

**ALTERACIÓN CROMÁTICA POR VAPOR DE MERCURIO
EN CHORREROS DE LA EMPRESA MINERA HBD DE
ISTMINA-CHOCÓ**

Autores:

**Mauricio Hurtado Hinestroza
Enevis Tomas Barrios Ramírez**

Línea de investigación
Salud Pública

Director científico

Wilson Camilo Gómez Montaña

Directoras Metodológicas:

**Alejandra Cano Paniagua
Yadira Galeano Castañeda**

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE OPTOMETRÍA
MEDELLÍN, 2020

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

NOTA DE ACEPTACION

Firma del presidente
del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, mayo 2020

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi más humilde agradecimiento a Dios por darme la vida sin ella no hubiera podido emprender el camino de la Optometría, por llenarme de fortaleza en los momentos de desesperación y por las experiencias que me han ayudado apreciar todo lo que me rodea y a crecer como persona.

A mis padres por siempre haber confiado en mí, les agradezco por regalarme el ejemplo de superación, humildad y sacrificio; mis mayores admiraciones hacia ustedes mil gracias por nunca decaer a pesar de las barreras presentadas en nuestras vidas, mis ángeles terrenales, que me enseñaron el amor incondicional que se convirtió en el motor de mi día a día, por brindarme la oportunidad de una excelente educación, gracias por no consentir mi mediocridad; gracias a mis 2 hermanas por estar ahí al pie del cañón y a la mujer que se me robo el corazón y me ayudo a centrar el camino, gracias a ellos por haber sido mis mejores ejemplos a seguir y por llenar mi vida de alegría, amor y fortaleza en los momentos de debilidad.

A mi compañero Mauricio Hurtado por ir conmigo de la mano durante todo este proceso universitario y porque a pesar de la distancia entrego generosamente su conocimiento, su tiempo y su corazón para la elaboración de este proyecto.

A la empresa y en especial a las personas que con gran empatía y humildad participaron y nos brindaron su tiempo para poder realizar nuestro trabajo de grado, a ellos muchas gracias, gracias a Don Enevis José Barrios Dimas quien nos brindó su apoyo desinteresado económicamente como en lo material para poder llegar a la empresa y movilizarnos con eficacia y seguridad en su empresa.

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Me gustaría manifestar mi respeto y reconocer la gran ayuda y contribución a los docentes Yadira, y Wilson por haber creído en nosotros, por su gran paciencia, por su dedicación, por apoyarnos con su gran conocimiento y sabiduría como director del trabajo.

Es de gran felicidad y satisfacción finalizar una etapa más de mi vida, cumplir un sueño y ver el futuro de un gran esfuerzo

Agradecimientos

Algún día diré no fue fácil, pero lo logré...

Y si hay algo que debo admitir es que lo logré no porque quise y simplemente se me dio, todo es más profundo de lo que parece, quien realmente esta delante y detrás de mis triunfos y fracasos es un DIOS omnipotente, omnipresente y omnisciente quien a pesar de que un sin número de veces le falle, en medio de esta lucha jamás me abandonó, él es mi patrocinador oficial, la persona ahorita mismo más importante en este lugar.

Sin duda alguna quisiera dar gracias a ese buen DIOS por que en mi vida puso la más grande demostración de su amor y bondad, cuya representación aquí presente es mi Mamá. De ella no diré nada porque simplemente es algo que solo se puede sentir mas no se puede explicar; y es que además de amarla porque ella me dio la vida y me amó primero, es también gracias al esfuerzo de ella que hoy estoy aquí, pues a que no adivinan quien aun estando sola en otro pueblo muy lejano se levanta incansablemente a diario aun enferma con sus problemas de presión y el corazón para decirme toma, es lo único que tengo... Pues si señores ella misma, mi Mamá.

Por último, es grato comunicarles a otras personas mi agradecimiento profundo por que hicieron parte de este proceso largo y doloroso pero sustancioso. Mis hermanas aunque son menores y aun en medio de la distancia fueron un gran apoyo, mis compañeros de clase me quedo con lo mejor de cada uno y ojalá en esta nueva etapa de nuestras vidas podamos seguir compartiendo, mi amigo y compañero de tesis a quien todos conocemos como Junior espero la vida me siga enseñando cosas buenas junto a ti hermano y a mis

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

queridos profesores gracias por abrir un mundo de oportunidades y conocimientos a mi favor, muchas gracias por todo colegas.

Tabla de contenido

1	Planteamiento del problema	12
1.1	Antecedentes	12
1.2	Descripción del problema	14
1.3	Problema de investigación	15
2	Justificación	16
3	Objetivos	18
3.1	Objetivo general	18
3.2	Objetivos específicos	18
4	Marco teórico	19
4.1	Minería:	19
4.1.1	Minería de superficie:	19
4.1.2	Minas de cielo abierto:	20
4.2	Mercurio:	20
4.2.1	Toxicocinética del mercurio	21
4.2.2	Problemas oculares relacionados con el mercurio	22
4.3	Visión del color	24
4.4	Fotorreceptores	24
4.4.1	Deficiencia de la visión al color	25
4.5	Tipos de deficiencia de la visión al color.	26
4.5.1	Tricromatismo anómalo.	26
4.5.2	Dicromatismo.	27
4.5.3	Monocromatismo.	27
4.6	Chorrero	28

5	Metodología	29
5.1	Tipo de estudio	29
5.2	Población de estudio	29
5.3	Muestra	29
5.4	Criterios de inclusión	29
5.5	Criterios de exclusión	30
5.6	Revisión de la literatura	30
5.7	Tabla 1. Variables macroscópicas	31
6	Actividades realizadas	33
6.1	Socialización de la investigación	33
6.1.1	Cuestionario	33
6.2	Exámenes visuales	33
6.3	Recolección de datos	34
6.4	Análisis estadístico	34
6.5	Aspectos éticos	34
7	Resultados	35
8	Discusión	46
9	Conclusiones	48
10	Sugerencias	48
11	Anexos	50
12	Referencias bibliográficas	56

Tabla de variables

<u>7.1 Descripción demográfica de los chorreros de la empresa minera HBD del municipio de Istmina – Chocó.</u>	-- 35
<u>7.1.1 Género, edad, escolaridad, enfermedades preexistentes.</u>	----- 35
<u>7.1.2 Examen de agudeza visual lejana con y sin corrección.</u>	----- 38
<u>7.1.3 Examen de agudeza visual cercana con y sin corrección.</u>	----- 39
<u>7.1.4 Defectos refractivos y presbicia</u>	----- 40
<u>7.1.5 Participantes con afectación en fondo de ojo.</u>	----- 41
<u>7.1.6 Participantes que han tomado cloroquina en los últimos 5 años.</u>	----- 42
<u>7.1.7 Participantes que utilizan elementos de protección personal.</u>	----- 43
<u>7.1.8 Participantes según tiempo de exposición en años a vapores de mercurio</u>	----- 43
<u>7.1.9 Participantes con tiempo de exposición semanal al vapor de mercurio.</u>	----- 44
<u>7.1.10 Participantes que les cuesta concentrarse o han tenido pérdida de la memoria.</u>	----- 45
<u>7.1.11 Valoración de visión cromática</u>	----- 46

Tabla de anexos

<u>11.1 Anexo 1</u>	50
<u>11.2 Anexo 2</u>	52
<u>11.3 Anexo 3</u>	53
<u>11.4 Anexo 4</u>	54
<u>11.5 Anexo 5</u>	55

Introducción

Istmina es un municipio del departamento del Chocó, con importantes niveles de pobreza y vulnerabilidad y cuya economía como la de muchos otros, se rige principalmente por la minería artesanal a cielo abierto de oro y platino.

Esta técnica de minería tiene fuertes implicaciones de salud sobre quienes la ejercen, adicionalmente, genera un deterioro ambiental por el uso de maquinaria pesada en los terrenos, el desvío del cauce de ríos y el uso indiscriminado del mercurio.

Aunque los programas de promoción y prevención han aumentado en el país y se abordan temas de interés como las consecuencias a largo plazo por contacto con mercurio de forma generalizada en el organismo humano, a nivel visual son claros los efectos generados, pero pocos los estudios y las medidas de control existentes en el personal que trabaja directamente expuesto con este metal.

