

كلية الصيدلة  
Faculty of Pharmacy



# Metals

Fall, 2022 by Dr . ISAM AI NASER

**Authors FRANK A. BARILE**

# CADMIUM

تستخدم كبريتات الكادميوم كدواء قابض بينما تعتبر أملاح كبريتيد الكادميوم وسيليnid الكاديوم مركبات هامة تستخدم في الصباغ.

يخفض  $\text{Cd}$  نقطة انصهار المعادن التي يتم خلطها بها، لذلك يستخدم في أجهزة الإنذار المبكر من الحرير، والقواطع الكهربائية.

كما تستخدم أملاح الكادميوم في التصوير الفوتوغرافي وفي صناعة الألعاب النارية والمطاط والزجاج والخزف

$\text{Cd S}$  هو مكون في الخلايا الكهروضوئية والبطاريات (النيكل- كادميوم).

- **Occurrence and Uses**
- $\text{Cd sulfate}$  is used as an astringent while the sulfide, cadmium yellow ( $\text{Cd S}$ ) and selenide ( $\text{Cd Se}$ ) salts are important pigmenting agents.
- $\text{Cd}$  lowers the melting point of metals with which it is alloyed, thus making it useful in the manufacture of fusible metals for automatic sprinkler systems, fire alarms, and electric fuses.
- $\text{Cd}$  salts are also used in photography and in the manufacture of fireworks, rubber, glass, and porcelain
- $\text{Cd S}$  is a component in photovoltaic cells and nickel-Cd batteries.

أفادت وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA أن متوسط مستويات الكادميوم في الأطعمة تتراوح من ٢ إلى ٤٠ جزءاً في المليار (ppb)، مع منتجات الحبوب والبطاطس والخضروات الورقية والخضروات الجذرية التي تحتوي على أعلى المستويات.

بشكل متوسط يتناول كل شخص حوالي ٣٠ مغ من Cd يومياً، بينما يمتص المدخنون ١ إلى ٣ ملغ إضافياً يومياً.

إن الحدود الدنيا من التعرض للكادميوم تكون من مياه الشرب و الهواء المحيط باستثناء المناطق القريبة من الصناعات أو المحارق التي ينبعث منها الكادميوم .

- The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) reports that average Cd levels in foods range from 2 to 40 parts per billion (ppb), with grain and cereal products, potatoes, leafy vegetables, and root vegetables containing the highest levels.
- On the average, each person ingests about 30 mg of Cd daily, while smokers absorb an additional 1 to 3 mg per day.
- Except in areas near Cd-emitting industries or incinerators, minimal exposure occurs through drinking water or ambient air.

# Mechanism of Toxicity

الكبد هو العضو الأكثر تعرضاً عند التسمم الحاد بمركبات الكادميوم.

إن الآلية السمية للكادميوم مرتبطة بتضرر الكبد نتيجة فرط التأكسد الخلوي أو أكسدة المركبات الدسمة الموجودة في الأغشية الخلوية الكبدية

في عام ١٩٩٣، تم تصنيف Cd على أنه مادة مسرطنة.

يرتبط التعرض المهني ارتباطاً وثيقاً بسرطانات الرئة والبروستاتا، على الرغم من أن آلية تطور السرطان غير معروفة.

أحد الآليات المقترحة يقوم الكادميوم بتحفيز تكاثر الخلايا وبنفس الوقت يمنع إصلاح DNA.

- The liver is the primary target in acute Cd exposure.
- Investigations have revealed hepatocellular necrosis
- With mechanism of Cd toxicity include oxidative stress or lipid peroxidation of cell membranes.
- In 1993, Cd was classified as a suspected human carcinogen.
- Occupational exposure is associated with lung and prostate cancers, although the carcinogenic mechanism is not known.
- Cd does not form stable DNA adducts but stimulates cell proliferation and inhibits DNA repair.

