



UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIDAD DE ENFERMERÍA
ENFERMERIA EN SALUD OCUPACIONAL

RIESGO DE ALTERACIONES NEUROLÓGICAS POR INTOXICACIÓN
CRÓNICA POR MERCURIO EN TRABAJADORES MINEROS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN ENFERMERÍA EN SALUD OCUPACIONAL

PRESENTADO POR:

Lic. MEDINA SANCHEZ LADY

ASESOR:

DRA.ORIANA RIVERA LOZADA DE BONILLA

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida y fortaleza.

A mi familia por sus sacrificios, esfuerzos y su amor incondicional que me brindan día tras día para un futuro exitoso.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

A la Dra. Oriana Rivera Lozada de Bonilla, por contribuir en nuestra formación profesional, guiándonos y motivándonos permanentemente para la culminación del presente estudio.

ASESOR

Dra. ORIANA RIVERA LOZADA DE BONILLA

JURADO

Presidente: Dra. Gonzales Saldaña Susan

Secretario: Mg. Pretell Aguilar Rosa Maria

Vocal: Mg. Matos Valverde Carmen

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ASESORA.....	v
JURADO.....	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivo.....	16
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1. Diseño de estudio: Revisión sistemática.....	17
2.2. Población y muestra	17
2.3. Procedimiento de recolección de datos.....	17
2.4. Técnica de análisis	18
2.5. Aspectos éticos.....	19
CAPITULO III: RESULTADOS.....	20
3.1. Tablas.....	20
CAPITULO IV: DISCUSION.....	33
4.1 Discusión.....	33
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34

5.1 Conclusiones.....	36
5.2 Recomendaciones.....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

ÍNDICE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Estudios revisados sobre Riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros.	20
Tabla 2: Resumen de estudios sobre Riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros.	30

RESUMEN

Objetivo: Analizar y sistematizar la evidencia sobre Riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros.

Materiales y métodos: La revisión sistemática de los 10 artículos científicos fueron hallados en las siguientes bases de datos: Epystemonikos, Pubmed, Medline, EBSCO. Nos permitieron encontrar 10 evidencias científicas. Los artículos seleccionados se sometieron a una lectura crítica. La calidad de la evidencia y fuerza de las recomendaciones, fueron evaluadas con el Sistema GRADE para identificar el grado de evidencia.

Resultados: De los 10 artículos revisados sistemáticamente el 40% (n=4/10) son revisiones sistemáticas, el 50% (n=5/10) son estudios transversales analíticos y el 10% (n=1/10) es estudio transversal descriptivo. Según los resultados obtenidos de la revisión sistemática realizada en el presente estudio, proceden de los países de Estados Unidos (40%), seguida de Suecia (10%), Brasil (10%), Indonesia (10%), Ghana (10%), Chile (10%) y Japón (10%). Considerando los diseños de investigación, se incluyó revisiones sistemáticas, estudios transversales, considerando que el 100% (n=10/10) la intoxicación crónica por mercurio provoca el riesgo de alteraciones neurológicas en trabajadores mineros.

Conclusiones: En el 100% de los artículos revisados se evidenció, que la intoxicación crónica por mercurio provoca el riesgo de alteraciones neurológicas en trabajadores mineros.

Palabras claves: Mercurio, Metilmercurio, Toxicidad, Envenenamiento, Intoxicación Mineros.

ABSTRACT

Objective: To analyze and systematize the evidence on the risk of neurological alterations due to chronic mercury poisoning in mining workers.

Materials and methods: The systematic review of the 10 scientific articles were found in the following databases: Epystemonikos, Pubmed, Medline, Ebsco. We were able to find 10 scientific evidences. The selected articles were subjected to a critical reading. The quality of the evidence and strength of the recommendations were evaluated with the GRADE System to identify the degree of evidence.

Results: Of the 10 articles reviewed systematically 40% ($n = 4/10$) are systematic reviews, 50% ($n = 5/10$) are cross-sectional analytical studies and 10% ($n = 1/10$) is cross-sectional study descriptive. According to the results obtained from the systematic review carried out in this study, they come from the countries of the United States (40%), followed by Sweden (10%), Brazil (10%), Indonesia (10%), Ghana (10%) Chile (10%) and Japan (10%). Considering the research designs, systematic reviews were included, cross-sectional studies, considering that 100% ($n = 10/10$) chronic mercury poisoning causes the risk of alterations neurological problems in mining workers.

Conclusions: In 100% of the articles reviewed, it was evidenced that chronic mercury poisoning causes the risk of neurological alterations in mining workers.

Keywords: Mercury, Methylmercury, Toxicity, Poisoning, Mining Poisoning

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema.

Durante las últimas décadas, la minería artesanal de oro a pequeña escala (ASGM) ha proporcionado un medio de vida para el número creciente de personas en los países de desarrollo, la ASGM se define como a extracción de oro utilizando técnicas sencillas, la amalgama siendo el método preferido porque es eficaz en la captura de oro, accesible, relativamente barato, que requiere un mínimo de infraestructura y equipamiento. Se estima que 640-1,350 toneladas de mercurio (Hg) se libera por año en el medio ambiente debido a ASGM, con promedio de 1.000 toneladas por año al menos en 70 países diferentes. Esto equivale aproximadamente un tercio del total de liberación antropogénico mundial de Hg en el medio ambiente, ASGM representa el 20-30% de la producción total de oro del mundo y se estima que 10-15 millones de personas laboran con los mineros artesanales de oro (1).

