

Parkinsonismo en fundidor de oro: intoxicación por mercurio

Steven Zambrano Castro¹✉, Patricia Caro Uribe², Leidy Carolina Salazar Chica¹✉

Resumen

Introducción: la intoxicación por mercurio elemental es una causa común de enfermedad ocupacional, la cual puede desencadenar síntomas gastrointestinales, renales, visuales y neuropsiquiátricos, como eretismo mercurial y trastornos del movimiento (ataxia, temblor, mioclonías y parkinsonismo), entre otros.

Presentación del caso: paciente masculino de 34 años con exposición laboral a vapores de mercurio en espacio confinado y sin uso adecuado de elementos de protección personal. Dentro de sus manifestaciones, destacaron la toxicidad central y la periférica, dadas por síntomas neuropsiquiátricos (eretismo mercurial) y trastorno del movimiento (parkinsonismo incapacitante). Se confirmó el diagnóstico mediante estudios de sangre y orina de 24 horas que mostraron niveles muy elevados de mercurio, por lo que se administró terapia quelante, carbidopa, levodopa y N-acetylcisteína, logrando una disminución significativa de los niveles corporales y alcanzando la resolución completa de los síntomas (un año de seguimiento).

Discusión: el mercurio es un metal altamente tóxico para el cerebro humano y tiene la capacidad de generar un efecto tóxico directo sobre los ganglios basales y la capa de células granulares del cerebelo, además, altera la homeostasis de calcio y glutamato, libera citoquinas proinflamatorias y aumenta el estrés oxidativo local, con disfunción mitocondrial y excitotoxicidad sobre las neuronas dopaminérgicas, conllevo al desarrollo de trastornos del movimiento (parkinsonismo) y manifestaciones neuropsiquiátricas. El diagnóstico se confirma con la medición de niveles de mercurio en los tejidos corporales y el tratamiento específico está basado en el retiro de la exposición, la quelación y las terapias coadyuvantes.

Conclusiones: en pacientes con exposición laboral a mercurio y desarrollo de síntomas neuromotores, se debe sospechar el diagnóstico de intoxicación e iniciar un tratamiento oportuno para evitar secuelas permanentes.

Palabras clave: metales, inhalación, intoxicación, mercurio, quelantes, temblor, toxicidad.

Parkinsonism in a gold melter: Mercury intoxication

Abstract

Introduction: Elemental mercury poisoning is a common cause of occupational disease, it can trigger gastrointestinal, renal, visual and neuropsychiatric symptoms such as mercurial erythema and movement disorders (ataxia, tremor, myoclonias and parkinsonism), among others.

Case presentation: 34-year-old male with occupational exposure to mercury vapors in a confined space and without adequate use of personal protective equipment. Among his manifestations, central and peripheral toxicity is highlighted by neuropsychiatric symptoms (mercurial erythema) and movement disorder (incapacitating parkinsonism). Diagnosis is confirmed with very high levels of mercury in blood and urine 24 hours. He received chelation therapy, carbidopa, levodopa and N-acetylcysteine, achieving a significant decrease in body levels and complete resolution of symptoms (1 year of follow-up).

Discussion: Mercury is a highly toxic metal for the human brain, it has the capacity to generate a direct toxic effect on the basal ganglia and the granular cell layer of the cerebellum, alters calcium and glutamate homeostasis, releases proinflammatory cytokines and increases local oxidative stress with mitochondrial dysfunction and excitotoxicity on dopaminergic neurons leading to the development of movement disorders (parkinsonism) and neuropsychiatric manifestations. Diagnosis is confirmed by measuring mercury levels in body tissues and specific treatment is based on exposure withdrawal, chelation and adjuvant therapies.

Conclusions: In patients with occupational exposure to mercury and development of neuromotor symptoms, the diagnosis of intoxication should be suspected and timely treatment should be initiated to avoid permanent sequelae.

