

IMPACTO DEL MERCURIO SOBRE LA SALUD HUMANA Y EL MEDIO AMBIENTE EN LA REGIÓN LA LIBERTAD

Dr. Luis FLORIAN ZVALETA

DIRECTOR DE SALUD AMBIENTAL Y OCUPACIONAL –
SGPGT – GERESA/LL



Gerencia Regional
de Salud

**ESTAMOS TRABAJANDO POR LA SALUD
DE NUESTRO PUEBLO
Por su desarrollo humano**

**LA LIBERTAD
AVANZA**

MERCURIO: METAL PESADO



“La toxicidad de mercurio depende de la forma química, dosis, tiempo de la exposición, vía de exposición y susceptibilidad del individuo

MERCURIO

CARACTERISTICAS

Número Atómico: 80

Peso Atómico 200,61

Punto de Fusión: $-38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$

Punto de Ebullición: 356

Densidad a 20°C : 13,60

Tensión superficial $480,3\text{ din/cm}^3$



Cinabrio



Mercurio metálico



La extracción del Mercurio se realiza por calentamiento del Cinabrio a unos 300°C para obtener óxidos y una segunda a 500°C para liberar el mercurio metálico.

Reseña Histórica

- ❑ En la Edad Media se usaba el sulfuro de mercurio como pigmento rojo (bermellón) y el nitrato mercúrico para la fabricación de terciopelo.
- ❑ En 1803 se declaró un incendio en una mina de mercurio en Idria (Eslovenia). El vapor de mercurio se expandió por la zona, unos 900 personas fueron afectadas.
- ❑ Los empleados de las fabricas de espejos, perdían las piezas dentales, sufrían de salivación, e inflamación y úlceras de las mucosa bucal y el paladar.



Enfermedad de Minamata

En la bahía de Minamata se produjo una enfermedad denominada "Enfermedad de Minamata", debida al consumo de pescado y mariscos contaminados con metil mercurio. La producción de metil-Hg por bacterias y su liberación en el medio acuático es un mecanismo de defensa que protege los microbios del envenenamiento de Hg.

La metilación bacteriana movilizó el Hg almacenado en los sedimentos de la bahía.



Children with Congenital Minamata Disease due to maternal methylmercury poisoning (Igarashi 1966)

Fetal Mercury Poisoning

- In 1952, Chisso Chemical Company dumped mercury in Minamata harbor. As a result, 397 people were affected. Of these, 68 people died, including 22 unborn children. Minamata was the first known instance of fetal mercury poisoning, sometimes referred to as "Minamata disease."



MERCURIO - Bahía Minamata 1953

- **Peces con concentraciones de Mercurio de hasta 102mg/kg.**
- **43 personas murieron y 111 intoxicación irreversible**

Reseña Histórica

En 1956, en un distrito rural en Irak, se distribuyeron unas semillas para la siembra de trigo, las cuales fueron tratadas con sulfonamida de paratolueno de etilmercurio como fungicida, mas de 100 campesinos sufrieron de intoxicación con mercurio orgánico. 14 fallecieron. En 1960, muchos granjeros y sus familias se vieron afectados hubo mas de 22 fallecidos. Esto se debio al hecho de que a pesar de las advertencias de NO CONSUMIR, las semillas de Trigo, la utilizaron para preparar pan.

Otras Historias ...!!!

A principios de los años setenta, ocurrió una gran catástrofe de intoxicación por mercurio metílico en la que se calcula que murieron 10,000 personas y 100,000 más sufrieron daños cerebrales severos y permanentes. El régimen de Saddam Hussein logró ocultar en gran medida la información sobre el caso...

INTOXICACIÓN EN CAJAMARCA - 2000



El 2 de junio del 2000, un camión que transportaba mercurio elemental, subproducto de la explotación del oro por Minera Yanacocha desde Cajamarca hacia la costa para ser vendido; derramó por accidente cerca de 151 kg de este metal en un recorrido de cerca de 60 km, entre las localidades de San Juan y Magdalena; sufriendo el mayor impacto, San Sebastián de Choropampa, población ubicada entre las dos anteriores.

La población recogió el mercurio derramado en las calles de la ciudad y lo llevó a su casa en recipientes destapados; lo que precipitó su acción nociva.

Según los estudios realizados por los sectores respectivos, 750 personas fueron atendidas en los hospitales de Cajamarca con algún rasgo de intoxicación por el metal pesado

Por el tamaño de la intoxicación, se presentó como el caso más grande de envenenamiento humano, jamás registrado, por mercurio elemental.

Mercurio y salud en Madre de Dios, P

Mercury and health in Madre de Dios, Peru



Fernando Osores Plenge¹, J. Antonio Grández Urbina², Jorge L. Fernández Luque²

RESUMEN

El mercurio constituye un elemento esencial para la extracción del oro por amalgamación en las zonas amazónicas de extracción aurífera informal, como lo es la región de Madre de Dios, en Perú.

La contaminación del agua de los ríos por el mercurio constituye un grave problema de salud pública para la región, debido a las consecuencias de su difusión en la cadena trófica alimentaria y su llegada final a seres humanos, pudiendo ocasionar intoxicación crónica inclusive intraútero; motivo por el cual embriones y fetos podrían ser contaminados de manera irreversible en forma temprana generando patologías neurológicas congénitas.

Palabras clave: Mercurio, Madre de Dios, intoxicación por mercurio.

ABSTRACT

Mercury is an essential element for extracting gold from river beds in illegal gold mining in Madre de Dios Region in Peru. Water pollution by mercury has become a very serious public health problem for this area, because of the dissemination of this metal in the food chain and being humans the final destination of mercury. Exposure to this element in pregnant women may lead to chronic mercury poisoning, and fetuses and embryos may become irreversibly affected, with the occurrence of congenital neurological disorders.

Key words: Mercury, Madre de Dios, mercury poisoning.

FORMAS EXPOSICIÓN



**Manipulación del mercurio
en pequeña minería**



FUENTES DE CONTAMINACIÓN DURANTE LA ACTIVIDAD

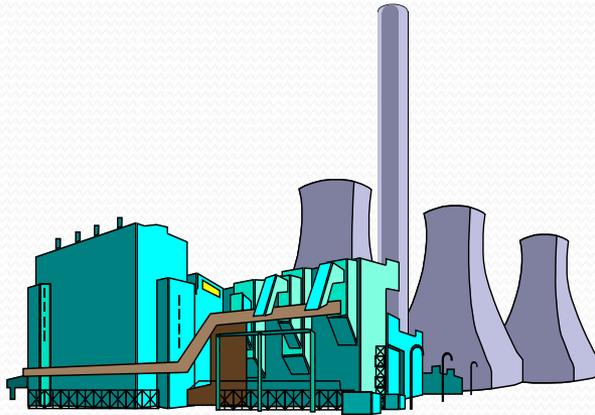




Amalgama Dental

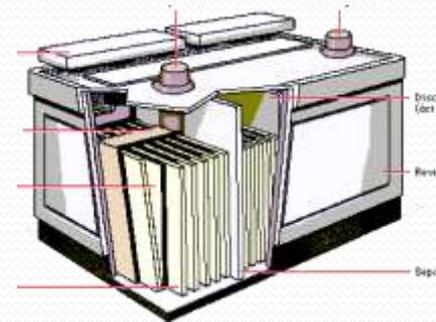


FUENTES PRINCIPALES:

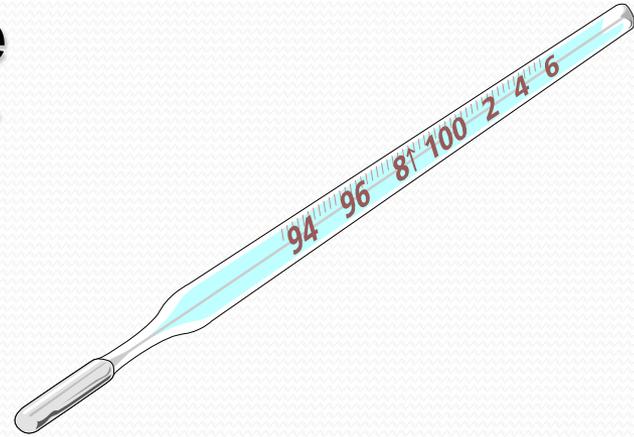


Industria de Cloro-Sosa

Manufactura de equipos eléctricos como: baterías, interruptores, lámparas de mercurio y tubos de rayos X



Elaboración de termómetros y barómetros



Preparación de
amalgamas dentales
y otras

Mercurio metálico o elemental

| | |
|-----------------------------------|--|
| Mercurio metálico Hg ⁰ | Industria cloro-soda Explotación de oro Equipos eléctricos (pilas, baterías, interruptores, acumuladores) Fabricación de máquinas e instrumentos científicos y de laboratorio (termómetros, pirómetros e higrómetros, pluviómetros) Cementos y amalgamas usados en odontología y demás productos de obturación dental Productos químicos para fotografía, películas, placas sensibilizadas y papeles fotográficos. Lámparas y tubos de rayos ultravioleta o infrarrojo Lámparas y tubos de descarga, fluorescentes y de otros tipos |
|-----------------------------------|--|

Mercurio inorgánico o sales de mercurio

| | |
|---|--|
| Sulfuro mercúrico HgS | Pintura artística, instrumental científico, aparatos eléctricos, ortodoncia |
| Óxido de mercurio HgO | Pilas y baterías eléctricas Pomadas antisépticas Pinturas protectoras para cascos de navíos Catalizador de reacciones químicas Bactericida, fungicida, pesticida (prohibidos) |
| Cloruro de mercurio HgCl | Pomadas antisépticas, porcelana amalgamada, electrodos, insecticidas, bactericidas, pinturas nacaradas, fuegos artificiales, purgante, diuréticos y antihelmintos |
| Cloruro de mercurio HgCl ₂ (sublimado) | Corrosivo usado como desinfectante, curtimiento de cuero, conservación de madera, despolarizador de baterías secas, galvanoplastia, fotografía, catalizador de reacciones orgánicas, reacciones en química analítica |
| Cloroamido de mercurio Cl(NH ₂)Hg | Industria cosmética y farmacéutica |
| Fulminato de mercurio Hg(CON) ₂ | Detonador de armas (corrosivo y venenoso) |
| Mercurocromo (Ftaleína mercurio) | Tinturas antisépticas |
| Acetato de fenilmercurio C ₆ H ₅ HgO ₂ | Biocida y fungicida (TWA 0,1 mg/m ³ ACGIH 1990-1991) |
| Nitrato de mercurio Hg(NO ₃) ₂ | Pinturas metálicas |
| Tiocianato de mercurio Hg(SCN) ₂ | Intensificador en fotografía |

Mercurio orgánico

| | |
|--|---|
| Metilmercurio (CH ₃ Hg) | Fungicida en tratamiento de granos y semillas |
| Timerosal (COO-Na+(C ₆ H ₄)(S-Hg-C ₂ H ₅)) | Agente bacteriostático análogo al Merthiolate |
| Acetato de amonio dimetilmercurio, Hidroximercuriclorofenol, Fenilmercuriúrea. | Tratamiento de semillas |