Este trabajo de grado se propone describir la presencia de alteraciones de la visión cromática por inhalación de vapores de mercurio en el personal dedicado a la minería artesanal de una empresa minera del municipio de Istmina en el departamento del Chocó, específicamente en el oficio denominado dentro de la actividad aurífera como chorrero. Adicionalmente, se pretende contextualizar a la población minera de los riesgos inmersos en la actividad que de la subsisten.

1 Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Existen varias formas de mercurio: elemental o metálico e inorgánico, cuya exposición es más común en algunos empleos (Fabricantes de termómetros, fabricantes de lámparas fluorescentes, mineros de carbón y los chorreros en la minería de oro a cielo abierto). Estas formas de mercurio difieren por su grado de toxicidad y sus efectos sobre los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones riñones y ojos (1).

En una acción internacional contra el mercurio, en el año 2005 el consenso de algunas regiones de América Latina y el Caribe crearon la Asociación Mundial sobre el Mercurio del Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA), la cual prohibió el uso de mercurio en la extracción de oro artesanal y en pequeña escala, en un acuerdo que llamaron Minamata (2).

La enfermedad de Minamata es un síndrome de origen neurológico cuya causa se atribuye al envenenamiento con mercurio. Presenta algunos síntomas como ataxia, disminución de los sentidos de la vista y el oído, movimientos involuntarios en extremidades superiores e inferiores, debilidad y en casos extremos parálisis y muerte. Esta enfermedad se denomina así puesto que los primeros casos se presentaron en la ciudad de Minamata Japón, en la década de los años 50 (2).

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Se ha demostrado que las pérdidas de visión en color en trabajadores expuestos al mercurio metálico y algunos solventes son un indicador del efecto subclínico de la exposición a agentes neurotóxicos, revelando efectos a un grado de exposición inferior al nivel umbral adoptados por organizaciones en diferentes países. La regla de Kollner indica que la afectación de la visión al color sobre el eje tritan es factible en una retinopatía tóxica, causada por la disfunción de la retina externa y en una etapa más avanzada, se asocian predominantemente con exposición de alto nivel y a largo plazo. las pérdidas son difusas y el daño afecta la retina interna (3).

Un estudio realizado en Colombia por Leonardo Guiza y colaboradores, afirma que el 60% de los mineros sometidos crónicamente a exposición de vapor de mercurio principalmente en las zonas de Chocó, Antioquia y Bolívar presentan alguna alteración de la visión al color (4).

En la actualidad, la minería genera el 14% del Producto Interno Bruto colombiano (PIB), posicionando al oro y el carbón como los dos minerales más importantes para el país en materia de producción e ingresos. Gracias a ese auge, y al alza del coste de muchos minerales a nivel internacional, entre 2002 y 2010, la explotación minera creció en Colombia en forma regular e irregular, llevando a grandes transformaciones en muchas comunidades que tienen la minería como modo de vida tradicional (5).

La actividad aurífera artesanal llevada a cabo por afrocolombianos ancestralmente empleaba métodos amigables con el medio ambiente, debido al uso de herramientas artesanales que

movían pocos volúmenes de tierra para extracción de oro, plata y/o platino, generando así pocos perjuicios al medio ambiente. Actualmente, el desarrollo minero adelantado por emprendimientos con maquinaria pesada conocidas como retroexcavadoras, han cambiado drásticamente la situación de las comunidades trabajadoras hasta convertirla en una problemática con impactos ambientales y sociales muy grandes (5).

1.2 Descripción del problema

La actividad aurífera es un medio de subsistencia en cuyo desempeño no se utiliza ningún tipo de protección personal, es decir, quienes practican este oficio no cuentan con los implementos necesarios para la reducción de peligros en el área de trabajo, y en la mayor parte de los casos no se encuentran vinculados a un régimen de salud (5).

En Colombia, propiamente en zonas marginales como el departamento del Chocó, lastimosamente la exposición al mercurio ha sido una preocupación importante, puesto que las actividades de extracción de oro de manera artesanal por parte de sus pobladores son inminentes por los vapores que en esta se generan, además, de la contaminación fluvial. La exposición al mercurio en humanos puede conducir a cambios en la función neuronal y entre otros, el sistema visual siendo el indicador funcional de toxicidad el metilmercurio (orgánico) y vapor de mercurio (inorgánico) (5).

Un estudio realizado por Malgorzata Korbas y colaboradores en la universidad de Saskatchewan (Saskatoon Canadá), afirma que un

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

70% de las personas que se exponen de manera crónica al vapor de mercurio terminan padeciendo una alteración visual, entre las cuales destacan reducción de la agudeza visual y la alteración de la visión al color. A su vez el mismo estudio confirma que la principal causa de dichas alteraciones de la visión se presenta como respuesta a la acumulación del mercurio en el epitelio pigmentario de la retina y los segmentos externos de los fotorreceptores (6).

Debido a la exposición al mercurio se han detectado alteraciones de la Proteína G del ciclo retinoide provocando la expresión de reducción de la estabilidad de la rodopsina en estado oscuro. Adicionalmente, se registran alteraciones moleculares en la conformación fotoactiva obtenida tras la iluminación en exposición al cloruro mercúrico (7).

En ratones, se ha demostrado que la exposición a vapores de mercurio por cinco días, es detectable en las membranas nucleares de las células ganglionares de la retina y las células endoteliales. Además, de presentarse acumulación en las capas nucleares internas, plexiformes internas de la retina, en el epitelio pigmentario de la retina y el nervio óptico (8).

1.3 Problema de investigación

En la actualidad se habla de los efectos del vapor de mercurio en la salud visual a nivel mundial (6,7,8), sin embargo, son pocos los estudios reportados en Colombia que describan esta problemática, pero no menos importante del país (9,10,11); es aquí donde el presente estudio cobra importancia porque busca ser una

base de soporte investigativo que aporte al conocimiento de la problemática local actual. Lo anteriormente mencionado conduce a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las alteraciones cromáticas presentes en los chorreros de la empresa minera HBD del municipio de Istmina- Chocó?

2 Justificación

En los entables o frentes mineros como se le conoce coloquialmente en los implicados en este ejercicio, en el cual se realizan las prácticas auríferas (dragones, dragas, elevadora, clasificadora), se emplea el uso del mercurio o azogue como se conoce comúnmente en el mercado y se aplican cantidades asociadas al tiempo de trabajo y a la cantidad de tierra que será explotada, de forma manual a través del siguiente protocolo:

- Disponer del mercurio o azogue
- Tela dacrón
- Lo pone en práctica una sola persona con la ayuda de un paño dacrón.

El Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), realizó una evaluación de los riesgos potenciales en la salud en mineros del San Juan (departamento del Chocó 2011), con el fin de determinar los niveles de intoxicación por mercurio las personas vinculadas en la cadena de extracción de oro en dicha zona. A través de valoraciones médicas y toxicológicas se determinaron los valores de mercurio presente en cabellos, orina y sangre, cuyos resultados mostraron que, de los 55 pacientes muestreados, solo a un pequeño

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

número de personas "9" no se les detectó niveles de mercurio en ninguna de las tres muestras (11).

Un estudio realizado en Perú demostró que el mercurio es un ion metálico peligroso con un efecto perjudicial en la visión cuyos componentes afectan la cascada de foto transducción visual, y esto podría provocar un deterioro de la visión, actuando de una manera específica sobre los componentes moleculares del ciclo retinoide, particularmente modificando la capacidad de la proteína fotorreceptora visual rodopsina para regenerarse y normalmente fotoactividad por la luz, ya que el epitelio pigmentario de la retina ha sido afectado por el mercurio, siendo incapaz de fagocitar y renovar los segmentos externos de los fotoreceptores los cuales deben ser cambiados periódicamente para eliminar los desechos de fotooxidación acumulados como resultado de los constante proceso de foto transducción que estos realizan. Por todo esto, si lo anterior no se cumple tampoco es posible llevar a cabo el reciclaje del retinol para comenzar el ciclo visual, afectando esencialmente a los conos del eje tritan (12).

Dados los innumerables factores externos, ambientales a los cuales se somete el chorrero "personal minero" sin artículos de protección alguna; además, de la cruda realidad de que en su mayoría o casi ninguno cuenta con seguridad social y si alguno tiene, es algún tipo de subsidio del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN).

