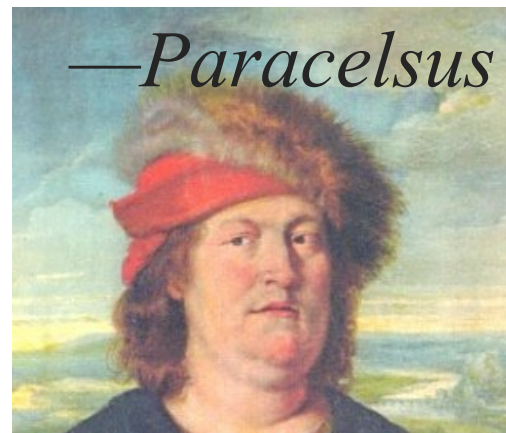


Všechny sloučeniny jsou jedy.

Neexistuje sloučenina, která by jedem nebyla.

Rozdíl mezi lékem a jedem tvoří dávka.





Rtuť

(Hg, hydrargyrum)

lidstvem využívána přes 3 000 let

po celou dobu sbírání zkušeností s její toxicitou

rtuť poškozuje několik orgánových systémů

neurotoxicita = kritický toxický účinek Hg

projev nepříznivého účinku podmíněný dostupností

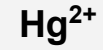
(fyzikálně-chemické vlastnosti konkrétní formy)



Rtuť a její fyzikálně-chemické formy



elementární rtuť:
kovová nebo ve
formě par



anorganické
sloučeniny

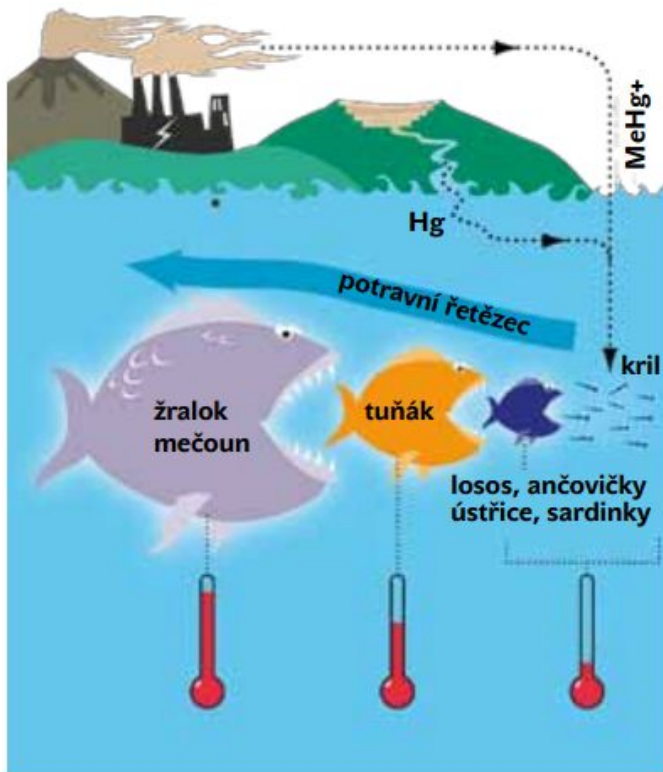
organická Hg

organické formy,
zejména methylrtuť
(MeHg, CH_3Hg)

tyto formy nejsnáze prochází
hematoencefalickou
membránou



[EPA: what to do with broken thermometer](#)



Rtuť ve vodním prostředí

Schéma cesty rtuti od emisních zdrojů (sopka, elektrárna spalující uhlí) do vodního prostředí.

Značná část rtuti i její metylované formy vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem skončí adsorbovaná přímo na drobné vodní organismy nebo částičky organické hmoty, které jsou pozřeny.

Tyto drobné organismy jsou pak např. v moři potravou pro kril. Kril je pak potravou pro větší ryby a na konci potravního řetězce jsou predátoři jako žralok nebo mečoun.

Symbolický teploměr znázorňuje, jak se koncentrace rtuti zvyšují při cestě potravním řetězcem v důsledku bioakumulace.

