

## OLOVO V ŽIVOTNOM PROSTREDÍ

### LEAD IN ENVIRONMENT

*Jana Dadová<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, 17. listopadu 15,708 33 Ostrava – Poruba, Česká republika, [jana.ruskova72@gmail.com](mailto:jana.ruskova72@gmail.com)

**Abstrakt:** Olovo patrí medzi najhojnejšie sa vyskytujúce vysoko toxické ťažké kovy. V prírode sa vyskytuje v podobe štyroch izotopov a tvorí početnú skupinu minerálov, z ktorých má ekonomický význam hlavne sulfid galenit – PbS. Ložiská Pb možno z genetického hľadiska rozdeliť na a) stratidependentné, teletermálne, b) vulkanosedimentárne kyzové, c) plutonické hydrotermálne Pb-Zn±Cu, d) subvulkanické hydrotermálne (Cu)-Pb-Zn-(Ag,Au) a e) skarnové. Olovo je v oxidačných podmienkach málo mobilné, vytvára zle rozpustné uhličitaný, oxidy a fosforečnany. Pokiaľ je vo vode rozpustné, vystupuje vo forme  $Pb^{2+}$  a  $[PbCO_3(aq)]^0$ . Väčšina olova sa používa na výrobu akumulátorov, pigmentov a na ochranu proti rtg.-žiareniu. Je to kumulatívny jed s vysoko toxickým účinkom na rastliny, živočíchy i človeka.

**Kľúčové slová:** olovo, chemické vlastnosti, výskyt, produkcia, galenit, toxicita, zvieratá, rastliny, človek

**Abstract:** Lead belongs to the most common and very toxic heavy metals. It has four isotopes. Lead is in the nature present in form of numerous minerals. The most important is the Pb-sulphidic mineral galena – PbS. The Pb-deposits are derived according to their origin to several types: a) stratidependent, telethermal deposits, b) volcanosedimentary base metal deposits, c) plutonic hydrothermal Pb-Zn±Cu deposits, d) subvolcanic hydrothermal (Cu)-Pb-Zn-(Ag,Au) deposits and e) skarn (metosomatic) deposits. In the surface (oxidic) conditions is Pb not well mobile. It forms only slightly soluble carbonates, phosphates and oxides. In natural water may be Pb present also in soluble forms as  $Pb^{2+}$  and  $[PbCO_3(aq)]^0$ . The majority of Pb is used for production of acumulators, pigments and for protection against X-rays. Lead is a culumative very toxic heavy metal for plants, animals and for men.

**Key words:** lead, chemical characteristic, occurrence, production, galena, toxicity, animal, plants, human

## Úvod

Olovo je modrasto biely lesklý kov, veľmi mäkký, vysoko kujný, tvárny a veľmi odolný proti korózii. Jeho protónové číslo je 82. Má štyri stále izotopy:  $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  a  $^{208}\text{Pb}$ . Izotopy  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  a  $^{208}\text{Pb}$  sú produktom rádioaktívnych premien (Greenwood a Earnshaw, 1990). Vzniká rozpadom  $^{238}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  rozpadom  $^{235}\text{U}$  a  $^{208}\text{Pb}$  rozpadom  $^{232}\text{Th}$ . Prírodné olovo sa skladá zo všetkých štyroch izotopov Pb, zastúpených v rôznych pomeroch. Jeho zloženie sa mení v závislosti na čase, pričom dochádza k obohacovaniu olova o rádiogénne izotopy (Polański a Smulikowski, 1978).

Patrí medzi najrozšírenejšie ťažké kovy. Pb je kovový chalkofilný prvok, ktorý sa v prírodných podmienkach vyskytuje najmä v oxidačnom stupni +II (menej aj ako +IV). Afinita Pb k síre sa prejavuje tvorbou vlastných sulfidov (Polański a Smulikowski, 1978).

## Výskyt v prírode

Zemská kôra obsahuje  $12,5 - 16 \text{ g.t}^{-1}$  Pb a voči hlbším zónam je o Pb výrazne obohatená. Olovo má tendenciu hromadiť sa v neskorších etapách diferenciácie magmy. V magmatických horninách je typickým rozptýleným prvkom. Jeho hlavná časť sa tu kumuluje v živcoch a v biotite (Polanski a Smulikowski, 1978). Hlavným minerálom Pb je galenit –  $\text{PbS}$ . Ďalšie typické minerály sú jamesonit –  $\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$ , bournonit –  $\text{PbCuSb}_3\text{S}_3$ , boulangerit –  $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$ , smitsonit –  $\text{ZnCO}_3$ , franklinit –  $(\text{Zn},\text{Mn})\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , willemite –  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  a Pb soli – anglesit  $\text{PbSO}_4$  a ceruzit –  $\text{PbCO}_3$  (Reimann a de Caritat, 1998). Počas zvetrávania sulfidy Pb pomaly oxidujú a majú schopnosť formovať karbonáty alebo vstupovať do ílových minerálov, oxidov Fe a Mn a organickej hmoty (Kabata-Pendias a Pendias, 1992).

