



# Človek a kovy

J. Buchancová

Univerzita tretieho veku, Ústav verejného zdravotníctva

JLF Martin, UK Bratislava

29. november 2016

# Človek a životné prostredie

Chemické ff. -  
chemické látky  
fyzikálne ff.  
biologické ff.  
psychosociálne ff.)

čas pôsobenia  
kvalit.-kvantit.  
charakteristiky

Práca  
zaťaženie ff.  
práce  
kvalifikácia  
p. miesto  
p. podmienky

Zdravotný stav  
Vrodené ff., získané ff.  
fyzická zdatnosť  
psychická zdatnosť  
Adaptačná kapacita

PRACOVNÉ  
PROSTREDIE

DOMÁCE  
PROSTREDIE

OSTATNÉ  
MIMOPRACOVNÉ  
PROSTREDIE

Rodina  
bývanie  
strava  
výrobky pre  
domácnosť  
štýl oddychu  
hygienický  
štandard  
Návyky  
(alkohol,  
fajčenie)  
lieky

Rekreácia  
mestský faktor  
Doprava  
Popracovné aktivity – stavby,  
hobby, šport, spoloč. organiz.,  
štúdium

biologický účinok



# Vplyv veku pre cesty vstupu chemických látok

## novorodenec, dieťa

**vyššia priepustnosť tráviaceho traktu**  
**pre vodorozpustné CHL, aj pre kovy, ich zlúčeniny**  
**nezrelosť vylučovacích orgánov** (obličky a pečeň novorodenca)

## mládež

**vyššia priepustnosť tráviaceho traktu trvá**  
**± dobrovoľný príjem** (alkohol, fajčenie, drogy)  
výrobná prax...

## dospelý človek

**prídatný príjem na pracoviskách**  
**± dobrovoľný príjem** (alkohol, fajčenie ...)

# Vplyv veku pre cesty vstupu CHL

senior

nižšia priepustnosť tráviaceho traktu  
pokles vylučovacej schopnosti obličiek

prídatný vplyv fajčenia, alkoholu, liekov

tehotná, dojčiaca matka

presun niektorých kovov matky

do plodu,  
do materského mlieka

poškodenie genetického materiálu reprodukčných  
orgánov, potraty, vrodené vývojové chyby

otravy

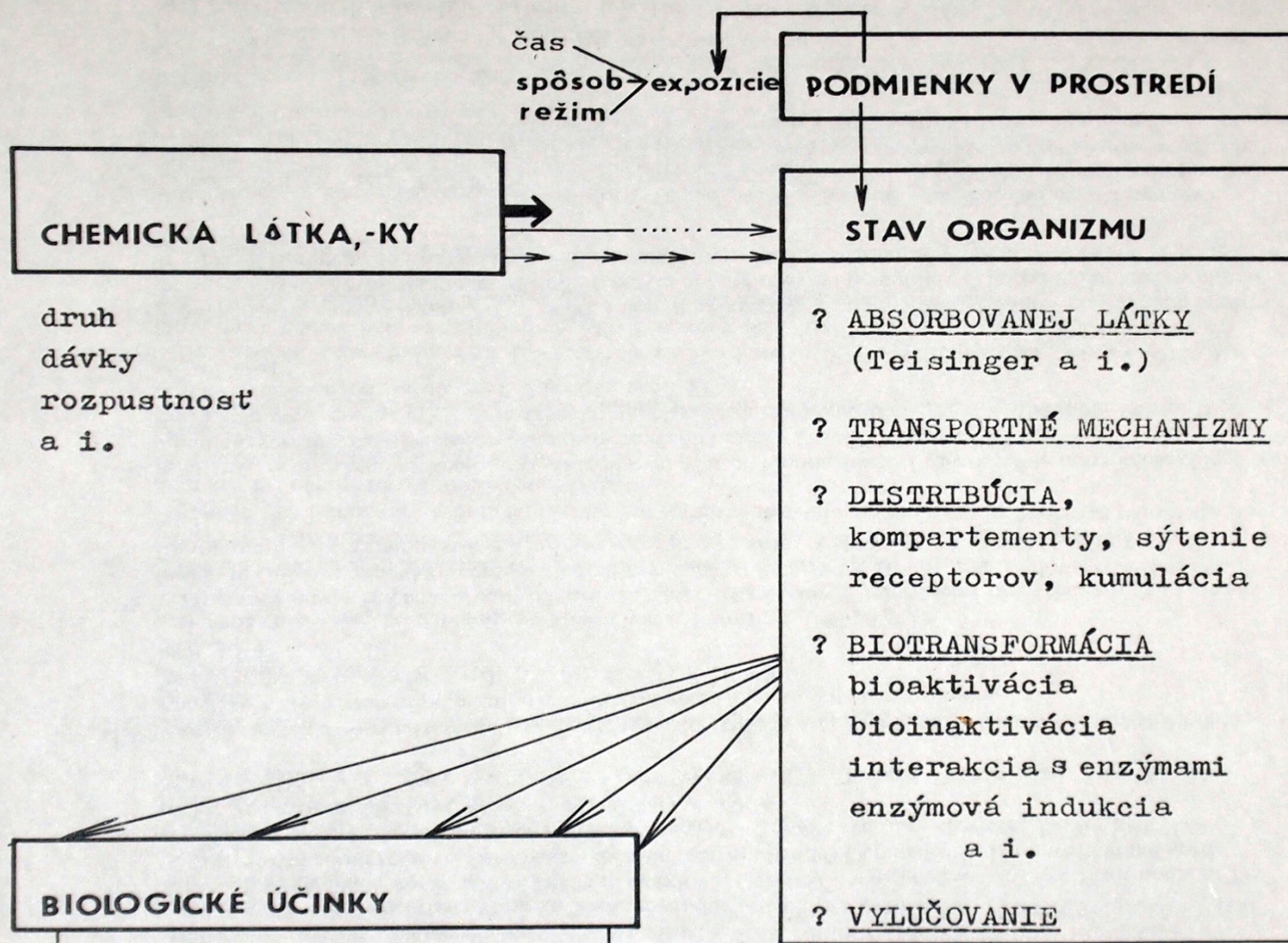
vplyv niektorých kovov na vyšší výskyt nádorov





VZŤAHY: CHEMICKÁ LÁTKA, - KY

BIOLOGICKÉ ÚČINKY



# Základné pojmy

**TOXICKÁ LÁTKA** je taká, ktorá už v malom množstve poškodzuje organizmus a môže – v závislosti na dávke, čase pôsobenia, vstupnej ceste a i. faktoroch zapríčiniť aj smrť

**TOXICITA** schopnosť chemickej látky vyvolať nepriaznivé účinky v organizme

**RIZIKO znalosť toxicity** látok, ich účinkov, v praxi i ochranu

**BMH** - biologické medzné hodnoty  
(v biologických materiáloch),

**NPEL** - najvyššie prípustné expozičné limity  
(v ovzduší, vode...)

# Základné pojmy

**EXPOZÍCIA** pôsobenie toxickej látky v organizme

**INTOXIKÁCIA, OTRAVA** poškodenie organizmu chemickou látkou

akútne – chronické

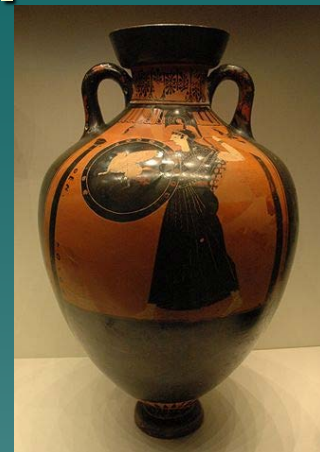
neprofesionálne, profesionálne, suicídia ...