Keywords: Metals, Inhalation, Intoxication, Mercury, Chelants, Tremor, Toxicity.

- ¹ Hospital Infantil de San José, Bogotá, Colombia
² Sociedad de Cirugía de Bogotá, Hospital San José, Bogotá, Colombia

 **Correspondencia/Correspondence:**
Steven Zambrano Castro, Calle 10 # 18-75, Sociedad de Cirugía Hospital de San José, Bogotá, Colombia.
Correo-e: szambrano@fucsalud.edu.co

Historia del artículo/Article info
Recibido/Received: 20 de marzo, 2024
Revisado/Revised: 6 de noviembre, 2024
Aceptado/Accepted: 13 de enero, 2025
Publicado/Published online: 1 de abril, 2025

Citation/Citación: Zambrano Castro S, Caro Uribe P, Salazar Chica LC. Parkinsonismo en fundidor de oro: intoxicación por mercurio. Acta Neurol Colomb. 2025;41(2):e1849.
<https://doi.org/10.22379/anc.v41i2.1849>



Introducción

El mercurio es un metal noble encontrado en el medio ambiente bajo la forma de mercurio elemental, orgánico o inorgánico, y cualquiera de estas presentaciones son un riesgo para el ser humano por su potencial toxicidad. En la metalurgia del oro, habitualmente se usa el mercurio para amalgamar y purificar el oro, generando un alto riesgo ocupacional, dado que los vapores producidos en este proceso son altamente tóxicos al ser inhalados y pueden llevar a manifestaciones que van desde síntomas generales leves, hasta cuadros severos o secuelas permanentes.

Las manifestaciones neuropsiquiátricas están dadas principalmente por el eretismo mercurial y los trastornos del movimiento (ataxia y temblor, mioclonías, trastornos autoinmunes y parkinsonismo) (1). El diagnóstico se basa en la evaluación clínica y la confirmación de los niveles elevados en las muestras corporales. Extremar las medidas de protección personal y el manejo con fármacos quelantes y coadyuvantes son el pilar del tratamiento médico (2). Se presenta a continuación el caso clínico de un trabajador de joyería que desarrolló manifestaciones motoras y neuropsiquiátricas posterior a una exposición de vapores de mercurio. Además, se destaca la importancia de ampliar estudios toxicológicos en pacientes con movimientos anormales y ocupaciones de riesgo.

Presentación del caso

Paciente masculino de 34 años de edad, procedente de Bogotá D. C., con cuadro clínico de 20 días de evolución que comenzó con malestar general, migrañas intermitentes, bradicinesia y temblor fino de predominio en miembros superiores, que aumentaba al realizar actividades de motricidad fina. El paciente evolucionó con dificultad para la marcha, alteración de la memoria a corto y largo plazo, cefalea, insomnio, irritabilidad y disminución de la libido. Además, fue atendido en múltiples ocasiones en servicios de urgencias, considerando un posible cuadro viral; la clínica empeoró con el incremento del temblor, lo que condicionó al paciente a un deterioro funcional, marcado con incapacidad para realizar labores básicas como comer, cepillarse los dientes, tomar bebidas o bañarse; incluso presentó dos crisis motoras de tipo tónico clónica, por lo cual se le ingresó a hospitalización.

Dentro del interrogatorio, el paciente comentó que seis meses atrás trabajó en una joyería con fundición de oro utilizando mercurio a diario, sin un uso adecuado de los elementos de protección personal, en una habitación pequeña sin extractor y con poca ventilación; además, en ocasiones participaba en labores de extracción del oro desde fuentes mineras.

