



Arnika  
Toxické látky a odpady

## PRŮZKUM EXPOZICE RTUTI U PRACOVNÍKŮ VE STOMATOLOGII

Studii vytvořili:

Mgr. Kateřina Trnková

Mgr. Jiří Kristian – Arnika

*Tato studie byla vytvořena za finanční podpory SFŽP a MŽP*



STÁTNÍ FOND  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
ČESKÉ REPUBLIKY

Ministerstvo životního prostředí

říjen 2012

## OBSAH

Obsah	2
1. Úvod	3
2. Metodika	4
3. Výsledky	4
4. Dotazníkové šetření	7
5. Závěr	8
Použitá literatura	9

*Tato studie byla vytvořena v rámci projektu Řízení ekologicky šetrné nemocnice s důrazem na eliminaci toxických látek a nakládání s odpady*

Arnika – Toxické látky a odpady, říjen 2012

## 1. Úvod

Rtuť se v přírodě vyskytuje přirozeně v malých množstvích vázaná v anorganických sloučeninách, jako elementární kov a organická sloučenina – methylrtuť, která vzniká v životním prostředí přeměnou jiných forem rtuti. Z anorganických sloučenin (HgS) se snadno uvolňuje působením tepla a takto vzhledem k snadné dostupnosti je jako kov používána lidstvem již několik tisíciletí. Produkce rtuti celosvětově klesá již od 70. let minulého století, a to v důsledku přísnější recyklace i postupné náhrady ve výrobních procesech vzhledem k rostoucím emisím a rostoucí pozornosti k životnímu prostředí.<sup>(1)</sup>

Toxicita rtuti je poměrně dobře zdokumentovaná. Působí jako vývojový toxikant.<sup>(2)</sup> Řadí se též mezi možné karcinogenní látky kategorie 2B dle hodnocení Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny (IARC).<sup>(3)</sup>

Do lidského těla se rtuť dostává se znečištěným vzduchem (Elementární rtuť se odpařuje při běžné pokojové teplotě). Organická rtuť – methylrtuť, která vzniká přeměnou ostatních forem rtuti, se stává součástí potravního řetězce a dostává se do těl vodních živočichů, především ryb, a hromadí se v tělech vrcholových predátorů včetně člověka.

Snahou omezit její koncentraci v životním prostředí a její toxické dopady se zabývá řada mezinárodních organizací, vlád a iniciativ. Dochází ke snižování výroby, v řadě odvětví je používání rtuti velmi omezeno, případně dochází k nahrazování výrobků s jejím obsahem za nertuťové alternativy např. u teploměrů.<sup>(4)</sup> Stále existují obory, kde část odborné veřejnosti považuje užití rtuti za nenahraditelné.

Používání amalgámu v zubním lékařství je druhou největší oblastí využití rtuti v zemích Evropské unie (první zůstává i nadále chemický průmysl – výroba chloru alkalickou metodou).<sup>(5)</sup>

Dle OSN představuje používání rtuti v zubních výplních asi 10 % celosvětové spotřeby rtuti. V Evropské unii je to asi 20–25 % ze spotřeby rtuti a jedná se o druhé největší využití rtuti v EU.<sup>(6)</sup>

Studie z roku 2002 odhadovala, že v Evropské unii se za rok spotřebuje 70 tun rtuti na amalgámové výplně, v ČR je to 5,8 tun. Novější odhady z roku 2012 počítají v celé EU se spotřebou 55–95 tun ročně. Ze zemí Evropské unie je Česká republika na 5. místě v množství jejího užití pro dentální amalgám (odhad: 3,6 tun rtuti za rok). V emisích rtuti z krematorií v EU je pak ČR na 4. místě.<sup>(7)</sup>

Zubní amalgám je materiál ze slitiny rtuti a směsi dalších kovů (stříbra, cínu, mědi) míchaný 1:1 těsně před aplikací. Jako takový se v lidské populaci používá více než 150 let. Obrušování zubů s výplní amalgámu se z povrchu amalgámu uvolňuje elementární rtuť ve formě par, je uváděno i rozpouštění zubního amalgámu ve slinách a jeho přítomnost v ústní dutině. Odhaduje se průměrný denní příjem elementární rtuti z amalgámových výplní od 3 do 17 mikrogramů za den v závislosti na počtu výplní.<sup>(8)</sup>

