

## VPLYV ORTUTI NA POŠKODENIE ĽUDSKÉHO ORGANIZMU

---

*Tatiana KIMÁKOVÁ*

**Abstrakt:** Príspevok je zameraný na súvislosť vplyvu ortuti a poškodenia ľudského organizmu. Ortuť je charakterizovaná ako chemický prvok, sú popísané jej formy, toxicita, využitie. Ďalej s autorka venuje najvýznamnejším cestám vstupu ortuti do organizmu, jej transportným mechanizmom, distribúcií a exkrécii. Ortuť patrí medzi faktory, ktoré sú pre ľudský organizmus nebezpečné už pri minimálnej koncentrácii, jej hlavný príjem sa deje potravou.

**Kľúčové slová:** Ortuť, zdravie, riziko, príjem, metabolizmus, distribúcia, exkrécia, toxicita, potrava, poškodenie

### Úvod

Na konferencii UNESCO v roku 1967 sa o životnom prostredí prijala nasledovná definícia: „životné prostredie človeka je tá časť sveta, s ktorou je človek vo vzájomnej interakcii, t. j. ktorú používa, ovplyvňuje ju a prispôsobuje sa jej“. Z medicínskeho hľadiska ho definujeme širšie – ako súhrn fyzikálnych, chemických, biologických a sociálnych javov a procesov, ktoré majú priamo alebo nepriamo vplyv na zdravie a pohodu ľudí, jednotlivcov i populácií (Ševčíková a kol., 2006).

Nepriaznivý vplyv životného prostredia na rastliny a živočíchy je evidentný v oslabení ich populácie a znížení biologickej rôznorodosti, vrátane vymiznutia niektorých druhov. Keďže celý vývoj ľudskej spoločnosti bol spojený s technológiou získavania a spracovania kovov, v jazerách, rybníkoch a riekach v rôznych častiach sveta bola zistená zvýšená koncentrácia ťažkých kovov a ďalších biologických jedov a následný zvýšený úhyn vodných organizmov (Kimáková, 1999; Kimáková, 2000 a).

Koncentrácie ťažkých kovov v atmosfére, pôde, vode a v sedimentoch predstavujú vážny ekologický problém. Vstupujú do potravinového reťazca, prostredníctvom ktorého sa dostávajú do ľudského organizmu, kde dochádza k ich postupnej kumulácii.

Z hľadiska pohľadu pôsobenia ťažkých kovov na živý organizmus ich rozdeľujeme na biogénne prvky, ktoré sú nepostrádateľné pre funkciu živej hmoty (meď, zinok, železo) a prvky abiogénne (napr. olovo, ortuť, kadmium a iné), ktorých prítomnosť je v živom organizme škodlivá (Koréneková a kol., 2006).

Xenobiotiká, ktorým sa pripisujú najčastejšie karcinogénne, mutagénne alebo teratogénne účinky, patria medzi jednu z najsledovanejších skupín látok, ktoré nepriaznivo pôsobia na živý organizmus (Poráčová a kol., 2005; Fazekašová a Poráčová, J., 1999).

Medzi dôležité negatívne pôsobiacie ťažké kovy v potravinovom reťazci patrí i ortuť. Na Slovensku je pomerne veľká časť územia kontaminovaná ťažkými kovmi (Kimáková, 1999; Kimáková a Bernasovská, 2005 a; Kimáková a Bernasovská, 2005 b).

## Ortuť ako chemický prvok

Ortuť (Hydrargyrum, Hg) má názov odvodený z gréckeho hydór – voda a argentum – striebro. 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 striebristá kvapalina s kovovým leskom.

Ortuť (Hg) je jediný, pri obyčajnej teplote tekutý kov, ktorý s olovom, zinkom, hliníkom a s medenými zliatinami (napr. mosadzou a bronzom) tvorí veľmi ľahko zliatiny, tzv. amalgámy. So zlatom a striebrom tvorí amalgámy pomalšie, so železom, molybdénom a vanádom ich netvorí vôbec. Z tohto dôvodu sa technická ortuť môže skladovať v železných fľašiach.

