa (9 sujetos) fueron del 6.1%, del 33.7% y del 9.2%, respectivamente.

Tabla 5*Intoxicación con Plomo en Sujetos Expuestos a Plomo como Factor de Riesgo de Anemia (N = 98)*

Intoxicación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
No	64	65.30%	65.30%
Sí	34	34.70%	100%

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 5, Por lo que respecta a la intoxicación por plomo, 64 (65.3%) de los sujetos no mostraron niveles significativos, mientras que 34 (34.7%) de los sujetos mostraron niveles tóxicos.

Tabla 6*Análisis Regresional Simple de Niveles de Plomo en Sangre como Factor Predictivo de Anemia (N=98)*

Intoxicación	Coeficiente Beta	Error Estandar	Valor p	95% Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Constante	13.572	0.177	76.581	13.221	13.924
Niveles de Plomo en Sangre	-0.795	0.038	-20.829	-0.871	-0.719

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 6, Muestra el análisis de regresión lineal simple. El valor predictivo del modelo estadístico fue bueno, con R2 de 0,817. Los niveles de plomo tienen una fuerte correlación con los niveles de anemia. La hemoglobina disminuye en 0,795 por cada aumento en una unidad de nivel de plomo en sangre, con un valor p <0.001 y un intervalo de confianza del 95% de -0,871 a -0,719.

Tabla 7

Análisis Regresional Múltiple de Niveles de Plomo en Sangre como Factor Predictivo de Anemia (N=98)

CoeficienteBeta		Error Estándar	t	Valor p	95% Intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Constante	12.843	0.308	41.728	0.000	12.231	13.454
Niveles de Plomo en Sangre	-0.755	0.042	-17.890	0.000	-0.839	-0.671
Grupo Etario	0.607	0.284	2.136	0.035	0.043	1.172
Sexo	0.405	0.250	1.617	0.109	-0.092	0.902
Zona de Residencia	0.231	0.249	0.931	0.354	-0.262	0.725

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 7, Muestra el análisis regresional múltiple. El valor predictivo del modelo estadístico fue bueno, con R2 de 0,826. La relación de niveles de plomo con hemoglobina no fue significativamente influenciada por el grupo etario, el sexo o la zona de residencia. La hemoglobina disminuye en 0.755 por cada aumento en una unidad de nivel de plomo en sangre, con un valor p <0.001 y un intervalo de confianza del 95% de -0.839 y -0.671.

Tabla 8

Análisis Regresional Logístico Binario de Niveles de Plomo en Sangre como Factor Predictivo de Anemia (N=98)

CoeficienteBeta		Error Estándar	Wald	Valor p	Exp (B)	95% Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Niveles de Plomo en Sangre	5.35	1.91	7.86	0.01	211.12	5.00	8905.59
Constante	-10.83	3.9	7.72	0.01	0.00		

Nota. Datos obtenidos por elaboración propia (2023).

Nota. Tabla 8, Finalmente, el análisis logístico binario regresional, mostró que un aumento en los niveles de plomo está significativamente relacionado con una mayor probabilidad de desarrollar anemia. Con un coeficiente B = 5.352 notablemente alto y un valor p = 0.005, la probabilidad (95% intervalo de confianza) = 211.1 (5.005 - 8905.593), esto demuestra la fuerte influencia del plomo en la anemia.

DISCUSIÓN

El hallazgo más notable de este estudio fue la fuerte correlación entre los niveles de plomo en sangre y la hemoglobina corregida, lo que indica que los niveles de hemoglobina son más bajos cuando hay una mayor concentración de plomo. Este vínculo destaca la importancia de realizar un seguimiento de la exposición al plomo, particularmente en áreas que pueden ser vulnerables.

Observamos que variables como la edad, los niveles de plomo y la hemoglobina corregida mostraron una distribución no paramétrica, lo que refleja la heterogeneidad en estas mediciones. Además, la distribución de variables como el grupo etario, el sexo y la zona de residencia fue adecuada para un análisis detallado.

Los resultados son preocupantes en cuanto a la prevalencia de la anemia, ya que casi la mitad de los niños estudiados tenía algún tipo de esta condición. Es especialmente preocupante que un tercio de estos niños padezcan anemia moderada, lo que presenta importantes retos para los sistemas de salud locales y destaca la urgencia de una intervención por parte de las autoridades sanitarias.

