

EL MERCURIO, SUS IMPLICACIONES EN LA SALUD Y EN EL AMBIENTE

Luz Elena Sepúlveda Gallego (1)
Luz Marina Agudelo Gallego (2)
Ángel Isdrúval Arengas Castilla (3)

RESUMEN

Las condiciones generales de la Tierra y la interacción de los ciclos naturales de los diferentes elementos de la naturaleza dieron lugar a un hermoso fenómeno en nuestro planeta: La vida; con ella, nuestro planeta sufrió una serie de cambios generados en la interacción biótico-abiótico. Después de un largo proceso evolutivo, apareció sobre la corteza terrestre el hombre, quien con sus múltiples actividades ha transformado bruscamente el entorno superando la capacidad de respuesta del planeta, así, la vida ha dado lugar a otro fenómeno: La contaminación.

Para la humanidad, a lo largo de la historia, el mercurio ha sido un elemento muy importante, puesto que posee características especiales que le permiten ser materia prima para muchos procesos industriales; pero su uso industrial ha llevado a la alteración de su ciclo normal, con lo cual se producen altas concentraciones del mismo en lugares circunscritos, especialmente en aquellos relacionados con su extracción y transformación. La contaminación del agua, el aire, el suelo y los alimentos, tanto a nivel del ambiente general como del ocupacional, resultado de su presencia bien sea natural o antropogénica, ha demostrado la vulnerabilidad del hombre ante el poder tóxico del mercurio.

A continuación se presentarán algunos antecedentes históricos importantes relacionados con el mercurio, posteriormente, sus ciclos, sus características ambientales y sus usos potenciales, para, finalmente, llegar a sus efectos sobre la salud humana y a las medidas preventivas necesarias.

PALABRAS CLAVE:

Mercurio, ambiente, contaminación.

CARACTERÍSTICAS DEL MERCURIO

El mercurio es un metal líquido, color plata brillante, buen conductor de la electricidad y relativamente inerte ante el oxígeno y los ácidos; en forma líquida es volátil entre los 20 y 25 grados centígrados; es soluble en líquidos polares y no polares. El mercurio es poco abundante en la corteza terrestre, su concentración natural es de 0,08 ppm. Su mineral más importante es el cinabrio; hay yacimientos de este compuesto en España, Italia, Yugoslavia, Rusia, China, Japón, California Columbia Británica, y su producción anual mundial alcanza las 6.500 toneladas.

La extracción del mercurio se realiza por tostación del cinabrio a 300 grados centígrados para obtener óxidos, y de esto con una segunda tostación a 500 grados centígrados al liberar el mercurio metálico. También se obtiene por dilución del cinabrio en hipoclorito de sodio o sulfuro, por medio de la precipitación con cinc, aluminio o electrólisis. El procedimiento por amalgamación consiste en provocar la coalescencia de las gotas de mercurio por incorporación de éstas a una amalgama de aluminio con el fin de formar una única masa líquida, fácil de separar de las impurezas que la acompañan. El mercurio también se puede extraer por destilación de sus minerales, mediante procedimientos pirometalúrgicos.

RESEÑA HISTÓRICA

Con relación a la historia del mercurio se sabe que se ha obtenido en Almadén (España) desde, por lo menos, el año 415 antes de Cristo; durante siglos la extracción de este metal fue efectuada por esclavos y convictos. Los romanos obtenían el mercurio a partir de estas minas y ya habían identificado la intoxicación mercurial, puesto que Plinio menciona en sus escritos las enfermedades que sufrían tales esclavos.

Hacia el año 350 antes de Cristo, el mercurio fue denominado 'plata viva' por Aristóteles; hacia el año 50 de nuestra era Dioscórides lo llamó 'plata líquida', mientras que Plinio le dio el nombre de 'Hidargirum', de donde procede el símbolo Hg. Claro que su carácter metálico sólo se admitió en el año 1.759 al ser congelado en un sólido maleable.

En la Edad Media se usaba el sulfuro mercúrico como pigmento rojo (rojo bermellón) para ilustrar los textos. Desde el siglo XVI hasta principios del XX se usó la solución ácida de nitrato mercúrico para la fabricación de terciopelo, usando para ello el pelo de los conejos, las liebres, las ratas almizcleras y los castores, lo cual dio lugar a la descripción de 'el eretismo mercurial de los sombreros', descrito por Lewis Carroll en "Alicia en el país de las maravillas".

Desde el siglo XVII se habla del tratamiento de la sífilis con compuestos mercuriales, prueba de ello es la descripción de Ramazzini sobre los efectos nocivos que sufrían los cirujanos de clases inferiores que efectuaban su trabajo por lucro, quienes aplicaban a sus pacientes dichas 'unturas mercuriales' y, a pesar de la utilización de guantes de cuero, sufrían los efectos nocivos del tóxico.

A lo largo de la historia se han presentado accidentes que han llevado a grandes contaminaciones aéreas con mercurio; por ejemplo, en 1803 se declaró un incendio en una mina de mercurio en Idria, el vapor de mercurio escapó al aire y se expandió por la zona circundante; como resultado, 900 personas de las poblaciones próximas presentaron temblor mercurial y muchas vacas presentaron incremento de la salivación, caquexia y abortos.

En 1861 Adolf Kussmaul (4), profesor de Medicina en Erlangen, escribió un tratado sobre la intoxicación industrial crónica con el mercurio basándose en su experiencia entre los plateros de espejos de Fürth y Nuremberg; pues en aquel tiempo, los espejos se recubrían con una amalgama de estaño y mercurio. Los empleados de estas fábricas perdían las piezas dentarias, sufrían de salivación y estomatitis ulcerosa de mucosa bucal y paladar.