MERCURY LEVELS IN FISH

HIGH

Bluefish
 Crab (*Blue*)
 Grouper*
 Mackerel (*King, Spanish, Gulf*)
 Marlin*
 Orange Roughy*
 Salmon**
 (*Farmed, Atlantic*)

Seabass
 (*Chilean**)
 Shark*
 Swordfish*
 Tilefish*
 Tuna
 (*Ahi, * Yellowfin, * Bigeye, Blue, Canned Albacore*)

*Overfished **May Contain PCBs



MEDIUM

Bass
 (*Striped, Black*)
 Carp
 Cod (*Alaskan*)
 Croaker
 (*White Pacific*)
 Halibut
 (*Pacific, Atlantic**)
 Lobster
 Mahi Mahi

Monkfish*
 Perch
 (*Freshwater*)
 Sablefish
 Skate*
 Snapper*
 Tuna
 (*Canned Chunk Light, Skipjack**)
 Sea Trout

Data from: nrdc.org



LOW

Arctic Cod
 Anchovies
 Butterfish
 Catfish • Clam
 Crab (*Domestic*)
 Crawfish/Crayfish
 Croaker (*Atlantic*)
 Flounder*
 Haddock (*Atlantic**)
 Hake • Herring
 Mackerel
 (*N. Atlantic, Chub*)

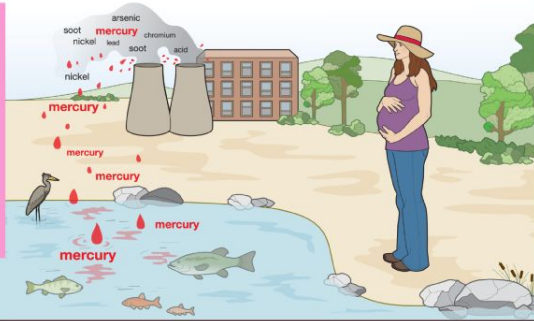
Mullet • Oyster
 Perch (*Ocean*)
 Plaice • Pollock
 Salmon**
 (*Canned, Fresh, Wild*)
 Sardine • Scallop*
 Shad • Shrimp*
 Sole • Squid
 Tilapia • Trout
 Whitefish
 Whiting



COAL-FIRED POWER PLANTS ARE THE LARGEST SOURCE OF TOXIC MERCURY; THEY EMIT 72% OF ALL MERCURY AIR POLLUTION IN THE UNITED STATES.

WHEN A COAL SMOKESTACK IS NOT FILTERED, MERCURY AND OTHER POISONS—ARSENIC, LEAD, NICKEL, CHROMIUM, AND ACID GASES—ARE RELEASED INTO THE AIR.

THAT MERCURY DRIFTS THROUGH THE AIR ACROSS THE GLOBE AND RAINS DOWN INTO RESERVOIRS, RIVERS, LAKES, AND THE OCEAN.



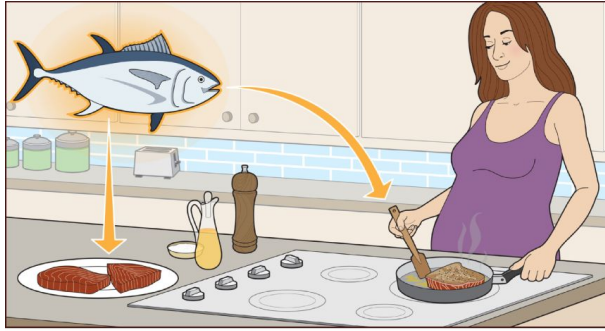
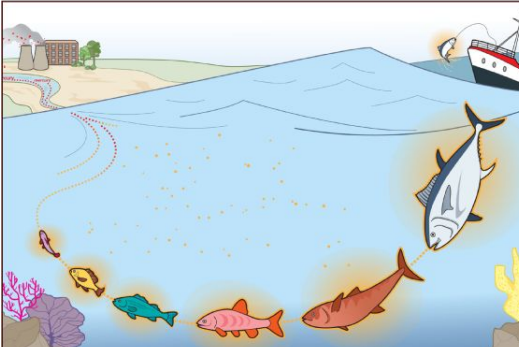
EVERY STATE IN THE COUNTRY HAS ISSUED A FISH ADVISORY BECAUSE OF UNSAFE MERCURY CONTAMINATION.