El mercurio es un elemento metálico presente de manera natural en la corteza terrestre, y puede ser transportado en el medio ambiente por el aire y el agua. Se libera a la atmósfera en forma de vapor en fenómenos naturales como actividad volcánica, los incendios forestales, el movimiento de masas de agua, la erosión de rocas y procesos biológicos. Las personas

pueden estar expuestas a mercurio elemental o inorgánico a través de la inhalación del aire ambiente; utilizados en los procesos; plantas de cloro álcali, minas de mercurio, oro a pequeña escala a base de mercurio y la extracción de plata, refinerías, fábricas de termómetro, clínicas dentales con las prácticas de manipulación de mercurio pobres, y la producción de productos químicos a base de mercurio (2,3)

El mercurio es un contaminante altamente tóxico, persistente que se bioacumula en las cadenas alimentarias. A pesar de todas las formas de mercurio son venenosas, los alquimercúricos compuestos son de especial interés debido a su fácil penetración a través de las membranas biológicas, eficiente bio -acumulación, alta volatilidad y la eliminación a largo plazo a partir de los tejidos. La intoxicación por mercurio (Hg) es la alteración bioquímica y fisiológica del organismo humano, que se evidencia por signos y síntomas como resultado de la interacción de este tóxico, bajo cualquiera de sus compuestos, según dosis y rutas de exposición (4).

Los mineros están expuestos a altos niveles de metales, a menudo superiores a las normas de seguridad. El mercurio puede ingresar al organismo por las siguientes vías: inhalatoria, oral y dérmica. La vía inhalatoria la más frecuente e importante en el ámbito ocupacional y en casos de emergencia por derrames. Se destaca la implicancia del mercurio elemental (HgO), el cual se transforma fácilmente de su estado líquido a vapor de mercurio; el mercurio absorbido es transportado por la sangre en las células rojas hasta un 90% de los compuestos orgánicos y el 50% del mercurio inorgánico es transportado unido a la albúmina (5).

El mercurio elemental y sus compuestos orgánicos se distribuyen a todo el organismo, teniendo mayor afinidad por el encéfalo (sustancia gris), hígado y riñón; también se ha detectado en epitelio de tiroides y páncreas, en células medulares de las glándulas adrenales, espermatozoides, epidermis y cristalino. Los compuestos inorgánicos o sales de mercurio se concentran principalmente en los riñones, hígado, intestino, piel, glándulas salivales, corazón, sistema musculo esquelético, cerebro y pulmón. Luego de una

semana, el 85 a 95% se redistribuye y almacena en los riñones. La vida media plasmática es de 23 a 40 días para los compuestos inorgánicos y de 50 a 70 días para los compuestos orgánicos, siendo la circulación enterohepática responsable de su tiempo de vida prolongada (6)

El sistema nervioso es el órgano más vulnerable a la exposición al mercurio. Se han descrito diversos trastornos neurológicos y conductuales, como temblores, eretismo (caracterizado por una anormal irritabilidad o reactividad a la estimulación), inestabilidad emocional, insomnio, pérdida de memoria, alteraciones neuromusculares, cefaleas, polineuropatía y déficit en las pruebas de funciones cognitivas y motoras. Los efectos son similares con distintos tiempos de exposición, pero pueden convertirse en graves (y en algunos casos irreversibles) al aumentar la duración y la concentración (7).

Los estudios epidemiológicos han asociado la exposición crónica a metales con un mayor riesgo de desarrollar varias enfermedades neurodegenerativas progresivas, como la enfermedad de Minamata que comprenden alteraciones sensitivo motoras, como parestesias, neuropatía periférica, temblor, disartria, ataxia cerebelosa, trastornos de la marcha y el equilibrio, disfunciones visuales y auditivas, y síntomas subjetivos como cefaleas, dolores musculares y articulares, falta de memoria, fatiga (8,9).

El registro de intoxicación por mercurio es en Minamata -Japón, se presentó la mayor epidemia de envenenamiento ocasionada por metilmercurio y otros compuestos de mercurio que eran descargados a la Bahía de Minamata por la empresa petroquímica Chisso, lo cual utilizaba mercurio metílico para obtener acetaldehído, un material para el cloruro de polivinilo (PVC), estos compuestos posteriormente se bioacumulaban en los peces y mariscos que consumía la población. A partir de 1953, los habitantes de las aldeas pesqueras desarrollaron un síndrome neurológico grave y permanente, notificando 111 casos hasta 1960. Otro caso importante señalar, ocurrió en el año 1971-1972 cuando granos de semilla fueron

tratados con mercurio orgánico y distribuido para su consumo causando 459 casos de muerte en Irak (10)

Según el Instituto de Salud Ocupacional, la principal causa de intoxicaciones laborales por mercurio en el Perú, fue en el año 2000, entre los distritos de Magdalena (Choropampa) y San Juan, provincia de Cajamarca, ocurrió el derrame de 151 kg de mercurio metálico equivalentes a más o menos 11 litros de mercurio, propiedad de la Minera Yanacocha, durante su transporte, afectando la salud de más de 800 pobladores.

La Enfermería en Salud ocupacional tiene como objetivo promover el resguardo de la salud, la protección del trabajador y el colectivo laboral, los agentes contaminantes en los ambientes de trabajo constituyen un riesgo para la salud del trabajador y le puedan provocar una enfermedad profesional, cuando se encuentre en una proporción mayor de lo que el organismo pueda soportar.

El presente estudio sobre Riesgos de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros permitirá aumentar los conocimientos sobre la toxicología ocupacional y la toxicología clínica posteriormente establecer acciones de promoción, prevención de la salud y seguridad de los trabajadores.