# Toxicokinetics

- يختلف مقدار امتصاص الـ Cd بشكل كبير حسب طريق التعرض.
- يمتص حوالي ٥% فقط من جرعة Cd المبتلة عن طريق الجهاز الهضمي، في حين أن الامتصاص الرئوي مرتفع يصل حتى ٩٠٪.
- إن تصفية الدموية للـ Cd سريعة و يتركز الكادميوم في الكبد والكلى.
- يزداد افراز الميتالوثيونين (MT) بشكل أساسي من الكبد وهو بدوره يقلل من التأثيرات السامة لـ Cd لا يسمح بتواجده بالشكل الحر السام)،
- يقل الـ MT من التأثيرات السامة للكادميوم و من إطراحه
- يتعلق الامر بمقدرة الكبد على استيعاب هذه الحمولة.

- Absorption of Cd varies considerably by the route of exposure.
- Only about 5% of an ingested dose of Cd is absorbed from the GI tract, while absorption from the lung is as high as 90%.
- Cd clears rapidly from the blood and concentrates in liver and kidney .
- related to the ability of these organs to produce large amounts of metallothionein (MT) with a great affinity for Cd.
- MT lessens the toxic effects of Cd, it also hinders its elimination.

# Signs and Symptoms of Acute Toxicity

إن تسخين Cd ومركباته إلى درجات حرارة عالية يولد أبخرة أكسيد Cd، والتي يسبب استنشاقها تحرش رئوي حاد.

- Heating of Cd and its compounds to high temperature produces Cd oxide vapors, which on inhalation causes severe pulmonary irritant.

إن غبار Cd أقل تهييجاً من أبخرة Cd بسبب حجم جسيماتها الأكبر.

- Cd dust is a less potent irritant than Cd fume because of its larger particle size.

استنشاق أبخرة الكادميوم بالتراكيز العالية تهييج البلعوم الأنفي والقصبات الهوائية وتؤدي لوزمة رئوية والوفاة.

- Inhalation of fumes with a high Cd concentration has been responsible for nasopharyngeal and bronchial irritation to pulmonary edema and death.

إن الأعراض المحتملة الأخرى الصداع والقشعريرة وألم العضلات والغثيان والقيء والإسهال

- Other possible symptoms include headache, chills, muscle aches, nausea, vomiting, and diarrhea.

# Signs and Symptoms of Chronic Toxicity

إن التعرض المزمن لـ Cd يؤثر بشكل أساسى على الكلى، الرئة والعظام والبروستات.

يتطور سرطان الكلية نتيجة التعرض المزمن للكادميوم

يؤدي التعرض الرئوي المزمن إلى تطور نفاخ الرئوي (emphysema).

يؤدي التناول الهضمى المزمن من الكادميوم للمستويات العالية عن طريق الطعام الى اضطرابات في العظام بما في ذلك هشاشة العظام ، وفقر الدم ، صفار الأنسنان ، والتهاب الأنف ، في بعض الأحيان فقدان حاسة الشم .

- Chronic exposure to Cd affects the kidney, lungs, prostate, and bone.
- In kidney, chronic exposure is implicated in the development of cancer.
- In lungs, long-term inhalation concerned emphysema.
- chronic exposure to high levels of Cd in food has caused bone disorders, including osteoporosis , anemia, yellow teeth, rhinitis, occasional loss of the sense of smell (anosmia).

# LEAD

## Occurrence and Uses

يستخدم الرصاص بشكل أساسي في  
تصنيع المدخرات والطبقة الخارجية  
للكابلات الكهربائية.

يستخدم أيضا كدرع للحماية من  
الأشعة السينية والإشعاع الصادر من  
المفاعلات النووية.

تستخدم مركبات الرصاص بشكل  
شائع كأصباغ في الطلاء وصناعة  
السيراميك والمبيدات حشرية.

يضاف للبنزين كعامل محسن لعمل  
المحركات.

