



**GOBIERNO
DE COLOMBIA**



MINSALUD

Informe de estudios realizados en relación con la exposición a mercurio

**Dirección de Promoción y Prevención
Subdirección de Salud Ambiental**

Yady Cristina González

Bogotá, Noviembre 2018



GOBIERNO
DE COLOMBIA



MINSALUD

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

Juan Pablo Uribe Restrepo

Ministro de Salud y Protección Social

Iván Darío González Ortiz

Viceministro de Salud Pública y Prestación de Servicios

Harold Mauricio Casas Cruz

Director Encargado de Promoción y Prevención

Adriana Estrada Estrada

Subdirectora de Salud Ambiental

EQUIPO TÉCNICO

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

Dirección de Promoción y Prevención

Grupo Desarrollo y Salud - Subdirección Salud Ambiental:

Andrea Patricia Soler Galindo - Profesional Especializado

Yady Cristina González Álvarez - Contratista

INTRODUCCIÓN

Colombia así como otros países a nivel mundial, reconoce como una problemática de interés, la afectación del ambiente y la salud por la exposición al mercurio. Dentro de las acciones en respuesta a esta preocupación, se resalta la aprobación por parte del Congreso de la República, de la ley 1892 del 11 de mayo de 2018 “Por medio de la cual se aprueba el convenio de Minamata sobre el mercurio, hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013”. Cabe destacar sin embargo, que los esfuerzos en esta materia vienen realizándose desde el año 2013 con la emisión de la Ley 1658 de 2013 “por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones”. Con estas acciones el país confirma su compromiso de contribuir de manera responsable a la búsqueda de soluciones apropiadas para enfrentar los graves problemas en la salud y el medio ambiente derivados de la producción, uso y disposición de mercurio y de los productos que lo contienen (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018).

En cumplimiento de lo ordenado en el artículo 8° de la Ley 1658 de 2013 “*Artículo 8. El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Salud y Protección Social, Trabajo, Agricultura y Desarrollo Rural, Transporte y Comercio, Industria y Turismo, sectorialmente y en el marco de sus competencias, deberán suscribir un plan único nacional de mercurio y elaborarán sus reglamentos técnicos en el término máximo de un año, una vez finalizado el término de reglamentación del registro establecido en el artículo 4, para el desarrollo de las actividades relacionadas con cada una de las etapas del ciclo del mercurio (importación, producción, comercialización, uso, manejo, transporte, almacenamiento, disposición final, emisión, liberación, riesgos a la salud) como uso, importación, producción, comercialización, manejo, transporte, almacenamiento o disposición final*”; durante el año 2018 se consolidó la versión actualizada del documento Plan Único Nacional de Mercurio - PUNHg, que fue firmada en agosto del mismo año por parte de los Ministros de las 7 carteras vinculadas a través del artículo 8° de la Ley en mención.

Posteriormente, el Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS en cabeza del sector salud y de manera coordinada con las entidades sectoriales del orden nacional, elaboraron y publicaron en septiembre de año 2018 su Plan de Acción Sectorial, cuyo objetivo principal busca aportar a la reducción y eliminación progresiva del uso del mercurio, la protección de la salud humana y la preservación de los recursos naturales renovables y el ambiente, en concordancia con lo establecido en el Plan Único Nacional de Mercurio – PUNHg y la legislación vigente, principalmente la ley 1658 de 2013.

El plan de Mercurio para el Sector Salud – PHgSS, en su programa de gestión, considera 6 actividades, entre las que se destacan la necesidad de Identificar y/o realizar estudios e investigaciones asociados a la caracterización de riesgos, las afectaciones y la protección de la salud humana por exposición a mercurio; así como el impulso a la gestión del conocimiento en relación con la caracterización de riesgos, las afectaciones y la protección de la salud humana frente a la exposición a mercurio. A través de estas actividades se busca potenciar la vigilancia epidemiológica y sanitaria; así como el control de las exposiciones a mercurio, favoreciendo que a través de estudios de investigación se continúe alimentando la información disponible sobre los niveles de mercurio en biomarcadores de población expuesta a este contaminante, principalmente en zonas identificadas como de riesgo.

Con estas consideraciones y buscando aportar a la caracterización de la problemática de exposición a mercurio en Colombia y las afectaciones a la salud humana, el objetivo de este informe se orientó a la recopilación de los estudios sectoriales e intersectoriales de carácter epidemiológico y toxicológico, que hayan sido realizados en el país hasta el año 2018 y que contengan información respecto de la caracterización de niveles de mercurio en población general, ocupacional o ambientalmente expuesta.

1. Convenio de asociación No. 447 de 2012.

El convenio de asociación No. 447 de 2012 fue suscrito entre el Ministerio de Salud y Protección Social y la Fundación para la Educación y el Desarrollo Social – FES, se trató de una revisión sistemática de la literatura existente y el objetivo principal fue realizar un análisis crítico sobre la evidencia científica, normativa y técnica de la problemática del mercurio a nivel nacional e internacional del sector salud y otros sectores relacionados. Otros objetivos planteados apuntaron a describir los planes y programas existentes para prevenir, controlar, vigilar y mitigar la exposición a mercurio que fueran aplicables al contexto Colombiano; identificar las necesidades de investigación en salud sobre la problemática del mercurio en Colombia y realizar el análisis crítico a partir de una revisión sistemática sobre la evidencia científica, el marco normativo nacional e internacional, los programas de vigilancia en salud pública y ambiental nacionales y locales y de los documentos técnicos de organismos nacionales e internacionales relacionados con el sector salud y otros sectores (Fundación para la Educación y el Desarrollo Social - FES / Ministerio de Salud y Protección Social - MSPS, 2012). Producto de este convenio, se logró identificar el listado de investigaciones realizadas en Colombia que se presenta en el Anexo 1.

En cuanto a las conclusiones de este convenio se resaltan las siguientes: 1. De acuerdo con la revisión sistemática es posible concluir que existen suficientes evidencias científicas sobre los efectos adversos de las diferentes formas de mercurio en los sistemas biológicos, sus efectos sobre el entorno, como existen factores ligados al estilo de vida que amplifican sus efectos y las debilidades existentes del sistema de salud para enfrentar este reto. 2. No existe consenso científico sobre el efecto del mercurio (Timerosal) como perseverante en vacunas, así mismo no existe suficiente evidencia que confirme el efecto cancerígeno y teratógeno del mercurio elemental y los compuestos inorgánicos, como si están demostrados en los compuestos orgánicos. 3. Las medidas de control, prevención y promoción con respecto al mercurio, se esperan al mediano y largo plazo, en la medida que los actores involucrados se apropien de la problemática y se involucren en la solución. 4. Los efectos en salud por exposición al mercurio están influenciados por la especie de mercurio, la ruta de exposición, dosis, y tiempo de exposición, estos factores hacen que se produzcan una gran variedad de síntomas y de efectos diversos en salud. 5. En lo que concierne a productos con contenido de mercurio, no existen hasta el momento normativas relacionadas con la importación y/o exportación de productos que contienen mercurio ni tampoco una normativa que regule el contenido de mercurio presente en ellas. 6. Es necesario realizar un plan de acción de intervención intersectorial para abordar este problema integralmente. 7. Existen investigaciones en Colombia, cuya fortaleza radica en el

recurso humano, ya que se cuenta con personal altamente calificado y con suficiente experiencia en la realización de investigaciones del tema. Esto se ve reflejado en la realización de investigaciones en diferentes poblaciones, lugares y con diferentes metodologías, las cuales son usadas con rigurosidad, tal es el caso de las mediciones ambientales y biológicas, capacitación del personal de campo para la creación del marco muestral o toma de información, entre otros. 8. Las principales áreas de liberación de mercurio en el país se encuentran localizadas en las zonas donde se presenta la pequeña y mediana minería de oro, principalmente en el Bajo Cauca y nordeste de Antioquia (Remedios, Segovia, Bagre, Zaragoza, Cáceres, Caucaasia), Condoto, Istmina y Lloró en el Departamento del Choco, sur de Bolívar (San Pablo, San Martín de Loba), sur de Córdoba (Monte Líbano, Ayapel) y en menor proporción en las zonas de Vetas y California en Santander, el Tambo y Suarez en el departamento del Cauca, en la zona del occidente de Nariño (distrito la Llanada, Guachavez, Sotomayor, Samaniego, Barbacoas), en Ginebra, Zaragoza en el Valle del Cauca, Vaupés (Taraira) y Guainía.

2. Vigilancia epidemiológica y evaluación del impacto en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de la zona de la Mojana, Colombia, 2014 – 2015

Estudio liderado por el Instituto Nacional de Salud, cuyo propósito fue establecer la exposición ocupacional y ambiental a mercurio utilizado en la extracción y manejo del oro, para identificar el impacto sobre la salud de la población de los departamentos de la zona de La Mojana. Se trató de un estudio descriptivo transversal, en el que se determinaron los niveles de mercurio en muestras biológicas de personas (cabello, sangre, orina) y ambientales (agua y pescado). El área de estudio fueron los municipios priorizados de la Zona de La Mojana comprendida por los departamentos de: Bolívar (Tiquisio, San Martín de Loba, Arenal), Sucre (Guaranda, Majagual, San Marcos), Antioquia (Buriticá, Caucaasia, El Bagre) y Córdoba (Montelíbano y Ayapel).

Dentro de los principales resultados se resalta que en el estudio participaron 1226 personas de los departamentos de Antioquia con 368 individuos, de Bolívar con 316 individuos, de Sucre con 263 individuos y de Córdoba con 279 individuos. Según la exposición, 735 individuos (el 60,0 %) eran ambientalmente expuestos y 491 (el 40,0 %) expuestos de forma ocupacional. Del total de la población en estudio, 797 (el 65,0 %) fueron hombres y 429 mujeres (el 35,0 %); en relación con los síntomas, los participantes manifestaron tener más de uno, siendo el insomnio y la debilidad los más frecuentes. Al agrupar los síntomas por sistemas, se encontró que el sistema nervioso fue el más afectado con 236 individuos (el 41,2 %). En la exposición a mercurio total, los niveles en sangre presentaron una media de 3,80 ug/l (IC 95% de 10,78 ug/l–14,18 ug/l), en la población ocupacionalmente expuesta

237 individuos (el 19,3 %) sobrepasaron los límites permisibles (15 ug/l Hg), mientras que para la población ambientalmente expuesta 276 individuos (el 22,7 %) sobrepasaron los límites permisibles de 5 ug/l Hg. La determinación de mercurio total en orina para todos los individuos presentó una media de 30,33 ug/l (IC 95% de 19,48 ug/l–41,18 ug/l); sin embargo, en la población ocupacionalmente expuesta 72 individuos (el 17,6 %) sobrepasaron los límites permisibles de 25 ug/l Hg, mientras que para la población ambientalmente expuesta 226 individuos (el 30,3 %) sobrepasaron los límites permisibles de 7 ug/l Hg. En cabello la media fue de 3,57 ug/l (IC 95% de 3,24 ug/l–3,90 ug/l), en la población ocupacionalmente expuesta 173 individuos (el 14,1 %) sobrepasaron los límites permisibles de 2 ug/g Hg, mientras que para la población ambientalmente expuesta 237 individuos (el 19,3 %) sobrepasaron los límites permisibles de 5 ug/g Hg. Al analizar las muestras biológicas en las tres matrices recolectadas en los cuatro departamentos, la media de la matriz sangre para el departamento de Bolívar no superó los límites de referencia o admisibles para mercurio, mientras que para las otras matrices y todos los departamentos presentaron una media por encima de los valores permisibles aceptados. Asimismo, se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre las tres matrices biológicas en cada uno de los departamentos, tomando como referencia los límites permisibles de cada matriz biológica evaluada.

Se analizaron 79 muestras de pescado de la Zona de La Mojana, dichas muestras se tomaron de pescados que hacen parte de la dieta de los participantes del estudio según lo reportado en las encuestas. Los pescados fueron empacados, etiquetados y transportados en neveras con hielo al laboratorio del Instituto Nacional de Salud, donde fueron procesados. El departamento de Bolívar aportó 27 muestras, seguido de Sucre con 23 muestras. En relación con las muestras de las especies de peces carnívoros analizados, prevalecen la mojarra, el bagre, la doncella y el blanquillo principalmente y de especies no carnívoras están el bocachico, la cachama, el viejito y la tilapia. De acuerdo con los análisis de mercurio de las muestras de peces reportados por el laboratorio, para las especies carnívoras se puede observar que especies como el moncholo, el bagre, la doncella y la mojarra presentaron niveles superiores a los permisibles según la norma (1 mg/kg de Hg) y con respecto a las especies no carnívoras el bocachico presentó niveles por encima de los permisibles a la norma (0,5 mg/kg de Hg).

Se analizaron 105 muestras de agua de los once municipios pertenecientes a La Zona de La Mojana, estas fueron tomadas en las diferentes fuentes hídricas que abastecen a la población, todas las muestras presentaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación (ILC) (Instituto Nacional de Salud, 2017).

3. Evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés. Colombia 2016 - Convenio 407 – 2016.

Se trató de un estudio realizado en el marco de un convenio entre el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), el Instituto Nacional de Salud (INS) y la Universidad de Córdoba (UC). Se realizó un estudio de tipo transversal en una muestra de 1795 adultos mayores de edad (>18 años) con exposición ocupacional o ambiental al mercurio, con participación de personas de los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés; el 61,1% de Chocó (n=1.096), 25,7% (n=461) de Nariño y 13,3% (n=238) de Vaupés.

El objetivo principal de la investigación fue estudiar los efectos sobre la salud originado por la exposición ocupacional y ambiental a mercurio utilizado en la extracción de oro, en los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés.

Se consideró con exposición ocupacional a aquellos individuos que tuvieran al menos seis meses realizando actividades relacionadas con la minería del oro (trabajadores de minas, compra de oro y/o entable, barequeo, quema de amalgama, entre otras) y con exposición ambiental, se consideró a aquellas individuos que estuvieron viviendo al menos durante los últimos seis meses previos a la toma de muestras en las zonas de influencia de las actividades de minería de oro.

Se determinaron las concentraciones de mercurio en muestras biológicas (cabello, sangre y orina humana) y ambientales (agua y pescado), se colectó información mediante la aplicación de encuestas sobre variables demográficas, antecedentes sanitarios, toxicológicos, entre otros y se realizó una evaluación médica con énfasis neurológico de síntomas y signos de alteraciones en la salud relacionados con la exposición al mercurio, en poblaciones con exposición ocupacional o ambiental a este metal.

Para el departamento del Chocó, se incluyó un componente social cualitativo que correspondió a la identificación de los efectos percibidos de la minería aurífera y la exposición al mercurio en los procesos de salud y enfermedad, especialmente de las mujeres y niñas, y en aquellas personas que son vulneradas por razones de género, con exposición ocupacional o ambiental al mercurio. Este componente se realizó mediante la metodología RAP (Rapid Assesment Procedures / Procedimientos de Evaluación Rápidos), la cual ha sido utilizada en experiencias de proyectos de salud con el fin de recoger información centrada en la perspectiva de los actores directamente involucrados (Berger & Luckmann, 1986; Idrovo et al. 2001; Scrimshaw & Hurtado, 1987) y está diseñada para recoger información en un periodo corto de tiempo (Berger & Luckmann, 1986).

El estudio se desarrolló en dos fases: La primera fue realizada por el Instituto Nacional de Salud (INS) con el apoyo de la Secretaria de Salud Departamental de

Chocó, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) y la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó (CODECHOCO), en el periodo de tiempo comprendido entre septiembre de 2015 y mayo de 2016, y no incluyó el componente social cualitativo antes descrito. La segunda fase fue realizada por la Universidad de Córdoba en convenio con el INS y el Ministerio de Salud y Protección Social, en el periodo de tiempo comprendido entre septiembre de 2016 y marzo de 2017.

Los principales resultados del estudio fueron:

- ✓ El 64,7%(1161) de los participantes se agrupó en edades 28 a 57 años, en promedio la población estudiada tenía 35,9 años de estar viviendo en la residencia actual. La población estudiada fue dividida según el tipo de exposición al mercurio, el 58,0 % (1049) con exposición ambiental y el 42,0 % (746) con exposición ocupacional.
- ✓ El 61,74% de los participantes expuestos ambientales presentaron niveles de sangre por encima del límite permisible, mientras que en los ocupacionales fue el 8,09%; para orina el 25,39% presentó niveles por encima de lo permisible en los ambientales y en los ocupacionales fue el 6,46%; en cabello, el 55,22% superó el límite permisible para cabello en los ambientales y el 14,4 % en los ocupacionales.
- ✓ El temblor fue el síntoma más frecuente en las personas con niveles altos de mercurio independientemente de la matriz biológica y del tipo de exposición. El dolor de cabeza se relaciona también con los niveles altos de mercurio en las matrices biológicas en ambos tipos de exposición. El nerviosismo se relaciona con niveles altos de mercurio en ambos tipos de exposición, exceptuando la matriz sangre en expuestos ambientalmente y el insomnio está relacionado con niveles altos en ambos tipos de exposición exceptuando la matriz biológica de orina en los expuestos ocupacionales.
- ✓ Se encontró relación positiva de síntomas en la población, como nerviosismo y trastorno del sueño, así como niveles aumentados de mercurio en cabello y orina, los cuales están directamente relacionados con posibles daños neurológicos por exposición al mercurio.
- ✓ El grupo de personas que manifestó quemar amalgama presentó mayor frecuencia de casos con niveles de mercurio por encima de los límites permisibles, esta proporción fue igual en las diferentes matrices biológicas en los dos tipos de exposición.
- ✓ Se encontró correlación positiva entre el uso de retorta en la actividad minera y los niveles de mercurio en cabello por encima de los límites permisibles.

- ✓ En cuanto a los factores asociados a la presencia de niveles de mercurio por encima de los límites permitidos en los individuos ambientalmente expuestos, se logró inferir que presentan un mayor nivel de exposición aquellos influenciados por vivir en zonas urbanas cercanas a las áreas mineras, consumir agua proveniente de fuentes donde es liberado el mercurio, estar expuestos a vapores de mercurio procedente del manejo incorrecto del metal y tener hábitos inadecuados como manipulación del metal al interior del hogar.
 - ✓ Con los resultados, se sugieren la existencia de una transferencia de mercurio, que señala que la exposición al mercurio en estas zonas, no solo está afectando a las personas que trabajan directamente en las minas, sino que además están siendo expuestas, indirectamente, las personas que habitan los sitios cercanos a las minas o a los ríos donde es liberado este metal tóxico.
 - ✓ En el departamento del Chocó los resultados señalan que en el caso de los municipios de (Acandí, Carmen de Darién, Quibdó, Río Quito, Río Sucio, Tadó y Medio San Juan) se encontró una media de niveles de mercurio total superior a los niveles permisibles ambientales para las tres matrices biológicas evaluadas (sangre, orina y cabello). Respecto del límite ocupacional, Istmina y Cantón de San Pablo fueron los municipios con esta misma condición. 519 personas (47,3%) cumplieron con la definición de caso de persona intoxicada con mercurio, según lo establecido por el INS. Estas personas fueron remitidas a sus EPS, para ser canalizadas a la ruta de atención en salud diseñada por el MSPS-INS, y así determinar el tratamiento que requerían.
 - ✓ Se evidencia que la presencia del mercurio en las zonas estudiadas de los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés, está produciendo un impacto en el medio ambiente y por consiguiente en la salud humana (Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Universidad de Córdoba., 2016).
- 4. Informe de la revisión de literatura sobre efectos producidos por la exposición a mercurio y otros metales vinculados a la minería de oro, septiembre de 2017, septiembre de 2017.**

En el marco de las actividades realizadas para dar cumplimiento a la Sentencia T-622 de 2016 que reconoce al río Atrato como sujeto de derechos. El Sector salud en cabeza del Instituto Nacional de Salud y con el apoyo del grupo de Grupo de Salud Ambiental y Laboral, elaboró en el año 2017 un informe que dio cuenta de la disponibilidad de literatura sobre efectos producidos por la exposición a mercurio y otros metales vinculados a la minería de oro (Salud, Instituto Nacional de, 2017).

Para la elaboración del proyecto que dio origen al informe en mención, se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura, el objetivo del trabajo fue conocer la

evidencia científica proveniente de investigaciones realizadas en los últimos diez años sobre los efectos en la salud humana por exposición ambiental y ocupacional a mercurio, cadmio, arsénico y plomo.

Se incluyeron en la revisión los siguientes criterios de inclusión: 1. Tipos de estudios: Estudios observacionales (corte transversal, casos y controles, cohortes). 2. Artículos que diagnosticaran intoxicación crónica por mercurio, plomo, arsénico o cadmio. 3. Revisiones de la literatura, meta análisis. 4. Escritos en inglés o español. 5. Publicaciones en revistas indizadas. La búsqueda de artículos se realizó en las siguientes bases de datos: Medline, Scopus, Science Direct, Lilacs y repositorios de revistas como: Scielo, Pubmed, BIREME.

Como resultado de la revisión de las diferentes bases de datos y teniendo en cuenta los criterios MESH y descriptores en salud predefinidos, la búsqueda arrojó un total de 74 artículos, de los cuales 68 se obtuvieron en PUBMED y 6 en SCIELO.

En el Anexo 2. Se relacionan los resúmenes de los 74 artículos encontrados.

5. BIBLIOGRAFÍA

Fundación para la Educación y el Desarrollo Social - FES / Ministerio de Salud y Protección Social - MSPS. (2012). Evidencia científica, normativa y técnica sobre la problemática del mercurio a nivel nacional e internacional del sector salud y de otros sectores relacionados.

Instituto Nacional de Salud. (2017). Vigilancia epidemiológica y evaluación del impacto en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de la zona de la Mojana, Colombia, 2014 - 2015 . Bogotá.

Ministerio de Salud y Protección Social. (Septiembre de 2018). Plan de Mercurio para el Sector Salud. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/plan-mercurio-sactor-salud-b.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Universidad de Córdoba. (2016). EVALUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LOS EFECTOS EN SALUD POR EXPOSICIÓN OCUPACIONAL Y AMBIENTAL A MERCURIO EN LOS DEPARTAMENTOS DE CHOCÓ, NARIÑO Y VAUPÉS, COLOMBIA, 2016 . Bogotá.

Salud, Instituto Nacional de. (2017). Informe de la revisión de literatura sobre efectos producidos por la exposición a mercurio y otros metales vinculados a la minería de oro. Bogotá.

ANEXO 1. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN COLOMBIA SEGÚN CONVENIO DE ASOCIACIÓN NO. 447 DE 2012

INVESTIGACIONES EN POBLACIÓN GENERAL								
Nombre	Autor	Año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Resultados	Fortalezas	Debilidades
Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009	García Lisy, Marrugo José, Alvis Erasmo	2010	Transversal	Evaluar las concentraciones de mercurio total en cabello de habitantes del municipio de Ayapel (Córdoba) y en peces capturados en la ciénaga de Ayapel	112 pobladores ribereños de la ciénaga de Ayapel mayores de 14 años (cabello) y 45 peces (tejido muscular)	Concentraciones en personas (2,18+-1,77) por encima de lo recomendado por la EPA en el grupo de estudio pero en el control estaba por debajo de la norma. Los síntomas con mayor prevalencia fue la cefalea, falta de energía e irritabilidad. En los peces los niveles más altos los presenta <i>Sorabin cuspicaudus</i> (0,74+-0,19). Evidencian relación entre el consumo de pescado y efectos en salud.	Generación de evidencia del riesgo en salud por el consumo de peces contaminados de la ciénaga de Ayapel. Uso de biomarcadores. Procesamiento estadístico adecuado.	El cálculo del tamaño de la muestra no es adecuada, no especifican la variabilidad usada ni como fue la selección de las personas.
Contaminación por metales pesados en el embalse del Muña y su relación con los niveles en sangre de Plomo, Mercurio y Cadmio y alteraciones de salud en los habitantes del municipio de Sibaté (Cundinamarca) 2007	David Andrés Combariza Bayona	2009	Transversal	Describir la relación existente entre los niveles en sangre, las condiciones de salud de la población y la contaminación por metales pesados del embalse del Muña.	Población de Sibaté, Cundinamarca de 10 a 49 años de edad	La mayor exposición a los metales es por el consumo de frutas, verduras, carnes y leche cultivados cerca del embalse, el consumo de pescado es bajo. Los síntomas más frecuentes relacionados con el Hg fueron: dolor de cabeza, alteraciones del humor, sensación de mareos, hormigueo en manos, entre otros. El promedio de Hg en sangre fue de 4,06 ug/L (1,7-13,5). Ningún participante tiene niveles por encima de la norma, aunque en el 47,1% de ellos había concentraciones bajas.	Tuvieron en cuenta variables sociodemográficas, ocupacionales, de antecedentes personales (antecedentes tóxicos y hábitos alimenticios), variables clínicas, evaluaron otros metales aparte del mercurio como plomo y cadmio. Se realizó prueba piloto para evaluación del instrumento. Incurren en sesgo de selección y de memoria aunque es notificado.	Se asumió un error muy grande en el muestreo (20%). Se debió hacer un MAE o MAC (edad y cercanía al lago) y no un MAS. . No especifican como fueron seleccionadas las personas.



