

*Prikazi bolesnika/
Case reports*

TROVANJE OLOVOM PRILIKOM
REKONSTRUKCIJE MOSTA – *Prikaz slučaja*

LEAD INTOXICATION DURING BRIDGE
REPARATION – *Case reports*

Correspondence to:

Prim. mr ph **Vladimir Nešić**, specijalista
toksikološke hemije

Odeljenje za toksikološku hemiju, Centar
za kontrolu trovanja, Vojnomedicinska
akademija.

Crnotravska 17, Beograd, Srbija

GSM: +381 63 8449725

E-mail: mr.ph.v.nesic@gmail.com

Vladimir Nešić¹, Nikola Torbica², Snežana Đorđević¹,
Kristina Denić¹, Branislava Rusić¹, Vesna Kilibarda¹

¹ Centar za kontrolu trovanja, Vojnomedicinska akademija, Beograd, Srbija

² Institut za medicinu rada Srbije, Beograd, Srbija

Ključne reči

trovanje olovom, biološki monitoring,
mobilizacijski test, eritrocitni protopor-
firin

Key words

lead intoxication, biological monitoring,
mobilization test, erythrocyte protopor-
phyrin

Sažetak

Radnici na skidanju zaštitnog sloja minijuma na metalnim delovima mosta Gazela, tokom dva meseca rada, intoksicirani su olovom. Hitni slučajevi hospitalizovani su u Centru za kontrolu trovanja VMA, a ostali radnici u Institutu za medicinu rada Srbije. Kompletan biološki monitoring svih radnika urađen je u Toksikološkoj laboratoriji Instituta za medicinu rada Srbije.

Radena je analiza uzoraka krvi i urina 16 radnika. Kod svih radnika radena je, nativno u dva navrata sa razmakom od mesec dana, analiza sledećih parametara: olovo (Pb_K) i eritrocitni protoporfirin (EPP_K) u krvi, kao i olovo (Pb_U), koproporfirin (KP_U) i δ -aminolevulininska kiselina (ALK_U) u urinu. Kod 9 radnika je radena mobilizacija olova iz depoa primenom helatnog agensa $CaNa_2$ -EDTA, u dva navrata (I i II), dok je kod trojice radnika ova procedura ponovljena četiri puta. Period između dva mobilizacijska testa iznosio je mesec dana. Prilikom mobilizacijskog testa analizirani su: olovo (Pb_U), koproporfirin (KP_U) i δ -aminolevulininska kiselina (ALK_U) u urinu.

Poređenje nativno uzetih uzoraka Studentovim t-testom, ne pokazuje statističku značajnost razlike ni u jednom slučaju poređenja. Svi praćeni parametri tokom mobilizacijskih testova značajno su viši prilikom prvog testa i to: Pb_U I=6,854 μ mol/l, II=4,192 μ mol/l ($p<0,02$); KP_U I=0,304 μ mol/l, II=0,125 μ mol/l ($p<0,02$) i ALK_U I=136,29 μ mol/l, II=60,61 μ mol/l ($p<0,02$).

Rezultati ukazuju na izuzetno visoke vrednosti analiziranih biomarkera kod pojedinih radnika, te nalažu dalje praćenje njihovog zdravstvenog stanja.

UVOD

Olovo je element koji spada u grupu teških metala. Atomska masa mu je 207,21, tačka topljenja 327,46°C, a temperatura isparavanja relativno niska (između 400°C i 500°C). To je plavičasto siv, mek metal, na svežem preseku srebrnasto sjajan, ali vrlo brzo potamni.