MICROORGANISMS IN THE WATER CONVERT THE MERCURY TO A HIGHLY TOXIC FORM, CALLED METHYLMERCURY.

THAT BACTERIA MAKES THE MERCURY "BIO-AVAILABLE" — ABLE TO BE TAKEN UP BY FISH THAT CONSUME IT.

METHYLMERCURY IS ABSORBED BY FISH THROUGH THEIR GILLS AND DISPERSED THROUGH THEIR BODIES.

IT ACCUMULATES IN FATTY TISSUE.



CONTAMINATED FISH IS EATEN BY OTHER FISH, BIRDS, AND MAMMALS — INCLUDING HUMANS.

TYPICALLY, THE LONGER A FISH LIVES, AND THE LARGER IT IS, THE MORE MERCURY ACCUMULATES IN ITS FLESH.

KING MACKEREL, TILEFISH, RAY, GROUPER, HALIBUT, SWORDFISH, BARRAMUNDI, SHARK, GEMFISH, TUNA, AND ORANGE ROUGHY ALL CONTAIN HIGH LEVELS OF MERCURY.

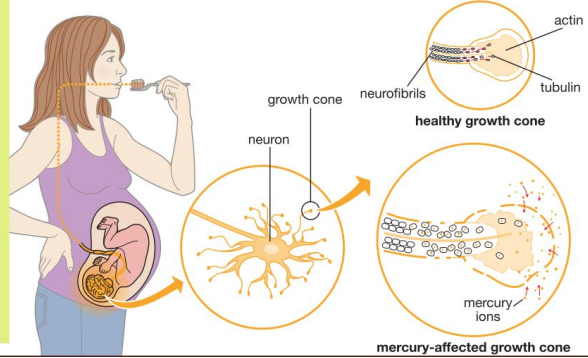
ONCE WE EAT CONTAMINATED FISH, METHYLMERCURY GOES DIRECTLY INTO THE ORGANS THAT HAVE THE MOST FATS, WHERE IT ACCUMULATES.

BREASTS: MERCURY IS FOUND IN BREAST MILK.















BRAINS: METHYLMERCURY IS ABLE TO BREACH THE BLOOD-BRAIN BARRIER.

UMBILICAL CORD: METHYLMERCURY REACHES THE FETUS AND THE BABY'S DEVELOPING BRAIN.

FETUSES AND YOUNG CHILDREN ARE ESPECIALLY VULNERABLE TO POISON, WHICH CAUSES BRAIN NEURON DEGENERATION AND IMPAIRS LEARNING AND GROWTH.



KNOW YOUR TUNA

	TRAITS	MAX LENGTH	MAX WEIGHT	USED FOR	HE.
 SKIPJACK	- Reproduce early (1 year) and often - Short lifespan (<4 years)	108 cm/ 3.5 feet	33 kg/ 73 lbs	Canned 	
 ALBACORE	- Reproduce later (5 years) - Longer lifespan (<7 years)	130 cm/ 4.3 feet	40 kg/ 88 lbs	Canned & steaks  	
 YELLOWFIN	- Reproduce early (1-2 years) and often - Longer lifespan (<7 years)	205 cm/ 6.7 feet	194 kg/ 427 lbs	Canned, steaks & sushi   	
 BIGEYE	- Reproduce later (5 years) - Longer lifespan (<10 years)	230 cm/ 7.5 feet	210 kg/ 462 lbs	Steaks & sushi  	
 BLUEFIN	- Reproduce late (5-15 years) and only once a year - Long lifespan (>35 years)	300 cm/ 9.8 feet	668 kg/ 1472 lbs	Sushi 	