- The main use of Pb is in the fabrication of storage batteries and in outer layer electric cables.
- It is also useful as protective protecting from X rays and radiation from nuclear reactors.
- Pb compounds are commonly used as pigments in paint, and ceramic as insecticides.
- It was incorporated agent in gasoline.

# Toxicokinetics

يعتمد التوافر الحيوي للرصاص عند ابتلاعه فمويا على وجود كتلة الطعام (١٠٪ أو أقل) أو بعد الصيام على معدة فارغة (٨٠-٦٠٪).

يطرح الرصاص الغير مرتبط من الجسم بشكل اساسي عن طريق الكلى كملاح منحلة بالماء او من خلال التصفية الصفراوية في الجهاز الهضمي بشكل متحد مع المركبات العضوية.

يعتبر الزفير أيضًا طريق إطراح رئيسي للرصاص العضوي.

يتواجد الرصاص بشكل اساسي في كرات الدم الحمراء (٩٩٪)؛ يتوزع في الأنسجة الرخوة. (الكبد والرئة والطحال والكلى) ثم يعاد توزعه إلى العظام حيث يتواجد بتركيز عالية.

- The bioavailability of Pb is dependent on ingestion in the presence of food (10% or less) or after fasting (60–80%).
- Pb not retained in the body is excreted primarily by the kidneys as soluble salts or through biliary clearance in the GI tract in the form of conjugates with organic compounds.
- Exhalation is also considered to be a major excretion route of organic Pb.
- Blood Pb is found primarily in RBCs (99%); distribution occurs primarily to soft tissue. The liver, lung, spleen, and kidneys have the highest concentrations, with redistribution resulting in high bone concentrations.

# Toxicokinetics

يتراكم الرصاص على شكل فوسفات الرصاص في العظام بشكل مشابه لفوسفات الكالسيوم في المناطق التي تخضع للتخلص النشط وقت التعرض.

لا يتم استقلاب الرصاص غير العضوي بل يشكل معقدات مع البروتينات والمركبات غير البروتينية.

يتم استقلاب الرصاص العضوي في الكبد عن طريق تفاعل نزع الكلة تأكسي بواسطة السيتوクロم P450.

- Pb is accumulate in the form of Pb phosphate in those regions undergoing active calcification at the time of exposure
- Inorganic Pb is not metabolized but forms complexes with a variety of protein and nonprotein ligands.
- Organic Pb is metabolized in the liver by an oxidative dealkylation reaction catalyzed by

# Mechanism of Toxicity

المستهدف الرئيسي عند التسمم بالرصاص نخاع العظام ومسارات تكوين الدم ، والجهاز الهضمي والجهاز العصبي المركزي ، والجهاز العصبي العضلي.

يحاكي  $\text{Pb}$   $\text{Ca}$  عند اتحاده مع البروتينات الحيوية .

فيقوم بالارتباط بجموعات السلفيدريل والأمين والفوسفات والكريبوكسيل.

يرفع الرصاص تركيز الكالسيوم الحر داخل الخلايا وفي الشعيرات الدموية و في الدماغ، والخلايا العصبية، وخلايا الكبد، والشرابين، التي تسبب تقلص العضلات الملساء، مما يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم.

- The principal targets for Pb intoxication are the bone marrow and blood-forming pathways, GI tract, CNS, and neuromuscular system.
- Pb is incorporated into  $\text{Ca}^{+2}$  selective structures and mimics its action so as to interfere with vital proteins.
- Thus it is capable of binding to sulfhydryl, amine, phosphate, and carboxyl groups.
- As a result, Pb increases intracellular levels of  $\text{Ca}^{+2}$  in brain capillaries, neurons, hepatocytes, and arteries, that cause smooth muscle contraction, so inducing hypertension.

