

# Toxické kovy

S rozvojem moderní techniky roste produkce **toxických kovů**, které kontaminují ovzduší, povrchové vrstvy půdy a jsou obzvláště nebezpečné vyskytnou-li se v potravě či podzemní vodě. Jejich zdrojem je zejména **výroba kovů** (pyrometalurgické a hydrometalurgické postupy), **výfukové plyny** (tetraetylolovo, tetraetylmed), **spalování fosilních paliv** (uhlí s relativně vysokou koncentrací popela), spalování městských odpadů..

## Olovo (Pb)

Jedná se o modrostříbrný lesklý měkký kov. Jeho anorganické soli jsou nerozpustné ve vodě, rozpustné jsou pouze s přidavkem octanu, dusičnanu, chlorečnanu, chloristanu a do určité míry i chloridu.

### Výskyt a použití

Olovo je nejrozšířenější prvek z těžkých kovů, v přírodě bychom ho našli jako galenit (sulfid olovnatý), ceruzit (uhličitan olovnatý) a anglezid (síran olovnatý). Používá se k výrobě baterií v automobilovém průmyslu (tetraetyl-tetrametalolovo), ve sklářském průmyslu i na výrobu kabelů a broků.

### Vstřebávání a účinky na organismus

Vstřebávání **dýchacími cestami** je možné odhadnout na základě znalostí o aerodynamických charakteristikách aerosolu a na základě fyziologických parametrů dýchání. Takto se vstřebává asi 40 %. V **GIT** se vstřebává asi 5–8 %, u dětí to může být více. V pokusech na zvířatech bylo zjištěno, že konzumace mléka, nízký obsah vápníku, vitamínu D, železa a hladovění mohou zvyšovat vstřebávání olova. V krvi je z 98 % vázané na erytrocyty, má velkou afinitu k SH-skupinám, proto je schopné inhibovat enzymy (zejména enzymy syntézy hemu). Lehce prochází placentou a hematoencefalickou bariérou, ale v mozku se nehromadí. Hromadí se v kostech. Nejvíce bývá poškozen krvetvorný systém, nervový systém, GIT a ledviny.

- Nejčastější formou akutní otravy je **postižení GIT**, objevuje se anorexie, dyspepsie, zácpa, kolikovitě bolesti břicha;
- **Akutní encefalopatie** se vyskytuje zejména u dětí – apatie, ospalost, stupor, ataxie, hyperaktivita, kóma a smrt zástavou srdce a dýchání. Může přejít do chronické formy. Došlo k objevení difúzních atrofických změn v mozkové kůře, nejvýznamnější pak v temporálním a frontálním laloku. Mezi nejcitlivější účinky olova u dětí patří neurobehaviorální a vývojové změny;
- Účinky na PNS jako důsledek **demyelinizace a degenerativních změn** axonů: polyneuropatie, svalové fibrilace;
- Inhibice syntézy hemu a přežívání erytrocytů způsobuje **mikrocytární** nebo **normocytární anémii**, a to hlavně při profesionálních expozicích, kde plumbémie dosahuje hodnot nad 0,5 mg/l. V krvi se objevují bazofilně tečkované erytrocyty a retikulocyty. Inhibice syntézy hemu vede ke zvýšenému vylučování kyseliny 5-aminolevulové (ALA) a koproporfirinu III močí;
- U těhotných žen – účinky na plod: nižší porodní hmotnost, pomalejší vývoj CNS a pomalejší růst;
- Poškození ledvin: porucha tubulární funkce ledvin, snížení glomerulární filtrace; ireverzibilní změny po dlouhodobé expozici olovu – nespecifická nefropatie s intersticiální fibrózou a dilatací tubulů s atrofickými změnami;
- Vliv na imunitní systém: imunosuprese – snížení produkce IgD, IgM a aktivity komplementu.

## Terapia

Podávají se chelátotvorné látky – DMSA, při lehčí otravě je léčba symptomatická, užívají se zejména sedativa (diazepam).