**BIOLOGICKÝ POLČAS** dĺžka času, za ktorý poklesne koncentrácia látky v organizme na polovicu



# Historicky známa toxicita kovov...

- ♦ otravy Pb z nápojov, kyslých jedál skladovaných v glazovaných amforách, z vody v olovených akvaduktoch
- ♦ otravy Hg pri ťažbe a spracovaní ortuťových rúd v Španielsku, pri výrobe benátskych zrkadiel
- ♦ otravy As (vraždy), arzenofágovia v Tirolsku
- ♦ otravy Pb, As a i. u alchymistov



# Toxické kovy, ich zlúčeniny, rôzne skupenstvá

po vstupe do organizmu



rôznymi cestami

- perorálne
- inhalačne
- cez kožu
- injekčne

na

- lokálnej
- orgánovej,
- celkovej úrovni organizmu



funkčné

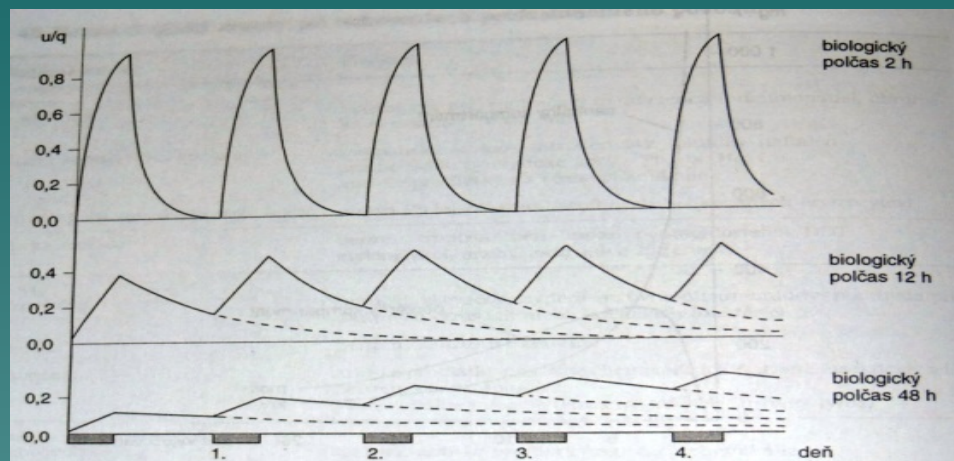


morfologické zmeny

až smrť

# K spoločnej charakteristike kovov ...

**nedegradovateľnosť**



**kumulácia v tele**  
**- cieľové orgány**

*plúca*  
*pečeň*  
*obličky*  
*nervový systém a i.*

**dlhý biologický polčas**  
**pomalé vylučovanie**  
**močom, stolicou...**

# Prvky kovov, prítomné v tele človeka

## ♦ esenciálne - potrebné :

železo, meď, zinok, chróm, selén

pozor: aj tu škodia extrémne hodnoty na obe strany !!

## ♦ neesenciálne (nezistená potreba, *sú v tele*):

hliník, antimón, ortuť, olovo a i.

# Toxické kovy – všeobecná charakteristika

- ◆ nepodliehajú degradácii
- ◆ kontaminácia pôdy, vody, aj spodnej
- ◆ prestup do rastlinných, živočíšnych produktov
- ◆ kumulácia v kritických orgánoch  
(pečeň, obličky, pľúca, skelet)
- ◆ pomalé, dlhodobé vylučovanie z tela
- ◆ **Toxické účinky: Pb, Hg, Cd, As, Al, Cr, Cu, Ni, Mn, Zn, Sb, Mo, V, Wo, Be**
- ◆ **Humánna karcinogenita : As, Cd, Ni, Cr<sup>6+</sup>, Be**



# IARC, 2015

## AGENTS CLASSIFIED BY THE *IARC* *MONOGRAPHS*, VOL. 1–113

Group 1	Carcinogenic to humans	117 agents
Group 2A	Probably carcinogenic to humans	74
Group 2B	Possibly carcinogenic to humans	287
Group 3	Not classifiable as to its carcinogenicity to humans	503
Group 4	Probably not carcinogenic to humans	1

# Stanovenie kovov v biologic. materiáloch

moč, krv, vlasy, nechty,  
stolica, zvratky, rôzne telové tekutiny  
tkanivá cieľových orgánov

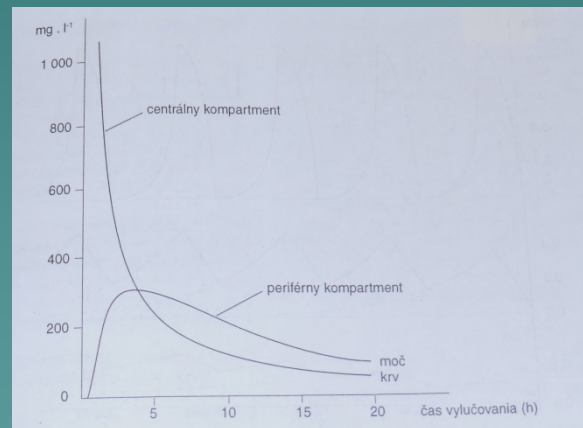
metódy

AAS - atómabsorpčná  
spektrofotometria

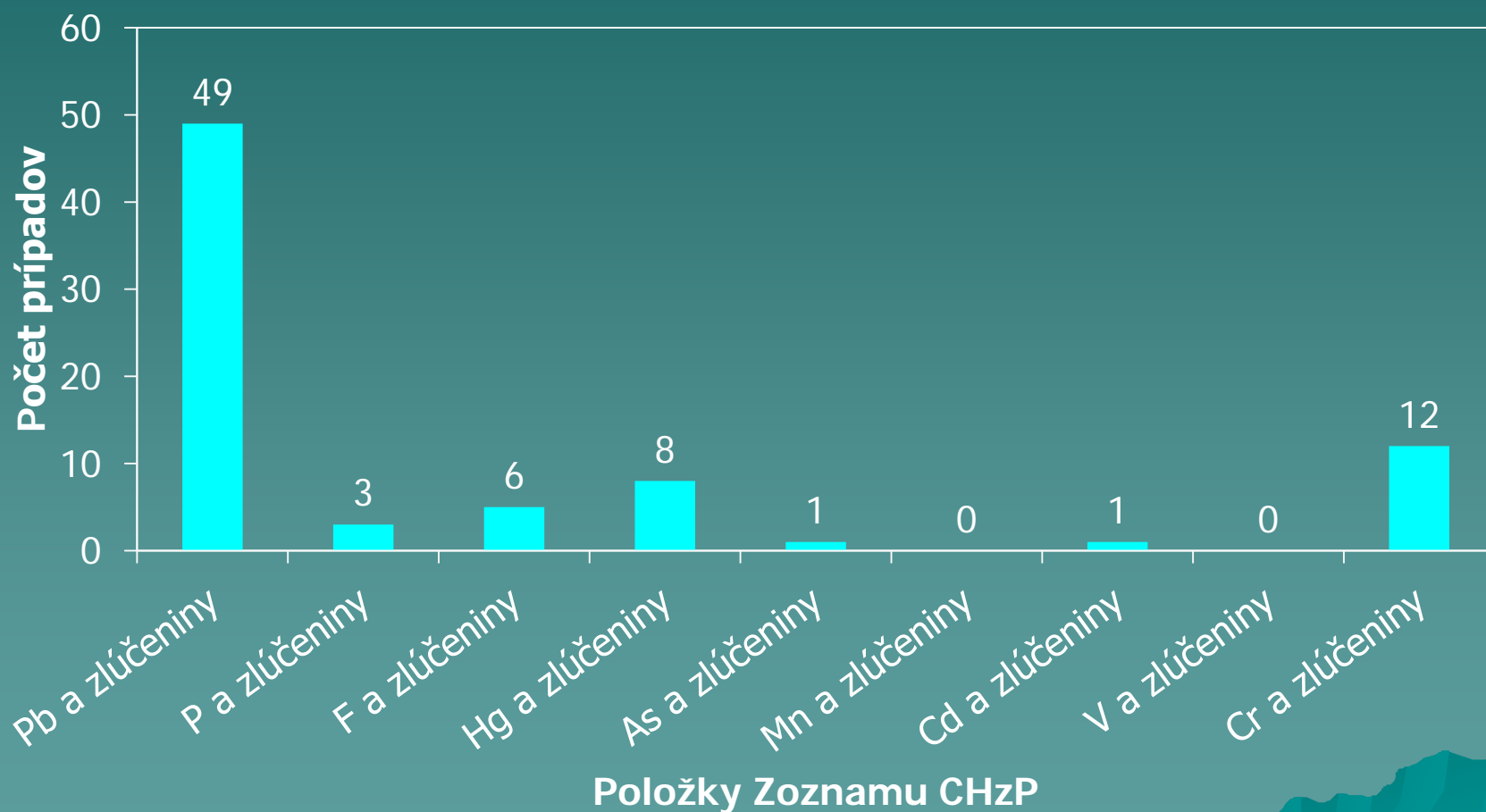
NAA - neutrónaktivačná analýza

ICP- MS –hmotnostná spektrometria  
s indukčne viazanou plazmou

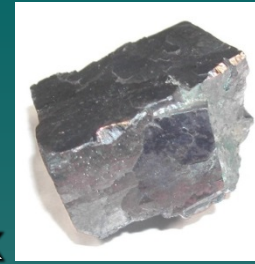
Tandem: GC (plynová chromatografia) + ICP- MS



