

## **Kakšno breme predstavlja živo srebro/amalgam v delovnem okolju in v ustni votlini posameznika?<sup>1</sup>**

Lucija Perharič, [lucija.perharic@nijz.si](mailto:lucija.perharic@nijz.si)

### **Izvleček**

Amalgam, ki se uporablja za zobne zalivke, je zlitina, ki vsebuje 50% živega srebra. Pri nameščanju, odstranjevanju oziroma žvečenju lahko pride do izpostavljenosti živemu srebru. Mnenje večine evropskih in severno ameriških uradnih inštitucij je, da izpostavljenost živemu srebru iz amalgama ne predstavlja tveganja za zdravje. Vendar se že od začetka uporabe amalgama v 19. stoletju pojavljajo tudi stališča, da je tovrstna izpostavljenost lahko zdravju škodljiva predvsem za bolj ranljive skupine prebivalstva. Novejše raziskave nakazujejo možnost, da so za škodljive učinke živega srebra bolj dovzetni nosilci določenih genetskih variacij. Nedvomno so živemu srebru iz amalgama najbolj izpostavljeni zobozdravstveni delavci, čeprav se je tudi pri njih v zadnjih dveh desetletjih izpostavljenost občutno zmanjšala zaradi izboljšanja higienskih ukrepov na delovnem mestu. Pri splošni populaciji lahko živo srebro iz amalgama predstavlja tudi polovico celokupne obremenitve organizma z živim srebrom. Dokončnega odgovora ali je tovrstna izpostavljenost živemu srebru iz amalgama dejansko zdravju škodljiva za enkrat ne moremo podati.

### **Abstract**

Dental amalgam is an alloy and contains 50% of mercury. Exposure to mercury may occur during placement and removal of dental amalgam as well as during chewing. The majority of European and North American official institutions are of the opinion that exposure to mercury from the dental amalgam does not present a risk to human health. However, since the introduction of dental amalgam in the 19<sup>th</sup> century, opposing opinions have also existed, namely that such exposure may be harmful to health in particular of the more vulnerable populations. Some more recent studies indicate that carriers of certain genetic variants may be more susceptible to the harmful effects of mercury. Undoubtedly, the most exposed groups remain the dentists and the dental nurses, although their exposure has declined significantly due to the improved professional hygiene measures in the last two decades. In the general population, dental amalgam may present up to a half of the total mercury body burden. However, we can not provide a final answer whether this amount might be harmful to health or not.

---

<sup>1</sup> Prispevek je bil predstavljen 28.3.2014 na 3. Strokovnem izobraževanju ZA VARNOST IN ZDRAVJE NA DELOVNEM MESTU, DOMA IN V OKOLJU v organizaciji Zavoda za toksikologijo in zastrupitve (<http://ztz.si/>).

## Uvod

Amalgam je zlitina iz 50% živega srebra, 35% srebra, 9% kositra, 6% bakra ter cinka, ki se pojavlja le v sledih. V zobozdravstvu se uporablja že več kot 150 let. Podobne starosti so tudi nasprotujoča si stališča v zvezi z njegovo varnostjo. Leta 1843 je Ameriško zobozdravniško društvo (*American Society of Dental Surgeons-ASDS*) prepovedalo uporabo amalgama zaradi možnosti zastrupitve z živim srebrom. Živemu srebru iz amalgama smo izpostavljeni pri vstavljanju oz. odstranjevanju amalgamskih zobnih zalivk. Zaradi mehanskih sil pri mletju in žvečenju ter korozije se iz zalivk sprošča živo srebro v obliki hlapov, anorganskih ionov in finih delcev. Naslednica ASDS, Ameriška zveza zobozdravnikov (*American Dental Association –ADA*) je menila, da je amalgam varen. Uporaba amalgama v zobnih zalivkah se je od druge polovice 19. stoletja razcvetela, kljub občasnim opozorilom o škodljivi izpostavljenosti živemu srebru iz zalivk. Leta 1991 sta Inštitut za zobozdravstvene raziskave (*National institute for dental research*) in Uprava za hrano in zdravila (*Food and drug administration*) iz ZDA podala mnenje, da amalgam ni nevaren za zdravje (Rathore in sod., 2012).