K expozici rtuti stomatologických pracovníků v pracovním prostředí dochází především inhalací. Dentisté a sestry mohou být vystaveni těmto zdrojům par rtuti: náhodné úniky rtuti, porouchané směšovače, vyzařování z děravých amalgámových kapslí či děravých zásobníků rtuti, ze starých amalgámových výplní při jejich odvrtávání, při přípravě, aplikaci, broušení a leštění nových výplní, dále z odpařování rtuti z kontaminovaných nástrojů a ze zbytků vyjmutého amalgámu z úst a z použitých kapslí.<sup>(9)</sup> Při odstraňování starého amalgámu vzniká jemný vodní aerosol (kapénky menší než 1  $\mu\text{m}$ ), který obsahuje elementární rtuť, iontovou formu rtuti ( $\text{Hg}^{2+}$ ) a velmi malé částičky zubního amalgámu (1–7  $\mu\text{m}$ ).<sup>(10)</sup>

Výzkum prováděný mezi libanonskými dentisty ukázal, že kontaminace organismu dentistů rtutí (zjištěná ze vzorků vlasů) byla prokazatelně nižší u dentistů, kteří vždy používali ochranné pomůcky – především ochranné masky a rukavice.<sup>(11)</sup>

## 2. Metodika

Cílem této studie je posouzení expozice rtuti u stomatologických pracovníků (dentistů, zubních asistentek, sester a hygieniček), kteří se ve své praxi běžně setkávají s amalgámovými výplněmi. Vzhledem k malému počtu hodnocených a jejich různorodosti je studie pouze orientační. Přesto potvrzuje některé trendy z jiných, podobně zaměřených studií.

Odběr biologických vzorků (v tomto případě vlasů) proběhl u 15 stomatologických pracovníků, 11 žen a 4 mužů, ze 3 oblastí České republiky - z Prahy, Brna a Českých Budějovic. Srovnávací vzorek populace, která není profesionálně vystavena amalgámu, zahrnoval 13 osob, z toho 4 ženy a 9 mužů. K hodnocení obsahu rtuti byl zvolen odběr vlasů, který lze použít ke stanovení celkového obsahu rtuti v těle,<sup>(12, 13)</sup> přestože většinou vyjadřuje převážně hodnoty organické rtuti<sup>(14)</sup> a používá se ke stanovení expozice u konzumentů ryb.

U každé zkoumané osoby bylo nerezovými nůžkami odstřiženo malé množství vlasů ze tří míst v týlní oblasti. Vzorky byly uloženy do plastických sáčků a odeslány do laboratoře. Analýzy vzorků na obsah rtuti provedl Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, Centrum hygienických laboratoří.