Es importante la aceptación y adaptación de los implementos de protección personal (EPP) por parte del personal minero y sus jefes como herramienta indispensable en su labor productiva, ya que

en este entorno es poco o nada el conocimiento acerca de las técnicas y métodos de protección a pesar de ser un trabajo extremo y riesgoso.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Describir las alteraciones de la visión cromática en los chorreros de la empresa minera Inversiones Hermanos Barrios Dimas (HBD), del municipio de Istmina-Chocó expuestos a vapores de mercurio.

3.2 Objetivos específicos

Describir las características sociodemográficas de los chorreros de la empresa minera Inversiones Hermanos Barrios Dimas (HBD), del municipio de Istmina- Chocó.

Determinar la prevalencia de las alteraciones al color en los chorreros de la empresa minera Inversiones Hermanos Barrios Dimas (HBD), del municipio de Istmina- Chocó.

4 Marco teórico

4.1 Minería:

La minería se define como un proceso selectivo mediante el cual se extraen minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre (13).

La extracción de minerales y algunos materiales del subsuelo se puede realizar de 4 formas principales. Como primero se encuentra la minería de superficie la cual se constituye como la más empleada hasta la actualidad especialmente por los mineros de oro realizando dicha explotación a cielo abierto. En segundo lugar, se encuentran las minas subterráneas cuya principal característica es que los obreros se desplazan por túneles debajo de la tierra, el tercer método es la recuperación de minerales y combustibles a través de pozos de perforación y en el cuarto lugar la minería submarina (13).

4.1.1 Minería de superficie:

La minería de superficie a nivel global puede conseguirse a través de diversos nombres, sin embargo, se caracteriza por ser explotaciones a cielo abierto cuya extracción se asocia principalmente a la consecución de metales (oro, platino, estaño), además de algunos materiales industriales y el carbón (13).

4.1.2 Minas de cielo abierto:

Son yacimientos mineros de superficie, donde se mueven grandes cantidades de tierra a través de maquinaria pesada formando así grandes cráteres con el fin de extraer casi siempre oro, platino cobre o carbón (13).

4.2 Mercurio:

El mercurio es un metal líquido a temperatura ambiente y de color plateado, el cual por sus componentes se denomina como tóxico. Sin embargo, una característica que hace único a este metal además de ser líquido a temperatura ambiente, es su capacidad para formar amalgamas al juntarse con otros metales como el oro, la plata, el platino, el uranio, el cobre, el plomo, sodio y potasio (14).

Dicho metal con el tiempo se ha empleado en la industria como pieza importante en la fabricación de algunos elementos de uso doméstico "interruptores eléctricos, bombillas ahorradoras", dispositivos médicos "termómetros, barómetros, empastes dentales" entre otras muchas otras cosas (15).

En minería, el mercurio es capaz de adherirse al oro, y formar una consistencia llamada amalgama y facilitar su separación de la roca, arena u otro material. Luego con la ayuda de una tela muy fina llamada dacrón se sacude fuertemente para extraer todo el exceso de mercurio para así proceder a exponerla a altas temperaturas con la ayuda de un soplete y gas, en este procedimiento se evapora el

mercurio restante y queda el oro 100% libre de mercurio, pero no libre de otras impurezas como cobre, plata o plomo (15).

4.2.1 Toxicocinética del mercurio

La intoxicación por mercurio se presenta por 3 vías que son:

- Vía respiratoria
- Vía digestiva
- Vía cutánea

La vía digestiva es por ingestión directa a través del tracto gastrointestinal. El mercurio inorgánico penetra menos de un 0,01%, pudiendo el organismo someterlo a un proceso de oxidación, el cual por ser mínima la cantidad absorbida termina por facilitar la eliminación del mercurio ingresado al organismo por medio de las heces y la orina (16).

La vía cutánea es por contacto sobre la piel, no obstante, aún es un caso hipotético la participación significativa e importante de esta vía en la exposición ocupacional comparada con las otras (16).

En salud ocupacional se considera como vía de intoxicación por mercurio más importante a la vía respiratoria, haciéndose mayor el ingreso por inhalación y alcanzando niveles en sangre con una eficiencia del 80 - 90%.

El vapor de mercurio al entrar en contacto con la vía respiratoria no se disuelve en la membrana mucosa cursando entonces fácilmente por todo el tracto hasta penetrar la membrana alveolar y ser transportado a través de la sangre, quien absorbe un 80% de la cantidad inhalada. Una vez el mercurio penetra las células sanguíneas, este logra una vida media relativamente larga, entre 44-80 días,

distribuyéndose por todos los tejidos y atravesando fácilmente la barrera hematoencefálica, la barrera hematoretiniana y la placenta (17).

4.2.2 Problemas oculares relacionados con el mercurio

El epitelio pigmentario de la retina (EPR) es la porción más externa de la retina, constituido por una monocapa de células pigmentadas ubicadas entre la retina neural y la coroides, cuyo límite interno se conecta con los segmentos externos de los fotorreceptores, su límite interno con la membrana de Bruch. El EPR en conjunto con la membrana de Bruch destacan la conformación de la barrera hemato-retiniana externa implicando un aporte esencial en el control estricto en el transporte de líquidos y solutos, restricción en la entrada de moléculas tóxicas y componentes del plasma en la retina (18).

A su vez el EPR cumple funciones específicas que coadyuvan al funcionamiento normal e integral de la retina, tales como: la absorción de luz y protección contra la fotooxidación, reciclaje del retinol para el ciclo visual, degradación de los segmentos externos de los fotorreceptores, transporte epitelial, secreción y modulación inmune (18).

Sin embargo, en algunos casos el EPR ante la exposición de agentes tóxicos puede sufrir una inflamación crónica, generando un desorden celular pudiendo abatir su capacidad para eliminar desechos como enzimas inflamatorias y partes tóxicas de las propias células dañadas (18).

El mercurio y otros metales tóxicos similares se acumulan en el humor acuoso, cristalino y la retina del ojo (EPR y segmentos

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

externos de los fotorreceptores), generando una reducción en los niveles de moléculas antioxidantes como el glutatión, el superóxido dismutasa y el ácido ascórbico, promoviendo un deterioro retiniano que conlleva a la alteración de la visión cromática y en algunos casos disminución de la agudeza visual, inducido por el estrés oxidativo (19).

Una vez el epitelio pigmentario de la retina es afectado por el mercurio, no es capaz de fagocitar y renovar los segmentos externos de los fotorreceptores los cuales deben ser cambiados periódicamente para eliminar los desechos de fotooxidación acumulados como resultado del constante proceso de foto transducción que estos realizan. Por todo esto, si lo anterior no se cumple tampoco es posible llevar a cabo el reciclaje del retinol para comenzar el ciclo visual, afectando esencialmente a los conos del eje tritan (19).

Estos antioxidantes son necesarios para contrarrestar los radicales libres causados por metales tóxicos que dañan las capas endoteliales de la retina y la córnea como factores principales en tales condiciones. Se ha encontrado que los radicales libres generados causan cataratas, y tales condiciones pueden prevenirse, reducirse e incluso revertirse en cierto grado mediante la desintoxicación y las gotas oculares antioxidantes. Mercurialentis (decoloración marrón, causada por el mercurio, de la cápsula anterior de la lente ocular) se documenta como un indicador y signo temprano de daño ocular adicional (19).

Cataratas, retinitis pigmentosa, DMRED, problemas de visión del color y otras afecciones oculares se documentan como comúnmente causadas por la toxicidad del mercurio, en presencia de

envenenamiento sistémico por la absorción de vapor de mercurio a través del tracto respiratorio o del tracto gastrointestinal (19).

4.3 Visión del color

Existen dos teorías principales que describen la visión cromática de los seres humanos: la teoría tricromática y la teoría de los colores oponentes.

La teoría tricromática se fundamenta en que existen 3 tipos de pigmentos contenidos por los fotorreceptores cuya función es absorber y responder a la luz que recibe con relación a su longitud de onda. Una vez captada esta información es transformada y enviada al núcleo geniculado lateral (20).

4.4 Fotorreceptores

Bastones: Estos no son sensibles al color y se encargan principalmente de la visión con poca luminosidad (nocturna), por lo cual se encargan de procesar la información recibida en tonos grises. En cada retina existen aproximadamente unos 120 millones de bastones (18).

