

# Toxická ortuť v organizme človeka

**Doc. MVDr. Tatiana Kimáková, PhD.**

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta, Ústav verejného zdravotníctva a hygieny, Košice

**V práci prezentujeme pôsobenie ortuti v životnom a pracovnom prostredí, jej využitie v priemysle a v zdravotníctve. Opisuujeme cesty vstupu ortuti do organizmu človeka a jej negatívne vplyvy na zdravie. V závere prinášame praktické návrhy a odporúčania pre ľudí a niektoré rizikové skupiny obyvateľstva.**

**Kľúčové slová:** ortuť, negatívne vplyvy, zdravie, odporúčania

## Toxic mercury in human body

**We present the effect of mercury in the environment, its application in the industry and in the medicine. We describe the routes of mercury entry to the human organism and its negative effects on health. Finally, we propose practical suggestions and recommendations for people and some risk groups of population.**

**Key words:** mercury, negative effects, health, recommendations

Via pract., 2018;15(4):222-225

## Úvod

Životné prostredie a jeho zložky, ako voda, pôda a ovzdušie, by mali vytvárať pre človeka také prostredie v jeho živote, ktoré by bolo pre neho bezpečné. Preto by mali byť tieto zložky prostredia zdraviu neškodné, to znamená, že by nemali byť kontaminované rôznymi škodlivými látkami. Inak môžu po dlhodobom pôsobení vyvolať množstvo rôznych ochorení. V súčasnosti sa vo svete nachádza nespočetné množstvo škodlivín, chemických látok a prvkov, ktoré ovplyvňujú celkový zdravotný stav populácie.

Ťažké kovy sú prítomné v zemskej kôre v rozdielnych koncentráciách. Do životného prostredia prenikajú rôznymi procesmi. Majú niekoľko spoločných vlastností – schopnosť zbaviť sa jedného alebo viacerých elektrónov, vysoká hustota, teplotná vodivosť a teplotná rozťažnosť (1).

Ťažké kovy sa vyznačujú svojimi škodlivými účinkami v životnom, ale aj pracovnom prostredí človeka. Kovy sa vyskytujú v pracovnom prostredí a využívajú sa v rôznych druhoch priemyslu. Rozvojom ťažby kovov sa zvyšuje množstvo kovov v životnom prostredí, ktoré sú potom súčasťou vzduchu, vody a pôdy (2).

Niektoré kovy sú dokázanými karcinogénmi a ich dlhodobý príjem, ktorý sa nemusí manifestovať príznakmi otravy, sa môže prejaviť v organizme až neskorými následkami, ktoré vyúsťujú

do vyššej incidencie zhubných nádorov niektorých orgánov (2).

K ťažkým kovom patrí aj ortuť. Ortuť je súčasťou životného prostredia. Odparovaním zo zemskej kôry sa do ovzdušia uvoľňuje ročne od 25 do 150 tisíc ton ortuti. Pary ortuti sa konvertujú do vodorozpustnej formy a vracajú sa vo forme dažďov na zem. Časť ortuti je tiež metylovaná mikroorganizmami v horných sedimentačných vrstvách stojatých vôd morí a oceánov. Metylortuť sa vo vodnom prostredí dostáva do planktónu a rýb (v tkanivách môže dosahovať až miliónkrát vyššie koncentrácie ako v okolitej vode), odkiaľ preniká do potravinového reťazca človeka. Koncentrácia ortuti v ovzduší je vyššia v mestách ako na vidieku. Tento ťažký kov sa v rozličných formách a v rôznych koncentráciách dostáva viacerými cestami do ľudského organizmu.

Toxicita ortuti je podmienená množstvom tohto ťažkého kovu, ktoré sa dostane do tela človeka. Tiež závisí od koncentrácie, ktorá sa dosiahne v určitých orgánoch najviac citlivých na intoxikáciu ortuťou (napríklad mozog, obličky). K faktorom, ktoré ovplyvňujú množstvo ortuti a jej intoxikáciu, patrí množstvo prijatej ortuti (absorpcia kožou, inhalácia pľúcami, perorálna cesta), vstup do krvného obehu, rýchlosť distribúcie do ďalších orgánov a zmeny ortuti v chemickej štruktúre, ktorá môže nastať v orgánoch pri metabolizme (3).