## Formy výskytu ortuti

Ortuť môže existovať v troch základných formách:

- kovová ortuť, ktorá sa využíva napr. ako teplomerné médium v sklenených kvapalinových teplomeroch, nemá elektrický náboj (je neutrálna),
- anorganická ortuť, kladne nabitá nábojom <sup>+1</sup> alebo <sup>+2</sup>,
- organická ortuť v uhlíkových zlúčeninách.

Chemická forma výskytu ortuti ovplyvňuje jeho adsorpciu a transport v tele. Elektricky nenabitá ortuť ľahko prechádza do buniek. Ortuť s nábojom nemôže prechádzať cez niektoré bariéry, akou je napr. hematoencefalická bariéra v mozgu. Je tvorená endotelovými bunkami mozgových kapilár spojenými zonulae occludentes a astrocytmi; v dôsledku čoho je obmedzovaná látková výmena medzi krvou a tkanivom CNS. Podobne je to u placenty, v ktorej sa uskutočňuje výmena plynov a prísun živín do plodu krvného obehu matky a plodu pri takmer úplnom oddelení. Do buniek sa ortuť nedostáva ihneď, ale najprv sa musí stať súčasťou inej molekuly. Organické zlúčeniny s obsahom ortuti sa môžu akumulovať i v poikilothermných organizmoch, ako sú napr. ryby.

Distribúcia a toxicita ortuti v tele je mnohostranná, pretože každá z troch foriem ortuti môže byť zmenená na ktorúkoľvek inú formu.

Kovová ortuť (Hg<sup>0</sup>) sa môže zmeniť na pozitívne nabitú anorganickú formu (Hg<sup>+1</sup> a Hg<sup>+2</sup>) ako výsledok chemického procesu oxidácie. Kovová ortuť je spravidla zdrojom chronických otráv, môžu sa však vyskytovať i otravy subakútne a akútne. Hlavnou príčinou je vdychovanie pár. Koncentrácia ortuti v nasýtenom ovzduší je i za nízkych teplôt z hľadiska jeho toxicity vysoká (Krätsmar – Šmogrovič, 1994; Večerek a kol.; 1980; Gažo a kol., 1981).

Anorganická forma ortuti môže byť transformovaná na kovovú ortuť redukciou v metylovej skupine CH<sub>3</sub> a vytvoriť organickú zlúčeninu ortuti.

Organické zlúčeniny ortuti sa môžu sami metabolizovať odstránením uhlíka (napr. demetyláciou) a ostáva čistá ortuť (Kimáková, 1999).

## Ortuť v životnom prostredí

Zvýšený výskyt toxických kovov v životnom prostredí má negatívny dopad na zdravie ľudí a zdravie a úžitkovosť hospodárskych zvierat. Dochádza ku znižovaniu hygienickej kvality živočíšnych produktov s vyšším obsahom toxických prvkov v mäse, v mlieku, vo vnútorných orgánoch a pod. a k zníženiu reprodukčných a rastových ukazovateľov. Pretože tkanivá a produkty hospodárskych zvierat majú dôležitú úlohu vo výžive ľudí, je potrebné sledovať priebežne i obsah ortuti v mäse, v mlieku, vo vajciach a vo výrobkoch z nich z hľadiska možnej intoxikácie samotných zvierat a následne i ohrozenia zdravia ľudí (Kimáková a Bernasovská, 2007 a; Kimáková a Bernasovská, 2007 b; Kimáková a Koréneková, 2004).

Ortuť je jediný, pri bežných podmienkach kvapalný kov, ktorý sa odparuje už pri izbovej teplote, čo značne rozširuje možnosti jej šírenia v životnom prostredí. Všetky zlúčeniny ortuti sú toxické. V minulosti prevládali otravy anorganickými zlúčeninami ortuti, v súčasnej dobe narastá riziko otravy organickými zlúčeninami.