Uslud lakoće njegove obrade olovo je imalo široku primenu još pre nekoliko hiljada godina u Kini, kako u legurama, tako i u procesu emajliranja porcelanskih posuda. U starom Rimu korišćene su njegove soli u procesu bojenja, a samo olovo upotrebljavano čak i za izradu posuda. U bližoj prošlosti našlo je svoju primenu osim kao boja, još i u proizvodnji štamparskih slova, kristalnog stakla, sačme, polivinilskih omotača električnih kablova, akumulatora, gume, a kao tetraetilolovo i u naftnoj industriji. Značajnu ulogu imalo je i u stomatologiji, kao sastojak amalgama. Zbog ustanvljene toksičnosti olovo i njegova jedinjenja se u

poslednjih nekoliko decenija povlače iz upotrebe i, gde god je to moguće, zamenjuju manje toksičnim supstancama. Olovotetraoksid poznatiji kao minijum, koji je idealno antikorozivno sredstvo, još uvek je svakodnevnoj upotrebi.

Hernberg ⁽¹⁾ je dao klasifikaciju potencijalno izuzetno rizičnih, kao i umereno do malo rizičnih industrijskih aktivnosti vezano za ekspoziciju olovu. U grupu izuzetno rizičnih spadaju: topljenje olova, zavarivanje i sečenje metalnih konstrukcija zaštićenih minijumom, reparacija i uništavanje starih brodova, proizvodnja i uništavanje akumulatora, proizvodnja olovnih boja, kao i njihovo nanošenje aparatima pod pritiskom ili njihovo uklanjanje procesom peskarenja, ručno mešanje olovnih stabilizatora u masu za proizvodnju PVC, kao i u masu za proizvodnju kristalnog stakla, zatim proces emajliranja i popravka auto-hladnjaka. Umereno do malo rizični su: rudarski posao na iskopavanju olovnih ruda, vodoinstalaterski posao, produkcija elektro-kablova, livenje olova, produkcija štamparskih slova, auto-industrija i to

kako proizvodnja novih, tako i reparacija starih automobila, proizvodnja sačme, proizvodnja grnčarije i stakla, a posebno stakloduvački posao. Prema podacima koje su izneli Engel i saradnici (2) veći rizik predstavljaju mala preduzeća, mada i velika industrijska postrojenja mogu predstavljati mesta sa pojačanim rizikom, ukoliko nisu pre-duzeta adekvatne mere zaštite, ili je te mere teško implementirati.

Olovo je tipičan kumulativni otrov, pa trovanje nastaje obično nakon nekog vremena izloženosti najčešće olovnim parama ili prašini. Pre nastanka simptoma trovanja dolazi do stadijuma pojačane apsorpcije olova u kojem se olovo u telu nakuplja, zadržavajući se pretežno u kostima.

U organizam radnika najviše dospeva preko disajnih organa, ređe preko organa za varenje (usled neadekvatnog sprovođenja higijenskih mera na radnom mestu), a najređe preko kože (kod radnika izloženih tetraetilolovu).

Kada se nađe u organizmu, usled svojih hemijskih svojstava olovo iskazuje kompeticijski mehanizam u odnosu na + 2 valentne jone, među kojima je vrlo bitan kalcijum (Ca^{+2}). Ova kompeticija dovodi do niza poremećaja, od kojih su najbitniji:

- usled preuzimanja mesta kalcijumu u njegovim solima karbonatu i posebno fosfatu, koje čine osnovnu supstancu kostiju, dolazi do deponovanje olova u zubima i kostima.
- uplitanjem u proces aktivacije enzima neophodnih za sintezu hema (dehidrataza delta-aminolevulinske kiseline i hemsintetaza), dolazi do poremećaja u sintezi hema.
- u krvotoku utiče na stvaranje zdravih eritrocita i prouzrokuje anemiju. U perifernoj krvi se, zbog toga, mogu naći bazofilno punktirani eritrociti, kao i retikulociti.
- uplitanjem u proces propustljivosti ćelijske membrane dolazi do otežavanja slanja signala i međusobne komunikacije nervnih ćelija. Ovo, između ostalog, za posledicu ima poremećaj u mehanizmu grčenja i pokretanja mišića.
- poremećaj u procesu koagulacije, gde ometa stvaranje protrombina.
- poremećaj sprege Ca^{+2} - vitamin D.