A principios de este siglo, en Dinamarca, se estudió el problema ocupacional de los detectives, derivado de la identificación de huellas dactilares. Para fotografiar tales huellas en el lugar del delito, ellos aplicaban un polvo ligeramente coloreado sobre fondo oscuro, el cual contenía una parte de mercurio metálico por dos partes de yeso, dicho polvo se aplicaba inmediatamente, con una brocha de pelo de camello o de ardilla, y el exceso se eliminaba con otra brocha o, simplemente, soplando; la brocha se limpiaba a menudo, frotándola contra una columna o contra el marco de una puerta, acción que permitía que el polvo se desprendiera en forma de pequeña nube. Este procedimiento dio lugar pues, a la presentación de intoxicación mercurial en los policías detectives.

A finales del año 1.953, una alteración neurológica poco frecuente que denominada 'Kibyo -enfermedad misteriosa-' afectó a los habitantes, pescadores pobres y sus familias de la Bahía de Minamatta. La mayoría de los afectados, consumidores de pescado y mariscos de la Bahía, presentaron polineuritis con ataxia cerebelosa, disartria, sordera y alteraciones de la visión; también se afectaron los animales, por ejemplo los gatos, que presentaron marcha atáxica, lenta, con movimientos inestables y convulsiones frecuentes. Para el año 1.956, el brote había adquirido proporciones epidémicas; hasta julio de 1.961, la enfermedad había afectado a 88 personas y había producido 35 muertes. En los estudios de la epidemia se descartó la posibilidad de una encefalitis viral dada la ausencia de fiebre y, como los gatos también morían, se pensó en la posibilidad de envenenamiento del pescado, puesto que los gatos se alimentaban igualmente de los pescados y mariscos de la Bahía.

En 1.957 la enfermedad se produjo experimentalmente en gatos; pero sólo fue hasta el año siguiente cuando se pensó en que el agente etiológico podría ser el mercurio. Esta hipótesis se confirmó al identificar una fábrica que vertía sus residuos líquidos, con altas concentraciones de mercurio, directamente en la Bahía; la fábrica producía cloruro de vinilo y utilizaba cloruro mercúrico como catalizador. El estudio de las aguas demostró niveles de mercurio, cerca de los desagües de la fábrica, de 2010 ppm.; un incremento considerable tanto en los peces y mariscos de la Bahía como en el cerebro, hígado y orina de las personas afectadas. En la Bahía de Minamatta se perturbó el medio ambiente al alterarse el equilibrio normal del mercurio en relación con las otras sustancias y al engendrar formas mercuriales tóxicas por la metilación de los microorganismos del barro del fondo de la Bahía, la cual produjo una concentración de metilmercurio que llegó a ser de 5 ppm. (5)

En el año 1.956, en un distrito rural del norte de Irak, después de la distribución para siembra de semillas de trigo espolvoreadas con sulfonilida de paratolueno de etilmercurio como fungicida, más de 100 campesinos sufrieron una intoxicación con mercurio orgánico (6); 14 de ellos fallecieron. En 1.960, muchos granjeros y miembros de sus familias del centro de Irak se vieron afectados, hubo un total de 22 fallecimientos; pero los pacientes hablaban de muchas más víctimas en sus familias y ciudades. Esto se debió al hecho de que, a pesar de las advertencias de no consumir las semillas de trigo, la comunidad las utilizó para preparar el pan.

CONTAMINACIÓN POR MERCURIO

El mercurio forma parte de la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera, en bajas cantidades; y se ha encontrado en el medio ambiente, de forma natural, desde los primeros momentos de la formación de nuestro planeta. Las actividades agrícolas e industriales del hombre moderno han aumentado los niveles normales de este metal en la biosfera, originando, en algunos casos, graves intoxicaciones en núcleos importantes de la población.

El mercurio es un metal de alta presión de vapor, por lo que suele encontrarse en la atmósfera,

fundamentalmente, en zonas donde existen depósitos de cinabrio. El mercurio llega a la atmósfera por desgasificación natural de la corteza terrestre y por la actividad volcánica.

La eliminación de aguas servidas puede también ser un factor contaminante con mercurio para las fuentes de agua. Las redes de alcantarillado pueden liberar entre 200 y 400 Kg de mercurio por millón de habitantes (7), los cienos cloacales pueden retener elevadas cantidades de mercurio (6 a 20 mg/Kg). Este cieno cloacal se utiliza unas veces como fertilizante; y otras, para calentar múltiples hogares; ambas prácticas dan lugar a una amplia dispersión del mercurio.

Los compuestos alquílicos, arílicos, alcoxilalquílicos y formas inorgánicas de mercurio se han utilizado como fungicidas y plaguicidas agrícolas. Las cantidades de mercurio que acumulan los alimentos de origen vegetal, tratados con este tipo de plaguicidas, no suelen ser tan altas como las acumuladas por otro tipo de alimentos (pescados) sometidos a fuentes de contaminación industrial.

La contaminación directa de las aguas por los vertidos incontrolados de algunas industrias es la acción que más afecta a los peces, que son, ampliamente, el alimento más sometido a la contaminación mercurial. La industria que se considera actualmente como principal fuente de contaminación es la industria cloroalcalina (electrodos de mercurio), seguida de la industria papelera, en la que se utilizan compuestos mercuriales como fungicida de la pasta de papel. Las pinturas anti-incrustantes que se fabrican con mercurio para los cascos de los barcos, al estar sometidas a la acción de los cloruros del agua de mar, se convierten en tóxicos para las lapas.