## Charakteristika ortuti

Ortuť (latinsky Hydrargyrum, Hg) má svoj názov odvodený z gréckych slov hydór – voda, a argentum – striebro. Ortuť patrí do skupiny II. b periodickej sústavy prvkov, má atómové číslo 80, relatívnu atómovú hmotnosť 200,6, mernú hmotnosť 13,6 g.cm<sup>-3</sup>, teplotu topenia -38,9 °C, teplotu varu 356,6 °C, pri laboratórnej teplote je ortuť striebrišťa kvapalina s kovovým leskom.

Metalická (kovová) ortuť (pary alebo kvapalina) sa vyznačuje vysokou toxicitou. Má vysoký tlak pár a tiež relatívne vysokú rozpustnosť vo vode a v lipidoch. Je súčasťou teplotomerov, nemá elektrický náboj (je neutrálna). Kovová ortuť je významným zdrojom chronických otráv, subakútnych a akútnych otráv. Hlavnou príčinou je vdychovanie pár.

Ortutnaté ióny Hg<sup>+</sup> môžu ľahko vytvárať komplexy s organickými ligandami, viažu sa s SH skupinami. Ortutnaté zlúčeniny vo forme HgCl<sub>2</sub> sú vysoko toxické (vo vode rozpustné), HgS je vo vode nerozpustná.

Organická ortuť je komplexom ortuti so zlúčeninami s obsahom uhlíka. Tieto formy ortuti prechádzajú cez biologické membrány a sú rozpustné v lipidoch, reagujú so sulfohydroxylovými skupinami.

Už Aristoteles odporúčal použitie elementárnej ortuti premiešanej so slinami na liečbu niektorých kožných chorôb. Na základe literárnych spisov sa

uvádzalo použitie aj na terapiu zavšivenia, svrabu či rôznych vyrážok a lepry. Svoje uplatnenie našla ortuť i v lekárstve pri liečení očných chorôb. V stredoveku získal popularitu Paracelsus (1493 n. l. – 1541 n. l.), ktorý používal ortuť aj pri terapii syfilisu (3).

### Ortuť a mágia

Niektoré etnické skupiny využívajú ortuť v kozmetických prípravkoch, pri použití ktorých sa uvoľňujú pary ortuti. Tieto skupiny používajú elementárnu ortuť aj pri náboženských obradoch. Vyznávači niektorých latino a afrokaribských tradícií, ako napríklad Sanataria, Voodoo a Espiritismo, nosia amulety z ortuti, striekajú ju na zem, pridávajú ju do sviečok alebo olejových lúčok. Vo viere, že tekutá ortuť je spojená s magickými schopnosťami (podľa nich prináša šťastie, lásku a bohatstvo), ju zvyknú používať pri kúzlach. Niekedy sa ortuť využíva ako liek, najmä pri tráviacich ťažkostiach. Keďže ortuť sa využíva aj pri náboženských obradoch, existujú možnosti zakúpiť ju v „botanických“ obchodoch, v ktorých sa tento kontaminant predáva protizákonne (4).

V súvislosti s používaním ortuti pri náboženských obradoch vydala Agentúra pre ochranu životného prostredia (EPA) pokyny, v ktorých upozorňuje na riziká intoxikácie ortuťou.

### Ortuť v priemysle

Napriek svojim vlastnostiam, ktoré poškodzujú zdravie človeka, je ortuť nenahraditeľná pre mnohé aplikácie a priemyselnú výrobu. Ortuť sa používa pri úprave a metalurgii zlata, striebra a platiny, v elektrotechnike a osvetľovacej technike (žiarivky), v elektrochémií a laboratórnej praxi (elektrolyzéry – elektrolytická výroba chlóru a hydroxidu sodného, vákuové čerpadlá, tlakomery, teplomery a iné). Ortuť sa používa aj pri výrobe dentálnych amalgámov. Zlúčeniny ortuti sa uplatňujú ako rôzne impregnačné a dezinfekčné látky. V organickej technológii sú veľmi významné ortuťové katalyzátory. Najviac ortuti sa spotrebuje na chemické a lekárske účely, potom na rôzne výbušniny, pri výrobe farieb, v elektrotechnike, v strojárskom priemysle (napríklad ortuťové