# Mechanism of Toxicity

يتدخل الرصاص بالتخليق الحيوي للهيم من خلال تثبيط إنزيمات اصطناع الهيم مثل حمض أمينوليفولينيك ALAS (أسد سينتيتاز) ، و حمض أمينوليفولينيك ALAD (ديهيدراز). لذلك، ينقص الهيموغلوبين ويحدث فقر الدم عند التعرض الزائد للرصاص.

- Pb interferes with heme biosynthesis by interfering with:
  - ALAS (aminolevulinic acid synthetase), and
  - ALAD (aminolevulinic acid dehydrase).
- Therefore, decreased hemoglobin and anemia result in individuals exposed to excessive Pb.

# SIGNS AND SYMPTOMS OF ACUTE TOXICITY

إن التعرض الهضمي أو الإستنشاقي الزائد للرصاص، يؤدي إلى التشنج وألم البطن والإمساك.

يصاحب آلام البطن الشديدة الغثيان والقيء والبراز المدمي.

تشمل الأعراض المبكرة نتيجة التعرض للرصاص التعب والخمول وألم في جهاز الهضم غير مفسرة

مظاهر التسمم العصبي بالرصاص: الصداع، والارتباك، والذهول، والغيبوبة، ونوبات اختلاج والتهاب العصب البصري.

- Exposure to excessive Pb, through the GI tract or by inhalation, usually results in: cramping, abdominal pain, and constipation.
- Severe abdominal pain is accompanied by nausea, vomiting, and bloody stools.
- Early symptoms of Pb exposure include fatigue, lethargy, and unclear GI pain.
- Headache, confusion, stupor, coma, seizures, and optic neuritis are all manifestations of Pb neurotoxicity.

# SIGNS AND SYMPTOMS OF ACUTE TOXICITY

عند زيادة التعرض، تتطور أعراض الجهاز العصبي المركزي إلى الأرق، والارتباك، وضعف التركيز، ومشاكل الذاكرة تصبح أكثر وضوحا.

إن التعرض طويل الأمد يؤدي إلى اعتلال الدماغ مترافق مع نوبات إختلاج والغيبوبة.

كذلك مشاكل إنجابية مثل العقم عند الذكور والإجهاض التلقائي عند الحامل والتهاب المفاصل النقرسي والفشل الكلوي.

- Upon further exposure, central nervous system symptoms such as: insomnia, confusion, impaired concentration, and memory problems become more pronounced.
- Lengthy exposure can present : encephalopathy with seizures and coma.
- Reproductive problems, such as infertility in men, spontaneous abortions, gouty arthritis, and renal failure, have been reported.

# Signs and Symptoms of Chronic Toxicity

تكرارية حدوث التسمم المزمن بالرصاص عالية،  
و خاصة عند الأطفال، وتُعرف بـ plumbism.

يشكو الطفل من التعب والضعف العضلي.

تظهر اضطرابات جهاز الهضمى عند الطفل  
على شكل غثيان والقيء والإسهال وفقدان الشهية  
والإمساك وتشنجات شديدة في البطن.

إن أهم مؤشر تشخيصي للتسمم بالرصاص هو  
فقر الدم و ظهور خطوط الرصاص ضمن الكريات  
الحمراء.

يحدث اعتلال الدماغ Pb عند التسمم المزمن  
بالرصاص، وهو سبب الوفيات عند ٢٥٪ منهم  
يتميز بت היيج وفقدان الذاكرة وترنح ، يليه الهديان  
و التشنجات والغيبوبة.

- Chronic Pb toxicity is more frequently seen, especially in children and young adults, and is known as plumbism.
- the child complains of fatigue and muscular weakness.
- Pb colic describes the GI signs that exhibit as nausea, vomiting, diarrhea, anorexia, constipation, and severe abdominal cramps.
- Interference with blood-forming organs shows anemia as a common sequel. “lead line” is also a diagnostic sign.
- Pb encephalopathy, which is fatal in 25% effects of chronic Pb intoxication and is characterized by irritation, memory loss, and ataxia, followed by delirium, convulsions, and coma.