Znanstveni odbor Evropske komisije za porajajoča se in nova tveganja za zdravje je leta 2008 zaključil, da sodobna uporaba amalgama v zobnih zalivkah ne predstavlja tveganja za zdravje zaradi izpostavljenosti živemu srebru (SCENIHR, 2008). To stališče ostaja nespremenjeno tudi v nedavno objavljenem mnenju (SCHER, 2014). Kljub prevladujočemu mnenju v zadnjem desetletju, da amalgamske zobne zalivke niso zdravju škodljive, je v nekaterih državah prevladal previdnostni princip. Na Norveškem in Švedskem so pred nekaj leti uporabo amalgama za zobne zalivke prepovedali, medtem ko v Nemčiji in Kanadi odsvetujejo uporabo amalgama med nosečnostjo. Leta 2013 se je več kot 140 držav s podpisom Minamatske konvencije zavezalo, da bodo postopno zmanjšale uporabo amalgama in ga nadomestile z drugimi materiali. Ponovna analiza nekaterih študij pa je pokazala, da je amalgam lahko škodljiv za določene subpopulacije (Homme in sod., 2014).

V Sloveniji nam v sklopu osnovnega zdravstvenega zavarovanja pripada zalivka iz fosfatnega kompozitnega materiala za sekalce in podočnike v vidnem sektorju, za zobe v stranskih sektorjih pa amalgamske zalivke (ZZZS, 2013).

## Živo srebro

Živo srebro je kemijski element, ki ima v periodnem sistemu simbol Hg in atomsko število 80. Obče je prisoten v naravi in v številnih proizvodih. Identifikacijska (CAS) številka elementarnega živega srebra je 7439-97-6. Pri sobni temperaturi je tekočina, srebrno bele barve in velike gostote. V naravi se nahaja v elementarni obliki ( $\text{Hg}^0$ ), v obliki ionov  $\text{Hg}_2^{2+}$  (enivalentno živo srebro),  $\text{Hg}^{2+}$  (divalentno živo srebro) in v obliki organskih spojin (npr. metilirirano živo srebro). Naravni viri živega srebra so naravni procesi, pri katerih pride do sproščanja živega srebra in prispevajo 30% celotnega živega srebra v okolju. Večji del živega srebra izhaja iz antropogenih virov, kot so uporaba živega srebra v proizvodnji merilnih naprav, baterij, stikal, fluorescenčnih in energetsko varčnih žarnic, izpusti iz termoelektrarn in drugih kurišč, krematorijev in sežiganja odpadkov, nenamerni izpusti pri predelavi in skladiščenju, emisije iz rudnikov živega srebra ter drugih industrijskih procesov, npr. pridobivanje zlata. Soli živega srebra so se v preteklosti uporabljale v medicini kot odvajalo in razkužilo in kot zdravilo za sifilis. Danes se živo srebro v medicini uporablja predvsem za izdelavo amalgamskih zalivk in cepiv.

Elementarno živo srebro je zelo hlapno tudi pri sobni temperaturi, zato je ključna izpostavljenost preko dihal. Pri zaužitju elementarnega živega srebra ne pride do absorpcije.