Conos: Este tipo de fotorreceptores se relacionan directamente con la visión del color, es decir se encargan de la recepción cromática. La retina contiene 3 tipos de conos, los cuales responden cada uno a un rango de longitudes de onda, haciendo que unos respondan al verde, otros al rojo y otros al color azul (18).

4.4.1 Deficiencia de la visión al color

La deficiencia de la visión del color puede ser de tipo congénito o adquirido, siendo la primera precedida generalmente de una condición genética por parte de los padres y la segunda ocurre como consecuencia de una alteración ocular, neurológica o sistémica. Se han descrito diferentes condiciones pueden afectar la visión del color, desde alteraciones de los medios oculares, hasta la patología de la corteza visual. Tradicionalmente, la deficiencia de visión en color adquirida se considera una entidad independiente de tipo congénito, sin embargo, los datos genéticos clínicos y moleculares emergentes sugerirían una falta en su total diferenciación (21).

Las teorías para explicar los patrones de deterioro de la visión del color que se encuentran en enfermedades adquiridas, (por ejemplo, defectos de discriminación de tono preferenciales) han enfatizado la probabilidad de daño selectivo a componentes específicos del sistema visual aferente fotorreceptores, células ganglionares, elementos sinápticos, axones. La tritanopia es una alteración retiniana que puede ser adquirida mediante la exposición crónica al vapor de mercurio, que describe la pérdida de sensibilidad a las luces de prueba azules, cuando se apaga una luz de adaptación amarilla. La inhibición del cono azul está mediada por células horizontales GABAérgicas de conos glutamatérgicos despolarizantes adyacentes con sensibilidad de onda media / larga (21).

4.5 Tipos de deficiencia de la visión al color.

En la actualidad son conocidos 3 tipos de anomalías que puede presentar la visión cromática que son:

- Tricromatismo anómalo o visión tricromática anormal.
- Dicromatismo.
- Monocromatismo o visión monocromática.

4.5.1 Tricromatismo anómalo.

En este caso quien padece la enfermedad posee los tres tipos de conos funcionales, sin embargo, la dificultad radica en que el pigmento de alguno de los tres conos no está cumpliendo con su función a cabalidad. Hay tres clases de tricromatismo anómalo (22):

- Deuteranomalía: Se caracteriza porque hay una disminución en el pigmento para el color verde, por lo que las tonalidades verdes tienden a confundirse con otros colores (22).
- Protanomalía: Se caracteriza porque hay una disminución en el pigmento para el color roja, por lo que las tonalidades rojas tienden a confundirse con otros colores (22).
- Tritanomalía: Se caracteriza porque hay una disminución en el pigmento para el color azul, por lo que las tonalidades azules tienden a confundirse con otros colores (22).

4.5.2 Dicromatismo.

A diferencia de la anomalía anterior, este tipo de personas solo poseen dos tipos de conos funcionales, por lo cual no les es posible reconocer el color para el que funcionaria el cono afectado (22). Existen tres clases de dicromatismo:

- Deuteranópi.
- Protanópi.
- Tritanópi.

4.5.3 Monocromatismo.

Esta anomalia se considera una seguera total a la visión del color. Dependiendo el caso la mayoría de veces suele no afectar la agudeza visual, ni la percepción de profundidad, sin embargo, su visión si se encuentra limitada a tonos grises. Existen 2 tipos de monocrómatas (23).

- Monocrómatas de conos con una curva de visibilidad fotópica normal, a pesar de que estas personas ven todo gris tienen muy buena agudeza visual y su adaptación a condiciones escotópicas es excelente. Son personas muy eficientes en materia de control de calidad ya que desarrollan un sentido único para apreciar texturas finas (23).

- Monocrómatas de bastones o acrómatas con una retina sin conos funcionales, por lo general presentan poca agudeza visual, astigmatismo asociado y fotofobia (23).

4.6 Chorrero

El chorrero es un oficio clave en la explotación minera del departamento del chocó, su función es regar "lavar" con una o dos mangueras de 3 pulgadas de diámetro y 25 metros de longitud (una en cada mano) la tierra depositada por la retroexcavadora en una máquina de gran tamaño llamada clasificadora, cuya función es efectuar la separación del balastro y el material trabajable. Este proceso es realizado por la misma persona un periodo de 12 horas seguidas.

Dicha persona corre riesgos que en ocasiones terminan cobrando su propia vida, pues muchos al ser golpeados por la retroexcavadora mueren instantáneamente por el trauma o en su efecto por el impacto de la altura de donde caen. Por otra parte, se exponen a una serie de eventos donde la exposición a eventos climáticos puede afectar su estado de salud.

Hablando netamente de problemas oculares hay riesgo de invasión de cuerpos extraños ya sean superficiales o penetrantes como polvo, arena, barro y/o metales, los cuales si no se tratan a tiempo pueden desencadenar consecuencias graves entre ellas la disminución de la agudeza visual, alteraciones de la visión cromática y la ceguera (24).

5 Metodología

5.1 Tipo de estudio

Estudio observacional, descriptivo, de corte transversal en chorreros de la empresa minera de oro a cielo abierto Inversiones Hermanos Barrios Dimas (HBD), del municipio de Istmina - Chocó.

5.2 Población de estudio

Chorreros de la empresa minera de oro a cielo abierto Inversiones Hermanos Barrios Dimas (HBD), del municipio de Istmina - Chocó.

5.3 Muestra

La muestra de esta investigación consta de 7 chorreros de la empresa minera de oro a cielo abierto Inversiones Hermanos Barrios Dimas (HBD), del municipio de Istmina - Chocó. El muestreo del estudio es no probabilístico a conveniencia.

5.4 Criterios de inclusión

- Personas mayores de edad.
- Personas que lleven al menos 5 años de exposición al vapor de mercurio.
- Personas que aceptaron y firmaron el consentimiento informado.
- Personas que no presenten ambliopía.

5.5 Criterios de exclusión

- Personas que presenten patologías oculares no relacionados con la exposición al vapor de mercurio.

5.6 Revisión de la literatura

Se realizó una comparación bibliográfica de la intoxicación por vapor de mercurio en mineros de oro a nivel mundial, basados específicamente en países denominados con mayor actividad aurífera como Perú, Ecuador, Brasil y Colombia en bases de datos como PubMed y Google académico, donde se utilizaron palabras claves como minería de oro, intoxicación por mercurio, humor acuoso, barrera hematorretiniana, antioxidantes, radicales libres, epitelio pigmentario de la retina, visión cromática y agudeza visual.

Se logró establecer a través de la bibliografía encontrada y confrontada factores indispensables para la investigación tales como la forma más efectiva de intoxicación por mercurio y el proceso invasivo que este recorre en el organismo humano una vez tiene contacto con el mismo, hasta afectar el sistema visual y en este caso específico la percepción del color.

5.7 Tabla 1. Variables macroscópicas

Nombre	Definición	Tipo de variable	Unidad de Medición	de
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento (25).	Cuantitativa	Años	
Género	Cualidades o atributos biológicos que cada sociedad define como propios de la feminidad y la masculinidad (25).	Cualitativa	Masculino Femenino	y
Escolaridad	Permite conocer el nivel de educación de una población determinada (25).	Cualitativa	Grado escolar	
Enfermedades preexistentes	Son todas aquellas patologías diagnosticadas o no por un especialista, que existen con anterioridad a la contratación del seguro de salud (25).	Cuantitativo y cualitativo	No aplica	
Fuente generadora o peligro	Situación o acto con potencial de generar perjuicio a la salud de los trabajadores (25).	Cualitativa	Físico, químico, biológico	

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Tiempo de exposición laboral	Situación en la que un trabajador puede recibir la acción de un agente químico, así como sufrir sus efectos perjudiciales (25).	Cuantitativo	Segundos, minutos, horas
Tiempo laboral	Periodo que un empleado dispone para ejecutar el oficio contratado (25).	Cuantitativa	Horas
Agudeza visual	Capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos visuales separados por un determinado ángulo (25).	Cuantitativa	Decimal
Signos	Son una señal de lesión, enfermedad o dolencia identificable por un profesional de la salud u otra persona (25).	Cuantitativo y cualitativo	Leve, moderado, severo
síntomas	Se conocen como la manifestación clínica de lesión, enfermedad o dolencia perceptibles por quien padece tal evento (25).	Cuantitativo y cualitativo	Leve, moderado, severo

6 Actividades realizadas

6.1 Socialización de la investigación

Se realizó la firma del consentimiento informado otorgado por la facultad de Optometría UAN - Medellín, con el cuál las se expresó la conformidad de las personas en participar del presente estudio participantes del estudio (anexo 1).