# TREATMENT OF ACUTE POISONING

يعطى حقننا Ca di Na- gdimercaprol و EDTA، لتقليل حمولة الجسم من Pb الممتص.

في المرضى الذين يعانون من إصابة في الكلى، يوصى باستخدام dimercaprol، لأن الإفراز يكون في الأساس في الصفراء بدلاً من البول.

يقوم EDTA بمحلبة Pb و تحريكه من العظام إلى الأنسجة الرخوة وقد يؤدي إلى تفاقم السمية الحادة إذا لم يتم تناوله مع dimercaprol.

تقديم المعالجة ب succimer (DMSA) فموياً للأطفال الذين لديهم مستويات Pb في الدم > 45 ميكروغرام / ديسيلتر.

- Parenteral administration of chelating agents, dimercaprol and Cadi Na-EDTA, is used to reduce body burdens of absorbed Pb.
- In patients with kidney injury, dimercaprol is recommended, since excretion is primarily in bile rather than urine.
- EDTA mobilizes Pb from bone to soft tissue and may aggravate acute toxicity if not given in conjunction with dimercaprol.
- DMSA (succimer) is the only FDA approved orally administered chelating agent for treating children with Pb blood levels  $> 45 \mu\text{g/dl}$

## Diagnostic tests for lead poisoning

Test	Toxicity	Normal
• <b>Blood</b>		
1. Lead	$\geq 80 \text{ } \mu\text{g}/\text{%}$	$< 30 \text{ } \mu\text{g}/\text{%}$
2. Erythrocyte protoporphyrin Concentration	$\geq 190 \text{ } \mu\text{g}/\text{%}$	40-100 $\mu\text{g}/\text{%}$
• <b>Urine (24 hr)</b>		
1. Lead	15 mg/L	$< 0.08 \text{ mg/L}$ children
3.		$< 0.15 \text{ mg/L}$ adults
2. δ-ALA	$> 19 \text{ mg/L}$	1.3-8.5 mg/L
3. Coproporphyrin III	$> 150 \mu\text{g}/\text{L}$	0-60 1.1.g/L 50-160 $\mu\text{g}/24 \text{ hr}$

# Clinical Monitoring

## المراقبة السريرية

يعد اختبار معايرة البروتو بروفيرين الكريات الحمراء الطريقة المثلث لتحري عن التسمم بالرصاص.

الفحص غير حساس لمستويات الرصاص في نطاق ١٠ إلى ٢٥ ملг / ديسيلتر؛ لذلك لا يوصى به عند حالات التسمم بالرصاص لدى الأطفال.

تم تطوير تقنيات اختبار أكثر حساسية تقيس Pb في الدم عند تركيزات منخفضة تصل إلى ١ ملگ / ديسيلتر

نظرًا لأن Pb يعيد توزيعه إلى العظام بعد الابتلاع ، فإن استخدام تقنيات التصوير الشعاعي أحياناً يكون مفيداً للكشف عن Pb.

- Because Pb accumulates in RBCs rather than plasma, the method of choice for determination of Pb exposure was the erythrocyte protoporphyrin (EP) test.
- The assay, however, proved to be insensitive to Pb levels in the 10 to 25 mg/dL range; it is not recommended for tracking childhood Pb poisonings.
- The evolution of more sensitive testing techniques has made measuring Pb in blood more feasible, especially at concentrations as low as 1 mg/dL
- As Pb redistributes to bone after ingestion, the use of radiographic techniques occasionally proves useful for the detection of Pb.

# MERCURY

Hg

## الخصائص الكيميائية

هناك ثلاثة أشكال سامة للزئبق: عنصري (زئبق)، وغير عضوي، وعضوي.

تعتبر مركبات الزئبق من الملوثات الرئيسية في المحيط الحيوي ، حيث يعتبر الزئبق العضوية أكثر الأشكال سمية.