Živo srebro v živosrebrovih soleh se dobro razprši in porazdeli v vodi. Organsko živo srebro je dobro topno v maščobah in se kopiči vzdolž prehranske verige. Zato ga v telo vnašamo predvsem z živili (npr. z uživanjem plenilskih rib z vrha prehranske verige). Približno 80% vdihanih hlapov elementarnega živega srebra se absorbira v krvni obtok. Absorpcija skozi kožo je zanemarljiva. Približno 45% absorbiranega anorganskega živega srebra se izloči iz telesa v manj kot 24 urah. Biološki razpolovni čas je 30-60 dni, v osrednjem živčevju pa približno 20 let. Organsko živo srebro se pri zaužitju skoraj popolnoma absorbira. Neionizirano živo srebro dobro prehaja možgansko-krvno pregrado in placento. V tkivih se oksidira in se počasi izloča oziroma se kopiči v osrednjem živčevju, ledvicah in jetrih. Prehaja tudi v materino mleko. Izpostavljenost lahko ocenimo z določanjem živega srebra v krvi, urinu, laseh, materinem mleku. Najpogosteje se uporablja določanje v urinu, ki odraža predvsem akutno (nedavno) izpostavljenost. Ravni celokupne obremenjenosti organizma zaenkrat ni možno opredeliti. Pri splošni populaciji je raven živega srebra v krvi in urinu pod 10 µg/L. Očitni nevrološki simptomi in znaki se pri odraslih pojavijo pri koncentraciji živega srebra v urinu nad 100 µg/L (ATSDR, 1999; Timbrell, 2008).

Nemška referenčna vrednost za živo srebro v krvi pri splošni populaciji je 2 µg/L, v urinu pa 1 µg/L (Wilhelm in sod. 2004). Biomonitorinški ekvivalent<sup>2</sup> za živo srebro v krvi je 5,8 µg/L (Aylward in sod., 2013). Izpostavljenost splošne populacije živemu srebru v Sloveniji je znotraj biomonitorinškega ekvivalenta (Slika 1). Koncentracije živega srebra v urinu so primerljive s koncentracijami v Nemčiji in ZDA (Slika 2). V program biomonitoringa kemikalij v Sloveniji so bili vključeni zdravi prostovoljci obeh spolov, stari od 20-40 let, ki so živeli v posamezni regiji vsaj 5 let in niso bili poklicno izpostavljeni kovinam, vsaj 6 mesecev pred odvzemom vzorca niso kadili, ne uživali alkohola in niso živeli v neposredni bližini deponije odpadkov, rudnikov industrijskih obratov oz. krematorija (Mazej in sod. 2013).

Ključni mehanizem strupenosti živega srebra je vezava na žveplo v celičnih beljakovinah in na sulfhidrilna mesta v encimih, receptorjih, signalnih molekulah in membranskih kanalih. Živo srebro spreminja prehodnost celičnih membran, poveča oksidativni stres in peroksidacijo maščob, moti delovanje mitohondrijev, spreminja proizvodnjo nevrotransmiterjev, citokinov in hormonov ter tako vpliva na ključne celične procese (ATSDR, 1999).

Simptomi in znaki zastrupitev z različnimi oblikami živega srebra so številni in pestri. V tem prispevku se bomo osredotočili na posledice izpostavljenosti živemu srebru iz amalgama, torej elementarnemu živemu srebru. Primarni tarčni organi elementarnega živega srebra so osrednje živčevje in ledvice. Opisani so tudi škodljivi učinki na imunski, periferni živčni mišični in endokrini sistem. Pri izpostavljenosti nizkim odmerkom se lahko pojavijo nespecifični simptomi kot so utrujenost, šibkost, izguba telesne teže in prebavne motnje (Bernhoft, 2012).

Kronična poklicna izpostavljenost lahko povzroči zastrupitev, za katero je značilen tremor, eretizem (razdražljivost, depresija, apatija, boječnost, v skrajnih primerih tudi delirij, izguba spomina, osebnostne motnje) in gingivitis (Park in Zheng, 2012).