Trovanje olovom izaziva promene u tri organska trakta: hematopoetskom, nervnom (centralnom i perifernom) i bubrezima (3). Kliničke manifestacije trovanja olovom mogu biti sledeće:

- Gastrointestinalni oblik trovanja - mučnina, gubitak apetita, jake kolike (bolni grčevi u području tankog creva). Uz to se nalaze i opisane promene u krvnoj slici, kao izraz poremećene sinteze hemoglobina.
- Neuromuskularni tip trovanja - slabost i paraliza živaca koji inervišu ekstenzorne mišićne grupe, najčešće podlaktice, dok kod težih trovanja može da se razvije i potpuna kvadriplegija.
- Encefalopatski tip trovanja - u lakšim oblicima postoji glavobolja, vrtoglavica, nesanica, promene refleksa, a u težim dolazi do stupora, kome, konvulzija, ekscitacije pa čak i smrti.

Lečenje otrovanih vrši se mobilizacijom olova iz telesnih depoa i njegovom urinarnom ekskrecijom. Ova procedura, u

kolokvijalnom jeziku, poznata kao provokacija, podrazumeva intravensko apliciranje helatnog agensa kalcijum-dinatrijum-etilendiaminotetraacetata ($\text{CaNa}_2\text{-EDTA}$), sa kojim olovo gradi rastvoran kompleks, koji se lako izlučuje urinom. Kompleksirajući agens se aplicira se u količini 50-80 mg/kg pacijentu sa očuvanom funkcijom jetre i bubrega. Provokacija je obavezna kod pacijenata kod kojih je u krvi nativnim uzorkovanjem ustanovljena koncentracija veća od $3,8 \mu\text{mol/L}$ (ili ako je koncentracija veća od $2,4 \mu\text{mol/L}$, ali da su pri tome prisutni simptomi trovanja). Ova procedura se ponavlja tokom pet dana. U tom periodu sakuplja se celokupni izlučeni urin, pri čemu se prati diureza. Od biomarkera ekspozicije prilikom provokacijskog testa prate se koncentracije olova u urinu (Pb_U), koproporfirina u urinu (KP_U), kao i δ -aminolevulinske kiseline u urinu (ALK_U).

U radu su prikazani slučajevi trovanja radnika olovom, kao i stepen smanjenja telesnih depoa olova kod praćene grupe, prilikom, dva ili više puta ponovljene, petodnevne primene helatizirajućeg agensa $\text{CaNa}_2\text{-EDTA}$.

PRIKAZ SLUČAJEVA TROVANJA OLOVOM

Tokom radova na rekonstrukciji mosta bilo je nužno skidanje starih slojeva minijuma sa velikih čeličnih površina. To je proces koji podrazumeva zagrevanje površina metala, kako bi se minijumski sloj razmekšao i potom fizički uklonio. Izlaganje minijuma visokoj temperaturi neminovno vodi povišenju koncentracije para nižih olovnih oksida u radnoj atmosferi. Čestice olova u ovom obliku potencijalno su najopasniji intoksikant, jer su izuzetno malog promera, te lako prolaze barijere u plućima izloženih radnika i dospevaju u krvotok. U određenim situacijama za uklanjanje minijuma koristi se proces poznat kao peskarenje, koje se vrši česticama peska pod izuzetno visokim pritiskom. Dodatnu izloženost olovnom parama proizvodi proces zavarivanja na površinama metala obrađenim olovnom jedinjenjima. Takođe, u uslovima neadekvatne higijene, kakvi postoje tokom izvođenja radova na mostu, vrlo je verovatno i peroralno unošenje olovne prašine u organizam (4).