En los quince días previos al inicio de los síntomas aumentó su jornada laboral hasta 11 horas diarias. En el examen físico inicial presentó temblor marcado en extremidades superiores (predominio derecho) y temblor fino en miembros inferiores, asociado a lentitud en los movimientos voluntarios (bradicinesia), diaforesis palmar, hiperreflexia, ataxia y disartria leve; el resto del examen físico fue normal. Los paraclinicos mostraron la CPK en el límite superior, mientras que el hemograma, el perfil hepatorrenal, los tiempos de coagulación, el EKG, la vitamina B12 y el ácido fólico estaban en parámetros normales. Las imágenes con electromiografía y velocidades de neuroconducción no mostraron compromisos del nervio periférico y la resonancia magnética nuclear cerebral también resultó sin alteraciones. Debido al antecedente ocupacional mencionado, se procesaron los niveles séricos de mercurio, lo cual arrojó un reporte elevado en 158,21 ug/l y se confirmó en muestra de orina de 24 horas (6025,63 ug/l) (tabla 1).

Se concluyó que el diagnóstico era de intoxicación por mercurio y como manifestaciones destacaron el eretismo mercurial y las manifestaciones motoras dadas por parkinsonismo. Para el tratamiento recibió manejo quelante con DMSA (ácido dimercapto-succínico) 800 mg cada 8 horas, durante 5 días y, posteriormente, 800 mg cada 12 horas por 15 días, asociado a N-acetilcisteína como terapia coadyuvante. En paralelo, Neurología Clínica inició seguimiento y manejo con levodopa/carbidopa por parkinsonismo y benzodiacepina oral (clonazepam) por episodios de crisis de ansiedad y como coadyuvante al manejo del temblor.

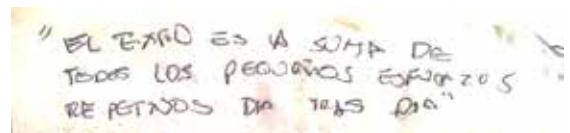
La evolución postratamiento fue satisfactoria, el paciente completó el esquema de quelación sin efectos adversos, el dopaminérgico se logró destetar y se suspendió la benzodiacepina, logrando una mejoría de los síntomas y la recuperación de la autonomía del paciente, por lo que se le dio egreso tras 25 días de hospitalización. En la figura 1 se expone la escritura del paciente antes y después del tratamiento, evidenciando la mejoría. En la tabla 1 se exponen los niveles de mercurio en sangre y orina pre y postratamiento inmediato, al mes y de mercurio en sangre

Tabla 1. Niveles de mercurio pre y postratamiento

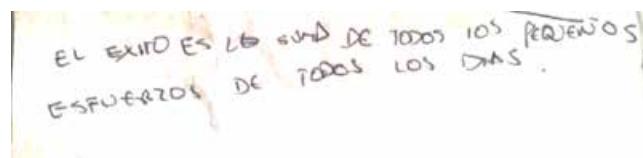
	Sangre Valor de referencia: 0-10 ug/l	Orina Valor de referencia: hasta 50 ug/l
Inicio del cuadro	158,21 ug/l	6025 ug/l
Posquelación (control inmediato)	-	573,82 ug/l
Control al mes	47,49 ug/l	394 ug/l
Control a los cuatro meses	25,62 ug/l	-

Fuente: elaboración propia.

1A.



1B.

**Figura 1. Evidencia de evolución del paciente**

Nota: 1A: letra del paciente previo a la quelación;
1B: posquelación

Fuente: elaboración propia.

a los cuatro meses, evidenciando una disminución progresiva de estos, además, se mantuvo la mejoría sintomática en los controles.

Finalmente, el paciente se reintegró a su trabajo con reasignación de funciones en el área administrativa y continuó en seguimientos periódicos por toxicología clínica.

Discusión

El mercurio es un metal pesado encontrado en el medio ambiente (aire, agua y suelos) bajo tres formas: mercurio elemental (metálico), orgánico (me-

tilmercurio) e inorgánico (sales de mercurio); el cual procede principalmente de la actividad volcánica, la erosión de las rocas o la actividad humana (quema de carbón, sistemas de calefacción residenciales, incineradores de desechos y como resultado de minería primaria de mercurio, oro y otros metales) (3-4).

