

Artículo de Investigación Científica o Tecnológica

Síntomas neurológicos asociados con exposición a mercurio en una población del departamento del Chocó, Colombia

Neurological symptoms associated with mercury exposure in a population from the Chocó Department, Colombia

Dayro Arley Torres Vargas ¹, Camilo José González Martínez ² Dalia Xiomara Suarez Pulido ¹

Received: 20 junio 2024

Accepted: 09 septiembre 2024

Resumen

Objetivo: El estudio buscó evidenciar la asociación entre los niveles de mercurio y posibles síntomas neurológicos en 11 municipios auríferos del Chocó, Colombia, durante el año 2016.

Métodos: La presente investigación se abordó por medio de un estudio transversal-analítico, se realizó una prueba de Chi cuadrado para indicar la asociación entre los síntomas neurológicos reportados por la población y los registros de los límites superiores a los permitidos de exposición a mercurio, tanto ambiental como ocupacional. Por último, se estableció una relación que ayudará a explicar cómo los altos niveles de mercurio en los biomarcadores de cabello, sangre y orina, se relaciona con la sintomatología al sistema nervioso en la población del Chocó.

Resultados: Se encontró una relación significativa entre altos niveles de mercurio y síntomas como dolor de cabeza, entumecimiento, problemas de concentración y memoria, vértigo, nerviosismo, tristeza, irritabilidad, visión borrosa, debilidad muscular y debilidad general.

Conclusión: Se encontró que los síntomas asociados con niveles altos de exposición ambiental y ocupacional a mercurio fueron el dolor de cabeza, entumecimiento, problemas de concentración, problemas de memoria, vértigo, nervios, tristeza, irritabilidad, visión borrosa, disminución en la fuerza muscular y debilidad.

Abstract

Objective: The study aimed to demonstrate the association between mercury levels and possible neurological symptoms in 11 gold-mining municipalities of Chocó, Colombia, during the year 2016.

Methods: This research was approached through a cross-sectional analytical study. A Chi-square test was conducted to indicate the association between the neurological symptoms reported by the population and records of mercury exposure levels exceeding the permissible limits, both environmental and occupational. Finally, a relationship was established to help explain how high mercury levels in hair, blood, and urine biomarkers are related to nervous system symptoms in the population of Chocó.

Results: A significant relationship was found between high mercury levels and symptoms such as headache, numbness, concentration and memory problems, vertigo, nervousness, sadness, irritability, blurred vision, muscle weakness, and general weakness.

Conclusion: It was found that symptoms associated with high levels of environmental and occupational mercury exposure were headache, numbness, concentration problems, memory problems, vertigo, nervousness, sadness, irritability, blurred vision, decreased muscle strength, and weakness.

Palabras clave: Mercurio, Exposición Ambiental, Exposición Ocupacional, Sistema Nervioso, Síntomas Neurológicos, Colombia

Key words: Mercury, Environmental Exposure, Occupational Exposure, Nervous System, Neurological Symptoms, Colombia

¹ Universidad de Cundinamarca, Girardot, Colombia

² Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia

Autor de correspondencia: Dayro Arley Torres Vargas . Correo: darleytorres@ucundinamarca.edu.co

Introducción

Según el Ministerio de Salud y Protección Social (2016), en Colombia la exposición a vapores de mercurio metálico se presenta esencialmente en las áreas en las que se realizan actividades de minería de oro, donde como parte del proceso de obtención de este metal, se utiliza el mercurio para capturarlo o separarlo, formando una amalgama que posteriormente es calentada hasta lograr la evaporación del mercurio, liberándolo directamente al ambiente y recuperando el oro sólido.¹

Con base en evidencia científica, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció que los efectos neurológicos de la exposición al MeHg pueden encontrarse en el 5 % de los adultos que ingieren de 3 a 7 µg diarios de MeHg por kilogramo de peso corporal (kg pc). Esta dosis de ingesta diaria corresponde a niveles de 200 µg/L en sangre o 50 µg/g en cabello. Sin embargo, estos índices se revisan constantemente y algunos se actualizan como resultado de nuevas tecnologías e investigaciones actuales que se están llevando a cabo en diferentes regiones del mundo.^{2,3}

La interdisciplinariedad de la problemática asociada al mercurio ha permitido que los diferentes actores y ministerios involucrados inicien una serie de acciones que permiten tener un diagnóstico más acertado de la situación actual del mercurio en Colombia y los pasos a seguir en el control y minimización de su uso en las diferentes actividades y productos de los sectores productivos del país.^{4,5}

De esta manera el propósito de la presente investigación estuvo relacionada en determinar si existía una asociación entre los niveles de mercurio y posibles síntomas neurológicos en 11 municipios auríferos en el departamento del Chocó a partir de datos del año 2016. Para ello se tuvo en cuenta los síntomas neurológicos asociados con niveles superiores al límite permisible de mercurio ambiental y ocupacional presentados dentro de la población en dicho departamento, el cual hace parte de las zonas auríferas con las que cuenta nuestro país y en las que dicha minería utiliza el mercurio dentro de su proceso productivo para la obtención del oro.