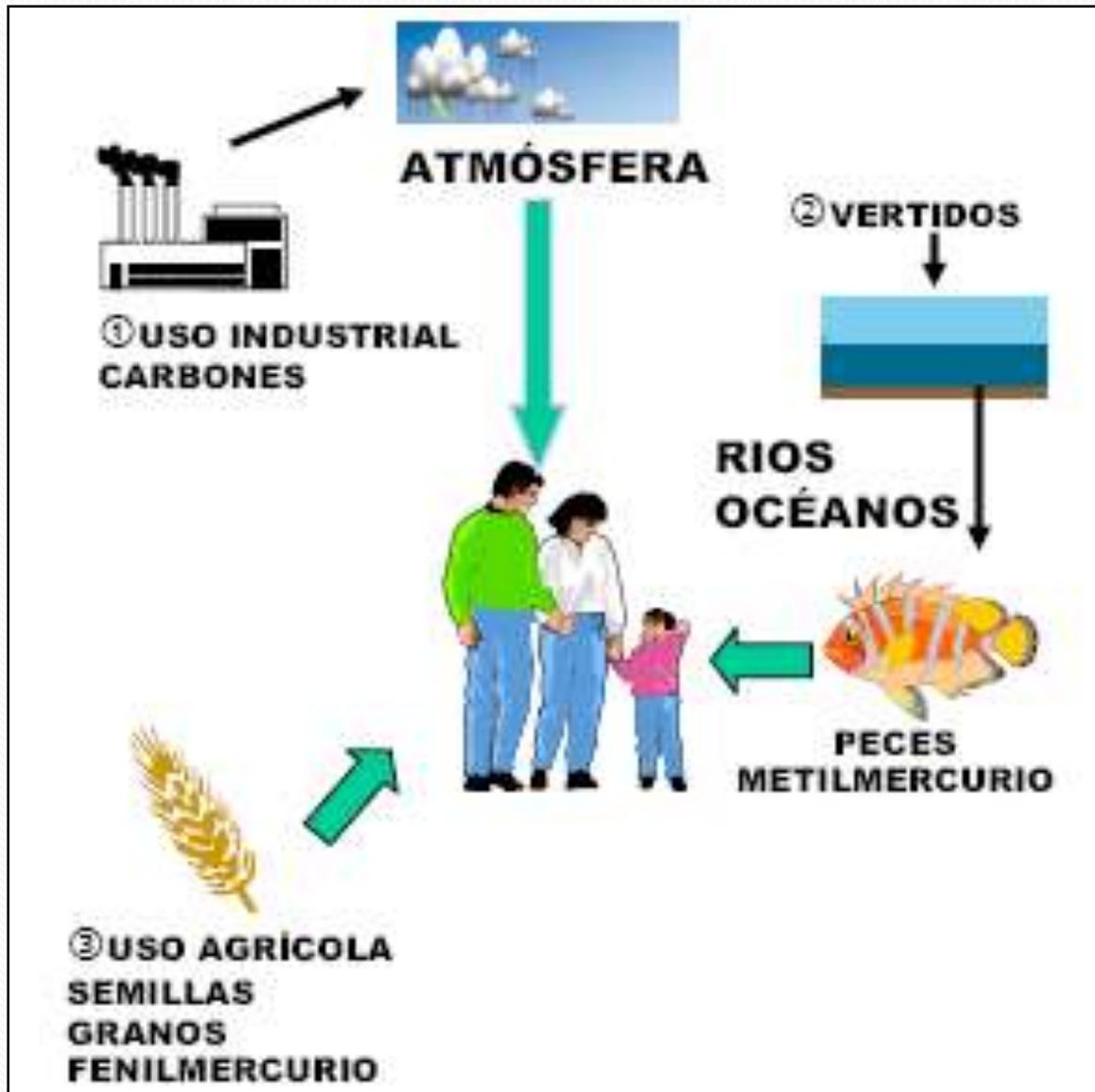
Ciclo del mercurio



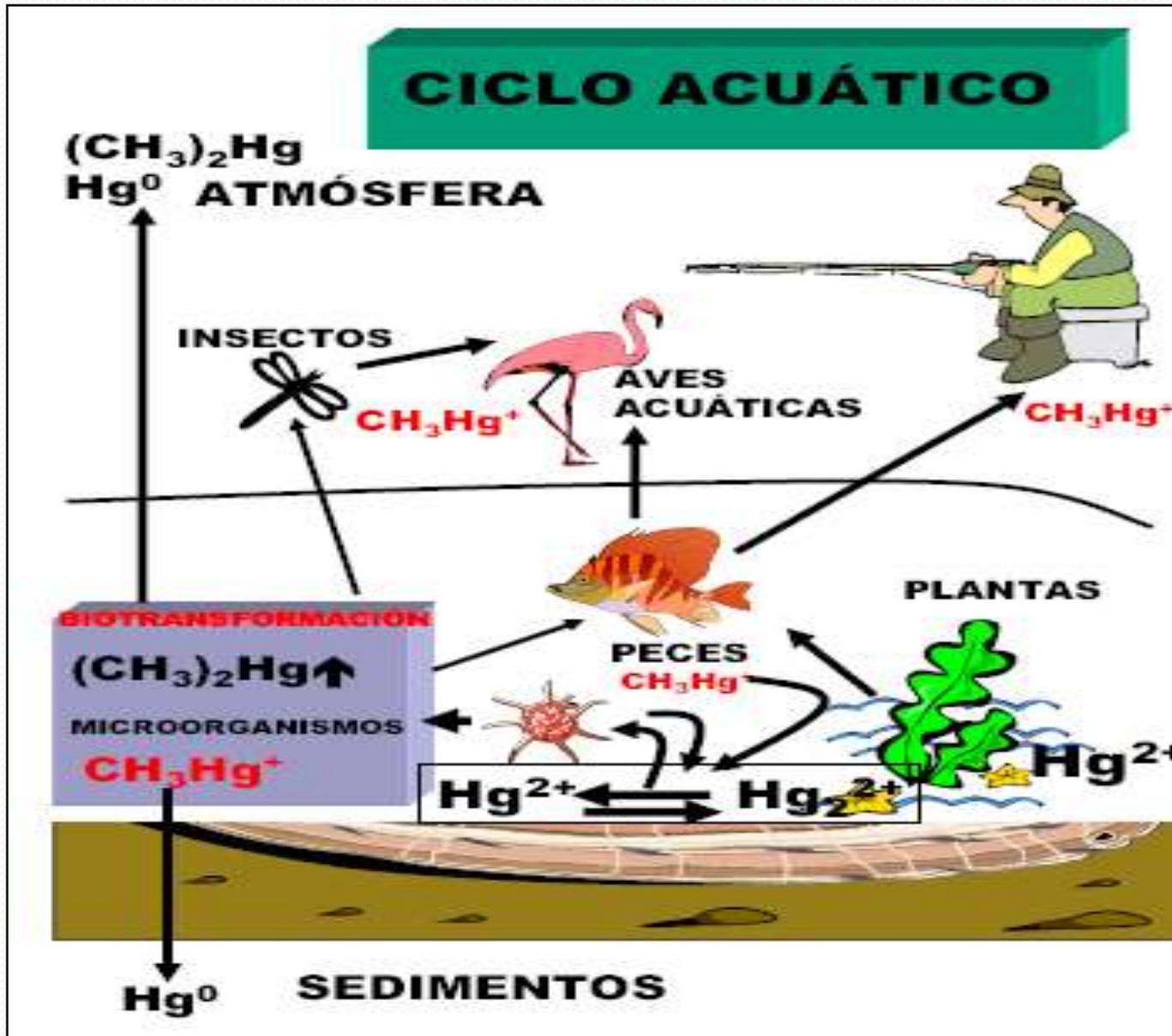
Ciclo Natural del Mercurio



Ciclo Antropogénico de Mercurio



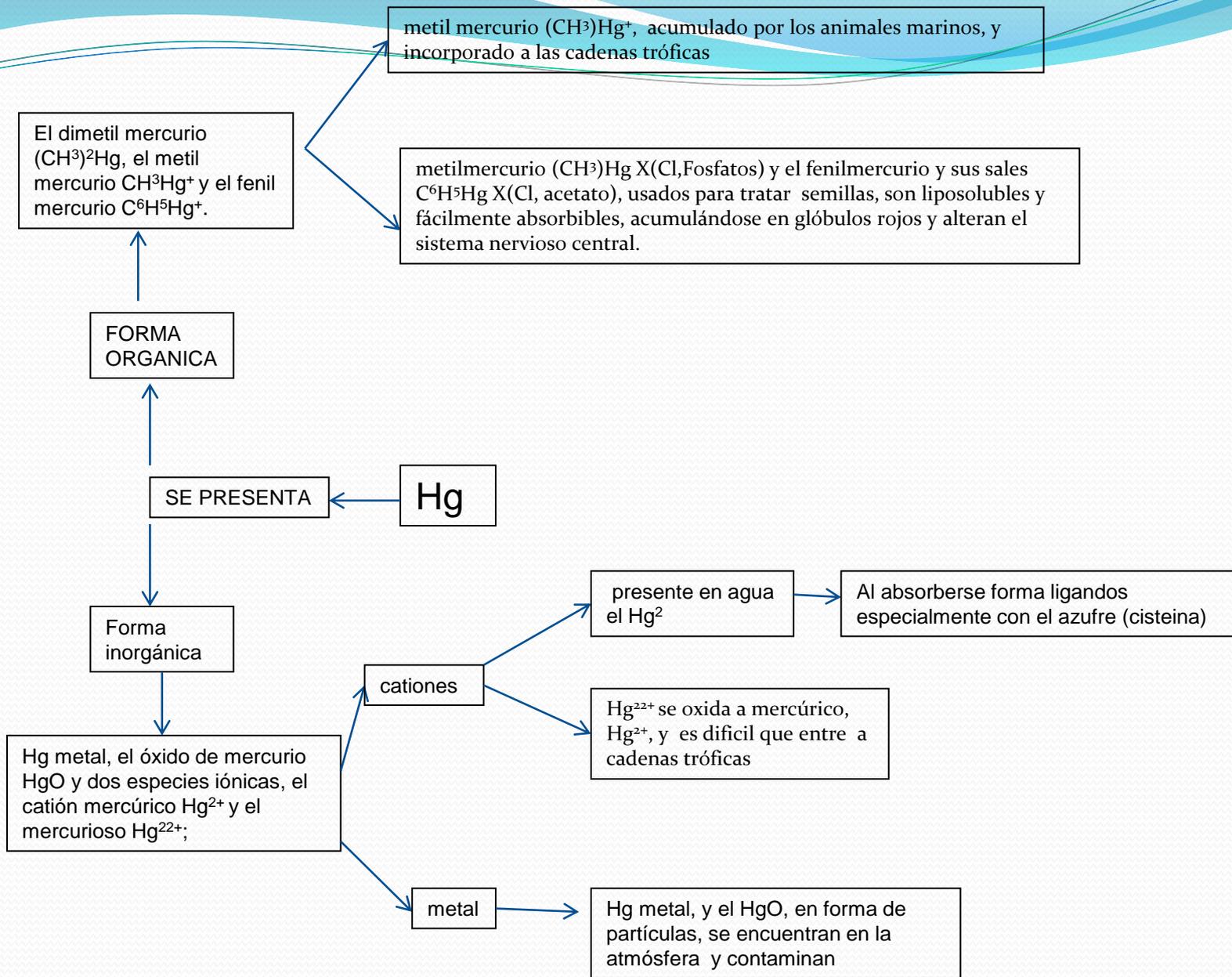
Biotransformación del mercurio en los ríos