Para la Organización Mundial de la Salud, este es uno de los diez productos que plantean problemas de salud pública, principalmente por sus efectos tóxicos en los sistemas: nervioso, digestivo, pulmonar, renal e inmunitario, y también en la piel y los ojos (4). El mercurio elemental se encuentra en forma líquida y es ampliamente utilizado en la industria metalúrgica para la extracción y manipulación de oro, bajo la técnica de amalgamación (como en el caso de nuestro paciente), la cual crea una amalgama de mercurio-oro que al calentarse elimina impurezas y logra la evaporación del mercurio, dejando libre el oro para su utilización (1); tras la inhalación de estos vapores, se absorbe entre un 75-80% del metal y por su alta liposolubilidad, este se distribuye ampliamente a todos los tejidos (riñones, hígado, bazo y sistema nervioso central); además, este metal se oxida a ion mercurioso (Hg^+) y ion mercúrico (Hg^{2+}), logrando retención y acumulación local con efectos tóxicos directos sobre procesos metabólicos, enzimáticos y daño a membranas celulares y de organelos. Su excreción es principalmente renal, por filtración glomerular o secreción tubular, y su vida media varía entre 30-60 días, aunque estudios recientes han reportado mercurio en el cerebro humano por años y décadas (5).

Tras la inhalación aguda del mercurio elemental, las manifestaciones aparecen a las pocas horas de la exposición y predominan los síntomas respiratorios, como tos y disnea, asociados a fiebre, escalofríos, debilidad, cefalea, náuseas, vómito, diarrea, salivación, disfagia o sabor metálico (6), además, se han reportado casos severos de neumotórax, neumonitis química aguda y fibrosis pulmonar (7). En exposiciones prolongadas y persistentes, pueden ocurrir alteraciones visuales, cardiomiopatías (miocardiopatía dilatada con insuficiencia cardiaca) (8), alteraciones renales (necrosis tubular aguda, síndrome nefrótico, glomerulonefritis o enfermedad renal crónica), hematológicas (anemia hemolítica, aplásica o leucocitosis), compromiso reproductivo (infertilidad o trastornos menstruales), embrionario (defectos del tubo neural, malformaciones craneofaciales o retraso del crecimiento), endocrino (hipoadrenalismo, hipopituitarismo, diabetes mellitus o hipotiroidismo) y a

nivel neuropsiquiátrico se destaca el “eretismo mercurial” (irritabilidad, insomnio, cambios de personalidad, timidez excesiva, ansiedad, depresión, delirio, alucinaciones o convulsiones), neuropatía sensorial periférica, neuropatía óptica, discapacidad auditiva y, más comúnmente, trastornos del movimiento como ataxia y temblor, mioclonías, trastornos autoinmunes del movimiento y parkinsonismo (1).

En un estudio que analizó las actividades, las intoxicaciones y el tratamiento médico de trabajadores de una mina de mercurio en Aranzazu (Caldas, Colombia) entre 1948 y 1975, se recogieron los relatos de los trabajadores que presentaron alteraciones del movimiento y fueron descritas como un “temblor intencional que se presentaba en oleadas, con interrupciones que duraban algunos minutos y volvía con fuerza y de manera repentina. El movimiento comenzaba en dedos, labios y párpados, y luego se extendía progresivamente a las extremidades”. En ocasiones, estas alteraciones son lo suficientemente incapacitantes como para limitar la marcha o la ingesta de alimentos (9).

En trabajadores con intoxicaciones crónicas, se han documentado también diversos grados de discapacidad neuropsicológica permanente con memoria verbal y espacial, significativamente deteriorada a corto plazo, además de atención sostenida, dividida y deteriorada, así como una velocidad motora también deteriorada (10).