**Tabuľka 1.** Množstvo adsorbovanej ortuti po kontakte rôznymi spôsobmi (8)

Formy ortuti	Požitie (perorálne)	Dermálny kontakt	Inhalácia
kovová, napr. v teplomeroch	veľmi nízke pre tekutú formu	stredný pre prchavú formu	vysoká pre prchavú formu
anorganická, napr. v kozmetike ako prísada	nízke až stredné (vyššie u dojčiat a detí)	nízky až stredný	nízka až stredná
organická metylortuť, akumulácia v rybách	nízke	nízky až stredný	vysoká

turbíny) a pri ťažbe zlata. Používa sa na plnenie teplomerov, tlakomerov, nanometrov, vývev a iných meracích prístrojov, na výrobu elektród, farbív, amalgámu a bižutérie. Je zložkou suchých batérií v pomôckach pre nedoslýchavých (5).

Zrušenie výroby klasických žiaroviek nariadením Európskej komisie v roku 2009 viedlo k nahradeniu žiaroviek účinnejšími zdrojmi svetla, napríklad žiarivkami a zdrojmi využívajúcimi LED svetelné diódy. Pozornosť je potrebné sústrediť aj na tradičné nízkofrekvenčné žiarivky, ako aj moderné žiarivky s obsahom ortuti. Žiarivky sú fluorescenčné nízkotlakové ortuťové výbojky, ktoré sú tvorené z trubice plnenej argónom a prímiesou ortuti. Ortuť môže spôsobovať viaceré technologické problémy pri zneškodňovaní dožitých žiaroviek na skládkach a v spaľovniach, recyklácia je najlepším riešením nakladania s dožitými zdrojmi svetla.

### Ortuť v pracovnom prostredí

Profesionálne riziko pre človeka z aspektu expozície ortuti tvoria nasledovné odvetvia priemyslu a niektoré pracovné činnosti: spracovanie rúd s obsahom ortuti, petrochemický priemysel, základný chemický priemysel, výroba elektrotechnických zariadení, obrábanie kovov, výroba a oprava meracích prístrojov, farmaceutický priemysel, výroba mydla a toaletných potrieb, výroba elektrického osvetlenia, výroba sódy, výroba a aplikácia dentálnych výplní, výskumné a vzdelávacie ústavy, herbáriá, spracovanie kožušín a plstí, morenie osiva a balenie namoreného osiva.

V pracovnom prostredí ide najčastejšie o expozíciu parám kovovej ortuti. Expozíciu zvyšuje často kontaminácia pracovného odevu, nedostatočná hygiena celého tela, jedenie a fajčenie na pracovisku, kontaminácia podlahoviny a stien, slabá technologická disciplína

a pod. Chronické profesionálne intoxikácie ortuťou sa vyskytovali v minulosti najmä pri tavení rúd obsahujúcich ortuť v Rudňanoch (3, 5, 6).

### Cesty prieniku ortuti do organizmu

Pri hodnotení toxického účinku škodlivín a jedov vychádzame z miest vstupu do organizmu. Chemické škodlivé látky môžu vstupovať do organizmu inhaláciou pľúcami, kožou alebo gastrointestinálnym traktom. V pracovnom procese môže jedna a tá istá škodlivá látka vstupovať do organizmu viacerými cestami (7).

### Adsorpcia

Ortuť sa do živého organizmu môže dostať rozličnými spôsobmi. Adsorpcia ortuti po kontakte so živým organizmom môže prebiehať rôznymi spôsobmi (tabuľka 1).

### Vstup pľúcami – inhalačná cesta

Inhalácia škodlivín je najdôležitejšou a najčastejšou bránou vstupu do organizmu spoločne s vdychnutým vzduchom. Určité množstvo vdýchnutej látky sa v pľúcach zachytáva a vstrebáva, ďalšia časť je opäť vydýchnutá.