# Profesionálne intoxikácie v SR v rr. 2003-2015



# Olovo Pb



- ♦ ubikvitárny, všadeprítomný prvok

- ♦ striebrolesklý mäkký kov

- ♦ galenit (leštenec olovnatý-PbS), anglezit – síran Pb, ceruzit uhličitan Pb (B.Štiavnica, Poniky), šrot



- ♦ nebiogenný, vytláča biogenné prvky z ich pozícií v tele

- ♦ toxické Pb aj jeho zlúčeniny

- ♦ hemato-, neuro-, hepato-, nefro-toxicita

- ♦ cesty vstupu inhaláciou, perorálne

- ♦ dlhý biologický polčas: 5 – 10 rokov, z kostí 32 rokov



- ♦ kumulácia v mozgu, NS, kostiach (nie v kostnej dreni), v zuboch, obličkách, pečeni, slezine, svaloch, v koži, vlasoch

# Olovo Pb

- ◆ **prestup** do moča, potu, materského mlieka
- ◆ **Gametotoxické účinky**: klesá počet a motilita spermií, vyšší výskyt potratov a VVCH
- ◆ **humánna karcinogenita t.č. nepotvrdená** (skupina 2B, IARC 2015)
- ◆ **V kravskom a materskom mlieku** by najvyšší povolený obsah Pb nemal presahovať  $0,3 \mu\text{g.l}^{-1}$
- ◆ **Plumbémia u detí** nemá presiahnuť  $20 \mu\text{g/dl}$
- ◆ **Plumbémia v dospelosti** nemá byť nad  $150 \mu\text{g/l}$ , **otrava dospelí** nad  $700 \mu\text{g/l}$

Denný príjem = 0,2-0,4 mg Pb,  
rovnaké množstvo vylučované stolicou a močom

## environmentálna expozícia

- ♦ dlhodobý príjem z vody z Pb potrubí
- ♦ z kyslých nápojov v glazovaných keramických šáľkach
- ♦ olovené broky, octan Pb - obklady
- ♦ prach starých Pb náterov, novinová tlač
- ♦ prach z okolia Pb hutí,
- ♦ z dopravných komunikácií (tetraetyl Pb)
- ♦ niektoré mexické, ázijské lieky, čaje, kozmetiká,
- ♦ fajčiarsky dym



## profesionálna expozícia

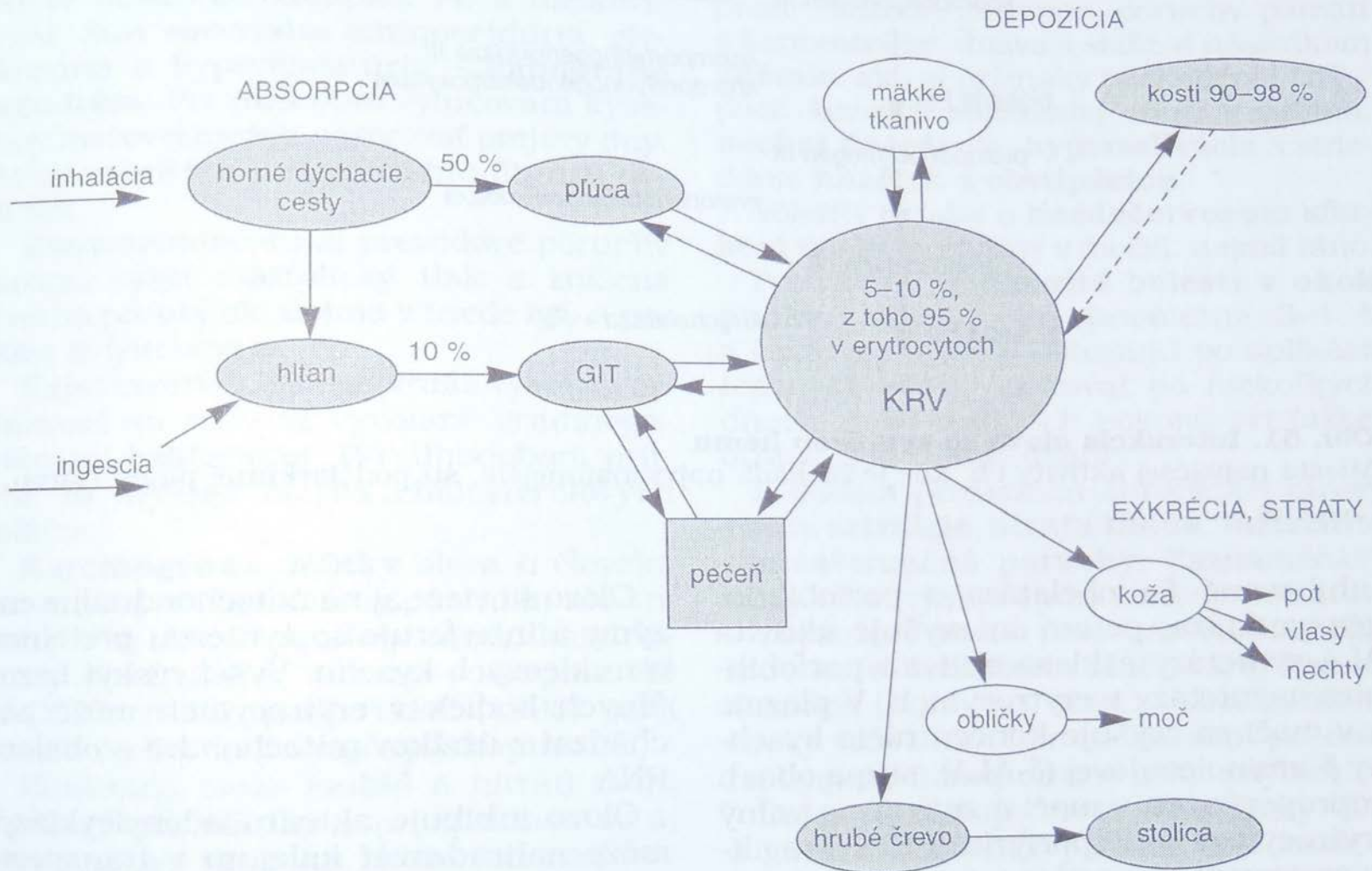
- ♦ ťažba, tavba Pb, Zn, šrotu, opracovanie odliatkov, bronzu, mosadze,
- ♦ prášková metalurgia
- ♦ výroba, oprava PbO<sub>2</sub> akumulátorov
- ♦ výroba Pb skla, glazovanej keramiky
- ♦ nátery mínium, kremžská beloba
- ♦ Pb v plastoch, tlač: literina (Pb, Sb, Sn)