Toxicita ortuti je podmienená množstvom, ktoré sa dostane do tela. Účinky ďalej závisia od koncentrácie, ktorá sa dosiahne v určitých orgánoch, ako napr. mozog alebo obličky, ktoré sú citlivé na intoxikáciu ortuťou. Faktory, ktoré ovplyvňujú množstvo ortuti a jej intoxikáciu sú hlavne: množstvo prijatej ortuti (absorbcia kožou, inhalácia pľúcami, perorálna cesta), vstup do krvného obehu, rýchlosť distribúcie do ďalších orgánov a zmeny ortuti v jej chemickej štruktúre, ktorá môže nastať v rôznych orgánoch pri metabolizme (Smith, 1996).

## Využitie ortuti

Napriek vlastnostiam škodlivým zdraviu ortuť vďaka svojim špecifickým vlastnostiam ostáva nenahraditeľným komponentom pre mnohé aplikácie a výrobu.

Ortuť sa používa pri úprave a metalurgii zlata, striebra a platiny, v elektrotechnike a osvetľovacej technike (žiarivky), v elektrochémii a laboratórnej praxi (elektrolyzéry – elektrolytická výroba chlóru a hydroxidu sodného, vákuové čerpadlá, tlakomery, teplomery, atď). Ortuť sa používa aj pri výrobe dentálnych amalgámov. Zlúčeniny ortuti sa uplatňujú ako impregnačné a dezinfekčné látky. V organickej technológii sú veľmi významné ortuťové katalyzátory (Baláž a Tréger, 2003).

Najviac ortuti sa spotrebuje na chemické a lekárske účely, potom na výbušniny, pri výrobe farieb, v elektrotechnike, v strojárstve (napr. ortuťové turbíny) a pri ťažbe zlata (Remy, 1962). Používa sa na plnenie teplomerov, tlakomerov, nanometrov, vývev a iných meracích prístrojov, na výrobu elektród, farbív, amalgámu a bižutérie (Kolenič, 2003).

U niektorých etnických skupín sa ortuť používa v kozmetických prípravkoch, pri použití ktorých sa uvoľňujú pary ortuti. Tieto skupiny tiež používajú elementárnu ortuť pri náboženských obradoch.

Vyznávači niektorých Latino a Afro-karibských tradícií, ako napr. Sanataria, Voodoo a Espiritismo nosia amulety z ortuti, striekajú ju na zem, pridávajú ju do sviečok alebo olejových lúč. Vo viere, že tekutá ortuť je spojená s magickými schopnosťami (podľa nich prináša šťastie, lásku a bohatstvo) ju používajú pri kúzlach. Niekedy sa využíva ako liek, najmä pri tráviacich ťažkostiach (Davidson, 2004).

V súvislosti s používaním ortuti pri náboženských obradoch Environmental Protection Agency vydala pokyny, v ktorých upozorňuje na vážne riziká intoxikácie ortuťou (EPA, 1997).

## **Pracovné prostredie**

Profesionálne riziko pre človeka z aspektu expozície ortuti tvoria rôzne odvetvia priemyslu a niektoré pracovné činnosti ako napr.: spracovanie rúd s obsahom ortuti, základný chemický priemysel, výroba elektrotechnických zariadení, výroba meracích prístrojov, farmaceutický priemysel, výroba mydla a toaletných potrieb, aplikácia dentálnych výplní, výskumné a vzdelávacie ústavy, spracovanie kožušín a plstí, morenie osiva a iné.

V pracovnom prostredí najčastejšie ide o expozíciu pár kovovej ortuti.

Expozíciu zvyšuje často kontaminácia pracovného odevu, nedostatočná hygiena celého tela, jedenie a fajčenie na pracovisku, kontaminácia podlahoviny a stien, zlá technologická disciplína a pod. (Gáliková a kol., 2002; Gáliková a kol., 2003). Chronické profesionálne intoxikácie ortuťou sa vyskytovali v minulosti najmä pri tavbe rúd, obsahujúcich ortuť v Rudňanoch (Kolenič, 2003).