Olovo je široko rozšírený pôdny kontaminant. Priemerný obsah Pb v pôdach je podľa Bowena (1979)  $29,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Kabata-Pendias (1993) a Beneš a Pabianová (1987) uvádzajú hodnotu  $35 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Jeho rozpustnosť, mobilita a následne bioprístupnosť sú však nízke. Napriek tomu mnohé hodnoty environmentálnej koncentrácie sú dostatočne vysoké na to, aby nastolili potenciálne riziko pre zdravie, osobitne v blízkosti veľkých závodov používajúcich Pb a vo veľkých mestách. Pb môže ovplyvniť mikrobiologickú aktivitu v pôde, a tak spôsobiť zníženie pôdnej produktivity (Alloway, 1995).

Pb vystupuje v pôdach najčastejšie v pevnej fáze vo forme  $\text{PbCO}_3$  a  $\text{PbSO}_4$  (Cibulka et al., 1986). Patrí medzi najmenej mobilné ťažké kovy, pretože jeho soli sú zle rozpustné a sú pútané ílovými minerálmi, oxidmi Mn a hydroxidmi Fe a Al. Mobilita Pb pri zvyšovaní pH (napríklad po vápnení pôd) klesá a Pb precipituje vo forme hydroxidov, fosforečnanov alebo uhličitanov, prípadne tvorí organické komplexy. Viaže sa aj na humínové kyseliny a fulvokyseliny a prostredníctvom pôsobenia baktérií podlieha alkylácii (Rapant et al., 1996), jeho pohyblivosť výrazne vzrastá a stáva sa biodostupným (Procházka et al., 1998). Vykazuje afinitu k tvorbe komplexov s nerozpustnými humínovými látkami v dôsledku čoho dochádza k jeho fixácii (imobilizácii) vo vrchnej 50 mm humusovej vrstve pôdy. V hlbších horizontoch obsah Pb klesá (Beneš a Pabianová, 1987). Vyššie koncentrácie Pb vo vrchnom horizonte pôd sú čiastočne aj dôsledkom atmosférickej depozície (Kabata-Pendias a Pendias, 1992). Kyslé dažde spravidla nedokážu výraznejšie vylúhovať Pb z pôdy. Na druhej strane značnú časť Pb z povrchu rastlín často zmyje aj výdatnejší dážď. Umytím ovocia preto môžeme z neho často odstrániť až 30 – 70 % olova.

V prírodných vodách prevažuje z rozpustných foriem  $\text{Pb}^{2+}$  a  $[\text{PbCO}_3(\text{aq})]^0$ , ktorý môže byť v širokom rozmedzí pH dominantnou formou výskytu. V alkalicko-alkalickej oblasti sa môžu tvoriť vo väčších koncentráciách aj komplexy  $[\text{Pb}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ ,  $[\text{Pb}(\text{OH})_2(\text{aq})]^0$  a  $[\text{PbOH}]^+$  (Pitter, 1990).

## Ložiská a ťažba

Modernejšie delenie Pb ložísk uvádza Laznicka (2010). Rozlišuje a) stratidependentné, teletermálne, b) vulkanosedimentárne kyzové, c) plutonické hydrotermálne Pb-Zn±Cu, d) subvulkanické hydrotermálne (Cu)-Pb-Zn-(Ag,Au) a e) skarnové ložiská.