## Arzen As

Už Paracelsus popsal klinický obraz otravy arzenem a její léčbu. V přírodě se nachází ve formě sulfidů, nejrozšířenější je arzenopyrit. Vyskytuje se jako součást jiných rud a získává se jako vedlejší produkt zpracování těchto rud. V minulosti se používal jako součást hnojiv, dnes se používá ke konzervaci dřeva proti houbám, v malém množství ve farmaceutickém průmyslu, v sklářství, k veterinárním účelům, do některých herbicidních přípravků, laserů, bojových chemických látek, do slitin ke zlepšení jejich mechanických a fyzikálních vlastností atd.. Preparáty arzenu byly používány k léčebným účelům v široké škále onemocnění – při léčbě lues v kombinaci s ATB, spavé nemoci, amébiázy a ve veterinární medicíně. **V ČR je používání arzenu zakázané!!!!**

Arzen patří k jednomu z nejdéle známých jedů středověku (připravovaný z arzeniku). Dnes jsou otravy většinou náhodné. Preparáty podané parenterálně jsou rychle vstřebávány a hromadí se v játrech a později v ledvinách, malé množství též v mozku, srdci, děloze a svalstvu. V důsledku vysoké afinity arzenu k SH-skupinám dochází po 48 hodinách k významnému hromadění v ektodermálních tkáních – kůže a její adnexa (keratin, skleroprotein). Anorganický neproniká HEB, ale proniká placentou a vylučuje se do kravského i mateřského mléka.

Arsenitany vyvolávají hluboký rozvrat reakcí oxidativní fosforylace tím, že způsobují energeticky nevýhodnou oxidaci substrátů, čímž poškozují mitochondrie, a to zejména mitochondrie hepatocytů.

## Příznaky otravy

- Akutní otrava: letální dávka je 60–80 mg. Rozvíjí se **obraz GIT syndromu** v důsledku **paralýzy kapilár mezenteria** (As je silný kapilarotoxický jed), pozorujeme zvýšené slinění, ztrátu tělesné hmotnosti. Při mohutnější otravě probíhá otrava pod obrazem **paralytického asfyktického syndromu** s rychlým přechodem do bezvědomí a obrnou oběhu a dýchání. Pokud člověk přežije akutní fázi, jeho stav je komplikovaný encefalitidou, myelitidou, nefritidou nebo dermatitidou;
- Chronická otrava má pestrý klinický obraz:
  - změny na kůži (alergické dermatitidy, ekzémy, záněty vlasových folikulů, začervenání, vřídky). Z kožních změn je to též typická melanóza lišící se od Addisonové tím, že nepostihuje sliznice. Vazomotorické změny, ekzémy, ragády, hyperkeratóza, maligní degenerace, alergická dermatida, purpurově červené hladké lesklé prsty s bílými příčnými striemi nehtů.
  - neurologické (polyneuritida, motorické obrny, změny osobnosti, encefalopatie, Wernikeho syndrom, Korsakovova psychóza),
  - hematologické (inhibiční účinek na krvetvorbu – anémie hypoplastického typu, agranulocytóza, trombocytopenie)
  - Při expozici dýchacími cestami vyvolává vznik karcinomu plic a časté jsou i nádory jiných orgánů (játra, ledviny, močový měchýř, kožní tumory).

Dále se vyskytují nespecifické příznaky – zvýšené slinění, trávicí problémy, vzácně degenerativní změny optiku.

- As má prokazatelné **teratogenní účinky**.

Pro otravu arzenem je charakteristický velký individuální rozdíl ve velikosti dávky a v délce doby latence!!!

Ochranný účinek thiolátek (glutathion, cystein) proti toxickým účinkům trojmocného As prokázal, že jeho toxické účinky zřejmě spočívají v reverzibilní vazbě se sulfhydrylovými skupinami bílkovin (Bencko, Cikrt, Lener, 1995).

## Rtuť Hg

V přírodě se vyskytuje převážně ve formě sulfidů (rumělka, cinabarit), vzácné jsou chlorid, jodid a oxid. Do prostředí se dostává při spalování fosilních paliv, odpady, průmyslovými a zemědělskými postupy, ale i vypařováním z povrchu země a oceánů, při výrobě rtuťových měřicích přístrojů, baterií, používá se také v zubním lékařství, jako elektroda při výrobě chlóru z NaCl atd.