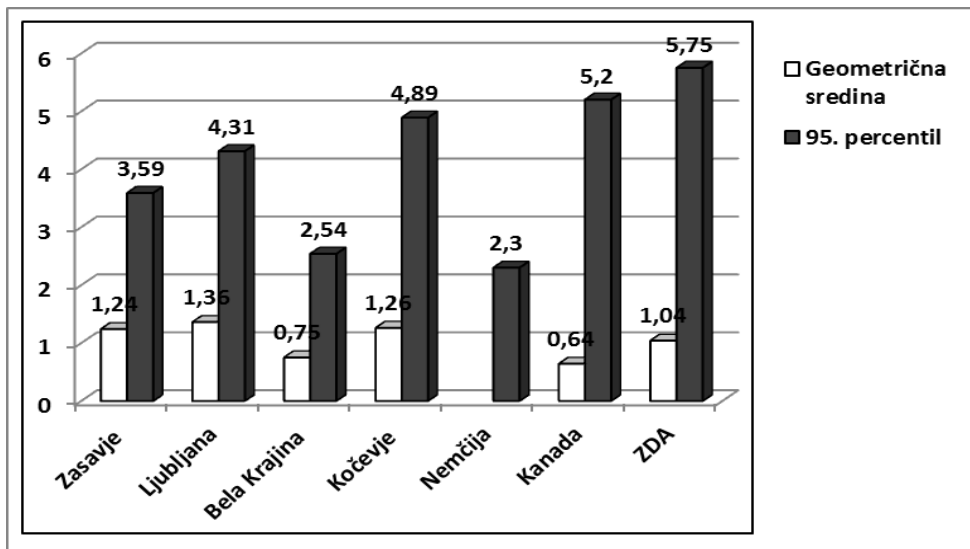
Za škodljive učinke živega srebra so bolj dovzetne ranljive skupine: plod v času nosečnosti, novorojenčki, otroci, bolniki z boleznimi ledvic, jeter, pljuč oz. osrednjega živčevja, ljudje z

---

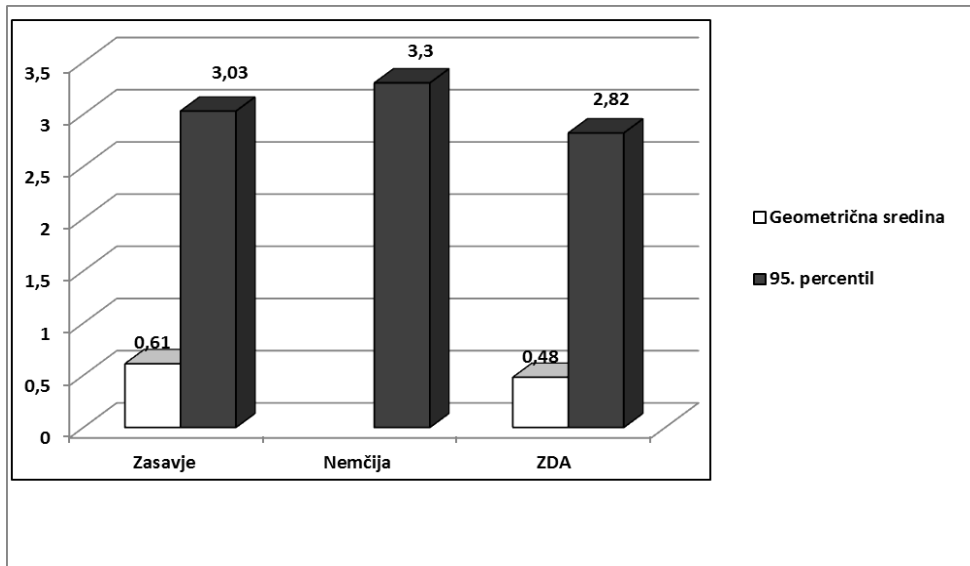
<sup>2</sup> Biomonitorinški ekvivalent (BE) je koncentracija oziroma razpon koncentracij kemikalije v biološkem mediju, ki je skladen z obstoječimi referenčnimi vrednostmi za izpostavljenost. BE se izračuna na podlagi razpoložljivih podatkov o odmerkih, ki ne povzročajo učinka, oz. najnižjih odmerkih, ki povzročajo učinek in razpoložljivih farmakokinetičnih podatkov za določeno kemikalijo. BE je presejalno orodje pri interpretaciji rezultatov biomonitoringa (Hays in sod., 2008).

alergijo na živo srebro. Večja izpostavljenost je posledica poklicne izpostavljenosti, bivanja na onesnaženih področjih, kot tudi večjega števila amalgamskih zalivk, uporabe eksotičnih tradicionalnih zdravil in kozmetike (WHO, 2007).