**Slovensko: 49 profesionálnych otráv  
za 10 rokov**





# Cesty vstupu, absorpcia a distribúcia Pb v organizme

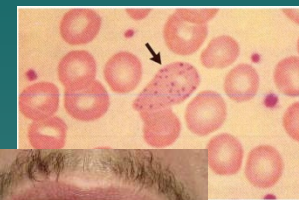




# Klinický obraz

## akútna otrava

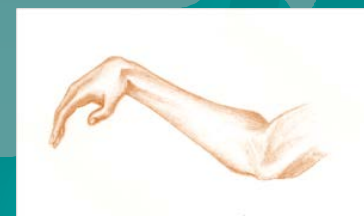
- ♦ tráviaci systém: sladká chuť, slinenie
- ♦ brušná kolika, zvracanie, hnačky
- ♦ poškodenie obličiek, pečene
- ♦ poškodenie mozgu, apatia
- ♦ slabosť (anémia)



## chronická otrava

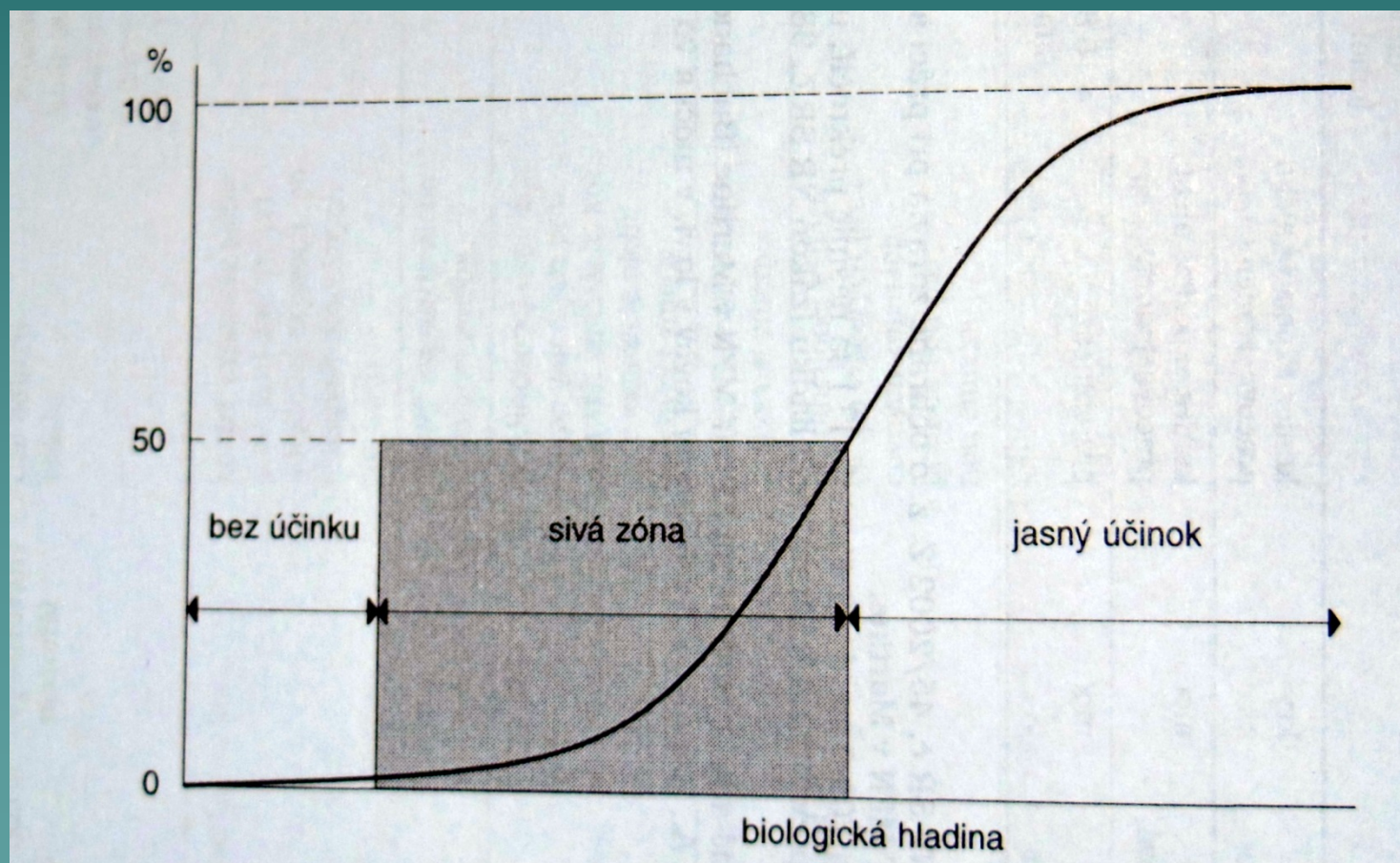
pomalý nástup, únava, bledosť, brušné koliky, **tmavý moč**, poškodenie obličiek, neuropsychické poruchy (deti pokles IQ!), depresia, motorická polyneuropatia, menštruačné poruchy

**d-ALA + koproporfyríny v moči**



# Plumbémia (dospelé osoby)

♦  $\mu\text{mol/l}$     0,7-2,1                      do 3,0            nad 3,0



. KAZUISTIKA

PA: 39 ročný;  
tavič Pb rudy 8 rokov

Opakovane liečený  
pre **únavu**, **anémiu**  
obv. lekár: dg **viróza**

LPS: pre **brušnú koliku** poslaný  
na inter. odd.  
odtiaľ na chirurgiu

dg. **operovaný**, dg. apendicitída ?

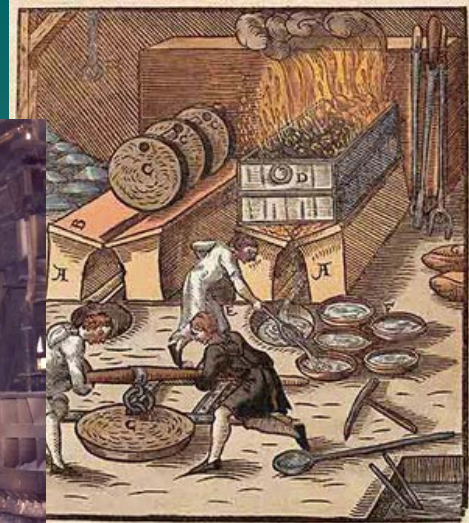
*(záver apendix bpn, vidieť len spazmy čriev)*

Koliky neprestali. **Dodatočná PA...**

**CHzP dg. profesionálna otrava Pb**

*(vysoké Pb v krvi, moči atď...)*

Po liečbe chelátmi úprava.





# Chróm Cr

- ♦ všadeprítomný, najtvrdší kov, b, top. 1847
- ♦ chromit, krokoit
- ♦ V prírode chromity s  $\text{Cr}^{3+}$ , alkalické chromáty s  $\text{Cr}^{6+}$  kyslý ch.
- ♦  $\text{Cr}^{3+}$  biogenný prvok, všade v tele glukózotolerančný faktor, aktivuje rôzne enzýmy, „čistí“ cievy
- ♦ toxický kov
  - $\text{Cr}^{3+}$  v krvi väzba na bielkoviny,
  - $\text{Cr}^{6+}$  trvale v Ery
- ♦ vstup do tela inhaláciou, perorálne,  $\text{Cr}^{6+}$  zčasti kožou
- ♦ kumulácia v pľúcach, pečeni, obličkách, prostate, semeníkoch, koži, vylučovanie 5-10 rokov po profes. expozícii



**Denný príjem Cr 60-200 µg**  
(mäso, zelenina, ryby, kvasnice)



- ◆ **Cr<sup>6+</sup> aj Cr<sup>3+</sup>**  
kumulácia v embryách,  
aj novorodenci majú v tele moc Cr
- ◆ **Genotoxicita, VV vady**
- ◆ **Cr<sup>6+</sup> karcinogenita** (inhalačná cesta)
- ◆ **Cr<sup>3+</sup> zlúčeniny alergie**
- ◆ **polčas vylučovania močom = 15-41 hodín,**  
zvyšok vylučovaný roky
- ◆ **vylučovanie v materskom mlieku,**  
kolostrum vysoký obsah Cr,  
v materskom mlieku 7x menej  
(ale viac ako v kravskom)

## environmentálna expozícia

- ◆ horenie fosilných palív, dreva, papiera
- ◆ odpad z koželužní, únik z hutí
- ◆ v cigaretách
- ◆ tetovanie