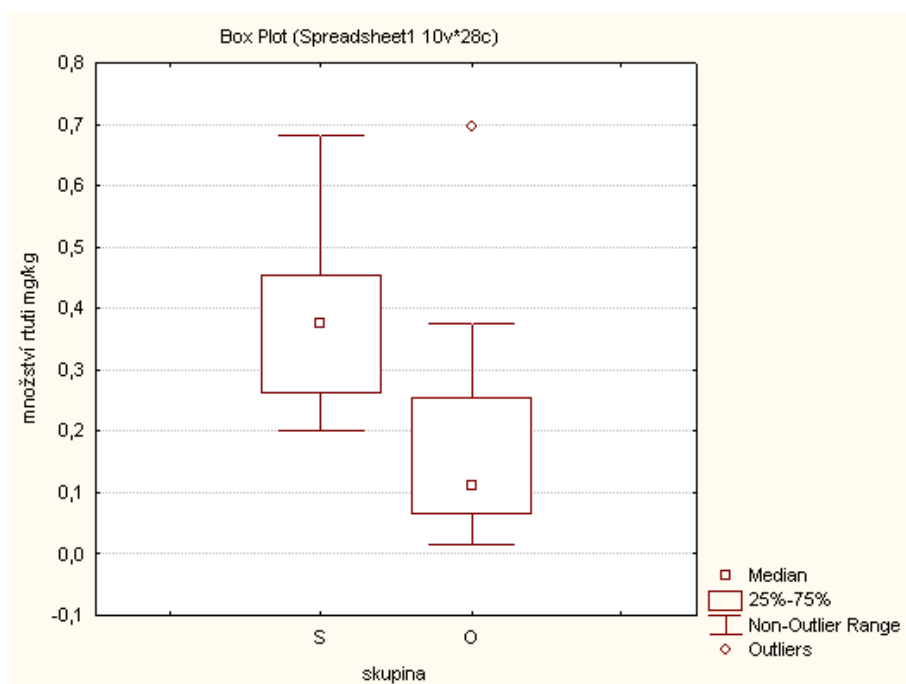
## 3. Výsledky

Souhrn základních výsledků je uveden v tabulce č. 1.

**Tabulka č. 1: Hodnoty rtuti ve vlasech – v mg rtuti na kg vlasů**

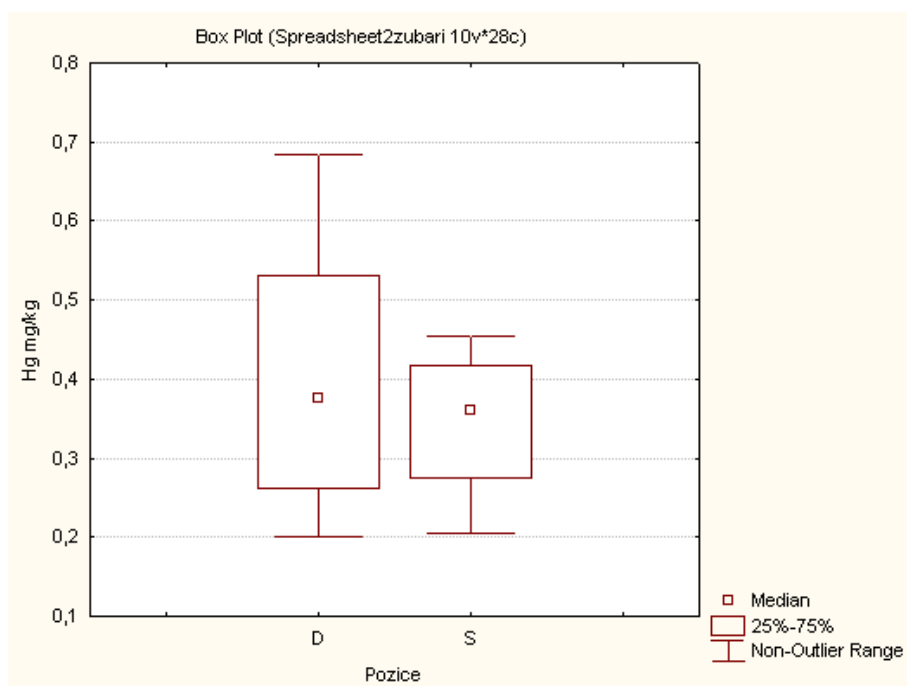
Skupina	Počet vzorků	Aritmetický průměr	Medián	Minimum	Maximum	Geometr. průměr	Směrodatná odchylka
Stomatologičtí pracovníci	15	0,373	0,376	0,201	0,683	0,350297	0,138351
Srovnávací populace	13	0,180	0,110	0,016	0,697	0,110	0,191825

Průměrně se hodnoty rtuti ve vlasech stomatologických pracovníků pohybovaly okolo 0,373 mg rtuti na kg vlasů, v rozsahu 0,201–0,683 mg/kg. V neexponované populaci pak průměrná hodnota dosahovala 0,180 mg/kg, v rozsahu 0,016–0,697 mg/kg. Srovnání obou populací je zobrazeno v grafu č. 1 (pozn.: všechny grafy v této studii nezobrazují průměry, ale mediány).