Materiales y métodos

El presente estudio observacional parte de la información recopilada en la base de datos presentada en el informe final del departamento del Chocó de la “Evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés, Colombia, 2016” el cual fue realizado por el Ministerio de Salud, el Instituto Nacional de Salud (INS) y la Universidad de Córdoba; cabe aclarar que se trabajó con la totalidad de los registros del departamento del Chocó, con un total de 1,096 registros que correspondían a 11 municipios considerados dentro del marco del estudio; los municipios fueron: Acandí, Cantón, Carmen de Atrato, Carmen del Darién, Condoto, Isthmina, Medio San Juan, Quibdó, Río Quito, Riosucio, y Tadó; por lo cual no se realizó un diseño muestral ni cálculo del tamaño de la muestra, se tuvo en cuenta los criterios de elegibilidad: inclusión y exclusión presentados en el informe del departamento del Chocó los cuales fueron:

Criterios de Inclusión

Se incluyeron en el estudio hombres y mujeres mayores de edad con exposición ocupacional o ambiental al mercurio, entendiendo como

individuos con exposición ocupacional, aquellos que tuvieran al menos seis meses realizando actividades relacionadas con la minería del oro (trabajadores de minas, compras de oro y/o entables, barequeo, quema de amalgama, entre otras), y como exposición ambiental, aquellos 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.

Criterios de exclusión

Se excluyeron del estudio aquellos individuos que tenían alguna enfermedad neurológica como epilepsia, enfermedad de Parkinson, evento cerebro vascular, trastornos mentales como esquizofrenia o alteraciones bipolares, debido a que estos factores pueden generar confusión en la evaluación de síntomas o signos clínicos de alteraciones neurológicas relacionadas con la exposición al mercurio.

Control de sesgos y errores

Dentro de esta investigación se considera el sesgo de información debido a que al tener varios entrevistadores que realizaron las encuestas, se pudo incurrir a que las preguntas planteadas se hicieran de una manera diferente y luego consignada dicha información en los formatos de recolección. También es posible que los sujetos que presentaron eventos de intoxicación por mercurio en exposiciones pasadas, recuerden con mayor detalle que los que no, lo que es conocido como sesgo de memoria. Otro de los sesgos es el relacionado con la falacia ecológica el cual se produce cuando se deducen erróneamente conclusiones sobre los individuos a partir de resultados sobre el grupo al que pertenecen esos individuos.⁶

Por otra parte, se puede incurrir en errores de confusión puesto que puede ocurrir que el resultado observado entre la exposición a mercurio y los síntomas neurológicos difiere de la verdad, debido a la participación de una tercera variable no contemplada previamente.

Para la caracterización de la población se hizo un análisis univariado con la descripción de la información presentada como respuestas en los registros de la base de datos, se realizó un análisis de frecuencias por grupos de los síntomas neurológicos, los resultados de este análisis permitieron conocer los síntomas de mayor frecuencia dentro de la población. Para los resultados de los exámenes de laboratorio se realizó un histograma y un análisis de frecuencias para los niveles superiores de exposición a mercurio de acuerdo con el tipo de exposición: ambiental u ocupacional para los biomarcadores de sangre, orina y cabello.

Teniendo en cuenta que los resultados de los síntomas neurológicos y los resultados de los exámenes de laboratorio (niveles de mercurio en los distintos biomarcadores), estos al ser variables cualitativas se estableció la asociación mediante una prueba de Chi Cuadrado de Pearson; para este caso en particular se optó por realizar una recategorización dicotómica de las variables de los síntomas al sistema nervioso con el fin de mejorar el poder estadístico de la prueba teniendo en cuenta el tipo de exposición ambiental y ocupacional, cabe resaltar que se trabajó con los datos recategorizados.

Tabla 1. Caracterización sociodemográfica

Característica Poblacional	No Personas	Representatividad (%)
Tipo de exposición		
Ambiental	549	50.1
Ocupacional	547	49.9
Grupo de edad		
De 18 a 24 años	76	6.9
De 25 a 29 años	87	7.9
De 30 a 34 años	105	9.6
De 35 a 39 años	127	11.6
De 40 a 44 años	128	11.7
De 45 a 49 años	133	12.1
De 50 a 54 años	130	11.9
de 55 a 59 años	134	12.2
De 60 a 69 años	111	10.1
De 70 años o más	65	5.9
Sexo		
Masculino	525	47.9
Femenino	571	52.1
Nombre del municipio		
Quibdó	101	9.2
Acandí	99	9.0
Cantón	115	10.5
Carmen de Darien	92	8.4
Condoto	96	8.8
Carmen de Atrato	96	8.8
Istmina	119	10.9
Medio San Juan	72	6.6
Río Quito	108	9.9
Riosucio	99	9.0
Tadó	99	9.0
Área de localización del encuestado		
Cabecera municipal	822	75.0
Rural (Vereda)	273	24.9
Centro poblado	1	0.1
Etnia con la que se identifica		
Indígena	104	9.5
Gitano/Rom	3	0.3
Raizal del archipiélago de San Andrés y Providencia	1	0.1
Negro, mulato, afrodescendiente o afrocolombiano	965	88.0
Ninguno de los anteriores	23	2.1
Tipo de usuario en el SGSSS		
Contributivo	53	4.8
Subsidiado (Sisbén)	780	71.2

Continuación Tabla 1.