6.1.1 Cuestionario

Una vez definida la población de estudio, se procedió a realizar un cuestionario de siete preguntas, dirigido a los chorreros de la empresa inversiones HBD con el objetivo de conocer las características demográficas de la población y sus condiciones de trabajo en relación con el vapor de mercurio (anexo 2).

6.2 Exámenes visuales

Con el fin de obtener resultados propios de la investigación se procedió a realizar la valoración visual de un número determinado de chorreros (quienes queman la amalgama de mercurio), valoración a la que se incluyó un test de visión cromática, generando resultados satisfactorios y esperados según la información recopilada, a través de parámetros como: proceso, actividad, procedimiento, definición, población objeto, descripción de actividad, justificación, recomendaciones, observaciones. Se practicó a los participantes del estudio los siguientes exámenes: Agudeza visual (AV) lejana y cercana, oftalmoscopia, retinoscopia y tes de Farnsworth de 15.

6.3 Recolección de datos

Esta fase de la investigación se realizó por medio de una encuesta avalada por un Optómetra especialista en salud ocupacional, secretario del CTG – Medellín y además director científico del presente estudio, donde por medio de esta alternativa se obtuvo una recopilación de la información de los participantes.

6.4 Análisis estadístico

Las variables cuantitativas de intervalo se analizaron por medio de la media aritmética; las variables de especificación ordinal por medio de la mediana.

6.5 Aspectos éticos

Teniendo en cuenta lo establecido en la resolución número 8430 de 1993 específicamente art. 4 e inciso b del art. 11, en los que se estipula y resalta como prioridad el derecho a la integridad, confiabilidad e intimidad de quienes participaron en el estudio, se clasifica el mismo en la actual fase como de riesgo mínimo, puesto que se trata de un estudio prospectivo que emplea el registro de datos mediante procedimientos comunes, avalado por un consentimiento informado firmado y consensuado con los participantes del proyecto.

7 Resultados

En el presente estudio se valoró una muestra de 7 chorreros, de la empresa HBD del municipio de Istmina –Chocó, quienes junto a los directivos de la empresa minera como primera instancia asistieron a una socialización en referencia a la investigación, donde se abordaron temas cómo que es el mercurio, como afecta la salud en general, que es la visión al color, que es alteración de la visión del color y por último la tritanopia como posible consecuencia de la intoxicación por vapor de mercurio (26).

La recolección de datos se valió de los test de Agudeza visual (AV) lejana y cercana, oftalmoscopia, biomicroscopia y test de Farnsword de 15, con el fin de dar respuesta al objetivo general de la presente investigación. Adicionalmente se aplicó una encuesta titulada (Cuestionario para los chorreros de la Empresa Inversiones HBD), permitiendo dar respuesta de manera efectiva al primer objetivo específico, donde se describen las características sociodemográficas de los muestreados. La resolución del segundo objetivo específico se llevó a cabo mediante la integración de los dos elementos de recolección de datos mencionadas anteriormente.

7.1 Descripción demográfica de los chorreros de la empresa minera HBD del municipio de Istmina – Chocó.

7.1.1 Género, edad, escolaridad, enfermedades preexistentes.

En este estudio se evidenció que la totalidad de la población muestreada era de género masculino (tabla 2), de estos, la mayoría de

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

los participantes se encontraba entre los 51 - 60 años, lo que correspondía al 57,4% de la población estudiada, seguida de un 42,86% de trabajadores entre los 40 y 50 años (tabla 3).

Tabla 2.

Género	<i>n.</i>	%
Masculino	7	100
Femenino	0	0
Total	7	100,0

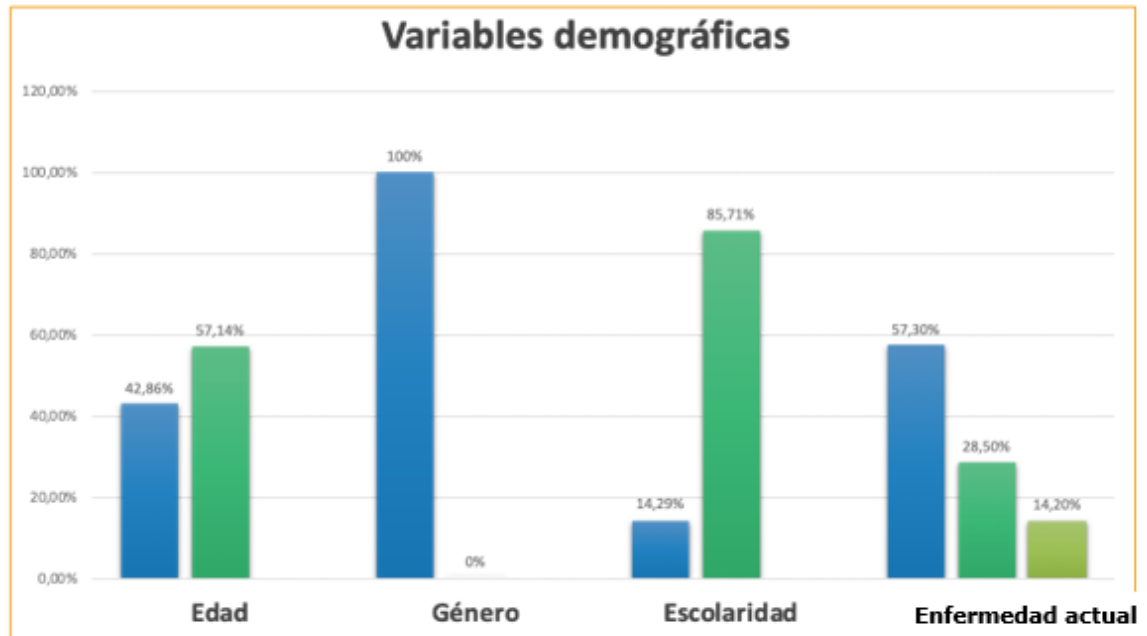
Tabla 3.

Grupo de edades (en años)	<i>n.</i>	%
40 - 50	3	42,86
51 - 60	4	57,14
Total	7	100,0

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Descripción de la frecuencia y distribución de las variables de edad, género, nivel de escolaridad y enfermedades actuales dentro de la población con visión al color normal y con tritanopia en los chorreros de la empresa HBD.

Figura 1.



En cuanto a las enfermedades preexistentes, se encontró con una mayor prevalencia la hipertensión con un 57,3%, manifestando estos participantes llevar un control de la enfermedad con los medicamentos Valsartan 80mg, Amlodipino 5mg, Losartan 50mg, sin embargo, el 28,5% de los chorreros encuestados, no reportaron ninguna enfermedad preexistente y un 14,2% presentó hipertiroidismo manifestando que había abandonado el tratamiento médico hace un año, (tabla 4).

Tabla 4.

Enfermedad de base (Antecedentes médicos)	<i>n.</i>	%
No reporta	2	28,5
Hipertensión	4	57,3
Hipertiroidismo	1	14,2
Total	7	100,0

7.1.2 Examen de agudeza visual lejana con y sin corrección.

Se encontró que la totalidad (7) de los participantes del estudio, presentaron una disminución de la agudeza visual lejana sin corrección, factor que se mejoró luego de que a través de los lentes de la caja de pruebas se le otorgara a cada paciente su mejor corrección. Sin embargo, también se encontró que, una vez corregidos visualmente, en 2 de los 7 participantes del estudio la mejor agudeza visual fue inferior al 20/20 (tabla 5).