Alteraciones neuropsicológicas en escolares de un municipio con niveles elevados de vapor de mercurio medioambiental, Colombia, 2008-2009	Mónica Vargas, Carlos Quiroz	2011	Transversal	Establecer la prevalencia de alteraciones neuropsicológicas en lenguaje, memoria, funciones ejecutivas y atención de los escolares entre segundo grado de primaria y noveno grado de bachillerato del municipio de Segovia, Antioquia.	196 estudiantes de segundo de primaria a noveno de bachillerato del municipio de Segovia, Antioquia	El 79,6% de los escolares presenta alteraciones en comprensión del lenguaje, el 77,6% en funciones ejecutivas, el 52,6% en atención visual, el 43,9% en fluidez verbal, el 38,8% en memoria verbal a corto plazo y el 31,1% a largo plazo. Tales porcentajes generan una alarma y evidencian la necesidad de intervenir.	Uso de pruebas estandarizadas. Evaluación de población poco estudiada.	Muestran parámetros que usaron para el cálculo del tamaño de muestra, aunque no coinciden con los del muestreo realizado (MAE). No determinan cual es la prevalencia de estas alteraciones en niños que no estén expuestos a vapor de mercurio.
---	------------------------------	------	-------------	--	---	--	--	---

INVESTIGACIONES EN POBLACIONES MINERAS								
Nombre	Autor	Año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Resultados	Fortalezas	Debilidades
Estudio neuroepidemiológico y neurotoxicológico de una población minera con exposición crónica al mercurio	Gustavo Padilla, Esperanza Vega, Nelson Gamboa	1991	Transversa	Determinar si la exposición crónica ambiental a mercurio es un factor de riesgo para enfermedades neurológicas en población minera del rio Suratá (Santander)	Exp: Mineros, familiares y vecinos. No exp.: pob. General. Suratá, Santander-Colombia	Las concentraciones de mercurio en sangre no superaba la norma en promedio, sin embargo existían diferencias ES entre expuestos y no expuestos. En agua no tratada se superaba en gran medida la norma en los expuestos. La prevalencia de eventos es mayor en el GE, sin embargo, no existen dif. E.S. Se encontró asociación de los niveles en sangre y enfermedad extrapiramidales y migraña.	Tamaño de muestra grande. Evaluación ambiental (agua tratada y no tratada), biológica y de salud. Procesamiento estadístico adecuado.	No indican: como seleccionaron a los participantes, como establecieron el tamaño de la muestra, confiabilidad de los datos (toma de muestras, medición, enmascaramiento), sesgos y confusores. Mercurio



Mercurio en la Costa Atlántica Colombiana: Factor limitante del desarrollo	Jesús Oliverio Verbel, Boris Johnson	2003	Revisión documental	-	Costa atlántica colombiana	La mojarra amarilla, el moncholo y la doncella poseen concentraciones superiores al límite. Pescadores>Mineros>Otros. El promedio de Brasil de de 65 mg, mientras que el de Colombia es de 5 (cabello). Temblores en las manos, alteraciones neurológicas y problemas de visión y en otro lugar daño intelectual, cambios emocionales (depresión y ansiedad), alteraciones neurológicas, amnesia, insomnio y temblor en la lengua en mineros.	-	-
Determinación de alteraciones neurocomportamentales en personas adultas expuestas crónicamente a mercurio en la población del municipio de Segovia, Antioquia, 2005	Yolanda Sandoval Gil	2006	Transversa	Establecer la prevalencia de alteraciones neurocomportamentales en las personas expuestas crónicamente a mercurio en el municipio de Segovia, Antioquia.	860 personas mayores de 15 años mineros o no de Segovia, Antioquia	El 15,2% de las personas evaluadas tienen concentraciones de mercurio en cabello $\geq 5 \mu\text{g/g}$. La prevalencia de síntomas es alta en esta población. Subjetivos: 9,5-44,5; Neuropsiquiátricos: 10,3-63,5; , es menor en el grupo de personas con niveles de mercurio $\geq 5 \mu\text{g/g}$ sin embargo no existen diferencias significativas, lo que sugiere que se ha generado tolerancia.	Hacen una buena descripción de la población estudiada. La metodología es clara. Tienen un buen marco muestral. Evalúan diferentes efectos neurocomportamentales.	Incurren en sesgo de voluntario. El tamaño de muestra fue calculado por medio de un MAS pero realizan un MAC. Interpretación errónea de OR.
Medición de las concentraciones de mercurio y controles ambientales en la quema de amalgamas provenientes de la minería	Jairo Ruiz, Héctor Sánchez, Carlos Parra	2006	Transversa	-	Trabajadores de compraventas de Antioquia	Niveles 14 veces por encima de la norma. En compraventas: 192,2679,28 mg/m ³ , en calles: 315,97-416,1 y en orina: 47-420.	La medición en compraventas, calles cercanas a ellas y trabajadores en orina.	El tamaño de muestra es pequeño. No indican: como seleccionaron a los participantes, como establecieron el tamaño de la muestra, confiabilidad de los datos (toma de muestras, medición, enmascaramiento), sesgos y confusores.



Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia	Jesús Olivero, Claudia Mendoza, Judith Mestre	1995	Transversa	Determinar la magnitud de la contaminación por mercurio entre la población del Sur de Bolívar según su ocupación y la incidencia de la misma sobre su salud.	219 habitantes del sur de Bolívar y 27 personas de Cartagena como grupo control	Se encontraron diferencias en la concentración de mercurio en cabello según la ocupación así: pescadores (5,23+-5,78) > mineros (2,83+-3,27) > otras actividades (2,40+-2,02) > grupo control (1,33+-0,74), fue estadísticamente significativa de pescadores con otros. No existen diferencias por sexo y edad.	Genera conclusión que no se evalúa con frecuencia	No especifican: tipo de estudio, objetivo, parámetros para el cálculo de la muestra, método de recolección y tipo de muestreo usado.
Alteraciones neuropsicológicas por exposición ocupacional a vapores de mercurio en El Bagre (Antioquia, Colombia)	Tirado V., García M.A., Moreno L.M. et al	2000	Transversa	Determinar si los mineros de El Bagre (Antioquia, Colombia) tienen desordenes neuropsicológicos y/o comportamentales como resultado de exposición ocupacional a vapor de mercurio tóxico.	Casos: 22 varones sanos expuestos ocupacionalmente superior a tres años. Controles: 22 varones sanos no expuestos al mercurio pareados con casos por edad y escolaridad	En el grupo de casos se encontraron efectos reflejados en daño intelectual (alteración de algunas funciones neuropsicológicas), cambios emocionales (ansiedad y depresión) y neurológicos (amnesia, insomnio y temblor en la lengua), con diferencias estadísticamente significativas que el grupo control, en el que no se observaron efectos. No se presentan diferencias en todas las pruebas.	Apareamiento entre casos y controles. Metodología claramente definida. Uso de batería de pruebas para evaluación neuropsicológica. Sugieren la realización de una nueva investigación en la que se correlacionen los resultados de las pruebas con biomarcadores.	No establecen: tipo de estudio, cálculo del tamaño de muestra, metodología de selección de los participantes.
Alteraciones comportamentales y de personalidad debido a la exposición ocupacional a mercurio en un grupo de mineros del oro de la región del Bagre Antioquia	Jhony Alberto Moreno Requena	2008	Descriptivo	Evaluar alteraciones comportamentales y de personalidad en 25 personas ocupacionalmente expuestas a la contaminación y/o intoxicación por mercurio metálico en el municipio de El Bagre.	25 habitantes del Bagre, expuestos ocupacionalmente con edades de 20 a 55 años	Sugiere que la exposición a mercurio genera alteraciones comportamentales y de personalidad.	Aplicación de diferentes cuestionarios para determinar los efectos en salud: Batería de prueba de personalidad tipo test (EPQ-RA), de alteraciones comportamentales como Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF) y Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad (Hänninen y Lindstrom) y Cuestionario de escala Sintomática de Estrés (S.S.S.) Seppo Aro Versión 2 198.	No se especifica como fue seleccionada la muestra ni el tamaño, aunque parece que fue por conveniencia. Procesamiento y presentación inadecuada de la información.



<p>Niveles de Mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guainía (Orinoquia Colombiana)</p>	<p>Álvaro Idrovo, Luis Manotas, Gladys Villamil et. al.</p>	<p>2001</p>	<p>Exploratorio</p>	<p>Determinar los niveles de mercurio en cabello y sangre en una población minera del departamento del Guainía y la percepción que tiene dicha población del riesgo de usar este elemento.</p>	<p>78 residentes de la región relacionados con la minería, que consumieran pescado y agua. En el análisis se dividió por grupo expuesto: individuos directamente involucrados en labores de minería y grupo indirectamente expuesto a los familiares o personas que realizaban otras actividades en el caserío.</p>	<p>Se encontraron concentraciones de mercurio en sangre de 59,16 ug/l en promedio (6,9-168) y en cabello de 26,93 ug/g (3,0-89,2) en mineros, mientras que en población expuesta indirectamente se reducen los niveles aunque sin diferencias estadísticamente significativas 53,5 y 22,86 en sangre y pelo respectivamente. Se evidencia que contaminan el ecosistema posiblemente por los déficits en el ambiente laboral y la falta de conocimiento del riesgo ecológico. Tienen conocimientos inadecuados del metal a pesar de que perciben el riesgo.</p>	<p>Asumen el alcance del estudio, especificando que los resultados encontrados pueden servir como indicio de una probable amenaza para la salud de los residentes en la Orinoquia colombiana. Evaluación de percepción del riesgo.</p>	<p>Sesgo de voluntario</p>
--	---	-------------	---------------------	--	---	--	--	----------------------------



<p>Contaminación por mercurio de la minería artesanal de oro en Antioquia, Colombia: La contaminación per capita mas cara del mundo.</p>	<p>Paul Cordy, Marcell o Veiga, Ibrahim Salih, et. al.</p>	<p>2001</p>	<p>Revisión documental</p>	<p>Obtener información acerca de los métodos de producción de oro y vías de liberación de mercurio al medio ambiente en los municipios de Segovia, Remedios, Zaragoza, El Bagre y Nechí.</p>	<p>Datos de importaciones y venta de mercurio. Proveedores y consumidores de mercurio.</p>	<p>En 2009 11 empresas importaron legalmente 130 ton de mercurio metálico. En Segovia, Remedios, Zaragoza el Bagre y Nechí existen 323 entables que producen entre 10 y 20 toneladas de oro. Teniendo en cuenta la cantidad promedio de mercurio consumido según el balance y las entrevistas de propietarios de los entables, la cantidad estimada de mercurio en estos entables corresponde a 93 toneladas. Las concentraciones en el aire urbano oscilan entre 300 (background) y 1 millón ng/m3 (dentro de tiendas de oro), en áreas residenciales la concentración más común es 10.000 ng/m3, cuando el límite ocupacional según la OMS es de 1000 ng/m3. La liberación/emisión de mercurio total en Colombia puede alcanzar las 150 ton/a, dándole al país la deshonrosa posición del primer país del mundo con mayor contaminación per cápita de mercurio por minería artesanal. Sugieren una intervención gubernamental urgente para la erradicación del suministro de mercurio a los entables. Se deben retirar los entables de los centros urbanos, se debe mejorar la tecnología y reducir las emisiones por medio de asistencia técnica.</p>	<p>Generación de evidencia concreta a cerca de cantidad de mercurio usado y emitido para el beneficio de oro. Corroboración de datos suministrados por entidades legales con entrevistas de usuarios. Adicionalmente, se realizaron mediciones ambientales (aire).</p>	<p>Hicieron un muestreo por conveniencia, sin embargo se recomienda un sistemático para empresarios y mineros, lo cual es recomendado por ellos.</p>
<p>Distribución de mercurio en diferentes componentes ambientales en un ecosistema acuático impactado por la minería de oro en el norte de Colombia</p>	<p>José Marrugo, Luis Norbert o Benítez, Jesús Olivero</p>	<p>2007</p>	<p>Transversa</p>	<p>Determinar los niveles de Hg en diferentes matrices ambientales en este ecosistema y la evaluar los cambios en la distribución del Hg a lo largo de diferentes sitios de muestreo y estaciones, evaluación</p>	<p>Humanos, Sedimentos, agua, plancton, peces y seston</p>	<p>Se encontraron niveles de T-Hg en agua, sedimentos, seston, fitoplancton y zooplancton de 0,33, 0,71, 1,20, 0,52, 0,94 respectivamente. Los mayores valores se encontraron en temporada seca. Se encontraron diferencias de acuerdo a la posición trófica.</p>	<p>Inclusión de especies en diferentes matrices ambientales y humanos. Buen procesamiento.</p>	<p>No especifica tipo de estudio</p>



				ambiental y exposición humana.			
--	--	--	--	--------------------------------	--	--	--

INVESTIGACIONES EN POBLACIONES ODONTOLÓGICAS								
Nombre	Autor	Año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Resultados	Fortalezas	Debilidades
Determinación de los niveles de mercurio en el aire de consultorios y clínicas odontológicas en Cartagena Colombia.	Armida María Arrázola Díaz	2011	Transversal	Determinar los niveles de mercurio en el aire de consultorios y clínicas odontológicas de la ciudad de Cartagena, Colombia.	64 consultorios clínicos en los que se evaluaron aire, escupidera y mesón	El 51% de los consultorios tenían niveles por encima de lo recomendado por la EPA (300ng/m3), encontrando una concentración promedio de 1206+-142 en aire. En escupideras el 59% superaban la norma 2538+-879. El 51% de los mesones superaban la norma encontrando en promedio de ellas de 2116+1551 ng/m3, cuando habían pacientes la concentración en los mesones alcanzaba 11394+-13,9.	Rigurosidad en las evaluaciones. Buenas conclusiones, recomendaciones e ideas de investigación.	No especifican como fue la selección de las clínicas o consultorios. Alcance corto de objetivos y procesamiento.
Riesgo en el manejo de la amalgamación dental en las entidades odontológicas medianas y pequeñas en el departamento de Antioquia, Colombia.	Jairo Ruiz, Jorge Pérez, Gabriel Gómez, et. al.	2009	Transversal	Describir y caracterizar las actividades relacionadas con el manejo del mercurio, la amalgama y sus residuos en 107 entidades prestadoras de servicios de salud oral	Entidades prestadoras de servicios en salud oral, clasificados entre medianas y pequeñas (con menos de cinco sillas o unidades odontológicas en el mismo sitio de trabajo)	El 46% de las instituciones tienen riesgo alto o muy alto. Las personas que han tenido niveles anormales no han recibido ningún tratamiento. Se evidencia desconocimiento por lo que recomiendan implementar acciones integrales y metodológicas seguras a corto plazo para reducir el riesgo para el personal, pacientes y ecosistema desde las instituciones académicas.	Levantamiento del marco muestral. Censo. Población evaluada.	Analizan información de biomarcadores que no fue realizada sino reportada por el encuestado.



Contribución de las condiciones locativas y ambientales al riesgo de contaminación con mercurio en las entidades odontológicas de Antioquia.	Ruiz Jairo, Gómez Gabriel, Durán Carlos et. al.	2008	Transversal	Describir las condiciones locativas y ambientales en 30 grandes entidades odontológicas del departamento de Antioquia.	30 entidades odontológicas (85% de la población) que tuvieran cinco o más sillas o unidades odontológicas en un mismo sitio de trabajo.	No todas las entidades grandes prestan los servicios en instalaciones adecuadas ni hacen un buen manejo de las variables ambientales. En el 97% de las entidades existe riesgo latente de contaminación por mercurio. En el 37% de los lugares han ocurrido derramamientos.	Evaluación de condiciones locativas y ambientales por medio de cuestionario.	No hay explicación claramente la metodología usada (selección, tipo de estudio, procesamiento estadístico). No se realizó muestreo porque querían hacer muestreo, aunque este último no se completó.
Diagnóstico de los niveles de mercurio en empleados y estudiantes de la facultad de odontología de la Universidad de Antioquia, 1999.	Juan Escobar, Clara Escobar, Kahl Colimon, Merly Molano	2001	Prevalencia	Determinar la existencia de intoxicación biológica por mercurio mediante la cuantificación de este elemento en muestras de orina de 24 horas en estudiantes y profesores de odontología.	Población que labora y estudia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia y compararlo con el índice biológico de exposición.	Las 192 muestras presentaron concentraciones inferiores a 30mg (intoxicación) y el 1,6% (3) tenían niveles => 15mg que es el valor límite para la población laboralmente expuesta. Las concentraciones más altas son de estudiantes y docentes (6,04). Existe correlación positiva significativa entre el tiempo de exposición (semestre académico y la concentración de mercurio. Correlación negativa en nivel de docentes y tiempo de graduado.	Tamaño de muestra considerable (825). Evaluación de otra población: estudiantes de pregrado y postgrado, profesores, personal de oficios varios y auxiliares. Se tomó grupo control (estudiantes de primer semestre y otras carreras). Procesamiento estadístico interesante.	No muestran la comparación de niveles de mercurio en sangre con uñas y cabello.
Manejo de la amalgama dental en consultorios odontológicos pequeños y medianos de Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y Bello.	Jairo Ruiz, Carlos Parra, Héctor Escobar, et. Al	2004	Personas y consultorios	Caracterizar las variables ocupacionales, del manejo del mercurio y de los residuos de la amalgama en los consultorios odontológicos pequeños y medianos en Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y Bello.	Odontólogos y consultorios donde por lo menos una y menos de siete sillas y que utilizaran amalgama dental (800).	Capacitar el personal odontológico para la realización de prácticas seguras. Ocupacional: El 46% no se han realizado pruebas en los últimos 5 años, de estos el 4% tenían niveles por encima de lo normal aunque no a niveles de intoxicación. El 86% de los encuestados refieren seguir un protocolo aunque se comprueba que no es cierto. No informan síntomas.	Generación de marco muestral y cálculo de tamaño de muestra.	Analizan resultados de muestras que no fueron realizadas por ellos.



INVESTIGACIONES EN ANIMALES								
Nombre	Autor	Año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Resultados	Fortalezas	Debilidades
Estado del conocimiento de las concentraciones de Mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia.	Néstor Máncer, Ricardo Álvarez	2006	Revisión sistemática de estudios transversales y Bioensayos	Comprobar los efectos de la contaminación acuática con organismos dulceacuícolas y la evaluación de por lo menos tres parámetros (metales pesados, temperatura, efluentes), usando ocho especies de peces.	Colombia, Especies: Carassius auratus, Oreochromis spp., Piractus brachypomus, Prochilodus magdalenae, Astyanax fasciatus, Colossoma bidens, Gambusia affinis y Grundulus bogotensis.	Río Magdalena y sus afluentes (Mojana) es el lugar donde se han estudiado la contaminación de los peces en Colombia. Se evidencia la relación existente entre las altas concentraciones en los peces y la cercanía con influencia directa de minería aurífera. Se encontraron valores críticos en la Mojana y Nordeste antioqueño y concentraciones altas en peces carnívoros (Hoplias malabaricus, Ageneiosus caucanus y Caquetaia kaussi).	Reconocimiento de las necesidades del país en términos de: Reglamentación para la regulación del manejo de sustancias químicas en la industria y minería. Incentivar el uso de tecnologías limpias en la explotación minera, la exploración y explotación de hidrocarburos y la producción agrícola. Responsabilizar a una autoridad que regule el uso y el control del mercurio. Realizar investigaciones que determinen las fuentes de contaminación hídrica del país, determinar el riesgo por la persistencia de estos contaminantes en el ecosistema e incluir más peces.	A pesar de que incluyen 9 bioensayos no sacan conclusiones de ello.
Evaluación de la concentración de mercurio en diversas marcas de atún enlatado comercializadas en la ciudad de Cartagena de Indias.	Juan Manuel Sánchez Londoño	2011	Piloto	Determinar las concentraciones de mercurio presentes en cuatro marcas de atún enlatado en agua, comercializadas en la ciudad de Cartagena de Indias, evaluando el cumplimiento de las mismas a las normas sanitarias vigentes nacionales e internacionales.	cuatro marcas de atún (tres nacionales y una importada), 41 muestras	El 34% de las muestras excedían la legislación colombiana (1ppm) y el 59% lo recomendado por la OMS (0,5ppm). La lata de atún importado posee menores niveles con diferencias estadísticamente significativas.	Evaluación de exposición que afecta la población general. Metodología clara de selección de muestras. Muestreo por conveniencia.	-



<p>Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia.</p>	<p>Aura Madero, Jorge Marrugo</p>	<p>2010</p>	<p>Transversal</p>	<p>Evaluar la presencia de metales pesados (Pb, Cu, Cd y Hg) en el hígado y músculo pectoral derecho de bovino, procedentes de fincas de la zona del Sinú y San Jorge.</p>	<p>Bovinos machos, adultos, de raza cebú mestizo, entre 2 y 7 años.</p>	<p>Las concentraciones de mercurio y otros metales (excepto cobre) no sobrepasaban la norma Europea y mexicana. Las concentraciones más altas provienen de las reses de San Jorge y el grupo control aunque no existen diferencias significativas. Los valores registrados no representan riesgo para la salud humana.</p>	<p>Metodología clara de selección. Incluyeron dos grupos (San Jorge y Sinú) y un grupo control. Procesamiento estadístico adecuado.</p>	<p>Mencionan el uso de MAE pero no fue realizado de esa forma o fue realizado incorrectamente.</p>
<p>Hallazgo de Mercurio en peces de la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia.</p>	<p>José Marrugo, Edineido Lans, Luis Benítez</p>	<p>2007</p>	<p>-</p>	<p>Determinar las concentraciones de mercurio total (Hg-T) en algunas especies de peces de la ciénaga de Ayapel (Colombia).</p>	<p>Seis muestreos de los siguientes peces: Bocachico (<i>Prochilodus magdalenae</i>), bagre pintao (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>), mojarra amarilla (<i>Caquetaia kraussi</i>), blanquillo (<i>Sorubim cuspicaudus</i>), moncholo (<i>Hoplias malabaricus</i>), pacora (<i>Plagioscion surinamensis</i>), doncella (<i>Ageneiosus caucanus</i>) y liseta (<i>Leporinus muyscoruma</i>).</p>	<p>Los niveles promedio de Hg-T en los peces evaluados fue de 0,288 ± 0,145, en carnívoros fue de 0,246 y en no carnívoros de 0,184, los cuales no excedieron el límite para consumo humano establecido por la OMS. Sin embargo, se puede incrementar el riesgo por el consumo de 0,12 Kg de pescado, principalmente de <i>Ageneiosus caucanus</i> o "Doncella", el cual tuvo la mayor concentración (0,504 ± 0,103 mg Hg/kg). En época seca las concentraciones son más altas excepto en Doncella, Bocachico y Liseta. Estos dos últimos serían los únicos aptos para el consumo humano según la OMS.</p>	<p>Cálculo del Índice de Peligrosidad (HI). Inclusión de especies de peces más comunes de la región. Buen procesamiento.</p>	<p>No especifica: tipo de estudio</p>



Concentraciones de mercurio en musculo y tejido de hígado de peces colectados a lo largo del rio Magdalena, Colombia.	Santiago Álvarez, Alan Kolok, Luz Fernanda Jiménez, et. Al	2012	Transversal	Determinar la concentración de mercurio total en el músculo y tejido hepático en peces capturados en la cuenca del río Magdalena.	378 muestras de músculo y 102 de hígado	El nivel más alto de mercurio en el tejido muscular se encontró en el no carnívoro <i>Pimelodus blochii</i> , sin embargo el grupo carnívoro tenía concentraciones más altas con diferencias significativas. No se observan diferencias significativas en mercurio total por especie o género.	Recolección de 24 especies de peces. Se aplicó protocolos de calidad con evaluaciones dobles de las muestras, las cuales fueron comparadas con pruebas estadísticas. Uso de metodologías inferenciales.	-
Humanos y cangrejos expuestos a mercurio en la Costa Atlántica de Colombia: Impacto de una planta de cloro-álcali abandonada.	Jesús Olivero, Boris Johnson, Rosa Daldiris, et. al.	2007	-	Establecer el impacto del mercurio en sedimentos contaminados en la Bahía de Cartagena sobre el ecosistema.	Habitantes de comunidades pescadoras entre 6-85 años y cangrejos (<i>Callinectes sapidus</i> y <i>Callinectes bocourti</i>) a lo largo de la cota caribeña (Coveñas Tasajera).	Se encontraron concentraciones de mercurio totales pelo 0,1-21,8 ug/m3 y promedio de 1,52. Se midió en diferentes lugares donde los valores más altos era de los residentes de Caño del Oro (1,4), seguido por Bocachica (1,2) y Lomarena (0,7), Tasajera (0,7) y existían diferencias significativas. En los cangrejos se observó una tendencia similar y los valores más altos estaban en los recogidos frente a la planta abandonada cloro-álcali. Demuestra que los sedimentos contaminados siguen manejando la distribución del mercurio en la cadena alimentaria.	Calibración de instrumentos de medición. Uso de procesamiento estadístico inferencial. Inclusión de variables confusora.	No especifica cómo fue calculado el tamaño de muestra ni la metodología de selección de los participantes.