**Slika 1: Živo srebro v krvi odraslih prebivalcev obeh spolov v  $\mu\text{g/L}^3$**



**Slika 2: Živo srebro v urinu odraslih prebivalcev obeh spolov v  $\mu\text{g/L}^4$**



### Izpostavljenost živemu srebru iz amalgama

Hlapi živega srebra, ki se izločijo iz amalgama, pridejo v telo z vdihavanjem in skozi sluznico nosne votline po olfaktorni poti v možgane. Po ocenah Svetovne zdravstvene organizacije je absorpcija živega srebra iz amalgamskih zalivk 1-22  $\mu\text{g}/\text{dan}$ , medtem ko večina ljudi na ta

<sup>3</sup> Vir: Mazej in sod., 2013

<sup>4</sup> Vir: Mazej in sod., 2013

način prejme manj kot 5  $\mu\text{g}/\text{dan}$ . V ekstremnih primerih lahko prejeti odmerek znaša tudi 100  $\mu\text{g}/\text{dan}$  (Homme in sod., 2014). Inhalacijska referenčna (varna) vrednost za dolgodobno izpostavljenost živemu srebru Agencije za okolje iz ZDA (US-EPA) je 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oziroma 4,9  $\mu\text{g}/\text{dan}$  ob upoštevanju frekvence dihanja 16,2  $\text{m}^3/\text{dan}$ . To pomeni, da je tipični vnos živega srebra iz amalgamskih zalivk še v okviru referenčne vrednosti, medtem ko je pri ekstremnih primerih ta vrednost presežena. Vendar Uprava za hrano in zdravila iz ZDA meni, da je izpostavljenost živemu srebru iz amalgamskih zalivk še vedno precej nižja od izpostavljenosti, pri kateri pride do škodljivih učinkov.

Raziskave so pokazale, da živo srebro iz amalgama prispeva k celotni obremenitvi in lahko predstavlja 50% celotne koncentracije v telesu. Koncentracija živega srebra v urinu pozitivno korelira s številom zobnih zalivk. Woods in sod. (2007) so v longitudinalni študiji pri otrocih starih od 8-18 let ugotovili dvakrat višjo raven živega srebra v urinu otrok z amalgamskimi zalivkami, in sicer 3,2  $\mu\text{g}/\text{L}$  pri otrocih z > 9 amalgamskimi zalivkami; 1,5  $\mu\text{g}/\text{L}$  pri otrocih z zalivkami iz kompozitnega materiala. Koncentracija živega srebra v urinu je bila večja pri deklicah kot pri dečkih, kar nakazuje, da imajo deklice večjo sposobnost izločanja živega srebra.

V dveh večjih študijah iz leta 2006 ni bilo ugotovljeno, da bi imeli otroci z amalgamskimi zobnimi zalivkami pogostejše motnje nevrološkega razvoja oziroma vedenja v primerjavi z otroci z neamalgamskimi zalivkami. Ponovna analiza podatkov teh študij pa je pokazala pomembno povezavo med zaviranjem encima koproporfirinogen okidaze 4 (CPOX4), ki je relativno pogosta varianta encima, in škodljivimi učinki. Pri subpopulaciji otrok s to varianto so ugotovili statistično pomembno povečanje nevroloških in vedenjskih motenj. Podobno so ugotovili povezavo med poškodbami ledvic in genetskimi variantami metalotioninov. Poleg povečane občutljivosti za škodljive učinke živega srebra pri populacijah z variantami genov za CPOX in metalotionine epidemiološki podatki nakazujejo možnost večje škodljivosti živega srebra tudi pri nosilcih genetskih variant za možganski nevtrotropni faktor, serotoninški transporter, encim katehol-O-metiltransferazo, glutation-S-transferazo in podenoto modifikatorja glutamil cistein ligaze (Homme in sod., 2014).