1.2 Formulación del problema

La pregunta formulada para la revisión sistemática se desarrolló bajo la metodología PICO y fue la siguiente:

P= Paciente/Problema	I= Intervención	C= comparación	O= Outcome Resultados
Trabajadores Mineros.	Con Intoxicación crónica por Mercurio.	Sin Intoxicación crónica por Mercurio.	Riesgo: Alteraciones Neurológicas.

¿Cuál es el Riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros?

1.3 Objetivo

Sistematizar la evidencia acerca del Riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros.

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS

2.1 Diseño de estudio: Revisión Sistemática.

Las revisiones sistemáticas, son un diseño de investigación observacional y retrospectivo, que sintetiza los resultados de múltiples artículos sobre el tema a investigar. Además, la búsqueda de la evidencia se ha desarrollado de manera sistemática con una declaración de los criterios de selección y se ha hecho una evaluación crítica de los artículos primarios y una síntesis basada en la calidad metodológica de los estudios. Son parte esencial de la enfermería basada en la evidencia por su rigurosa metodología, identificando los estudios relevantes para responder preguntas específicas de la práctica clínica (11).

2.2 Población y Muestra.

La población está constituida por la revisión sistemática de 10 artículos científicos publicados e indizados en la base de datos científicos. Todos los datos que se utilizaron en este estudio se obtuvieron de la consulta directa y acceso, vía Internet, a la literatura científica recogida en bases de datos y que responden a artículos publicados en idioma español, portugués e inglés, con una antigüedad no mayor a 5 años.

2.3 Procedimiento de la recolección de datos.

La recolección de datos se realizó a través de la revisión sistemática de artículos de investigaciones tanto nacionales como

internacionales que tuvieron como tema principal intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros, de todos los artículos que se encontraron, se incluyeron los más importantes según la jerarquía de evidencia; grado de evidencia según el diseño metodológico de alta y moderada evidencia. Se estableció la búsqueda siempre y cuando se tuvo acceso al texto completo del artículo científico.

Los términos de búsqueda fueron verificados en el thesaurus “Descriptores de Ciencias de la Salud-DeCS”, para los artículos en ingles se utilizó los términos equivalentes en ese idioma.

El algoritmo de búsqueda sistemática de evidencias, utilizo los conectores boléanos, considerando los artículos con una antigüedad no mayor de cinco años desde su publicación. Las ecuaciones incluyeron lo siguiente:

Riesgo AND Mercurio AND mineros.

Riesgo AND intoxicación por mercurio AND mineros

Mercurio AND mineros

Mineros AND alteraciones neurológicas

Exposición crónica AND mercurio AND mineros

Toxicidad AND mercurio

Envenenamiento AND mercurio

Intoxicación crónica AND mercurio

Base de Datos:

Scielo, Lilacs, Medline, Ebsco, Cochrane, Dialnet, Pubmed y Google académico.

2.4 Técnica de Análisis

El análisis de la revisión sistemática está conformado por la elaboración de tablas de resumen (Tabla 1, Tabla 2), con los datos principales de cada uno de los artículos seleccionados, evaluando

cada uno de ellos, comparando los puntos o características en las cuales concuerdan y los puntos en los que existe discrepancia entre artículos nacionales e internacionales.

Todos los datos relevantes de cada trabajo se resumieron en las tablas, en concreto en la Tabla 1 se recogieron en una primera parte los datos de la publicación y en la segunda el contenido. En la primera, se consignan: los autores, el año de publicación, el nombre de la investigación, la revista donde se ubica la publicación, el volumen y el número. En la segunda, se considera el diseño de la investigación, la población y muestra sometida al estudio, el instrumento, aspectos éticos, los resultados y las conclusiones, evidenciadas en los artículos revisados.

Además de acuerdo a criterios técnicos pre establecidos, se realizó una lectura crítica e intensiva de cada artículo, a partir de ello, se determinó la calidad de la evidencia y la fuerza de recomendación, según el sistema Grade.

2.5 Aspectos Éticos.

La evaluación crítica de los artículos revisados, está de acuerdo a las normas técnicas de la bioética en la investigación verificando que cada uno de ellos haya dado cumplimiento a los principios éticos en ejecución, Respetando los cánones de la profesión de enfermería.

CAPITULO III RESULTADOS

3.1 Tablas

Tabla 1: Estudios revisados sobre intoxicación crónica por mercurio como riesgo de alteraciones neurológicas en trabajadores mineros.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

1. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Rohling ML, Demakis GJ.	2014	Meta-analysis of the neuropsychological effects of mercury exposure. Meta-análisis de los efectos neuropsicológicos de la exposición al mercurio (12).	Revista TCN Clin Neuropsychol DOI: 10.1080/13854040500203324 Estados Unidos	Volumen 20 Número 1

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Revisión sistemática Metaanálisis	36 estudios	El estudio no refiere	Al investigar la influencia del mercurio en el funcionamiento neuropsicológico definidas de forma dicotómica(expuestas frente a no expuestas),se encontró un tamaño del efecto indicativo de deterioro leve (d ¼ •: 23).El tamaño del efecto estudio media global resulto ser significativamente diferente de cero, z ¼ 07:22; p <: 0001.Debido que cero no está incluido en el intervalo de confianza, se concluye con un 95% de fiabilidad de que la exposición al mercurio tiene efecto pequeño, pero significativo, perjudicial sobre la variable la neuropsicología.	Los hallazgos en el presente estudio determinaron los efectos de la exposición ocupacional al mercurio en el funcionamiento neuropsicológico indicando el deterioro leve pero significativo en dominios de ejecutivos funcionamiento, procesamiento visuoespacial, memoria y atención.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

2. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Harari R, Harari F, Gerhardsson L, Lundh T, Skerfving S, Stromberg U, Broberg K.	2012	Exposure and toxic effects of elemental mercury in gold-mining activities in Ecuador. Exposición y efectos tóxicos del mercurio elemental en las actividades de extracción de oro en Ecuador (13).	Toxicology Letters DOI: 10.1016/j.toxlet.2011.09.006 Suecia	Volumen 213 Número 1

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Estudio Transversal Analítico	Población 309 Muestra 200	Consentimiento informado	En Ecuador, se estudiaron 200 mineros de oro, 37 comerciantes de oro y 72 referentes. Las concentraciones de Hg medianas en orina (U-Hg) fueron 3,3 (rango 0,23 a 170), 37 (3,2 a 420), y 1,6 (0,2 a 13) g/g de creatinina, respectivamente, y en la sangre entera (B-Hg) eran 5,2, 30, y 5,0 g/L. En los exámenes neuromotores 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 estabilidad postural.	El presente estudio concluyó el acto de quema de amalgama de oro que representa la fuente principal de exposición a Hg, está asociada a las alteraciones neuromotoras con manifestaciones temblor, alteración de la coordinación de mano y la estabilidad postural.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

3. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Puty B, Reis LK, Crespo ME, Carvallo AP, Fernandes N, Cople L, et al.	2019	Association between environmental exposure methylmercury and neurological disorders: a systematic review.	Trace Elements	Volumen 52
			https://doi.org/10.1016/j.itemb.2018.12.001	Número 1
		Asociación entre la exposición ambiental metilmercurio y trastornos neurológicos: una revisión sistemática (14).	Brasil	

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Revisión sistemática	470 artículos 31 artículos	El estudio no refiere	Se identificaron 470 estudios y seis artículos fueron elegibles para los criterios de inclusión establecidos. Los estudios sugieren alteraciones relacionadas con el sistema psico sensorial, el motor y la coordinación, así como motor del habla, la audición, deficiencia visual, alteraciones del estado de ánimo y pérdida de cociente intelectual. De todos los seis estudios, dos presentaron un alto riesgo de sesgo, con problemas metodológicos relacionados con los factores de confusión y todos los estudios presentados nivel de evidencia vario de muy bajo a bajo. De este modo demostraron de definitiva a la asociación de MeHg y alteraciones neurológicas en los seres humanos.	Los seis estudios demostraron la asociación entre la exposición MeHg y alteración neurológica en la población que vive en áreas contaminadas con metilmercurio. Las alteraciones neurológicas más frecuentes que mostraron las participantes expuestas de los fueron trastornos sensoriales, seguido de motor y el deterioro, coordinación, el habla motora, la discapacidad auditiva, cambios visuales, el deterioro de la inteligencia, alteración del estado de ánimo y el comportamiento disfunción.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

4. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Hasriwiani HA, Masayuki S, Koichiro S, Lukmanul H.	2017	Mercury Exposure and Health Problems in Urban Artisanal Gold Mining (UAGM) in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. Exposición al mercurio y problemas de salud en la minería de oro artesanal urbana (UAGM) en Macasar, South Sulawesi, Indonesia (15).	Geosciences DOI: 10.3390 / geosciences7030044 Indonesia	Volumen 7 Número 1

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Estudio Transversal Analítico	Población 95 trabajadores Muestra 40 trabajadores	Consentimiento informado	La concentración de mercurio total de los trabajadores de oro fue mayor que el grupo control. Fueron expuestos a altos niveles de mercurio con las concentraciones de mercurio total medio de 6,6 y 10,8 $\mu\text{g} / \text{g}$ en el pelo de trabajadores indirectos y directos expuestos, respectivamente. La evaluación de la salud mostró que el 85% de los trabajadores de oro sufrió síntomas neurológicos, como temblores. Y el 44%- 56% de ellos experimentaron restringidos campos de visión, reflejos lentos, alteraciones sensoriales, rigidez desequilibrada, y ataxia.	Los hallazgos en este estudio revelaron una correlación razonable entre los años de trabajo, exposición al mercurio y la suma de los resultados positivos para los síntomas neurológicos rigidez, ataxia, movimientos oculares irregulares, salivación, disartria, temblores. En general los síntomas se producen y progresan rápidamente cuanto mayor es la concentración de mercurio.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

5. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Campos CA, Borak J, Luis ED.	2017	Motor and sensory neurotoxicity induced by mercury: a systematic review of workers currently exposed to mercury vapor. Motor y sensorial neurotoxicidad inducida por el mercurio: revisión sistemática de los trabajadores actualmente expuesto a vapores de mercurio (16).	Critical Reviews Toxicology http://dx.doi.org/10.1080/10408444.2017.1342598 Estados Unidos	Volumen 7 Número 21

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Revisión sistemática	434 artículos 140 artículos	El estudio no refiere	Se identificó cuarenta y cinco estudios que abarca desde (1951 -2007), que comprende más de 3000 trabajadores expuestos crónicamente a una serie de HgO concentraciones (0,002 - 1,7 mg / m ³). El 71% de los trabajadores con exposición a largo plazo a mercurio reportaron efectos neurológicos tales como anormalidades sensoriales (25%) y motoras (75%) con mayor frecuencia en las extremidades superiores.	Los hallazgos en el presente estudio demostraron los efectos neurotóxicos asociados con la exposición continua al vapor de mercurio elemental con efecto predominante anomalías motoras y las anomalías sensoriales.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

6. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Gibb H, OLeary KG.	2014	Mercury Exposure and Health Impacts among Individuals in the Artisanal and Small-Scale Gold Mining Community. La exposición al mercurio y los impactos en la salud de individuos en el sector artesanal y Comunidad minera de oro en pequeña escala (17).	Environmental Health Perspectives http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307864 . Estados Unidos	Volumen 122 Número 7