- a) Stratidependentné, teletermálne ložiská tvoria masívne polohy a šošovky vo vápencoch, výplň krasových dutín a kolapsových brekcií, ale aj žilníky. Hlavnými minerálmi tu bývajú galenit (PbS) a sfalerit (ZnS). K takýmto typom ložísk možno zaradiť Olkusz-Bytom v Poľsku (Zorkovský, 1972) či Bleiberg v Rakúsku (Cabala, 2001). Na vzniku týchto ložísk sa často výrazne uplatňuje aj aktivita baktérií (Kucha et al., 2001, 2001a). Na Slovensku patrí k tomuto typu ložísk napríklad Ardovo.
- b) Vulkanosedimentárne kyzové ložiská tvoria stratiformné až pretiahle šošovky, masívne, páskované galenitové a sfaleritové i vtrúseninové rudy. Spomedzi svetových ložísk tohto typu treba spomenúť Broken Hill a Mts. Isa v Austrálii, Outokumpu vo Fínsku, Ammeberg vo Švédsku, Rammelsberg v Nemecku. V Česku možno k tomuto typu ložísk priradiť Horní Benešov a Horní Město Křížanovice.
- c) Plutonické hydrotermálne Pb-Zn±Cu ložiská. Ide o žilný a lokálne o metasomatický typ ložísk. Aj tu sú hlavnými minerálmi galenit – PbS a sfalerit – ZnS. Vo svete priraduje Laznicka (2010) k týmto ložiskám ložiská Freiberg a Clausthal v Nemecku, Leadville, Butte a Tintic v USA, Santa Eulalia v Mexiku, Tsumeb v Namibii či ložiská Příbram, Stříbro, Vrančice a Kutná Hora v Česku.
- d) Subvulkanický hydrotermálny (Cu)-Pb-Zn-(Ag,Au) typ ložísk, tvorený žilami, zrudnenými tektonickými brekciami a stratiformnými polohami. Z najznámejších ložísk tohto typu možno spomenúť aspoň Fresnillo a Durango v Mexiku, San Cristobal, Duomo de Yauli a Marococho v Peru (Moritz et al., 2001), Baia Mare a Baia Sprie, Herja a Căvnic v Rumunsku. Na Slovensku patrí k tomuto typu ložísk napríklad Banská Štiavnica (Zorkovský, 1972).
- e) Skarnové (kontaktne metasomatické) ložiská sú tvorené žilami a pňami vo vápencoch alebo na ich kontakte s erupčivými horninami (Franklin Furnace, USA; Trepča, Srbsko; Falun a Ammeberg, Švédsko).

Svetové zásoby olova sa podľa odhadu z roku 2008 pohybujú okolo 79 mil. ton. Ťažba olova stále stúpa: roku 2006 sa vyťažilo 3,47 mil. ton, roku 2007 3,77 mil. ton a roku 2008 až 3,84 mil. ton. Hlavnými producentmi olova sú Čína (1 500 tisíc ton), Mexiko (101 tisíc ton), Austrália (64 tisíc ton), USA (41 tisíc ton) a Peru (34 tisíc ton). Hlavnými úžitkovými minerálmi sú galenit, cerisit, boulangerit a jamesonit (Laznicka, 2010). Približne 80 % olova sa recykluje.

### **Výroba a využitie**

Olovo sa pripravuje tavením jedinej ekonomicky významnej Pb-rudy galenitu – PbS v prúde vzduchu a následne redukciou vzniknutého PbO uhlíkom za vzniku čistého olova. Takto získané olovo je obvykle kontaminované viacerými kovmi, napr. As, Cu, Sb, Ag, Au, Sn a Zn, preto je potrebné ho ešte následne čistiť odstránením prímiesi iných kovov.

Najviac olova sa používa pri výrobe akumulátorov. Okrem toho sa z neho vyrábajú rôzne zliatiny, odparovacie panvy na výrobu kyseliny sírovej, kontajnery na rádioizotopy a tehly na ochranu proti rtg. a rádioaktívnemu žiareniu. Zliatiny olova sa využívajú pri výrobe streliwa a ložiskových kovov. Niektoré zlúčeniny Pb sa používajú pri výrobe olovnatého kryštálového skla a pigmentov a ako ochranný plášť podmorských a podzemných káblov. Olovo sa využíva aj ako antidetonačný činidlo v benzínoch, či ako stabilizátor pri výrobe plastov a armatúr. Je to efektívny pohlcovač zvuku (Reimann a de Caritat, 1998).

### **Toxické účinky olova**

Hlavnými antropickými zdrojmi kontaminácie krajiny olovom sú baníctvo, úpravne rúd, emisie z produkcie železa a ocele a hüt spracúvajúcich Pb rudy, spaľovanie pevného odpadu a uhlia (fosílnych palív), rafinérie, chemický priemysel, výroba akumulátorov, pigmentov, olovnatého skla, spaľovanie fosílnych palív, v minulosti používanie olovnatého benzínu (výfukové plyny z

automobilov obsahujúce tetraetylolovo, ktoré sa pridávalo ako antidetonátor do motorových olejov; je to najznámejšia jedovatá organická zlúčenina olova; Kafka a Punčochářová, 2002). Tento vstup sa v poslednom čase zavedením bezolovnatých benzínov značne redukoval. Ďalšími zdrojmi sú tabakový dym, odpadové kaly použité v poľnohospodárstve, fosfáty a priemyselné komposty s uhličitanom vápenatým a v minulosti aj insekticídy (Alloway, 1995).

Pb je v pôdach menej toxické ako v atmosfére. Najviac sú postihnuté deti predškolského veku, pretože najvyššie koncentrácie Pb v atmosfére sú v nízkych úrovniach pri zemi. Pri prijímaní Pb organizmami prevažuje extracelulárny príjem založený na iónovej výmene a tvorbe komplexov s ligandmi bunecnej steny (Lane a Martin, 1977).