Radnici privatne firme koja je angažovana kao podizvodjačka na ovim poslovima, počeli su sa izvođenjem radova u oktobru 2008. godine, da bi krajem novembra u Centar za kontrolu trovanja VMA bio primljen jedan radnik, sa simptomima nepoznate etiologije: suvo grlo, žeđ, mučnina, gubitak apetita i grčevi u stomaku praćeni diarejom, zatim opšta slabost organizma, kao i slabost nerava koji stimulišu mišiće zadužene za kretanje, uz pojavu jake glavobolje i vrtoglavice. Kasnije se kod tog radnika razvila i kvadriplegija. Vrlo brzo su ovi simptomi dovedeni u vezu sa ekspozicijom olovu. Posle nekoliko dana primljen je još jedan pacijent. Pošto su i ostali radnici u većem ili manjem obimu pokazali simptome izloženosti olovu, odlučeno je da hitni slučajevi budu smešteni u Centar za kontrolu trovanja VMA, dok su ostali bili upućeni u Institut za medicinu rada Srbije. U toku sledećih nekoliko meseci bilo je praćeno ukupno 16 radnika angažovanih na ovim poslovima, pri čemu je kompletan toksikološki monitoring odrađen u Toksikološkoj laboratoriji Instituta za medicinu rada Srbije.

MATERIJAL I METODE

Materijal:

Uzorci krvi i urina svih radnika koji su bili izloženi minijumu.

Uzorkovanje je vršeno kod 16 radnika nakon intoksikacije, kao i posle mesec dana od prekida ekspozicije. Kod 9 radnika uzorkovanje je vršeno i tokom dve primljene helatne terapije, a kod trojice od njih još dva puta tokom ponovljene terapije.

U okviru biološkog monitoringa praćeni su sledeći parametri: olovo (Pb_k) i eritrocitni protoporfirin (EPP_k) u krvi, kao i olovo (Pb_u), koproporfirin (KP_u) i δ -aminolevulinska kiselina (ALK_u) u urinu.

Metode:

Analiza nativno uzetih uzoraka svih 16 radnika koji su bili izloženi minijumu.

Mobilizacijski test – provokacija primenom helatnog agensa $CaNa_2$ -EDTA, u dva navrata (I i II), u vremenskom razmaku od mesec dana u grupi od 9 radnika; kod trojice radnika sa najvišim vrednostima praćenih parametara, celokupna provokacijska procedura ponovljena je četiri puta, takođe sa vremenskim razmakom od mesec dana između dva mobilizacijska testa.

Olovo u biološkom materijalu je određivano metodom plamene atomske apsorpcione spektrofotometrije, na instrumentu Pye Unicam 9200 X. Vrednosti koncentracija olova u uzorcima su izračunavane u odnosu na standardnu krivu. Priprema uzoraka za analize je vršena na osnovu procedure koju je dao Willis J.B. (5), uz dopunu Milić S. (6).

Eritrocitni protoporfirin je određivan fluorometrijski na portabl hematofluorometru Hemafluor T.M.ZP, Buchler Instruments INC, koji je baždaren komercijalnim fluoroscentnim standardima na prosečan hematokrit 0,42 za odrasle, odnosno 0,35 za decu. Koncentracija eritrocitnog protoporfirina se izračunava u odnosu na unutrašnji referentni standard instrumenta.

Koproporfirin je određivan spektrofotometrijski na instrumentu Unicam sp 1800. Koproporfirin se ekstrahuje iz zakišljenog urina etiletrrom, a iz etarskog sloja se reekstrahuje pomoću 0,1 mol/L HCl. Kvantifikacija koncentracije koproporfirina se vrši merenjem na dve talasne dužine: 401 nm i 430 nm, pri čemu se očitane vrednosti uvrste u formulu, koju je dao autor Askevold C (7).

δ -aminolevulinska kiselina je određivana kolorimetrijski, na kolorimetru Iskra 5570. Reakcijom sa acetilacetonom nastaje pirolsko jedinjenje, koje potom nagrađuje crveni kompleks u reakciji sa Erlich-ovim reagensom (p-dimetilaminobenzaldehid u H^+ sredini). Koncentracije su izračunavane u odnosu na standardnu krivu (8).

Rezultati su obrađivani standardnom statističkom metodom (Studentov T – test).