## profesionálna

- ◆ Cr6+ čistý vznik iba činnosťou ľudí
- ◆ výroba ferrochrómu, ocelí
- ◆ pochrómovanie
- ◆ zváracie elektródy
- ◆ fabiarstvo, garbiarstvo (Cr3+), výroba traskavín,
- ◆ v stavebníctve, je v cemente(Cr3+)



# Klinický obraz

## akútne prejavy

- ◆ astma bronchiale
- ◆ ekzémy, chrómové vredy rúk
- ◆ brušné koliky
- ◆ nekróza obličiek

## chronická inhalácia

- ◆ zápaly, až keratitídy očí
- ◆ perforácia nosovej prepážky,
- ◆ vredy v dýchacích cestách, chronic. bronchitída

## Neskoré prejavy zhubné nádory

prínosových dutín, pľúc

# Arzén As

- ♦ kov sivej farby- metaloid
- ♦ všadeprítomný
- ♦ v prírode sulfidy (As pyrit- $\text{FeAsS}$ )
- ♦ neesenciálny kov
- ♦ **protoplazmatický jed (rozpuštné As zlúčeniny)**
- ♦ veľmi jedovatý arzenik  $\text{As}_2\text{O}_3$
- ♦ jedovaté soli aj organické zlúčeniny As
- ♦ **vstup do tela** inhaláciou, perorálne, kožou
- ♦ **kumulácia** v koži, pečeni, obličkách
- ♦ **vylučovanie** močom ako As,  
ako monometyl-, dimetyl-arzeničná kyselina  
biolog. polčasy cca 30 h
- ♦ **humánny karcinogén**
- ♦ **genotoxicita, VV chyby**





# Expozícia

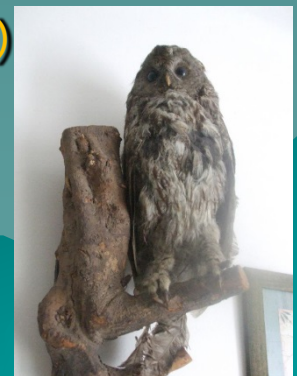
## environmentálna

- ♦ tonikum, stimulans chuti, rastu, kŕmne zmesi
- ♦ devitalizácia zubov
- ♦ čínske prípravky Lu Shen Wan
- ♦ voda artézskych studní
- ♦ fajčenie
- ♦ popolček, hnedé uhlie (*ENO Nováky, 1 tona handlovského uhlia cca 920-1530 g As zlúčenín*)



## profesionálna

- ♦ spracovanie rúd-As oxid v ovzduší, As v pôde (Krompachy)
- ♦ obsluha tepelných elektrární (*39 otráv v SR od r.1971*)
- ♦ As farby
- ♦ konzervovanie dreva, kožušín, trofejí
- ♦ bojové látky - lewisit
- ♦ zlepšenie tvrdosti kovov,
- ♦ arzenid gália - polovodiče, v laseroch



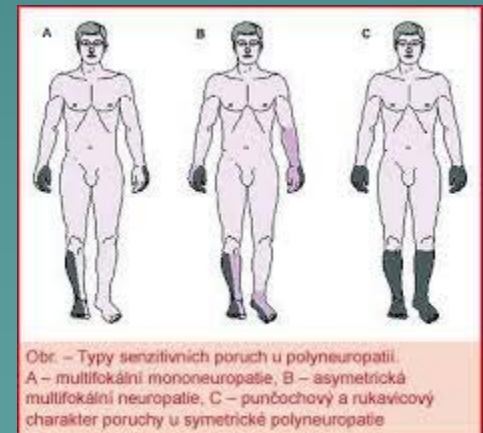
# Klinický obraz

## akútna otrava


- ♦ forma žalúdočno črevná krvácanie, kolaps, smrť
- ♦ forma mozgomiešna halucinácie, kŕče, bezvedomie, smrť

## chronická otrava

- ♦ senzomotorická polyneuropatia symetricky
- ♦ prejavy poškodenia mozgu - psychózy, ochrnutia, zmyslové poruchy
- ♦ tráviace ťažkosti
- ♦ chudnutie, koža starne, hnedne...
- ♦ chronické zápaly dýchac.systému,
- ♦ perforácia nosovej prepážky

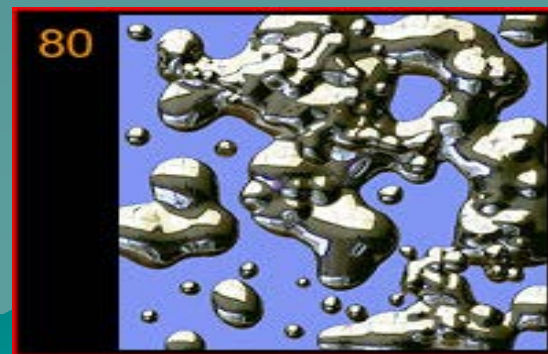


## Neskoré účinky

- ◆ zhubné nádory kože
  - ◆ zhubné nádory pečene
  - ◆ zhubné nádory pľúc
  - ◆ zhubné nádory močopohlavných orgánov
  - ◆ anémie, leukémie a lymfómy
  - ◆ antagonizmus s jódom, selénom
- 
- A stylized, dark teal silhouette of a mountain range is positioned in the bottom right corner of the slide, adding a decorative element to the background.

# Ortuť Hg

- ♦ všadeprítomný prvok
- ♦ cinabaryt  
(Španielsko, SR-Rudňany)
- ♦ tekutý kov
- ♦ nad 27°C sublimuje
- ♦ nebiogenný
- ♦ univerzálny jed
- ♦ cesty vstupu inhaláciou, perorálne, kožou
- ♦ lipofilnosť
- ♦ kumulácia v mozgu , v periférnom NS obličkách
- ♦ nie je karcinogén (IARC)



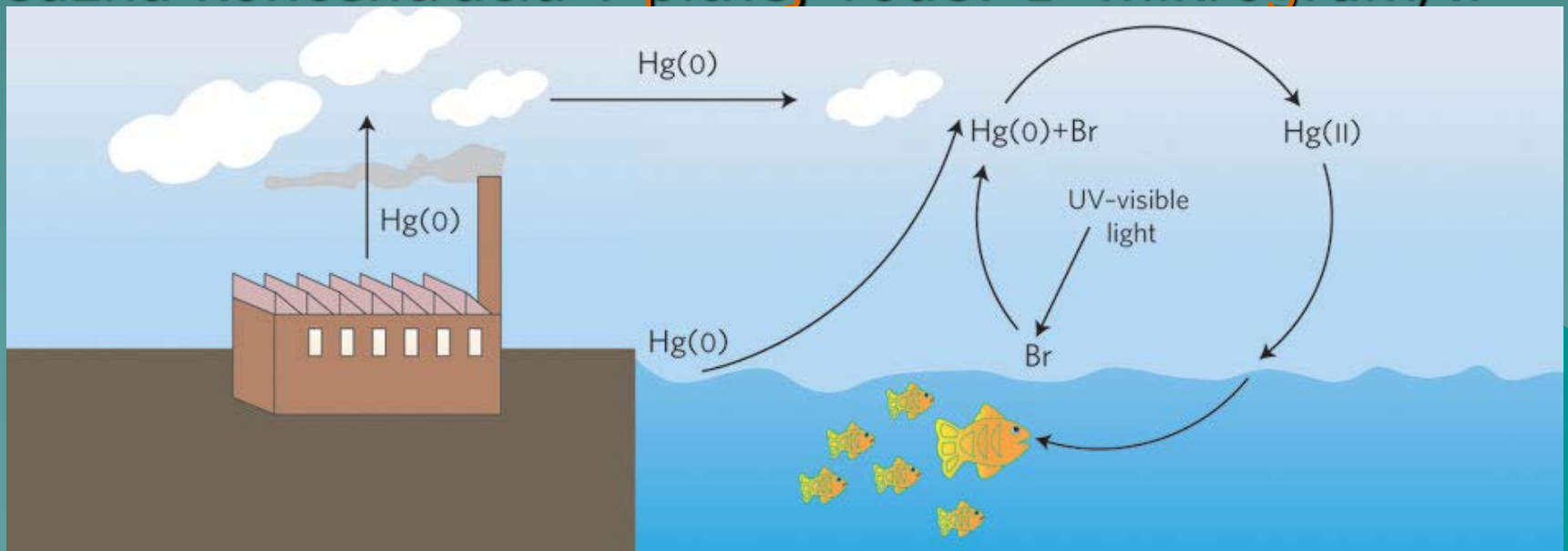
# Biotransformačný kolobeh Hg v prírode

Nad 7000 m. n.m. sa Hg oxiduje, môže niekoľkokrát obletieť zem a spadne ev. na inom kontinente...