## **Cesty prieniku ortuti do organizmu**

Pri hodnotení toxického účinku škodlivín a jedov vychádzame z miest vniku do organizmu. Vstup je možný inhaláciou pľúcami, kožou, alebo gastrointestinálnym traktom.

Častokrát jedna a tá istá látka vstupuje do organizmu viacerými cestami (Besda, 1999).

## **Adsorpcia**

Ortuť sa do živého organizmu môže dostať rozličným spôsobom. Jej možnosti adsorpcie po kontakte so živým organizmom rôznymi cestami sú znázornené v tab 1.

Tab. 1 Množstvo adsorpcie ortuti po kontakte rôznymi cestami (Smith, 1996)

Formy ortuti	Požitie (per orálne)	Dermálny kontakt	Inhalácia
<i>kovová</i> napr. v teplomeroch	veľmi nízke pre tekutú formu	stredný pre prchavú formu	vysoká pre prchavú formu
<i>anorganická</i> napr. v kozmetike ako prísada	nízke až stredné (vyššie u kojencov a detí)	nízky až stredný	nízka až stredná
<i>organická</i> metylortuť, akumulácia u rýb	nízke	nízky až stredný	vysoká

## Vstup pľúcami – inhalačná cesta

Inhalácia škodlivín je najdôležitejšou a najčastejšou bránou vstupu do organizmu spoločne s vdychovaným vzduchom. Určité množstvo vdychnutej látky sa v pľúcach zachytáva a vstrebáva, ďalšia časť je opäť vydychnutá. V respiračnom aparáte sa vstrebávajú plyny, pary a dobre rozpustné aerosóly.

Množstvo vstrebanej látky pľúcami je závislé na viacerých faktoroch, napr. fyzikálno-chemické vlastnosti vstrebávanej látky, jej rozpustnosť vo vode a v tukoch, prchavosť a pod., no záleží tiež na intenzite fyzickej práce, veku a zdravotnom stave exponovanej osoby (Beseda, 1999).

Expozícia kovovej ortuti je primárne najčastejšie spôsobená výparmi ortuti pri priemyselnom používaní a expozíciou výparmi Hg z dentálneho amalgámu a kvapalnej Hg v domácnostiach. Výpary Hg v domácnosti sú spravidla následkom rozbitia teplomeru alebo ortuťových termostátov, kedy dochádza k vyparovaniu striebornej kovovej Hg. Krátkodobá expozícia vysokej koncentrácii vo vzduchu sa prejavuje bolesťami v oblasti hrudníka, bronchitídou a pneumóniou. V literatúre je popísaná veľká epidémia medzi robotníkmi v baniach na zlato, ktorí boli intoxikovaní kovovou ortuťou v Amazonskom dažďovom pralesi pri extrakčných procesoch spracovania zlata, v úpravovniach a pri práci so zlatom, (Branches a kol., 1993). Je známa kazuis-tika osoby intoxikovanej ortuťou, ktorá bývala nad zlatníckou dielňou. Koncentrácia ortuti v ovzduší sa pohybuje v rozmedzí 1–5  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  na vidieku a 7–10  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v mestách a vo zvýšenom množstve sa nachádza v ovzduší priemyselných oblastí, v okolí spaľovní, kafilérií (podnik na spracovanie tiel uhynutých zvierat a odpadov živočíšneho pôvodu) a krematórií ľudských tiel (Rosival a kol., 1992, Kolenič, 2003).

## Vstup tráviacim aparátom – gastrointestinálna cesta

Vstup škodlivín touto cestou do organizmu je najčastejšie z nedbanlivosti pracovníkov. Pri konzumácii jedla si nedostatočne alebo vôbec neumyjú ruky. Mnohé poznatky o chronických a akútnych otravách touto cestou sa získali pozorovaním skutočne vzniknutých prípadov. Tento fakt zdôrazňuje nevyhnutnosť dodržiavať všetky bezpečnostné predpisy pri práci s jedmi a škodlivinami (Beseda, 1999).