ANEXO 2. FICHAS DE REFERENCIAS DE ARTÍCULOS ENCONTRADOS EN LA REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE EFECTOS PRODUCIDOS POR LA EXPOSICIÓN A MERCURIO Y OTROS METALES VINCULADOS A LA MINERÍA DE ORO, SEPTIEMBRE DE 2017

Número	Año	Autores	Título	Revista	Resumen
1	2010	Abernethy, Darrell RInformación sobre el autorVer perfil; Destefano, Anthony J; Cecil, Todd L; Zaidi, Kahkashan; Williams, Roger L	Metal Impurities in Food and Drugs	Pharmaceutical Research 27(5):750-5.	Los metales principales de preocupación potencial para la salud que se encuentran en los alimentos, las drogas (medicamentos) y la dieta los suplementos son plomo, cadmio, mercurio y arsénico. Otros metales, como cromo, cobre, manganeso, molibdeno, vanadio, níquel, osmio, rodio, rutenio, iridio, paladio y platino, se pueden usar o introducido durante la fabricación y puede ser controlado en el artículo final como impurezas. Detección de los metales en medicamentos y suplementos dietéticos raramente indican la presencia de impurezas metálicas tóxicas a niveles de preocupación. El establecimiento de límites de metales pesados es apropiado para medicamentos y es apropiado para suplementos cuando es probable o seguro que metales pesados contaminen un producto determinado. Establecer límites razonables basados en la salud para algunos de estos metales es un reto debido a su ubicuidad en el medio ambiente, las limitaciones de la corriente procedimientos analíticos y otros factores. En conjunto, pruebas compéndiales de metales en alimentos y drogas presentar una serie de problemas que desafían a los científicos compéndiales

2	2011	Lalita N. Abhyankar, Miranda R. Jones, Eliseo Guallar and Ana Navas-Acien Source	Arsenic Exposure and Hypertension: A Systematic Review	Chemosphere [Internet]. 2018;192:122-32	<p>ANTECEDENTES: La exposición ambiental al arsénico se ha relacionado con la hipertensión en personas que viven en áreas endémicas de arsénico. Objetivo: resumimos los estudios epidemiológicos publicados sobre la exposición al arsénico y las mediciones de tensión arterial para evaluar la relación potencial. FUENTES de datos y EXTRACCIÓN: Se realizaron búsquedas en PubMed, Embase y TOXLINE y se aplicaron criterios de exclusión determinados Identificamos 1 1 estudios transversales de los cuales resumimos o medidas de asociación derivadas y odds ratios combinados (OR) calculados utilizando varianza inversa modelos ponderados de efectos aleatorios. Síntesis de datos: el OR agrupado para la hipertensión que compara el arsénico más alto y el más bajo las categorías de exposición fueron 1.27 [intervalo de confianza (IC) del 95%: 1.09 »1.47; Rvalue para heterogeneidad - 0.001; fi = 70.2%]. En poblaciones con concentraciones moderadas a altas de arsénico en el consumo agua, el OR agrupado fue 1.15 (IC del 95%: 0.96, 1.37; valor de R para la heterogeneidad »0.002; fi« 76.6%) y 2.57 (IC 95%: 1.56, 4.24; valor de R para la heterogeneidad ■ 0.13; fi «46.6%) antes y después excluyendo un estudio influyente, respectivamente. El OR agrupado correspondiente en poblaciones con las bajas concentraciones de arsénico en el agua potable fueron de 1,56 (IC del 95%: 1,21; 2,01; valor de R para el heterogeneidad «0.27; fi »24.6%). Una evaluación de dosis-respuesta que incluye seis estudios con datos disponibles mostró una tendencia creciente en las probabilidades de hipertensión con el aumento de la exposición al arsénico. Pocos estudios han evaluado los cambios en la presión arterial sistólica y diastólica (PAS y PAD, respectivamente) mediciones por los niveles de exposición al arsénico, y esos estudios informaron hallazgos no concluyentes. CONCLUSIÓN: En esta revisión sistemática identificamos una asociación entre el arsénico y la prevalencia de hipertensión. La interpretación de un efecto causal del arsénico ambiental sobre la hipertensión está limitada por el pequeño número de estudios, la presencia de estudios influyentes y la ausencia de evidencia objetivan. Se necesita evidencia adicional para evaluar la relación dosis-respuesta entre exposición ambiental a arsénico e hipertensión.</p>
---	------	--	--	---	---



3	2015	Abraham J, Dowling K, Florentine S	Assessment of potentially toxic metal contamination in the soils of a legacy mine site in Central Victoria	Environ Earth Sci	<p>El principal objetivo del presente estudio es evaluar (1) características fisicoquímicas en profundidad y pseudo-total concentraciones de metal en el chromiteasbestos abandonado desechos mineros, suelo agrícola contaminado y controlar el suelo de la agricultura; (2) grado de contaminación del suelo y el índice de geoacumulación de metales en suelo agrícola; y (3) concentraciones de metal en el sedimento y el agua muestras de ríos, afluentes y diferentes cuerpos de agua ubicados en las cercanías de una cromita abandonada-asbesto el mío de la colina de Roro. Contenido de nutrientes y propiedades físicas de los desechos de la mina se encontraron bajos y pobres. Pseudo-total concentraciones de metales en los residuos de la mina se encontraron en el orden de Cr [Ni [Mn [Cu [Pb [Co [Zn [Cd. Altas concentraciones de Cr (1148 mg kg-1) y Ni (1120 mg kg-1) se encontraron en el sector agrícola contaminado suelos que superan con creces los límites del umbral del suelo. Los factor de contaminación y el índice de geoacumulación en el suelos agrícolas se encontraron altos y disminuyeron con el aumento en profundidad para Cr y Ni, lo que indica una fuerte contaminación. Concentraciones de Zn, Mn, Co, Cu, Pb y Cd se encontraron bajos y dentro del límite de toxicidad. Además, metal el análisis de agrupación y agrupación de sitios también reveló que Cr y Ni están estrechamente vinculados entre sí y los residuos de la mina de cromita-asbesto fueron la principal fuente de contaminación. Se encontraron muestras de sedimentos con alto contenido de metal contenido y disminuyó con el aumento de la distancia y la mía influencia del desperdicio El agua que fluía desde el pozo de la mina era encontrado alto en la concentración de Cr y Ni (más que crítico concentración total de agua potable). La investigación adicional es requerido para estudiar los factores de contaminación de sedimentos y muestras de agua y patrón de acumulación de metal en forma natural cultivo de plantas y cultivos practicados localmente para acceder a su impacto en humanos y ganado.</p>
---	------	------------------------------------	--	-------------------	--

4	2005	Åkesson A, Lundh T, Vahter M, Bjellerup P, Lidfeldt J, Nerbrand C	Tubular and glomerular kidney effects in Swedish women with low environmental cadmium exposure	Environ Health Perspect [Internet]. noviembre de 2005;113(11):16-27-31	<p>El cadmio es un agente nefrotóxico bien conocido en los alimentos y el tabaco, pero no se define el nivel de exposición que es crítico para los efectos renales en la población general. En una encuesta de salud de la mujer en el sur de Suecia (Salud de la mujer en el área de Lund, WHILA), investigamos la exposición al cadmio en relación con la función tubular y glomerular, desde 1999 hasta principios de 2000 en 820 mujeres (tasa de participación del 71%) 53- 64 años de edad. La regresión lineal múltiple mostró cadmio en sangre (mediana, 0,38 pg / l) y orina (0,52 pg / l; densidad ajustada = 0,67 pg / g de creatinina) estar significativamente asociado con los efectos sobre los túbulos renales (como lo indican los niveles elevados de proteína formadora de complejo humano y JV-acetil-pD-glucosaminidasa en la orina), después de ajustar por edad, índice de masa corporal, plomo en la sangre, diabetes, hipertensión y uso regular de medicamentos nefrotóxicos. Las asociaciones se mantuvieron significativas incluso a la baja exposición en mujeres que nunca habían fumado. También encontramos asociaciones con marcadores de efectos glomerulares: tasa de filtración glomerular y clearaance de creatinina. Ya se observaron efectos significativos a un nivel urinario de cadmio de 0.6 pg / L (0.8 ug / g de creatinina). El cadmio potencia los efectos inducidos por la diabetes en el riñón. En conclusión, los efectos renales tubulares se produjeron a niveles de cadmio más bajos que los demostrados previamente, y se observaron efectos glomerulares más importantes. Aunque los efectos fueron pequeños, pueden representar signos tempranos de efectos adversos, que afectan a grandes segmentos de la población. Los sujetos con diabetes parecen estar en mayor riesgo</p>
5	2000	Alonso D, Pineda P, Olivero J, González H, Campos N	Mercury levels in muscle of two fish species and sediments from the Cartagena Bay and the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia	Environ Pollut [Internet]. julio de 2000;109(1):157-63	<p>Se determinó el contenido de mercurio (Hg) en sedimentos y músculo de dos especies de peces en la Bahía de Cartagena y Ciénaga Grande de Santa Marta, una bahía industrializada y un estuario no contaminado en la costa caribeña de Colombia. El muestreo se realizó cuatro veces entre marzo y noviembre de 1996, incluidas las estaciones seca y lluviosa. Se detectaron diferencias significativas en la concentración de Hg tanto para peces como para sedimentos entre los dos cuerpos de agua. Los valores de Hg oscilaron entre 94 y 10.293 µg / kg de peso seco (dw) en sedimentos de la Bahía de Cartagena y entre 20 y 109 µg / kg de peso seco en Ciénaga Grande de Santa Marta. Las concentraciones más altas de Hg se observaron para la especie omnívora Eugerres plumieri, y las concentraciones más bajas se encontraron en el detritívoro Mugil incilis. Se detectaron altas concentraciones de Hg en los sedimentos de la Bahía de Cartagena frente a la descarga de aguas residuales de una planta extinta de cloro álcali, con concentraciones decrecientes en estaciones alejadas de la fuente. Nuestros resultados sugieren que Hg puede ser persistente en los sedimentos de ecosistemas previamente expuestos y que el uso de sus recursos biológicos debe evitarse hasta que los programas de descontaminación garanticen niveles seguros del metal en el ambiente.</p>



6	2012	Aranami F, Segawa H, Furutani J, Kuwahara S, Tominaga R, Hanabusa E	Fibroblast growth factor 23 mediates the phosphaturic effect of cadmium	Journal of Hygiene [Internet]. febrero de 2010;67(4):464-71	<p>La fosfaturia se ha documentado después de la exposición al cadmio (Cd) tanto en humanos como en animales de experimentación. El factor 23 de crecimiento de fibroblastos (FGF23) sirve como una ruta esencial de homeostasis de fosfato en el eje hueso-riñón. En el presente estudio, investigamos los efectos del Cd en la homeostasis del fosfato (Pi) en ratones. Después de la inyección de Cd en ratones C57BL / 6J, la concentración plasmática de FGF23 aumentó significativamente. El nivel de excreción de Pi urinario fue significativamente mayor en los ratones C57BL / 6J inyectados con Cd que en el grupo de control. La concentración de Plasma Pi disminuyó solo ligeramente en los ratones inyectados con Cd en comparación con el grupo de control. No se observaron cambios en la concentración de la hormona paratiroidea plasmática y la 1,25-dihidroxi vitamina D3 en ambos grupos de ratones. Observamos una disminución en la actividad de transporte de fosfato y también una disminución en el nivel de expresión del transportador de fosfato renal Npt2c, pero no el de Npt2a. Además, examinamos el efecto de Cd en Npt2c en ratones knockout Npt2a (KO), que expresa Npt2c como un cotransportador NaPi principal. La inyección de ratones Cd a Npt2aKO indujo un aumento significativo en la concentración de FGF23 en plasma y el nivel de excreción de Pi en orina. Además, observamos disminuciones en la actividad de transporte de fosfato y el nivel de expresión renal de Npt2c en los ratones Npt2a KO inyectados con Cd. El presente estudio sugiere que la hipofosfatemia inducida por Cd puede estar estrechamente asociada con FGF23.</p>
7	2007	Axelrad DA, Bellinger DC, Ryan LM, Woodruff TJ	Dose-response relationship ao prenatal mercury exposure and IQ: an integrative analysis epidemiologic data	Environ Health Perspect [Internet]. abril de 2007;115(4):609-15	<p>La exposición prenatal al mercurio se ha asociado con resultados neurológicos infantiles adversos en estudios epidemiológicos. La información de dosis-respuesta para esta relación es útil para estimar los beneficios de la exposición reducida al mercurio.</p> <p>Estimamos una relación dosis-respuesta entre la carga corporal de mercurio materna y las subsiguientes disminuciones infantiles en el cociente de inteligencia (CI), utilizando un modelo jerárquico bayesiano para integrar los datos de tres estudios epidemiológicos.</p> <p>Los aportes al modelo consisten en coeficientes de dosis-respuesta de estudios realizados en las Islas Feroe, Nueva Zelanda y las Islas Seychelles. Los coeficientes de CI estaban disponibles en trabajos previos para los dos últimos estudios, y se estimó un coeficiente para el estudio de las Islas Faroe a partir de tres subpruebas de CI. Se incluyeron otras pruebas de cognición / logro en el modelo jerárquico para obtener estimaciones más precisas de la variabilidad de estudio a estudio y de punto a punto final.</p>



8	2006	Bernhard D, Rossmann A, Henderson B, Kind M, Seubert A, Wick G	Increased serum cadmium and strontium levels in young smokers: effects on arterial endothelial cell gene transcription	Arterioscler Thromb Vasc Biol [Internet]. abril de 2006;26(4):833-8.	<p>Objetivo: se sospecha desde hace mucho tiempo que los componentes metálicos del tabaco contribuyen a las enfermedades cardiovasculares. En este estudio, determinamos las concentraciones séricas de aluminio, cadmio (Cd), cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel, plomo, estroncio (Sr) y zinc de jóvenes no fumadores, fumadores pasivos y fumadores.</p> <p>Métodos y resultados: Cd y Sr se encontraron significativamente aumentados en fumadores en comparación con los no fumadores. Los efectos de estos metales sobre las células endoteliales arteriales se evaluaron mediante la tecnología de microarrays y la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-PCR). Los datos mostraron que Sr no interfiere con la transcripción de células endoteliales. Por el contrario, los efectos del Cd en las cantidades administradas al cuerpo humano por fumar fueron dramáticas.</p> <p>Conclusiones: las células endoteliales arteriales respondieron a la exposición al Cd mediante la regulación al alza masiva de genes de defensa del metal y el oxidante (metalotioneínas) y mediante la regulación negativa de varios factores de transcripción. Además, el ARNm de la proteína de filamento intermedio vimentina, crucial para el mantenimiento de la forma celular, se redujo. Sorprendentemente, varios genes proinflamatorios se regularon negativamente en respuesta a Cd. Los datos actuales sugieren que al administrar Cd al cuerpo humano, fumar desregula la transcripción, ejerce estrés y daña la estructura del endotelio vascular; Además, a diferencia de los efectos del humo del cigarrillo en general, el Cd parece poseer propiedades antiinflamatorias.</p>
---	------	--	--	--	--

9	2017	Bose-o'Reilly S, Bernaudat L, Siebert U, Roider G, Nowak D, Drasch G	Signs and symptoms of mercury-exposed miners	Int J Occup Med Env Health [Internet]. 30(2):249-69.	<p>Objetivos: los mineros de oro usan mercurio para extraer oro del mineral que agrega mercurio líquido al mineral molido que contiene oro. Esto da como resultado un compuesto de mercurio y oro, llamado amalgama. Los mineros olieron esta amalgama para obtener oro, vaporizarlo y finalmente inhalar los humos tóxicos de mercurio. El objetivo fue fusionar y analizar datos de diferentes proyectos para identificar los signos y síntomas típicos de la exposición crónica al mercurio inorgánico. Material y métodos: se han examinado a mineros y miembros de la comunidad de varias zonas artesanales de minería de oro en pequeña escala (Filipinas, Mongolia, Tanzania, Zimbabwe, Indonesia). Los datos de varias evaluaciones de salud se combinaron. Se analizaron muestras de orina, sangre y pelo para detectar mercurio (N = 1252). Se utilizaron cuestionarios, exámenes médicos estandarizados y pruebas neuropsicológicas. Los participantes se agruparon en: Controles (N = 209), viviendo en un área expuesta (N = 408), trabajando con mercurio como panners (N = 181), trabajando con mercurio como quemadores de amalgama (N = 454). Se utilizaron la prueba de Chi2, la prueba de tendencia lineal, la prueba de Mann-Whitney, la prueba de Kruskal-Wallis, el coeficiente de correlación, la rho de Spearman y las pruebas de análisis de varianza. Se utilizó un algoritmo para definir a los participantes con intoxicación crónica por mercurio. Resultados: Las concentraciones medias de mercurio en todos los subgrupos expuestos fueron elevadas y por encima de los límites del umbral, con quemadores de amalgama que muestran los niveles más altos. Los síntomas típicos de la intoxicación crónica por mercurio metálico fueron temblores, ataxia, problemas de coordinación, salivación excesiva y sabor metálico. Los participantes de los grupos expuestos mostraron peores resultados en diferentes pruebas neuropsicológicas en comparación con el grupo de control. El cincuenta y cuatro por ciento del grupo de alta exposición (quemadores de amalgama) fueron diagnosticados como intoxicados con mercurio, en comparación con el 0% dentro del grupo control (Chi2 p <0.001). Conclusiones: La intoxicación crónica por mercurio, con temblor, ataxia y otros síntomas neurológicos junto con una carga corporal elevada de mercurio, se diagnosticó clínicamente en personas expuestas en áreas de minería artesanal en pequeña escala. La exposición al mercurio debe reducirse con urgencia. Los sistemas de atención médica deben estar preparados para este problema emergente de intoxicación crónica por mercurio entre las personas expuestas.</p>
---	------	--	--	--	--



10	2015	Calao C, Marrugo JL	Efectos genotóxicos en población humana asociados a metales pesados en la región de La Mojana, Colombia	Biomédica [Internet]. 2015;35(Supl 2):139-51	<p>Introducción. En Colombia, la minería es una actividad económica importante; sin embargo, genera grandes cantidades de residuos que contienen elementos potencialmente tóxicos, como los metales pesados, que contaminan los ecosistemas y ponen en riesgo la salud humana. La región de La Mojana es una de las zonas más ricas en biodiversidad del planeta y se ha visto sometida a procesos de contaminación muy relacionados con la minería de oro que se desarrolla en sus alrededores. Objetivo. Evaluar la genotoxicidad en una población expuesta a residuos de metales pesados en la región de La Mojana.</p> <p>Materiales y métodos. Se evaluaron los efectos genotóxicos y su relación con la concentración de metales pesados (mercurio, cadmio y plomo) en muestras de sangre de la población expuesta y el grupo de control. El grupo expuesto lo conformaron habitantes de los municipios de Guaranda, Sucre, Majagual y San Marcos; en el grupo de control se incluyó a habitantes del municipio de Montería. Se determinó el daño en el ADN mediante el ensayo cometa en condiciones alcalinas. Las concentraciones de mercurio se establecieron mediante espectrometría de absorción atómica con vapor frío, en tanto que las de cadmio y plomo se determinaron por espectrometría de absorción atómica en horno de grafito.</p> <p>Resultados. Las concentraciones de los metales sobrepasaron los límites permitidos por la Organización Mundial de la Salud. Se evidenciaron efectos genotóxicos posiblemente asociados a la presencia de los metales en la sangre. Se encontraron asociaciones significativas ($p < 0,05$) entre la presencia de mercurio y de cadmio, y el daño en el ADN.</p> <p>Conclusión. Estos resultados sugieren que el daño genético registrado en pobladores de la región de La Mojana, Colombia, puede estar asociado a la presencia de los metales estudiados en las muestras de sangre.</p>
----	------	---------------------	---	--	---



11	2002	Centeno J. A, Mullick F. G, Martinez L, Page N. P, Gibb H	Pathology related to chronic arsenic exposure	Environ Health Perspect [Internet]. 2002;110(5):883-6	Millones ahora sufren los efectos de la arseniasis crónica relacionada con la exposición ambiental al arsénico. Los mecanismos biológicos responsables de la toxicidad inducida por arsénico y especialmente los efectos crónicos, incluido el cáncer, no son bien conocidos. El Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de EE. UU. (AFIP) está participando en un esfuerzo de investigación internacional para mejorar esta comprensión mediante el desarrollo del depósito internacional de tejidos y tumores para la arsenosis crónica (ITTRCA). El ITTRCA obtiene, archiva y pone a disposición para fines de investigación tejidos de sujetos expuestos al arsénico. Proporcionamos aquí una breve descripción de la patología inducida por arsénico, describimos brevemente las lesiones inducidas por arsénico en la piel y el hígado, y presentamos cinco informes de casos del ITTRCA. La patología cutánea inducida por arsénico incluye hiperqueratosis, cambios de pigmentación, enfermedad de Bowen, carcinoma de células escamosas y carcinomas de células basales. Un espectro único de lesiones de la piel, conocido como queratosis arsenical, es bastante característico de la arseniasis crónica. La enfermedad de Bowen, o carcinoma de células escamosas in situ de la piel, ha sido bien documentada como consecuencia de la exposición a arsenical. Un espectro de lesiones hepáticas también se ha atribuido a arseniasis crónica. De estos, el carcinoma hepatocelular, el angiosarcoma, la cirrosis y la esclerosis hepatoportal se han asociado con la exposición al arsénico. Presentamos informes de casos que se relacionan con estas condiciones de salud, a saber, el carcinoma de células escamosas, el carcinoma de células basales y la enfermedad de Bowen de la piel y el carcinoma hepatocelular y el angiosarcoma del hígado. Cuatro pacientes habían sido tratados con medicamentos arsenicales para afecciones como el asma, la psoriasis y la sífilis, y un caso se produjo en un niño expuesto crónicamente al arsénico en el agua potable.
12	2007	Córdoba Barahona, C	Condiciones actuales de la minería de oro en la zona andina del Departamento de Nariño	Revista de la facultad de Ciencias Económicas y administrativas [Internet]. 2007;8(2):79-94	El artículo analiza las condiciones actuales del oro en la zona andina del departamento de Nariño a partir de sus antecedentes históricos. Se aborda aspectos como costos y beneficios de esta actividad, que permiten sugerir las causas de la escasa inversión por parte de las compañías extranjeras en esta área.