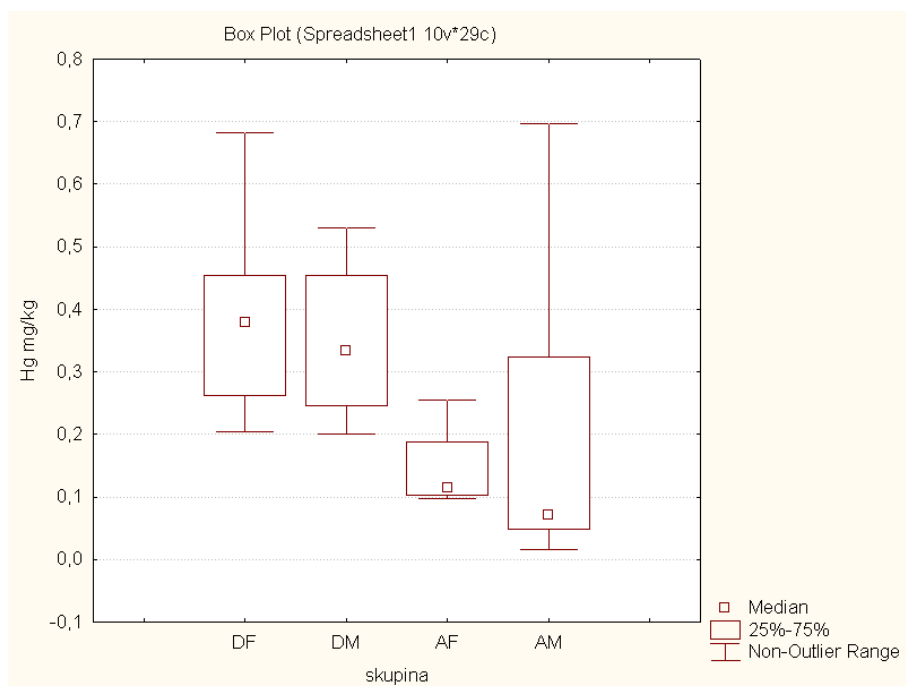
**Graf č. 1. Srovnání hodnot rtuti u stomatologických pracovníků a srovnávacího vzorku populace.** Pozn.: S – stomatologičtí pracovníci, O – srovnávací vzorek populace.

Podobně jako jiné studie<sup>(15)</sup> potvrzují i hodnoty získané v rámci této práce rozdíly mezi expozicí lékařů a zubních sester (viz graf č. 2).

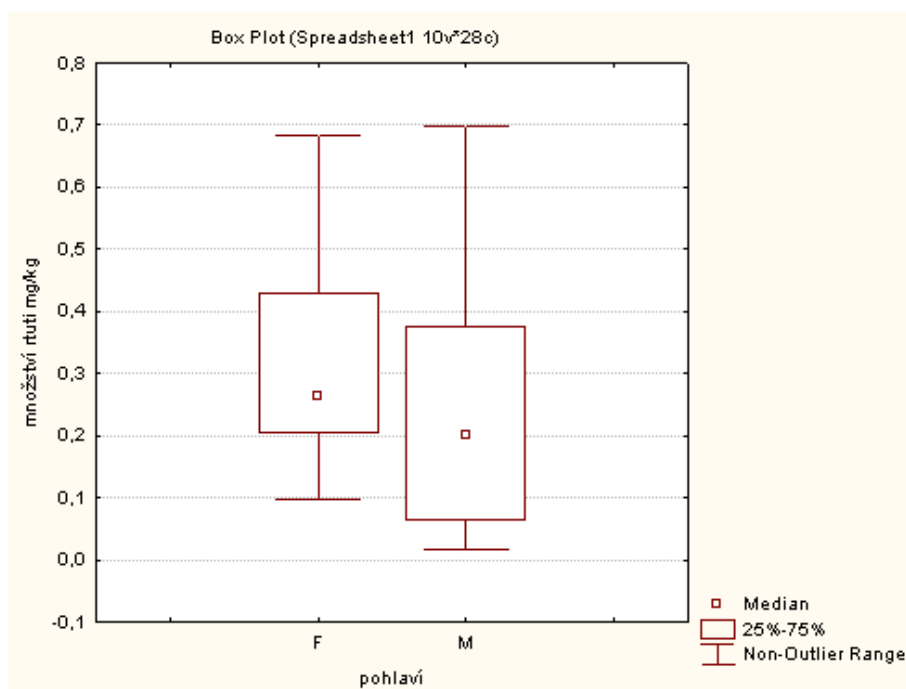


**Graf č. 2. Srovnání hodnot uvnitř vzorku stomatologických pracovníků.** Pozn.: D – dentisté, S – zubní sestry.

Průměrné hodnoty u zubních sester a laborantek dosahují 0,3455 mg/kg s rozsahem minima a maxima 0,205–0,455 mg/kg a u lékařek a lékařů 0,383 mg/kg s větším rozpětím minimum–maximum (0,201–0,683 mg/kg). Srovnání je zobrazeno v grafu č. 2.