Jak je to s konzervovaným tuňákem?

druhy tuňáka se výrazně liší obsahem Hg

- malé druhy obsahují méně rtuti (běžně v konzervách)
- velké druhy obsahují Hg mnohem více (používané na steaky nebo do sushi)



Minamata (JAP)



mercury poisoning - Minamata story

Veterináři stahují z obchodů mečouna, obsahuje rtuť - tuna masa už se ale prodala

26. 2. 2016

Státní veterinární správa (SVS) stáhla z trhu 300 kilogramů mraženého mečouna kvůli zvýšenému obsahu rtuti. Více než tuna masa se ale už prodala. Ve vzorcích bylo asi dvojnásobně víc rtuti, než je povolené množství. Podle veterinářů to neznamená pro zdraví akutní nebezpečí.



Mečoun obecný (*Xiphias gladius*)

Zdroj: EMPICS Autor: PA

In the Iraq poisoning, of an estimated 50,000 people exposed to the contaminated bread, 459 died, and 6,530 were hospitalized.



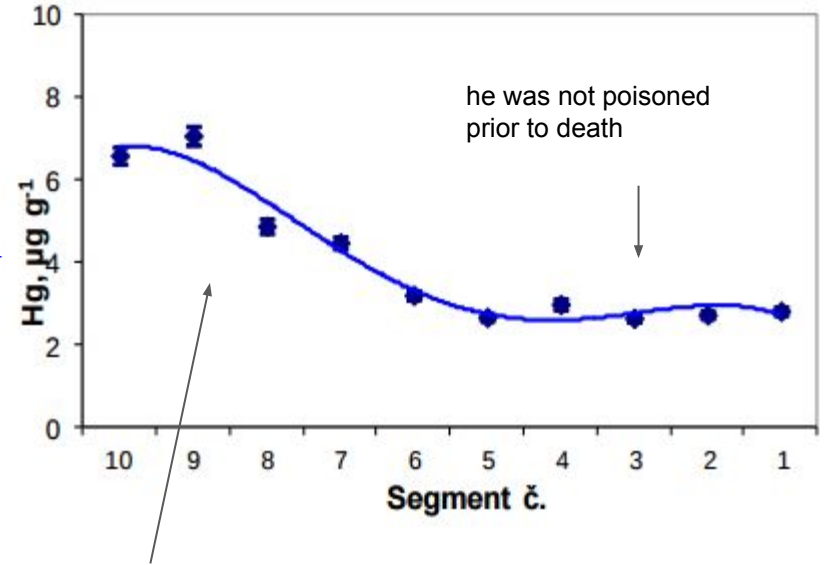
MeHg Poisoned Wheat



Photographs from *Neurotoxicology*, 1995, Vol. 16, No. 4



Tycho Brahe had 7.5 cm long hair.
Daily growth rate of hair: 0.27 mm,
thus record of 6-9 months



he was developing (and probably using)
the elixir *Medicamenta tria*. One of the
three components was mercury

it seems Tycho Brahe was not poisoned by Hg

Analýza kovů v těle

Vlasy a nehty

Vhodné pro měření minerálních látek:
Se, Cd, Hg, Pb, ...

časová integrace:
podle délky vlasů lze sledovat až roky
života, ne však současný stav

Snadný odběr i skladování, zřetel na vnější
kontaminaci. (Vzdálenější části často
obsahují víc kovů než u hlavy.)

Péče o vlasy může zkreslovat výsledky.
Ideální stav vlasů u hlavy (ztráta dlouhodobé
informace).