13	2011	Paul Cordy, Marcello M.Veiga, Ibrahim Salih, Sari Al-Saadi, Stephanie Console, Oseas Garcia, Luis Alberto Mesa, Patricio C. Velásquez López, Monika Roeser.	Contaminación por mercurio a partir de la extracción artesanal de oro en Antioquia, Colombia: la contaminación por mercurio per cápita más alta del mundo	Science of the Total Environment. Volumen 410–411. Pages 154–160 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.006	El sector de minería de oro artesanal en Colombia tiene 200,000 mineros que producen oficialmente 30 toneladas de Oro al año. En el noreste del departamento de Antioquia, hay 17 pueblos mineros y entre 15,000 y 30,000 mineros de oro artesanales. Las guerrillas y las actividades paramilitares en las áreas rurales de Antioquia empujaron a los mineros a traer sus minerales de oro a las ciudades para ser procesados en Centros de Procesamiento o entables. Estos centros operan en las áreas urbanas amalgamando todo el mineral, es decir, sin concentración previa, y luego queman amalgamas de oro sin ningún sistema de filtrado / condensación. Con base en el balance de masa de mercurio en 15 entables, se pierde el 50% del mercurio agregado a los pequeños molinos de bolas (cocos): el 46% con los relaves y el 4% cuando se quema la amalgama. En solo 5 ciudades de Antioquia, con un total de 150,000 habitantes: Segovia, Remedios, Zaragoza, El Bagre y Nechí, hay 323 entables que producen 10-20 toneladas de Oro al año. Teniendo en cuenta los niveles promedio de consumo de mercurio estimados por el balance de masa y las entrevistas con los propietarios de los entables, el mercurio consumido (y perdido) en estos 5 municipios debe ser de alrededor de 93 toneladas / año. Los niveles de mercurio en el aire urbano varían desde 300 ng Hg / m3 (fondo) hasta 1 millón ng Hg / m3 (dentro de tiendas de oro) con 10,000 ng Hg / m3 siendo comunes en áreas residenciales. El límite de exposición pública de la OMS es de 1000 ng / m3. La emisión / emisiones totales de mercurio en el medio ambiente colombiano puede llegar a 150 toneladas / año, lo que le da a este país la vergonzosa primera posición como el mayor contaminante de mercurio per cápita del mundo a partir de la extracción de oro artesanal. Una intervención gubernamental necesaria es cortar el suministro de mercurio a los entables. En 2009, once empresas en Colombia importaron legalmente 130 toneladas de mercurio metálico, gran parte del cual fluyó a minas de oro artesanales. Las plantas comestibles deben ser retiradas de los centros urbanos y la asistencia técnica es muy necesaria para mejorar su tecnología y reducir las emisiones.
14	2012	Victoria K. Cortessis, Duncan C. Thomas, A. Joan Levine, Carrie V. Breton, Thomas M. Mack, Kimberly D. Siegmund, Robert W. Haile, Peter W. Laird	Environmental epigenetics: prospects for studying epigenetic mediation of exposure–response relationships	Human Genetics, Volumen 131, número 10, pp 1565-1589	Cambios en las marcas epigenéticas como el ADN la metilación y la acetilación de histonas se asocian con una amplia gama de características de la enfermedad, incluido el cáncer, el asma, trastornos metabólicos y diversas condiciones reproductivas. Eso parece plausible que los cambios en el estado epigenético pueden ser inducidos por exposiciones ambientales como desnutrición, humo de tabaco, contaminantes del aire, metales, productos químicos orgánicos, otras fuentes de estrés oxidativo, y el microbioma, particularmente si la exposición ocurre durante períodos clave de desarrollo. Por lo tanto, los cambios epigenéticos podrían representar una vía importante por la cual los factores ambientales influyen riesgos de enfermedades, tanto en individuos como a través de generaciones. Discutimos algunos de los desafíos en el estudio mediación epigenética de la patogénesis y describir algunos oportunidades únicas para explorar estos fenómenos.



15	2012	S. Allen Counter , Leo H. Buchanan. y Fernando Ortega	Reflejo del músculo estapedio acústico en niños y adultos andinos expuestos al mercurio	Acta Oto-Laryngologica. Volumen 132. Número 1. https://doi.org/10.3109/00016489.2011.617778	Los resultados sugieren que el mercurio (Hg) induce anomalías en, la audición, los reflejos musculares, en el tronco cerebral de los niños. Objetivos: la exposición de Hg se ha asociado con discapacidad auditiva del tronco cerebral y anomalías. Las variables que se tuvieron en cuenta para evaluar a los niños y adultos de los Andes fueron: Reflejo acústico estapedial (ASR) umbrales, las funciones de crecimiento, decaimiento / tiempos de adaptación, y umbrales auditivos de comportamiento, así se evaluó la capacidad auditiva del tronco cerebral inducida por Hg y el deterioro del nervio facial. Métodos: Cincuenta y un participantes, que incluyeron 22 niños (de 6-17 años) y 29 adultos (edad 19-83 años) que viven en zonas de extracción de oro de Ecuador donde se utiliza Mercurio, ampliamente en la amalgama, se rastrearon usando procedimientos de ASR de inmitancia. Resultados: La media de mercurio en la sangre (HGB) de nivel en los niños fue de 15,6 g / L (SD, 21,3; mediana, 7 g / L; rango, 2,0 a 89 g / L), y en los adultos 8,5 g / L (SD, 7.1; mediana, 6 g / L; rango, 2,0 a 32 g / L). La media de contralaterales umbrales ASR (ASRT) para la frecuencia de detección de 2.000 Hz en los niños (39 oídos) fue de 92,9 dB HL (SD, 6,1; rango, 80-105 dB HL) y, en los adultos (53 oídos) 90,0 dB HL (SD, 6,4; rango, 65-105 dB HL). El ASRT en los niños aumentó significativamente con el nivel HgB (rho = 0,433; p = 0,008).
16	2017	Edna Santosde Souza, Renato Alves Texeira, Hercília Samara Cardoso da Costa, Fábio JúniorOliveira, Leônidas Carrijo AzevedoMelo, Kelsondo Carmo Freitas Faial, Antonio RodriguesFernandes	Evaluación del riesgo para la salud humana por la exposición simultánea a múltiples contaminantes en una mina de oro artesanal en Serra Pelada, Pará, Brasil	Science of the Total Environment. Volumen 576. Pages 683-695 https://doi.org/10.1016/j.scitoten.2016.10.133	La contaminación del suelo, el agua y las plantas causada por la extracción de oro es una gran preocupación social debido al riesgo de contaminación ambiental y riesgo para la salud humana. El objetivo del presente estudio fue evaluar el riesgo para la salud humana por la ingestión de As, Ba, Co, Cu, Cd, Cr, Ni, Pb, Se y Ni presentes en el suelo, desechos estériles y mineralizados, y agua y plantas en una mina de oro en Serra Pelada, Pará, Brasil. Se recolectaron muestras de tierra, desechos estériles y mineralizados, agua y plantas en una mina de oro artesanal ubicada en Serra Pelada. Las concentraciones medias de elementos potencialmente tóxicos en el suelo fueron mayores que los valores de referencia de calidad del suelo definidos en la legislación, que pueden ser atribuibles a actividades mineras anteriores. El agua del área cercana a la mina exhibió concentraciones de As, Ba y Pb que excedían los valores de referencia establecidos por la Organización Mundial de la Salud, considerados no aptos para el consumo humano. Las plantas mostraron altas concentraciones de Pb, lo que representa un riesgo para la seguridad alimentaria de la población. Los valores medios del índice de riesgo (HI) estaban por debajo del límite aceptable (1.0) establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, aunque los valores más altos de HI observados para adultos y niños eran más altos que los límites aceptables respectivos. La contaminación ambiental y el riesgo para la salud humana fueron heterogéneos en el entorno de la mina. Deben adoptarse estrategias de mitigación para disminuir los riesgos de contaminación para el medio ambiente y la población local.



17	2011	Elly Den Hond, Willem Dhooge, Liesbeth Bruckers, Greet Schoeters, Vera Nelen, Els van de Mieroop, Gudrun Koppen, Maaïke Bilau, Carmen Schroyen, Hans Keune, Willy Baeyens y Nicolas van Larebeke	Internal exposure to pollutants and sexual maturation in Flemish adolescents	Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. 21, pages 224–233 doi:10.1038/jes.2010.2	Flandes está densamente poblado con mucha industria y agricultura intensiva. Se estudió la maduración sexual de adolescentes (de 14 a 15 años) en relación a la exposición interna a los contaminantes. Los niveles séricos de contaminantes y hormonas sexuales se midieron en 1679 participantes seleccionados como una muestra aleatoria de adolescentes que residen en las áreas de estudio. Los datos sobre el desarrollo sexual se obtuvieron de los archivos de examen de la escuela de medicina. Auto evaluación los cuestionarios proporcionaron información sobre salud, uso de medicamentos y factores de estilo de vida. En niños, niveles séricos de exaclorobenceno (HCB), p, p0-DDE y Los bifenilos policlorados (suma del marcador PCB138, 153 y 180) se asociaron significativamente y positivamente con la estadificación puberal (vello púbico y genital) desarrollo). Los niveles más altos de HCB en suero y plomo en sangre se asociaron con, respectivamente, un menor y mayor riesgo de ginecomastia. En las niñas, se detectaron asociaciones significativas y negativas entre el desarrollo de plomo en la sangre y el vello púbico; una mayor exposición a los PCB se asoció significativamente con un retraso en el tiempo de la menarca. Las exposiciones ambientales a los contaminantes a niveles realmente presentes en la población flamenca están asociadas con efectos mensurables sobre el desarrollo puberal. Sin embargo, es necesario comprender mejor el modo de acción tóxico y las ventanas sensibles de exposición para explicar los hallazgos actuales.
----	------	--	--	---	---



18	2003	Jose G.Dorea	<p>El pescado es central en la dieta de los riparios amazónicos: ¿deberíamos preocuparnos por sus concentraciones de mercurio?</p>	<p>Environmental Research Volumen 92, Número 3 Pag 232-244 https://doi.org/10.1016/S0013-9351(02)00092-0</p>	<p>La selva amazónica se extiende sobre un área de 7.8×10^6 km² en nueve países. Alberga una población humana diversa distribuida en ciudades densas y comunidades aisladas con niveles extremos de infraestructura. Los pueblos del bosque amazónico, ya sean autóctonos o ribereños de la frontera (ribeirinhos) que viven en áreas aisladas, comparten el mismo ambiente para la supervivencia y el estado nutricional. Las peculiaridades del ciclo hidrológico determinan los patrones de la enfermedad, las condiciones agrícolas y la disponibilidad de alimentos. Las estrategias de alimentación dependen en gran medida de los productos de yuca y el pescado. Estos dos alimentos contienen sustancias tóxicas como linamarina (presente naturalmente en la yuca) y monometil mercurio (MMHg) (bioconcentrado en carne de pescado) que causan enfermedades neurotóxicas en otras partes del mundo pero no en la Amazonia, donde los casos neurotóxicos de origen alimentario son raros y no se encuentran relacionados con estos alimentos básicos. Si bien los procesos de desintoxicación de la yuca pueden explicar en parte su consumo seguro, las concentraciones de Hg en los peces amazónicos se encuentran dentro de los límites tradicionalmente seguros para esta población y contribuyen a una importante interacción metabólica con la yuca. La fiebre del oro de los años setenta y ochenta provocó una perturbación ambiental a gran escala y la destrucción física de los ecosistemas en los puntos de impacto, junto con una descarga pesada de mercurio metálico. El Hg descargado aún no ha impactado en las concentraciones de MMHg en peces o en consumidores de pelo de peces. La concentración de Hg en el cabello, utilizada como un biomarcador del consumo de pescado, indica que los ribereños amazónicos están adquiriendo una excelente fuente de proteína que porta nutrientes importantes, cuya falta podría agravar sus problemas de salud existentes. Por lo tanto, en un escenario de servicios de salud insuficientes y un ambiente insalubre, los hábitos alimenticios basados en el consumo de pescado son parte de una estrategia de supervivencia exitosa y las recomendaciones para cambios aún no son justificables.</p>
----	------	--------------	--	---	--



19	2009	Joshua R. Edwards y Walter C. Prozialeck	Cadmio, diabetes y enfermedad renal crónica	Toxicology and Applied Pharmacology. Volumen 238, Número 3, Pag 289-293 https://doi.org/10.1016/j.taap.2009.03.007	Recientes estudios epidemiológicos sugieren una asociación positiva entre la exposición al contaminante ambiental cadmio (Cd) y la incidencia y severidad de la diabetes. En esta revisión, examinamos la literatura que sugiere una relación entre la exposición al Cd, los niveles elevados de glucosa en sangre y el desarrollo de diabetes. Además, revisamos estudios en humanos y en animales que indican que el Cd potencia o exagera la nefropatía diabética. También revisamos los diversos mecanismos celulares posibles por los cuales el Cd puede alterar los niveles de glucosa en sangre. Además, presentamos algunos hallazgos novedosos de nuestros propios laboratorios que muestran que el Cd eleva los niveles de glucosa en sangre en ayunas en un modelo animal de exposición a Cd subcrónica antes de que los signos manifiestos de disfunción renal sean evidentes. Estos estudios también muestran que el Cd reduce los niveles de insulina y tiene efectos citotóxicos directos sobre el páncreas. En conjunto, estos hallazgos indican que el Cd puede ser un factor en el desarrollo de algunos tipos de diabetes y aumentan la posibilidad de que el Cd y la hiperglucemia relacionada con la diabetes puedan actuar sinérgicamente para dañar el riñón.
20	2007	Shigeo Ekino, Mari Susa, Tadashi Ninomiya, Keiko Imamura y Toshinori Kitamura	Revisión de la enfermedad de Minamata: actualización de las manifestaciones agudas y crónicas del envenenamiento por metilmercurio	Journal of the Neurological Sciences. Volumen 262, Número 1-2. Pág 131-144 DOI: https://doi.org/10.1016/j.jns.2007.06.036	El primer brote bien documentado de intoxicación aguda por metilmercurio (MeHg) por el consumo de pescado contaminado se produjo en Minamata, Japón, en 1953. El cuadro clínico fue oficialmente reconocido y se denominó enfermedad de Minamata (MD) en 1956. Sin embargo, 50 años después todavía hay argumentos sobre la definición de MD en términos de síntomas clínicos y extensión de las lesiones. Proporcionamos una revisión histórica de esta epidemia y una actualización del problema de la toxicidad MeHg. Desde que MeHg se dispersó desde Minamata hasta el mar de Shiranui, los residentes que vivían cerca del mar estuvieron expuestos a bajas dosis de MeHg a través del consumo de pescado durante aproximadamente 20 años (al menos desde 1950 hasta 1968). Estos pacientes con intoxicación crónica por MeHg continúan quejándose de parestesias distales de las extremidades y los labios incluso 30 años después del cese de la exposición a MeHg. En base a los hallazgos en estos pacientes, los síntomas y las lesiones en el envenenamiento con MeHg se vuelven a evaluar. Los trastornos somatosensitivos persistentes después de la interrupción de la exposición a MeHg fueron inducidos por daño difuso a la corteza somatosensorial, pero no por daño al sistema nervioso periférico, como se creía previamente



21	2017	Carmen Franken, Gudrun Koppen, Nathalie Lambrechts, Eva Govarts, Liesbeth Bruckers, Elly Den Hond, Ilse Loots, VeraNelen, Isabelle Sioen, Tim S.Nawrot, Willy Baeyens, NicolasVan Larebeke, Francis Boonen, Daniëlla Ooms, Mai Wevers, Griet Jacobs, Adrian Covaci, Thomas Schettgen y Greet Schoeters	La exposición ambiental a carcinógenos humanos en adolescentes y la asociación con daño en el ADN	Environmental Research Volumen 152, Pags 165-174 https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.10.012	<p>Antecedentes</p> <p>Investigamos si la exposición ambiental de los seres humanos a los productos químicos que están etiquetados como carcinógenos (potenciales) conduce a un mayor daño (oxidativo) del ADN en los adolescentes.</p> <p>Materiales y métodos</p> <p>Se reclutaron seiscientos jóvenes de 14 a 15 años de edad en Flandes (Bélgica) y en dos áreas con actividades industriales importantes. El daño al ADN se evaluó mediante análisis alcalinos y de formamidopirimidina ADN glicosilasa (Fpg) cometas modificados en células de sangre periférica y el análisis de los niveles urinarios de 8-hidroxidesoxiguanosina (8-OHdG). La exposición personal a compuestos potencialmente carcinógenos se midió en la orina, a saber: cromo, cadmio, níquel, 1-hidroxi pireno como un indicador de la exposición a otros hidrocarburos aromáticos policíclicos carcinógenos (HAP), t, ácido t-mucónico como metabolito del benceno, 2,5-diclorofenol (2,5-DCP), metabolitos de plaguicidas organofosforados y metabolitos de di (2-etilhexil) ftalato (DEHP). En sangre, se analizaron los congéneres 118 y 156 del arsénico, el bifenilo policlorado (PCB), el hexaclorobenceno (HCB), el diclorodifeniltricloroetano (DDT) y el ácido perfluorooctanoico (PFOA). Los niveles de metilmercurio (MeHg) se midieron en el cabello. Se usaron modelos de regresión lineal múltiple para establecer las relaciones exposición-respuesta.</p> <p>Resultados</p> <p>Los biomarcadores de exposición a HAP y cromo urinario se asociaron con niveles más altos de 8-OHdG en orina y daño en el ADN detectado por el ensayo de cometa alcalino. Las concentraciones de 8-OHdG en la orina aumentaron en relación con las concentraciones crecientes de los metabolitos urinarios t, ácido t-mucónico, cadmio, níquel, 2,5-DCP y DEHP. El aumento de las concentraciones de PFOA en la sangre se asoció con niveles más altos de daño en el ADN medidos por el ensayo de cometa alcalino, mientras que el DDT se asoció en la misma dirección con el ensayo de cometa modificado por Fpg. Se observaron asociaciones inversas entre arsénico sanguíneo, MeHg del cabello, PCB 156 y HCB, y 8-OHdG urinario. Los últimos biomarcadores de exposición también se asociaron con una mayor ingesta de pescado. El níquel urinario y el ácido t-mucónico urinario se asociaron inversamente con el ensayo de cometa alcalino.</p> <p>Conclusión</p> <p>Este estudio transversal encontró asociaciones entre la exposición ambiental actual a carcinógenos humanos (potenciales) en adolescentes flamencos de 14-15 años y el daño a corto plazo (oxidativo) al ADN. Se requerirá un seguimiento prospectivo para investigar si pueden ocurrir efectos a largo plazo debido a exposiciones ambientales complejas.</p>
----	------	--	---	--	--



22	2010	Carolyn M. Gallagher y Jaymie R. Meliker	Blood and Urine Cadmium, Blood Pressure, and Hypertension: A Systematic Review and Meta-analysis	Environmental Health Perspectives Vol. 118 No.12 pags 1676-1684. doi: 10.1289/ehp.1002077	<p>Antecedentes La exposición al cadmio se ha relacionado de forma inconsistente con la presión arterial.</p> <p>Objetivos Actualizamos y reevaluamos la evidencia con respecto a las relaciones del cadmio en sangre (BCd) y el cadmio en orina (UCd) con la presión arterial (BP) y la hipertensión (HTN) en poblaciones no ocupacionalmente expuestas.</p> <p>Fuentes de datos y extracción Buscamos en PubMed y Web of Science artículos sobre BCd o UCd y BP o HTN en poblaciones no ocupacionalmente expuestas y extrajimos información de estudios que proporcionaron datos suficientes sobre población, tabaquismo, exposición, resultados y diseño.</p> <p>Síntesis de datos Doce artículos cumplieron los criterios de inclusión: ocho proporcionaron datos adecuados para la comparación, y cinco informaron datos suficientes para el metanálisis. Los estudios individuales informaron asociaciones positivas significativas entre BCd y PA sistólica (PAS) entre mujeres no fumadoras [$\beta = 3.14$ mmHg por $1 \mu\text{g} / \text{L}$ de BCd no transformada; Intervalo de confianza del 95% (IC), 0,14 a 6,14] y entre las mujeres premenopáusicas ($\beta = 4,83$ mmHg por $1 \text{ nmol} / \text{l}$ de BCd transformada logarítmicamente, IC del 95%, 0,17 a 9,49) y entre BCd y presión arterial diastólica (PAD) entre mujeres ($\beta = 1,78$ mmHg que compara BCd en los percentiles 90 y 10, IC 95%, 0,64-2,92) y entre mujeres premenopáusicas ($\beta = 3,84$ mmHg por $1 \text{ nmol} / \text{L}$ BCd transformada en log, IC 95%, 0,86-6,82) . Tres metanálisis, cada uno de tres estudios, mostraron asociaciones positivas entre BCd y SBP ($p = 0.006$) y DBP ($p < 0.001$) entre las mujeres, con una heterogeneidad mínima ($I^2 = 3\%$) y una asociación inversa significativa entre UCd y HTN entre hombres y mujeres, con una heterogeneidad sustancial ($I^2 = 80\%$).</p> <p>Conclusión Los resultados sugieren una asociación positiva entre BCd y BP entre las mujeres; los resultados, sin embargo, no son concluyentes debido al número limitado de estudios poblacionales representativos de los no fumadores. Las asociaciones entre UCd y HTN sugieren relaciones inversas, pero las definiciones de resultados inconsistentes limitan la interpretación. Creemos que se merece un estudio longitudinal.</p>
----	------	--	--	---	---

23	2001	Han-Ming ShenaCheng, FengYang, Wen-Xing Ding, Jin Liu y Choon-NamOng	Superoxide radical-initiated apoptotic signalling pathway in selenite-treated HepG2 cells: mitochondria serve as the main target	Free Radical Biology and Medicine. Vol. 30. Número 1. Pag 9-21. https://doi.org/10.1016/S0891-5849(00)00421-4	<p>El papel exacto de los radicales superóxido ($O_2 \bullet^-$) en la apoptosis sigue siendo un tema de debate. El objetivo principal del presente estudio es evaluar la vía de señalización apoptótica iniciada por O_2. La reacción reductora del selenito de sodio con glutatión se usó como el sistema generador de O_2 intracelular. Cuando las células se expusieron a selenito de 5 a 25 μM, se observó un patrón temporal de eventos apoptóticos después de la elevación de O_2, en la que la liberación de citocromo c y la despolarización mitocondrial precedieron a la activación de caspasa-3 y la fragmentación del ADN. El tratamiento simultáneo con N-acetilcisteína y 4-hidroxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidina-N-oxilo redujo notablemente el nivel de O_2 y suprimió los cambios mitocondriales y los eventos apoptóticos aguas abajo. Además, el pretratamiento con ciclosporina A más trifluoperazina, dos inhibidores de la transición de la permeabilidad mitocondrial (MPT), fue capaz de atenuar la liberación de citocromo c mediada por O_2 y la despolarización mitocondrial, y posteriormente inhibir la apoptosis. Por lo tanto, los resultados presentes proporcionan evidencia convincente de que el O_2 generado a partir de la reacción reductiva de selenita con GSH es capaz de desencadenar una vía apoptótica dependiente de mitocondrias. Tal conocimiento puede no solo ayudar a obtener una mejor comprensión del efecto apoptótico del selenito per se, sino del papel del O_2 en el inicio y la ejecución de la apoptosis.</p>
----	------	--	--	---	--