Obr. 2 znázorňuje kontamináciu životného prostredia chemickými látkami, ako

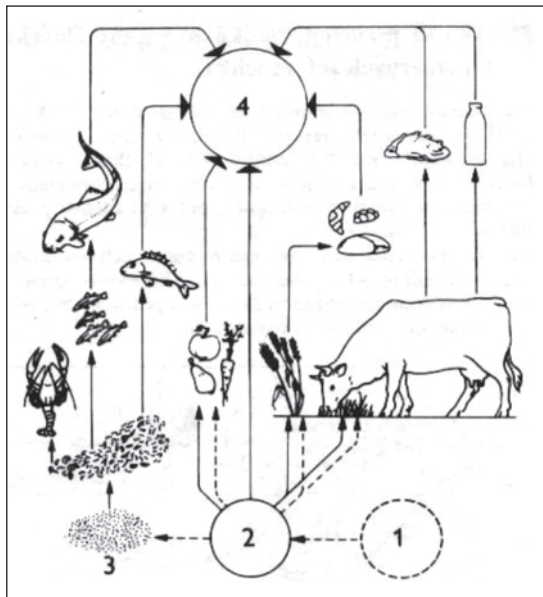
sú napr. priemyselné odpady, toxické kovy, pesticídy, priemyselné emisie a pod. Vstupujú do pôdy, vody a tým aj do krmovínového a potravinového reťazca a dostávajú sa spoločne s prijímanou potravou do zažívacieho aparátu organizmu (Tólgýessy a kol., 1989).

Ortuť, jej anorganické a organické zlúčeniny patria medzi cudzorodé látky v potravinách. Dostávajú sa do potravín z pôdy, vody a z ovzdušia ako kontaminanty, t.j. ako substancie, neúmyselne pridané do potravin. Prítomnosť ortuti a jej zlúčenín v potravinách môže mať nepriaznivý vplyv na zdravie človeka a zvierat (Nuttal, 2004; Kimáková, 1999; Kimáková, 2005; Kimáková a Bernasovská, 2007a; Kimáková a Bernasovská, 2007b).

Pretože príjem ortuti s potravou je podstatnejší a závažnejší ako inhalačnou a mimoústnou cestou, má ortuť v celkovej bilancii v organizme podstatný význam ako kontaminant potravín. Medzi kvalitou potravín (ich kontamináciou ortuťou) a zdravotným stavom populácie je priama úmera. Toxicita anorganickej ortuti vyplýva z požitia (per os) alebo z priameho kontaktu s kožou s anorganickou ortuťou. Môže sa objaviť aj ako výsledok transformácie kovovej Hg na anorganickú (Smith, 1996; Kimáková a Koréneková, 2004; Kimáková a Bernasovská, 2007a,b; Kimáková a Bernasovská, 2005a). Mason a kol. (2001) poukazujú na možnosti neprofesionálnej expozície ortuťou podľa počtu amalgámových dentálnych výplní, predovšetkým v kombinácii so žuvaním žuvačky a škrípaním zubov. V týchto prípadoch dochádza k uvoľneniu Hg z amalgámových výplní.

Chlorid ortutnatý pri požití veľkej dávky a koncentrácií vyššej ako 10 % vo vode zapríčiňuje brušné kŕče, krvavú hnačku a anúriu. Po expozícii touto formou ortuti sa objavuje 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 ku exitu. V minulosti boli intoxikácie často výsledkom používania kalomelu ako prísady do zubných pást (Smith, 1996).

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



Obr. 2 Schéma potravinového reťazca, ktorým sa toxické látky z pôdy dostávajú do ľudského organizmu (Tólgýessy a kol., 1989).  
1 – pôda, 2 – voda, 3 – planktón, 4 – človek

**Irak** – obilie ošetrované pesticidom s obsahom metylortuti bolo omylom použité na výrobu chleba, hlavného zdroja potravy (Bakir a kol., 1973).