No Afiliado	48	4.4
Especial	6	0.5
Indeterminado	11	1.0
NS/NR	198	18.1
Estrato socioeconómico		
Estrato 1	655	59.8
Estrato 2	24	2.2
estrato 3	2	0.2
Estrato 4	2	0.2
NS/NR	413	37.7
Nivel de escolaridad		
Analfabeto	288	26.3
Primaria incompleta	205	18.7
Primaria completa	108	9.9
Secundaria incompleta	186	17.0
Secundaria completa	106	9.7
Técnico incompleto	23	2.1
Técnico completo	65	5.9
Universitario incompleto	46	4.2
Universitario completo	53	4.8
Tecnólogo	3	0.3
NS/NR	13	1.2
Nivel de clasificación en el SISBÉN		
Nivel 1	503	45.9
Nivel 2	14	1.3
Nivel 3	4	0.4
NS/NR	265	24.2
Sin clasificar	310	28.3

Resultados

En la Tabla 1 se presenta la caracterización sociodemográfica de la población de los 11 municipios auríferos del departamento del Chocó teniendo en cuenta cada característica poblacional. La distribución de la población reclutada en este informe y en los 11 municipios auríferos del departamento del Chocó se observa una variabilidad que oscilan entre 72 y 119 personas, el municipio de Istmina presenta la mayor población, con 119 personas. Medio San Juan tiene la menor población, con 72 personas. La suma total de la población que se recluto en el departamento del Chocó fue de 1,096 personas.

En esta muestra, la distribución por sexo para todos los municipios auríferos del Chocó fue ligeramente mayor en las mujeres (50.1 %), Aunque se observó una variabilidad en la proporción de hombres y mujeres en cada municipio. Los municipios con mayor proporción de hombres correspondieron a Acandí, Carmen del Darién, Medio San Juan y Quibdó, mientras que los municipios de Cantón, Carmen de Atrato, Condoto, Istmina, Río Quito, Riosucio y Tadó tenían una mayor proporción de mujeres.

Por grupo etario la mayoría de la población (68%) se encontró

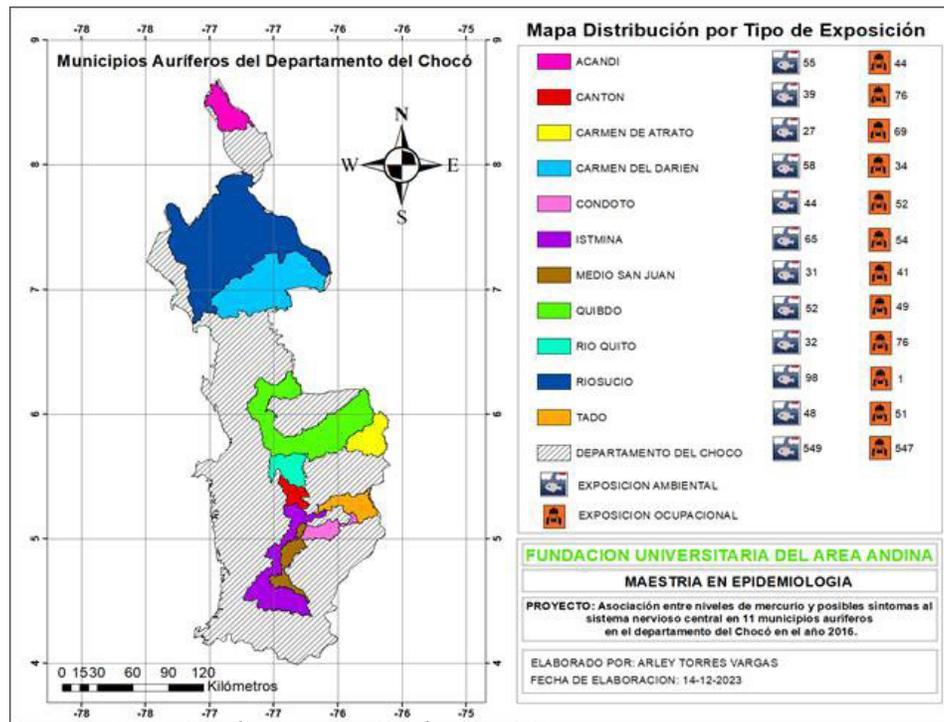


Figura 1. Mapa Distribución por Tipo de Exposición

entre 55-59 y 45-49 años, seguida de los grupos 50-54, 40-44 y 35-39. La mayoría de la población que labor en las minas de oro se encuentra entre 30 y 69 años. También es importante resaltar que una baja proporción de la población (5.9 %) es mayor de 70 años. La población se identifica mayoritariamente como afrodescendiente, siguiendo en una baja proporción la etnia indígena (9.5 %) y la gran mayoría son habitantes de las cabeceras municipales (75 %), estrato socioeconómico bajo (59.8 %), con régimen subsidiado (71.2 %), analfabetos (26.3%) y primaria incompleta (18.7%).