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Revisión sistemática	17 artículos	El estudio no responde	Se realizaron estudios en 19 países diferentes de América del Sur, Asia y África. Se identificaron más de 60 estudios que midieron biomarcadores de exposición Hg en trabajadores de ASGM. La ASGM es la mayor fuente 37% de las emisiones de Hg globales. La concentración de Hg pelo de 50mg/g indica un riesgo bajo (5%) de daño neurológico frecuentes incluyen temblor, ataxia, problemas de memoria y trastornos de la visión.	El presente estudio identificó que los individuos implicados en las operaciones de extracción de oro son expuestos a niveles peligrosos de vapor Hg elemental, como se evidencia por las concentraciones urinarias de Hg, los cuales indican que los de las comunidades ASGM experimentaron efectos neurológicos, efectos renales y efectos autoinmunes, posiblemente, inmunotóxicos.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

7. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Mensah EK, Afari E, Wurapa F, Sackey S, Quainoo A, Kenu E, et al.	2016	The exhibition of small-scale gold miners in Prestea to mercurio, Ghana, 2012. La exposición de los mineros de oro en pequeña escala en Prestea a mercurio, Ghana, 2012 (18).	Pan African Medical Journal http://www.panafrican-med-journal.com/content/series/25/1/6/full Ghana	Volumen 25 Número 1

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Estudio Transversal Analítico	Población 343 Muestra 160	Consentimiento informado	La exposición al mercurio: el estudio encontró a 160 mineros de oro a pequeña escala (46,65%) que fueron expuestos al mercurio. El rango de nivel de exposición fue entre (5.00-50.50ug/L) de mercurio con una media de 14,75±10.22ug/L. Este estudio encontró 46,65% de los mineros de oro a pequeña escala con exposición ocupacional al mercurio (≥5.0ug / L). Las quejas de entumecimiento se asociaron significativamente con la exposición al mercurio ($\chi^2 = 4,96$, $p = 0,026$). No hubo asociación estadísticamente significativa entre la exposición a mercurio y queja de ojos rojos ($\chi^2 = 3,22$, $p = 0,073$), sabor ($\chi^2 = 3,72$, $p = 0,054$).	Los Hallazgos de este estudio muestran que los mineros de oro a pequeña escala están potencialmente expuestos al mercurio con riesgo de sufrir efectos adversos para la salud y la intoxicación por mercurio. Las quejas de entumecimiento se asociaron significativamente con la exposición al mercurio.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

8. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Corral S, Sàez D, Lam G, Lillo P, Sandoval R, Lancellotti D, et al.	2014	Neurological and neuropsychological deterioration in artisanal gold miners in the city of Andacollo, Chile. El deterioro neurológico y neuropsicológico en los mineros artesanales de oro de la ciudad de Andacollo, Chile (19).	Toxicological Environmental Chemistry DOI: 10.1080/02772248.2013.766191 Chile	Volumen 95 Número 2

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Estudio Transversal Analítico	74 participantes	Consentimiento informado	Voluntarios masculinos se expusieron ocupacionalmente a HgO ("mineros de oro", n ¼ 35) y se compararon con un grupo de trabajadores no expuestos (n ¼ 40). En el examen neurológico, el 71% del grupo de "mineros de oro" mostró anomalías como deterioro frontal, parkinsonismo y piramidal. El deterioro cognitivo leve a grave fue predominantemente presente en el grupo de "mineros de oro" (p<0,001 x 2 con corrección de Yates), al igual que las perturbaciones motoras y los temblores(p<0,05). El 43% de los trabajadores mostraron deterioro frontal, 17% mostraron temblor y el 11% mostraron la triada (deterioro frontal, parkinsonismo y síndrome piramidal).	Los hallazgos en el presente estudio identificaron patologías neurológicas en el grupo de "buscadores de oro" expuestos a mercurio, demostraron que la mayoría de los "mineros de oro" (71%) fueron considerados anormales de acuerdo a las evaluaciones neurológicas presentando deterioro frontal, Parkinsonismo, síndrome piramidal.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

9. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Yorifuji T, Tsuda T, Inoue S, Takao S, Harada M.	2011	Long-term exposure to psychiatric and methylmercury symptoms in residents of Minamata, Japan.	Environment International DOI: 10.1016/j.envint.2011.03.008 Japón	Volumen 37 Número 1
La exposición a largo plazo a los síntomas psiquiátricos y de metilmercurio en los residentes de Minamata, Japón (20).				

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Estudio Transversal Descriptivo	904 participantes.	Consentimiento informado	El estudio de 1971 basado en la población de Minamata y comunidades vecinas. Hubo 904 participantes en Minamata (área de alta exposición del medio), y 913 en Ariake (baja área de exposición). En comparación con la zona Ariake, los participantes del área de Minamata manifestaron síntomas psiquiátricos más frecuentes: ROP (Odds Ratio ajustado de prevalencia) para el deterioro de la inteligencia y el estado de ánimo y disfunción del comportamiento 5,2 (IC del 95%: 3,7 - 7.3) y 4.4 (95% CI: 2,9 - 6.7), respectivamente.	En este estudio se observó la mayor prevalencia de síntomas neurológicos en la zona de Minamata relacionada con la exposición a mercurio a largo plazo; ataxia, disartria, temblores, perturbaciones sensoriales.