Más de un tercio de los niños examinados estaban intoxicados por plomo. Este hallazgo es igualmente alarmante y sugiere que, independientemente de si los niños viven en áreas urbanas o rurales, la exposición al plomo es un problema importante que requiere atención inmediata.

El análisis de la correlación entre los niveles de plomo y la hemoglobina corregida, segmentado por grupo etario, mostró que las poblaciones con mayor edad tenían niveles más bajos de plomo y anemia. Sin embargo, los niños más pequeños, que son particularmente susceptibles, mostraron niveles de plomo más altos y menores niveles de hemoglobina corregida, lo que podría tener efectos significativos en su crecimiento y desarrollo cognitivo.

Al agrupar los datos según el estado de intoxicación con plomo, se encontró una relación más marcada entre niveles bajos de plomo y anemia, lo que indica que incluso una pequeña cantidad de plomo puede ser perjudicial. Esta observación enfatiza la importancia de disminuir la exposición al plomo, incluso en niveles bajos.

Los niños sin anemia mostraron una disminución más marcada de la hemoglobina corregida a niveles bajos de plomo, lo que indica que

incluso sin anemia previa, el riesgo de desarrollarla aumenta con la exposición al plomo.

Investigaciones recientes que establecen una relación entre los niveles de plomo y el riesgo de anemia (Huamán 2019, Pacheco 2019, Hsieh et al., 2017; Wood y Sperling, 2019; Mukisa et al., 2020; Linares et al., 2021; Farkhondeh et al., 2022) respaldan nuestros hallazgos.

Este estudio enfatiza la importancia de las pruebas de detección en niños expuestos al plomo y abre caminos para mejorar las políticas de salud. Asimismo, sugiere la necesidad de investigaciones adicionales sobre métodos para reducir la exposición al plomo y evaluar cómo las políticas de salud actuales y futuras afectan la prevención de la anemia.

CONCLUSIONES

En conclusión, el análisis estadístico del tipo de anemia reveló que el 50 (51.0%) de los sujetos no tenían anemia. Los porcentajes de anemia leve (6 sujetos), moderada (33 sujetos) y severa (9 sujetos) fueron, respectivamente, del 6.1%, del 33.7% y del 9.2%.

Por lo que respecta a la intoxicación por plomo, 64 (65.3%) de los sujetos no mostraron niveles significativos, mientras que 34 (34.7%) de los sujetos mostraron niveles tóxicos.

La relación de niveles de plomo con hemoglobina no fue significativamente influenciada por el grupo etario, el sexo o la zona de residencia.

La hemoglobina disminuye en 0.755 por cada aumento en una unidad de nivel de plomo en sangre, con un valor $p < 0.001$ y un intervalo de confianza del 95% de -0.839 y -0.671.

La investigación futura debe centrarse en crear métodos para reducir la exposición al plomo y evaluar cómo las políticas de salud reducen el riesgo de anemia en estas poblaciones vulnerables.