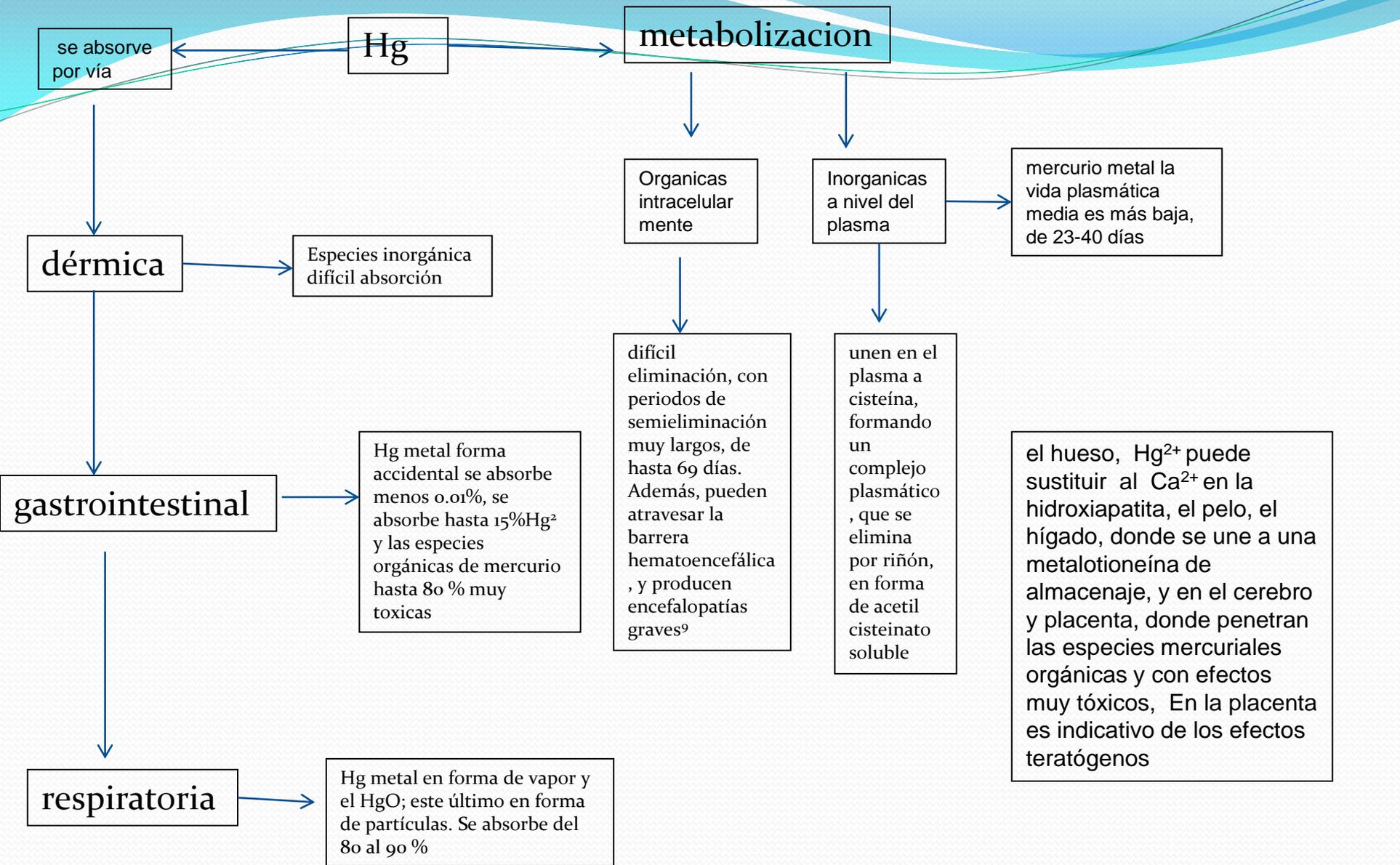


TOXICIDAD

Depende del tipo de mercurio del que se trate y la vía de exposición

Vida media del Hg en sangre: 50-70 días





ABSORCIÓN

DEPÓSITO

EXCRECIÓN

Vía respiratoria
inhalación
Toda forma de Hg 80%

Ingesta
Sales 2-15%
Inorgánico 0,01%
(Orgánico 80%)

¿Piel?

COMPARTIMIENTO CENTRAL

Músculo
44 a 54 %

Tejidos blandos
Hígado 22%
Riñón 8%

PULMÓN

Encéfalo 7%

Gastrointestinal
3%

Piel 8%

SANGRE
9 a 15%
(Hematies 15%
Plasma 45%)