Analýza kovů v těle

Vlasy a nehty

oběr vlasů

odběr z temene, <5 cm od hlavy,
cca 0,5-1 g vzorku

Mycí procedura (dle WHO):

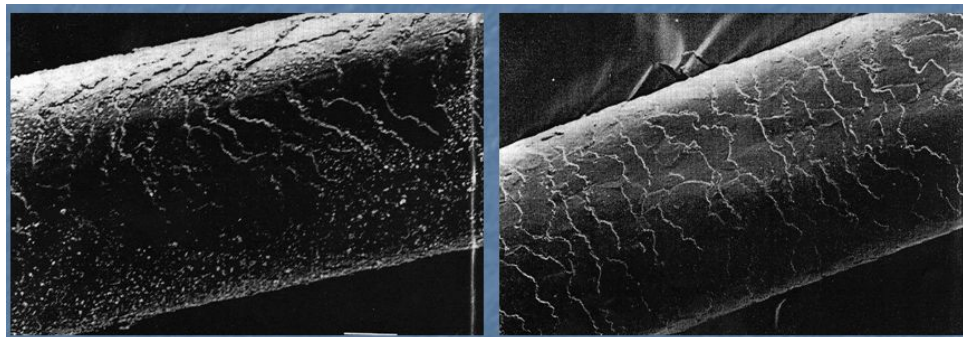
- aceton,
 - 3x deionizovaná voda,
 - aceton
- (vždy 10 minut)

Rozklad vzorku

Mikrovlnný rozklad do roztoku

Stanovení kovů

Atomová absorpční spektrometrie



před mytím

po mytí

Analýza kovů v těle

Vlasy a nehty

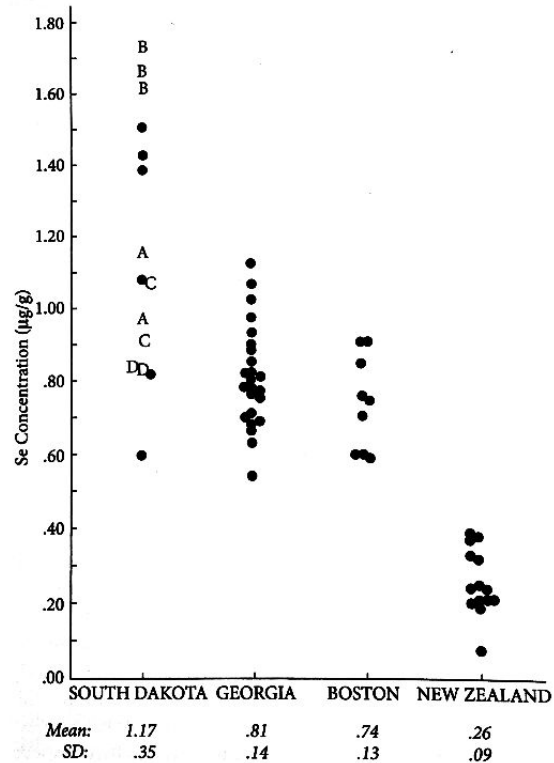
nehty na nohou

- méně exponované vnějšímu prostředí
- jednoduchá logistika
- vhodné pro minerální látky - integrace za $\frac{1}{2}$ - 1 rok
- nehet palce u nohy roste $\sim 0,056$ mm/den

- možnost samostatného odběru
 - $\frac{2}{3}$ kohorty, cca. 68 000 žen poslalo nehty poštou v rámci dlouhodobé studie Nurses' health study ([nebyl nalezen vztah selenu k rakovině prsu](#), avšak byl nalezen [vliv Se na rozvoj diabetu 2.typu](#))