**Graf č. 3. Srovnání hodnot rtuti mezi pohlavími sledované a kontrolní populace.** Pozn.: DF – exponovaná populace, ženy, DM – exponovaná populace, muži, AF – kontrolní populace, ženy, AM – kontrolní populace, muži.



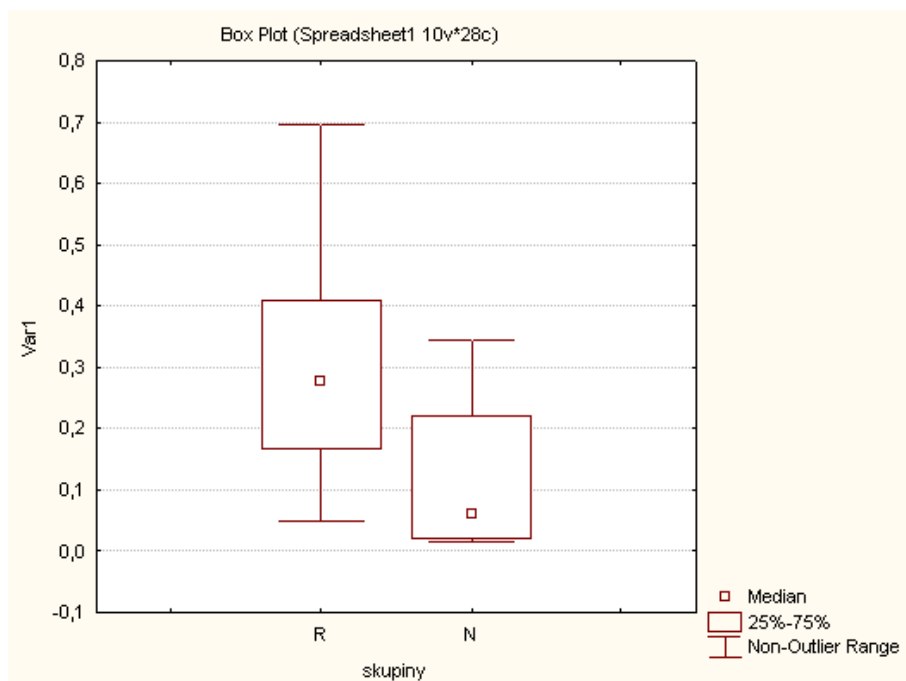
**Graf č. 4. Rozdíly mezi pohlavími bez ohledu na expozici.** Pozn.: F – ženy, M – muži.

Ze srovnání mužů a žen je vidět vyšší zatížení rtutí u žen – průměr 0,318533 mg/kg. Průměr u mužů byl 0,242846 mg/kg. Větší rozdíl může být dán vyšším počtem žen z exponované populace. Rozdíly jsou zobrazeny v grafu č. 4. V případě rozlišení obou populací jsou hodnoty u stomatologických pracovníků 0,38 mg/kg u žen a 0,35 mg/kg u mužů, u kontrolní populace 0,145750 mg/kg u žen a 0,195222 mg/kg u mužů. Vyšší hodnota u mužů v kontrolní populaci je dána výskytem ojedinělé odlehle hodnoty – maxima (0,697 mg/kg), bez této hodnoty průměr dosahuje 0,1325 mg/kg. Srovnání hodnot u pohlaví z obou populací je zobrazeno v grafu č. 3.

#### 4. Dotazníkové šetření

Spolu s odběry proběhlo i dotazníkové šetření. Cílem bylo především zjistit, zda může být výsledná expozice rtuti ovlivněna životním prostředím dotázaných a jejich životním stylem, případně zda nedošlo ke kontaminaci vlasů rtutí těsně před odběrem vzorků. Dotazníky obsahovaly devět otázek, např. počet amalgámových výplní, konzumaci ryb, kouření apod. Pracovníci ve stomatologii měli dotazník rozšířený o další čtyři otázky, týkající se jejich práce, např. délku praxe, četnost kontaktu s amalgámem apod. Výsledky z tohoto šetření nejsou vzhledem k malému vzorku populace příliš jednoznačné. Věk dotázaných stomatologických pracovníků se pohybuje v rozmezí 26–59 let, v případě kontrolní populace 30–64 let. Až na pár výjimek jsou takřka všichni nekuřáci (kuřáci jsou 4 osoby, po dvou z obou populací). Počet plomb se pohybuje od žádné po 13.