Olovo je mimoriadne toxický prvok, spôsobujúci vážne negatívne efekty na zdravie aj pri nízkych úrovniach dávky. Na jeho toxicitu upozorňoval už Hippokrates (460-370 pr. Kr.) a v pití vína z olovených nádob videl pôvod dny (Nauš, 1990; Melicherčík a Melicherčíková, 2010). Z najdôležitejších toxických zlúčenín Pb treba spomenúť aspoň nasledovné:

- PbO má adstringentné účinky (Kadlec, 2004)
- $Pb_3O_4$  (mínium) je oxid rozpustný v kyslom prostredí (Beseda, 1997)
- Olovená beloba  $PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$  patrí medzi látky spôsobujúce chronickú otravu. V kyselinách sa rozpúšťa, letálna dávka je asi 50 g (Melicherčík a Melicherčíková, 2010)
- Octan olovnatý  $Pb(CH_3COO)_2$  je dobre rozpustný a preto je pre organizmy značne toxický (20-30 g môže mať letálne účinky; Melicherčík a Melicherčíková, 2010)
- Alkalický octan olovnatý  $Pb(CH_3COO)_2 \cdot Pb(OH)_2$  sa používa na obklady (Beseda, 1997).
- Tetraetyl olova  $Pb(C_2H_5)_4$  tvorí so vzduchom výbušnú zmes. Je rozpustný v tukoch. Toxicky pôsobí pri inhalovaní a pri priamom kontakte s kožou (Višňovský, 1997). Pôsobí predovšetkým na CNS, nevyvoláva anémiu (Vopršalová a Žáčková, 1996).

### **Kontaminácia rastlín**

Na vegetáciu pôsobia zlúčeniny Pb predovšetkým vo forme aerosólov. Zachytávajú sa na povrchu rastlín. 60 – 70 % Pb v rastlinách pochádza zo znečisteného prostredia a zachytáva sa na ich povrchu atmosférickou depozíciou. Najmenej Pb je v plodoch a semenách (Svičeková a Havránek, 1993). Je len viac než samozrejmé, že v takomto prípade mäkké a ochlpené listy prijímajú viac olova ako lesklé a hladké listy. Najviac Pb sa nachádza na listoch, menej v stonkách a najmenej vo vnútri rastlinných pletív. Ak u Pb prevažuje príjem koreňmi, napr. v skleníkoch, potom sa 90 % Pb koncentruje v koreňoch. Vysoké obsahy Pb boli opísané v obilí, čaji a najmä v hubách (Melicherčík a Melicherčíková, 2010).

Približne do vzdialenosti 25 m od frekventovaných komunikácií pozorujeme u rastlín zakrpatelý rast a zasychanie listov. Vo vzdialenosti nad 50 m už nie je poškodenia viditeľné, ale v skutočnosti aj tu dochádza k vážnym fyziologickým poruchám. Otrava rastlínstva olovom spôsobuje chlorózu listov, poškodenie koreňov a zníženie reprodukčnej schopnosti drevín (zníženú klíčivosť peľu). Obecne platí, že pri identickej koncentrácii Cd, Pb, Mn, Zn a Co v pôde, ich obsah v pletivách rastlín so vzrastajúcou hodnotou pH klesá (Lagerwerff, 1971).

### **Kontaminácia živočíchov**

Všeobecne sa uvádza, že Cd a Pb sa kumulujú v pečeni a obličkách živočíchov (Rundle a Holt, 1983). Výskumné práce Smitha et al. (1979 in Melicherčík a Melicherčíková, 2010) tento trend u dobytky nepotvrdili. Ani v mlieku nezistili zvýšené koncentrácie Cd a Pb. Obsah Pb v krvi dobytky je vyšší u starších zvierat a u samíc (Ward et al., 1977). Najvyššie koncentrácie olova uvádzajú Melicherčík a Melicherčíková, (1997, 2010) vo vnútornostiach

lesnej zveri a v ustriciach. Olovo má toxickejší účinok na nedospelé ryby ako na ikry a dospelé jedince, pričom organické zlúčeniny Pb sa prejavujú vyššou toxicitou ako anorganické soli Pb (Schmitt et al., 2005).

Zvýšené obsahy Pb majú škodlivé účinky na krvný obeh, škodia tráviacemu systému, imunitnému systému a spôsobujú neuropsychické problémy. Letálna dávka Pb u oviec je 30 g Pb. Ochorenie sa prejavuje triaškou, kolikou, ako aj poruchami reprodukcie. Olovo a jeho zlúčeniny patria medzi najčastejšie toxíny, ktoré intoxikujú vodné vtáctvo (Lightfoot a Yeager, 2008).

Pri intoxikácii matiek môže Pb pôsobiť na vývoj pohlavného systému plodu. Zistilo sa, že u intoxikovaných potkanov malo samčie potomstvo menšiu hmotnosť mechúrikovej žľazy a semenníkov. Zmenšila sa hrúbka semenotvorného epitelu, došlo k biochemickým zmenám semenníkov, prísemenníkov a mechúrikovej žľazy, čím sa narušil normálny vývoj zárodočných buniek (Corpas et al., 2002; Pokras a Kneeland, 2008).