REZULTATI

U tabeli 1. su prikazane vrednosti praćenih parametara nativno uzorkovanih uzoraka od 16 radnika u vremenskom razmaku od mesec dana (I i II). Nativni uzorak podrazumeva uzorke krvi i urina, koji su uzeti od radnika u toku neposredne ekspozicije, kako bi se napravio presek stanja parametara koji tu ekspoziciju definišu, odnosno, da bi se donela odluka o neophodnosti primene mobilizacijskog testa.

Tabela 1. Maksimalno dopuštene koncentracije (MDK), srednje vrednosti parametara nativnih uzoraka po grupama u vremenskom periodu od mesec dana (I i II) i njihovo poređenje.

Analiza	MDK $\mu\text{mol/L}$	I		II		I:II
		X_{sr} ($\mu\text{mol/L}$)	SD	X_{sr} ($\mu\text{mol/L}$)	SD	
Pb_k	2,880	2,996	3,141	1,464	0,569	NS
EPP_k	0,900	4,141	2,431	2,329	2,491	NS
Pb_u	0,576	0,359	0,311	0,253	0,278	NS
KP_u	0,180	0,320	0,374	0,176	0,319	NS
ALK_u	76,30	158,47	184,26	84,65	83,01	NS

U tabeli 2. prikazane se srednje vrednosti praćenih parametara kod 9 ispitanika, tokom provokacije za svaki od pet dana dva provokacijska testa. Provokacijski testovi su izvođeni u vremenskom razmaku od mesec dana (I i II).

Tabela 2. srednje vrednosti praćenih parametara 9 ispitanika za svaki od pet dana provokacijskog testa po grupama u vremenskom periodu od mesec dana (I i II) i njihovo poređenje.

Analiza		I dan $X_{sr} \pm SD$	II dan $X_{sr} \pm SD$	III dan $X_{sr} \pm SD$	IV dan $X_{sr} \pm SD$	V dan $X_{sr} \pm SD$
Pb_u ($\mu\text{mol/L}$)	I	9,165 ±	7,486 ±	6,836 ±	5,663 ±	5,121 ±
		8,173 ±	5,842 ±	5,375 ±	4,692 ±	3,451 ±
	II	6,315 ±	6,043 ±	2,705 ±	3,459 ±	2,418 ±
		4,983 ±	7,707 ±	1,529 ±	3,947 ±	2,204 ±
I:II		NS	NS	NS	NS	NS
KP_u ($\mu\text{mol/L}$)	I	0,363 ±	0,329 ±	0,392 ±	0,238 ±	0,206 ±
		0,471 ±	0,377 ±	0,542 ±	0,353 ±	0,262 ±
	II	0,266 ±	0,146 ±	0,059 ±	0,079 ±	0,075 ±
		0,474 ±	0,153 ±	0,021 ±	0,064 ±	0,079 ±
I:II		NS	NS	NS	NS	NS
ALK_u ($\mu\text{mol/L}$)	I	171,34 ±	139,12 ±	212,61 ±	77,53 ±	80,88 ±
		206,00 ±	150,25 ±	377,16 ±	67,98 ±	72,34 ±
	II	91,49 ±	72,63 ±	47,42 ±	49,74 ±	42,10 ±
		79,23 ±	45,27 ±	28,50 ±	29,35 ±	21,90 ±
I:II		NS	NS	NS	NS	NS

U tabeli 3. prikazane se srednje vrednosti praćenih parametara kod 9 ispitanika, tokom provokacije zbirno za svih pet dana, za dva provokacijska testa (I i II). U tabeli su navedeni i rezultati poređenja srednjih vrednosti dve grupe.

Tabela 3. srednje vrednosti praćenih parametara 9 ispitanika zbirno svih pet dana provokacijskog testa po grupama u vremenskom periodu od mesec dana (I i II) i njihovo poređenje.