Chorrero	Edad	Agudeza visual lejana SC	Agudeza visual lejana CC
1	41 años	OD: 20/70 OI: 20/30 AO: 20/50-2	OD: 20/30 OI: 20/20-2 AO: 20/20-2
2	45 años	OD: 20/70 OI: 20/70 AO: 20/40-2	OD: 20/30-2 OI: 20/30 AO: 20/30

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

3	46 años	OD: 20/100 OI: 20/70 AO: 20/70	OD: 20/40 OI: 20/30 AO: 20/30
4	50 años	OD: 20/70 OI: 20/50 AO: 20/40	OD: 20/25 OI: 20/25 AO: 20/20-3
5	50 años	OD: 20/100 OI: 20/50 AO: 20/30	OD: 20/30 OI: 20/25-2 AO: 20/25
6	53 años	OD: 20/70 OI: 20/70 AO: 20/50	OD: 20/25-2 OI: 20/40 AO: 20/30
7	56 años	OD: 20/100 OI: 20/100 AO: 20/100	OD: 20/30 OI: 20/30-2 AO: 20/30

7.1.3 Examen de agudeza visual cercana con y sin corrección.

Se encontró que 1 de los 7 chorreros examinados, no presento disminución de la agudeza visual cercana sin corrección manteniendo el 0,50m en ambos ojos, sin embargo, al corregir en visión próxima a los 6 chorreros restantes, se evidenció que 2 de ellos no recuperaron una agudeza visual superior al 0,75m, dejándolos una línea visual por debajo del estándar normal 0,50m (tabla 6).

Chorrero	Edad	Agudeza visual cercana SC	Agudeza visual cercana CC
1	41 años	OD: 0,50m OI: 0,50m AO: 0,50m	OD: 0,50m OI: 0,50m AO: 0,50m
2	45 años	OD: 0,75m OI: 1m AO: 0,75m	OD: 0,50m OI: 0,50m AO: 0,50m

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

3	46 años	OD: 1m OI: 1m AO: 0,75m	OD: 0,50m OI: 0,75m AO: 0,50m
4	50 años	OD: 1m OI: 1m AO: 0,75m	OD: 0,50m OI: 0,50m AO: 0,50m
5	50 años	OD: 1,50m OI: 1,25m AO: 1m	OD: 0,75m OI: 0,75m AO: 0,75m
6	53 años	OD: 1.25m OI: 1,25m AO: 1m	OD: 0,50m OI: 0,50m AO: 0,50m
7	56 años	OD: 2m OI: 2m AO: 2m	OD: 0,75m OI: 0,75m AO: 0,75m

7.1.4 Defectos refractivos y presbicia

Como resultado en este ítem se obtuvo que el defecto refractivo de mayor prevalencia entre los chorreros de la empresa minera HBD del municipio de Istmina fue el astigmatismo hipermetrópico compuesto con la regla encontrado en 3 personas, seguido por la hipermetropía encontrada en 3 personas, 2 de ellas presentando solo en un ojo, luego el astigmatismo miópico compuesto contra la regla que se encontró en 2 personas diferentes y la miopía en 2 personas, una de ellas solo en un ojo.

Además, cabe destacar que solo 4 de los 7 chorreos examinados presentaron el mismo defecto refractivo en ambos ojos, mientras los 3 restantes presentaron defectos refractivos variados entre cada ojo (tabla 7).

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Chorrero	Valor retinoscopia	Defecto refractivo	Présbita
1	OD: -1,00-0,25 x 85° OI: -0,50 Sph	OD: Astigmatismo miópico compuesto Ar OI: Miopía	No aplica
2	OD: -0,75 Sph OI: -1,00 Sph	OD: Miopía OI: Miopía	+100
3	OD: -0,25-1,25 x 20° OI: -0,75-0,25 x 0°	OD: Astigmatismo miópico compuesto Wr OI: Astigmatismo miópico compuesto Wr	+100
4	OD: +1,50-0,25 x 0° OI: + 1,25 Sph	OD: Astigmatismo hipermetropico compuesto Wr OI: Hipermetropía	+200
5	OD: +2,25 Sph OI: +1,50 Sph	OD: Hipermetropía OI: Hipermetropía	+200
6	OD: +1,00-0,50 x 0° OI: +1,50 Sph	OD: Astigmatismo hipermetropico compuesto Wr OI: Hipermetropía	+225
7	OD: +1,75-0,75 x 5° OI: +1,75-0,50 x 0°	AO: Astigmatismo hipermetropico compuesto Wr	+225

7.1.5 Participantes con afectación en fondo de ojo.

Entre los 7 chorreros examinados dentro del estudio, no se encontraron alteraciones en fondo de ojo (tabla 8).

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Afectación en fondo de ojo	<i>n.</i>	%
Si	0	0
No	7	100
Total	7	100,0

7.1.6 Participantes que han tomado cloroquina en los últimos 5 años.

Como se muestra a continuación, ningún participante ha tomado cloroquina en los últimos 5 años, (tabla 9).

Toma cloroquina	<i>n.</i>	%
Si	0	0
No	7	100
Total	7	100,0

7.1.7 Participantes que utilizan elementos de protección personal.

Como se muestra posteriormente, 3 participantes del estudio equivalentes a un 57,14% utilizan elemento de protección, aludiendo a un dulce abrigo (trapo de tela) puesto en la nariz a la hora de realizar la quema de la amalgama del oro y mercurio y 4 de ellos no utilizan ningún tipo de protección, lo que supone un 57,14% de la población estudiada (tabla 10).

Elementos de protección personal	<i>n.</i>	%
Si	3	42,86
No	4	57,14
Total	7	100,0

7.1.8 Participantes según tiempo de exposición en años a vapores de mercurio

El nivel de exposición según los años trabajados, fue de 20 – 30 años con un porcentaje del 71,42% (5 participantes) y entre los 31 – 40 años con un porcentaje del 28,58%, equivalente a 2 participantes (tabla 11).

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Tiempo de exposición (en años)	<i>n.</i>	%
20 – 30	5	71,42
31 – 40	2	28,58
Total	7	100,0

7.1.9 Participantes con tiempo de exposición semanal al vapor de mercurio.

Todos los chorreros que participaron en el estudio coincidieron en tener una exposición semanal promedio al vapor de mercurio entre 7 y 10 horas por semana

Tiempo de exposición (horas por semana)	<i>n.</i>	%
1 – 5	0	0
6 – 10	7	100
Total	7	100,0

7.1.10 Participantes que les cuesta concentrarse o han tenido pérdida de la memoria.

A continuación, se evidencia que 5 de los 7 pacientes examinados en el estudio presentaron falta de concentración acompañado de pérdida de la memoria, con un porcentaje equivalente al 71,42%, y 2 participantes 28,58%, no manifestaron pérdida de la memoria ni problemas de concentración (tabla 13).

Le cuesta concentrarse	<i>n.</i>	%
Si	5	71,42
No	2	28,58
Total	7	100,0

7.1.11 Valoración de visión cromática

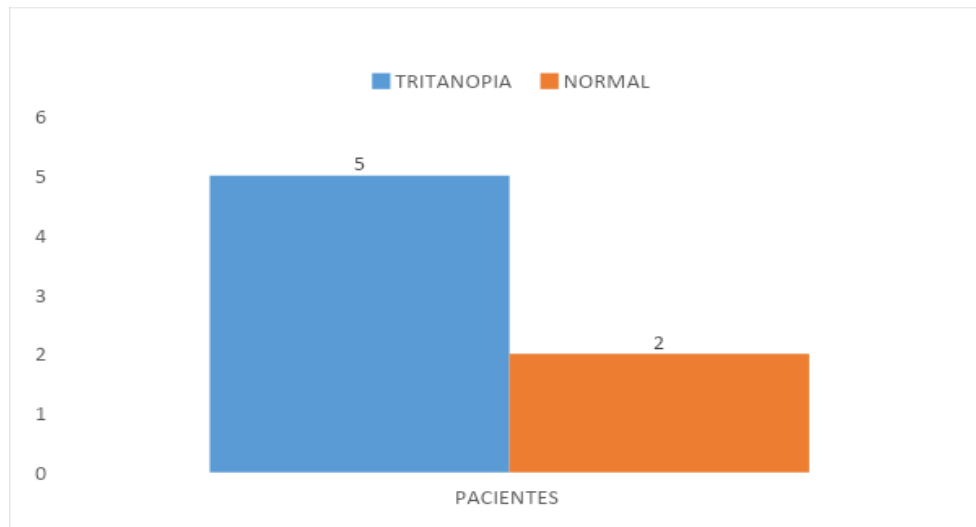


Figura 3. Valoración de visión cromática en 7 chorreros de la empresa minera HBD. El eje Y representa la frecuencia de pacientes. El color azul representa los chorreros en los que se encontró alteración de la visión al color (tritanopia), y el naranja a los chorreros con una visión cromática normal.