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

10. Autor	Año	Nombre de la Investigación	Revista donde se ubica la publicación URL/DOI País	Volumen y Número
Yard EE, Horton J, Schier JG, Caldwell K, Sanchez C, Lewis L y otros.	2012	Mercury Exposure Among Artisanal Gold Miners in Madre de Dios, Peru: A Cross-sectional Study. Exposición al mercurio entre los mineros artesanales de oro en Madre de Dios, Perú: un estudio transversal (21).	J. Med. Toxicol.	Volumen 8
			DOI:10.1007 / s13181-012-0252-0	Número 1
			Estados Unidos	

CONTENIDO DE LA PUBLICACIÓN

Diseño de Investigación	Población y Muestra	Aspectos éticos	Resultados	Conclusión
Estudio transversal analítico	Población 292	Consentimiento informado	Un tercio (34.0%) de los participantes eran mineros de oro. Todos los participantes tenían mercurio total en orina detectable (GM, 5,5 µ g / g de creatinina; rango, 0,7 - 151 µ g / g de creatinina) y 91% tuvieron metilmercurio en sangre (GM, 2,7 µ g / L; rango, 0,6 - 10 µ g / L); 13 participantes (13%). Más de la mitad de los participantes informaron haber experimentado dolor de cabeza (55.4%), cambios de humor (52.5%) y debilidad muscular (51.5%). Aquellos que calentaron oro - las amalgamas de mercurio eran más propensas a informe que experimenta pérdida de memoria (66.7 vs. 42.2%, respectivamente; p <0,05) es comparación con aquellos que no calienta amalgamas.	Los trabajadores expuestos a mercurio presentaron un deterioro inicial del sistema nervioso tuvo como etapas iniciales temblor, trastorno psicológico y deterioro. conducción nerviosa.
	Muestra 103			

3.2 Tabla 2: Resumen de Estudios

Riesgo de Intoxicación Crónica por Mercurio provoque alteraciones neurológicas en trabajadores mineros.

Diseño de Estudio/Título	Conclusión	Calidad de Evidencia (sistema Grade)	Fuerza de Recomendación	País
Revisión sistemática Metaanálisis				
Meta-análisis de los efectos neuropsicológicos de la exposición al mercurio.	Los hallazgos en el presente estudio determinaron los efectos de la exposición ocupacional al mercurio en el funcionamiento neuropsicológico indicando el deterioro leve pero significativo en dominios de ejecutivos funcionamiento, procesamiento visuoespacial, memoria y atención.	Alta	Fuerte	Estados Unidos
Estudio Transversal Analítico				
Exposición y efectos tóxicos del mercurio elemental en las actividades de extracción de oro en Ecuador.	El presente estudio concluyó el acto de quema de amalgama de oro que representa la fuente principal de exposición Hg, está asociada a las alteraciones neuromotoras con manifestaciones temblor, alteración de la coordinación de mano y la estabilidad postural.	Moderada	Débil	Suecia
Revisión sistemática				
Asociación entre la exposición ambiental metilmercurio y trastornos neurológicos: una revisión sistemática.	Los seis estudios demostraron la asociación entre la exposición MeHg y alteración neurológica en la población que vive en áreas contaminadas con metilmercurio. Las alteraciones neurológicas más frecuentes que mostraron las participantes expuestas de los fueron trastornos sensoriales, seguido de motor y el deterioro, coordinación, el habla motora, la discapacidad auditiva, cambios visuales, el deterioro de la inteligencia y la función del estado de ánimo y el comportamiento disfunción.	Alta	Fuerte	Brasil
Estudio Transversal Analítico				
Exposición al mercurio y problemas de salud en la minería de oro artesanal urbana (UAGM) en Macasar, South Sulawesi, Indonesia.	Los hallazgos en este estudio revelaron una correlación razonable entre los años de trabajo, exposición al mercurio y la suma de los resultados positivos para los síntomas neurológicos rigidez, ataxia, movimientos oculares irregulares, salivación, disartria, temblores. En general los síntomas se producen y progresan rápidamente cuanto mayor es la concentración de mercurio.	Moderada	Débil	Indonesia

Revisión sistemática

Motor y sensorial neurotoxicidad inducida por el mercurio: revisión sistemática de los trabajadores actualmente expuesto a vapores de mercurio.

Los hallazgos en el presente estudio demostraron los efectos neurotóxicos asociados con la exposición continua al vapor de mercurio elemental con efecto predominante anomalías motoras de las anomalías sensoriales.

Alta

Fuerte

Estados Unidos

Revisión sistemática

La exposición al mercurio y los impactos en la salud de individuos en el sector artesanal y Comunidad minera de oro en pequeña escala.

El presente estudio identificó que los individuos implicados en las operaciones de extracción de oro son expuestos a niveles peligrosos de vapor Hg elemental, como se evidencia por las concentraciones urinarias de Hg, los cuales indican que los de las comunidades ASGM experimentaron efectos neurológicos, efectos renales y efectos autoinmunes, posiblemente, inmunotóxicos.

Alta

Fuerte

Estados Unidos

Estudio Transversal Analítico

La exposición de los mineros de oro en pequeña escala en Prestea a mercurio, Ghana, 2012.

Los Hallazgos de este estudio muestran que los mineros de oro a pequeña escala están potencialmente expuestos al mercurio con riesgo de sufrir efectos adversos para la salud y la intoxicación por mercurio. Las quejas de entumecimiento se asociaron significativamente con la exposición al mercurio.

Moderada

Débil

Ghana

Estudio Transversal Analítico

El deterioro neurológico y neuropsicológico en los mineros artesanales de oro de la ciudad de Andacollo, Chile.

Los hallazgos en el presente estudio identificaron patologías neurológicas en el grupo de "buscadores de oro" "expuestos a mercurio, demostraron que la mayoría de los "mineros de oro" (71%) fueron considerados anormales de acuerdo a las evaluaciones neurológicas presentando deterioro frontal, Parkinsonismo, síndrome piramidal.