Zajímavé je srovnání konzumentů a nekonzumentů ryb (viz graf č. 5), hodnoty rtuti byly výrazně nižší u vzorku populace, která nekonzumuje žádné ryby, a vůbec nejnižších hodnot rtuti ve vlasech dosahovali vegetariáni.



**Graf č. 5. Srovnání hodnot rtuti v mg/kg ve vlasech u konzumentů ryb.**

Pozn.: R – konzumují ryby, N – nekonzumují žádné ryby.

Většina dotázaných stomatologických pracovníků se dostává do kontaktu s amalgámovými výplněmi každý den, i když část pracovníků uvedla, že pouze v případě odstraňování starých výplní a nové již neaplikují. V oboru pracují různou dobu – od dvou let po třicetiletou praxi.

## 5. Závěr

Dle studie z roku 2012 vypracované pro Evropskou komisi je rtuť z dentálního amalgámu významně vystavena v konečném důsledku celá populace EU. Z obyvatel EU jsou nejvíce ohroženi rtuť (methylrtuť) konzumenti ryb, je to zejména obyvatelstvo pobřeží, děti (zejména jejich rozvíjející se nervová soustava) a těhotné ženy. Zvýšeným množstvím rtuti jsou pak vystaveni dentisté a jejich asistentky a pracovníci v průmyslu, který rtuť zpracovává (od výrobců po pracovníky v odpadovém hospodářství).<sup>(16)</sup>

Řada studií v různých státech světa, potvrzuje vyšší nálezy rtuti u stomatologických pracovníků oproti kontrolnímu vzorku populace.<sup>(17, 18)</sup> A to jak přímo – v odběru biologických vzorků (krev, moč, vlasy, nehty aj.), tak i nepřímo – při konkrétních měřeních přímo ve vzduchu na pracovišti. Ohrožení rtuť u pracovníků ve stomatologii bylo jedním z důvodů, které vedly v několika státech EU (Dánsko, Finsko, Nizozemí, Švédsko, Norsko aj.) k výraznému omezení používání amalgámu ve prospěch nahrazení alternativními výplněmi. Nebezpečí představuje amalgám i pro pacienty, obzvláště pro těhotné ženy či děti. Studie zpracovávané v České republice se věnovaly jednak měření koncentrace rtuti v ordinacích v pracovním ovzduší, a to s rozdílem v dýchací zóně stomatologa a sestry (potvrzuje vyšší zatížení stomatologů oproti sestrám), tak i analýzám biologického materiálu (vlasy, moč).<sup>(19)</sup> Srovnání s neexponovanou populací přineslo značný rozdíl – nálezy u stomatologů a sester byly do 10 µg/g a u srovnávacího vzorku populace v řádu desetin µg/g.

Při jednom výzkumu byla monitorována ordinace, ve které se 20 let nepoužíval amalgám, pouze byl ze zubů pacientů odstraňován amalgám starý. V ordinaci byla úroveň rtuti více než třicetkrát vyšší (105 ng/m<sup>3</sup>) než ve vnějším prostředí (3,2 ng/m<sup>3</sup>). Ve chvíli odvrátání starého amalgámu ze zubů pacienta stouplo množství par rtuti v ovzduší ordinace ještě o několik desítek ng/m<sup>3</sup> i navzdory použití odsávačky par.<sup>(20)</sup>

Při jiném výzkumu bylo největší množství rtuti v ordinaci zjištěno na zubařském křesle a v jeho bezprostředním okolí. V průběhu téměř dvou třetin zubních operací stoupla hodnota rtuti v ovzduší nad povolené limity v pracovním ovzduší (dle britských norem), v dýchací zóně dentistů byla nadlimitní koncentrace změřená osobními měřiči ve čtvrtině případů.<sup>(21)</sup>

Problémem mohou být i úniky rtuti z ordinací např. do vodovodních odpadů. Při sanaci 37 uzavřených dentálních klinik ve Stockholmu v letech 1993–2003 bylo značné množství rtuti (průměrně 1,2 kg na klinice) nalezeno v odpadních trubkách. Podobné množství rtuti bylo takto nalezeno i na dalších klinikách ve Švédsku. Z trubek se potom rtuť může uvolňovat i mnoho let po ukončení činnosti kliniky.