24	2012	Hanson ML, Holaskova I, Elliott M, Brundage KM, Schafer R, Barnett JB.	Prenatal cadmium exposure alters postnatal immune cell development and function	Toxicology and Applied Pharmacology. Volumen 261, Número 2, Pag 196-203 https://doi.org/10.1016/j.taap.2012.04.002	<p>El cadmio (Cd) generalmente se encuentra en bajas concentraciones en el medio ambiente debido a su uso generalizado y continuo, sin embargo, su concentración en algunos alimentos y el humo del cigarrillo es alta. Aunque la evidencia demuestra que la exposición de un adulto al Cd causa cambios en el sistema inmune, existen informes limitados de efectos inmunomoduladores de la exposición prenatal al Cd. Este estudio fue diseñado para investigar los efectos de la exposición prenatal al Cd en el sistema inmune de la descendencia. Los ratones C57Bl / 6 preñados se expusieron a una dosis ambientalmente relevante de CdCl₂ (10 ppm) y los efectos sobre el sistema inmune de la descendencia se evaluaron en dos momentos después del nacimiento (2 y 7 semanas de edad). Los fenotipos de timocitos y esplenocitos se analizaron mediante citometría de flujo. La exposición prenatal al Cd no afectó a las poblaciones de timocitos a las 2 y 7 semanas de edad. En el bazo, el único efecto significativo sobre el fenotipo fue una disminución en el número de macrófagos en la descendencia masculina en ambos puntos temporales. El análisis de la producción de citocinas por esplenocitos estimulados demostró que la exposición prenatal al Cd disminuyó la producción de IL-2 e IL-4 por las células de descendencia femenina a las 2 semanas de edad. A las 7 semanas de edad, la producción de IL-2 de esplenocitos disminuyó en los varones expuestos a Cd, mientras que la producción de IFN-γ disminuyó tanto en las crías expuestas a Cd masculinas como femeninas. La capacidad de la descendencia expuesta a Cd para responder a la inmunización con una vacuna de <i>S. pneumoniae</i> que expresa antígenos de estreptococos T-dependientes e independientes de T mostró aumentos marcados en los niveles de anticuerpos séricos T e independientes en comparación con animales de control. Los porcentajes de células CD4 + FoxP3 + CD25 + (nTreg) aumentaron en el bazo y el timo en todas las crías expuestas a Cd, excepto en el bazo femenino donde se observó una disminución. Las células T CD8 + CD223 + disminuyeron notablemente en los bazos en todas las crías a las 7 semanas de edad. Estos hallazgos sugieren que incluso niveles muy bajos de exposición al Cd durante la gestación pueden producir efectos perjudiciales a largo plazo en el sistema inmune de la descendencia y estos efectos son en cierta medida específicos del sexo.</p> <p>► La exposición prenatal al Cd no causa cambios en el fenotipo timocítico en la descendencia ► El análisis del fenotipo del esplenocito demuestra un efecto específico de macrófago solo en descendientes masculinos ► Los perfiles de citoquinas sugieren un efecto sobre las células Th1 periféricas en mujeres y en menor medida en varones ► Hubo un marcado aumento en los niveles séricos de anticuerpos anti-estreptococos después de la inmunización en ambos sexos ► Hubo una marcada disminución en el número de células CD8 + CD223 + esplénicas en ambos sexos</p>
----	------	--	---	--	--

25	2012	Harari R, Harari F, Gerhardtsson L, Lundh T, Skerfving S, Strömberg U, et al.	Exposure and toxic effects of elemental mercury in gold-mining activities in Ecuador.	Toxicol Lett [Internet]. 2012;213(1):75-82. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21925580	<p>La extracción tradicional de oro, que utiliza mercurio metálico (Hg⁰) para formar amalgama de oro, seguida de la combustión para eliminar el Hg⁰, se usa ampliamente en América del Sur, África y Asia. El oro se vende a los comerciantes que lo vuelven a quemar para eliminar el Hg⁰ restante. En Ecuador, se estudiaron 200 mineros de oro, 37 comerciantes de oro y 72 referentes. Las concentraciones medias de Hg en la orina (U-Hg) fueron 3.3 (rango 0.23-170), 37 (3.2-420) y 1.6 (0.2-13) g / g de creatinina, respectivamente, y en sangre completa (B-Hg) fueron 5.2, 30 y 5.0 g / L, respectivamente. Las concentraciones de biomarcadores entre los comerciantes fueron estadísticamente significativamente más altas que entre los mineros y los referentes; también los mineros difieren de los referentes. La quema de amalgamas de oro entre los mineros fue intermitente; U-Hg disminuyó en el período sin ardor. En las exploraciones neuromotoras computarizadas, las concentraciones de B-Hg y U-Hg se asociaron con aumentos en la frecuencia central del temblor, así como en el tiempo de reacción y la estabilidad postural. Retención de Hg (B-Hg) y la tasa de eliminación (U- Hg) parece estar modificado por polimorfismo en un gen de una enzima en la síntesis de glutatión (GCLM), pero no hubo modificaciones genéticas significativas para las asociaciones entre la exposición y la neurotoxicidad. Por lo tanto, los comerciantes de oro tienen una exposición y riesgo mucho más altos que los mineros, en quienes la exposición varía con el tiempo. El metabolismo de Hg se modifica por los rasgos genéticos. La exposición actual a Hg tuvo efectos neurotóxicos limitados.</p>
26	2011	Horiguchi H, Oguma E, Kayama F.	Cadmium induces anemia through interdependent progress of hemolysis, body iron accumulation, and insufficient erythropoietin production in rats.	Toxicol Sci [Internet]. julio de 2011;122(1):198-210. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21540277	<p>El cadmio es un metal pesado tóxico y se distribuye ampliamente en el medio ambiente. Además de dañar el hígado, los riñones y los huesos, el cadmio causa anemia por hemólisis, deficiencia de hierro y producción insuficiente de eritropoyetina (EPO) (anemia renal) junto con cambios en el metabolismo del hierro. Aquí, investigamos el papel del hierro en el progreso interdependiente de tres tipos de anemia en ratas con inyección de cadmio alimentadas con dietas con suficiente o sin suficiente hierro para 1 o 3 meses. Las inyecciones de cadmio durante 1 mes indujeron anemia renal sin lesión renal. Las inyecciones durante 3 meses indujeron hemólisis, deficiencia de hierro y anemia renal, acompañadas de daño hepático y renal. Se incrementaron las concentraciones de hierro en el hígado, riñón y bazo, derivadas de hierro liberado internamente por hemólisis de glóbulos rojos, aumento de la absorción de hierro duodenal, insuficiencia de eritropoyesis y ferritina hepática sobreproducida por interleuquina-6 inducida por cadmio. Por lo tanto, la anemia por deficiencia de hierro era realmente evidente. El cadmio suprimió la producción renal de EPO a través de un efecto directo, hierro acumulado y destrucción de células productoras de EPO. El aumento de la absorción de hierro duodenal podría atribuirse a la hipertrofia de la mucosa duodenal derivada de la anemia. Por lo tanto, la producción insuficiente de EPO y la acumulación de hierro son los factores centrales que impulsan la anemia en la toxicidad del cadmio.</p>

27	2012	Ipenza C.	MANUAL PARA ENTENDER LA PEQUEÑA Y LA MINERÍA ARTESANAL Y LOS DECRETOS LEGISLATIVOS VINCULADOS A LA MINERÍA ILEGAL	Sociedad Peruana de Derecho Ambiental; 2012. p.134. Disponible en: http://spda.org.pe/?wpfb_dl=29	El objetivo del Programa es que las decisiones referidas a recursos naturales, conservación, desarrollo y paisaje urbano se realicen de acuerdo con consideraciones ambientales y sociales, respetando los derechos de los ciudadanos, y con criterios de interés nacional y de largo plazo. Asimismo, que los ciudadanos utilicen herramientas legales y mediáticas para hacer valer sus derechos a un ambiente saludable. Las líneas de acción del Programa son el empoderamiento ciudadano (a través de la promoción de herramientas para el ejercicio pleno de derechos y el fortalecimiento de capacidades), la investigación académica (a través de publicaciones, estudios rápidos y la promoción del debate) y la incidencia política (a través del cabildeo, la participación en colectivos y las campañas mediáticas). El Programa de Conservación de la SPDA, trabaja a nivel nacional e internacional en el desarrollo y aplicación de instrumentos legales para la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica, especialmente a través del establecimiento y gestión de áreas naturales protegidas, la promoción de la conservación privada y comunal, y el manejo de los recursos forestales no maderables.
28	2014	Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew B, Beeregowda K.	Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals.	Interdiscip Toxicol [Internet]. junio de 2014a;7(2):60-72. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4427717/	La toxicidad de los metales pesados ha demostrado ser una amenaza importante y existen varios riesgos para la salud asociados con ella. Los efectos tóxicos de estos metales, a pesar de que no tienen ninguna función biológica, permanecen presentes en una u otra forma dañina para el cuerpo humano y su correcto funcionamiento. A veces actúan como un pseudo elemento del cuerpo, mientras que en ciertos momentos incluso pueden interferir con los procesos metabólicos. Pocos metales, como el aluminio, pueden eliminarse mediante actividades de eliminación, mientras que algunos metales se acumulan en el cuerpo y la cadena alimenticia, exhibiendo una naturaleza crónica. Se han llevado a cabo diversas medidas de salud pública para controlar, prevenir y tratar la toxicidad de los metales que se produce a diversos niveles, como la exposición ocupacional, los accidentes y los factores ambientales. La toxicidad del metal depende de la dosis absorbida, la ruta de exposición y la duración de la exposición, es decir, aguda o crónica. Esto puede conducir a diversos trastornos y también puede provocar un daño excesivo debido al estrés oxidativo inducido por la formación de radicales libres. Esta revisión brinda detalles sobre algunos metales pesados y sus mecanismos de toxicidad, junto con sus efectos sobre la salud.



29	1983	Jarup L, Rogenfelt A, Elinder CG.	Biological half-time of cadmium in the blood of workers after cessation of exposure.	Scand J Work Environ Health [Internet]. 1983;9(4):327-31. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6635611	Medio tiempo biológico de cadmio en la sangre de los trabajadores después del cese de la exposición. Scand work environ health 9 (1983) 327-331. El tiempo medio biológico del cadmio en la sangre de los trabajadores previamente expuestos se estimó después del cese de la exposición. Cinco hombres fueron seguidos por un período de 10 a 13 años. Se utilizaron modelos de eliminación exponencial de dos compartimentos y un compartimento para describir la disminución de los niveles de cadmio en sangre a lo largo del tiempo. El mejor ajuste a los datos observados se obtuvo con un modelo de dos departamentos. Los tiempos medios estimados a partir de este modelo variaron de 75 a 128 d para el componente rápido y de 7.4 a 16.0 años para el componente lento. Los resultados confirman que existe un tiempo medio biológico de cuerpo entero muy largo para el cadmio, y las medias veces estimadas son similares a las obtenidas con diferentes métodos.
30	1998	Järup, L, Berglund, M, Elinder, C. G, Nordberg, G, Vanter, M.	Health effects of cadmium exposure—a review of the literature and a risk estimate.	Scand J Work Environ Health [Internet]. 1998;24(Suppl 1):1-51. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9569444	Este informe proporciona una revisión de la situación de la exposición al cadmio en Suecia y actualiza la información sobre la evaluación del riesgo para la salud de acuerdo con estudios recientes sobre la efectos del cadmio en la salud. El informe se centra en los efectos sobre la salud de las bajas dosis de cadmio y la identificación de grupos de alto riesgo. La dieta es la principal fuente de exposición a cadmio en la población general sueca no fumadora. La ingesta dietética diaria promedio es de aproximadamente 15 pg / día, pero hay grandes variaciones individuales debido a las diferencias en el consumo de energía y los hábitos alimenticios. Se ha demostrado que una dieta alta en fibra y una dieta rica en mariscos aumentan la dieta ingesta de cadmio sustancialmente. Las concentraciones de cadmio en suelo agrícola y trigo han aumentado continuamente durante el último siglo. En la actualidad, las concentraciones de cadmio en el suelo aumentan en aproximadamente un 0,2% por año. El cadmio se acumula en los riñones. Las concentraciones de cadmio en el riñón humano se han multiplicado varias veces durante el último siglo. Cadmio en riñón de cerdo se ha demostrado que han aumentado alrededor de 2% por año de 1984-1992. There hay tendencia hacia la disminución de la exposición a cadmio entre la población de no fumadores general.



31	2008	Kim SA, Jeon CK, Paek DM.	Hair mercury concentrations of children and mothers in Korea: Implication for exposure and evaluation.	Sci Total Environ [Internet]. 2008;402(1):36-42. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18502474	<p>Antecedentes: el mercurio es un contaminante global que afecta el neurodesarrollo de los niños.</p> <p>Objetivo: Los objetivos fueron medir y evaluar la concentración de mercurio en niños y madres, y su asociación con la exposición.</p> <p>Métodos: se realizó una evaluación transversal mediante cuestionarios y se analizó el mercurio capilar mediante espectrometría de absorción atómica de vapor frío en el Instituto Nacional de Enfermedad de Minamata en Japón.</p> <p>Resultados: se incluyeron un total de 112 niños y 111 madres; la edad promedio fue de 34 meses y 32 años, respectivamente. El 17.9% de los niños y el 34.2% de las madres tenían concentraciones superiores a 1 partes por millón (ppm) como nivel de referencia. El peso corporal al nacer, los métodos de alimentación, la edad materna y el nivel de educación materna fueron significativamente diferentes en cada grupo (pb.05). El nivel promedio de mercurio en el cabello materno (0,91ppm) fue más alto que en los niños (0,74ppm), y tiene una correlación positiva entre ellos (pb.05). El 68.1% de los niños, el 75% de las mujeres embarazadas, el 63.4% del período de lactancia y el 78.6% de los últimos seis meses han consumido pescado.</p> <p>Con análisis de regresión múltiple, los niveles de mercurio capilar en niños menores de 6 meses tuvieron una relación lineal con el peso corporal al nacer, las semanas de gestación, los métodos de alimentación (alimentación con biberón o con leche materna) y el nivel educativo materno. Mientras que los niños mayores de 6 meses difieren significativamente con el sexo, la frecuencia de las porciones de pescado por semana y la frecuencia del consumo de pescado materno en el período de lactancia. Y los niveles de mercurio en el cabello tenían una relación lineal inversa con el ingreso mensual de la madre en este grupo de edad. Los niveles de mercurio en la madre tenían una relación lineal con la edad materna.</p> <p>Conclusión: los niveles de mercurio en niños pueden verse afectados por sus madres debido a patrones dietéticos. Se necesitan más estudios a largo plazo a gran escala y de seguimiento.</p>
----	------	---------------------------	--	---	---



32	1998	Lebel, J, Mergler D, Branches F, Lucotte M, Amorim M, Larribe F, et al.	Neurotoxic Effects of Low-Level Methylmercury Contamination in the Amazonian Basin.	Environ Res [Internet]. 1998;79(1):20-32. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9756677	<p>Muchos estudios han demostrado la contaminación por mercurio en el ecosistema amazónico, particularmente en peces, un pilar dietético de las poblaciones en esta región. El presente estudio se centró en los efectos potenciales para la salud de esta exposición de bajo nivel de metilmercurio. El estudio se llevó a cabo en una aldea en el río Tapajo, un afluente del Amazonas, en 91 adultos habitantes (15-81 años), cuyos niveles de mercurio en el cabello eran inferiores a 50 l / g. Se examinó el rendimiento en una batería de prueba neurofuncional y las manifestaciones clínicas de la disfunción del sistema nervioso en relación con las concentraciones de mercurio en el cabello. La sensibilidad de contraste casi visual y la destreza manual, ajustadas por edad, disminuyeron significativamente con los niveles de mercurio en el cabello (P <0.05), mientras que hubo una tendencia a que aumentara la fatiga muscular y disminuyera la fuerza muscular en las mujeres. Para el la mayoría de las veces, los exámenes clínicos fueron normales, sin embargo, los niveles de mercurio en el cabello fueron significativamente más altos (P <0.05) para las personas que presentaron movimientos desorganizados en una tarea de movimiento alterno y para las personas con campos visuales restringidos. Estas los resultados sugieren alteraciones del sistema nervioso dependientes de la dosis a niveles de mercurio en el cabello por debajo de 50 lg / g, previamente considerado un umbral para los efectos clínicos.</p> <p>El perfil de la disfunción en esta población adulta es consistente con el conocimiento actual sobre el envenenamiento por etilmercurio. Las implicaciones a largo plazo de estos hallazgos son desconocidos y deben abordarse</p>
----	------	---	---	--	---



33	2010	Lightfoot NE, Pacey MA, Darling S.	Gold, Nickel and Copper Mining and Processing.	Chronic Dis Can [Internet]. 2010;29(Suppl 2):101-24. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21199602	<p>La minería del mineral ocurre en todas las provincias y territorios canadienses, excepto la Isla del Príncipe Eduardo. Los minerales incluyen bauxita, cobre, oro, hierro, plomo y zinc. Los trabajadores de la minería y procesamiento de metales están expuestos, no solo al metal de interés, sino también a otras varias sustancias prevalentes en la industria, como las emisiones de diesel, neblinas de aceite, agentes de voladura, sílice, radón y arsénico. Este capítulo examina el riesgo de cáncer relacionado con la extracción de oro, níquel y cobre.</p> <p>La carcinogenicidad humana del níquel depende de la especie de níquel, su concentración y la ruta de exposición. No se ha demostrado que la exposición a compuestos de níquel o níquel a través de rutas distintas a la inhalación aumente el riesgo de cáncer en humanos. Como tal, los sitios de cáncer preocupantes incluyen el pulmón y el seno nasal. La evidencia proviene de los estudios de la refinación de níquel y los trabajadores de lixiviación, calcinación y sinterización en la primera mitad del siglo XX. Parece haber poco o ningún riesgo detectable en la mayoría de los sectores de la industria del níquel a los niveles actuales de exposición. El riesgo de la población general de las concentraciones extremadamente pequeñas detectables en el aire ambiente es insignificante. Sin embargo, los estudios de carcinogénesis animal, los estudios de los mecanismos de carcinogénesis del níquel y los estudios epidemiológicos con la evaluación de la exposición cuantitativa de varias especies de níquel mejorarían nuestra comprensión de los riesgos para la salud humana asociados con el níquel.</p> <p>Las conclusiones definitivas que relacionan el cáncer con las exposiciones en la extracción y el procesamiento de oro y cobre no son posibles en este momento. Los resultados disponibles parecen exigir un estudio adicional de una variedad de posibles factores de riesgo ocupacionales y no ocupacionales.</p>
----	------	------------------------------------	--	---	--



34	2012	Lisu Wang, Mei-Chun Kou, Ching-Yi Weng, Ling-Wei Hu, Ying-Jan Wang, Ming-Jiuan Wu.	Arsenic modulates heme oxygenase-1, interleukin-6, and vascular endothelial growth factor expression in endothelial cells: roles of ROS, NF- κ B, and MAPK pathways.	Archives of Toxicology [Internet]. junio de 2012;86(6):879-96. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-012-0845-z	<p>La exposición crónica al arsénico se ha relacionado con una mayor riesgo de enfermedades vasculares. Para aclarar el mecanismo molecular a través de los cuales el arsénico causa lesiones a la sangre, hemos analizado los efectos del trióxido de arsénico en la citotoxicidad, especies de oxígeno reactivas intracelulares (ROS), la expresión de genes relacionados y vías de señalización involucradas en las células endoteliales de ratón SVEC4-10. Arsénico dependiente de la dosis causada por la muerte celular SVEC4-10, que es completamente inhibido por el ácido α-lipoico (LA), un tioreductante, pero parcialmente mejorado por Tiron, un superóxido potente basurero. Los niveles de ARNm de hemo oxigenasa-1 (HO-1), interleucina-6 (IL-6), proteína quimioatrayente de monocitos-1 (MCP-1) y factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) se incrementaron significativamente por el arsénico. La regulación positiva de estos pueden ser bloqueados por LA en lugar de por Tiron, sugiriendo que ROS no es importante en su aumento. Inhibidor competitivo HO-1 la protoporfirina de zinc mejoró la citotoxicidad del arsénico en una curva de dosis-respuesta en U invertida, que indica el bifásico efecto hormético de HO-1. HO-1 siRNA disminuyó VEGF expresión en respuesta al arsénico. Exposición a arsénico también expresó mejorada del factor 2 relacionado con NF-E2 (Nrf2) y aumento de la activación del factor nuclear-κB (NF-κB). NF-κB inhibidor Bay 11-7082 redujo la expresión mediada por arsénico de HO-1 e IL-6. Bloqueo selectivo de las vías MAPK con el inhibidor de p38 SB203580 disminuyó significativamente expresión de HO-1 y VEGF inducida por arsénico, mientras que JNKs el inhibidor SP600125 aumentó la expresión de IL-6. Estos resultados sugieren que en las células SVEC4-10 tratadas con arsénico, HO-1 la expresión está mediada por Nrf2-, NF-κB- y p38 Vías de señalización dependientes de MAPK y sirve como un regulador aguas arriba de VEGF. La expresión de IL-6 está regulada por NF-κB y JNKs. En conclusión, el estrés oxidativo puede ser asociado con citotoxicidad inducida por arsénico y regulación positiva de genes, pero la transducción de señalización domina el efectos directos de ROS.</p>
----	------	--	---	---	---



35	2014	Liu J, Gao D, Chen Y, Jing J, Hu Q, Chen Y.	Lead exposure at each stage of pregnancy and neurobehavioral development of neonates.	Neurotoxicology [Internet]. septiembre de 2014;44:1-7. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24704588	<p>Propósito: Nuestros estudios piloto demostraron que había una relación significativa entre los niveles de plomo en la sangre de las mujeres en el primer trimestre y las puntuaciones de la evaluación neurológica conductual neonatal (NBNA). Este estudio fue más allá (1) para determinar la neurotoxicidad particular durante un trimestre específico, (2) para analizar los niveles "seguros" de Pb en recién nacidos y (3) para identificar los factores que influyen en la exposición prenatal al Pb. Método: Un total de 415 madres con recién nacidos ubicados en Shenzhen, Guangdong, China participaron en el estudio: 219 en el grupo de alto nivel [niveles de plomo en la sangre (BLL) en el primer trimestre 4.89 mg / dl] y 196 en el grupo de bajo nivel [BLL 1,96 mg / dl]. Los BLL maternos en cada etapa del embarazo y el parto se midieron mediante espectrofotometría de absorción atómica, equipada con un horno de grafito. El funcionamiento del desarrollo de los recién nacidos se evaluó con NBNA en 3 días. El resultado del nacimiento de los niños y el resto de la información se obtuvieron de sus registros médicos o un cuestionario completo de sus padres, que contenía características demográficas, estilo de vida, coeficiente de inteligencia, ocupación e influencias de la exposición al plomo durante y antes del primer trimestre, etc. Resultados: 415 recién nacidos, 332 (80.00%) tuvieron una recopilación de datos completa para todas las variables en el seguimiento de cuatro etapas. La media materna de BLL en el primer trimestre de 332 recién nacidos fue 3,98± 1.15 mg / dl (0.38-15.86 mg / dl) y la media geométrica (GM) fue de 3.63± 0,35 mg / dl (IC del 95%: 2,98-4,32 mg / dl). En total, aproximadamente 4.82% de los recién nacidos tenían niveles de plomo en sangre maternos > 10 mg / dl. Se han encontrado asociaciones inversas significativas entre los BLL maternos en el primer trimestre y los puntajes de NBNA (P <0.05). El consumo de leche y suplementos de Ca, Fe o Zn son factores protectores de niveles altos de BLL (OR = 0.363, P <0.05). Conclusión: nuestro estudio demuestra que la exposición al plomo fetal tan bajo como 5 mg / dl tiene un efecto adverso en neurodesarrollo, la mayoría se expresa durante el primer trimestre y se detiene mejor midiendo los BLL maternos. La evidencia colectiva indica que el cribado y la intervención después del primer trimestre pueden ser demasiado tarde para prevenir los efectos neurotóxicos fetales</p>
----	------	---	---	---	--