Expozícia kovovej ortuti je primárne najčastejšie spôsobená výparmi ortuti pri priemyselnom používaní a výparmi z dentálneho amalgámu a kvapalnej ortuti v domácnostiach. Výpary v domácnosti vznikajú po rozbití teplomeru alebo ortuťových termostátov, čoho následkom je vyparovanie striebornej kovovej ortuti. Krátkodobá expozícia vyššej koncentrácii ortuti vo vzduchu sa prejavuje bolesťami v hrudníku, bronchitídou a pneumóniou. Opísaná je veľká epidémia ľudí intoxikovaných kovovou ortuťou v amazonskom dažďovom pralesi medzi robotníkmi v baniach

na zlato, pri extrakčných procesoch jeho spracovania, v práci so zlatom, ktoré je kontaminované ortuťou. V literatúre nájdeme kazuistiku osoby, ktorá bývala nad zlatníckou dielňou s následnými prejavmi intoxikácie ortuťou.

Vo zvýšenom množstve nájdeme ortuť v ovzduší priemyselných oblastí, v okolí spaľovní, kafileríí a krematórií (nebezpečná ortuť z amalgámových výplní mŕtvych) (3, 5).

### Vstup tráviacim aparátom – gastrointestinálna cesta

Touto cestou vstupujú škodliviny do organizmu v pracovnom prostredí najčastejšie z nedbanlivosti pri jedle s neumytými alebo nedostatočne umytými rukami. Z tohto dôvodu je nevyhnutné dodržiavať všetky bezpečnostné predpisy pri práci s jedmi a škodlivosťami (7).

Ortuť, jej anorganické zlúčeniny a organické zlúčeniny patria medzi cudzorodé látky v potravinách, pretože nie sú ich prirodzenou zložkou. Dostávajú sa do potravín z pôdy, z vody a z ovzdušia ako kontaminanty, t. j. ako substancie neúmyselne pridané do potraviny následkom jej výroby, spracovania, balenia alebo ako výsledok kontaminácie z okolitého prostredia. Nepoužívajú sa ako samostatná potravina alebo typická potravinárska prísada a nie sú predaný druh potraviny charakteristické. Prítomnosť samotnej ortuti a jej zlúčenín v potravinách má nepriaznivý vplyv na zdravie človeka a zvierat (3).

Metylortuť sa vo vodnom prostredí dostáva do planktónu a rýb (v ich tkanivách môže dosahovať až miliónkrát vyššie koncentrácie ako v okolitej vode), a tak sa môže dostať do potravinového reťazca človeka. Keďže príjem ortuti potravou je podstatnejší a závažnejší ako inhalačnou a mimoústnou cestou, ortuť má v celkovej bilancii organizmu význam ako kontaminant potravín. Všeobecne možno s veľkou pravdepodobnosťou tvrdiť, že medzi kvalitou potravín (spojenou s kontaminovaním ortuťou) a zdravotným stavom populácie je priama úmera.

K neprofesionálnej expozícii ortuti môže dochádzať podľa počtu amalgámových dentálnych výplní, predovšetkým v kombinácii so žuvaním žuvačky a škrípaním zubov. V týchto prípadoch

dochádza k uvoľneniu ortuti z amalgámových výplní (3, 8).

Chlorid ortutnatý pri požití veľkej dávky a koncentrácii vyššej ako 10 % vo vode zapríčiňuje brušné kŕče, krvavú hnačku a anúriu. Po vystavení sa vplyvu tejto formy ortuti sa objavuje ortuť aj v tubulárnych bunkách v obličkách. Strata týchto buniek má za následok afunkciu obličiek, vzniká albuminúria a retencia tekutín. Následkom šoku a poruchy obličiek môže dôjsť v priebehu 24 hodín k exitu. Príjem nízkych koncentrácií chloridu ortutného vodou alebo potravou môže vyvolať autoimunitnú reakciu obličiek. K intoxikácii došlo aj následkom používania kalomelu ako prísady do zubných pást (3, 8).