### **Kontaminácia ľudského organizmu**

Do ľudského organizmu sa Pb dostáva prevažne tráviacou sústavou prostredníctvom potravy. Dýchacími cestami sa dostane asi len 10 %, avšak až 90 % inhalovaného olova sa absorbuje v organizme. Až 90 % Pb sa kumuluje v kostiach a negatívne ovplyvňuje tvorbu krvi (Kafka a Punčochárová, 2002). Z mäkkých tkanív sa postupne redistribuuje aj do vlasov. V zuboch (v zubnej sklovine, zubnej dreni i v povrchových častiach zubných koreňov) nahrádza vápnik, viaže sa však aj na fluor, ktorý potom nemôže chrániť zuby pred kazom. Malé množstvo sa kumuluje v mozgu, prevažne v sivej mozgovej hmote (Kadlec, 2001). Skracuje životnosť červených krviniek. Absorpciu Pb môže zvyšovať strava chudobná na Ca a Fe, nadmerný príjem mlieka a tukov, prípadne nízka hladina vitamínu C (Melicherčík a Melicherčíková, 1997).

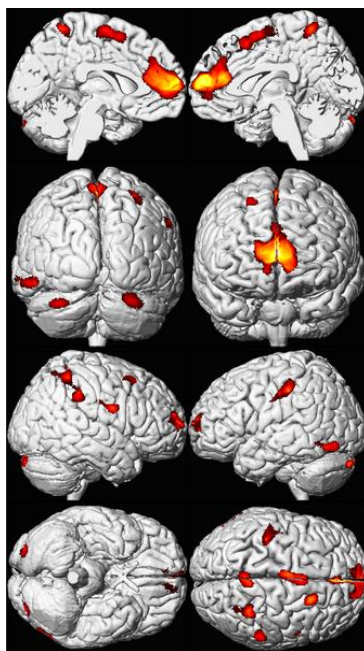
Olovo (ako aj niektoré ďalšie ťažké kovy) sa masívne uvoľňuje z glazúr niektorých tradičných tuniských hrnčiarskych výrobkov v koncentráciách, ktoré sú dostatočne vysoké na to, aby poškodili zdravie človeka. Pri 24 hodinovom teste žltozelených a zelenobielych hrnčekov z tuniského obchodu, ktoré sa naplnili roztokom kyseliny octovej, sa uvoľnilo do roztoku do  $51 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  Pb. Aj v tradičnom mliečnom deriváte (leben), široko konzumovanom ako nápoj v Tunisku, prijíma človek pri konzumácii cca 200 ml nápoja až  $1407 \mu\text{g}$  Pb (Belgaied, 2003).

### **Akútna intoxikácia**

Stupeň akútnej toxicity Pb je závislý na rozpustnosti Pb solí a na prítomnosti ďalších iónov v roztoku. Pri akútnej intoxikácii organizmu sa objavujú typické neurologické prejavy (Finkelstein et al., 1998) ako bolesť a únava svalov a zriedkavo symptómy obvykle asociované s encefalidídou. Gastrointestinálne problémy, nechutenstvo, diareja, strata váhy či zápcha. Pokiaľ je množstvo olova veľmi vysoké a absorbované organizmom v krátkom časovom rozpätí, môže spôsobiť šok, anémiu a preniknutie hemoglobínu do moču. Poškodenie obličiek môže spôsobiť zmeny v močení. Ľudia, ktorí prekonali akútnu intoxikáciu olovom, často vykazujú príznaky typické pre chronickú intoxikáciu (Pearce, 2007). Pri akútnej expozícii vysokých úrovní olova sa pozorovali poškodenia mozgu, obličiek, ako aj poruchy zažívacieho traktu (Bencko et al., 1995). U tehotných žien, ktoré pociťujú nedostatok vápnika, môže dochádzať k mobilizácii olova z ich kostí, vstupovaniu olova do krvi a toxickému účinku na ďalšie orgány, môže poškodiť nervový systém plodu a spôsobiť potrat (Kafka a Punčochárová, 2002).