El total de personas por exposición ambiental fue de 549, mientras que la exposición ocupacional fue de 547 (Tabla 1, Figura 1). La similitud en estos totales sugiere que, a nivel agregado, la exposición ambiental y ocupacional es comparable en la muestra, en la Figura 1 se proporciona la información sobre la exposición ambiental y ocupacional de los municipios del Chocó. Para el caso del tipo de exposición en los diferentes municipios (Figura 1) se observó una variabilidad en la exposición ambiental entre 27 y 98 personas. Riosucio tuvo el nivel más alto de exposición ambiental de personas (98), mientras que Carmen de Atrato el nivel más bajo (27). La exposición ocupacional también mostró variaciones, con valores entre 1 y 76. Riosucio presentó la exposición ocupacional más baja (1) mientras que Cantón presentó la más alta (76). En algunos municipios, la exposición ambiental fue mayor que la ocupacional (por ejemplo, Riosucio), mientras que en otros la exposición ocupacional superó a la ambiental (por ejemplo, Cantón y Río Quito). Esta variación puede indicar diferentes fuentes de exposición en cada municipio.

Dentro de los resultados a las preguntas hechas para la identificación de los posibles síntomas neurológicos asociados a la exposición al mercurio y reportados por la población (Tabla 2) se evidenció que el 89.5% de la población no reportó una interferencia de los temblores en su trabajo, pero el 8.7% indicó tener alguna dificultad y continuó con sus labores teniendo un mayor cuidado en su trabajo y una baja

proporción de la población disminuyó su capacidad de trabajo o no pudo continuar (1 %). El 39 % considera que tiene trastornos del sueño: 30.4 % con sueño regular y 9.5% duerme mal.

Aunque la percepción de la población en las respuestas dadas siempre fue mayor en la opción de bienestar, es importante resaltar que el dolor de cabeza se presentó en más del 60 % de la población, entumecimiento (67 %), pérdida de memoria (55 %), vértigo (41 %), temblor en las manos (20 %), temblor en párpados (26 %), irritabilidad (53 %), visión borrosa (48.7 %).

Los análisis de laboratorio que se hicieron en sangre cubrieron 1,073 personas, en orina 969 y en cabello 653. De estos análisis se puede determinar que la población expuesta ambientalmente a mercurio presentó niveles de mercurio más altos de lo permitido que la población expuesta ocupacionalmente (Figuras 2 y 3). La población expuesta ambientalmente presentó en sangre y cabello niveles por encima de lo permitido y la ocupacional en cabello y sangre.

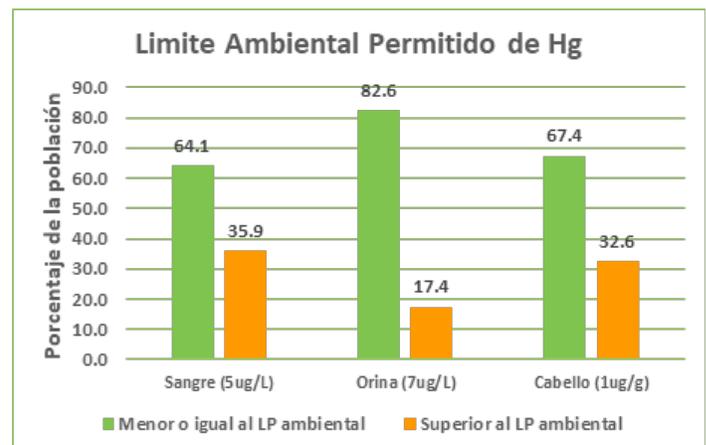


Figura 2. Límite ambiental permitido de Hg

Tabla 2. Respuestas de Síntomas Neurológicos

Respuesta	No Personas	Representatividad (%)
Ha presentado problemas de temblores		
No he tenido problemas de temblores o estos no han interferido con mi trabajo	981	89.5
Puedo trabajar, pero necesito ser más cuidadoso que la persona promedio	95	8.7
Soy capaz de realizar todo, pero con errores, con un desempeño menor que el usual a causa de los temblores	7	0.6
No puedo realizar mi trabajo regular, tuve que cambiar de actividad por el temblor	3	0.3
No puedo realizar ningún tipo de trabajo por el temblor	1	0.1
NS/NR	9	0.8
Ha presentado trastorno del sueño		
Bien	653	59.6
Regular	333	30.4
Mal	104	9.5
NS/NR	6	0.5
Ha presentado dolor de cabeza		
Nunca	370	33.8
Al menos una vez al mes	345	31.5
Al menos una vez a la semana	243	22.2
Al menos una vez al día	138	12.6
Ha presentado entumecimiento		
Nunca	474	43.2
Al menos una vez al mes	390	35.6
Al menos una vez a la semana	137	12.5
Al menos una vez al día	95	8.7
Problemas de concentración		
Igual que lo habitual	638	58.2
Peor que lo normal	440	40.1
Mucho peor que lo habitual	9	0.8
NS/NR	9	0.8
Tiene necesidad de anotar cosas que debe realizar		
Nunca	573	52.3
A veces	389	35.5
Siempre	64	5.8
NS/NR	70	6.4
Problemas de memoria, debe verificar cosas		
Nunca	479	43.7
A veces	552	50.4
Siempre	53	4.8
NS/NR	12	1.1

Continuación Tabla 2.