Geier in sod. (2009) so v prospektivni slepi epidemiološki študiji proučevali povezavo med prenatalno izpostavljenostjo živemu srebru iz amalgama in avtizmom. Pri otrocih mater, ki so imele  $\geq 6$  amalgamskih zalivk, je bila hujša oblika avtizma diagnosticirana trikrat pogosteje kot pri otrocih mater, ki so imele  $\leq 5$  amalgamskih zalivk.

V raziskavah pri nosečnicah ni bilo ugotovljeno, da bi število amalgamskih zalivk vplivalo na potek nosečnosti ali imelo škodljive učinke na plod.

Pri preobčutljivih posameznikih se lahko razvijejo alergične reakcije poznega tipa s stomatitisom, lihenoidnimi spremembami v ustni votlini, edemom ustnic in dermatitisom glave in vratu. Težave ponavadi spontano izzvenijo. Včasih je potrebna odstranitev amalgamskih zalivk (Rathore in sod., 2012).

V praksi se občasno srečujemo z bolniki, ki menijo, da so njihove zdravstvene težave posledica obremenjenosti tkiv z živim srebrom iz amalgamskih zalivk. Ravni živega srebra v krvi in urinu teh bolnikov so navadno znotraj referenčnih vrednosti (Bamise in sod., 2012).

Diagnozo preobremenjenosti z živim srebrom kot posledico dolgotrajnejše izpostavljenosti nizkim odmerkom je težko postaviti. Koncentracije živega srebra v krvi, urinu in laseh slabo korelirajo z dejansko obremenjenostjo drugih tkiv. Zato nekateri zagovarjajo provokacijo s kelatorjem DMPS (2,3-dimerkapto-1-propan sulfonska kislina). Vendar je treba odločitev za

tovrstne provokacije skrbno pretehtati, saj DMPS ni brez stranskih učinkov. Povzročča lahko kožne izpuščaje, hipotenzijo, motnje srčnega ritma, vrtoglavico in predvsem izčrpanje drugih mineralov. Poleg tega zaenkrat še ni konsenza o diagnostičnih kriterijih preobremenjenosti z živim srebrom. Nekateri uporabljajo kot kriterij porast koncentracije živega srebra v urinu po provokaciji z DMPS za več kot dve 2 standardni deviaciji nad referenčno vrednostjo. (Bernhoft, 2012).

Kljub temu da preobremenjenosti organizma z živim srebrom ne moremo dokazati, je pomembno, da zaskrbljenost tovrstnih bolnikov obravnavamo resno in skrbno. Nekateri tovrstni bolniki lahko razvijejo tako imenovani atribucijski sindrom, in sicer da vse svoje zdravstvene težave pripisujejo izpostavljenosti določeni kemikaliji. V kolikor lahko izključimo zastrupitev in druge internistične razloge za njihove težave, je tovrstnim bolnikom smiselno svetovati psihiatrično obravnavo in kognitivno vedenjsko terapijo (Gupta in sod., 1997).

### **Poklicna izpostavljenost živemu srebru iz amalgama**

Nedvomno so bili v preteklosti živemu srebru iz amalgama najbolj izpostavljeni zobozdravniki in zobozdravstveni tehniki. V študiji pri britanskih zobozdravnikih so ugotovili pomembno povišano koncentracijo živega srebra v urinu, laseh in nohtih (Morton in sod., 2004); na Škotskem celo do štirikrat višje ravni živega srebra v urinu zobozdravstvenih delavcev kot pri splošni populaciji (Ritchie in sod., 2002). V nekaterih študijah je bila ugotovljena tudi zmanjšana psihološka zmogljivost, ki naj bi bila posledica kronične izpostavljenosti živemu srebru iz amalgama (Piikiwi in sod., 1984).