8 Discusión

La recuperación de la Avl mejor corregida, no fue completa (20/20) en 2 de los 7 chorreros examinados, dato que concuerda con un reporte publicado por la revista de salud pública de Colombia en 2014, donde se estudió la intoxicación por vapor de mercurio en departamentos como el Chocó, Córdoba y Antioquia, concluyendo que entre las afecciones de salud encontradas en estas personas, un gran porcentaje presentó alteración de la visión al color (no especificada) y disminución de la agudeza visual sin causa aparente (27).

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Ante la presencia de otros signos y síntomas diferenciales de una intoxicación por mercurio y la ausencia de signos clínicos en el área retinal de los participantes examinados, de acuerdo con los resultados arrojados en el estudio, en contraste con lo reportado por el señor Cano y colaboradores en su estudio sugiere que una intoxicación por mercurio no siempre se encuentra ligado a patologías en retina (28).

La bibliografía recolectada en la presente investigación demuestra la importancia del EPR dentro del proceso de la intoxicación por vapor de mercurio en los chorreros, pues un estudio realizado en Perú por el señor Ramírez y colaboradores en 2017 afirma que el EPR en realidad el primer componente de la retina con alteración de sus funciones por intoxicación mercurial, alterando la captación del retinol y degradación de los segmentos externos de los fotorreceptores (estructura de los conos donde se inicia el proceso de foto transducción) a su vez alterando como respuesta el ciclo visual y la función de los fotorreceptores – conos específicamente los del eje tritan (29).

Además de, la exposición de manera crónica al vapor de mercurio, se considera válida la hipótesis que sugiere el desarrollo de las prácticas mineras en condiciones nulas de protección personal como un agente inductivo para el desarrollo de alteraciones visuales en el chorrero como la tritanopia.

Es importante para la Universidad Antonio Nariño, facultad de optometría - sede Medellín realizar este tipo de estudios por que fortalece sus raíces en materia de investigación, además de, generar un nuevo valor agregado que consiste en acceder y analizar a un tipo

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

de población (minera) con la que no se había realizado un estudio en épocas anteriores dentro de la facultad, con el objetivo de describir la relación entre una patología ocular con la exposición a un agente externo como lo es el vapor de mercurio.

9 Conclusiones

Se realizó evaluación clínica para determinar alteraciones cromáticas como protanópi, deuteranópi y tritanópi, de las cuales la única detectada en la población de estudio fue la tritanópi, siendo esta documentada de tipo adquirida.

Las características sociodemográficas de la población muestreada, se documenta que en su totalidad fueron de sexo masculino mayores de 40 años, casi todos alcanzaron un nivel básico de escolaridad (secundaria) y presentaron patologías de base como el hipertiroidismo y la hipertensión arterial.

Se obtuvo mayor prevalencia de la tritanopia como alteración de la visión cromática en los chorreros de la empresa HBD que los que no presentaron ninguna alteración de la visión al color, encontrándose ésta, en más del 70% de los chorreros muestreados ($5/7*100= 71.4\%$).

10 Sugerencias

Disponer en la extracción minera de oro el uso de retortas, ya que es un elemento que también puede ser fabricado de manera

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

artesanal pero que a su vez se propone como un recurso seguro para destilar la amalgama y recuperar el mercurio condensado.

Es imprescindible para la población chocona la realización de más estudios que incluyan al gremio minero de la región con especial atención al chorrero, puesto que este oficio es realizado sin ningún elemento de protección personal, coadyuvando así al desarrollo de patologías que afectan de forma sistémica, u órganos precisos como el ojo.

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

11 Anexos

11.1 Anexo 1



CONSENTIMIENTO INFORMADO INSTITUCIONAL

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO

Yo,----- Identificado con C.C () CE () No.----- con residencia en----- teléfono----- de----- años de edad manifiesto que he sido informado del estudio que la Facultad de Optometría, con el Trabajo de Grado "ALTERACION AL COLOR POR INHALACION DE VAPOR DE MERCURIO EN EL CHORRERO DE LA EMPRESA MINERA HBD DEL MUNICIPIO DE ISTMINA-CHOCÓ" de la Universidad Antonio Nariño, y que tengo conocimiento de los objetivos y fases del estudio, así como de los beneficios de participar en el Proyecto.

Fui informado y comprendo que no existen molestias ni riesgos en la realización del procedimiento que se empleará. Así mismo, manifiesto haber obtenido respuesta a todos mis interrogantes y dudas al respecto. Se me explicó que solo es examen de optometría y no existen procedimientos alternativos. Estoy informado que la participación es libre y voluntaria y que puede desistir de ella en cualquier momento, al igual que solicitar información adicional de los avances de la Investigación.

Conozco los objetivos generales y específicos del proyecto descritos a continuación según la edad y el sexo en la población objeto del estudio:

General

- Describir la presencia de alteraciones al color por inhalación de vapores de mercurio en un personal dedicado a la minería artesanal de la empresa minera HBD del municipio de Istmina-Chocó.

Específicos

- Determinar la prevalencia de las alteraciones al color a causa del vapor de mercurio en el chorrero de la empresa minera HBD del municipio de Istmina – Chocó.
- Describir la exposición al vapor de mercurio y las alteraciones de la visión cromática en el chorro de la empresa minera HBD del municipio de Istmina – Chocó.

Página 1 de 2

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

Que los Procedimientos a realizarse serán

- Examen optométrico que se diligenciará en el formato de historia clínica

Así mismo, entiendo que los datos aquí consignados son confidenciales y que en caso de daño, producto específico del procedimiento que la(o) afecten causado por la investigación, se acogerá al tratamiento médico que brinde el Plan Obligatorio de Salud de la EPS _____ a la cual la (o) afiliada(o) y activa(o) y que de acuerdo con la ética en la investigación, de la Resolución 8430 de 1993 el riesgo es mínimo.

Firma _____

Nombre(s) y Apellido(s)

Paciente

C.C

Firma _____

Nombre(s),Apellido(s)

Optometra

C.C

Firma _____

Nombre (s), Apellido(s)

Testigo

CC

Firmas _____

Nombre (s), Apellido(s)

Investigadores-Estudiantes

11.2 Anexo 2



Cuestionario para los chorreros de la Empresa Inversiones HBD

Nombre _____ Fecha __/__/__ Edad _____

Nivel de escolaridad _____

1. ¿Presenta usted alguna enfermedad de base?
 - a. SI ___ NO ___ Cual _____
2. ¿Cuánto tiempo se expone semanalmente al vapor de mercurio?
 - a. Tiempo de exposición _____
3. ¿Hace cuánto tiempo es chorrero?
 - a. _____

4. ¿Utiliza elementos de protección respiratoria para la fundición de la amalgama?
 - a. SI ___ NO ___ Cual _____
5. ¿Toma usted cloroquina?
 - a. SI ___ NO ___
 - b. ¿Hace cuánto? _____
6. ¿Le cuesta concentrarse o ha notado pérdida de la memoria?
 - a. SI ___ NO ___
7. ¿Ha percibido sabor metálico en su boca?
 - a. SI ___ NO ___ ¿Hace cuánto? _____
8. ¿Presenta usted temblores?
 - a. SI ___ NO ___ ¿Hace cuánto? _____ Donde _____

11.3 Anexo 3



Señor:

Universidad Antonio Nariño

Sede Medellín

Cordial saludo.

A través de la presente Yo Natalia María Rodríguez Torres con tarjeta profesional numero 1037625755 me permito manifestarles y ratifico que mi intervención en la etapa de recolección de datos en el proyecto investigación de los estudiantes Enevis Barrios Ramírez y Mauricio Hurtado Hinestroza, será netamente participativa, sin retribución económica y no tendrá mediación como asesora del proyecto de grado.

Atentamente:

Natalia Rodríguez

NATALIA MARIA RODRIGUEZ TORRES

Optómetra - Universidad Antonio Nariño

Sede Medellín Antioquia.