Moderada

Débil

Chile

Estudio Transversal Descriptivo La exposición a largo plazo a los síntomas psiquiátricos y de metilmercurio en los residentes de Minamata, Japón.	En este estudio se observó la mayor prevalencia de síntomas neurológicos en la zona de Minamata relacionada con la exposición a mercurio a largo plazo; ataxia, disartria, temblores, perturbaciones sensoriales.	Baja	Muy Débil	Japón
Estudio transversal analítico Exposición al mercurio entre los mineros artesanales de oro en Madre de Dios, Perú: un estudio transversal.	Los trabajadores expuestos a mercurio presentaron un deterioro inicial del sistema nervioso tuvo como etapas iniciales temblor, trastorno psicológico y deterioro en la conducción nerviosa.	Moderada	Débil	Estados unidos

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

4.1 Discusión

La revisión sistemática de los 10 artículos científicos sobre riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros, fue hallada en los siguientes bases de datos: Epystemonikos, Pubmed, Medline, EBSCO. Nos permitieron encontrar 10 evidencias científicas, todos ellos corresponden al tipo cuantitativo, de diseños de estudios revisión sistemática y estudios transversal analítico.

Según los resultados obtenidos de la revisión sistemática realizadas en el presente estudio, mostrando en los 10 artículos revisados sistemáticamente el 40% (n=4/10) son revisiones sistemáticas, el 50% (n=5/10) son estudios transversales analíticos y el 10% (n=1/10) es estudio transversal descriptivo.

Según los resultados obtenidos de la revisión sistemática realizada en el presente estudio, proceden de los países de Estados Unidos (40%), seguida de Suecia (10%), Brasil (10%), Indonesia (10%), Ghana (10%), Chile (10%) y Japón (10%).

Según los resultados obtenidos d la revisión sistemática y estudios transversales analíticos, muestran que, del total de 10 artículos, 100%(n=10/10) muestran el riesgo de desarrollar alteraciones

neurológicas ante la exposición crónica de mercurio en trabajadores mineros.

Corral S, Sàez D, Lam G, Lillo P, Sandoval R, Lancellotti D, et al.(19) investigó la prevalencia de deterioro neurológico y neuropsicológico en dos grupos de mineros artesanales chilenos “buscadores de oro “ personas ocupacionalmente expuestos a mercurio y “trabajadores no expuestos”, este estudio concluye en el examen neurológico: el 71% del grupo de “mineros buscadores de oro”, demostró el daño del sistema nervioso central y la exposición al mercurio; el resultado del examen neurológico del grupo expuesto mostró deterioro cognitivo, alteración motora y temblor.

Gibb H, OLeary KG. (17) concluye que se identificaron 17 artículos y 60 estudios en el cual se realizaron mediciones de los biomarcadores de exposición a Hg. Identificando concentraciones de mercurio Hg pelo de 50 mgHg/g concentraciones por encima de los valores referenciales, indica una probabilidad (5%) de provocar daño neurológico en adultos implicados en operaciones de extracción artesanal de oro, los signos neurológicos clásicos fueron temblor, ataxia, problemas de memoria, trastornos de visión.

Puty B, Reis LK, Crespo ME, Carvallo AP, Fernandes N, Cople L, et al. (14) esta revisión sistemática refiere la relación entre la exposición a MeHg y trastornos neurológicos, identificaron cinco de los seis estudios mostraron alteraciones en el sistema psico sensorial, coordinación, alteración motora, alteraciones del estado de ánimo, los estudios seleccionados involucraron poblaciones ambientalmente expuestos a Hg y también a través de la dieta. Concluyendo la asociación definitiva de la exposición a MeHg y las alteraciones neurológicas en los seres humanos.

Otro estudio, fue realizado en Estados Unidos, se examinó la influencia del mercurio en el funcionamiento neuropsicológico definidas de forma dicotómicamente (individuos expuestos a no expuestos) encontró un efecto perjudicial significativo en el sistema nervioso central, pero la

distribución del tamaño del efecto es relativamente pequeña (1.2%).este estudio concluye con un 95% de fiabilidad de que la exposición a mercurio tiene un efecto pequeño pero significativo sobre la variable neuropsicológica.

Campos CA, Borak J, Luis ED. (16), los estudios realizados abarcaron desde 1951-2007, la alta exposición a mercurio se asoció a hallazgos positivos : alteraciones motoras (75%) con mayor frecuencia en las extremidades superiores y anormalidades sensoriales (25%),estos sucesos fueron evidenciados en trabajadores expuestos crónicamente a concentraciones de mercurio, el estudio concluye la magnitud de los efectos están relacionadas con la dosis y niveles altos de exposición a Hg.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La revisión sistemática de los 10 artículos científicos, sobre riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros fueron halladas en las siguientes bases de datos Epystemonikos, Pubmed, Medline, Ebsco, Sciencedirect, Elsevier, todos ellos corresponden al tipo y diseño de estudio de revisión sistemática, estudio transversal analítico y estudio transversal descriptivo.

Según las 10 evidencias científicas revisadas podemos concluir que la exposición crónica a mercurio provoca alteraciones neurológicas en trabajadores mineros.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda a los sistemas de salud y la sociedad peruana de salud ocupacional, ampliar el conocimiento sobre riesgo de alteraciones neurológicas por intoxicación crónica por mercurio en trabajadores mineros.