Analiza	I		II		I:II p<
	X_{sr} ($\mu\text{mol/L}$)	SD	X_{sr} ($\mu\text{mol/L}$)	SD	
Pb_u	6,854	5,644	4,192	4,721	0,02
KP_u	0,304	0,400	0,125	0,230	0,02
ALK_u	136,29	205,56	60,61	47,53	0,02

U tabelama 4, 5 i 6 date su koncentracije biomarkera ekspozicije olovu, po danima tokom provokacijskog testa, tri ispitanika (A, B i C). To su bili radnici kod kojih su ustanovljene najviše vrednosti praćenih parametara, te im je iz tog razloga provokacijski test ponavljan četiri puta, kako bi došlo do pražnjenja depoa olova iz organizma.

Tabela 4. – koncentracije praćenih parametara kod ispitanika A po danima tokom četiri provokacije

Analiza	Provokacija	I dan	II dan	III dan	IV dan	V dan
Pb _u (μmol/L)	I	9,191	4,303	6,357	9,857	10,154
	II	16,110	5,537	4,061	2,624	1,171
	III	5,366	1,715	1,940	2,595	1,710
	IV	2,518	1,694	1,729	0,888	1,806
KP _u (μmol/L)	I	0,335	0,500	0,419	0,335	0,302
	II	1,500	0,460	0,087	0,196	0,284
	III	0,888	0,159	0,075	0,121	0,067
	IV	0,157	0,098	0,121	0,063	0,041
ALK _u (μmol/L)	I	137,34	138,00	112,16	112,16	86,15
	II	289,84	114,45	28,98	76,30	88,50
	III	229,35	59,51	47,30	53,41	47,30
	IV	28,99	35,44	41,14	21,26	15,26

Tabela 5. – koncentracije praćenih parametara kod ispitanika B po danima tokom četiri provokacije

Analiza	Provokacija	I dan	II dan	III dan	IV dan	V dan
Pb _u (μmol/L)	I	13,260	7,831	10,790	3,799	4,953
	II	9,951	6,231	4,390	5,032	4,449
	III	3,172	2,923	2,331	1,808	1,822
	IV	2,202	1,725	1,550	1,248	1,575
KP _u (μmol/L)	I	1,110	0,720	1,256	0,251	0,528
	II	0,083	0,108	0,054	0,099	0,072
	III	0,046	0,055	0,032	0,036	0,038
	IV	0,045	0,032	0,027	0,024	0,053
ALK _u (μmol/L)	I	457,78	216,69	308,24	59,51	112,92
	II	91,27	35,26	21,14	26,26	20,63
	III	64,09	42,11	31,58	25,22	28,99
	IV	15,33	21,21	18,92	18,92	24,12

Tabela 6. – koncentracije praćenih parametara kod ispitanika C po danima tokom četiri provokacije

Analiza	Provokacija	I dan	II dan	III dan	IV dan	V dan
Pb _u (μmol/L)	I	27,210	19,000	18,690	15,840	10,130
	II	9,138	5,312	4,802	3,408	3,848
	III	4,355	2,757	2,204	1,830	1,872
	IV	2,249	1,870	1,958	1,452	1,300
KP _u (μmol/L)	I	1,248	1,127	1,395	1,131	0,737
	II	0,117	0,066	0,067	0,058	0,059
	III	0,029	0,024	0,036	0,030	0,041
	IV	0,038	0,022	0,026	0,020	0,034
ALK _u (μmol/L)	I	595,00	511,90	1191,9	245,68	259,42
	II	112,86	112,56	67,46	64,48	64,09
	III	82,40	91,00	71,24	56,65	83,74
	IV	28,56	34,38	31,19	40,14	46,75

DISKUSIJA

Trovanje olovom se laboratorijski dokazuje izvođenjem različitih testova. Najčešće se rade hematološki testovi (smanjenje broja eritrocita i hemoglobina, povećan broj retikulocita, nalaz bazofilno punktiranih eritrocita). Toksikološkim testovima prati se povećanje koncentracije olova u krvi i urinu, odnosno metabolita u sintezi hemoglobina (ALK i koproporfirina) u urinu. U bateriju toksikoloških testova još spadaju i određivanje enzimske aktivnosti. Jedan od najranijih pokazatelja povišene apsorpcije olova u organizmu je smanjena aktivnost dehidrataze ALK. U kasnijem toku trovanja povećava se sadržaj protoporfirina u eritrocitima (EPP) usled inhibicije hemsintetaze, izazvane dejstvom olova. Bubrež kao primarni ciljani organ ima za posledicu disfunkciju proksimalnih tubula, što se iskazuje aminoacidurijom, glikozurijom, hiperfosfaturijom (Fanconijev sindrom).