11.4 Anexo 4



Medellín, 29 de octubre de 2019

|
Señor: Enevis José Barrios Dimas
Inversiones HBD
Istmina-Choco

Cordial saludo,

En el marco de la asignatura de Trabajo de Grado para optar al título de optómetra en la Universidad Antonio Nariño sede Medellín, los estudiantes Mauricio Hurtado Hinestroza y Enevis Tomas Barrios Ramírez deben realizar un proyecto de investigación el cual va encaminado a ampliar sus conocimientos y a poner en práctica la formación clínica impartida. El propósito del estudio es “describir las alteraciones de la visión cromática en los chorreros de la empresa minera HBD del municipio de Istmina-Chocó expuestos a vapores de mercurio”.

.

Nuestro trabajo brindará un panorama del estado de salud visual de su Empresa Minera Inversiones HBD, promoviendo mejoras en la calidad de vida de sus trabajadores. La intervención constará de un examen físico no invasivo y la elaboración de una encuesta, los datos recolectados tendrán absoluta confidencialidad y sólo serán con fines académicos y no comprometerá la integridad de la (institución); será únicamente dirigido y presentado a la Universidad.

Cordialmente,

Mauricio Hurtado Hinestroza

Enevis Tomas Barrios Ramirez

11.5 Anexo 5



UNIVERSIDAD DE LA SALLE
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
FACULTAD DE OPTOMETRÍA

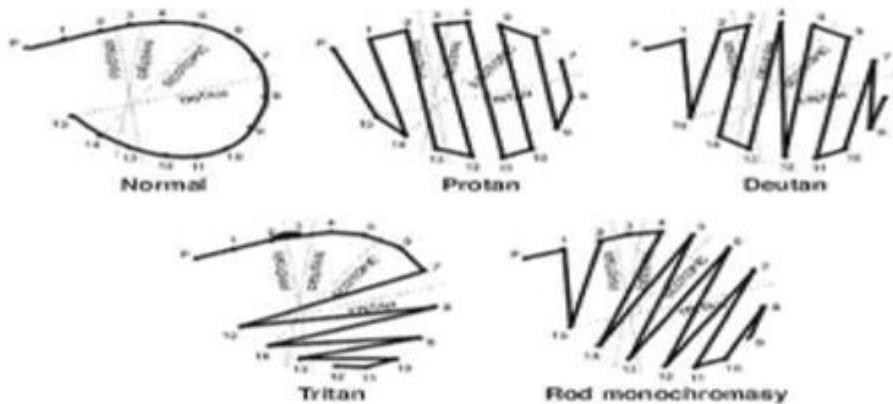
TEST DICHOTOMIQUE de FARNSWORTH
pour la Cécité des Couleurs - Série D-15
FARNSWORTH DICHOTOMOUS TEST FOR COLOR BLINDNESS
Series D-15

Nom _____ Age _____ Date _____ N° _____
Name _____
Lieu d'examen _____ Examineur _____
Place of Examination _____ Examiner _____

Type	Axe de Confusion Axis of Confusion	RÉUSSITE CORRECT
PROTANE (ROUGE - bleu vert) (RED - blue green)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DEUTANE (VERT - rouge pourpre) (GREEN - red purple)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TRITANE (VIOLET - jaune vert) (VIOLET - yellow green)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Test : Ordre donné par le sujet
Order given by patient _____
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Retest : Ordre donné par le sujet
Order given by patient _____



12 Referencias bibliográficas

1. Organización mundial de la salud. El mercurio y la salud. [Online].; 2017 [cited 2020 mayo 23. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
2. Schmidt Charles W. Noticias de salud ambiental ehp-spm. Salud pública Méx. [revista en la Internet]. 2014 Feb. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342014000100010&lng=es.
3. Feitosa-Santana C., Costa MF, Lago M., Ventura DF. Pérdida a largo plazo de la visión del color después de la exposición al vapor de mercurio. Braz J Med Biol Res. Marzo de 2007. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2007000300017&lng=en. Epub 10 de enero 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2006005000063> .
4. Güiza Leonardo, Aristizabal Juan David. Minería de mercurio y oro en Colombia: un estado fallido. Univ. Sci. [Internet]. Abril de 2013 (1): 33-49. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832013000100002&lng=en.
5. Lemus C. DE LA ACTIVIDAD MINERA AURÍFERA TRADICIONAL A LA ILEGAL. bitstream. 2017 DICIEMBRE. Disponible en:

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34387/PereaLemusBettyLeonor2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6. Malgorzata Korbas. Scientists explore how mercury could interfere with visión. National Laboratory. 2013 septiembre. Disponible en: <https://phys.org/news/2013-09-scientists-explore-mercury-vision.html>
7. Morillo M. pubmed. [Online].; 2014 [cited 2019 abril 16. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24911398>.
8. Kum J. PubLMed. [Online].; 2019 [cited 2020 mayo 11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31390377>.
9. Cano SE. TOXICOLOGÍA DEL MERCURIO. ACTUACIONES PREVENTIVAS EN SANIDAD LABORAL Y AMBIENTAL. [Online].; 2001 [cited 2020 abril 7. Available from: <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/espanol.pdf>
10. John Alexander Q. Revisión del impacto socio ambiental por la minería en el departamento del Chocó "Caso región del San Juan". 2015 Agosto; 6. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6461/REVISION%20DEL%20IMPACTO%20SOCIO%20AMBIENTAL%20POR%20LA%20MINERIA%20ILEGAL.pdf;jsessionid=8FBAE9862EA8EEE5750B9A2D5CAE5101?sequence=1>
11. Jennings NL. VISION GENERAL DE LA MINERIA VISION GENERAL DE LA MINERIA. Mineral. 2014 marzo; 3.
12. Fashola M, Ngole-Jeme VM, Babalola O. Contaminación por metales pesados de las minas de oro: efectos ambientales

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

- y estrategias bacterianas para la resistencia. Salud Pública. 26 de octubre de 2016. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5129257/>
13. Weinberg JP. Introducción a la Contaminación por Mercurio para las ONG. Retrievedfrom. 2015 abril; 6.
 14. Strauss O. The retinal pigment epithelium. by Olaf Strauss. [Online].; 2009 [cited 2020 abril 7. Available from: <http://webvision.org.es/part-ii-anatomy-and-physiology-of-the-retina/2-1-the-retinal-pigment-epithelium-by-olaf-strauss/>
 15. Kreis A. Estrutura y ultraestructura de los conos y bastones. [Online].; 2013 [cited 2020 Abril 7. Available from: <http://retina.umh.es/webvision/spanish/fotorre.html>.
 16. Durban D. AGUDEZA VISUAL. New England College of Optometry, United States.: BrianHoldenVisionInstitute; 2012.
 17. PavelUrban1FabriziomariaGobba JEZČM. ELSEVIER. [Online].; 2003 [cited 2020 5 11. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161813X03000366>.
 18. SMITH DP. Further studies on the acquired tritanopia of dominantly inherited juvenile optic atrophy: and, the mechanisms of acquired dyschromatopsia MELBOURNE: THE UNIVERSITY OF MELBOURNE; 2008.
 19. SANTANA CF. SCIELO. [Online].; 2007 [cited 2020 5 11. Available from: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-879X2007000300017&script=sci_arttext.

ALTERACIÓN AL COLOR POR MERCURIO

20. Asmat-Inostrosa MP, Valdés J, De-La-Torre Robles JM. Intoxicación ocupacional por mercurio y la neurotoxicidad. 2020 Mayo 26(3): 206-211. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552017000300206&lng=es.
21. Marín CP. Óptica Fisiologica Complutense U, editor. Madrid: ISBN.
22. Durban D. PROTOCOLO VISION DEL COLOR. New England College of Optometry, United States.: BrienHoldenVisonInstitute; 2012.
23. Cabrera Martínez José Alberto, Martínez Ribalta Jorge, Márquez Fernández Melba, Cabrera Martínez Abel. Comportamiento de la visión de color en pacientes con daño precoz de las células ganglionares de la retina. Rev cubana Oftalmol [Internet]. 2007 jun [citado 2020 mayo 23]; 20(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000100003&lng=es.
24. Arriaga FD. Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. Bdigital. 2014 mayo; 16.
25. Ramírez Augusto V. Intoxicación ocupacional por mercurio. 2008 Marzo. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000100010&lng=es.
26. PubLMed. [Online].; 2015 [cited 2020 Mayo 11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26563796>