Las actividades industriales no relacionadas directamente con el mercurio pueden dar lugar a escapes sustanciales de este metal en el medio. La fuente más significativa probablemente sea el empleo de los combustibles fósiles: La combustión de carbón y lignita aporta 3.000 toneladas por año; el refinado y la combustión de petróleo y gas natural, 400 toneladas por año; la producción de acero, cemento y fosfatos, 500 toneladas por año; en 1.975 se estimó que la emisión total por combustibles fósiles podría ascender a 5.000 toneladas. La extracción de metales utilizando menas de sulfuro puede producir unas 2.000 toneladas anuales de mercurio.

CICLOS DEL MERCURIO

La principal fuente de mercurio es la desgasificación natural de la corteza terrestre, incluidas las erupciones volcánicas (25.000 y 150.000 toneladas (8) de mercurio por año). La cantidad de mercurio anual que llega a la superficie terrestre a causa de la precipitación pluvial se calcula en 30.000 toneladas, determinadas probablemente por la emisión de gases volcánicos y la evaporación del océano; la escorrentía de mercurio de los ríos con un contenido de mercurio natural inferior a 200 ng/l representa aproximadamente 5.000 toneladas de mercurio por año. Las fuentes naturales de mercurio pueden dar lugar a una significativa contaminación local, pues las fuentes de agua cercanas a yacimientos de mercurio suelen contener hasta 80 µg/l comparadas con niveles de 0,1 µg/l en las fuentes no contaminadas.

En su ciclo global, el mercurio pasa de los continentes -por desgasificación- a los océanos, gracias a la acción de la lluvia y de la escorrentía; además, el mercurio de los océanos se volatiliza, con lo cual se puede depositar nuevamente en los continentes por acción de los vientos o directamente en los mismos océanos. Se calcula que la cantidad de mercurio en los océanos es de 70 millones de toneladas sobre la base de un volumen total de los océanos de 1,37x10⁹ kilómetros cúbicos, considerando un contenido medio de Hg de 50 ng/l.

En el ciclo local, las formas inorgánicas de mercurio (HgO y HgS) se transforman en el medio por reacciones de óxido-reducción: El vapor de mercurio se oxida y se transforma en mercurio iónico divalente en agua en presencia de oxígeno. En presencia de oxígeno, el sulfuro insoluble de mercurio se puede oxidar y transformar en sulfito y sulfato de mercurio solubles, que permiten la ionización del metal y su participación en reacciones químicas ulteriores.

Los compuestos alcoxilquimercuriales son muy inestables en condiciones ácidas y se ha informado que, en suelo húmedo con pH de 5, el metoxietilmercurio tiene un período de semidesintegración de sólo tres días. Los compuestos de aril y alquimercurio se pueden degradar, en el medio, tanto por procesos químicos y físicos como por procesos de mediación biológica.

El mercurio iónico divalente puede sufrir dos importantes reacciones en el medio. La primera es la reducción a vapor de mercurio metálico en condiciones reductoras apropiadas con la ayuda de algunas bacterias del género *Pseudomona*. La segunda reacción es la conversión a compuestos de metil y dimetilmercurio y las interconversiones entre estos compuestos; dichas metilaciones se producen anaeróbica y aeróbicamente.

La vía anaeróbica comprende la metilación de mercurio inorgánico por compuestos de metilcobalamina producidos por bacterias metanogénicas en un ambiente moderadamente reductor. En la vía aeróbica, el metilmercurio unido a la homocisteína, se metila por procesos celulares que, normalmente, dan lugar a la formación de metionina.

Se ha demostrado que los compuestos de dimetilmercurio se forman a partir de compuestos de

monometilmercurio en pescado descompuesto y de mercurio inorgánico en sedimentos. Hay metilación del mercurio en el líquido viscoso que cubre los peces; pero no, en los tejidos mismos del pez.

El aspecto más importante de la contaminación por mercurio en el medio ambiente lo constituyen las transformaciones que sufre este elemento en los sedimentos marinos; en este sentido se sabe que las formas inorgánicas son metiladas a metil o dimetil mercurio con el concurso de ciertos microorganismos anaerobios (9) (*Clostridium thermoaceticum* y *Clostridium sticklandii*) presentes en el fango marino. Estas formas metiladas son mucho más tóxicas que las formas inorgánicas de partida. Un hecho demostrado es que, a medida que se asciende en la cadena trófica o alimentaria, los niveles de contaminación mercurial son mayores, así, los peces depredadores acumulan más mercurio que aquellos que están en niveles más bajos de la cadena alimenticia.

Dada la liposolubilidad de los compuestos mercuriales y su lenta eliminación en los peces y las aves (semieliminación biológica en el hombre: 70 días, en focas: 500 días y en algunas especies de peces: 1.000 días), el mercurio sufre bioacumulación en la cadena alimenticia, con lo cual la ingestión de animales depredadores cuyas fuentes de alimento tengan niveles altos de mercurio se hace peligrosa para el hombre por ser el último nivel trófico de la cadena. Los compuestos que tienen una mayor tendencia a la bioacumulación son los alquilmercurícos de cadena corta, especialmente los compuestos de metilmercurio.

Para estudiar la contaminación de los peces como riesgo de intoxicación para el ser humano es necesario considerar la naturaleza del tejido de aquellos. Los peces azules (peces ricos en grasas) acumulan mayores cantidades de mercurio y otros metales que los peces blancos, cuyos tejidos no son tan ricos en sustancias lipídicas. Los peces como el atún, el pez espada, el hipogloso y los tiburones carnívoros pueden superar los 200 µg de Hg por kilogramo de peso.