Le manifiestan problemas de memoria		
Nunca	687	62.7
A veces	359	32.8
Siempre	39	3.6
NS/NR	11	1.0
Tiene problemas de vértigo		
Nunca	615	56.1
A veces	427	39.0
Siempre	20	1.8
NS/NR	34	3.1
Presenta temblor en las manos (temblor distal)		
Nunca	841	76.7
A veces	203	18.5
Siempre	18	1.6
NS/NR	34	3.1
Los temblores le impiden escribir, abrocharse los botones, etc.		
	Nunca	110
	A veces	101
Válido	Siempre	6
	NS/NR	5
	Total	222
Perdidos	Sistema	874
Presenta temblor en los párpados		
Nunca	795	72.5
A veces	270	24.6
Siempre	16	1.5
NS/NR	15	1.4
Presenta nervios		
Nunca	615	56.1
Al menos una vez al mes	392	35.8
Al menos una vez a la semana	69	6.3
Al menos una vez al día	20	1.8
Se siente triste		
Nunca	611	55.7
Al menos una vez al mes	369	33.7
Al menos una vez a la semana	90	8.2
Al menos una vez al día	20	1.8
NS/NR	6	0.5
Presenta irritabilidad		
Nunca	507	46.3
A veces	428	39.1
Siempre	152	13.9
NS/NR	9	0.8

Continuación Tabla 2.

Problemas de vida sexual		
Buena	460	42.0
Regular	300	27.4
Mala	127	11.6
NS/NR	209	19.1
Presenta pérdida de audición		
Si	219	20.0
No	858	78.3
NS/NR	19	1.7
Presenta problemas de visión borrosa		
Si	534	48.7
No	549	50.1
NS/NR	13	1.2
Presenta disminución en su fuerza muscular		
Igual que lo habitual	642	58.6
Peor que lo normal	427	39.0
Mucho peor que lo habitual	4	0.4
NS/NR	23	2.1
Presenta debilidad en el último año		
Igual que lo habitual	645	58.9
Peor que lo normal	430	39.2
Mucho peor que lo habitual	4	0.4
NS/NR	17	1.6
Presenta dificultad para realizar actividades diarias		
Igual que lo habitual	662	60.4
Peor que lo normal	409	37.3
Mucho peor que lo habitual	4	0.4
NS/NR	21	1.9

Teniendo como base la percepción que tiene la población encuestada y los niveles de mercurio en sangre, orina y cabello se realizó una chi-cuadrado dando los resultados presentados en la Tabla 3. El dolor de cabeza presentó una asociación estadísticamente significativa con el límite ambiental de Hg permitido en sangre (chi-cuadrado= 5.610, $p= 0.018$) y los límites ocupacionales de Hg en sangre (chi-cuadrado= 7.598, $p= 0.006$) y en orina (chi-cuadrado= 5.519, $p= 0.019$). Con el entumecimiento se observaron asociaciones estadísticamente significativas con los límites ocupacionales de Hg permitidos en sangre (chi-cuadrado= 4.821, $p= 0.028$) y en orina (chi-cuadrado= 4.922, $p= 0.027$) y el límite ambiental de Hg en orina (chi-cuadrado= 4.106, $p= 0.043$). Los problemas de concentración se destacaron las asociaciones estadísticamente significativas con los límites ambientales y ocupacionales de Hg en sangre (chi-cuadrado= 9.961, $p= 0.002$ y chi-cuadrado= 4.687, $p= 0.030$, respectivamente).

Los problemas de memoria se asociaron con el límite ocupacional de Hg en cabello (chi-cuadrado= 5.603, $p= 0.018$), los problemas de vértigo con el límite ambiental y ocupacional de Hg en sangre (chi-cuadrado= 30.143, $p < 0.001$ y chi-cuadrado= 12.215, $p < 0.001$,

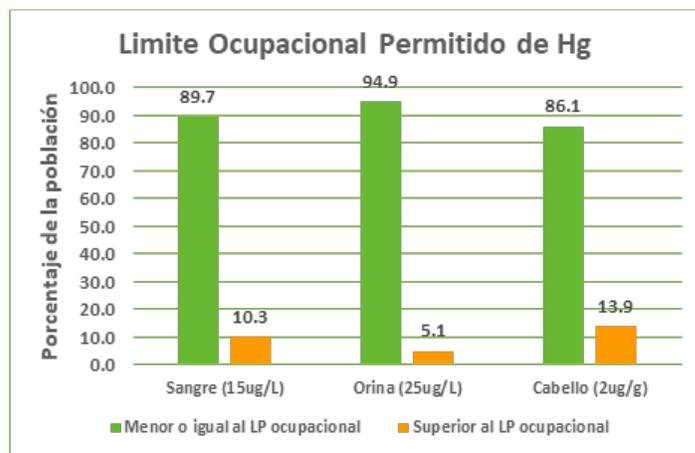


Figura 3. Límite ocupacional permitido de Hg

respectivamente). La presencia de nervios y tristeza se observó una asociación estadísticamente significativa con el límite ambiental de Hg en orina (chi-cuadrado= 8.526, $p= 0.004$ y chi-cuadrado= 11.153, $p= 0.001$, respectivamente).