Los trastornos del movimiento inducidos por mercurio, como la ataxia y el temblor, son explicados por la unión y toxicidad directa del metal a membranas de organelos del sistema nervioso central ricas en sulfhidrilos (mitocondrias, lisosomas y aparato de Golgi), por el efecto tóxico que producen sobre la capa de células granulares del cerebelo, dishomeostasis del calcio y glutamato, y estrés oxidativo debido a una mayor generación de especies reactivas de oxígeno. Así mismo, las mioclonías son secundarias a la pérdida de la inhibición de la corteza motora del cerebelo; la activación en la producción de citoquinas proinflamatorias y la activación de linfocitos Th2 que explican los trastornos autoinmunes del movimiento y el parkinsonismo (bradiquinesia o lentitud en el inicio de los movimientos voluntarios y al menos otro signo motor como temblor en reposo o rigidez) es secundario a estrés oxidativo, disfunción mitocondrial y excitotoxicidad sobre las neuronas dopaminérgicas, sumado a la expresión alterada de genes implicados en la vía de transducción de señales dopaminérgicas.

En personas con enfermedad de Parkinson se ha demostrado presencia de mercurio por autometalografía en neuronas afectadas por la enfermedad (sustancia negra, corteza motora, cuerpo estriado, tálamo y cerebelo), además en oligodendrocitos en sustancia blanca, gris y co-localizado con cuerpos de Lewy (11). Se describe también una alta afinidad del mercurio por el selenio y las selenoproteínas P, la tiorredoxina reductasa y la glutatión peroxidasa, aumentando el estrés oxidativo y provocando una acumulación de placa amiloide, ovillos neurofibrilares y más apoptosis, afectando la función cognitiva, la memoria a corto plazo, la atención e incluso se puede producir demencia durante etapas tempranas de la intoxicación (12).

Se concluye, entonces, que la fisiopatología de la neurodegeneración inducida por mercurio es multifactorial y se destaca, principalmente, la interrupción del metabolismo de neurotransmisores, excitotoxicidad, neuroinflamación, transporte de membrana alterado, susceptibilidad genética y otros procesos como interacción con microtúbulos y agotamiento del selenio (1). Dentro de las causas toxicológicas, es importante considerar que el desarrollo de movimientos anormales (enfermedad de Parkinson), se puede deber también a exposiciones ambientales y ocupacionales a otros metales como el manganeso y el hierro (13).

En el presente caso, el paciente debutó con síntomas generales, neuropsiquiátricos y movimientos anormales (parkinsonismo), lo cual, en asocio al nexo ocupacional, sustentó la sospecha clínica de intoxicación por mercurio. La confirmación del diagnóstico se basó en mediciones de mercurio en matrices biológicas, como sangre u orina de 24 horas (la cromatografía de gases o de capa fina logran diferenciar el mercurio orgánico del inorgánico). Los valores obtenidos no guardan una correlación definitiva entre la concentración de mercurio y el grado de toxicidad, sin embargo, concentraciones mayores a 1,0 mcg/l en sangre y de 0,5 mcg/l en orina se consideran patológicas. El cabello puede ser también material de análisis para exposición crónica, sin embargo, dado que el mercurio ambiental no ingerido puede unirse ávidamente a este, la confiabilidad de este método es cuestionable (2). Los estudios de extensión y el manejo multidisciplinario dependerán del tipo de manifestaciones clínicas. Otras causas de parkinsonismo tóxico a descartar son la exposición a pesticidas, solventes hidrocarburos y otros metales como el hierro.

El tratamiento para la intoxicación por mercurio incluye la suspensión de la exposición, la descontaminación gastrointestinal o cutánea (en los casos que requiera), las medidas de apoyo (hidratación y manejo de complicaciones) y la estabilización cardiorrespiratoria, que es de suma importancia en los casos de inhalación de vapores. Al evaluar sobre el retiro de la fuente de exposición, es importante considerar otras fuentes como agua, suelo y alimentos en habitantes y trabajadores de zonas mineras; estudios colombianos han demostrado la presencia de niveles de mercurio elevados en alimentos de consumo diario (por ejemplo: yuca, pescado, plátano, pollo, ñame, cerdo, etc.), convirtiéndolos en una fuente de intoxicación potencial (14).