Rezultati novejših študij so pomirjujoči. Na Danskem so izvedli kohortno študijo, v katero so vključili 122 481 oseb (zobozdravstveno osebje, splošne zdravnike in njihove medicinske sestre, pravnike in njihovo administrativno osebje) od tega 5371 zobozdravnikov in 33 858 zobozdravstvenih tehnikov. Ugotovili so, da pogostost hospitalizacij zaradi nevroloških oziroma nefroloških težav ni bila večja zaradi izpostavljenosti živemu srebru v zobozdravstvu (Thygesen in sod., 2010).

V prospektivni študiji, v kateri so 43 zobozdravstvenih tehnikov spremljali 30 let, niso ugotovili nevroloških oziroma vedenjskih motenj (Rathore in sod. 2012).

Študije vpliva poklicne izpostavljenosti amalgamu na izid nosečnosti so bile izvedene predvsem v skandinavskih državah. Pokazale so, da poklicna izpostavljenost amalgamu ne poveča tveganja za spontani splav oz. nizko porodno težo. Avtorji opozarjajo, da študije pri skandinavskih populacijah niso reprezentativne za druge države, saj je izpostavljenost živemu srebru pri tamkajšnjemu zobozdravstvenemu osebju relativno nizka (Lindholm in Sallmen, 2007).

Sodobni higienski principi, kot npr. uporaba zaprtih (enkaspuliranih) sistemov med pripravo in nameščanjem amalgama, dobro prezračevanje, redna menjava delovne obleke, spremljanje koncentracij živega srebra v zobozdravniških ordinacijah, natančno predpisani postopki čiščenja v primeru razlitja, so precej prispevali k zmanjšanju izpostavljenosti in tveganja pri zobozdravstvenih delavcih.

Priporočena osemurna dnevna koncentracija živega srebra v delovnih prostorih je  $0,1 \text{ mg/m}^3$ , tedenska pa  $0,05 \text{ mg/m}^3$ .

## Zaključek

Na podlagi številnih podatkov lahko sklenemo, da živo srebro iz amalgama nedvomno doprinese k izpostavljenosti elementarnemu živemu srebru v splošni populaciji in seveda pri zobozdravstvenih delavcih. Jasnega odgovora ali je tovrstna izpostavljenost zdravju škodljiva pa ne moremo podati. Novejše raziskave nakazujejo možnost, da so nekatere subpopulacije bolj občutljive za škodljive učinke nizkih odmerkov živega srebra zaradi določenih genetskih variant. Razprave o varnosti zobnih zalivk iz amalgama oziroma škodljivostjo nizkih odmerkov živega srebra, ki se sproščajo iz amalgama, se najverjetneje še niso končale.

Trendi nakazujejo, da bodo vsaj v premožnejših državah amalgamske zalivke nadomestili drugi materiali. Vendar pa se v zvezi z drugimi materiali pojavljajo drugačne vrste skrbi. Kompozitne zalivke vsebujejo npr. manjše količine bisfenola A (Gupta in sod., 2012). Bisfenol A je agonist estrogenskih receptorjev in sodi med kemijske povzročitelje hormonskih motenj. Poleg tega vsebujejo tudi nanodelce, katerih varnost ni dokončno raziskana. Saga o varnosti zobnih zalivk se lahko nadaljuje.

## Viri

ATSDR (Agency for toxic substances and disease registry). 1999. Toxicological profile for mercury. Dostopno 1.3. 2009 na:  
<http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=115&tid=24>.

Ayward LL, Kirman CR, Schoeny R, Portier CJ, Hays SM. 2013. Evaluation of biomonitoring data from CDC national expert report in a risk assessment context: perspectives across chemicals. *Environ Health Perspect*; 121(3): 287-293.