Ve Švédsku došlo k 1. červnu 2009 k úplnému zákazu používání zubního amalgámu. Zkušenosti z praxe ve Švédsku ukázaly, že až na naprosté výjimky se lze bez zubního amalgámu obejít a používat dostupné náhrady. Podobný zákaz existuje rovněž v Dánsku a Norsku, přísné omezení pak v Německu, Finsku, Bulharsku, Mongolsku, Vietnamu a Thajsku a i v těchto zemích ze zkušeností vyplývá, že ve většině případů klinické praxe se lze bez amalgámu obejít.

Co se týká ceny, pak kompozitní výplně jsou cca o 5–10 amerických dolarů dražší než amalgámové. Ovšem při použití kompozitních výplní stačí obvykle odvrátat pouze zkaženou



část zubu, tedy mnohem méně než u amalgámové výplně. Ze zubu tak zůstane více a tudíž vydrží déle. Do poměru nákladů mezi použitím amalgámu a vždy dražšími alternativami však musíme započítat i další nepřímé aspekty. Např. čistírenské kaly mohou obsahovat rtuť z dentálních ordinací, pak tyto kaly nelze použít bez dalších úprav jako hnojivo v zemědělství, čímž se náklady uspořené použitím amalgámu vracejí společnosti v celkově zvýšených nákladech.

Některé výplňové materiály z pryskyřice obsahují bisfenol A (BPA), látku působící v organismu jako endokrinní disruptor. To by mohlo znamenat pro pacienty potenciální problém, nicméně dávky BPA, jež se z výplně do organismu uvolňují, jsou nižší než tolerovaný denní příjem (tolerovaný denní příjem stanovený Health Canada, USEPA a EU Scientific Committee for Food) a nepředstavují významné riziko pro pacienta. Přesto by se tyto výplně pokud možno neměly používat, dnes je již dostupná celá řada pryskyřic bez obsahu BPA. Podle průzkumů American Dental Association je BPA stále vzácnější složkou alternativních dentálních výplňových materiálů.<sup>(22)</sup>

Ačkoliv jsou bezpečné alternativy dentálního amalgámu dostupné, řada států EU je používá zatím minimálně a ČR patří mezi ně. V ČR je plných 92 % zubních výplní aplikovaných ročně z amalgámu a jen 8 % z alternativních materiálů.<sup>(23)</sup>

Tématika zákazu amalgámu v České republice vzbuzuje velmi mnoho emocí a protichůdných názorů. Odpůrci zákazu či omezení argumentují zejména tím, že množství nalezených koncentrací rtuti u stomatologů či pacientů po aplikaci amalgámové plomby je výrazně nižší než u obyvatel přímořských oblastí, kteří ve větším množství konzumují ryby. Významné osobnosti či organizace (např. Česká stomatologická komora)<sup>(24)</sup> argumentují i tím, že východiskem by bylo použití tzv. bezpečného nadstandartního dózovaného amalgámu.

Zúčastněné strany se vesměs shodují na potřebě dalších výzkumů a diskuzí.

## Použitá literatura

<sup>(1)</sup> O'Neil P. (1993): *Environmental chemistry*. Chapman&Hall, London, 257 p.

<sup>(2)</sup> Schettler T., Solomon G., Valenti M., Huddle A. (2000): *Generation at risk*. The MIT Press paperback edition Cambridge, Massachusetts a London, England. 474 p.

<sup>(3)</sup> IARC: Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans. Group 2B: Possibly carcinogenic to Humans – As evaluated in IARC Monographs/Volumes 1–88.

<sup>(4)</sup> Nařízení (ES) č. 1907/2006 (REACH), příloha XVII.