### **Chronická intoxikácia**

Denný príjem Pb v množstve 2 mg spôsobuje už po niekoľkých mesiacoch expozície chronickú otravu (Žigová a Gáliková, 1994). Prvé príznaky chronickej otravy Pb bývajú nenápadné a málo špecifické. Objavuje sa zvýšená únava, malátnosť a nechutenstvo. Aj nízke koncentrácie olova ovplyvňujú aktivitu pečene, obličiek, mozgu a oslabujú imunitný systém. Jeho vylučovanie z organizmu podporuje strava bohatá na Mg, Fe, Ca, Zn, penicilín a vitamín C, ktorý disponuje vlastnosťami profylaktického činidla (Melicherčík a Melicherčíková 1997; Kafka a Punčochářová 2002). Chronická expozícia Pb vedie k poruchám centrálnej nervovej sústavy, obličiek, krvného tlaku a poruchám metabolizmu vitamínu D (Navas-Acien et al., 2007). Môže sa prejavovať aj anémiou (Žigová a Gáliková, 1994). Na chronické pôsobenie Pb sú zvlášť citlivé deti (Braun et al., 2006), pretože vstrebávanie Pb z tráviacej sústavy je v detskom veku podstatne intenzívnejšie ako v dospelosti (Bencko et al., 1995; Drum, 2013; Wolf et al. 2007). Naopak, pri inhalovaní sa vstrebáva 90 % Pb v dospelosti, kým v detskom veku sú hodnoty vstrebávania nižšie (Melicherčík a Melicherčíková, 2010). Výsledkom môže byť spomalený poznávací vývoj, ako aj redukovaný rast, encefalopatia – poškodenie mozgu, ktoré sa prejavuje apatiou a poruchami koordinácie pohybov (Pearce, 2007). V dôsledku mozgovej arteriosklerózy môže dochádzať k zníženiu intelektuálnych a pamäťových schopností a k bolestiam hlavy (Šovčíková a Ursínyová, 1994). S expozíciou Pb môže byť spojený aj znížený počet spermií u mužov, so znížením ich pohyblivosti a s ich deformáciou (Cleveland et al., 2008). U žien môže spôsobovať spontánne potraty. US EPA zaraďuje Pb a jeho zlúčeniny do skupiny 2B – látka s predpokladanými karcinogénnymi účinkami na človeka (Bencko et al., 1995). Výskum na vzorke 175 respondentov preukázal, že pokiaľ boli ľudia v detskom veku vystavení expozícii Pb, môže u nich v dospelosti dochádzať z zmenšeniu mozgovej hmoty vo frontálnej oblasti (obr 1; Toga, 2005; Adler et al., 2005; Cecil et al., 2008).



**Obr 1** Vyznačené miesta straty mozgovej hmoty vo frontálnej časti mozgu u osôb, ktoré boli v detstve vystavené intoxikácii olovom (Cecil et al., 2008). Prvý riadok dokumentuje predo-zadný prierez mozgom a stratu mozgovej hmoty uprostred ľavej a pravej hemisféry, druhý riadok demonštruje pohľad na mozog zo zadu a spredu, tretí riadok bočný pohľad na pravú a ľavú hemisféru a štvrtý riadok pohľad zo spodu a zvrchu

**Fig 1** The brains of adults who were exposed to lead as children show decreased volume, especially in the prefrontal cortex. the first row presents views from the midline of the left and right hemispheres, respectively; the second row demonstrates views from the back and front of the cerebrum, respectively; the third row shows the lateral right and left hemispheres; and the fourth row shows views from below and above the cerebrum

## Terapia

Olovo sa z organizmu vylučuje ťažko a ukladá sa najmä do kostí (až 98 %), pečene a obličiek. Pri akútnej otrave sa pristupuje k výplachu žalúdka 2-3% roztokom síranu sodného a pacientovi sa podáva živočišne uhlie. Pri preukázanej chronickej otrave sa používa sodnovápenatá soľ kyseliny etylendiamintetraoctovej, ktorá vytvorí v tele s olovnatými kationmi stabilné rozpustné cheláty, ktoré sa následne vylúčia ľadvinami. Okrem toho sa podávajú vitamíny, látky na ochranu pečeneových buniek, ordinuje sa diéta s obmedzením tukov a pod. (Riedl a Vondráček, 1980).