COMP. PERIFÉRICO

Riñón

Hígado

4° COMPARTIMENTO

Saliva 25%

Orina
Heces
Pelo
Uñas
55-60%

Sudor 15%

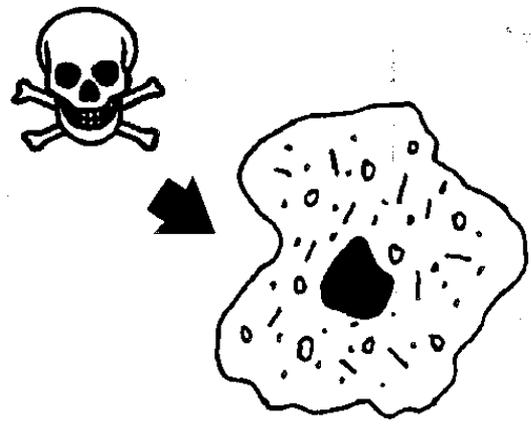
Piel

Exhalación 7%

MECANISMO DE ACCIÓN

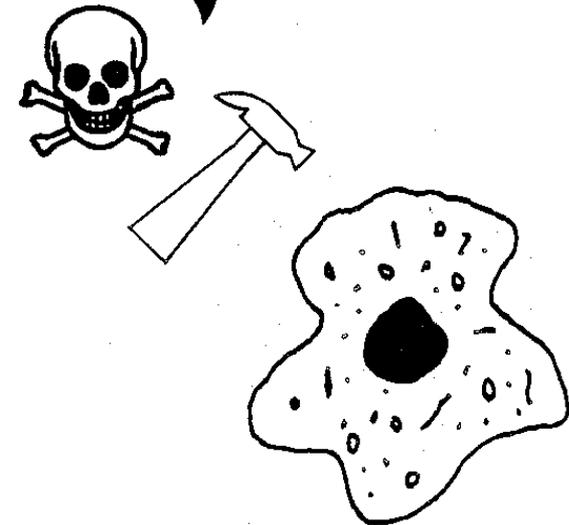
Todos los procesos profundos de acción tóxica pueden resumirse en dos grupos principales:

- **Afectación de la integridad de la estructura celular (Acción inespecífica)**
- **Alteración de la función celular (Acción específica).**



ESTRUCTURA
CELULAR

ACCION



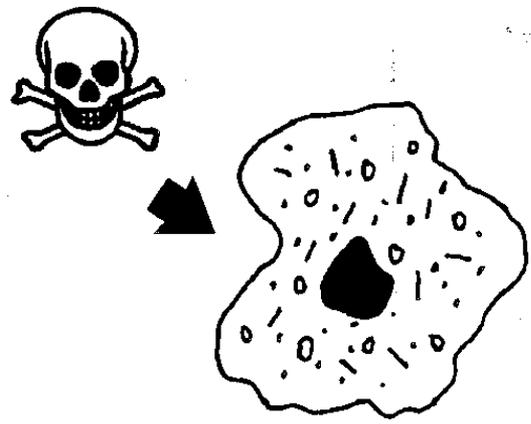
FUNCION CELULAR

Afectación de la integridad de la estructura celular (Acción inespecífica)

Dstrucción celular total

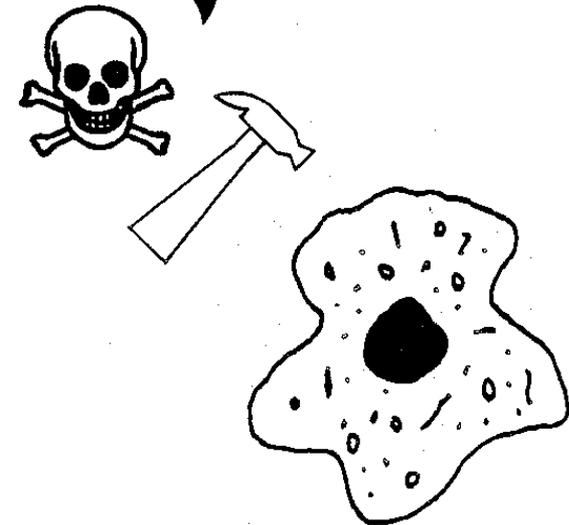
Alteración de la membrana

Alteración de los órganos subcelulares



ESTRUCTURA
CELULAR

ACCION



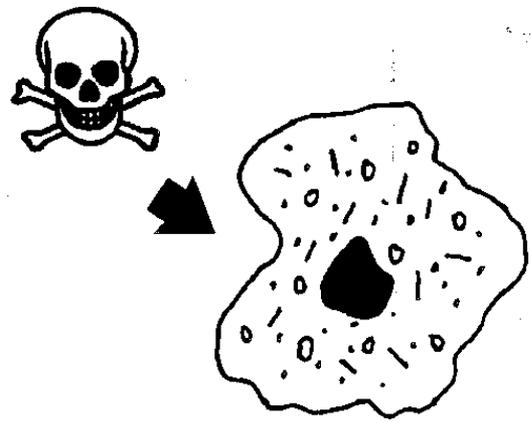
FUNCION CELULAR

Alteración de la función celular (Acción específica)

Modificación de la actividad enzimática

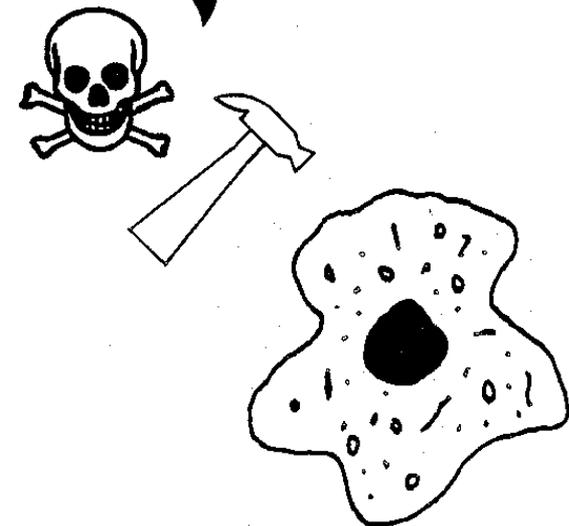
Interacción con receptores endógenos

Reducción de complejos protectores



ESTRUCTURA
CELULAR

ACCION



FUNCION CELULAR

Alteración de la función celular (Acción específica)

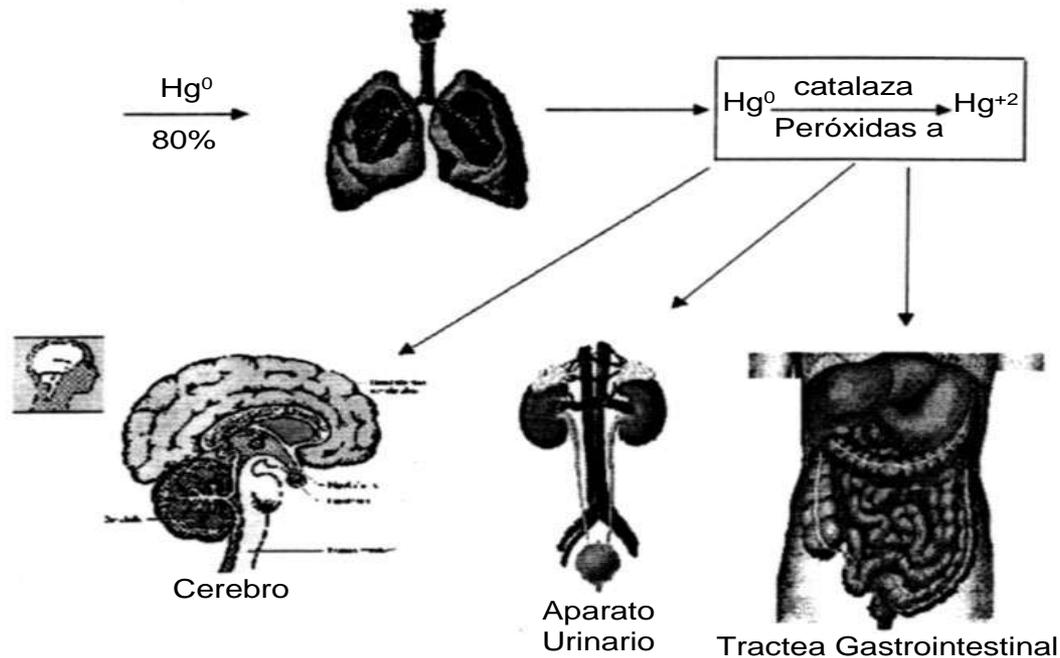
Desacoplamiento de proteínas transportadoras