delší nehty = delší časová integrace



obsah selenu v nehtech v různých regionech se odvíjí od tmavého podloží

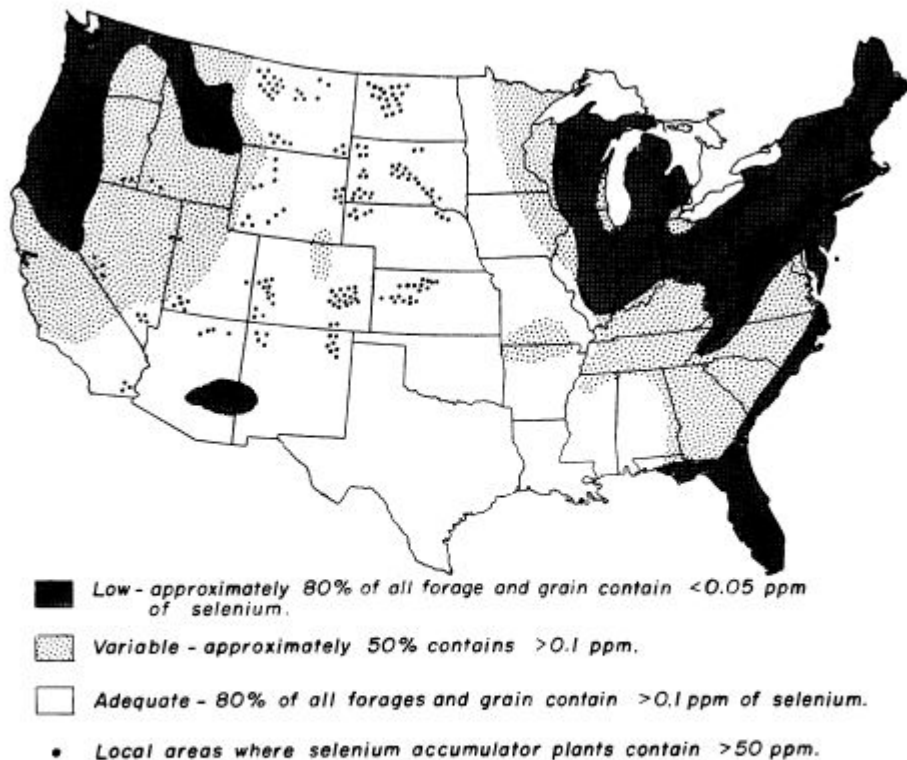


Figure 8. Geographical distribution of low-, variable-, and adequate-Se areas in the United States (ppm = 1 µg/g). From Kubota and Allaway, 1972, by permission Soil Science Society of America.

Kadmium

dlouhý poločas vyloučení (10-30 let)
hlavními zdroji **kouření (u nekuřáků strava)**

rostliny přijímají Cd z půdy (kontaminant hnojiv)
při nízkém pH, tímto známé obiloviny,
zejména pšenice (v otrubách)

pokusně zjištěno, že krysy na celozrnné dietě
obsahují více kadmia (játra)

kromě obilovin také ovoce, zelenina

⇒ **dieta ovlivňuje příjem Cd**

⇒ **zásadní nedietární zdroj: kouření**

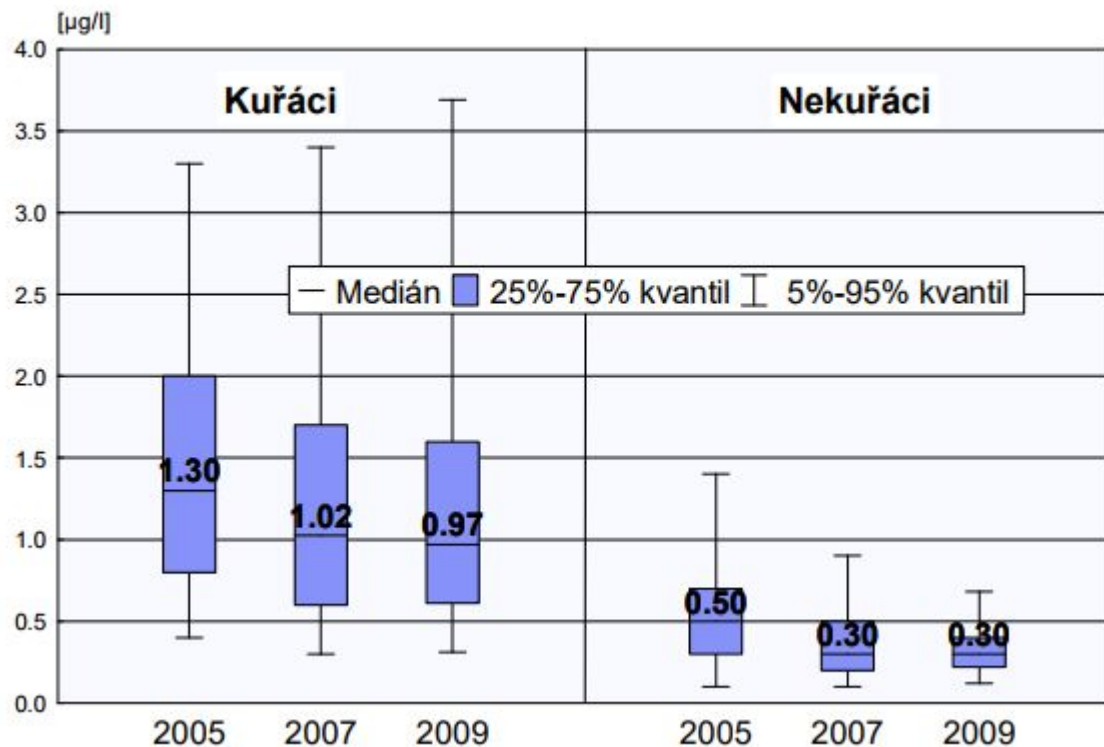
V Japonsku v 50. letech hromadná otrava kadmiiem z kontaminované rýže. Projevem bylo odvápnění kostí a změna jejich struktury, zlomeniny. Bolestivá choroba byla pojmenována itai-itai (bolí-bolí).