## Literatúra

- Adler, C. M. – Levine, A. D. – DelBello, M. P. – Strakowski, S. M., 2005: Changes in gray matter volume in patients with bipolar disorder. *Biological Psychiatry* 58, 151–157. ISSN 0006- 3223.
- Alloway, B. J. 1995. *Heavy metals in soils. Blackie and Son Ltd.* Glasgow, 339 p. ISBN-10: 021692698X.
- Belgaid, J. E. 2003. Release of heavy metals from Tunisian traditional earthenware. *Food and Chemical Toxicology*, 41, ISSN 0278-6915 95-98
- Bencko, V. – Cikrt, M. – Lener, J. 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka.* Praha : Grada, 282 p. ISBN 80-7169-10-X.
- Beseda, I., 1997: *Toxikológia.* Zvolen : FEaE Technická univerzita vo Zvolene, 179 p. ISBN 80-228-0657-9.
- Beneš, S. – Pabianová, J. 1987. *Přirozené obsahy distribuce prvků v půdách.* Praha : VŠZ Praha, 123-149.
- Bowen, H. J. M. 1979. Hodnocení těžkých kovů v odpadech a průmyslově vyráběných kompostech. In *Konference ČSVTS Kompostování odpadů a životné prostředí.* Praha, 83-94.
- Braun, J. M. – Kahn, R. S. – Froehlich, T. – Auinger, P. – Lanphear, B. P., 2006: Exposures to environmental toxicants and attention deficit hyperactivity disorder in U.S. children. *Environmental Health Perspectives*, 114, 1904–1909. ISSN 0091-6765.
- Cabala, J. 2001. Development of oxidation in Zn-Pb deposits in Olkusz area. Ed. Adam Piestrzyński et al.: *Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century.* Krakow, 26.-29. august 2001, Lisse-Abingdon-Exton-Tokyo, ISBN 90 2651 846 3, 121-124.
- Cecil, K. M. – Brubaker, C. J. – Adler, C. M. – Dietrich, K. N. – Altaye, M. – Egelhoff, J. C. – Wessel, S. – Elangovan, I., 2008: Decreased brain volume in adults with childhood lead exposure. *PLoS Medicine* 5, 5, [PMC 2689675](#), [PMID 18507499](#), 112 s.
- Cibulka, J. – Mader, P. – Sova, Z. 1986. *Pohyb olova, kadmia a rtuti v zemědělské výrobě a biosféře.* Praha : MZVŽ ČSR (SZN), 160 s.
- Cleveland, L. M. – Minter, M. L. – Cobb, K. A. – Scott, A. A. – German, V. F., 2008: Lead hazards for pregnant women and children: part 1: immigrants and the poor shoulder most of the burden of lead exposure in this country. Part 1 of a two-part article details how exposure happens, whom it affects, and the harm it can do. *The American Journal of Nursing*, 108, 10, 40–49.
- Corpas, I. – Castillo, M. – Marquina, D. - Benito, M. J. 2002. Lead Intoxication in Gestational and Lactation Periods Alters the Development of Male Reproductive Organs. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53, 259-266. ISSN 0147-6513.
- Drum, K., 2013: America real criminal element: lead. *Mother Jones, Environment, Crime and Justice, Health Science*, 14, 1-2.
- Finkelstein, Y. – Markowitz, M. E. – Rosen, J. F., 1998: Low-level lead-induced neurotoxicity in children: an update on central nervous system effects. *Brain Research Reviews*, 7, 2, 168–176.
- Greenwood, N. N. – Earnshaw, A. 1990. *Chemie der Elemente.* Würzburg, 1707 p. ISBN 3-527-26169-9.
- Kabata-Pendias, A. – Pendias, H. 1992. Trace elements in Soils and Plants. *CRC Press*, Boca Raton, FL, 365 p. ISBN 0849366437.
- Kabata-Pendias, A. 1993. Behavioural properties of trace metals in soil. *Applied Geochemistry. Suppl.* Issue No. 2. 3-9.
- Kadlec, O. 2001. *Encyklopédia medicíny. XI*, Bratislava, Asklepios, 400 s. ISBN 80-7167-019-7.
- Kadlec, O., 2004: *Encyklopédia medicíny, XV*, Bratislava, Asklepios, 400 s. ISBN 80-7167-023-5.
- Kafka, Z. - Punčochářová, J. 2002. Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. *Chemické listy*, 96, 611-617. ISSN 1213-7103.