36	2012	Lizotte J, Abed E, Signo C, Malu DT, Cuevas J, Kevorkova O, et al.	Expression of macrophage migration inhibitory factor by osteoblastic cells: protection against cadmium toxicity.	Toxicol Lett [Internet]. 17 de diciembre de 2012;215(3):167-73. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23085580	<p>La exposición al cadmio (Cd) se ha relacionado con alteraciones del metabolismo óseo y aparición de osteoporosis.</p> <p>A pesar de su conocida toxicidad renal que interrumpe indirectamente el metabolismo óseo a través del deterioro de la síntesis de vitamina D, la creciente evidencia argumenta a favor de la acción directa de Cd sobre los osteoblastos formadores de hueso. De hecho, se ha documentado la acumulación de Cd en los osteoblastos y la muerte celular inducida por metales, pero se sabe poco sobre los mecanismos intracelulares de protección contra este estrés. En este trabajo, investigamos la protección proporcionada por las proteínas que contienen tiol contra la citotoxicidad de Cd en células osteoblásticas MC3T3. La viabilidad de las células MC3T3 se redujo por Cd de una manera dependiente de la concentración con una CL50 de $7,6 \pm 1,1$ M. La depleción de glutatión por la l-butionina sulfoximina (BSO) aumentó la sensibilidad celular a la citotoxicidad de Cd, sugiriendo la participación de péptidos que contienen tiol como un mecanismo de protección. En consecuencia, se demostró que el Cd promueve el agotamiento progresivo del contenido reducido de tiol y estimula la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS). Curiosamente, las bajas concentraciones no citotóxicas de Cd aumentaron la expresión génica del factor inhibidor de migración de macrófagos (MIF), también una proteína que contiene tiol. La inhibición del factor de transcripción NFB impidió la regulación al alza dependiente de Cd de la expresión de MIF y, por consiguiente, la citotoxicidad aumentada de Cd en los osteoblastos. Por otra parte, el FOMIN deficiente los osteoblastos de ratón fueron más sensibles a la citotoxicidad de Cd que las células control correspondientes. Mediante cromatografía de gelfiltración, demostramos que MIF actúa como una proteína que contiene tiol y por lo tanto promueve la complejación de Cd. De acuerdo con su capacidad de unión, la adición de MIF recombinante al medio de cultivo redujo la citotoxicidad de Cd. En general, la regulación al alza de la expresión de MIF por Cd puede proteger contra la citotoxicidad de este metal en los osteoblastos</p>
----	------	--	--	--	---

37	2016	Londoño-Franco L, Londoño-Muñoz P, Muñoz-García F.	Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal.	Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial [Internet]. 2016;14(2):145-53.	Este trabajo consiste en un estudio sobre los metales pesados y el riesgo potencial que pueden representar en la salud del hombre y los animales, incluyendo la cadena trófica. Con el fin de contribuir al conocimiento y sentar bases sobre la situación de estos contaminantes en nuestro medio. Sin lugar a dudas las explotaciones mineras, la contaminación del suelo, el agua, las plantas y animales por cuenta de la industrialización, los fertilizantes, insecticidas químicos y otras actividades propias del desarrollo de las sociedades actuales han propiciado el aumento exagerado de metales pesados: mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), entre otros y como consecuencia directa la contaminación. Además sumado a factores como: el cambio climático, el efecto invernadero, la deforestación, la pérdida de recursos naturales en flora y fauna han aumentado la amenaza de los metales pesados en la naturaleza. El objetivo consiste en examinar los metales pesados en cuanto su origen, distribución, usos generales y principales alteraciones sobre el ambiente, afectando además la salud humana y animal. A fin de propiciar mayor concientización e investigación sobre el tema, que conlleve a la disminución de los riesgos de los metales pesados en los ecosistemas.
----	------	--	---	---	---



38	2015	Marques RC, Bernardi JV, Abreu L, Dórea JG.	Neurodevelopment outcomes in children exposed to organic mercury from multiple sources in a tin-ore mine environment in Brazil	Arch Environ Contam Toxicol [Internet]. abril de 2015;68(3):432-41	<p>El metilmercurio (del pescado de agua dulce) y el etilmercurio [de las vacunas que contienen timerosal (TCV)] son la fuente más frecuente de exposición neurotóxica durante los primeros años de vida de las familias que consumen pescado y usan estas vacunas. Pero los niños que viven en entornos mineros amazónicos están expuestos a metales tóxicos adicionales en los materiales de desecho. Estudiamos la exposición al mercurio (Hg) y el neurodesarrollo en 294 niños (105 niños y 189 niñas) de Bom Futuro (Rondonia, Brasil), el epicentro de una mina a cielo abierto con mineral de estaño. Concentraciones de Hair-Hg (HHg) y etilmercurio total (de TCV) se tomaron de bebés y madres respectivas durante el embarazo. Utilizamos el análisis bivariado para determinar el efecto del sexo y los modelos mixtos lineales para evaluar la asociación de exposiciones orgánicas prenatales y posnatales con la escala Bayley de desarrollo infantil (BSID) como índice de desarrollo psicomotor e índice de desarrollo mental (MDI) a los 6 y 24 meses de edad, así como los logros de hitos (edad de caminar y edad de hablar). Se observaron diferencias significativas entre niños y niñas tanto para el puntaje del MDI ($p = 0.0073$) como para el puntaje del MDI ($p = 0.0288$) a los 6 meses, pero no a los 24 meses. El análisis de regresión mostró que solo en los varones hubo una interacción significativa entre el puntaje MDI con el ingreso familiar ($\beta = 0.288$, $p = 0.018$) y con el peso al nacer ($\beta = -0.216$, $p = 0.036$) a los 6 meses; sin embargo, a los 24 meses, solo los varones mostraron una asociación significativa de la puntuación MDI ($\beta = -0.222$, $p = 0.045$) y la puntuación MDI ($\beta = -0.222$, $p = 0.045$) con HHg neonatal. En los niños, la edad de caminar se asoció con HHg ($\beta = 0.188$, $p = 0.019$) y lactancia materna ($\beta = -0.282$, $p = 0.000$), mientras que para las niñas, la edad de caminata solo se asoció con la lactancia materna ($\beta = -0.275$, $p = 0.001$). En este entorno minero, con solo una asociación débil para la exposición prenatal al Hg, hubo una diferencia significativa en el sexo en el neurodesarrollo, y los niños mostraron mayor sensibilidad relacionada con los retrasos de BSID.</p>
----	------	---	--	--	---



39	2012	Mazzaron G, de Marco K, Grotto D, Valentini J, Garcia S, Leite G, et al.	Evaluation of glutathione-S-transferase GSTM1 and GSTT1 polymorphisms and methylmercury metabolism in an exposed Amazonian population	Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A [Internet]. 2012;75(16-17):960-70.	En las últimas décadas, la presencia de metilmercurio (MeHg) en la región amazónica de Brasil y sus efectos adversos para la salud humana han sido motivo de gran preocupación. La biotransformación de MeHg se produce principalmente a través de glutatión (GSH) en la bilis mediada por la conjugación con glutatión S-transferasas (GST). La evidencia epidemiológica ha demostrado que los polimorfismos genéticos pueden afectar el metabolismo de MeHg. El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación entre los polimorfismos GST, GSH y los niveles de Hg en sangre (B-Hg) y en cabello (H-Hg) de una población amazónica crónicamente expuesta al metal a través del consumo de pescado. Se recogieron muestras de sangre y pelo de 144 voluntarios (71 hombres, 73 mujeres). Los niveles de B-Hg y H-Hg se determinaron mediante espectrometría de masa plasmática acoplada inductivamente, y los niveles de GSH se evaluaron mediante un método espectrofotométrico. La evaluación de genotipificación de GSTM1 y T1 se llevó a cabo mediante reacción en cadena de polimerasa múltiple (PCR). Los niveles medios de B-Hg y H-Hg fueron $37.7 \pm 24.5 \mu\text{g} / \text{L}$ y $10.4 \pm 7.4 \mu\text{g} / \text{g}$, respectivamente; Las concentraciones de GSH oscilaron entre 0,52 y 2,89 $\mu\text{M} / \text{ml}$ de sangre total. Las distribuciones para los genotipos GSTM1 / T1, GSTM1 / GSTT1 * 0, GSTM1 * 0 / T1 y GSTM1 * 0 / GSTT1 * 0 fueron 35.4, 22.2, 25.0 y 17.4%, respectivamente. Los portadores del genotipo GSTT1 presentaron niveles más bajos de B-Hg y H-Hg en comparación con otros portadores de genotipos. Además, los individuos GSTM1 * 0 / GSTT1 * 0 presentaron mayores niveles de Hg en sangre y cabello que los sujetos que presentaban otros genotipos. No parece haber evidencia de un efecto de polimorfismos en los niveles de GSH. Por lo tanto, nuestros datos sugieren que los polimorfismos GST pueden estar asociados con la desintoxicación MeHg.
40	2010	Molina C, Arango C, Serna M.	Mercurio: implicaciones en la salud y el medio ambiente.	Retel [Internet]. 2010;7-19.	Aunque el mercurio, metal líquido, se presenta en la naturaleza, las actividades antropogénicas contribuyen al aumento de sus concentraciones, tanto en su estado orgánico, como inorgánico. A continuación, se presenta una revisión general sobre este metal, su ciclo e impacto tanto en el medio ambiente como en la salud humana, a partir de estudios realizados en diversos países incluyendo Colombia.

41	2008	Moreno JA.	Alteraciones comportamental es y de personalidad debido a la exposición ocupacional a mercurio en un grupo mineros del oro de la región del Bagre Antioquia	[Internet] [Especialización]. [Medellín]: CES; 2008.	<p>El Mercurio es un metal pesado con capacidad de afectar la salud por su comportamiento tóxico. El mercurio, especialmente el metálico afecta a las poblaciones que trabajan en regiones auríferas en Antioquia y específicamente en El Municipio de El Bagre. Se planteó una hipótesis operativa: “La exposición ocupacional a los vapores de mercurio metálico produce alteraciones comportamentales y de personalidad”. Se tomó unos grupos de 25 personas de ocupación minera y se sometieron a una batería de pruebas de personalidad y comportamiento. Esta investigación fue desarrollada en el Municipio de El Bagre, Bajo cauca Antioqueño, Colombia. Sin pretender establecer un estudio analítico de casos y controles, se hallaron diferencia significativas en el desempeño de un grupo muestra con un grupo de comparación, constatando hallazgos similares en otros estudios realizados (Almirrall P; Hurtado. R; 1983) (Moreno.J H, Tirado V, García, M, 1999, y Tirado V, & Otros, 2000). El resultado de las pruebas se encontró: A. Prueba de personalidad (Cuestionario EPQ-RA) rasgos importantes de Neuroticismo y Psicopatía , indicando ansiedad y cambios de humor. B. Analizando en su conjunto las pruebas comportamentales (Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF), Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad (Hänninen y Lindstrom), y Cuestionario de escala Sintomática de Estrés(S.S.S.), se halló el compromiso neuropsicologico a partir de síntomas como la Inestabilidad psiconeurovegetativa, Astenia, Irritabilidad y Déficit de concentración y memoria. El Registro de fatiga con componente somático y estrés muy alto es muy significativo, es un indicador del estado de salud de un individuo en su desempeño ocupacional y es una alarma en cuanto está asociado a condiciones de bienestar laboral y situaciones de contaminación de agentes tóxicos en el medio ocupacional (Almirrall P; Hurtado. R; 1983 Los hallazgos encontrados confirman la hipótesis de que la exposición al mercurio genera alteraciones comportamentales y de personalidad y está de acuerdo con los estudios realizados en otros países con población expuesta ocupacionalmente, (Zavariz y Glina en 1992), (Bluhm & Bobbit (1992), (Kiski & cols (1994), pero especialmente con un estudio que se hizo precisamente con población minera de esta misma región (Moreno.J H, Tirado V, García, M, 1999, y Tirado V, & Otros, 2000).</p>
----	------	------------	---	--	--



42	2006	Navas-Acien A, Silbergeld E. K, Streeter R. A, Clark J. M, Burke T. A, Guallar E.	Arsenic exposure and type 2 diabetes: a systematic review of the experimental and epidemiologic evidence.	Environ Health Perspect [Internet]. 2006;114(5):641-8.	<p>Se ha sugerido que la exposición crónica al arsénico contribuye al desarrollo de la diabetes. Realizamos una revisión sistemática de la evidencia experimental y epidemiológica sobre la asociación de arsénico y diabetes tipo 2. Identificamos 19 estudios in vitro de metabolismo de arsénico y glucosa. Cinco estudios informaron que el arsénico interfiere con los factores de transcripción implicados en la expresión génica relacionada con la insulina: el factor 1 corriente arriba en las células β pancreáticas y el receptor y activado proliferativo de peroxisoma en los preadipocitos. Otros estudios in vitro evaluaron el efecto del arsénico en la captación de glucosa, típicamente usando concentraciones muy altas de arsenito o arseniato. Estos estudios proporcionan una visión limitada de los posibles mecanismos. Identificamos 10 estudios in vivo en animales. Estos estudios mostraron efectos inconsistentes del arsénico en el metabolismo de la glucosa. Finalmente, identificamos 19 estudios epidemiológicos (6 en áreas con alto contenido de arsénico en Taiwán y Bangladesh, 9 en poblaciones ocupacionales y 4 en otras poblaciones). En estudios de Taiwán y Bangladesh, el cálculo del riesgo relativo combinado para la diabetes que compara categorías extremas de exposición al arsénico fue de 2,52 (intervalo de confianza del 95%, 1,69-3,75), aunque los problemas metodológicos limitan la interpretación de la asociación. La evidencia de los estudios ocupacionales y de poblaciones generales distintas de Taiwán o Bangladesh fue inconsistente. En resumen, la evidencia disponible actual es inadecuada para establecer un papel causal del arsénico en la diabetes. Debido a que la exposición al arsénico es generalizada y la prevalencia de diabetes está alcanzando proporciones epidémicas, los estudios experimentales con concentraciones de arsénico relevantes para la exposición humana y los estudios epidemiológicos prospectivos que miden biomarcadores de arsénico y la evaluación apropiada de la diabetes deberían ser una prioridad de investigación.</p>
----	------	---	---	--	---



43	2017	Ngole-Jeme Fantke P.	VM, Ecological and human health risks associated with abandoned gold mine tailings contaminated soil	PLoS One [Internet]. 2017;12(2):e0172517.	<p>La extracción de oro es una fuente importante de emisiones de metales y metaloides en el medio ambiente. Se llevaron a cabo estudios en Krugersdorp, Sudáfrica, para evaluar los riesgos ecológicos y para la salud humana asociados con la exposición a metales y metaloides en suelos contaminados con residuos mineros. Concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), plomo (Pb), manganeso (Mn), níquel (Ni) y zinc (Zn) en muestras de suelo del área variada con los factores de contaminación más altos (expresados como proporción de concentración de metal o metaloide) en el suelo contaminado de relaves a la del sitio de control) observado para(3.5x10²), Co (2.8x10²) y Ni (1.1x10²). Los valores del índice de riesgo ecológico potencial para metales y metaloides determinados a partir de las concentraciones de metaloides y metales del suelo y sus respectivos factores de riesgo fueron correspondientemente más altos para As (3.5x10³) y Co (1.4x10³), mientras que Mn (0.6) presentó el riesgo ecológico más bajo. El riesgo para la salud humana se evaluó utilizando el cociente de riesgo (HQ), el índice de riesgo crónico (CHI) y los niveles de riesgo carcinogénico, donde los valores de HQ> 1, CHI> 1 y los valores de riesgo carcinogénico> 1 × 10⁻⁴ representan riesgos elevados. Los valores para HQ indicaron un alto riesgo relacionado con la exposición para As (53.7), Cr (14.8), Ni (2.2), Zn (2.64) y Mn. (1.67). Los niños corrieron más riesgo de exposición a metales pesados y metaloides que los adultos. Los riesgos relacionados con el cáncer asociados con la exposición a metales y metaloides entre los niños también fueron mayores que en los adultos con valores de riesgo de cáncer de 3 × 10⁻² y 4 × 10⁻² para As y Ni, respectivamente, entre los niños, y 5 × 10⁻³ y 4 × 10⁻³ para As y Ni respectivamente entre adultos. Existe un riesgo potencial significativo para la salud humana y ecológica asociado con la exposición a metales y metaloides de los suelos contaminados alrededor de los botaderos de relaves de minas de oro. Esto podría ser un posible factor que contribuye a un revés en la salud de los residentes en asentamientos informales dominando esta área minera ya que los sistemas inmunes de algunos de estos residentes ya están comprometidos por la alta prevalencia del VIH</p>
----	------	----------------------	---	---	---



44	2016	Obiri S, Yeboah P, Osae S, Adu-kumi S, Cobbina S, Armah F, et al.	Human Health Risk Assessment of Artisanal Miners Exposed to Toxic Chemicals in Water and Sediments in the Prestea Huni Valley District of Ghana.	Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2016;13(1):139.	<p>En este estudio se realizó una evaluación de riesgos para la salud humana de mineros artesanales expuestos a metales tóxicos en cuerpos de agua y sedimentos en el distrito de PresteaHuni Valley de Ghana, en línea con las pautas de evaluación de riesgos de la EPA de EE. UU. Se recolectó un total de 70 muestras de agua y 30 de sedimentos de cuerpos de agua superficial en áreas impactadas por las operaciones de minas de oro artesanales de pequeña escala en el área de estudio y analizados para parámetros físico-químicos tales como pH, TDS, conductividad, turbidez así como metales y metaloides como As, Cd, Hg y Pb en CSIR-Water Research Institute usando métodos estándar para el examen de aguas residuales como se describe en American Water Works Association (AWWA). Las concentraciones medias de As, Cd, Hg y Pb en muestras de agua variaron desde 15 µg / L a 325 µg / L (As), 0,17 µg / L a 340 µg / L (Cd), 0,17 µg / L a 122 µg / L (Pb) y 132 µg / L a 866 µg / L (Hg), respectivamente. Estas concentraciones medidas de arsénico (As), mercurio (Hg), cadmio (Cd) y plomo (Pb) se usaron como parámetros de entrada para calcular el cáncer y los riesgos para la salud no cancerosos de la exposición a estos metales en cuerpos de agua superficiales y sedimentos en un ocupacional escenario de exposición utilizando los parámetros de exposición a la tendencia central (CTE) y de exposición máxima razonable (RME). Los resultados de la evaluación de riesgos para la salud humana sin cáncer para mineros de pequeña escala que trabajan alrededor del río Anikoko expresados en términos de cocientes de peligros basados en parámetros CTE son los siguientes: 0.04 (Cd), 1.45 (Pb), 4.60 (Hg) y 1.98 (Como); mientras que el riesgo de salud del cáncer que enfrenta ASGM los mineros en Dumase expuestos a As en el río Mansi por ingestión oral de agua son 3.1 10³. Los resultados del cociente de riesgos obtenidos de este estudio en la mayoría de los casos estuvieron por encima del valor de orientación de la HQ de 1.0, además los resultados de riesgo de salud del cáncer fueron mayores que el valor de orientación de USEPA de 1 10⁴ a 1 10⁶. Estos hallazgos requieren estudios epidemiológicos de casos y controles para establecer la relación entre la exposición a los químicos tóxicos antes mencionados y las enfermedades asociadas a ellos identificadas en otros estudios realizados en diferentes países como base para desarrollar intervenciones de políticas para abordar el tema de la seguridad de los mineros de ASGM Ghana</p>
----	------	---	--	---	--

45	2004	Ogawa T, Kobayashi E, Okubo Y, Suwazono Y, Kido T, Nogawa K.	Relationship among prevalence of patients with Itai-itai disease, prevalence of abnormal urinary findings, and cadmium concentrations in rice of individual hamlets in the Jinzu River basin, Toyama prefecture of Japan.	Int J Environ Health Res [Internet]. 2004;14(4):243-52.	Este estudio investigó las asociaciones entre la prevalencia de pacientes con enfermedad de Itai-itai y la prevalencia de hallazgos urinarios anormales y las concentraciones de cadmio (Cd) en el arroz en aldeas individuales de la cuenca del río Jinzu. De los 13.183 participantes de los exámenes de salud de 1967 y 1968, seleccionamos 3.094 sujetos como la población objetivo que había residido en la aldea actual durante un total de 30 años o más y con una edad ≥ 50 años, y en la aldea tanto el Cd se conocía la concentración en arroz y la prevalencia de pacientes con la enfermedad de Itai-itai. Cuando los habitantes se dividieron en cuatro grupos según la concentración de Cd en el arroz o la prevalencia de hallazgos urinarios anormales, se demostraron relaciones significativas entre tres factores (concentración de Cd en el arroz, prevalencia de hallazgos urinarios anormales y prevalencia de pacientes con enfermedad de Itai-itai) claramente usando la prueba de Cochran-Armitage. Los coeficientes de correlación entre los tres factores en 55 aldeas mostraron que la prevalencia de los pacientes con enfermedad de Itai-itai aumentó de acuerdo con los aumentos en la concentración media de Cd en el arroz y el aumento de la prevalencia de los hallazgos urinarios. Este estudio demostró que la enfermedad de Itai-itai es inducida por la exposición al Cd ambiental y que la disfunción renal juega un papel importante en su desarrollo.
----	------	--	---	---	--



46	2013	Ohlander J, Huber S, Schomaker M, Heumann C, Schierl R, Michalke B, et al.	Risk Factors for Mercury Exposure of Children in a Rural Mining Town in Northern Chile.	PLoS One [Internet]. 2013;8(11):e79756.	<p>OBJETIVO: La extracción tradicional de oro está asociada a la exposición al mercurio. Especialmente vulnerable a sus efectos neurotóxicos es el sistema nervioso en desarrollo de un niño. Nuestro objetivo fue investigar los factores de riesgo de la exposición al mercurio entre los niños en un pueblo minero rural en Chile.</p> <p>MÉTODOS: Utilizando un cuestionario validado distribuido a los padres de los niños, se obtuvieron factores de riesgo de mercurio a priori, posibles vías de exposición y la demografía de los niños. Los niveles de mercurio se midieron mediante el análisis de muestras de uña. Se realizó una regresión logística que modela el efecto de los factores de riesgo en los niveles de mercurio por encima del percentil 75 (th), ajustado por posibles factores de confusión.</p> <p>RESULTADOS: Los 288 niños tenían una edad media de 9,6 años (DE = 1,9). El nivel promedio de mercurio en la población del estudio fue de 0.13 µg / g (SD 0.11, mediana 0.10, rango 0.001-0.86 µg / g). El factor de riesgo más fuerte para las probabilidades de los niños con altos niveles de mercurio (> 75 (percentil), 0.165 µg / g) era jugar dentro de una casa donde un miembro de la familia trabajaba con mercurio (OR ajustado 3,49 IC del 95%: 1,23-9,89). Además, los niños cuyos padres trabajaban en la minería de oro industrial tenían mayores probabilidades de niveles altos de mercurio que los niños cuyos padres trabajaban en la minería industrial de cobre o fuera de las actividades mineras.</p> <p>CONCLUSIÓN: La exposición al mercurio a través de la extracción de oro en pequeña escala podría afectar a los niños en sus entornos domésticos. Estos resultados pueden ayudar a convencer a la población local de prohibir la quema de mercurio dentro de los hogares.</p>
----	------	--	---	---	---