Jedna cigareta obsahuje 1 - 2 μg Cd, z toho je inhalací asi 10% absorbováno



Patients with Itai Itai Disease

Obsah kadmia v krvi kuřáků a nekuřáků, 2005-2009



Olovo (Pb)

spolu se rtuťí nejdéle známý a využívaný kov
žádný esenciální význam - pouze toxický

v těle antagonist a vápníku → **kumulace v kostech**,
ovlivnění krvetvorby (ruší syntézu hemoglobinu)

v období nedostatku vápníku (těhotenství) může dojít
k mobilizaci Pb do krve a průniku placentární bariérou

u dětí způsobuje mentální retardaci

významný expoziční vstup: **ingesce** (60% zadrž)
(mohou zmírnit preparáty na bázi zinku)



Olovo v říši Římské

období chronických otrav olovem

osudná záliba ve víně

kyselé víno postupně rozpouštělo stěny olověných nádob, navíc přísady octanu olovnatého
⇒ bohatí Římané často pokročilé otravy

projevy: demence, nepříčetnost (Neron, Kaligula)
méně výrazné projevy (málomluvnost, zasmušilost, snížená sexuální výkonnost) běžné mezi aristokraty

chudina ohrožena vodou

olověné potrubí, olověné nádoby na potraviny, psaní olůvkem,

otroci v olověných dolech



vývoj obsahu Pb v krvi dětí

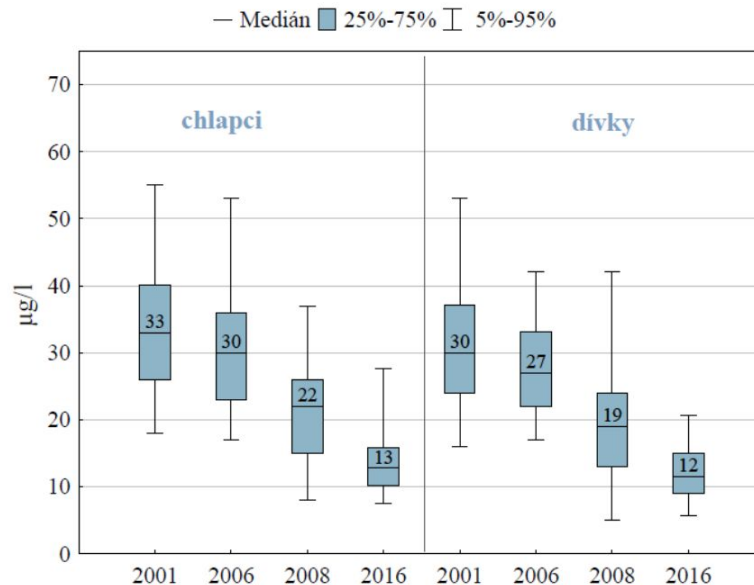
Od zákazu olovnatého benzínu (2000) vykazuje obsah Pb v krvi populace **sestupný trend**