- • **Chemical Characteristics**
- • There are three toxic forms of Hg: elemental (Hg), inorganic, and organic.
- Hg compounds are considered to be major pollutants of the biosphere, with organic mercurials as the most toxic forms.

# OCCURRENCE AND USES

- The chemical properties, characteristics, and pathophysiologic consequences of the different forms of Hg are summarized in Table

Characteristics	Elemental Hg (Hg°)	Inorganic Hg	Organic Hg
Form and chemical properties	Lipophilic, converted to charged cations	Salt forms, water soluble	Methyl Hg, lipophilic
Occurrence	Industrial, thermometers	Industrial, chemical laboratories, marine life	Pesticide, industrial
Absorption	Inhalation	GI tract	GI tract
Target organs	Pulmonary, CNS	Kidneys, GI	CNS
Elimination	Fecal, enterohepatic	Urinary, fecal	Fecal, enterohepatic

# MERCURY

- بعض النظر عن مصدر الزئبق المؤدي للتسمم، يخضع الزئبق العضوي وغير العضوي للتحول البيئي.
- يمكن الزئبق غير العضوي أن يتتحول لعضوي والعكس بالمثلية أو نزع زمرة الميثيل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.
- يتبخ عنصر الزئبق عند درجات حرارة الهواء المحيط وهو خطير للغاية.
- Regardless of the source, both organic and inorganic Hg undergoes environmental transformation.
- Inorganic Hg may be methylated and demethylated by microorganisms.
- Elemental Hg at ambient air temperatures volatilizes and is extremely dangerous.

# Occupational and Environmental Exposure

## التعرض المهني و البيئي

الميثيل الزئبق المترعر في البيئة المائية يتراكم بيولوجياً في العوالق والطحالب والأسماك وبالتالي يدخل للسلسلة الغذائية.

يكون معدل امتصاص ميثيل الزئبق في الأسماك أسرع من معدل امتصاص الزئبق غير العضوي ، ومعدل تصفيفه أبطأ مما يؤدي إلى ارتفاع تركيزات ميثيل الزئبق في انسجة الأسماك

أدى تلوث البيئة بمركبات الزئبق في اليابان تاريخياً إلى زيادة مستوى السمية العصبية ، يشار إليها باسم مرض ميناماتا ، حالتا تسمم في خليج ميناماتا (1956-1975). في العراق (1971-1972) ، نتيجة تناول الخبز المصنوع من حبوب ملوثة بمبيد فطري الميثيل الزئبق.

يحدث معظم تعرض الإنسان للزئبق عن طريق الاستنشاق لأنه ينتشر بسهولة عبر الغشاء السنخي بسبب خاصية قابليته للذوبان في الدهون تجعل هذه الخاصية إفتة عالية لكريات الدم لحمراء والجهاز العصبي المركزي.

- Methyl Hg released in the aqueous environment bioaccumulates in plankton, algae, and fish consequently gaining exposure to the food chain.
- In fish the absorption rate of methyl Hg is faster than that of inorganic Hg, and its clearance rate is slower resulting in high methyl Hg concentrations.
- The pollution of the environment with Hg compounds has resulted in an increased level of neurotoxicity, referred to as Minamata disease, named after a historic outbreak of Hg poisoning in Japan. Two poisonings, one in Minamata Bay (1956–1975).
- in Iraq (1971–1972), resulting from eating bread made from seed grain coated with a methyl Hg fungicide.
- Most human exposure to Hg is by inhalation because it readily diffuses across the alveolar membrane due to its lipid solubility. Because of this property it has a high affinity for RBCs and the CNS.