En los estudios realizados en países industrializados también se han detectado niveles de mercurio en productos lácteos, huevos, cebada, trigo, avena, productos cárnicos, legumbres y frutas, con concentraciones cercanas a los 60 µg de mercurio por kilogramo de peso, los cuales se pueden deber a la contaminación con mercurio del aire, el agua o el suelo, o por acción directa de plaguicidas o fungicidas con compuestos de mercurio.

Para detectar y medir la concentración de mercurio en los diferentes estratos de la biosfera se utilizan muchas técnicas, entre las cuales se destacan: El método colorimétrico de la ditizona, el fotómetro para luz ultravioleta, la absorbitimetría atómica, el método de espectrofotometría de absorción atómica sin llama y el detector de gases.

USOS DEL MERCURIO

En cuanto a los usos industriales del mercurio, 'el metálico' se utiliza para la fabricación de termómetros, barómetros, termostatos, trompas de vacío, formación de amalgamas de plata y zinc en odontología, tubos fluorescentes, lámparas de mercurio y rectificadores de arco de mercurio, interruptores y conmutadores automáticos para los refrigeradores, medidores directos de corriente, extracción de oro y plata por formación de amalgama; como 'cátodo' en la producción electrolítica de sodio y cloro (método Castner-Keller) y como 'materia prima' para la síntesis de sus compuestos.

El mercurio es un buen solvente para algunos metales, y estas soluciones reciben el nombre de 'amalgamas'. La amalgama con el estaño se empleó en la antigüedad para fabricar espejos; la amalgama efectuada con el oro se utiliza todavía en los botones de latón dorado y la amalgama con plata y estaño se usa para los empastes dentarios.

El cloruro de mercurio o sublimado corrosivo precipita proteínas y se usa como conservante de tejidos y catalizador químico. El cloruro mercurioso o calomel se usa en terapéutica dermatológica como mercurio amoniaco antiséptico y antipsoriásico. El óxido rojo de mercurio se emplea en la fabricación de las pinturas antiincrustantes que se aplican en los cascos de los barcos. Los óxidos sirven tanto para hacer baterías secas de larga duración como para producir antisépticos. Las sales oxomercúricas, como el sulfonato de mercurio, sirven de catalizadores en la síntesis de ácido acético, cloruro de vinilo y metilestireno. El nitrato ácido de mercurio (mordiente de piel de conejo para convertirlo en fieltro) para taxidermia y tratamientos especiales de pieles.

El sulfuro de mercurio se usa como pigmento rojo, el fluoruro mercúrico para la fluoración de compuestos orgánicos; las sales en las pinturas protectoras, el tratamiento de la madera y el papel. Las sales emulsionadas en vehículos como fármacos dermatológicos tópicos (psoriasis, pigmentaciones y antisépticos). El fulminato de Hg es detonante de cartuchería, fácilmente absorbible y cáustico irritante.

El acetato de mercurio (alquil) se usa en el tratamiento de granos y simientes, como plaguicida en árboles frutales y como absorbente del etileno. Los fenilmercurícos se utilizan en agricultura como antisépticos para el tratamiento de la madera y los granos. El benzoato de mercurio se utilizó como antisifilítico. El mercurocromo, el mercurófén, el timerfonato sódico y el timerosal son fármacos antisépticos.

A nivel terapéutico, el mercurio también se utilizó como diurético para los casos de insuficiencia cardíaca

congestiva y edema pulmonar agudo sin alteración renal; pero sus efectos colaterales fueron severos. (10)

En suma, las ocupaciones en las que existe riesgo por la exposición del mercurio metálico son: La minería del mercurio; la obtención del metal a partir del mineral; la separación del oro y de la plata de sus menas por medio de una amalgama mercurial; la fabricación de termómetros y barómetros y de contadores directos de corriente eléctrica, lámparas eléctricas y válvulas de radio; la producción de hilo y varillas de tungsteno molibdeno; el dorado a fuego por medio de una amalgama de oro y mercurio; la fabricación de compuestos farmacéuticos e instrumentos quirúrgicos que contienen sales de mercurio; la tinción de cristales ópticos y grabados fotográficos; el encurtido del cuero y la manufactura de sombreros de fieltro; la identificación de huellas dactilares mediante el empleo de un polvo de mercurio y yeso y el relleno de cavidades dentarias con amalgamas.

En el siguiente cuadro se pueden apreciar los porcentajes de consumo promedio de mercurio en el grupo de países llamados 'industrializados', los cuales, de alguna manera, denotan la dimensión de los riesgos, de acuerdo con cada quehacer industrial:

Plantas de compuestos alcalinos de cloro: 25%
 Equipo eléctrico: 20%
 Usos militares: 20%
 Pintura: 15%
 Sistemas de medición y control: 10%
 Agricultura: 5%
 Odontología: 3%
 Laboratorios: 2%

INTOXICACIÓN CON MERCURIO

El mercurio metálico es prácticamente inabsorbible por la piel o el tracto gastrointestinal. Puede absorberse un poco si está finamente disperso en el bolo alimenticio; en cambio los vapores se absorben por pulmón en una proporción que va del 80 al 90% de la cantidad inhalada. Por vía digestiva los compuestos inorgánicos se absorben entre un 10 y un 20%. La absorción a través de piel y de aparato digestivo es pobre; aunque los polvos finamente dispersos pueden producir intoxicaciones. Las sales cáusticas se absorben después de lesionar el tejido. El fenilmercurio se absorbe por la vía digestiva en un 50% y el alquilmercurio en un 80%. El alquil también se absorbe por vía dérmica y respiratoria; aunque la forma más importante es la digestiva, por ingesta de pescado, es especialmente el pez espada o emperador el que mayores concentraciones de tóxico puede alcanzar.