**Japonsko, Kanada a Nový Zéland** – hlavným zdrojom boli ryby kontaminované metylortuťou (Takeuchi, 1975; Mc Keown-Eyssen a kol., 1983; Kjellstron a kol., 1986; 1989).

**Faerské ostrovy** – kontaminované ryby a veľrybie mäso (Grandjean a kol., 1992; Dalgard, 1994).

**Oblasť Stredozemného mora** – rybári a ich rodiny sú exponované rôznymi koncentraciami ortuti z rýb (Franchie a kol., 1994).

**USA** – rodiny farmárov boli vážne postihnuté po konzumácii mäsa ošípaných, ktoré boli kŕmené obilím, kontaminovaným metylortuťou (Davis a kol., 1994).

## Vstup kožou – cestou kontaktu

Vstup škodliviny do organizmu kožou býva často podceňovaný. Vážne otravy akútneho alebo chronického charakteru touto cestou môžu byť vyvolané jednak niektorými anorganickými látkami a ich zlúčeninami (toxické kovy a pod.), ako aj látkami organickými, zvlášť tými, ktoré sú dobre rozpustné vo vode a súčasne v lipidoch. Táto cesta sa môže stať významnou hlavne u vysokotoxických látok, kde ani ochranná maska s účinným filtrom nemusí zaručiť dostatočnú ochranu.

V bežnom pracovnom procese sa spravidla nevenuje dostatočná pozornosť možnému prieniku chemických látok cez pokožku, čo v niektorých prípadoch môže viesť ku ťažkému poškodeniu zdravia (Beseda, 1999).

Kolenič (2003) uvádza prípad ťažkej otravy po aplikácii masti s 10 %  $\text{HgNH}_2\text{Cl}$  na kožu pri ekzéme. Po 3 týždňoch aplikácie (spolu 4 g ortuti) vzniklo ťažké poškodenie CNS s polyneuropatiou a nefrotickým syndrómom. Poškodenia s fotoalergickou reakciou sa zaznamenali po tetovaní rumelkou.

Anorganické zlúčeniny, ako napr. kalomel (chlorid ortutný) sa používali v medicíne ako súčasť mastí a kozmetických prípravkov (krémy, pleťové vody, telové mlieka, mydlá) i liekov pri liečení hyperpigmentácií. Využívali sa i pri liečbe syfilisu. Biely precipitát sa používa ako antiseptikum v očnom lekárstve (Krätsmar – Šmogrovič a kol., 1994).

Ortutné zlúčeniny boli súčasťou viacerých čistiacich prostriedkov a dezinfekčných prípravkov (interne, externe). Zásaditý kyanid ortutnatý sa vo veľmi zriedených roztokoch používa k dezinfekcii.

Zlúčeniny ortuti sú zložkou suchých batérií, používaných v pomôckach pre nedoslýchavých (Kolenič, 2003).

Súčasná obmedzenia pri predpisovaní liekov a spotrebných produktov znížili expozíciu ortuťou (Smith, 1996).

## Vstup parenterálne

Za parenterálnu bránu vstupu biologicky účinnej látky či škodliviny považujeme inú cestu vstupu látky do organizmu ako zažívacím aparátom – napr. injekčne intramuskulárne, intravenózne, subkutánne a intraperitoneálne (Beseda, 1999).

Davidson a kol. (2004) uvádzajú, že niekoľko rokov vakcíny proti čiernemu kašľu, diftérii, tetanu a Haemophilus influenza typu b a hepatitídy B, podávané parenterálne, boli konzervované malými množstvami thimerosalu, ktorý obsahoval 49 % etylovanej ortuti.