Los quelantes son la terapia específica de elección y han demostrado minimizar y prevenir los efectos generalizados de la intoxicación; para el mercurio elemental, se recomienda el uso de dimercaprol o su análogo DMSA (si tolera vía oral), dado que, al tener grupos tiol, compiten con los grupos sulfhidrilo endógenos por la unión al mercurio y disminuyen su toxicidad (15); también existen otros quelantes como el ácido 2,3-dimercapto-1-propanosulfónico (DMPS) y la d-penicilamina, los cuales, por efectos adversos, han dejado de considerarse como medicamentos de primera línea (2). Se estudian también terapias coadyuvantes, como suplementación con N-acetilcisteína (mayor generación de glutatión) y selenio (en estudios en animales demostró una mejoría en las lesiones, restauró contenido mitocondrial, regeneró la función de la selenoproteína y el entorno redox intracelular) (16), sin embargo, hasta el momento no están completamente avalados.

El pronóstico de los pacientes dependerá de la detección temprana, el manejo específico y el abordaje de las complicaciones. Es de suma importancia seguir las recomendaciones nacionales e internacionales sugeridas por entidades como la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, según sus siglas en inglés), el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, según sus siglas en inglés) y la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, según sus siglas en inglés), acerca de las medidas de promoción y prevención en ambientes laborales que manipulen mercurio, vigilar los niveles permitidos en el ambiente laboral, así como los tiempos de exposición y el uso adecuado de elementos de protección personal (17).

Conclusiones

La intoxicación por mercurio presenta un problema de salud pública para la población, debido a sus efectos tóxicos directos sobre los sistemas: nervioso, digestivo, pulmonar, renal, inmunitario y reproductivo, y sobre la piel y los ojos. Como en el presente caso, los trabajadores de la metalurgia están altamente expuestos a vapores de mercurio elemental que, en escenarios de jornadas laborales extensas, locaciones inapropiadas y uso inadecuado de elementos de protección personal, pueden llevar a manifestaciones agudas o crónicas incapacitantes. Asimismo, el eretismo mercurial y los trastornos del movimiento que limitan la funcionalidad (por ejemplo, el parkinsonismo) son manifestaciones comunes de esta entidad.

Así, el diagnóstico oportuno y el tratamiento adecuado son fundamentales para un mejor pronóstico y, aunque se están considerando otras estrategias coadyuvantes, la terapia con quelación sigue siendo el manejo de elección. Además, adherirse a las recomendaciones nacionales e internacionales para manipulación del mercurio y otros metales en el ambiente laboral, va a ser siempre la mejor estrategia preventiva de la intoxicación.

Contribución de los autores. Steven Zambrano: conceptualización, investigación, escritura del borrador original, revisión y edición del manuscrito; Patricia Caro: conceptualización, supervisión, escritura, revisión y edición del manuscrito; Leidy Carolina Salazar Chica: escritura y revisión del manuscrito.

Conflictos de interés. Los autores no declaran conflictos de intereses.

Financiación. No se recibieron fondos de entidades públicas o privadas para la realización de este artículo.

Implicaciones éticas. El paciente dio la autorización previa a la realización de este artículo por medio de un consentimiento informado, se respetó su dignidad y confidencialidad al no dar detalles sobre sus datos personales.