- Kucha, H. – Schroll, E. – Stumpfl, E. F. 2001. Direct evidence for bacterial reduction in Bleiberg-type deposits. Ed. Adam Piestrzyński et al.: *Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century*. Krakow, 26.-29. august 2001, Lisse-Abingdon-Exton-Tokyo, ISBN 90 2651 846 3, 149-152.
- Kucha, H. – Schroll, E. – Stumpfl, E. F. 2001a. Banded ZnS from Bleiberg deposits: new data and concepts of formation. Ed. Adam Piestrzyński et al.: *Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century*. Krakow, 26.-29. august 2001, Lisse-Abingdon-Exton-Tokyo, ISBN 90 2651 846 3, 153-156.
- Lagerwerff, J. V. 1971. Uptake of Cd, Pb and Zn by radish from soil and air. *Soil Science*, ISSN 1522-2624, 111, 2, 129-133.
- Lane, S. D. – Martin, E. S. 1977. A biochemical investigation of lead uptake in Raphanus sativus. *New Phytol.* 79, 281-286.
- Laznicka, P. 2010. *Giant metallic deposits: Future, sources of industrial metals*. 2<sup>nd</sup> edition, Berlin. Springer, 950 p.
- Lightfoot, T. L. – Yeager, J. M., 2008: Pet bird toxicity and related environmental concerns. *The veterinary clinics of North America. Exotic Animal Practice* 11, 2, ISSN 1094-9194, 229–59.
- Melicherčík, M. – Melicherčíková, D. 1997. *Bioorganická chémia – Chemické prvky a ľudský organizmus*. Príroda, Bratislava, 188 p.
- Melicherčík, M. – Melicherčíková, D. 2010. *Vplyv prostredia a účinky látok na ľudský organizmus*. UMB v Banskej Bystrici, 978-80-557-0005-2, 345 s.
- Moritz, R. – Beuchat, M. – Chiaradia, M. – Sallier, B. – Lisboa, H. – Stucky, P. 2001. Zn-Pb mantos and veins at Domo de Yauli, Central Peru: two products of one hydrothermal system with common Pb & S sources, but contrasting fluid inclusion characteristic. Ed. Adam Piestrzyński et al.: *Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century*. Krakow, 26.-29. august 2001, Lisse-Abingdon-Exton-Tokyo, 173-176. ISBN 90 2651 846 3.
- Nauš, A. 1990. Otrava olovom. *Pracovní Lékařství*, 42, 3, 96-97. ISSN 1803-6597.
- Navas-Acien, A. – Guallar, E. – Silbergeld, E. K. – Rothenberg, S. J. – 2007: *Environmental health perspectives* 115, 3, 472-482.
- Pearce, J. M., 2007. Burton's line in lead poisoning. *European Neurology* 57, 2, doi: 10.1159/000098100, PMID 17179719, 118–119.
- Pitter, P. 1990. Hydrochemie. STNL, Praha, 568 s. ISBN 80-03-00525-6.
- Pokras, M. A. – Kneeland, M. R., 2008: Lead poisoning: using transdisciplinary approaches to solve an ancient problem. *EcoHealth* 5, 3, 379–85. ISSN 1612-9210.
- Polański, A. – Smulikowski, K. 1978. *Geochemia*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 607 s.
- Procházka, S. – Macháčková, I. – Krekule, J. – Šebánek, J. 1998. *Fyziologie rostlin*. Praha : Akademie, 488 s.
- Rapant, S. – Vrana, K. – Bodiš, D. 1996. *Geochemický atlas Slovenska. Časť 1 – Podzemné vody*. Bratislava : GS SR, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, 127 p. ISBN 80–85314–67–3.
- Reimann, C. – de Caritat, P. 1998. *Chemical elements in the environment. Fact sheets for the geochemist and environmental scientist*. Springer, Berlin, ISBN 3 540 63670 6, 314 p.
- Riedl, O. – Vondráček, V., 1980: *Klinická toxikologie*. Praha : Avicenum, 349 s.
- Rundle, H. J. – Holt, C. 1983. Heavy metals in the environment. *Proceedings of an International Conference, Haidlberg, BD 1*, Edinburgh : CEP Consultants, 353-357.
- Schmitt, C. J. – Whyte, J. J. – Brumbaugh, W. G. – Tillit, D. E., 2005: Biochemical effects of lead, zinc, and cadmium from mining on fish in the Tri-States District of northeastern Oklahoma, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24, 6, 1483-1495. ISSN 1552-8618.
- Svičeková, M. – Havránek, E. 1993. Stanovenie Pb, Cd, Ni, Zn a Cu vo vzorkách liečivých rastlín metódou diferenčnej pulzovej polarografie. *Farmaceutický obzor*, 62, 1, 13-17. ISSN 0014-8172.
- Šovčíková, E. – Ursínyová, M. 1994. Problémy psychického vývinu detí vo vzťahu k expozícii nízkych hladín olova. *Hygiena*, 39, 6, 337-344. ISSN 1210-7840.
- Toga A. W. – Thompson, P. M., 2005: Brain atlases of normal and diseased populations. *International Review of Neurobiology*, 66, 1–54. ISSN 0074-7742.
- Višňovský, P., 1997: *Farmakologie látok znečisťujúcich životné prostredie*. Praha : Karolinum, 106 p. ISBN 80-7184-407-1.
- Vopršalová, M. – Žáčková, P., 1996: *Základy toxikologie pro farmaceuty*. Praha : Karolinum, 232 p. ISBN 80-7184-282-6.
- Ward, N. I. – Brooks, R. R. – Roberts, E. 1977. Heavy-metal pollution from automotive emissions and its effect on roadside soils and pasture species in New Zealand. *Environment. Sci. Technol.* 11, 917-920.



Woolf, A. D. – Goldman, R. – Bellinger, D. C., 2007: Update on the clinical management of childhood lead poisoning. *Pediatric Clinic. of North America*, 54, 271-294

Zorkovský, V. 1972. *Ložiská nerastných surovín a ich vyhládávanie*. Bratislava : Alfa, Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, SÚKK č. 46/I-OR-1972, 451 s.

Žigová, A. – Gáliková, E. 1994. Toxicita olova a zdravotný stav exponovaných pri výrobe olovených akumulátorov. *Bezpečná práca*, 25, 3, ISSN 0322-8347, 101-104.