V literatúre je zaznamenaný kuriózný prípad ošetrovateľky, ktorá si v samovražednom úmysle vstriedla do žily 2 ml (27 g !) kovovej ortuti. Veľká časť aplikovanej ortuti sa nahromadila v pravej komore srdca, kde vytvorila malé „jazierko“, zistiteľné RTG vyšetrením. Dotyčná zomrela po niekoľkých rokoch na pľúcnu tuberkulózu (Klein a Bencko, 1997).

## Transport ortuti v organizme

Jednotlivé formy ortuti sa po absorpcii v organizme rôzne distribuujú a metabolizujú ako je znázornené v tab. 2.

Tab. 2 Osud ortuti v organizme (Smith, 1996).

Formy ortuti	Vychytávanie ortuti v orgánoch	Transformácia na iné formy	Celotelový polčas rozpadu (mesiace)	Vylučovanie primárne
<i>kovová</i>	obličky (najčastejšie) mozog fetus pečeň	anorganická	1 – 2	stolicou (najčastejšie) vydychovaním močom
<i>anorganická</i>	obličky (najčastejšie) pečeň mozog (ak je vysoký príjem so značnou transformáciou)	kovová organická	1,5 – 2	močom (najčastejšie)  stolicou do vlasov mliekom
<i>organická</i>	obličky (najčastejšie) mozog fetus pečeň svaly	anorganická	2 – 4	stolicou (najčastejšie) močom do vlasov mliekom

Inhaláciou alebo kožou vo forme pár sa ortuť veľmi dobre resorbuje do krvi, ktorou môže byť transportovaná do jednotlivých orgánov vrátane mozgu. Preniká tiež do erytrocytov, kde sa ľahko transformuje na anorganickú formu. Anorganická ortuť sa potom spätne uvoľňuje do krvnej plazmy a viaže sa s nosičmi proteínov alebo zostáva v erytrocytoch. Kovová ortuť sa transformuje na anorganickú buď v mozgu alebo v pľoche s následnou kumuláciou.



Po orálnom podaní anorganických solí ortuti sa značné koncentrácie Hg nachádzajú v mukóze celého tráviaceho aparátu, najviac však v sliznici čriev. Anorganická ortuť, ktorá sa z čreva dostala do krvi, sa kumuluje v najväčšom množstve v obličkách a v pečeni. Do mozgu sa dostáva len malé množstvo, rovnako i cez placentu.

Organické zlúčeniny ortuti majú väčšiu schopnosť prenikať cez biologické bariéry, vrátane hematoencefalickej. Distribúcia organickej ortuti do orgánov je preto po perorálnom podaní rovnomernejšia. Kumuluje sa v značnej miere aj v mozgovom tkanive. Organické zlúčeniny ortuti ľahko prenikajú cez placentu a nachádzajú sa v rozličných koncentráciách vo fetálnych orgánoch (Bartík, 1985).

Dumont (1995) zistil, že v priebehu 48 hodín po expozícii organizmu ortuťou sa vo zvýšenej miere v obličkách syntetizuje bielkovina metaloproteín, ktorý ortuť viaže a tým ju aj kumuluje. Mení sa aj jej biologický účinok. Vzniknutý komplex ortuť-bielkovina je rozmerom veľký, a preto sa z organizmu vylučuje dlhodobo.

Po čase môže ortuť disociovať a uvoľnená tak môže poškodiť obličky v čase, keď zdroj intoxikácie bol eliminovaný. Obličky nie sú len orgánom, v ktorom dochádza k vylučovaniu ortuti z organizmu, ale aj orgánom, ktorý ju primárne vychytáva a kumuluje.

Za biochemickú bázu toxicity ortuti sa považuje jej interakcia s tiolovými skupinami – SH enzýmov. Už nízke koncentrácie iónov  $Hg^{2+}$  inhibujú desiatky enzýmov. Rôzne orgány uvoľňujú akumulovanú ortuť rozdielnou rýchlosťou, pričom bolo zistené, že obličky a mozog sú kontaminované Hg po celý život (Dumont, 1995).