Referencias

1. Ganguly J, Kulshreshtha D, Jog M. Mercury and movement disorders: the toxic legacy continues. *Can J Neurol Sci.* 2022;49(4):493–501. <https://doi.org/10.1017/cjn.2021.146>
2. Nelson LS, Howland MA, Lewin NA, Smith SW, Goldfrank LR, Hoffman RS. *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*. 11.a ed. Nueva York: McGraw Hill Medical; 2019.
3. Weinberg P. Introducción a la Contaminación por Mercurio para las ONG [internet]. Suecia: International POPs Elimination Network; 2007. [citado 2024 jun. 15] https://ipen.org/sites/default/files/documents/pen_mercury_booklet-es.pdf
4. Gibb H, O'Leary KG. Mercury exposure and health impacts among individuals in the artisanal and small-scale gold mining community: a comprehensive review. *Environ Health Perspect.* 2014;122(7):667–72. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307864>
5. Holstege CP, Dobmeier SG, Bechtel LK. Critical care toxicology. *Emerg Med Clin North Am.* 2008;26(3):715–39. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2008.04.003>
6. Kaur S, Attar JS, Maninder. Review on mercury poisoning. *EIPRMJ.* 2023;12(1):29–33. <https://www.eduzonejournal.com/index.php/eiprmj/article/view/238>
7. Gao Z, Ying X, Yan J, Wang J, Cai S, Yan C. Acute mercury vapor poisoning in a 3-month-old infant: a case report. *Clin Chim Acta.* 2017;465:119–22. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2016.12.019>
8. Pavan D, Dhulipudi B, Bhakru S, Yerra A, Rashid Shaikh FA, Rao Koneti N. Chronic mercury poisoning: a cause for reversible cardiomyopathy. *Indian J Clin Cardiol.* 2022;3(1):29–33. <https://doi.org/10.1177/26324636221084460>
9. Bonilla JS, Idrovo AJ, Figueroa HH. Intoxication in a Colombian mercury mine: Aranzazu, 1948–1975. *Hist Ciênc Saúde Manguinhos.* 2024;31:e2024048. <https://doi.org/10.1590/s0104-59702024000100048en>
10. Powell TJ. Chronic neurobehavioural effects of mercury poisoning on a group of Zulu chemical workers. *Brain Inj.* 2000;14(9):797–814. <https://doi.org/10.1080/026990500421912>
11. Pamphlett R, Bishop DP. Mercury is present in neurons and oligodendrocytes in regions of the brain affected by Parkinson's disease and co-localises with Lewy bodies. *PLoS One.* 2022;17(1):e0262464. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262464>
12. Fallas Waahrmann M, Quesada Salas AH, Fallas Santana C, Porras Vargas AG. Intoxicación crónica por mercurio: reto diagnóstico. *Rev Méd Sinerg.* 2023;8(4):e1025. <https://doi.org/10.31434/rms.v8i4.1025>
13. Gonzalez-Alvarez MA, Hernandez-Bonilla D, Plascencia-Alvarez NI, Riojas-Rodriguez H, Rosselli D. Environmental and occupational exposure to metals (manganese, mercury, iron) and Parkinson's disease in low and middle-income countries: a narrative review. *Rev Environ Health.* 2021;37(1):1–11. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0140>
14. Cadavid Muñoz N, González-Álvarez D, Cabrera Jaramillo A, Soto-Ospina A, Arango Ruiz Á. Toxicological risk in individuals exposed to methylmercury and total mercury through daily-consumed foodstuffs in one of the mining regions of Bajo Cauca, Antioquia, Colombia. *Emerg Contam.* 2023;9(10):100226. <http://dx.doi.org/10.1016/j.emcon.2023.100226>
15. Ye BJ, Kim BG, Jeon MJ, Kim SY, Kim HC, Jang TW, et al. Evaluation of mercury exposure level, clinical diagnosis and treatment for mercury intoxication. *Ann Occup Environ Med.* 2016;28:5. <https://doi.org/10.1186/s40557-015-0086-8>
16. Spiller HA, Hays HL, Burns G, Casavant MJ. Severe elemental mercury poisoning managed with selenium and N-acetylcysteine administration. *Toxicol Commun.* 2017;1(1):24–8. <https://doi.org/10.1080/24734306.2017.1392076>
17. Occupational Safety and Health Administration. Mercury [internet]. Washington DC: OSHA. [citado 2024 ago. 02]. <https://www.osha.gov/mercury/standards>