47	2009	Ohsawa M.	Heavy metal-induced immunotoxicity and its mechanisms.	Yakugaku Zasshi [Internet]. marzo de 2009;129(3):305-19.	Los efectos inmunotóxicos de metales pesados, como un agente ambiental típico, y sus mecanismos se revisan en base a nuestros hallazgos sobre la respuesta autoinmune inducida por la exposición al cadmio (Cd) como CdCl ₂ (2). Los efectos inmunes adversos de los productos químicos, definidos como inmunotoxicidad, se han utilizado como un biomarcador sensible para evaluar los efectos de los químicos ambientales en la salud. Mi investigación inicial se centró en la toxicidad renal de los metales pesados y se desarrolló para dilucidar las características y los mecanismos de la nefritis mediada por mecanismos inmunitarios inducida por metales pesados. En nuestros estudios, el hallazgo más interesante fue la producción de autoanticuerpos mejorada por la exposición oral al Cd a niveles ambientales. Se observó simultáneamente con la potenciación de la producción de anticuerpos no específicos y la supresión de la producción de anticuerpos específicos de antígeno cebado. Se descubrió que la inmunoestimulación, incluida la inducción de autoanticuerpos, es el efecto inmunotóxico primario de Cd, debido a la sensibilidad a la dosis, y que se asocia con la activación policlonal de células B (PBA). Otros estudios de mecanismos sobre el PBA inducido por Cd in vitro mostraron que estaba mediado por células T, a través de citocinas, predominantemente citocinas de tipo 2 y reconocimiento de antígenos de MHC-II de la superficie celular. La similitud entre las PBA inducidas por las sales inorgánicas de Cd, mercurio y plomo sugiere que sería el efecto común entre los metales participar en su patogénesis de la nefritis. Finalmente, se discute la posible importancia para la salud del PBA inducido por químicos asociado con una tendencia creciente de enfermedades autoinmunes en los países industrializados.
48	1995	OLIVERO, Jesús, MENDONZA, Claudia, MESTRE, Judith.	Mercurio en Cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el norte de Colombia.	Rev Saude Publica [Internet]. 1995;29(5):376-9.	Análisis de mercurio en cabello fue realizado a 219 personas que habitan en la principal zona de minería del oro en Colombia, tomando 27 personas de la ciudad de Cartagena, como muestra Control. Para el análisis de los datos, la muestra estudiada se dividió de acuerdo con la ocupación de las personas, encontrándose concentraciones medias (\pm DE) de 5,23 \pm 5,78, 2,83 \pm 3,27, 2,40 \pm 2,02 y 1,33 \pm 0,74 mg/g de mercurio en cabello, para pescadores, mineros, personas dedicadas a otras actividades y grupo control respectivamente. De acuerdo con el análisis de varianza y el test de Newman Keuls, existe diferencia significativa ($p < 0,01$) para las concentraciones de mercurio observadas entre pescadores y los demás grupos. No se presentaron diferencias significativas de mercurio en cabello de acuerdo con el sexo, tampoco se detectó correlación con la edad, no obstante se observó una ligera correlación positiva ($R = 0,15$, $p < 0,01$) con la frecuencia en el consumo de pescado. Los principales síntomas de intoxicación mercurial encontrados entre la población expuesta fueron cefalea, náuseas, lesiones orales, gusto metálico, pérdida de memoria e irritabilidad.

49	2011	Olivero-Verbel J, Caballero-Gallardo K, Marrugo Negrete J.	Relationship Between Localization of Gold Mining Areas and Hair Mercury Levels in People from Bolivar , North of Colombia.	Biol Trace Elem Res [Internet]. 2011;144(1-3):118-32.	<p>El mercurio (Hg) es un metal pesado que, una vez en el ambiente, se bioacumula y biomagnifica a través de la cadena alimenticia y afecta los ecosistemas. El objetivo de este estudio fue evaluar las concentraciones totales de Hg (T-Hg) en individuos a lo largo de los ríos Cauca y Magdalena en Colombia, donde se llevan a cabo la mayoría de las actividades de extracción de oro. Un total de 1.328 muestras de cabello fueron recolectadas y analizadas para T-Hg usando espectroscopía de absorción atómica. Las concentraciones de T-Hg variaron de 0.01 a 20.14 $\mu\text{g} / \text{g}$. Los niveles más altos se detectaron en La Raya ($5,27 \pm 0,32 \mu\text{g} / \text{g}$), Achi ($2,44 \pm 0,22 \mu\text{g} / \text{g}$) y Montecristo ($2,20 \pm 0,20 \mu\text{g} / \text{g}$), lugares que se encuentran cerca de las minas de oro. Las concentraciones disminuyeron con la distancia de las principales áreas mineras. Solo el 0.75% de los individuos tenían niveles de T-Hg por encima de $10 \mu\text{g} / \text{g}$. Los hombres tenían niveles de T-Hg significativamente más altos que las mujeres, y el análisis de correlación reveló relaciones moderadamente débiles pero significativas entre T-Hg y peso ($R = 0.111$, $P < 0.001$), estatura ($R = 0.111$, $P < 0.001$) y edad ($R = 0.073$, $P = 0.007$). Sin embargo, las concentraciones de T-Hg no variaron de acuerdo con la frecuencia de consumo de pescado. La encuesta de salud subjetiva no mostró signos o síntomas relacionados con Hg en la muestra estudiada. Sin embargo, los estudios son necesarios para detectar el daño neurológico vinculado al metal. Para proteger la salud de las personas que viven cerca de los ríos colombianos, es necesario cambiar las tecnologías a programas de minería, monitoreo y educación libres de Hg.</p>
50	2016	Olivero-Verbel J, Carranza-Lopez, L, Caballero-Gallardo, K, Ripoll-Arboleda, A, Muñoz-Sosa, D.	Human exposure and risk assessment associated with mercury pollution in the Caqueta River, Colombian Amazon.	Environ Sci Pollut Res Int [Internet]. octubre de 2016;23(20):207 61-71.	<p>El mercurio (Hg) es un contaminante global que presenta riesgos graves para la salud humana en todo el mundo. El objetivo de este estudio fue evaluar los niveles de Hg total (T-Hg) en cabello humano y peces en el río Caqueta, en la Amazonía colombiana, así como determinar los riesgos basados en el consumo de pescado para la ingesta de T-Hg. Los niveles de T-Hg se midieron usando un analizador de mercurio directo. El nivel medio general de T-Hg en el cabello para humanos en la muestra del río Caqueta ($n = 200$) fue de $17,29 \pm 0,61 \mu\text{g} / \text{g}$ ($1,2$ a $47,0 \mu\text{g} / \text{g}$). Noventa y cuatro por ciento de los individuos tenían concentraciones de T-Hg en el cabello mayores que el nivel umbral de la OMS ($5 \mu\text{g} / \text{g}$), y el 79% mostraban niveles superiores a $10 \mu\text{g} / \text{g}$. Las concentraciones promedio de Hg en los peces variaron entre $0.10-0.15 \mu\text{g} / \text{g}$ y $0.10-1.60 \mu\text{g} / \text{g}$, para especies no carnívoras y no carnívoras, respectivamente. Con base en la tasa máxima de consumo de pescado permitida para los adultos, la mayoría de las especies carnívoras deben evitarse en la dieta, ya que su cociente de riesgo objetivo varió de 2.96 a 31.05, lo que representa un riesgo de problemas de salud relacionados con el Hg. A la luz de la evidencia existente de niveles elevados de Hg en la población indígena de la Amazonía colombiana, los peces carnívoros deberían restringirse como parte de la dieta, y la lactancia debería reducirse para proteger a los niños</p>

51	2007	Olivero-Verbel J, Duarte D, Echenique M, Guette J, Johnson-Restrepo B, Parsons PJ.	Blood lead levels in children aged 5-9 years living in Cartagena, Colombia.	Sci Total Environ [Internet]. 1 de enero de 2007;372(2-3):707-16	Durante junio-agosto de 2004, se evaluaron los niveles de plomo en la sangre (BPb) y diversos parámetros hematológicos en niños de 5 a 9 años en diez escuelas primarias ubicadas en ocho vecindarios en Cartagena, Colombia. Las escuelas seleccionadas para este estudio son atendidas principalmente por niños de familias de bajos ingresos. Un total de 189 sujetos participaron en la encuesta. La media aritmética +/- error estándar BPb fue 5.49 +/- 0.23 microg / dL (rango <1.0-21.0 microg / dL). La media geométrica fue 4.74 microg / dL (IC 95%: 4.29-5.18). Una proporción de los niños (7.4%) tenían niveles de BPb por encima del umbral de preocupación de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (10 µg de Pb / dL). Los niveles de BPb se correlacionaron débilmente, pero significativamente y positivamente, con el conteo de glóbulos rojos (RBC) y negativamente con el tamaño corporal del niño, la edad, el volumen corpuscular medio (MCV) y la hemoglobina corpuscular media (MCH). Los niveles de BPb no difirieron significativamente entre niños y niñas, pero se observaron diferencias significativas entre vecindarios (P <0.001). Actividades como los procesos relacionados con la fusión de metales y la producción de plomo en la red de pesca son las principales fuentes de exposición al plomo en Cartagena.
52	2008	Ramírez A.	Intoxicación ocupacional por mercurio.	An Fac med [Internet]. 2008;69(1):46-51.	El mercurio, metal pesado ampliamente utilizado por el hombre, es muy tóxico; produce daño al sistema nervioso central, perturbaciones del comportamiento y lesiones renales. Se acumula en todos los seres vivos y no es esencial para ningún proceso biológico. La toxicidad del mercurio está directamente relacionada con su estado químico. El metilmercurio es la forma más dañina, con efectos neurotóxicos en adultos y en fetos de madres expuestas. El mercurio metálico no es menos tóxico. Las sales de mercurio inorgánico afectan directamente al riñón. Clínicamente, en la exposición ocupacional a mercurio se encuentra la triada clásica: temblor, alteración de la personalidad y estomatitis. En los últimos años se ha demostrado también alteración en la visión cromática. La exposición aguda se evalúa midiendo el mercurio en la sangre, mientras que la exposición crónica y ocupacional se determina mejor dosándolo en orina homogenizada de 24 horas. Los quelantes del metal -BAL, sus derivados o la D-penicilamina- son usados para tratar la intoxicación aguda o crónica.
53	2013	Ramírez A.	Exposición ocupacional y ambiental al arsénico. Actualización bibliográfica para investigación científica.	An Fac med [Internet]. julio de 2013;74(3).	El arsénico (As) es un metaloide presente en minerales complejos que contienen cobre, plomo y otros; en el trabajador causa arsenicismo ocupacional y la principal exposición ocurre en metalurgia del cobre. Sus compuestos trivalentes tienen tendencia acumulativa e ingresan por las vías respiratoria, digestiva o cutánea y se transforman en los ácidos dimetilarsénico y metilarsénico. En la mitocondria, con el azufre de los grupos mercapto forma enlaces covalentes y desacopla la fosforilación oxidativa, sugiriendo una acción inhibitoria no hidrolítica a ese nivel. Es cancerígeno para varios órganos. Se excreta por orina, heces y piel. Los peces y mariscos contienen arsénico orgánico. En sujetos no expuestos, dependiendo de la dieta, el As inorgánico en orina es < 5 ug/L. El índice de exposición biológica para trabajadores medido al final de la semana laboral es 35 µg/g creatinina y el valor límite umbral para ambientes de trabajo es 0,01mg/m3. La arsina es el compuesto arsenical más tóxico. El arsénico contenido en el agua



					de ciertas regiones produce la enfermedad ambiental llamada hidroarsenicismo crónico regional endémico.
54	2006	Ramírez, Augusto V.	Biomarcadores en monitoreo de exposición a metales pesados en metalurgia.	Anales de la Facultad de Medicina [Internet]. 2006;67(1):49-58.	La salud del trabajador es el hecho más importante en la vigilancia por exposición a tóxicos industriales. En metalurgia extractiva, existe exposición a muchos elementos y compuestos químicos. El avance tecnológico actual permite realizar mediciones muy precisas en medios biológicos. Monitoreo biológico es medir la concentración del agente tóxico en los medios biológicos del trabajador, para establecer niveles de exposición y medidas de control en el ambiente laboral. Un indicador biológico de exposición valora la cantidad absorbida de un químico o de los subproductos de su biotransformación en medios biológicos, lo que permite cuantificar al agente en el organismo. En la exposición industrial para valorar daño renal, usamos función renal, citotoxicidad específica, proteínas de peso molecular bajo o enzimas excretadas. Para el sistema nervioso, se desarrolla indicadores 'substitutos' y, en genotoxicidad, aductos del ADN. El presente trabajo revisa indicadores de exposición para metales en metalurgia extractiva.
55	2006	Rivera JE.	Agua y salud pública: el caso del mercurio. La violencia invisible. Movimientos sociales y lucha por el derecho humano al agua en América Latina. El otro derecho.	ILSA [Internet]. 2006;34:61-74.	Artículo gris no tiene resumen
56	2007	RIVERA-TAPIA, José Antonio.	Contaminación y salud pública en México.	Salud pública Méx [Internet]. 2007;49(2):84-5.	Es una carta al editor
57	2012	Sabath E, Robles-Osorio ML.	Renal health and the environment: heavy metal nephrotoxicity.	Nefrología [Internet]. mayo de 2012;32(3):279-86.	En la actualidad se reconoce que contaminantes ambientales como el cadmio, el plomo y el arsénico tienen un papel importante en la génesis de la insuficiencia renal crónica. Estudios epidemiológicos han demostrado la fuerte asociación entre exposición a estos metales y la presencia de daño renal crónico. Los mecanismos fisiopatológicos de daño renal por metales son complejos y aún se desconocen varios aspectos de su metabolismo y mecanismos de daño en el organismo. Es objetivo de esta revisión analizar dichos mecanismos fisiopatológicos de daño renal por cadmio, plomo y arsénico.



58	2017	Santos-Francés F, Martínez-Graña A, Alonso Rojo P, García Sánchez A.	Geochemical Background and Baseline Values Determination and Spatial Distribution of Heavy Metal Pollution in Soils of the Andes Mountain Range (Cajamarca-Huancavelica, Peru).	Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2017;14(8):pii: E859.	<p>Concentraciones de siete metales pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn) y un metaloide (As) así como diversos parámetros (pH, carbono orgánico, análisis granulométrico y capacidad de intercambio catiónico) se analizaron en 77 suelos muestras recolectadas en las áreas mineras de La Zanja y Colquirrum (Departamento de Cajamarca) y Julcani (Departamento de Huancavelica). Nuestro estudio propuso valores de referencia geoquímicos para metales pesados en una región natural (La Zanja) a partir de muestras recolectadas durante el período del estudio de impacto ambiental (2006), es decir, de un período anterior que ocurrió al comienzo de la explotación de la corriente mina de oro. Los valores de referencia obtenidos fueron los siguientes: 8,26 mg · kg⁻¹ para Cr; 56,97 mg · kg⁻¹ para Ni; 22, 20 mg · kg⁻¹ para el Cu; 47,42 mg · kg⁻¹ para Zn; 27.50 mg · kg⁻¹ para As; 4.36 mg · kg⁻¹ para Cd; 4.89 mg · kg⁻¹ para Hg, y 44.87 mg · kg⁻¹ para Pb. Mediante el uso de diferentes índices de contaminación por metales pesados (índice de geoacumulación (Igeo), índice de Nemerow mejorado (IIN) e índice de riesgo ecológico potencial (RI)), el grado de contaminación causada por las actividades mineras en dos áreas, Colquirrum y Julcani , que tienen una alta densidad de sitios mineros en operación, se determinó. Los valores obtenidos de estos índices indicaron que la región de Colquirrum fue la más contaminada, seguida de Julcani. El área de La Zanja, a pesar de estar libre de operaciones mineras, presentó una leve contaminación difusa. Se obtuvieron varias correlaciones positivas, con un alto nivel de significación, entre el pH, el contenido de carbono orgánico, la capacidad de intercambio catiónico y las concentraciones de Cr, Pb y Ni de los suelos. La distribución espacial de los metales pesados se realizó por medio del método de interpolación de kriging ordinario. Los resultados obtenidos y la experiencia adquirida en este trabajo fueron necesarios para facilitar la identificación de procesos de contaminación del suelo en áreas de gran altitud de la Cordillera Occidental de los Andes (Perú) como base para tomar medidas apropiadas al restaurar suelos, durante procesos de cierre de minas, y proteger la calidad de los recursos del suelo.</p>
----	------	--	---	---	---



59	2017	Schutzmeier P, Berger U, Bose- O'Reilly S.	Gold Mining in Ecuador: A Cross-Sectional Assessment of Mercury in Urine and Medical Symptoms in Miners from Portovelo/Zaruma.	Int J Environ Res Public Health. 2017;14(1):34.	<p>El mercurio es un metal tóxico y se usa en la minería de oro a pequeña escala. En Portovelo, Ecuador, el mercurio ha sido un problema ambiental y de salud durante décadas. El objetivo de este estudio fue evaluar la concentración de mercurio en la orina de los mineros de Portovelo / Zaruma para establecer una prevalencia de valores altos. Se recogieron y analizaron ochocientas sesenta y cinco (865) muestras de orina para determinar su contenido de mercurio, utilizando espectroscopía de absorción de átomos de vapor frío. Se estimó la prevalencia de altos valores de mercurio (> 25 µg / L). Cuarenta y cuatro (44) mineros con niveles de mercurio > 15 µg / L completaron un cuestionario de características y posibles factores de confusión, y se examinaron los síntomas de intoxicación para establecer los diez puntos de la puntuación del puntaje médico. La mediana del valor de la orina fue de 1.8 µg / L; 78.3% de los mineros estaban por debajo de 7 µg / L y no estaban en riesgo de intoxicación, mientras que 5.9% de los mineros excedieron el límite de 25 µg / L y era probable que experimentaran síntomas de intoxicación. La puntuación del puntaje médico tuvo un rango de 2 a 8 puntos con una mediana de 6. La baja prevalencia de altas concentraciones de mercurio muestra que la política y las técnicas para eliminar el uso de mercurio se están implementando con éxito. Se necesitan más estudios para identificar los factores que permiten este proceso.</p>
----	------	--	--	---	--



60	2004	Shi H, Hudson L, Ding W, Wang S, Cooper K, Liu S, et al.	Arsenite causes DNA damage in keratinocytes via generation of hydroxyl radicals.	Chemical Research in Toxicology;17(7): 871-8.	<p>El arsénico es una toxina ambiental y ocupacional. Las toxicidades dermatológicas debidas a la exposición al arsénico están bien documentadas e incluyen carcinomas de células basales y células escamosas. Sin embargo, el mecanismo del cáncer de piel inducido por arsénico no es bien entendido. Estudios recientes indican que la exposición al arsénico da como resultado la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y el estrés oxidativo. Aquí, examinamos la naturaleza química de los ROS específicos, estudiamos la interrelación entre estas especies e identificamos las especies específicas que son responsables del posterior daño del ADN en una línea celular de queratinocitos inmortalizada espontáneamente. Detectamos la formación de O₂ y H₂O₂ en los queratinocitos incubados con arsenito [As (III)] pero no con arseniato. Como daño al ADN inducido por (III) se detectó de una manera dependiente de la concentración y evidente a bajas concentraciones micromolares. La catalasa, un secuestrante de H₂O₂, eliminó el H₂O₂ y redujo el daño al ADN mediado por As (III). La superóxido dismutasa, al aumentar la producción de H₂O₂ y OH, aumentó significativamente el daño del ADN mediado por As (III). El formiato de sodio, un secuestrante competitivo para OH y la deferoxamina, un quelante de metales, redujeron el daño al ADN. Estos resultados sugieren que la exposición al arsenito genera O₂ y H₂O₂, y OH, derivado del H₂O₂, es responsable, al menos en parte, del daño observado en el ADN. Estos hallazgos demuestran la formación de ROS específica inducida por arsénico y proporcionan la evidencia directa del daño del ADN mediado por OH en los queratinocitos, que pueden desempeñar un papel importante en el mecanismo de carcinogenicidad cutánea inducida por arsénico.</p>
----	------	--	--	---	--



61	2011	Sughis M, Penders J, Haufroid V, Nemery B, Nawrot T.	Bone resorption and environmental exposure to cadmium in children: a cross-sectional study.	Environ Health;10:104.	<p>Introducción: La exposición al cadmio se ha asociado con la osteoporosis y el riesgo de fractura en mujeres y ancianos, pero faltan estudios en niños. En el presente estudio investigamos la asociación entre marcadores de desmineralización ósea [calcio urinario (Ca) y excreción de desoxipiridinolina (DPD)] y excreción urinaria de cadmio (Cd) (como índice de carga corporal durante la vida).</p> <p>Métodos: Se incluyeron 155 escolares de 2 escuelas primarias en Lahore, Pakistán. El Cd urinario se midió como un índice de exposición de por vida. Evaluamos la asociación de exposición multivariada ajustada con marcadores de resorción ósea, DPD urinaria y con excreción de Ca.</p> <p>Resultados: El Cd urinario promedió fue de 0.50 nmol / mmol de creatinina y no fue influenciado por la edad, la altura, el peso y el estado socioeconómico (SES). Independientemente del sexo, la edad, la estatura, el peso y el SES, una duplicación del Cd urinario se asoció con un aumento de 1,72 veces ($p < 0,0001$) en la DPD urinaria y un aumento de 1,21 veces ($p = 0,02$) en el Ca urinario. El ajuste adicional para el Ca urinario reveló aún asociaciones significativas entre Cd urinario y DPD urinario. La forma de la asociación era lineal sin evidencia de un umbral.</p> <p>Conclusiones: Incluso en niños pequeños, la exposición ambiental de bajo nivel al cadmio se asocia con evidencia de resorción ósea, lo que sugiere un efecto osteotóxico directo con aumento de la calciuria. Estos hallazgos pueden tener relevancia clínica a mayor edad.</p>
----	------	--	---	------------------------	---



62	1997	Suzuki YJ, Forman HJ, Sevanian A.	Oxidants as stimulators of signal transduction. Free Radic Biol Med;22(1-2):269-85.	Free Radic Biol Med;22(1-2):269-85.	<p>Las reacciones redox (oxidación-reducción) regulan la transducción de señales. Los oxidantes tales como superóxido, peróxido de hidrógeno, radicales hidroxilo e hidroperóxidos de lípidos (es decir, especies de oxígeno reactivo) se realizan ahora como moléculas de señalización en condiciones subtóxicas. El óxido nítrico es también un ejemplo de un mediador redox. Las especies de oxígeno reactivo inducen diversos procesos biológicos tales como la expresión génica mediante la estimulación de componentes de transducción de señales tales como la señalización de Ca²⁺ y la fosforilación de proteínas. Varios oxidantes aumentan el Ca²⁺ citosólico; sin embargo, el origen exacto del Ca²⁺ es controvertido. El Ca²⁺ puede liberarse del retículo endoplásmico, el espacio extracelular o las mitocondrias en respuesta a la influencia oxidante en las bombas, los canales y los transportadores de Ca²⁺. Alternativamente, los oxidantes pueden liberar Ca²⁺ de las proteínas de unión a Ca²⁺. Diversos oxidantes estimulan la fosforilación de tirosina y serina / treonina, y se han propuesto la estimulación directa de proteínas quinasas y la inhibición de proteínas fosfatasa por oxidantes como mecanismos. La estimulación oxidante de las moléculas efectoras tales como la fosfolipasa A2 así como la activación de factores de transcripción que responden al estrés oxidativo también pueden depender de la activación mediada por oxidante de la señalización de Ca²⁺ y / o la fosforilación de proteínas. Además de la estimulación de la transducción de señales por oxidantes, las observaciones de que las interacciones ligando-receptor producen especies de oxígeno reactivas y que los antioxidantes bloquean la transducción de señales mediada por receptores condujeron a una propuesta de especies de oxígeno reactivas que podrían ser segundos mensajeros para la activación del factor de transcripción, apoptosis, resorción ósea, crecimiento celular y quimiotaxis. Se discute la importancia fisiológica del papel de los oxidantes biológicos en la regulación de la transducción de señales, así como los mecanismos de estimulación oxidante de la transducción de señales.</p>
----	------	-----------------------------------	---	-------------------------------------	--