**Otravy organickou ortuťou** sa primárne vyskytujú v dôsledku kontaminácie potravín metylortuťou. V nasledujúcej časti uvádzame zaznamenané prípady, pri ktorých došlo k neúmyselnej kontaminácii potravín ortuťou a následne k ich požitiu:

- **Irak** – obilie ošetrované pesticídmi s obsahom metylortuti bolo omylom použité na výrobu chleba, hlavného zdroja potravy (9).
- **Faerské ostrovy** – kontaminované ryby a veľrybie mäso (10).
- **Japonsko, Kanada a Nový Zéland** – hlavnou príčinou otravy boli ryby kontaminované metylortuťou (9).
- **Oblasť Stredoziemného mora** – rybári a rodiny rybárov sú vystavené vplyvu rôznych koncentrácií ortuti z rýb.
- **USA** – rodiny farmárov boli vážne postihnuté po konzumácii mäsa ošípaných, ktoré boli kŕmené obilím kontaminovaným metylortuťou (3, 10).

### Vstup kožou – kontakt

Vstup škodliviny do organizmu kožou býva často podceňovaný. Závažné otravy akútneho alebo chronického charakteru kožnou cestou môžu byť vyvolané niektorými anorganickými látkami, ich zlúčeninami (toxické kovy a pod.) a látkami organickými, dobre rozpustnými vo vode a v lipidoch. V bežnom pracovnom procese sa nevenuje dostatočná pozornosť možnému prieniku chemických látok cez pokožku, čo v niektorých prípadoch môže viesť k ťažkému poškodeniu zdravia. Pri vy-

sokotoxických látkach nemusí zaručiť dostatočnú ochranu ani ochranná maska s účinným filtrom (7).

Anorganické zlúčeniny, napríklad kalomel (chlorid ortutný) sa používali v medicíne ako súčasť masťí a kozmetických prípravkov (krémy, pleťové vody, teľové mlieka, mydlá) i liekov pri liečení hyperpigmentácií. Využívali sa i pri liečbe syfilisu. Biely precipitát sa používa ako antiseptikum v očnom lekárstve. Rôzne obmedzenia pri predpisovaní takýchto liekov a spotrebných produktov znížili expozíciu ortuti (8).

V literatúre sa opisuje prípad ťažkej otravy, ktorý nastal po aplikácii masťí s 10 % HgNH<sub>2</sub>Cl na kožu pri ekzéme. Po troch týždňoch aplikácie (spolu 4 g ortuti) vzniklo ťažké poškodenie centrálnej nervovej sústavy s polyneuropatiou a nefrotickým syndrómom. Poškodenia s fotoalergickou reakciou sa zaznamenali po tetovaní rumelkou. Ortuťné zlúčeniny boli súčasťou viacerých čistiacich prostriedkov a tiež dezinfekčných prípravkov (interne, externe). Zásaditý kyanid ortutnatý sa vo veľmi zriedených roztokoch používa na dezinfekciu (5).

### Parenterálny vstup

V literatúre je zaznamenaný kuriózný prípad ošetrovatelky, ktorá si v samovražednom úmysle vstrekla do žily 2 ml (27 g) kovovej ortuti. Veľká časť sa nahromadila v pravej komore srdca, vytvorila malé „jazierko“ ortuti zistiteľné RTG vyšetrením. Dotyčná zomrela o niekoľko rokov na pľúcnu tuberkulózu (11).

Vakcíny proti čiernemu kašľu, diftérii, tetanu, *Haemophilus influenzae* typu B a hepatitídy B, podávané parenterálne, boli konzervované malými množstvami timerosalu, ktorý obsahoval 49 % etylovej ortuti. Motiváciou na zavedenie timerosalu do procesu výroby vakcín bolo úmrtie dvanástich z 21 detí očkovaných na stafylokokovú infekciu v roku 1928. Pre narastajúci počet prípadov autizmu vznikli neskôr obavy, že aspoň u niektorých detských pacientov ho mohla vyvolať ortuť z timerosalu. Preto boli vakcíny obsahujúce timerosal stiahnuté z amerického a európskeho trhu a výrobcovia začali prechádzať z viacdávkových balení na jednodávkové balenia bez obsahu timerosalu (3, 12).