Afinita rtuti k síře a SH-skupině je určujícím faktorem biologických účinků na organismus (narušuje funkci membrán a aktivitu enzymů). V metabolismu i toxickém působení různých forem rtuti jsou významné rozdíly, protože v organismu dochází k transformaci jedné formy na jinou.

Jednou z nejtoxičtějších sloučenin rtuti je metylrtuť (metylsloučeniny rtuti).

Nejvýznamnější je vstřebávání rtuťových par inhalační cestou (vstřebává se až 80 %). Při krátkodobé expozici poškozuje plíce (erozivní bronchitida, bronchiolitida s intersticiální pneumonií), ale cílovým orgánem poškození, hlavně při chronické expozici, je mozková a mozečková kůra a bazální ganglia (mikromerkurialismus – nespecifické příznaky, přerůstá v třes rukou typický při psaní), ale hlavně ledviny (hromadí se zejména v kůře, může vzniknout nefrotický syndrom.) a játra. Vylučování rtuti je pomalé a nepravidelné. Určitý podíl rtuti se ukládá do vlasů a nehtů a vylučuje se poté i mateřským mlékem.

V GIT se vstřebávají rozpustné dvojmocné soli rtuti, požití kovové rtuti nevyvolává otravu (vstřebává se pouze 5 %). Stejně jako otravu nevyvolá ani systémové podání kovové rtuti do žíly, zde ale pak hrozí embolie do plic. Chronické otravy vyvolávají také kožní masti (léčba psoriázy).

## Příznaky otravy

- **Akutní otrava:** kašel, dušnost, teploty při vzniku chemické pneumonie, hemoptýzy při plicním edému; GIT – zvracení, tenesmy, nekróza sliznice, těžkého průjmu s kusy odloučené sliznice, proteinurie, hematurie, selhání ledvin v důsledku těžké tubulární nekrózy;
- **Chronická otrava:** triáda – gingivitida (záněty dásní, slinění, vypadávání zubů) + tremor mozečkového extrapyramidového původu (jemný, poté výrazný intenzivní třes, nejprve pouze končetin, poté také víček a rtů, ataxie s poruchami chůze, fascikulace, neuropatie s akrálními parestáziemi) + erethismus (toxická organická psychóza – úzkost, stydlivost, nervozita, hádavost, emoční labilita, pokles kognitivních funkcí, pokles IQ). U organických sloučenin se může vyskytnout i hluchota a zúžení zorného pole.

## Terapie

Při akutní inhalační otravě – čerstvý vzduch a klid na lůžku, případně další symptomatická léčba. Jinak podáváme DMSA (dimerkaptojantarová kys.) nebo DMPS (dimerkaptopropan sulfonát), těžší neurologické poruchy bývají ireverzibilní.

## Kadmium Cd

Je bílý kov chemicky podobný zinku, ve vodě nerozpustný, ale rozpustný v kyselinách. V přírodě se vyskytuje jako sirič, doprovází zinečnaté rudy, ze kterých se vyrábí. Jeho sloučeniny jsou mimořádně jedovaté a nebezpečí tkví v tom, že vytváří i organické sloučeniny. Používá se do slitin, na výrobu galvanických článků, jako lapač neutronů v jaderných elektrárnách, antikoroziní materiál, stabilizátor při výrobě plastů apod.. Důležitým zdrojem je dnes i spalování pohonných hmot a olejů a používání pesticidů, které ho obsahují. Je obsažen také v cigaretovém kouři.

## Účinky na lidský organizmus

Eliminace kadmia z organismu je velmi pomalá. Kadmium se hromadí hlavně v ledvinách a játrech, což může vést ke vzniku rakoviny prostaty a dýchacího aparátu. V krvi ho koluje jen málo, ale prochází placentou a je nebezpečný pro plod. Dokáže vytěsnit zinek z enzymů a tím narušit chod metabolismu. Podle IARC a US EPA patří k pravděpodobným karcinogenům!!!