El mercurio inorgánico se oxida a Hg(II) en el organismo y como alquil circula en sangre unido a membranas celulares; se une a la metalotionina y estimula su síntesis. Se acumula en el riñón; específicamente, su acción a este nivel, sucede en la parte distal del túbulo contorneado proximal y en el asa de Henle. Es liposoluble, por lo cual pasa la barrera hematoencefálica y, en las células, va a los lisosomas y a las mitocondrias; el alquilmercurio tiene gran neurotropismo.

La vida media plasmática es de 23 a 40 días para los inorgánicos y de 70 días para los compuestos orgánicos. Como consecuencia del paso del metilmercurio a través de la placenta se puede encontrar en los fetos concentraciones hasta 30 veces superiores a las de la madre.

La eliminación del mercurio se realiza principalmente por vía renal. También hay eliminación por saliva, lágrimas, sudor y bilis, pero su reabsorción fisiológica disminuye su efectividad detoxificadora.

El mercurio es precipitante de proteínas e inhibe enzimas como la fosfatasa alcalina, la fosfohidrolasa ácida, la glucosa 6 fosfatasa, la láctico deshidrogenasa y la glutaminasa.

Los organomercuriales producen esterilidad en el varón y atrofia testicular; en la gestación se produce aborto espontáneo, morbilidad perinatal, malformaciones congénitas y, al parecer, incrementa la incidencia de tumores del sistema nervioso central.

La intoxicación aguda con mercurio metálico y sus compuestos orgánicos se produce por inhalación de vapores o ingestión de compuestos mercurícos. Por inhalación, en horas se producen lesiones en la mucosa respiratoria, bronquitis y neumonitis química; después de un período corto de tiempo se produce intoxicación sistémica. La ingestión de los cáusticos produce un síndrome gastroentérico agudo; insuficiencia renal con anuria y uremia; colitis ulcerohemorrágica; vómito incoercible y, a veces, hemorrágico; la mucosa orofaríngea se irrita, esta irritación puede comprometer también el esófago; se produce sialorrea intensa y la saliva puede ser espumosa; el dolor se extiende al abdomen y se presenta diarrea abundante, la cual también puede contener sangre; hay deshidratación y calambres. Posteriormente, se presenta shock, hipotensión grave y taquicardia. Al segundo o tercer día se presenta la estomatitis mercurial, la cual se produce porque el mercurio de la saliva irrita e inflama la encía, además, con el ácido sulfhídrico de la fermentación bacteriana se produce sulfuro de mercurio negro, el cual genera

el tatuaje de la encía o ribete gingival. En caso de muerte, ésta se presenta en horas o a los 2 ó 3 días después de la intoxicación.

La intoxicación crónica por mercurio se caracteriza por la presencia de síndromes neurológico, psiquiátrico, renal y estomatogmático. Veamos:

En el 'neurológico' se presenta temblor fino intencional en la punta de los dedos, los párpados y la punta de la lengua, el cual desaparece con el sueño y empeora si el paciente se siente observado o está tenso.

El síndrome 'psiquiátrico' se caracteriza por un cuadro demencial y alteración de los test psicométricos con nivel de deterioro, el cual se debe al hecho de que el metal inhalado es absorbido rápidamente por los alvéolos pulmonares y después por el 'órgano blanco' que es el cerebro. Las manifestaciones del eretismo mercurial incluyen insomnio, nerviosismo, irritabilidad, alteración del juicio, deficiencia de la memoria, labilidad emocional, ansiedad, depresión e incluso estados paranoides. No en vano Lewis Carroll en "Alicia en el país de las maravillas" describe excepcionalmente el estado de agitación del sombrerero, relato que se ajusta a las manifestaciones psíquicas de los fabricantes de sombreros de la época, quienes frecuentemente se hallaban expuestos a vapores de mercurio en el momento de realizar el fieltro de las materias primas. En su cuento, Lewis Carroll plasma dicho comportamiento en el personaje, presentándolo como un ser afanado con el tiempo; compulsivo; que responde airadamente cuando se enfrenta a pensamientos diferentes a los suyos; amenazante e inquisidor en un instante y benevolente y paternal en el otro; impredecible en su conducta; lanzando juicios fuera del contexto de diálogo con Alicia y, algunas veces, sintiéndose acusado e incomprendido por quienes le rodean: "¡Naturalmente que no me comprendes! dijo el sombrerero elevando orgullosamente la nariz 'con toda seguridad ¡ni siquiera habrás hablado con el tiempo!". (11)

Volviendo al cuadro clínico, el temblor cada vez se hace más intenso y dificulta los movimientos, se presentan ataxia, movimientos coréicos, movimientos atetósicos y algunas veces hemibalismo. El eretismo mercurial sigue el curso de los temblores con amnesia retrógrada y anterógrada, labilidad afectiva, pérdida del apetito, cefalea, vértigo, nerviosismo y escasa capacidad de concentración.

En el síndrome 'renal' se presenta una nefropatía intersticial que cursa hacia insuficiencia renal crónica con hipertensión arterial, retención de líquido e iones y uremia; también glomerulopatía aguda (glomerulonefritis membranosa), la cual puede llevar a un síndrome nefrótico. Es necesario tener en cuenta que la relación de la concentración de mercurio en sangre y orina se afecta con la competencia renal.