# Toxicokinetics

- تمتص أبخرة الزئبق استنشاقا بكفاءة (٪٧٠-٨٠).
  - Inhaled Hg vapor is efficiently absorbed (70–80%).
- يختلف معدل امتصاص الأملاح الزئبقي الغير العضوي بشكل كبير ويعتمد إلى حد كبير على الشكل الكيميائي.
  - The absorption rate for inorganic mercuric salts varies greatly and is dependent largely on the chemical form.
- الامتصاص الفموي للزئبق العضوي يقرب من ١٠٠٪.
  - Oral absorption of organic Hg is nearly 100%.
- جميع أشكال الزئبق لديها القدرة على التراكم في الكلى.
  - Although all forms of Hg have the potential to accumulate in the kidney.
- إن الفة الزئبق المعدني العالية للدهن، يجعله يجتاز حاجز المشيمة وحاجز الدماغي الدموي.
  - Because of the high lipophilicity of metallic Hg, transfer through the placenta and the blood-brain barrier is complete.

# Toxicokinetics

- يطرح الزئبق المعدني عن طريق البول والبراز وهواء الزفير.
- يتم طرح الزئبق غير العضوي في البول والبراز،  
في حين يتم التخلص من الزئبق العضوي بشكل أساسي في البراز مثل ميثيل الزئبق.
- يطرح كل من الأشكال غير العضوية والعضوية في حليب الثدي.
- يزداد الاطراح الكلوي للزئبق غير العضوي مع مرور الوقت.
- في حين لا يزيد إفراز ميثيل الزئبق مع مرور الوقت.
- Elimination occurs through urine, feces, and expired air for metallic Hg.
- Inorganic Hg is eliminated in urine and feces, while organic Hg is eliminated primarily in the feces as methyl Hg .
- Both inorganic and organic forms are excreted in breast milk.
- Renal excretion of inorganic Hg increases with time.
- Methyl Hg excretion, however, does not increase with time.

# Mechanism of Toxicity

ترتبط آلية السمية للزئبق بالألفة المرتفعة لمجموعة الـ SH للبروتينات والإنزيمات والأغشية الخلوية.

تنتج التأثيرات السمية الشديدة من تعطيل الإنزيمات المختلفة والبروتينات الهيكلية والتغيرات في غشاء الخلية.

إن السمية على المستوى الخلوي تتمثل بزيادة الإجهاد التأكسدي ، وتعطيل تكوين الأنابيب الدقيقة ، واصطدام البروتين ، وانقسام الحمض النووي ، واستثباب الكالسيوم.

- The mechanism of Hg toxicity is related to high-affinity binding of divalent mercuric ions to - SH groups of proteins.
- Inactivation of various enzymes, structural proteins, and changes of cell membrane contribute to the severe toxicological effects.
- Increased oxidative stress, disruption of microtubule formation, interference with protein synthesis, DNA replication, and Ca homeostasis.

# Signs and Symptoms of Acute Toxicity

## (Inhalation and Ingestion)

إن التعرض للتراكيز المرتفعة من أبخرة الزئبق المعدني تؤدي إلى الوفاة مباشرة.

أهم أعراض التي تظهر عند الاستنشاق الحاد هي السعال وضيق التنفس وألم حارق في الصدر.

بينما أعراض الابتلاع الفموي، الالتهاب الحاد في تجويف الفم وألم البطن والغثيان والقيء.

تظهر السمية قلبية ووعائية بزيادة معدل ضربات القلب وضغط الدم.

إن تناول أملاح الزئبق غير العضوي يسبب تهيج حاد في الجهاز الهضمي متافق مع ألم وقيء واسهال وفشل كلوي.

تم إثبات الأذية الكلوية حيث تظهر البيلة البروتينية، بيلة دموية، وفي مراحل متأخرة من التسمم قلة في البول وانقطاعه.

التأثيرات السمية العصبية الشديدة شائعة الحدوث مثل اضطرابات السلوكية والحركية والحسية.

إن التعرض الحاد الجلدي المباشر لأملاح الزئبق غير العضوي تؤدي إلى صدمة قلبية وعائية.