Sulfát reduk. baktérie + anaeróby formujú Hg na veľmi toxickú **organickú metylortuť**  $\text{CH}_3\text{Hg}$  (sedimenty morí, riek, jazier). Kumulácia v rybách...

Max. koncentrácia voľné ovzdušie: 0,3 mikrogram/ $\text{m}^3$

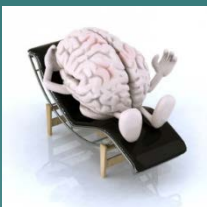
Medzná koncentrácia v pitnej vode: 1 mikrogram/ $\text{l}^{-1}$



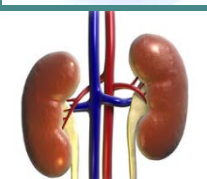


# Ortuť Hg

- ◆ inaktivuje množstvo enzýmov v tele
- ◆ ľahký prienik placentou do plodu
- ◆ genotoxicita, embryotoxicita, viac potratov  
teratogenita - VV chyby



- ◆ **Toxicita CNS: metylortuť** tlmí dozrievanie CNS (fokálna nekróza kôry mozgu, **mozočka**). Mikrocefalia, kvadraparézy, až plégie, kŕče, tras, slepota, hluchota, mentálna retardácia



- ◆ **Chronická obličková dysfunkcia**

- ◆ **Pink disease** u detí po príjme práškového rtuťnatého

- ◆ **Vylučovanie močom,**  
materským mliekom

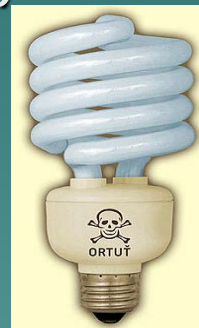
**Biologický polčas Hg 45-90 dní**



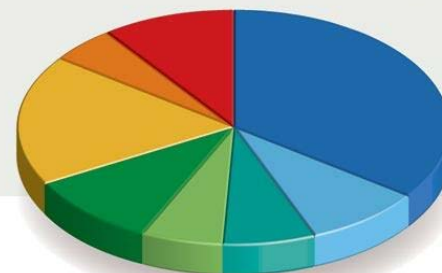
# Ortuť v životnom prostredí

- ♦ vyparovanie z oceánov, povrchu zeme
- ♦ spaľovanie fosil. palív, biomasy
- ♦ ťažba, spracovanie HgS, cinabarytu
- ♦ elektrochémia
- ♦ meracia technika
- ♦ **Thimerosal ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Hg}^+$ )**  
vo vakcínach od r. 1930  
**polčas cca 50 dní**

(kumulatívna expozícia z očkovania  
bola po 6. mesiacoch u detí **187,5 ug Hg**)



GLOBAL MERCURY EMISSIONS



**vo vakcínach v SR už nepoužíva**  
t.č. chrípk. vakcíny USA: 25 ug Hg/0,5ml vakcíny

# Ortuť v stomatológii

## 2. miesto v spotrebe Hg

**Amalgám = zliatina**

Ag 40%, Sn 27%,  
Cu 28%, Zn 2%, **Hg 3%**

amalgámové výplne -  
125 ton Hg/ rok  
= spotreba v EU



200 miliónov  
amalgám. výplní/ rok

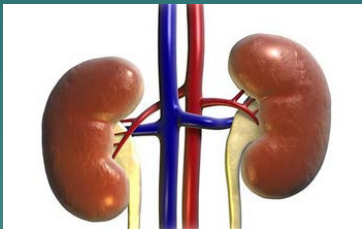
**v EU nosíme  
1100 ton Hg v ústach**



# Akútne otravy anorganickou Hg

## perorálne

- **kovová Hg** - rezorbuje sa málo, <5 %, hnačka
- **rozpusťné soli Hg<sup>2+</sup>** skoro dokonalá resorpcia
  - chlorid (sublimát - HgCl<sub>2</sub>)
  - kyanid Hg



**Smrteľná otrava z 1mg Hg/kg teles. hmotnosti  
krvavé hnačky, kolaps**

**Obličky zlyhávajú do 24 hodín („sublimátová  
oblička“)**

## inhalačné

- **kovová ortuť** kritické orgány:
  - plúca – chemický zápal plúc**
  - ± CNS - toxické poškodenie**



**Otravy organickou Hg:**  
**aryl- (fenylHg), alkyl- (metylHg)**

**rýchle vstrebanie všetkými cestami !!!**

## viac v Ery, prienik placenta-plod

- **fenylortuť** - dermatitída, ľahká proteinúria
- **metylortuť** - veľmi jedovatá,

## Smrteľná dávka 5 mg/kg telesnej hmotnosti

☹️ **rýchla kumulácia v mozgu:**

# hluchota, zúžené zorné pole, spavosť, parézy poškodenie **mozočku**

(strata rovnováhy, tras)

☹ **rýchla kumulácia v pečeni**

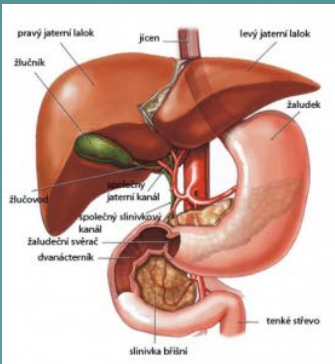
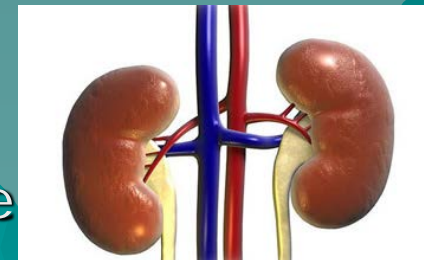
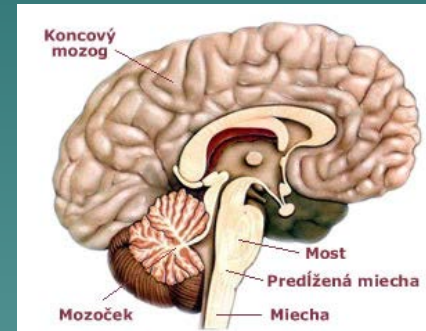
**s výraznou črevno-pečeňovou cirkuláciou Hg**

## 😊 rýchlá kumulácia v obličkách

# otrava 4 učňov moridlom obilia

# Agronom H,

# otravy z obilia v Iraku, Minimata disease



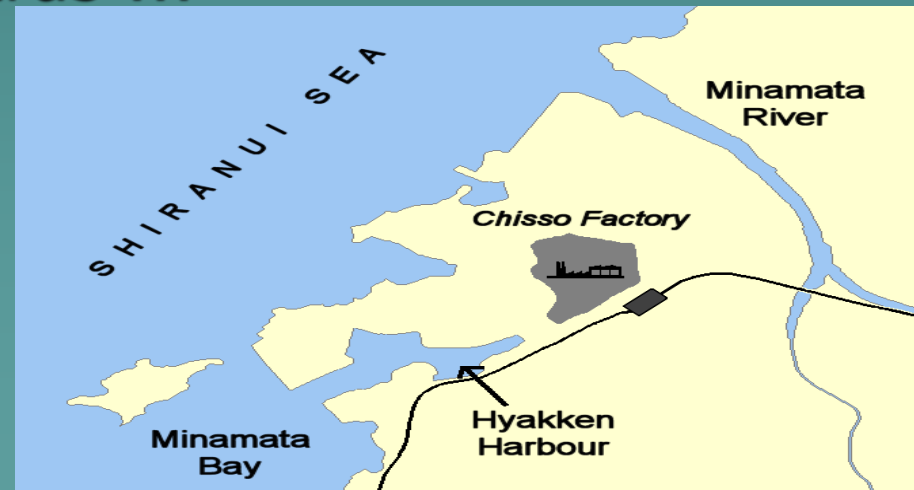
# Havária chemickej továrne výroby plastov Japonsko, Chisso v r. 1950

**Minimata disease z 27 ton metylHg** v zátok  
na pobreží Minimata, kontaminácia rýb ....

**Sumár obetí otráv z r. 2011:** 2265 obetí  
oficiálne, 1784 zomreli, 10.000 finanč. odškodnení

kvadruparézy, až plégie, strata sluchu, zraku,  
čuchu, rovnováhy, kŕče, tras ...

potraty, VV chyby,  
mentálna retardácia,  
mikrocefalia...