## Distribúcia ortuti

Rozsah poškodenia orgánov súvisí hlavne s koncentráciou ortuti. Jej distribúcia závisí nielen od fyzikálnych vlastností ( $Hg^0$  a organické zlúčeniny sú lipofilné), ale aj od anatomickej skladby orgánov (Kolenič, 2003).

Histochemické štúdie dokázali, že ortuť sa v intoxikovanom organizme distribuuje do všetkých orgánov a tkanív (v podobe granuliék  $HgS$ ), pričom najvyššia koncentrácia sa zaznamenáva v kôre obličiek a v pečeni (Kačmár a kol., 1992). Vysoká koncentrácia Hg je v obličkách, ktoré sú orgánom jej eliminácie (Kolenič, 2003).

## Exkrécia ortuti

Po absorpcii sa výpary kovovej ortuti vylučujú dýchaním, stolicou a močom. Po transformácii na anorganickú Hg sa táto vylučuje močom a stolicou.

Ortuť sa vylučuje žľazou komplexne s glutatiónom a dostáva sa do potných, slinných a mliečnych žliaz. Prakticky významné je vylučovanie močom, ktoré je nepravidelné a trvá dlho i po skončení expozície. Hodnoty nad 10  $\mu g/l$  sa považujú za dôkaz zvýšenej expozície (Kolenič, 2003).

Absorbované množstvo kovovej ortuti v tele je redukované približne na 50 % v priebehu 1 až 2 mesiacov nezávisle od jeho celkového množstva. Veľké množstvo ortuti v tele sa odstraňuje z organizmu dlhšie ako malé (Dumont, 1995).

U človeka je priemerný biologický polčas vylučovania pre anorganickú ortuť 60 dní, pre alkylové zlúčeniny Hg 70 dní. Z analytického hľadiska je dôležitá distri-

búcia ortuti do vlasov, nechťov u Ľloveka, do srsti a peria u zvierat. Táto skutoĽnosť sa vyuŹiva diagnosticky a pre účely monitoringu (Maňkovská a Chudík, 1987; Toman a kol., 2003).

## **Záver**

Ortuť patrí medzi ťaŹké kovy, ktoré sú pre Źivý organizmus Źkodlivé i tom najmenšom množstve. V súčasnosti môže dôjsť k poškodeniu organizmu príjmom ortuti hlavne v potrave. Preto má problematika sledovania ortuti a jej zluĽení v Źivotnom prostredí veľký význam, najmä monitoring ortuti v potravinách

Pre vybrané skupiny obyvateľstva, medzi ktoré zaraďujeme potenciálne ma-mičky, gravidné a dojĽiace Źeny, deti, obyvateľov trvale Źijúcich v oblastiach výrazne kontaminovaných ortuťou, pracovníkov vybraných chemických závodov, starších ľuďi a pacientov trpiacich na ochorenie pečene a obľičiek odporúčame nekonzumovať potraviny s vyšším obsahom ortuti – napr. vnútornosti ŹivoĽíchov (obľičky, pečeň), morské ryby (Źralok, meĽúň, tuniak, kráľovská makrela), rastliny a huby na územiach s nadli-mitnými hodnotami ortuti v pôde. Ohrozené skupiny by mali uprednostniť potraviny s nízkym obsahom ortuti – mlieko a mlieĽne výrobky, svalovinu zvierat, ovocie a ze-leninu, rastúce mimo zaťaŹených oblastí.

## **IMPACT OF MERCURY ON DAMAGE OF HUMAN ORGANISM**

**Abstract:** This report focuses on the associations between effects of mercury and human organism. Mercury is characterized as a chemical element, its forms, toxicity, usage are described. Further on the author engage in the most significant ways of mercury entering organism, its transport mechanism, distribution and excretion. Mercury belongs among factors that are dangerous to human organism already in minimal concentration, they mainly come through food.

**Keywords:** Mercury, health, risk, intake, metabolism, distribution, excretion, toxicity, food, damage