Otras variables evaluadas que presentaron significancia fueron irritabilidad con el límite ambiental y ocupacional de Hg en orina; problemas de visión borrosa con con el límite ambiental de mercurio en sangre; disminución en la fuerza muscular con los límites ocupacionales de mercurio en sangre y orina; debilidad en el último año con el límite ambiental de mercurio en orina. Todas las variables que fueron significativas están resaltados en la Tabla 3.

Por otro lado, los síntomas sin asociación significativa fueron temblores, trastorno del sueño, necesidad de anotar cosas, problemas de memoria, debe verificar cosas, temblor en las manos, temblor en los párpados, problemas de vida sexual, pérdida de audición y dificultad para realizar actividades diarias..

Discusión

Los síntomas al sistema nervioso con asociación significativa en la población de los 11 municipios auríferos del departamento del Chocó fueron el dolor de cabeza, el entumecimiento, los problemas de concentración y la irritabilidad. Estos síntomas pueden afectar la calidad de vida, el desempeño laboral y el bienestar emocional de las personas expuestas al mercurio. ²

El temblor es un síntoma característico de la intoxicación por mercurio, pero solo un pequeño porcentaje de la población lo reporta como un problema que interfiere con su trabajo. Sin embargo, el temblor se evidencia en otras partes del cuerpo, como los párpados, la lengua y los labios, lo que sugiere una afectación neurológica subclínica o no percibida por los individuos. ⁷⁻⁹

Los resultados de sintomatología al sistema nervioso concuerdan con los obtenidos por Muñoz et al. ¹⁰, en donde se realizó una agrupación de 13 síntomas agrupados en tres grupos. El grupo 1 estaba formado por una combinación de variables, como salivación y sudoración excesiva, temblores de extremidades e insomnio. El grupo 2 estaba compuesto por variables asociadas a la pérdida de cabello y peso, así como orina de color oscuro, fatiga, mareos, dolores de cabeza y sabor

Tabla 3. Asociaciones entre los síntomas neurológicos y los resultados de exámenes de laboratorio

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson	Límite ambiental de Hg permitido			Límite ocupacional de Hg permitido		
	(5 µg/L) en sangre	(7 µg/L) en orina	(1 µg/g) en cabello	(15 µg/L) en sangre	(25 µg/L) en orina	(2 µg/g) en cabello
Ha presentado problemas de temblores	0.116	0.537	0.816	0.061	0.329	0.127
	0.733	0.464	0.366	0.805	0.566	0.721
Ha presentado trastorno del sueño	1.515	0.904	0.201	0.099	0.696	0.014
	0.218	0.342	0.654	0.753	0.404	0.905
Ha presentado dolor de cabeza	5.610	2.225	0.641	7.598	5.519	0.073
	0.018	0.136	0.423	0.006	0.019	0.787
Ha presentado entumecimiento	2.542	4.106	0.694	4.821	4.922	0.258
	0.111	0.043	0.405	0.028	0.027	0.612
Problemas de concentración	9.961	0.299	0.842	4.687	1.003	0.529
	0.002	0.584	0.359	0.030	0.317	0.467
Tiene necesidad de anotar cosas que debe realizar	0.127	0.356	0.614	0.182	2.000	0.002
	0.721	0.551	0.433	0.670	0.157	0.961
Problemas de memoria. debe verificar cosas	2.204	0.014	3.137	0.112	1.879	0.679
	0.138	0.907	0.077	0.738	0.170	0.410
Le manifiestan problemas de memoria	1.957	0.629	1.641	2.437	1.364	5.603
	0.162	0.428	0.200	0.119	0.243	0.018
Tiene problemas de vértigo	30.143	0.471	1.514	12.215	0.949	0.163
	0.000	0.492	0.219	0.000	0.330	0.687
Presenta temblor en las manos (temblor distal)	0.492	0.358	0.294	0.124	0.557	0.367
	0.483	0.549	0.588	0.725	0.455	0.545
Los temblores le impiden escribir. abrocharse los botones. etc.	0.761	1.070	0.059	1.294	0.647	0.001
	0.383	0.301	0.809	0.255	0.421	0.973
Presenta temblor en los párpados	0.317	0.508	0.256	2.769	0.626	1.058
	0.573	0.476	0.613	0.096	0.429	0.304
Presenta nervios	0.085	8.526	2.022	1.389	1.947	0.174
	0.770	0.004	0.155	0.239	0.163	0.676
Se siente triste	0.037	11.153	0.811	1.023	3.178	0.141
	0.848	0.001	0.368	0.312	0.075	0.708
Presenta irritabilidad	0.086	8.998	0.017	0.496	14.250	0.390
	0.769	0.003	0.895	0.481	0.000	0.532
Problemas de vida sexual	0.096	2.748	3.583	0.886	1.502	0.755
	0.756	0.097	0.058	0.346	0.220	0.385
Presenta pérdida de audición	0.002	0.231	1.804	0.780	1.544	2.532
	0.965	0.631	0.179	0.377	0.214	0.112
Presenta problemas de visión borrosa	5.650	1.151	0.425	0.993	3.729	0.003
	0.017	0.283	0.514	0.319	0.053	0.955
Presenta disminución en su fuerza muscular	0.720	1.081	1.792	4.000	4.957	0.052
	0.396	0.298	0.181	0.046	0.026	0.819
Presenta debilidad en el último año	0.333	4.179	0.499	1.526	2.590	0.364
	0.564	0.041	0.480	0.217	0.108	0.546
Presenta dificultad para realizar actividades diarias	1.063	0.8	0.925	2.016	1.416	0.566
	0.303	0.371	0.336	0.156	0.234	0.452

metálico. Por último, los síntomas que se agruparon en el grupo 3 estaban vinculados a variables que determinan las condiciones de aprendizaje y el estado de ánimo.