'La estomatitis mercurial' está dada por la salida de mercurio metálico mediante la saliva, que produce irritación de la mucosa. La sialorrea es premonitoria; en la gingivitis química las encías están enrojecidas y ligeramente hipertróficas, a veces con úlceras. La acción irritante y proceso fermentativo de bacterias produce pérdida de piezas dentarias e, incluso, necrosis del maxilar. Por la acción irritante de los vapores de mercurio se puede producir perforación del tabique nasal.

La alergia al mercurio es poco frecuente y variable, puede presentarse con lesiones tipo granuloma, liquen plano, dermatitis pustulosa o síndrome de Lyell; la puede producir la fotodescomposición de los pigmentos rojos de mercurio-cadmio utilizado en los tatuajes rojos. En la intoxicación crónica por mercurio se puede incrementar el riesgo de aborto, a pesar de que el único expuesto sea el varón; se disminuye la fertilidad del hombre y de la mujer y; además, la exposición intraútero al metil produce grandes lesiones del sistema nervioso central, las cuales incluyen parálisis cerebral y retardo mental congénito.

En cuanto a la intoxicación por compuestos orgánicos, los complejos alquílicos producen cuadros similares a los inorgánicos. Su liposolubilidad le permite absorción dérmica y distribución en el sistema nervioso central, por lo cual el cuadro neurológico-psiquiátrico es marcado.

La absorción por la manipulación de derivados alquílicos produce, inicialmente, parestesias y anestesia en los miembros superiores. Los compuestos arílicos son menos liposolubles que los alquílicos y menos cáusticos que los inorgánicos; en ambos, su cuadro de toxicidad es similar, pero la nefropatía es precoz en el segundo.

Los alquílicos y los arílicos producen lesión del nervio óptico con estrechamiento del campo visual, trastornos atácticos, alteraciones del lenguaje, vértigo y lesión del nervio acústico.

Sin duda los antecedentes de exposición al mercurio, sea industrial o ambiental, son muy útiles para el diagnóstico de envenenamiento; cuando falten antecedentes, se podrán confirmar las sospechas clínicas mediante análisis de laboratorio. En general, se considera que el límite máximo de concentración normal de mercurio en la sangre es de 3 a 4 µg/dl. También se utiliza la medida de concentración de mercurio en la orina para determinar la carga corporal del metal. El límite máximo de excreción de mercurio por la orina en la población normal es de 25 µg/dl. Existe una relación lineal entre la concentración plasmática y la excreción urinaria de mercurio luego de la exposición a sus vapores; la excreción en la orina de mercurio no es índice aceptable de la cantidad de metilmercurio en la sangre, dado que éste se elimina principalmente por las heces. En saliva el nivel de mercurio normal es de 0,015 mg/100ml. El pelo contiene abundantes grupos sulfhidrido y la concentración de mercurio en él es alrededor de 300 veces más que en la sangre, se

considera normal una concentración de 7 ppm de mercurio. En las uñas de 5,1 ppm., además, el crecimiento más reciente del pelo refleja la concentración más o menos real de mercurio en la sangre; el cabello humano crece aproximadamente veinte centímetros al año y el análisis de diferentes segmentos de pelo permitirá obtener datos con respecto a la exposición.

En cuanto al pronóstico, si el paciente sobrevive a la intoxicación aguda, como secuela se pueden presentar signos propios de la intoxicación crónica, los cuales desaparecen después de una o dos semanas. En la intoxicación crónica la lesión renal es irreversible y puede progresar, aunque se elimine la exposición al mercurio. El cuadro neurológico mejora escasamente y el cuadro de demencia es irreversible; la hipersialorrea y la gingivitis son las únicas manifestaciones de la intoxicación mercurial que desaparecen con el tratamiento.

LÍMITES PERMISIBLES

Los límites permisibles para el mercurio (12) son TLV general 0,05 mg/m³. Alquílicos: 0,01 mg/m³; Arílicos: 0,1 mg/m³. Alquílicos: TWA 0,01 mg/m³; STEL 0,03 mg/m³. Vapor: TWA 0,05 mg/m³. La FDA de EEUU fijó un máximo permisible de 0,5 ppm en los alimentos; la OMS en 1971 fijó para la ingesta semanal 0,3 mg de Hg metálico y 0,2 mg de metilmercurio; y en España el límite permisible para alimentos es de 1 ppm. (13)

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

En las minas de mercurio las medidas protectoras consisten en una buena ventilación, métodos húmedos de taladrado y el empleo de respiradores de botella que contengan carbón ionizado y carbón activo. En los exámenes médicos periódicos se dispondrá la alternancia frecuente de los trabajadores en los sitios peligrosos, así como el relevo de todos los obreros que muestren síntomas de intoxicación mercurial.

En las fábricas ha de haber vestidos protectores, comedores e instalaciones higiénicas adecuadas; igualmente, una estricta supervisión la cual garantice que los trabajadores se laven las manos después de cada cambio de turno y antes de todas las comidas. La boca y la faringe se lavarán a menudo con un líquido apropiado y los dientes se cepillarán con un cepillo de cerdas suaves y pasta dentífrica. El examen dentario y médico periódico pueden revestir gran importancia, en especial por lo que se refiere a la higiene bucal; las caries de las piezas tienen que ser empastadas, los ángulos agudos rebajados y las piezas inservibles extraídas.

La ventilación forzada favorece la vaporización del mercurio, por lo cual los ventiladores deben estar ubicados de forma que eliminen el aire del aparato donde se utilice mercurio; el área de trabajo debe disponer de aire fresco, proveniente de una fuente externa.