Bamise CT, Oginni AO, Adedigba MA, Olagunduye OO. 2012. Perception of patients with amalgam fillings about toxicity of mercury in dental amalgam. *J Contemp Dent Pract*; 13(3): 289-293.

Berenhofs RA. 2012. Mercury toxicity and treatment: A review of the literature. *J Environ Pub Health*. doi:10.1155/2012/460508

Geier DA, Kern JK, Geier MR. 2009. A prospective study of prenatal mercury exposure from maternal dental amalgams and autism severity. *Acta Neurobiol Exp*; 69: 189-197.

Gupta K, Perharic L, Murray VSG, Watson JP, Volans GN. 1997. Apparent poisoning by wood preservatives: an attributional syndrome. *J Psychosom Res*; 43(4): 391-398.

Gupta SK, Saxena P, Pant VA, Pant AB. 2012. Release and toxicity of dental resin composite. *Toxicol Int*; 19(3): 225-234.

Homme KG, Kern JK, Haley BE, Geier DA, King PG, Sykes LK, Geier MR. 2014. New science challenges old notion that dental amalgam is safe. *Biometals*; 27: 19-24.

Lindholm M-L, Sallmen M. 2007. Occupational exposure in dentistry and miscarriage. *Occup Environ Med*; 64: 127-133.

Mazej D, Horvat M, Šlejkovec Z, Pavlin M. 2013. Monitoring kemikalij in njihovih ostankov v ljukeh za leto 2013. Delno poročilo Zasavje. Institut Jožef Stefan, Ljubljana.

Morton J, Mason HJ, Ritchie KA, White M. 2004. Comparison of hair, nail and urine for biological monitoring of low level mercury exposure in dental workers. *Biomarkers*; 1: 47-55.

Park JD, Zheng W. 2012. Human exposure and health effects of inorganic and elemental mercury. *J Prev Public Health*; 45: 344-352.

Piikiwi L, Hanninen H, Martelin T. 1984. Psychological performance and long term exposure to mercury vapours. *Scand J Work Environ Health*; 10: 35-41.

Rathore M, Singh A, Pant VA. 2012. The Dental amalgam toxicity fear: a myth or actuality. *Toxicol Int*; 19(2):81-88.

SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) 2008. The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users. Dostopno 3.4. 2013 na: [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scenihhr/docs/scenihhr\\_o\\_016.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_016.pdf).

SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risks) 2014. Opinion on the environmental risk and indirect health effects of mercury from dental amalgam (update 2014) Dostopno 20. 3.2014 na: [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/environmental\\_risks/docs/scher\\_o\\_165.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_165.pdf)

Thygesen LC, Flachs Em, Hanehøj K, Juel K. 2011. Hospital admissions for neurological and renal diseases among dentists and dental assistants occupationally exposed to mercury. *Occup Environ Med*; 68(12): 895-901.

Timbrell J. 2008. Paradoks strupa-kemikalije kot prijatelji in sovražniki. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja RS.

Wilhelm M, Ewers U, Schulz C. 2004. Revised and new reference values for some trace elements in blood and urine for human biomonitoring in environmental medicine. *Int J Hyg Environ Health*; 207(1): 69-73.

Woods JS, Martin MD, Leroux BG, DeRouen TA, Leitao JG, Bernardo MF, Luis H, Simmonds L, Kushleika JV, Haung Y. 2007. The contribution of dental amalgam to urinary mercury excretion in children. *Environ Health Perspect*; 115(10): 152-153.

WHO (World Health Organization). 2007. Exposure to mercury: a major public health concern. Dostopno 20.3.2014 na: <http://www.who.int/ipcs/features/mercury.pdf>.

ZZZS (Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije) 2013. Pravice v zobozdravstveni dejavnosti. Dostopno 20.3.2014 na: <http://www.zzzs.si/zzzs/internet/zzzs.nsf/o/0C8ADAA959197152C1256E8C002A6077>.