## Záver

Kedže ortuť a jej zlúčeniny sú pre ľudský organizmus toxické, v praxi odporúčame poukázať na deti, gravidné ženy a ženy vo fertilnom veku ako na obzvlášť citlivú skupinu obyvateľstva, poukázať na pacientov s ochorením parenchymatóznych orgánov a nervovej sústavy, poukázať na obyvateľov trvalo žijúcich v oblastiach s vysokými koncentraciami ťažkých kovov, poukázať na pracovníkov exponovaných počas pracovného procesu a zamestnancov laboratórií s analyzátorom AMA 254, vyzývať zástupcov priemyslu a jednotlivé vlády, aby radikálne znížili imisie a takto umožnili bezpečne konzumovať ryby, dôležitú časť potravy, s menším rizikom, správne likvidovať energeticky úsporné žiarivky, výrobky obsahujúce ortuť, prípadne ortuťové teplomery.

Vybraným skupinám ľudí (deti, gravidné ženy, ženy vo fertilnom veku, obyvatelia z kontaminovaných území, pracovníci vo vybraných chemických prevádzkach, pracovníci laboratórií, pacienti s ochorením parenchymatóznych orgánov a nervovej sústavy) navrhujeme:

- vyvarovať sa konzumácie rýb a výrobkov z nich alebo aspoň obmedziť konzumáciu predátorov rýb,
- obmedziť konzumáciu húb, nekonzumovať plody (maliny, ríbezle, semiačka slnečnice, maku), nadzemné časti rastlín (šalátové listy, špenát, púpavové listy) a huby z oblastí s vysokým obsahom ortuti v pôde.

U obyvateľov, ktorí trvalo žijú v oblastiach so silnou kontamináciou ortuťou (napríklad stredný Spiš), a u pracovníkov dlhodobo vystavených vplyvu spomínaných ťažkých kovov v pracovnom procese navrhujeme zmeniť skladbu potravín. Realizácia týchto návrhov môže znížiť prísun ortuti do organizmu potravou. Týmto sa môže predísť vystaveniu organizmu vplyvu ortuti, ktoré vedie k poškodeniu nervového systému, poškodeniu plodu počas intrauterinného vývoja alebo k iným fatálnym následkom.

## Literatúra

1. Komínková D. Ekotoxikologie. Praha: České vysoké učení technické; 2008.

2. Buchancová J, et al. Pracovné lekárstvo a toxikológia. Martin: Osveta; 2003.
3. Kimáková T. Ortuť v životnom prostredí a jej vplyv na zdravie. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach; 2017.
4. Davidson PW, et al. Mercury exposure and child development outcomes. *Pediatrics*. 2004;113:1023-1029.
5. Kolenič J. Ortuť a jej zlúčeniny. In: Buchancová J, et al. Pracovné lekárstvo a toxikológia. Martin: Osveta; 2003.
6. Gáliková E, Žigová A, Tomíková K. Toxicita Hg z hľadiska profesionálneho a neprofesionálneho. Podpora zdravia, prevencia a hygiena v teórii a praxi – II. Martin: JLF UK; 2003.
7. Beseda I, et al. Toxikológia. Košice: Elfa, s. r. o.; 1999.
8. Smith CM. Mercury in Massachusetts – Appendix D: An evaluation of sources emissions, impacts and controls. Massachusetts Department of Environmental Protection Office of Research and Standards; 1996.
9. Sedlák V, Poráčová J. Environmentálna toxikológia. Prešovská univerzita v Prešove; 2015.
10. Dalgard C, et al. Mercury in the umbilical cord: Implications for risk assessment for Minamata disease. *Environ. Health Perspect*. 1994;102:548-550.
11. Klein O, Bencko V. Ekologie člověka. Praha: UK, Karolinum; 1997:12.
12. Urban P. Aktuální problémy neurotoxicky rtuti. *Neurologia pre prax*. 2006;5:251-253.

## Doc. MVDr. Tatiana Kimáková, PhD.

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach,  
Lekárska fakulta, Ústav verejného zdravotníctva  
a hygieny  
Šrobárova 2, 041 80 Košice  
tatiana.kimakova@upjs.sk