# Chronická otrava Hg - merkurializmus

- Hg kovová inhalovaná  
- v tele sa mení na organickú  
**črevnopečeňová cirkulácia**



- **rozpustné zlúčeniny s  $\text{Hg}^{2+}$**   
neurotoxicita, eretizmus, tras  
poškodenie obličiek  
zápal d'asien, dutiny ústnej

**U detí 4 mes.- 4 roč. akrodynia**

**-pink disease, dermatopolyneuritis)**

**expozícia:** Hg nátery, kozmetiká ...

- latencia aj 1 mesiac –**senzibilizácia**-
- mozgovo-mozočková degenerácia
- **rash, opuchy prstov**, a i.





# Otravy gejší, samurajov, ich manželiek

jedovatý mejkap z bieleho prášku  
z olovnatej bieloby a chloridu ortuťnatého  
skrýval emócie...



- u gejší (ušľachtilá bledosť – VV chyby)
- u hrdinských bojovníkov

kumulácia psychicko fyzických porúch  
prenášaná na pokolenie – úpadok kasty

*(Tami Jakašima, Tokijská univerzita)*





## Hodnoty Hg u populácie

deti:	Hg v moči	0,3 µg/g kreatinínu
	v krvi	0,4 µg/l (SZU, Praha, 2009)

**dospelí:** Hg v moči 4,0 µg/l  
v krvi 9,4 µg/l; (KPLaT UNM Martin)

# Vylučovanie

- ♦ **Inhalovaná Hg** – vydýchne sa cca 10 % (1 týždeň)  
moč, stolica 80 %  
pot, sliny 10 %  
**Polčas vylučovania cca 60 dní**
- ♦ **Anorg. soli Hg<sup>2+</sup>** močom 85 %  
**Polčas 49-96 dní**
- ♦ **Metyl Hg** žlč - stolica, materské mlieko, **nie je v moči!**  
(5% z koncentrácie Hg v krvi matky)  
**Polčas 45-90 dní**

# Alumínium Al



- ♦ tretí najčastejší prvok
  - ♦ **najčastejší kov zemskej kôry** (živce, bauxit, sl'uda, hlina...)  
(8,7%)
  - ♦ všadeprítomný
  - ♦ nebiogenný
  - ♦ **dlhý biologický polčas=210 dní !**
  - ♦ malá toxicita
  - ♦ **cesta vstupu** inhaláciou, perorálne
  - ♦ **kumulácia** pľúca, mozog, kosti, pečeň, svaly, testes
- nie je humánny karcinogén (IARC)



## zdroje Al v životnom prostredí

- ♦ **Voda:** jazerá, rieky 0,5 -1 - 10 mg/ liter  
moria 1 mg/liter
- ♦ **Potrava,** obecné < 10 mg/kg  
čaje, ovocie, paprika, petržlen, zeler, uhorky...

**Al obaly**    prestup - džusy,  
so zeleninou, ovocím do 150 mg Al/ kg

## Al nádoby + kyslé jedlá

# Iné

niektoré prášky na pečenie, oblátky,  
keksy, žuvačky, instantná káva, sušené mlieko,  
čokoláda...

**E-čka:** 520,521,523 – objemové plnidlá, a i.



# Síran Al - čírenie povrchovej vody na pitnú



**Al nad 10 mg/l v dialyzačnej vode**  
**dialyzačná encefalopatia**  
**cca 6 prípadov /1000 dlhodobo dialyzovaných**

## Al v liekoch

- antacidá s Al (1 dávka = 220 mg Al)
- fosfátové viazače  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- analgetiká
- antipyretiká Al –acetylsalicyláty)
- antiperspiranty

# Al vo vakcínach

*Od r. 1930 stovky miliónov očkovaných + Al adjuvans vo vakcínach pre optimalizáciu účinnosti*

**Al<sup>3+</sup> v 1 dávke vakcíny:**

**od 0,127 mg (Preventar)**

**po 0,82 mg (Infanrix Hexa)**

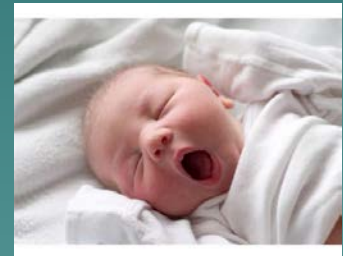
polovica Al dávky je v moči do 8 hod.

## Al vo výžive novorodencov

Obsah Al v materskom mlieku,

kojeneckých formulách v  $\mu\text{g/liter}$  (Koo a Kaplan, 1988):

♦ Materské mlieko	0,01 – 0,09
♦ Formuly na báze kravs.mlieka	0,02 - 0,55
♦ Formuly na báze sóje	0,69 - 3,3
♦ Formuly pre nedonosencov	0,14 - 1,24





# Svetová priemyslová výstava, Paríž, r. 1855 - aluminium = nový drahý kov



t.č. výroba miliónov ton alumínia a jeho zliatin  
obrovský nárast použitia  
v elektropriemysle, doprave,  
stavebníctve,  
spotrebnom priemysle...



# Inhalačná expozícia Al v pracovnom prostredí

- ◆ rast svetovej výroby 44 tisíc ton/r.2009:  
1. Čína, 2. Rusko, 3.Kanada...  
(29. miesto SR )
- ◆ ťažba Al rúd - aluminióza s fibrózou ?
- ◆ hutnícka výroba Al z bauxitu, kryolitu
- ◆ zváranie Al materiálov
- ◆ povrch. úprava kovov striekaním Al  
dráždenie spojiviek, slizníc DC,  
kože, alergia na Al
- ◆ výroba traskavín



# Perorálny príjem, ukladanie, eliminácia Al

- ◆ Resorpcia v GIT-e je veľmi nízka, dospelí len do 0,1%, deti 3,5 % požitého množstva
- ◆ V krvi sa viaže na albumín a transferín
- ◆ Ukladanie: 1. pečeň, 2. mozog, 3. obličky, 4. kosti, 5. testes, 6. svaly  
(parenterálny príjem: 1. mozog)

Dospelý človek má v tele cca 30-40 mg Al

Eliminácia hliníka u zdravého človeka: 210 dní

Dlhodobý vyšší príjem v práci - eliminácia aj viac rokov

# Dlhodobý vyšší príjem Al

## Kumulácia

- pokles osteokalcínu, uvoľnenie Ca z kostí, rezistencia na D vit.

**osteodystrofia - až osteomalácia**

- pokles resorpcie vápnika v čreve,

**Al encefalopatia**

(limit v parent. výžive

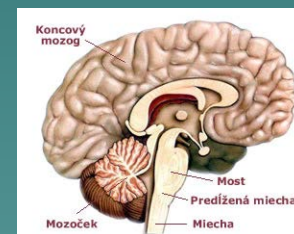
príjem Al pod 5 ug/kg/ deň - USA, 2004)

- **embryonálne defekty**

zlá osifikácia plodu

- **neplodnosť mužov**

4 x viac Al v semennej tekutine



## Denný príjem Al by nemal prekročiť hranicu

kojenci ..... do 2 mg/ deň

2-ročné deti..... do 6 mg/ deň

ženy..... do 9 mg/ deň

muži..... do 14 mg/ deň

*(Pennigton a Jones, 1989)*

A stylized, dark silhouette of a mountain range is positioned at the bottom right of the slide, extending from the right edge towards the center.