Trastornos de los procesos regulatorios de membrana

Modificaciones de la reproducción celular



Principales órganos por el cual se absorbe, distribuye y acumula el mercurio



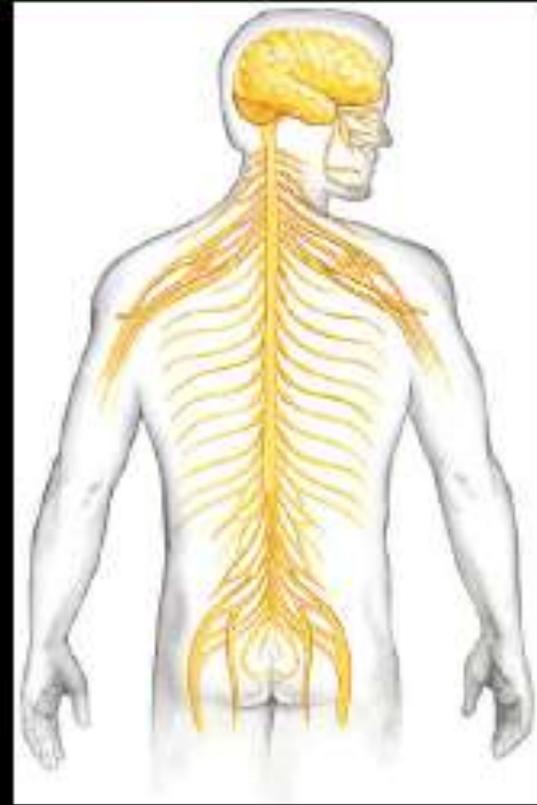


Gingivitis en intoxicación crónica por mercurio

Fuente: <http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/x/x17/x17d/06.jsp>

Toxicidad del Mercurio Elemental (Hg^0)
y Metil-mercurio (CH_3Hg^+)

NEUROTOXICO

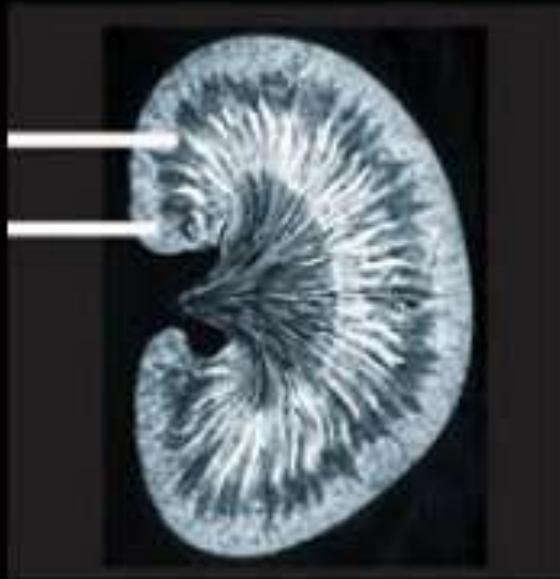


**Especialmente en el
desarrollo de los niños**



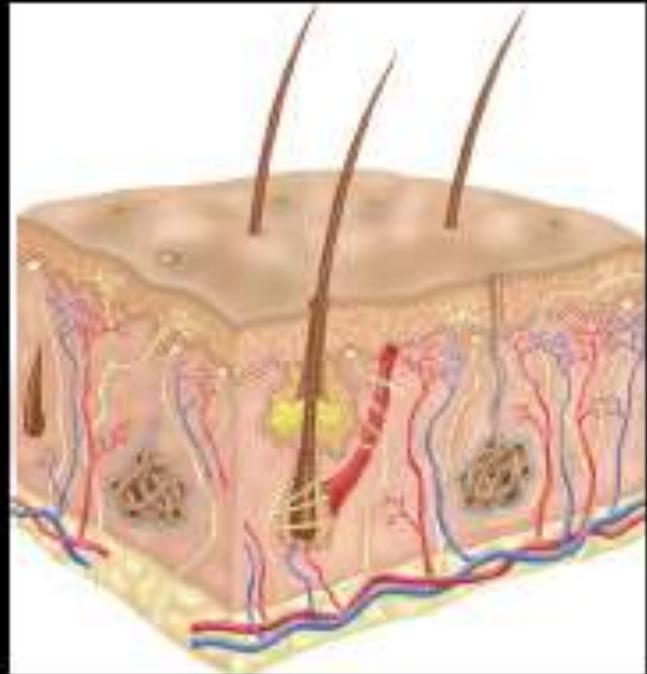
Toxicidad del Mercurio Elemental (Hg^0)
y Metil-mercurio (CH_3Hg^+)

NEFROTOXICO



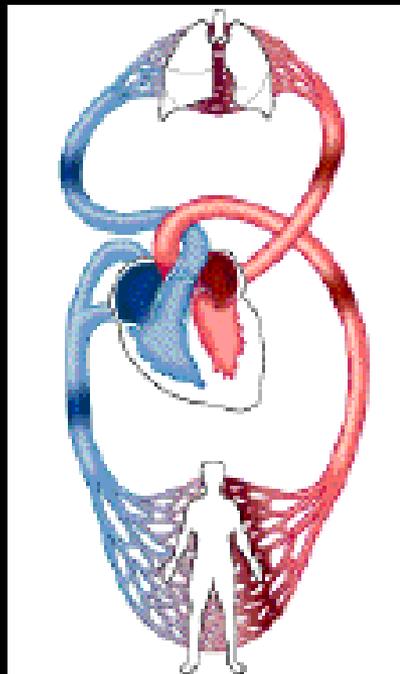
Toxicidad del Mercurio Elemental (Hg^0)