Proč obsahy stále sledovat?

nežádoucí účinky i při expozici nepřekračující současné limity

Olovo a některé další těžké kovy toxické v každé koncentraci

Obsah olova v krvi dětí (plumbémie)



Zdroj: [SZÚ: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí](#)

příjem olova

hlavně potrava a voda
dermální absorpce minimální

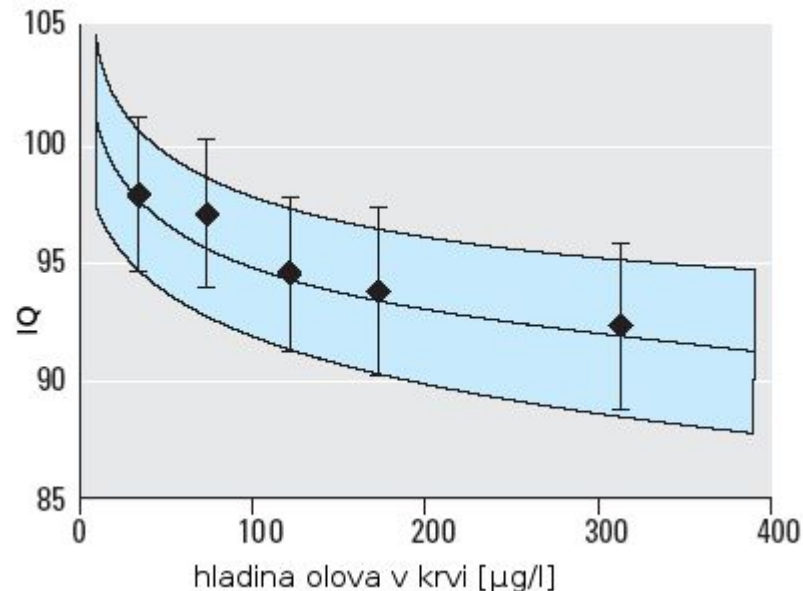
hladina olova v krvi = *plumbémie* ($\mu\text{g/l}$)

poločas vyloučení
krev desítky dní
kosti desítky let

toxicita olova

akutní poměrně nízká
chronická - vazba na SH skupiny,
interference s metabolismem vápníku,
nejcitlivější těhotné ženy a děti,
poruchy psychiky, změny chování, snížení intelektu

Olovo proniká placentární i mozkovou bariérou
(v mozku se však nekumuluje)



zvýšená hladina olova v krvi dětí předškolního věku se prokazatelně projevuje snížením jejich IQ. Referenční limitní hodnota plumbémie $50 \mu\text{g/l}$ odpovídá snížení IQ asi o 3 body.

Tzn. neexistuje bezpečná prahová dávka, nelze stanovit tolerovatelný denní příjem.

Olovo v pitné vodě

používání olověných materiálů (v 19. století plošně)

V současnosti v ČR několik procent domů s Pb rozvody

Pb potrubí = nevyčerpatelný zdroj olova

významnost ovlivňuje agresivita vody (měkká, kyselá, úprava chloraminací) i její stagnace.

Pokrytí vrstvičkou **uhličitanu pasivuje** uvolnění.

možnosti snížení uvolnění olova přidavkem orthofosforečnanu (GB), u nás spíš výměna

Pb ve vodě variabilní - jednotky až stovky $\mu\text{g/l}$
po nočním stání až mg/l

Limit Pb ve vodě

doporučení WHO i u nás **10 $\mu\text{g/l}$**

(ani tento limit nevyklučuje nepříznivé ovlivnění vývoje)