## Hodnoty AI (Klinika PLaT JLF UK a UNM Martin)

- ♦ novorodenci sérum Ža  $1,46 \pm 0,5$  (n= 9)  
MT  $1,18 \pm 0,8$  (n=22)
  - ♦ deti (Ø 5,8 ročné) sérum  $0,32 \pm 0,04$  (n=24)
  - ♦ dospelí (Ø 38,7 r.)sérum  $0,50 \pm 0,18$  (n=38)
  - ♦ **dospelí v moči**  **$89,7 \pm 42,3$**  (n=38)  
bez závislosti na veku
- 
- ♦ **taviči AI v ZSNP Žiar (Ø 46,8 roční; 16 r expozícia)**  
(n= 28)  
sérum  $1,26 \pm 0,47$   
**moč  $341,9 \pm 188,8$**   
bez závislosti na veku, na rokoch expozície
- 
- ♦ **dialyzovaní (Ø 58,9 r) z okresov sever.SK (n= 595)**  
sérum  $1,0 \pm 1,26$ ; vplyv rokov dialýzy  
**98 % vzoriek bolo v norme**  
(Valachová ,J., a spol.)

**Referenčná hodnota AI v sére  $2,22 \mu\text{mol/l}$**

**(Komisia ES)**

# Nepotvrdené vplyvy AI

Alzheimerova choroba

vyšší obsah AI v mozgu,  
v.s. sekundárne depo AI v poškodenom  
tkanive

*ale AI v sére aj v likvore nie je zvýšené*

Fibromyozitídy, chronický únavový syndróm

*ale multifaktoriálne príčiny, len jednotlivé  
prípady*

Autizmus

*ale štúdiami CDC nepotvrdené*

# Profes. kostná fluoróza v SR



Výroba hliníka v ZSNP Žiar od r. 1953  
**KPLaT MFN Martin hlásila 14 prof. kostných fluoróz**  
z toho: 2 CHzP v r. 1965 (7 r. a 11 r. expozícia)  
posledná CHzP v r. 2002

**Poškodenie z Al: 0**

# dg.: CHzP- kostná fluoróza n =14

Ø vek  $57,93 \pm 7,95$  rokov

Ø expozícia  $17,70 \pm 7,67$  rokov

osteoporóza, osteoskleróza,  
apozície

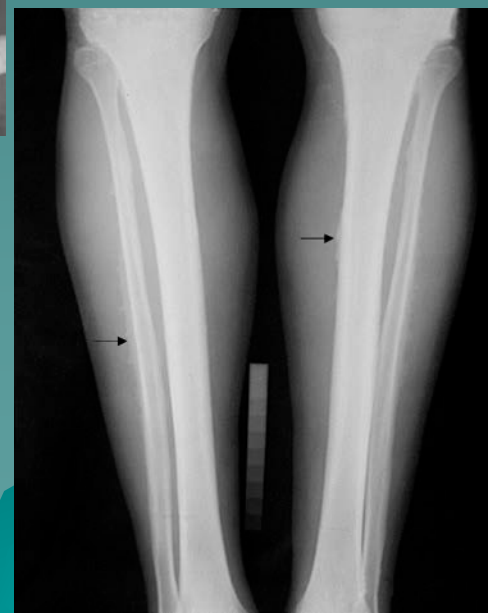
kalcifikáty m. interosea,  
úponov šliach

- 12- ti senzomotor. polyneuropatia
- 1/2 celková únava
- 1/2 bolesti, redukcia hybnosti chrbtice
- 1/3 pálenie predkolení
- **psychicky bpm.**

Ioniz Ca v sére Ø  $1,07 \pm 0,07$  mmol.l<sup>-1</sup>



Ø fluoridy  
v moči:  
 $254,5 \pm 130,95$   
 $\mu\text{mol.l}^{-1}$   
(**expozičný**  
**limit do 50,0**  
 **$\mu\text{mol.l}^{-1}$** )





# Havária odkaliskovej nádrže hlinikárne

- ◆ pretrhnutie nádrže Magyar Aluminium v r. 2010
- ◆ vyliatie silne alkalického kalu s pH 8-9, s 5-8% obsahom NaOH, s obsahom červene z oxidov železa (30%) a i. kovov v asi 7x vyššej koncentrácii proti pôvodnému pozadiu. **Kovy však neboli príčinou** úmrtia 8 osôb a zranenia 150 osôb, išlo hlavne o vplyv alkálií cez kožu.





# Liečba

**Odstrániť z rizika**

**Zabezpečenie vitálnych funkcií,  
vodnosolnej rovnováhy**

**Eliminačné metódy**

pomocou komplexotvorných látok,

***protokoly liečby*** : Pb- Ca-EDTA, penicilamín

As- DMPS,

Cr- DMPS, masti s CaEDTA

Al- deferioxamín

hemodialýza a i.

# Prevencia

- ♦ výchova „poznaj a chráň!“
- ♦ odstránenie, izolácia rizika
- ♦ technicko- hygienické opatrenia
- ♦ monitoring v prostredí,  
u obyvateľstva (LPP)  
pri rizikovej práci  
(*vstupné, periodické následné LPP*)

# PREHLAD O ÚČINKOCH TOXICKÝCH KOVOV

◆ Chronická obštrukčná bronchopľúcna choroba	Al, Be, Cr, Cd, Mn, Co, Se, Ti, V
◆ ----- Bronchiálna astma	Cr, Ni, V, Al, Co, Se
◆ ----- Horúčka z kovov	Zn, Cu, Fe, Mn, V, Al, Sb, Mg Cr, Ni, Cd, Be, Co, Hg, Sn, Se, Ag
◆ ----- ◆ Poškodenie mozgu, psychiatrické prejavy	Mn, Hg, Pb, As, V, Co, Au
◆ ----- ◆ Prejavy poškodenia krvitvorby	Pb, Co, Sb, Au
◆ Porucha pečene	Pb, Cr, Au, Sb, Se, As
◆ ----- ◆ Žalúdočno-črevné prejavy	Pb, As, Hg, Sb, Ti, Cd, Va
◆ ----- ◆ Porucha obličiek	Pb, Hg, Cd, V, Mn, Se, Sb
◆ ----- ◆ Rôzne zápalý kože	Ni, Cr, Mn, Au, Sb, Be, Co
◆ ----- ◆	

# Niektoré osobitosti:

- ◆ **Cr 6+, Cd, Ni, As, Be - karcinogenita**
- ◆ **Cr 3+ chróm trojmocný** malá toxicita, **Cr 6+ chróm šesťmocný** - veľmi toxický
- ◆ **As-arzén** *senzomotorická* polyneuropatia (= poškodenie motoriky, citlivosti periférnych nervov končatín), anestesia dolorosa
- ◆ **Sb- antimón** má obdobný účinok ako As
- ◆ **Tl-tálium-** úplné vypadanie vlasov, ťažká *senzitívna* polyneuropatia, po latencii 2-3 týždne obraz ako pri zvýšenej činnosti štítnej žľazy s horúčkou
- ◆ **Cd- kadmium**, žlté zuby, Cd oblička+zhubný nádor, itai-itai choroba
- ◆ **Mn-mangán** - extrapyramídový syndróm (tras), psychózy, *senzomotorická* polyneuropatia na končatinách
- ◆ **Hg –ortuť-** zápal ďasien, slintanie, *senzomotorická* polyneuropatia, eretizmus merkurialis (striedanie nálad)
- ◆ **Pb- olovo** -šedý lem na ďasnách, prevaha *motorickej* polyneuropatie, saturninské brušné koliky
- ◆ **Be-berýlium** - pľúcna granulomatóza (aj kožné granulómy),
- ◆ **Co- kobalt, W-wolfrám, Ti- titan** - **ich karbidy** – choroba pľúc z tvrdokovov





Buchanová  
2004