DERMATOXICO

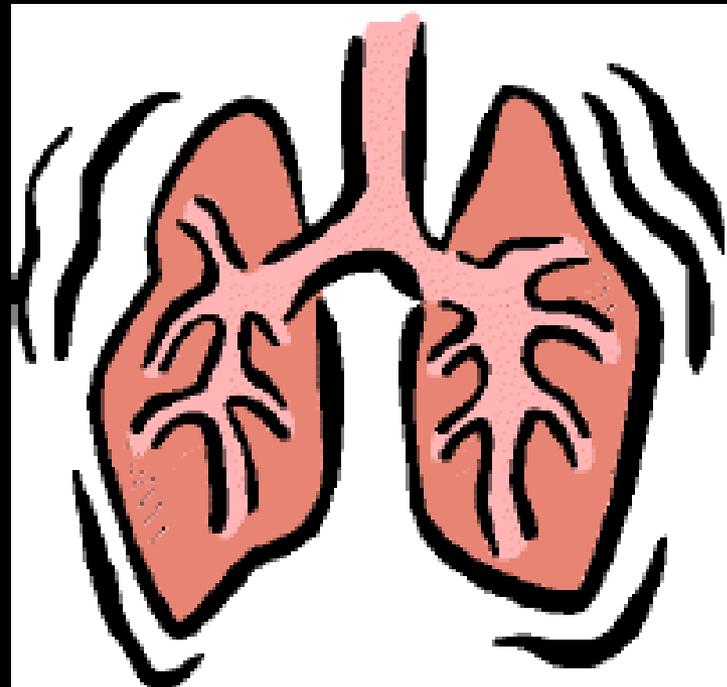


Toxicidad del Mercurio Elemental (Hg^0)

Daños del Aparato Cardiovascular

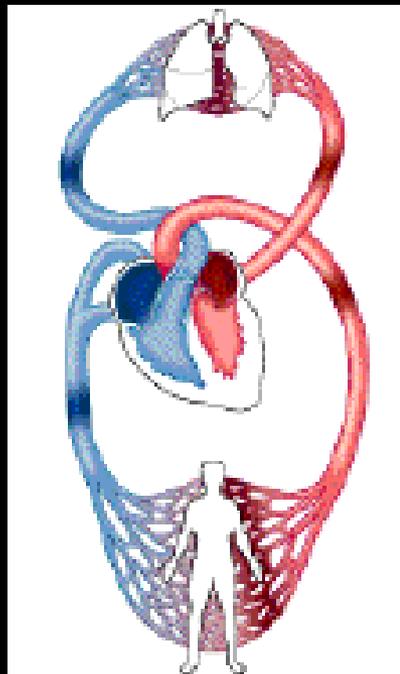


Daños del Aparato Respiratorio



Toxicidad del Mercurio Elemental (Hg^0)

Daños del Aparato Cardiovascular



Daños del Aparato Respiratorio

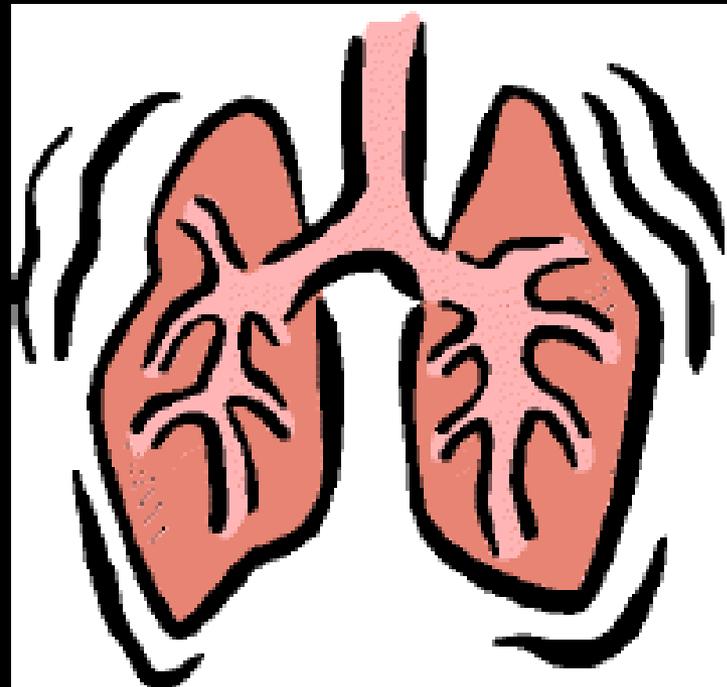




FIGURA 2. Imágenes de estructuras metálicas debajo del diafragma.

| Tipo de exposición | Formas de presentación del mercurio | Efectos |
|---|---|--|
| <p>Aguda. Caracterizada por la aparición de efectos en las primeras 24 horas de exposición.</p> | <p>Intoxicación aguda con vapor de mercurio</p> | <p>Tos, disnea, espasmos musculares, temblor, traqueobronquitis, bronquitis aguda, neumonía química, insuficiencia respiratoria, irritabilidad, nerviosismo, delirios, alucinaciones, tendencia suicida, ataxia, disartria, parestesias (manos, pies, boca), disminución del campo visual, coma y muerte.</p> |
| | <p>Intoxicación aguda con sales de mercurio</p> | <p>Estomatitis, gingivitis, sialorrea, úlcera mucosa oral, dolor retroesternal, epigastralgia, disfagia, vómito, diarrea, deshidratación, choque hipovolémico, gastroenteritis aguda, caída de los dientes, insuficiencia renal, anuria y muerte.</p> |
| <p>Crónica. Es la exposición continua o repetida por tiempo prolongado a bajas dosis de un agente.</p> | <p>Intoxicación crónica con vapor de mercurio</p> | <p>Sistema nervioso: trastornos psíquicos como irritabilidad, tristeza, ansiedad, insomnio y depresión, cuadro denominado "eretismo mercurial". La señal más característica (al menos la más precoz) es el temblor que puede iniciarse en la lengua, labios, párpados o dedos, con alteración de la escritura, marcha, neuropatía periférica (trastornos sensitivos en las manos y los pies) y reducción del campo visual.</p> |
| | | <p>Digestivo: estomatitis mercurial con salivación excesiva, dolor gingival, úlceras en la mucosa oral, caída prematura de los dientes, halitosis, sabor metálico. Además se pueden presentar náuseas, vómito y diarrea.</p> |
| | | <p>Ocular: reflejo parduzco en la cápsula anterior del cristalino (señal de Akinson) y disminución del campo visual.</p> |
| | | <p>Renal: proteinuria moderada, lo que sugiere la existencia de lesiones glomerulares y tubulares; en ocasiones se desarrolla síndrome nefrótico.</p> |
| | | <p>Otras alteraciones: dermatitis de contacto, con pápulas e hiperqueratosis observadas en los trabajadores.</p> |
| <p>Efectos teratogénicos, mutagénicos y cancerígenos: atraviesan la barrera placentaria, pueden producir aborto espontáneo, pero no es muy claro su posible acción teratogénica. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) no clasifica el mercurio metálico o sus compuestos inorgánicos como cancerígenos (clasificación grupo 3 D).</p> | | |

| Tipo de exposición | Formas de presentación del mercurio | Efectos |
|--|---|--|
| <p>Crónica. Es la exposición continua o repetida por tiempo prolongado a bajas dosis de un agente.</p> | <p>Intoxicación crónica por metilmercurio</p> | <p>Efectos en el sistema nervioso central: periodo prodrómico de 2 semanas a 2 meses con astenia, adinamia, apatía, miedo, depresión y deterioro intelectual. Posteriormente hay parestesias en extremidades distales, lengua y boca. En un estado más avanzado hay ataxia, disartria, parálisis motora, diplopía, campo visual estrecho, ceguera, sordera, temblor intencional, espasticidad, parálisis y puede sobrevenir el coma y la muerte.</p> <p>Embriotoxicidad (intoxicación por la exposición prenatal): retardo en el desarrollo motor, alteración psicológica, incoordinación motora, ataxia, movimientos involuntarios, parestesias, parálisis muscular y pérdida de audición o ceguera.</p> <p>Intoxicación por exposición posnatal: trastornos mentales, alteraciones en la sensibilidad, parestesias distales en extremidades, lengua y labios. En casos graves se observa estrechamiento del campo visual, ceguera y alteraciones auditivas.</p> <p>Mutagenicidad y carcinogenicidad: el metilmercurio es un potente agente mutagénico; algunos estudios muestran la presencia de aberraciones cromosómicas con la exposición a este compuesto.</p> |