Podemos llegar a la conclusión de que este estudio muestra una relación significativa entre los niveles de plomo en sangre y los bajos niveles de hemoglobina (corregidos por altura), lo que destaca la importancia de intervenciones enfocadas en la prevención y promoción de la salud en poblaciones en riesgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Carhuamaca, S. y Gago, Y. (2022). Factores de riesgo de anemia en niños de 6 a 36 meses atendidos en el Centro de Salud de Uliachin de enero a diciembre del 2021, Pasco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
- [2] Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (2006). Línea de base en salud de las comunidades aledañas al proyecto minero Las Bambas 2005.
- [3] https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CENSOPAS/metales_pesados/INFORME_BAMBAS_2_005.pdf
- [4] Dávila, C., Paucar, R. y Quispe, A. (2019). Anemia infantil. Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal, 7(2), 46–52. <https://doi.org/10.33421/inmp.2018118>
- [5] Díaz, J. (2016). Evaluación de la contaminación del suelo con plomo y su efecto en la sangre de las poblaciones vulnerables en la ciudad de Cerro de Pasco. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ingeniería. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5786>
- [6] Disalvo, L. (2022). Relación entre el estado nutricional de hierro y los niveles de plomo en sangre en niños. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio Institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138965>
- [7] Farkhondeh, T., B. Mansouri, L. J. Binkowski, M. Błaszczyk, M. Pirsahab, N. A. Azadi, M. Słoboda, A. Amirabadizadeh and S. Y. Javadmoosavi (2022). "Blood lead concentrations in children with iron deficiency anemia: a systematic review and meta-analysis." Environ Sci Pollut Res Int 29(3): 3199-3212.
- [8] González-Gutiérrez, A. G., Carrasco-Urrutia, K. A., Santana-Contreras, L. E. y Corral-Avitia,
- [9] A. Y. (2018). Efecto del plomo ambiental en la población aledaña a las ladrilleras y jales de Mineral de la Reforma, Hidalgo. Producto de investigación ICB. <http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/4447>
- [10] Hsieh, N. H., S. H. Chung, S. C. Chen, W. Y. Chen, Y. H. Cheng, Y. J. Lin, S. H. You and
- [11] C. M. Liao (2017). "Anemia risk in relation to lead exposure in lead-related manufacturing." BMC Public Health 17(1): 389.
- [12] Huamán, J. (2019). Evaluación del nivel de contaminación por metales pesados en la población infantil del centro poblado de Paragsha para determinar la incidencia probable de la exposición ambiental frente a las sustancias producidas por la actividad minera - Distrito de Simón Bolívar - Cerro de Pasco – 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
- [13] INEI. (2019). La Sierra presenta los mayores niveles de anemia del país en el año. <https://m.inei.gov.pe/prensa/noticias/la-sierra-presenta-los-mayores-niveles-de-anemia-del-pais-en-el-ano-12223/>
- [14] Linares, A. M., J. M. Unrine, A. Thaxton Wiggling, J. C. Tantalean and V. C. Radulescu (2021). "Blood's Concentration of Lead and Arsenic Associated with Anemia in Peruvian Children." J Environ Public Health 2021: 7283514.
- [15] Ministry of Energy and Mines (1999). Annual Report. https://cmscontent.nrs.gov.bc.ca/geoscience/publicationcatalogue/AnnualReport/BC_GS_AR1998-99.pdf
- [16] Mukisa, A., D. Kasozi, C. Aguttu, P. C. Vuzi and J. Kyambadde (2020). "Relationship between blood Lead status and anemia in Ugandan children with malaria infection." BMC Pediatr 20(1): 521.
- [17] OMS. (2022). Intoxicación por plomo y salud. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- [18] Pacheco, K. (2019). Determinación de los niveles de concentración de plomo en la sangre y problemas en la salud en el poblador del distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco, año 2018. Apurímac, Perú.

- [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].
Repositorio Institucional UNDAC.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
- [19] Rodríguez, T. (2019). Comportamiento del plomo sérico en niños expuestos de la ciudad de Camagüey. *Archivo médico Camagüey*, 23(1), 64–74.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552019000100064&script=sci_arttext&tlng=pt
- [20] Salcedo, S. (2022). Niveles de contaminación de plomo en sangre y su influencia en el rendimiento escolar, en niños menores de 12 años. CS Colquijirca. 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
- [21] Téllez-Rojo, M., Bautista-Arredondo, L., Trejo-Valdivia, B., Cantoral, A., Estrada-Sánchez, D., Kraiem, R., Pantic, I., Rosa-Parra, A., Gómez-Acosta, L., Romero-Martínez, M., Cuevas-Nasu, L., Shamah-Levy, T., Fuller, R., y Tamayo-Ortiz, M. (2019). Reporte nacional de niveles de plomo en sangre y uso de barro vidriado en población infantil vulnerable. *Salud pública de México*, 61(6), 787–797.
<https://doi.org/10.21149/10555>
- [22] Villanueva, G. y Romero, C. (2020). Determinación de la alteración de plomo en sangre y su relación con los valores de hemoglobina y hematocrito en niños y adolescentes de 10-15 años del asentamiento humano “Virgen de Guadalupe” del distrito de mi Perú- Callao en los meses de Julio-Setiembre 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Norbert Wiener]. Repositorio Institucional Norbert Wiener.
<http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/4361>
- [23] Viru, L. (2021). Niveles de plomo y desnutrición crónica en niños del Centro Salud San Bosco y Puerto Nuevo 2018. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL.
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1521>
- [24] Wood, S. K. and R. Sperling (2019). Pediatric Screening: Development, Anemia, and Lead. *Prim Care* 46(1): 69-84.