En todos los procesos en que se maneje mercurio es fundamental observar una estricta limpieza. El mercurio puede rezumar por las grietas, acumularse en los intersticios y penetrar en las fisuras de los pisos de madera, por lo cual debe evitarse, en estas fábricas, la construcción con ella y los pisos se deberán mantener sin grietas ni intersticios abiertos.

En aquellas fábricas que manejan el mercurio metálico debe incorporarse un dispositivo de seguridad, éste consiste en un drenaje de agua, que consta de un recipiente amplio y aplanado, lleno de agua, situado a un nivel inferior al del punto de trabajo y cubierto con una parrilla de hierro. Cuando el mercurio se derrama en el suelo, cae a través de la parrilla en el recipiente que contiene agua, ésta se elimina a través del perno y el mercurio se recupera para su posterior reutilización. Los puestos de trabajo deben estar cubiertos con una superficie lisa, impermeable e inclinada, de tal forma que el mercurio pueda drenar y recogerse, evitando de este modo la vaporización y el contacto con la piel. Siempre que sea posible, el mercurio se manejará en un aparato cerrado.

Para las fábricas de fulminato se hace necesario un vestido protector ajustado, sombreros, guantes de goma y respiradores. Los operarios (obreros) no deben tocarse la cara ni otras partes del cuerpo con las manos sucias, deben utilizar toalla individual, lavarse las manos y los antebrazos con solución acuosa de tiosulfato sódico al 10% antes de las comidas y al terminar la jornada laboral.

En la chimenea de hornos que procesen mercurio deberá construirse un sistema de captación de agua con el fin de que el vapor de mercurio eliminado se condense, se acumule bajo el agua y así no sea nocivo.

La prevención de la contaminación química de los alimentos requiere del desarrollo de una normativa legal que restrinja el uso de sustancias que, ocasional o intencionalmente, pudieran encontrarse en los alimentos y que fije, además, los contenidos máximos permisibles y las ingestas diarias admisibles. También es necesario el control analítico y permanente de la calidad de los alimentos y las bebidas por los servicios sanitarios de la administración pública.

Como producto de un estudio (14) realizado en la Universidad Autónoma de Manizales a estudiantes de Odontología, odontólogos y auxiliares de odontología, se llegó a las siguientes sugerencias para el personal odontológico de la ciudad de Manizales, en lo relativo a las medidas preventivas frente al manejo del

mercurio: Educar al personal odontológico sobre la correcta manipulación del mercurio; utilizar toallas o servilletas desechables bajo los recipientes que contengan mercurio, cambiarlas diariamente y depositarlas en bolsas de polietileno; no utilizar alfombras en los consultorios; evitar el calentamiento del mercurio y de las amalgamas; utilizar técnicas de extracción del mercurio de las amalgamas en las cuales éste no se ponga en contacto con las manos del trabajador; mantener el mercurio y los restos de amalgama en recipientes cerrados e irrompibles bajo una capa de fijador de revelado, glicerina, aceite mineral o solución de permanganato al 2%; disponer del instrumental que se utilice en procesos de amalgamación en cubetas tapadas; en caso de derrame accidental de mercurio, recogerlo completa e inmediatamente; no comer, beber o fumar en los consultorios; utilizar refrigeración a alta velocidad, cuando se vayan a remover amalgamas viejas o a pulir nuevas, evitando aspirar polvo fino en dichos procedimientos; evaluar anualmente al personal expuesto con mediciones en orina; mejorar la ventilación existente en los consultorios odontológicos; descontaminar periódicamente los consultorios con floruro de azufre; y cambiar los amalgamadores por modelos que manejen el mercurio en condiciones de hermeticidad y, ojalá, con aspiración, para poder eliminar todo contacto dérmico o inhalatorio.

Además de las sugerencias establecidas por el grupo de investigadores de la Universidad Autónoma de Manizales, la Asociación Dental Americana recomienda realizar determinaciones anuales de mercurio en todo el personal con él involucrado, y hacer mediciones periódicas de niveles de mercurio en los consultorios.

En caso de rotura de termómetros, el mercurio siempre debe ser recuperado, bien sea mecánicamente o con cinc en polvo; si el procedimiento se realiza con este último, se espolvorea sobre la zona donde ocurrió el derrame del mercurio y luego se le humedece con HCl al 0.1 N; también se puede utilizar solución de tiosulfato. Si el derrame de mercurio es abundante, se debe lavar el suelo con soluciones captadoras de mercurio hasta que la concentración en el aire sea menor de 1 µg/m³.

SUSTITUTOS INOCUOS

La concientización, a través de la historia, sobre los altos riesgos que implica la exposición al mercurio ha llevado a que se generen nuevos procesos y materiales que sean menos nocivos para el ambiente y para el ser humano; ejemplo de ello, es la introducción, en 1.840, del galvanizado electrolítico el cual sustituyó, con ventaja, al galvanizado con amalgama o dorado al fuego, cuyo principal efecto fue la disminución de la intoxicación mercurial en esta actividad.

Igualmente, el procedimiento mercurial en la fabricación de espejos fue abandonado en favor del proceso con nitrato de plata. Más recientemente, la técnica dactiloscópica en las investigaciones policiales, que utilizaba mercurio y yeso, lo ha reemplazado, con mayor eficacia y menos riesgos, por el uso de sales de calcio, bismuto, bario, zinc y titanio. En las industrias peleteras y del sombrero se ha promovido la utilización de la potasa como sustituto inocuo de la extendida técnica del mercurio; pero debido a que la potasa proporciona menor calidad en la textura de las materias primas, muchos industriales y artesanos han retomado la técnica clásica del mercurio, con las consecuentes implicaciones que conlleva dicho proceso.