Los resultados de las concentraciones de mercurio en diferentes muestras biológicas y los análisis de laboratorio de la población del departamento del Chocó proporcionaron una visión detallada de la exposición al mercurio en esta región. Las concentraciones de mercurio en sangre, orina y cabello reflejaron la exposición de la población a este metal tóxico. Las variaciones en las concentraciones en cada muestra biológica sugieren diferentes vías de exposición y procesos de absorción, distribución y eliminación del mercurio en el organismo. Por ejemplo, las concentraciones en sangre pueden reflejar exposiciones recientes, mientras que las concentraciones en cabello pueden proporcionar información sobre la exposición crónica a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta los resultados de los valores medios de concentración del estudio de Calao-Ramos et al. ¹¹, en el que se encontraron valores medios de THg en sangre 3.70 µg/L, orina 4.00 µg/L y cabello 1.37 mg/kg; al compararlos con los obtenidos en la presente investigación que fueron en sangre de 7.10 µg/L, orina 9.02 µg/L y cabello 1.13 µg/g = 1.13 mg/kg, se evidencia que la población del Chocó supera los valores medios en los biomarcadores de sangre y orina mientras que en el biomarcador de cabello se encuentra 0.24 mg/Kg por debajo. De igual manera, al compararlos con los resultados de Díaz et al. ¹², donde se obtuvieron valores medios de THg de 5.5 µg/L en sangre, 8.15 µg/L en orina y 1.5 µg/g en cabello, se evidencia que la población del Chocó supera los valores medios en los biomarcadores de sangre y orina mientras que en el biomarcador de cabello se encuentra 0.37 µg/g por debajo, lo que sugiere la necesidad de continuar monitoreando de cerca la exposición al mercurio y de implementar medidas adicionales para reducir los niveles de exposición.

Los resultados del análisis bivariado mostraron que algunos síntomas neurológicos están significativamente asociados con los niveles de mercurio en los diferentes biomarcadores, tanto en la exposición ambiental como ocupacional. Estos síntomas incluyen el dolor de cabeza, entumecimiento, problemas de concentración, problemas de memoria, vértigo, nervios, tristeza, irritabilidad, visión borrosa, disminución en la fuerza muscular y debilidad.

Estos hallazgos son consistentes con la literatura científica que ha reportado efectos neurotóxicos del mercurio en poblaciones expuestas a este metal pesado como es el caso del estudio de Bjorklund et al. ¹³, donde se determinó que para el personal dental que están expuestos dentro del rango de 30-100 µg Hg/m³, aumentan la aparición de deterioro de las capacidades psicomotoras y signos de deterioro de la conductividad de los nervios periféricos. La incidencia de múltiples síntomas subjetivos, como fatiga e irritabilidad, también aumenta dentro de este campo de exposición. También se informan otras características como problemas de visión de los colores, debilidad, pérdida de memoria, visión borrosa, entumecimiento y depresión de igual forma la intoxicación de bajo nivel con Hg puede causar diferentes síntomas inespecíficos como irritabilidad, fatiga, timidez y depresión. En trabajadores ocupacionalmente expuestos al Hg, se han informado ansiedad, problemas de memoria, depresión, ira excesiva y confusión. Del mismo modo en los hallazgos de Vergara-Murillo

et al. ¹⁴, se estableció que los factores de neurotoxicidad obtenidos de los mineros se asociaron con la exposición al Hg (baja y alta). Los síntomas que están relacionados con una mayor neurotoxicidad incluyen la pérdida de comprensión, fatiga y pérdida de fuerza en las extremidades.

Por otro parte en la población de los municipios auríferos del Chocó se evidenció que otros síntomas como temblores, trastorno del sueño, necesidad de anotar cosas, problemas de vida sexual, pérdida de audición y dificultad para realizar actividades diarias no mostraron una asociación significativa con los niveles de mercurio; cabe resaltar que en los dos estudios mencionados anteriormente se nombran como síntomas asociados problemas de audición, alteraciones del sueño y temblores en el personal dental, mientras que en el estudio llevado en los mineros se presentó una asociación entre el mercurio y problemas con las actividades habituales. Esto podría deberse a que estos síntomas son menos específicos y pueden estar influenciados por otros factores como el estrés, la edad, el consumo de alcohol, el tabaquismo, entre otros. ^{13,14}

Conclusiones

Los síntomas de mayor frecuencia al sistema nervioso relacionados con la exposición a mercurio teniendo en cuenta la sumatoria de cada tiempo y/o frecuencia en que se presentó fueron respectivamente el dolor de cabeza con un 66.3 %, el entumecimiento con un 56.8 %, la irritabilidad en un 53 % y los problemas de concentración con un 40.9 % reportados por la población. Estos pueden afectar la calidad de vida, el desempeño laboral y el bienestar emocional de las personas expuestas al mercurio. Asimismo, los niveles de mercurio en diferentes muestras biológicas, como sangre, orina y cabello, reflejan la exposición de la población a este metal tóxico.