- **Akutní otrava:** zvýšený krevní tlak, selhání ledvin, rozklad erytrocytů (hypochromní mikrocytární anémie), intenzivní slinění, nauzea, zvracení (typický je krátký interval mezi požitím kontaminované potravy a vomitem!!), křeče v břiše, bolesti hlavy, následuje šok ze ztráty tekutin, akutní selhání ledvin, srdce, plic (edém), smrt v průběhu 24 hod. až 14 dní.
- **Chronická otrava:** vývoj trvá i více než 9 let s příznaky dušnosti a plicního edému. Projevem poškození ledvin je tubulární proteinurie, nefrolitiáza z poruchy kalciového metabolismu, osteomalacie kombinovaná s osteoporózou (Japonská choroba itai-itai), glykosurie a někdy i zvýšená glukoneogeneze; karcinom prostaty.

## Léčba

Při akutní expozici kadmiu v ovzduší se aplikuje 3,4-dimercaptopropanol (BAL) za současného sledování funkce ledvin. U osob, které mají v anamnéze dlouhodobé expozice kadmiu se nesmí BAL aplikovat!!!

## Chrom Cr

Je v krystalické formě velmi tvrdý kov. V přírodě se vyskytuje jen ve sloučeninách, nejvýznamněji jako ruda chromit. Volný byl nalezen pouze v meteoritech. K profesionální expozici dochází v metalurgickém a chemickém průmyslu, při výrobě kožešin, zrcadel, chromových pigmentů, v dřevařském průmyslu (konzervační prostředky), při povrchové galvanické úpravě kovů apod. **V trojmocné podobě je biogenním prvkem, který se podílí na metabolismu cukrů.**

## Účinky na člověka

Z přirozené potravy se vstřebává okolo 10 %. Zvýšené vstřebávání bylo pozorované při achýlii.

Projevy otravy způsobuje hlavně šestimocný chrom. Z místních projevů jsou to: zánět kůže (chromové vředy), akutní orotativní dermatitida, alergické ekzematózní dermatitidy, perforace nosní přepážky. Na plicích nacházíme nodulární změny (pneumokoniózy).  $\text{Cr}^{6+}$  je účinným alergenem – zvýšený výskyt astma bronchiale. Mezi nejzávažnější účinky chromu patří ty karcinogenní.

## Mangan Mn

V přírodě se vyskytuje ve formě rud jako jsou oxid, uhličitán a křemičitan. Používá se zejména ve slitinách, kde působí jako deoxidační činidlo a zvyšuje jejich pevnost.

Chronická otrava manganem může nastat po pár měsících trvající expozici, ale obvykle více než dva roky. Dají se rozlišit tři období chronické otravy:

1. **subklinické** stádium s neurčitou symptomatologií
2. **iniciální stádium s psychickou a neurologickou symptomatikou** (psychomotorické symptomy, třes rukou, dysartrie, somnolence, nekontrolovaný smích, impulzivita, bolesti hlavy)
3. stádium **plného rozvoje** – psychóza maniakálního či depresivního typu, ale hlavně pod obrazem Parkinsonského syndromu (charakteristické poškození gangliových buněk bazálních ganglií).

Může se vyskytnout i chemická pneumonitida, lobární pneumonie atd., ale neurologické příznaky výrazně dominují.

Faktory, které pravděpodobně ovlivňují vývoj chronické otravy jsou: alkoholismus, chronické infekce, avitaminózy, poruchy jaterních funkcí.

## Odkazy

## Použitá literatura

- Bencko, V. a kol.: Hygiena – Učební texty k seminářům a praktickým cvičením. Karolinum, Praha, 1998, str. 60 – 63
- Bencko, V., Cikrt, M., Lener, J.: Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Grada, Praha, 1995

- Havel, M., Gažáková, L.: Olovo. <http://arnika.org/olovo> 04.10.2010
- Havel, M.: Arsen. <http://arnika.org/arsen> 04.10.2010
- Petrlík, J.: Rtuť. <http://arnika.org/rtut> 04.10.2010
- Petrlík, J.: Kadmium. <http://arnika.org/kadmium> 05.10.2010
- Petrlík, J., Přibyllová, J.: Chrom. <http://arnika.org/chrom> 05.10.2010

## **Doporučená literatura**

- <http://arnika.org/chemicke-latky>