En la actualidad, a nivel odontológico, se ha disminuido el uso de las amalgamas al ser reemplazada por materiales más apropiados como la resina; además, la aparición del portaamalgamas y del agitador automático han reducido el contacto directo del mercurio con el personal del consultorio.

En el campo farmacológico, se abandonó el uso del cloruro de mercurio para el tratamiento de empiemas o peritonitis purulenta y el uso de los compuestos mercuriales para el tratamiento de la sífilis. Su utilización como diurético fue reemplazado a favor de la amplia gama de diuréticos disponibles en el mercado.

Finalmente, para la actividad agrícola, trabajos publicados en 1.940 aclararon que los compuestos de metil y etilmercurio son tan peligrosos que no deberían ser empleados en lo sucesivo: "Las advertencias desatendidas y el terrible registro de enfermedades que todavía se producen en muchos países constituyen un triste tributo a la codicia y estupidez humanas" (15). Dado que los compuestos mercuriales fenil y toli son fungicidas efectivos, menos peligrosos y más seguros, sólo ellos deberán producirse. Sin embargo, si estos fungicidas de alta toxicidad han de emplearse en las semillas con el fin de garantizar las cosechas, se les deberá adicionar algún colorante que alerte sobre su toxicidad y saborizantes desagradables que eviten la ingesta accidental de las semillas y su utilización en la fabricación de harinas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR BOTERO, Jairo. Medicina del trabajo. Medellín : Andi-CPHA, 1989. p. 83-84.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. Valores límite para sustancias químicas y agentes físicos en el ambiente de trabajo. España : La Conferencia, 1995. p. 37.
- AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION. Las enfermedades venéreas. Manual de tratamiento de las enfermedades venéreas con la historia de la sífilis y la técnica de laboratorio. Chicago : La Asociación, 1919. 189 p. il.
- AMOROS MACAU, José María. Contribución al estudio médico sanitario y jurídico laboral de la intoxicación crónica por mercurio. Barcelona : Universidad de Barcelona, 1974. 27 p.

ARANZAZU M. Ferry; NÁDER N., Carlos y MÁRQUEZ A., Jaime. Terapéutica en Medicina Interna. Manizales : La Patria, 1977. p. 100, 707.

CARROL, Lewis. Alicia en el país de las maravillas. Traductor: Jaime de Ojeda. Madrid : Alianza, 1984. 280 p. il.

CORDOBA P., Darío. Toxicología. Medellín : Corporación de Estudios Médicos, 1986. p. 185-199.

COTRAN, Ramzi; KUMAR, Vina y ROBINS, Stanley L. Patología estructural y funcional. España : Interamericana McGraww-Hill, 1995. p. 14, 441.

HUNTER, Donald. Enfermedades laborales. Barcelona : Jims, 1985. p. 232 - 261.

LADRÓN DE GUEVARA, J. y MOYA PUEYO, V. Toxicología médica, clínica y laboral. Madrid : Interamericana McGraw-Hill, 1995. p. 169-178.

LOURIA, Donald B. Envenenamiento por metales vestigiales En : Tratado de Medicina Interna de Cecil. Madrid : Interamericana, 1985. p. 2323 - 2332.

OPS, OMS. Criterios de salud ambiental. Mercurio. Washington D.C. : Las Organizaciones, 1971. 148 p.

PIEDROLA GIL, G. y cols. Medicina Preventiva y Salud Pública. Barcelona : Salvat, 1988. p. 285-288.

SOTILLO, Mauricio. Toxicidad del mercurio En : O'BRIEN, William J. y RYGE, Gunnar. Materiales dentales y su selección. Buenos Aires : Panamericana, 1980. p. 169-173.

SUÁREZ, Jakeline y cols. El mercurio. Aprenda a manejarlo. Manizales : Corporación Autónoma Universitaria, 1986. 10 p.

NOTAS:

1. MD, Epidemióloga, Ms Educación. Profesora de la Universidad de Caldas.
2. Estadística, Epidemióloga. Secretaría de Salud y Seguridad Social de Manizales.
3. Fisioterapeuta, Epidemiólogo.
4. HUNTER, Donald. Enfermedades laborales. Barcelona : Jims, 1985. p. 236.
5. AMOROS MACAU, José María. Contribución al estudio médico sanitario y jurídico laboral de la intoxicación crónica por mercurio. Barcelona : Universidad de Barcelona, 1974. p. 11.
6. HUNTER. Op. Cit. P. 52.
7. OPS, OMS. Criterios de salud ambiental. Mercurio. Washington D.C. : Las Organizaciones, 1971. p. 47.
8. OPS, OMS. Ibid. p. 44.
9. PIEDROLA GIL, G. y cols. Medicina Preventiva y Salud Pública. Barcelona : Salvat, 1988. p. 286.
10. ARANZAZU M. Ferry; NÁDER N., Carlos y MÁRQUEZ A., Jaime. Terapéutica en Medicina Interna. Manizales : La Patria, 1977. p. 100.
11. CARROL, Lewis. Alicia en el país de las maravillas. Madrid : Alianza, 1984. p. 121.
12. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. Valores límite para sustancias químicas y agentes físicos en el ambiente de trabajo. España : La Conferencia, 1995. p. 37.
13. PIEDROLA GIL, G. Op. cit. p. 286.
14. SUÁREZ, Jakeline y cols. El mercurio. Aprenda a manejarlo. Manizales : Corporación Autónoma Universitaria, 1986. 10 p.
15. HUNTER, Op. cit. p. 253.

Close Window