DIAGNÓSTICO

Presencia de niveles altos de mercurio en sangre y orina



Sangre:

Valor Normal: Menor de 1 ug/dL

Valor Tóxico: Mayor de 3.5 ug/dL



Orina:

Valor Normal: Menor de 20 ug/L

Valor Tóxico: Mayor de 150 ug/L

MERCURIO METÁLICO E INORGÁNICO

-  En personas sin exposición ocupacional el Hg en sangre total es $< 2 \mu\text{g} /\text{dl}$ y Hg en orina es $< 10 \mu\text{g} /\text{dl}$
-  Efectos neurológicos ocurren con niveles de mercurio en orina $> 100\text{-}200 \mu\text{g} /\text{L}$. Gastroenteritis y necrosis tubular aguda se observa con niveles de mercurio $> 50 \mu\text{g} /\text{dL}$
-  Los síntomas han sido asociados con niveles de mercurio $> 20 \mu\text{g} /\text{dL}$

TRATAMIENTO

Medidas de soporte de funciones vitales

-  Observar el desarrollo de neumonitis química y edema pulmonar y administrar oxígeno suplementario si es necesario
-  Tratar el shock
-  El fallo renal agudo generalmente es reversible pero la hemodiálisis puede ser requerida

Descontaminación



Remover la víctima del sitio de exposición y administrar oxígeno suplementario



La ingestión de mercurio metálico habitualmente no requiere descontaminación

Antidototerapia

Mercurio metálico (elemental) en intoxicaciones agudas y crónicas:

- ➔ **Penicilamina vía oral: 250 mg/6 h por 5-10 días**
- ➔ **DMPS (2,3-dimercapto-1-propanosulfonato): 200 mg V.O. /kg/8 h por 10 días)**

Sales de Mercurio Inorgánico:

-  **DMSA (Ácido Dimercaptosuccínico):**
10 mg/kg Oral c /8 h por 5 días durante 14 d.
-  **BAL (British Antilewisite) o Dimercaprol:**
4 mg/kg I.M. c/4 h durante 48 horas, c/6 h hasta el 3er día y c/12 h durante 10 d. más.

- **Para una persona intoxicada, los parámetros de diagnóstico de laboratorio deberán incluir una prueba de depósito que pueda corresponder a una muestra de uña con un contenido de mercurio superior a 5ppm o de cabello superior a 7 ppm, aunada a la muestra de mercurio en la orina de 24 horas, con un resultado superior a 35µg/l.**
- **Los niveles inferiores de 35 serán de indicativos de contaminación, al igual que el contenido en las uñas por debajo de 5ppm o del cabello por debajo de 7ppm.**
- **Los pacientes sin síntomas, que no este expuesto y que presente resultados positivos en las muestras de orina uñas y cabello se considera intoxicado y deberá recibir tratamiento.**

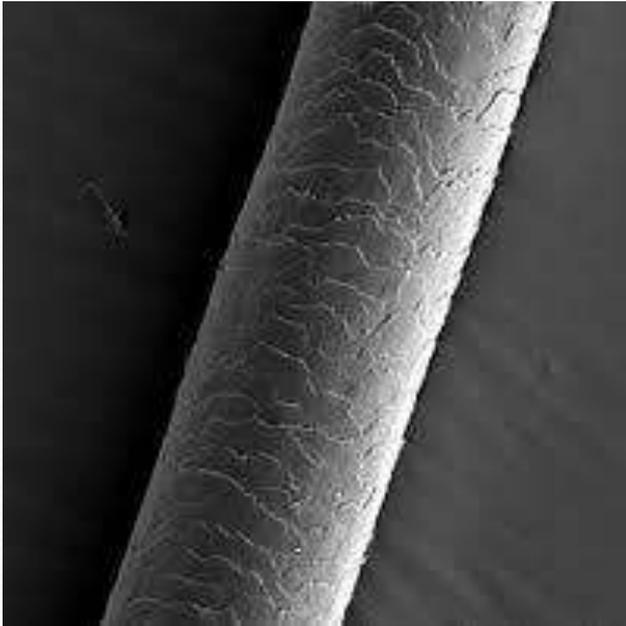
Excelente marcador biológico de exposición al metilmercurio a largo plazo.

Una vez que pasa a formar parte del pelo, el mercurio no vuelve a la sangre.

El metilmercurio guarda una relación directa con el nivel de mercurio en la sangre.

Personas que no consumen pescado contaminado, el nivel normal de Hg en pelo es de 1 a 2 ppm, en las que consumen pescado contaminado el nivel es mayor o igual a 10 ppm.

Programa



Niveles de referencia para el consumo

El Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios FAO/OMS estableció una ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) para el mercurio de 5 µg/kg de peso corporal, y para metilmercurio de 1,6 µg/kg de peso corporal

Tabla 1. Niveles de referencia para metilmercurio

| País / Organización | Nivelesde referencia (µg Me Hg/Kg peso corporal/semana) | Año |
|---------------------|---|------|
| Canadá | 1,4 | 1997 |
| Japón | 2,0 | 2005 |
| Holanda | 0,7 | 2000 |
| Estados Unidos | 0,7 | 2001 |
| JECFA* | 1,6 | 2003 |

Fuente: Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure ¹

*Joint Expert Committee on Food Additives

MANEJO PREVENTIVO DEL MERCURIO

- Se debe evitar el contacto con la piel, así como la impregnación en la ropa.
- El mercurio no se debe guardar junto con alimentos y bebidas ni se deben consumir éstos cuando se esté trabajando con mercurio
- No se debe comer ni fumar en lugares donde se trabaje con mercurio



MANEJO PREVENTIVO DEL MERCURIO



- Recomendaciones sobre consumo de pescado.
- Recomendaciones sobre consumo de agua.
- Control del trabajo infantil.
- Control de Emisiones industriales y dispersión por minería .
- Manejo de desechos con mercurio
- Estándares de calidad de agua , aire y alimentos



GRACIAS

La vida es muy peligrosa. No por las personas que hacen el mal, sino por las que se sientan a ver lo que pasa.

Comienza a manifestarse la madurez cuando sentimos que nuestra preocupación es mayor por los demás que por nosotros mismos.

**CUIDEMOS NUESTRO MEDIO
AMBIENTE**