<sup>(5)</sup> Maxson P. (2007): *Mercury in dental use: Environmental implications for the European Union*. Concorde East East/West Sprl., European Environmental Bureau, Brussels, Belgium. 39 p.

<sup>(6)</sup> Gobert R. (2012): *The Real Cost of Dental Mercury*. The Zero Mercury Working Group. 59 p.

<sup>(7)</sup> BIO Intelligence Service (2012): *Study on the potential for reducing mercury pollution from dental amalgam and batteries*. Final report prepared for the European Commission – DG ENV. 246 p.

<sup>(8)</sup> Friberg L. (ed.) (1991): *WHO Environmental Health Criteria 118. Inorganic mercury*. World Health Organization, Geneva. In: Tuček M., Bencko V., Krýsl S. (2007): Zdravotní rizika rtuti ze zubních amalgámů. Chem. Listy 101: 1038–1044.

<sup>(9)</sup> Gobert R. (2012): *The Real Cost of Dental Mercury*. The Zero Mercury Working Group. 59 p.

- <sup>(10)</sup> Tuček M., Bencko V., Krýsl S. (2007): Zdravotní rizika rtuti ze zubních amalgámů. Chem. Listy 101: 1038–1044.
- <sup>(11)</sup> Harakeha S., Sabraa N., Kassabk K., Doughanc B. (2002): Factors influencing total mercury levels among Lebanese dentists. Science of The Total Environment, 297(1-3): 153–160.
- <sup>(12)</sup> Morton J., Mason H. J., Ritchie K. A., White M. (2004): Comparison of hair, nails and urine for biological monitoring of low level inorganic mercury exposure in dental workers. Biomarkers 9(1): 47–55. Dostupný na <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15204310>
- <sup>(13)</sup> Rathore M., Singh A., Pant V. A. (2012): The Dental Amalgam Toxicity Fear: A Myth or Actuality. Toxicol Int, 19(2): 81–88., dostupný na <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3388771/>
- <sup>(14)</sup> Nutall K. L. (2006): Interpreting hair mercury levels in individuals patients. Ann. Clin. Lab. Sci., 36: 248–261.
- <sup>(15)</sup> Tuček M., Bencko V., Krýsl S. (2007): Zdravotní rizika rtuti ze zubních amalgámů. Chem. Listy 101: 1038–1044.
- <sup>(16)</sup> BIO Intelligence Service (2012): *Study on the potential for reducing mercury pollution from dental amalgam and batteries*. Final report prepared for the European Commission – DG ENV. 246 p.
- <sup>(17)</sup> Nilsson B.: Swed. Dent. J. 10, 221. In: Tuček M., Bencko V., Krýsl S. (2007): Zdravotní rizika rtuti ze zubních amalgámů. Chem. Listy 101: 1038–1044.
- <sup>(18)</sup> Ritchie K. A., Gilmour W. H., Macdonald E. B., Burke F. J. T., McGowan D. A., Dale I. M., Hammersley R., Hamilton R. M., Binnie V., Collington D. (2002): Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. Occup Environ Med, 59: 287–293.
- <sup>(19)</sup> Tuček M., Bencko V., Krýsl S. (2007): Zdravotní rizika rtuti ze zubních amalgámů. Chem. Listy 101: 1038–1044.
- <sup>(20)</sup> Gobert R. (2012): *The Real Cost of Dental Mercury*. The Zero Mercury Working Group. 59 p.
- <sup>(21)</sup> Ritchie K. A., Burke F. J. T., Gilmour W. H., Macdonald E. B., Dale I. M., Hamilton R. M., McGowan D. A., Binnie V., Collington D., Hammersley R. (2004): Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. British Dental Journal, 197(10): 625–632.
- <sup>(22)</sup> Gobert R. (2012): *The Real Cost of Dental Mercury*. The Zero Mercury Working Group. 59 p.
- <sup>(23)</sup> BIO Intelligence Service (2012): *Study on the potential for reducing mercury pollution from dental amalgam and batteries*. Final report prepared for the European Commission – DG ENV. 246 p.
- <sup>(24)</sup> Stanovisko České stomatologické komory a EU k používání amalgámu (2008) dostupné na <http://www.zuby.cz/vyplne-zubu/stanovisko-ceske-stomatologicke-komory-a-eu.html>