63	2003	Takahashi Y, Tsuruta S, Arimoto M, Tanaka H, Yoshida M.	Placental transfer of mercury in pregnant rats which received dental amalgam restorations.	Toxicology;185(1-2):23-33.	<p>Se estudiaron los vapores de mercurio liberados de una, dos y cuatro restauraciones de amalgama en ratas gestantes y las concentraciones de mercurio en los órganos maternos y fetales. El tratamiento dental se administró el día 2 del embarazo. La concentración de mercurio en muestras de aire extraídas de cada cámara de metabolismo con una rata se midió en serie durante 24 h los días 2, 8 y 15 de embarazo. En cada día de embarazo, la cantidad de mercurio en las muestras de aire de 24 h era proporcional a las áreas de superficie de la amalgama. El análisis de regresión lineal mostró coeficientes de correlación relativamente altos entre el contenido de mercurio y las superficies de amalgama, y los coeficientes fueron estadísticamente significativos. También se encontró una correlación altamente significativa entre el número de empastes de amalgama y sus áreas superficiales. Las concentraciones de mercurio en los principales órganos maternos con uno, dos y cuatro empastes de amalgama tienden a aumentar con el aumento de las áreas de superficie de amalgama. La prueba de correlación de rangos de Spearman reveló correlaciones significativas en el cerebro, el hígado, los riñones y la placenta, pero no en el pulmón. Además, también se encontraron correlaciones significativas entre las concentraciones de mercurio en todos los órganos maternos y la cantidad de mercurio en las muestras de aire de 24 h el día 15 del embarazo. Las concentraciones de mercurio en el cerebro, el hígado y los riñones fetales fueron mucho más bajas que las de las presas, pero el hígado y los riñones mostraron correlaciones positivas entre el contenido de mercurio y las áreas de superficie de la amalgama materna. Se observaron correlaciones similares entre las concentraciones de mercurio en los órganos fetales y la cantidad de mercurio en las muestras de aire de 24 h el día 15 del embarazo. En el cerebro fetal, no se encontraron correlaciones significativas entre las áreas superficiales de la amalgama materna o la cantidad de mercurio en muestras de 24 h el día 15 del embarazo, pero se encontró una captación significativa de mercurio en las muestras de las presas que recibieron cuatro empastes de amalgama. Los resultados del presente estudio demostraron que el vapor de mercurio liberado de los empastes de amalgama en las ratas gestantes se distribuyó a los órganos maternos y fetales en cantidades dependientes de la dosis de los empastes de amalgama.</p>
----	------	---	--	----------------------------	--

64	2014	Tchounwou P, Yedjou C, Patlolla A, Sutton D.	Heavy metal toxicity and the environment.	Molecular. 26 de agosto de 2014a;101:133- 64.	<p>Los metales pesados son elementos naturales que tienen un alto peso atómico y una densidad al menos 5 veces mayor que la del agua. Sus múltiples aplicaciones industriales, domésticas, agrícolas, médicas y tecnológicas han llevado a su amplia distribución en el medio ambiente; planteando inquietudes sobre sus posibles efectos en la salud humana y el medio ambiente. Su toxicidad depende de varios factores, incluida la dosis, la vía de exposición y las especies químicas, así como la edad, el género, la genética y el estado nutricional de las personas expuestas. Debido a su alto grado de toxicidad, el arsénico, el cadmio, el cromo, el plomo y el mercurio se encuentran entre los metales prioritarios que son de importancia para la salud pública. Estos elementos metálicos se consideran tóxicos sistémicos que se sabe que inducen daño orgánico múltiple, incluso a niveles más bajos de exposición. También se clasifican como carcinógenos humanos (conocidos o probables) de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. Y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. Esta revisión proporciona un análisis de su ocurrencia ambiental, producción y uso, potencial de exposición humana y mecanismos moleculares de toxicidad, genotoxicidad y carcinogenicidad.</p>
----	------	--	---	--	--



65	2003	Thévenod F.	Nephrotoxicity and the proximal tubule: insights from Cadmium.	Nephron Physiol [Internet];93(4):87-93	<p>El cadmio (Cd (2+)) es un metal pesado no esencial que se transporta del medio ambiente al cuerpo a través de las vías pulmonar y enteral. El segmento S1 del túbulo proximal del riñón (PT) es un objetivo principal de la toxicidad crónica por Cd (2+). La disfunción renal se desarrolla en hasta el 7% de la población general y en su forma más grave muestra las principales características del síndrome de Fanconi, como la reabsorción defectuosa de proteínas, aminoácidos, glucosa, bicarbonato y fosfato. La vía principal para la captación de Cd (2+) por células PT (PTC) in vivo es la endocitosis apical de Cd (2+) complejo con la metalotioneína (MT) de proteína de unión a metal de alta afinidad, que puede estar mediada por receptor. MT se degrada posteriormente en endo-lisosomas, y Cd (2+) se libera para la translocación en el compartimento citosólico, posiblemente utilizando transportadores para Fe (2+), Zn (2+) o Cu (2+), como el divalente transportador de metal DMT1. Los iones Cd (2+) libres en el espacio extracelular se translocan a través de las membranas PTC apical y / o basolateral hacia el citosol a través de transportadores, cuya identidad permanece desconocida. El Cd citosólico (2+) genera especies de oxígeno reactivo (ROS), que agotan los sequestradores de radicales endógenos. Las ROS también dañan una variedad de proteínas de transporte, incluida la Na (+) / K (+) - ATPasa, que posteriormente son degradadas por el proteosoma y las proteasas endolisosómicas. Cd (2+) causa inflamación mitocondrial y liberación de citocromo C. Si estos eventos de estrés mediados por ROS no se equilibran mediante procesos de reparación, las células afectadas sufren apoptosis. Pero el Cd (2+) también induce la regulación positiva del estrés citoprotector y de las proteínas de eliminación de metales, como la MT. Además, el Cd (2+) regula al alza la bomba de desintoxicación de la resistencia a múltiples fármacos P-glicoproteína, que parece proteger los PTC contra la apoptosis inducida por Cd (2+). Por lo tanto, Cd (2+) interfiere con diversos eventos celulares que van desde los mecanismos de inducción de muerte celular programada a la activación de genes de supervivencia celular. Una mejor comprensión de los mecanismos celulares implicados en la nefrotoxicidad de Cd (2+) debería proporcionar información sobre otras nefropatías de metales pesados (por ejemplo, Pb (2+), Hg (2+)) y diversas formas de síndrome de Fanconi adquirido.</p>
----	------	-------------	--	--	--



66	2000	Tirado V, García M.A, Moreno J, Galeano-Toro L.M, Lopera F, Franco A.	Alteraciones neuropsicológicas por exposición ocupacional a vapores de mercurio en El Bagre (Antioquia, Colombia).	REV NEUROL [Internet];31:712-6.	Introducción. El departamento de Antioquia es el primer productor de oro en Colombia; en sus zonas auríferas la población está expuesta a altos niveles de mercurio, metal utilizado en los procesos de extracción y purificación. Estudios realizados en Colombia en materia de neurotoxicidad destacan el peligro del mercurio desde el punto de vista ambiental y la salud ocupacional, pero no se han estudiado los efectos de la visión crónica sobre las funciones cognitivas. Objetivo. Determinar si los mineros de la región antioqueña de El Bagre se presentan alteraciones neuropsicológicas y / o comportamentales como consecuencia de la exposición ocupacional a vapores tóxicos de mercurio. Pacientes y métodos. La muestra la componen 22 varones, residentes en El Bagre, con edades entre 20 y 45 años, con un tiempo mínimo de exposición al mercurio de tres años. El grupo control está formado por 22 varones no expuestos, residentes en una región sin actividad minera del departamento y padres con los casos por edad y escolaridad. A los individuos de ambos grupos se les realizó una evaluación neuropsicológica, un examen médico y se aplicaron escalas comportamentales. Resultados En el grupo de casos se encontraron alteraciones que pueden agruparse como: daño intelectual (alteración en la función ejecutiva y las praxias constructivas, principalmente); alteración emocional (síntomas de depresión y ansiedad) y alteraciones neurológicas (amnesia, insomnio y temblor lingual). En el grupo control, por el contrario, no se hallaron alteraciones. Conclusión. La exposición al mercurio genera alteraciones neuropsicológicas y comportamentales específicas en ausencia de daño físico y fisiológico detectable clínicamente.
67	2009	Tobón A.	Signos de peligro en el paciente con malaria.	Biomédica [Internet];29(2):320-9.	Los signos de peligro son hallazgos clínicos que indican gravedad o que tienen utilidad para el pronóstico de complicación o muerte. En el paciente con malaria, o paludismo, se presentan signos clínicos o parasitológicos que pueden reconocerse fácilmente durante la fase aguda de la enfermedad y son indicadores del inicio de una complicación. Entre los signos de peligro que puede presentar el paciente con malaria se incluyen cambios neurológicos, alteraciones del patrón respiratorio, vómito y diarrea persistentes, ictericia, sangrados, orina oscura, llenado capilar lento, palidez intensa, hiperpirexia, hiperparasitemia y esquizontemia. Su reconocimiento oportuno contribuirá a la disminución de complicaciones y muertes.



68	2011	Vargas B, Mónica L, Quiroz P, Carlos M.	Alteraciones neuropsicológicas en escolares de un municipio con niveles elevados de vapor de mercurio medioambiental, Colombia, 2008-2009.	Revista Facultad Nacional de Salud Pública [Internet];29(4):461-8.	<p>Objetivo: establecer la prevalencia de alteraciones neuropsicológicas en lenguaje, memoria, funciones ejecutivas y atención de los escolares entre segundo grado de primaria y noveno grado de bachillerato del municipio de Segovia, Antioquia. Esta región, como producto de la minería artesanal de oro, tiene concentraciones ambientales de vapor de mercurio que superan los valores límites permisibles. Metodología: se aplicaron la figura de Rey, la fluidez semántica y fonológica, los pares asociados, el token test, el test de Stroop y la subprueba de dígitos. Resultados: se encontró que el 79,6% de los escolares presenta alteraciones en comprensión del lenguaje; el 77,6%, en funciones ejecutivas; el 52,6%, en atención visual; el 43,9%, en fluidez verbal; el 38,8%, en la memoria verbal a corto plazo y el 31,1%, a largo plazo. Conclusión: estas prevalencias son alarmantes y plantean la necesidad de realizar una intervención psicosocial efectiva para dar respuesta a este problema</p>
69	2005	Vargas F.	La contaminación ambiental como factor determinante de la salud.	Rev Esp Salud Publica [Internet];79(2):17-27.	<p>El crecimiento económico y la globalización han originado evidentes beneficios pero al mismo tiempo han provocado la aparición de nuevos riesgos. Existen dificultades e incertidumbres para identificar con exactitud la relación causal entre medio ambiente y salud. La medición de la exposición a numerosos factores ambientales es compleja porque no disponemos de sistemas adecuados de información y vigilancia sanitaria que permitan valorar la magnitud y gravedad de los riesgos. La información disponible sobre las enfermedades relacionadas con el medio ambiente procede de la experimentación en animales, estudios de laboratorio, estudios epidemiológicos y toxicológicos. Los resultados de estos trabajos de investigación permiten extrapolar y estimar posibles riesgos para la salud pública. Sabemos, además, que algunas sustancias ambientales por debajo de ciertos niveles no son peligrosas. Sin embargo, otros agentes, tales como alérgenos, radiaciones ionizantes, contaminantes del aire, preparados químicos carcinógenos, pueden suponer un riesgo a niveles más bajos de los observados. A pesar de ello existen algunos trabajos que han identificado la relación entre determinados agentes ambientales y la salud humana. Se ha estimado que en los países industrializados un 20 % de la incidencia total de enfermedades puede atribuirse a factores medioambientales¹. En Europa una gran proporción de muertes y años de vida ajustados por discapacidad (DALYs) en el grupo en edad infantil es atribuible a la contaminación del aire interior y exterior. Un dato significativo de este trabajo² es que 1/3 de las muertes en el grupo de edad de 0-19 años es atribuible a exposiciones ambientales (contaminación del aire interno y externo, agua y saneamiento, sustancias y preparados químicos y lesiones producidas por accidentes.</p>



70	2016	Vorvolakos Arseniou Samakouri M.	T, S, There is no safe threshold for lead exposure: A literature review.	Psychiatriki [Internet];27(3):204-14.	<p>El plomo fue una de las sustancias tóxicas ambientales más peligrosas durante mucho tiempo en los países occidentales, y este sigue siendo el caso en muchos lugares de la tierra en la actualidad. Su potencial neurotóxico es altamente significativo, pero se desconoce su concentración segura de nivel en sangre. El objetivo de este estudio fue abordar el tema anterior desde la perspectiva de la psiquiatría social. Se realizó una búsqueda sistemática de las interfaces Dialog y Datastar para obtener datos sobre las complicaciones neuropsiquiátricas de la exposición directa o crónica al plomo, y se realizó una revisión de la literatura relevante utilizando las bases de datos Medline, Embase, CAB Global Health y Cochrane. El plomo afecta los sistemas colinérgico, dopaminérgico y glomérmico, interviniendo así en la función normal del neurotransmisor. La consecuencia de la neurotoxicidad en el sistema nervioso central incluye apoptosis y excitotoxicidad. La exposición directa y crónica causa síntomas neurológicos graves y posiblemente deterioro cognitivo constante. La encefalopatía aguda, la expresión más grave de intoxicación por plomo, ocurre en concentraciones en el nivel sanguíneo superiores a 100 µg / dL en adultos y de 80-100 µg / dL en niños. Los primeros síntomas de neurotoxicidad del plomo incluyen irritabilidad, dolores de cabeza y dificultades de concentración tanto en niños como en adultos. La exposición continua en los niños produce síntomas neuroconductuales, como disminución de la concentración, incapacidad para seguir instrucciones, dificultad para jugar y bajo coeficiente de inteligencia, que están asociados con concentraciones de 10-35 µg / dL. Sin embargo, algunos estudios afirman que el deterioro cognitivo y el bajo coeficiente de inteligencia pueden ocurrir en concentraciones <10 µg / dL. El síntoma más común en adultos es la neuropatía periférica con caída del pie. La exposición prenatal al plomo se ha correlacionado con el comportamiento antisocial y la esquizofrenia. La exposición prolongada al plomo que causa concentraciones bajas y medianas de plomo en la sangre se ha relacionado con la depresión, así como con el trastorno de ansiedad generalizada y otros trastornos del comportamiento. Las concentraciones altas de sangre se correlacionan con síntomas psicóticos como delirios y alucinaciones, pero más raramente con síndromes psicóticos. A pesar de que el plomo ha sido prohibido de las tuberías de gasolina, pintura y agua, todavía existen cantidades significativas de plomo, particularmente en las áreas deprimidas de las ciudades modernas, en las zonas de transición y centros urbanos, y también hay grandes concentraciones en las minas de plomo y en países en desarrollo, pero incluso para las áreas restantes no existe un umbral seguro.</p>
----	------	----------------------------------	---	---------------------------------------	--



71	2012	Yard EE, Horton J, Schier JG, Caldwell K, Sanchez C, Lewis L, et al.	Mercury Exposure Among Artisanal Gold Miners in Madre de Dios, Peru: A Cross-sectional Study.	J Med Toxicol;8(4):441-8.	<p>INTRODUCCIÓN: La exposición al mercurio, un metal tóxico, se produce principalmente por la inhalación de vapores de mercurio o el consumo de pescado contaminado con metilmercurio. Un tercio de todas las emisiones de mercurio antropogénico en todo el mundo provienen de la extracción de oro artesanal, que utiliza mercurio para extraer oro. Aunque informes recientes sugieren que la región de Madre de Dios en Perú (con más de 30,000 mineros artesanales) tiene una gran contaminación por mercurio, a los residentes nunca se les ha evaluado la exposición al mercurio. Por lo tanto, nuestro objetivo fue cuantificar la exposición al mercurio entre los residentes de un pueblo minero artesanal en Madre de Dios y evaluar los factores de riesgo para la exposición.</p> <p>MÉTODOS: En julio de 2010, realizamos una evaluación transversal de 103 residentes de un pueblo de minería de oro artesanal. Cada participante proporcionó una muestra de orina y sangre y completó un cuestionario que evaluaba exposiciones potenciales y resultados de salud. Se calcularon las concentraciones de mercurio total en orina y la concentración de metilmercurio en sangre de la media geométrica (GM) y se compararon las concentraciones transformadas logarítmicamente entre los subgrupos mediante regresión lineal.</p> <p>RESULTADOS: Un tercio (34.0%) de los participantes eran mineros de oro. Todos los participantes tenían mercurio total en orina detectable (GM, 5.5 µg / g de creatinina, rango, 0.7-151 µg / g de creatinina) y 91% tenían metilmercurio en sangre detectable (GM, 2.7 µg / L; rango, 0.6-10 µg / L) ; 13 participantes (13%) informaron tener disfunción renal o un trastorno neurológico. Las concentraciones totales de mercurio en la orina fueron más altas entre las personas que calentaron amalgamas de mercurio y oro en comparación con las personas que nunca calentaron amalgamas (p <0.05); las concentraciones de metilmercurio fueron más altas entre los consumidores de pescado en comparación con los consumidores que no eran peces (p <0.05).</p> <p>CONCLUSIÓN: Nuestros hallazgos sugieren que la exposición al mercurio puede estar muy extendida en Huaypetue.</p>
----	------	--	---	---------------------------	---



72	2013	Yorita KL. Christensen	Metals in blood and urine, and thyroid function among adults in the United States 2007-2008	Int J Hyg Environ Health;216(6):624-32.	<p>La tiroides es esencial para la regulación del desarrollo y el metabolismo. Se ha demostrado que ciertos metales afectan la función tiroidea en personas expuestas ocupacionalmente, pero se han realizado pocos estudios en la población general. Este estudio evalúa la asociación entre biomarcadores de exposición a metales y hormonas tiroideas en la población de EE. UU. Los análisis incluyeron adultos que participaron en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2007-2008, sin antecedentes de enfermedad tiroidea o uso de medicamentos para la tiroides, y con datos sobre metales en sangre (plomo, cadmio y mercurio) y orina (plomo, cadmio, mercurio), bario, cobalto, cesio, molibdeno, antimonio, talio, tungsteno y uranio) y hormonas tiroideas (TSH, libre y total de T3 y T4) en suero (N = 1587). La regresión lineal multivariante se utilizó para modelar la asociación entre los niveles de hormona tiroidea y los metales en la orina (ajustada a la creatinina) o en la sangre. Las concentraciones de metal se consideraron variables continuas y categóricas. Los modelos se ajustaron para: edad, sexo, raza, IMC, lípidos séricos, creatinina en suero, embarazo y estado menopáusico, y uso de medicamentos seleccionados. Pocos participantes (<5%) tenían niveles de T3 libre, T4 libre o TSH fuera del rango de referencia. Sin embargo, el 9.2% (SE = 1.2%) tenía T3 baja y el 9.4% (SE = 1.1%) tenía T4 baja. Se detectaron metales en casi todas las muestras de sangre y orina, con los niveles más altos observados para el molibdeno urinario (mediana de 42,5 µg / L). Al incluir todos los metales sanguíneos, el mercurio se asoció con disminuciones en T3 y T4, mientras que el cadmio se asoció con una disminución de TSH. El cadmio urinario se asoció con aumentos tanto en T3 como en T4 (modelos que incluyen todos los metales medidos en la orina). El talio y el bario urinarios se asociaron con disminución de T4 (ambos) y T3 (bario). Para TSH, el cesio se asoció con disminución y el tungsteno con niveles aumentados. Dada la alta prevalencia de la exposición a los metales, las asociaciones del tamaño informado aquí podrían indicar una contribución apreciable de la exposición de los metales a la prevalencia de los trastornos tiroideos. Estos hallazgos indican la importancia de seguir investigando para examinar más a fondo estas relaciones.</p>
----	------	---------------------------	---	---	--



73	2012	Youness Mohammed Morsy FA.	ER, NA, Cadmium impact and osteoporosis: mechanism of action.	Toxicol Mech Methods;22(7):560-7.	El cadmio (Cd) es un contaminante ambiental generalizado que se asocia con un mayor riesgo de osteoporosis. Se ha propuesto que el efecto tóxico de Cd sobre el hueso se ejerce a través de la activación alterada de la vitamina D, secundaria a los efectos del riñón. OBJETIVO: El presente estudio fue diseñado para investigar el impacto dañino del Cd en el agua potable sobre el hueso desde el punto de vista bioquímico e histopatológico. MATERIALES Y MÉTODOS: Este estudio se realizó en ratas hembras Sprague Dawley de 30, 3 meses de edad expuestas al cloruro de cadmio en una dosis de 50 mg Cd / L en agua potable durante 3 meses. Se tomó suero para la determinación de calcio, niveles de fósforo, hormona paratiroidea, 1,25 dihidroxi vitamina D (3), osteocalcina (OC) y actividad de fosfatasa alcalina específica de hueso (BALP). RESULTADOS: El resultado reveló que la administración de Cd induce un aumento significativo en los niveles séricos de calcio (Ca), fósforo (P) y hormona paratiroidea (PTH) al mismo tiempo que reduce significativamente los niveles séricos de vitamina D (3), osteocalcina (OC) y fosfatasa alcalina específica del hueso (BALP) actividad. CONCLUSIÓN: El presente estudio proporcionó pruebas claras de que la exposición a largo plazo al cloruro de cadmio produjo marcadas anomalías en los biomarcadores óseos y un aumento del riesgo de fractura.
74	2014	Zhuang P, Lu H, Li Z, Zou B, McBride MB.	Multiple exposure and effects assessment of heavy metals in the population near mining area in South China.	PLoS One;9(4):e94484.	El objetivo de este estudio fue investigar los niveles de Cd, Pb, Cu y Zn en el medio ambiente y varias fuentes importantes de alimentos cultivados y consumidos en las cercanías de la mina Dabaoshan en el sur de China, y evaluar los posibles riesgos para la salud de los residentes locales. Las concentraciones de Cd, Pb, Cu y Zn de los suelos arables y el agua de pozo cerca de las minas excedieron los valores estándar de calidad. Las concentraciones de Cd y Pb en algunas muestras de cultivos alimentarios (granos de arroz, vegetales y soja) fueron significativamente más altas que el nivel máximo permisible. Las concentraciones de Cd y Pb en la mitad de las muestras de carne de pollo y pescado fueron más altas que el estándar nacional. Los residentes que viven cerca de la mina Dabaoshan tenían niveles más altos de Cd y Pb en el cabello que los de una población no expuesta. La ingesta de arroz fue identificada como un importante contribuyente a la ingesta diaria estimada de estos metales por los residentes. Los valores del índice de riesgo para adultos y niños fueron de 10.25 y 11.11, respectivamente, y la mayoría de los riesgos estimados provienen de la ingesta de arroz y vegetales de cosecha propia. Este estudio destaca la importancia de múltiples vías en el estudio de la evaluación del riesgo para la salud de la exposición a metales pesados en China.