Se halló que la mayoría de las personas se encuentran dentro de los límites ambientales y ocupacionales permitidos para las concentraciones de mercurio, pero un porcentaje significativo de la población aún presenta concentraciones por encima de estos límites, lo que sugiere la necesidad de continuar monitoreando de cerca la exposición al mercurio y de implementar medidas adicionales para reducir los niveles de exposición.

Se evidenció que los síntomas neurológicos asociados con niveles altos de exposición ambiental y ocupacional a mercurio son: el dolor de cabeza, entumecimiento, problemas de concentración, problemas de memoria, vértigo, nervios, tristeza, irritabilidad, visión borrosa, disminución en la fuerza muscular y debilidad. De esta forma se hace visible la necesidad de crear programas de salud relacionados con sintomatología neurológica para hacer seguimiento en la población y controlar posibles daños en la función neurológica de los habitantes del departamento del Chocó.

Referencias

1. Díaz SM, Muñoz MN, Palma RM, Medina MFM, Rodríguez RMA, Pedroza CE, et al. Informe Quincenal Epidemiológico Nacional. IQEN. 2016; 21(2): 295-307.
2. de Oliveira RAA, Pinto BD, Rebouças BH, Ciampi deAD, de Vasconcellos ACS, Basta PC. Neurological impacts of chronic

methylmercury exposure in munduruku indigenous adults: Somatosensory, motor, and cognitive abnormalities. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(19). 10270. doi: 10.3390/ijerph181910270

3. Go S, Kurita H, Hatano M, Matsumoto K, Nogawa H, Fujimura M, et al. DNA methyltransferase- and histone deacetylase-mediated epigenetic alterations induced by low-level methylmercury exposure disrupt neuronal development. *Arch Toxicol*. 2021; 95(4): 1227-39. Doi: 10.1007/s00204-021-02984-7

4. Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Universidad de Córdoba. Evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos del Chocó, Nariño y Vaupés, Colombia, 2016, Informe final departamento de Chocó. 2017. cited 2023 Jun 3. Available from: <https://n9.cl/m9uzb>

5. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Plan de Acción Sectorial Ambiental de Mercurio (PASAHg). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2021. cited 2024 Sep 3. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/plan-de-accion-ambiental-sectorial-de-mercurio-PASAHg.pdf>

6. Roumeliotis S, Abd ElHafeez S, Jager KJ, Dekker FW, Stel VS, Pitino A, et al. Be careful with ecological associations. *Nephrology*. 2021; 26: 501-5. DOI: 10.1111/nep.13861

7. Taux K, Kraus T, Kaifie A. Mercury Exposure and Its Health Effects in Workers in the Artisanal and Small-Scale Gold Mining (ASGM) Sector—A Systematic Review. *Internat J Environ Res Publ Health*. 2022; 19: 2081. Doi: 10.3390/ijerph19042081

8. Gutiérrez SM. Mercurio, metales pesados y metaloides, toxicología. *EnColombia*; 2023. cited 2024 Sep 3. Available from: <https://encolombia.com/medicina/guiasmed/u-toxicologicas/mercurio/>

9. Rodríguez BJR. Mercurio. *EnColombia*; 2023. cited 2024 Jan 3. Available from: <https://encolombia.com/medicina/guiasmed/emergencias-toxicologicas/mercurio-metal/>

10. Muñoz NC, González-Álvarez D, Jaramillo AC, Soto-Ospina A, Ruiz ÁA. 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(2): 100226. Doi: 10.1016/j.emcon.2023.100226

11. Calao-Ramos C, Bravo AG, Paternina-Urbe R, Marrugo-Negrete J, Díez S. Occupational human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining communities of Colombia. *Environ Int*. 2021; 146: 106216. Doi: 10.1016/j.envint.2020.106216

12. Díaz SM, Muñoz-Guerrero MN, Palma-Parra M, Becerra-Arias C, Fernández-Niño JA. Exposure to mercury in workers and the population surrounding gold mining areas in the mojana region, Colombia. *Int J Environ Res Public Health*. 2018; 15(11). 2337. doi: 10.3390/ijerph15112337

13. Bjørklund G, Hilt B, Dadar M, Lindh U, Aaseth J. Neurotoxic effects of mercury exposure in dental personnel. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2019; 124: 568-74. Doi: 10.1111/bcpt.13199

14. Vergara-Murillo F, González-Ospino S, Cepeda-Ortega N, Pomares-Herrera F, Johnson-Restrepo B. Adverse health effects and mercury exposure in a Colombian artisanal and small-scale gold mining community. *Toxics*. 2022; 10(12): 723. doi: 10.3390/toxics10120723

© Universidad Libre. 2024. Licence Creative Commons CC-by-nc-sa/4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>