- Accidental acute exposure to high concentrations of metallic Hg vapor has resulted in human fatalities.
- The most commonly reported symptoms of acute inhalation exposure are cough, dyspnea, tightness and burning pain in the chest.
- GI effects include acute inflammation of the oral cavity, abdominal pain, nausea, and vomiting.
- Increased heart rate and blood pressure are evidence of cardiovascular effects.
- Renal effects resulting in proteinuria, hematuria, and oliguria have been demonstrated.
- severe neurotoxic effects resulting in behavioral, motor, and sensory disruptions are common.
- Ingestion of inorganic mercurial salts causes severe GI irritation, including pain, vomiting, diarrhea, and renal failure.
- Contact dermatitis, shock, and cardiovascular collapse in patients with acute exposure to inorganic mercurial salts.

# Subacute or Chronic Poisoning

الأعراض السريرية الرئيسية السمية لميثيل الزئبق هي: أعراض عصبية وتشمل بالترتيب، الشعر بالنمل، الرنح، التلعثم، والصم.

هناك فترة كمون أسبوع أو أشهر من وقت التعرض حتى تطور الأعراض.

بعض الحالات المرضية تتطور إلى تخر الخلايا الصغيرة في المخيخ والقشرة البصرية.

- The major clinical symptoms of methyl Hg toxicity are neurologic and include, in order, paresthesia, a taxia, dysarthria, and deafness.
- There may be a latency period of weeks or months from the time of exposure until the development of symptoms.
- Some pathological types include necrosis of neurons, in the small neurons in the cerebellum and visual cortex.

# Clinical Management of Hg Poisoning

## المعالجة السريرية عند التسمم بالزئبق

- يجب غسيل منطقة التعرض للجلد أو العين.
- تقليل الامتصاص من السبيل المعدى المعاوى عند التعرض إلى الأشكال غير العضوية.
- يعطى فمويا محلول البروتين لتنقیل الامتصاص، لكون إلffe Hg عالية لارتباط مع مجموعات SH.
- For dermal or ocular exposure, washing of exposed areas are suggested.
- Reducing absorption from the GI tract refers mostly to inorganic forms.
- Oral administration of a protein solution has been suggested to reduce absorption, depending on Hg's affinity for binding to SH groups.

# Clinical Management of Hg Poisoning

يستخدم الفحم النشيط عند التسمم الحاد  
بالجرعات العالية

يُحظر استخدام المقيّنات عند التسمم بالزئبق  
لأنها تتحول إلى أكاسيد الزئبق الكاوية.

إن العلاج بالمخليبات هو الأفضل في تقليل  
حمولة الجسم من الزئبق مثل البال و D-  
البنسيلامين.

يستخدم الـ BAL في حال التسمم بأملاح  
الزئبق غير العضوي.

يستخدم D- البنسيلامين في حال التسمم  
بالزئبق المعدي وغير العضوي.

- Administration of activated charcoal has been used in the case of acute high-dose situations.
- emesis is contraindicated following ingestion of mercuric oxide due its caustic nature.
- To reduce body load, chelation therapy is the treatment of choice.
- BAL is one of the more effective chelators for inorganic Hg salts,
- D-penicillamine is slightly effective as a chelator for elemental and inorganic Hg.

### Five Syndromes That Characterize Hg Poisoning

Mercurial form	Exposure route	Pathophysiology	Treatment
Hg°	Inhalation of vapors	Pulmonary acute toxicity	None
Acute inorganic Hg salts	Oral ingestion	Gastric acute toxicity	BAL, DMSA
Chronic inorganic Hg salts	Oral ingestion	GI, neurological, renal toxicities	BAL, DMSA
Methyl Hg intoxication	Oral ingestion	GI, neurological, pulmonary toxicities	None

*Abbreviations:* Hg, mercury; BAL, British anti-Lewisite, dimercaprol; DMSA, 2,3-dimercaptosuccinic acid; GI, gastrointestinal.