Se recomienda implementar proyectos, programas para reducir y eliminar el uso de mercurio o compuestos en actividades enmarcadas a la extracción de oro artesanal y en pequeña escala, los procesos de

fabricación y la producción de artículos de uso cotidiano, como cosméticos, bombillas, empastes y rellenos dentales.

Se recomienda monitorizar y realizar mediciones de biomarcadores de exposición a mercurio a los trabajadores enmarcadas en actividades metalúrgicas, refinería, elaboración de baterías y entre otras donde haya exposición a metales.

Fortalecer las capacidades de los profesionales de Enfermería en temas de promoción de salud y prevención de enfermedades enmarcados en seguridad y salud en el trabajo.

A las Facultades de Enfermería en las Universidades: Incorporar en su plan curricular institucional unidades didácticas de salud ocupacional y medio ambiente.

A las agencias de salud pública fortalecer el trabajo extramural mediante un enfoque territorial que fomente la participación de la comunidad a través de sus diferentes autoridades locales y agentes comunitarios de salud. Y aumentar la conciencia pública de esta amenaza para la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Kasper A, Frølund J. Una revisión de la exposición al mercurio en los mineros de oro artesanales a pequeña escala en los países en desarrollo. Int Arco Occup Env Heal. 2013;1.
2. Organización mundial de la salud. Evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional y local [internet].Ginebra-Suiza: Organización mundial de la salud;2017 [citado el 14 de julio del 2017] disponible desde: https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury/es/
3. Bjorklund G, Dadar M, Mutter J, Aaseth E. La toxicología del mercurio: La investigación actual y las nuevas tendencias. Environ Res. 2017; 159:545–54.
4. Rava T, Ramírez D. Una revisión sistemática sobre la gestión y el tratamiento de mercurio en la minería artesanal del oro. Cienc Total Environ oro. 2018; 633:816–24.
5. Fernandes Azevedo B, Barros Furieri L, Pecanha FM, Wiggers GA, Frizera Vassallo P, Ronacher Simões M, et al. Toxic Effects of Mercury on the Cardiovascular and Central Nervous Systems. J Biomed Biotechnol. 2012;2012(1):1–11.
6. Hong Y, Kim Y, Lee K. Methylmercury Exposure and Health Effects. J Prev Med Public Heal. 2012; 45:353–63.
7. Caito S, Aschner YM, Farmacología D De, Pediatría T, Uu EE. Neurotoxicidad de metales. Neurol Ocup. 2015;131.

8. Kim Y, Jeong KS, Yun-hun Y, Ah M. Trastornos neurológicos Ocupacional en Corea Manifestaciones clínicas e implicaciones toxicológicas de Grandes Síndromes. J Clin Neurol. 2010; 6:64–72.
9. Gencpinar P, Buyuktahtakin B, Ibisoglu Z, Genc S, Yilmaz A, Mihci E. Intoxicación por mercurio como causa de hipertensión intracraneal. J Child Neurol. 2014;30(6).
10. Yorifuji T, Tsuda T, Inoue S, Takao S, Harada M. Entorno internacional La exposición a largo plazo a los síntomas psiquiátricos y de metilmercurio en los residentes de Minamata, Japón. Environ Int. 2011; 37:907–13.
11. Beltràn Ò. Revisiones sistemáticas de la literatura. Rincón Epidemiológico. 2005;(1):60–9.
12. Rohling ML, Demakis GJ. Meta-analysis of the neuropsychological effects of mercury exposure. TCN Clin Neuropsychol. 2014; 20:108–32.
13. Harari R, Harari F, Gerhardsson L, Lundh T, Skerfving S, Strömberg U, et al. Exposure and toxic effects of elemental mercury in gold-mining activities in Ecuador. Toxicol Lett. 2012;213(1):75–82.
14. Puty B, Reis LK, Crespo ME, Carvalho AP, Fernandes N, Cople L, et al. Association between environmental exposure methylmercury and neurological disorders: a systematic review. Trace Elem. 2019;52(1):100–10.
15. Hasriwiani HA, Masayuki S, Koichiro S, Lukmanul H. Mercury Exposure and Health Problems in Urban. Artisanal Gold Mining (UAGM) in Makassar, South Sulawesi. Indonesia 2017; 7:44. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2076-3263/7/3/44>

16. Campos CA, Borak J, Luis ED. Motor and sensory neurotoxicity induced by mercury: a systematic review of workers currently exposed to mercury vapor. Crit Rev Toxicol [Internet]. 2017;7(21):547–6898. disponible desde: <http://dx.doi.org/10.1080/10408444.2017.1342598>
17. Gibb H, OLeary KG. Mercury Exposure and Health Impacts among Individuals in the Artisanal and Small-Scale Gold Mining Community. USA. 2014 Jul;122:7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307864>.
18. Mensah EK, Afari E, Wurapa F, Sackey S, Quainoo A, Kenu E, et al. The exhibition of small-scale gold miners in Prestea to mercurio, Ghana, 2012. Pan Afr Med J. 2016;25(Supp 1):46–9.
19. Corral S, Sàez D, Lam G, Lillo P, Sandoval R, Lancellotti D, et al. Neurological and neuropsychological deterioration in artisanal gold miners from the town of Andacollo, Chile. Toxicol Environ Chem. 2014;95(2):344–58.
20. Yorifuji T, Tsuda T, Inoue S, Takao S, Harada M. Long-term exposure to psychiatric and methylmercury symptoms in residents of Minamata, Japan. Environ Int. 2011;37(1):907–13.
21. Yard EE, Schier J, Caldwell G, Lewis L, Gasta C. Mercury Exposure Among Artisanal Gold Miners in Madre de Dios, Peru: A Cross-sectional Study. J Med Toxicology. 2012; 8:441–8.