Iako su određivanje koncentracije olova u krvi i urinu dugo smatrani za najbolje pokazatelje izloženosti, tokom vremena se došlo do zaključka da biomarkeri ekspozicije mogu mnogo bolje da prikažu reakciju organizma. Na primer, olovom inhibirani enzim dehidrataza ALK, koji je aktivan na samom početku procesa sinteze hema, je izuzetan parametar za merenje rane reakcije organizma na izloženost olovu (čak i na nisku izloženost). Usled njegove inhibiranosti, tokom vremena u urinu izložene osobe dolazi do povišavanja koncentracija ALK, kao i koproporfirina. Sa druge strane, povećan nivo eritrocitnog protoporfirina, nastaje kao posledica inhibitornog dejstva olova na enzim hemsintetazu (enzim sa kraja procesa sinteze hema). Inhibicija ovog enzima ukazuje na hronično uplitanje u proces biosinteze hema, što je karakteristično za nešto dužu reakciju organizma na olovo. EPP istovremeno reflektuje ukupno telesno opterećenje olovom, mnogo bolje nego bilo koja druga toksikološka proba (9, 10).

Podaci o sličnim slučajevim izloženosti olovu postoje, ali nisu uniformni. Uglavnom se, kao zajednički sadržalac u svim radovima javlja podatak o povećanoj koncentraciji olova u krvi radnika.

Mintz (11) je ustanovio trovanje 4 radnika koji su radili u na tri različita mesta Konektikatu (USA), sa koncentracijama 2,448 μmol/L – 3,168 μmol/L, ali ni kod jednog od njih se nisu razvili simptomi trovanja olovom.

Johnson (12) je kod 12 radnika koji su radili na reparaciji branika na mostu u Masačusetcu (USA) ustanovio koncentracije olova u krvi 2,496 μmol/L – 4,896 μmol/L. Bolovi u zglobovima su se javili samo kod jednog radnika (sa najvišom koncentracijom) i on je zadržan na bolničkom tretmanu zbog sprovođenja helatne terapije.

U publikaciji CDC - Centers for Disease Control (13) objavljeni su podaci o izloženosti radnika pri rušenju starog mosta u Masačusetu (USA). Ovom prilikom je kod 5 radnika zabeležena koncentracija olova u krvi u opsegu od 3,216 $\mu\text{mol/L}$ do 7,680 $\mu\text{mol/L}$. Kod svih radnika konstatovani su simptomi trovanja olovom, a četvorica od njih su hospitalizovani zbog sprovođenja helatne terapije.

Marino (15) je kod 11 radnika, koji su radili na rušenju starog mosta u Nju Jorku (USA), i pored primenjenih svih mera zaštite konstatovao trovanje olovom, sa koncentracijama u krvi u rasponu od 2,496 $\mu\text{mol/L}$ do 5,760 $\mu\text{mol/L}$. Kod radnika sa najvišom koncentracijom zabeleženi su bolovi u mišićima, slabost, gubitak apetita, mučnina i povraćanje. Radnik sa koncentracijom od 5,040 $\mu\text{mol/L}$ imao je sledeće simptome: glavobolju, zamor, kao i stomachne probleme. Oba radnika su hospitalizovana zbog sprovođenja helatne terapije.

Stručnjaci NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (15) su obavili studiju na 12 radnika izloženih prilikom rekonstrukcije mosta u Kentakiju (USA). Nivo olova u krvi je meren u dva navrata: 1) tokom prve nedelje od započinjanja posla i tada se kretao u rasponu od 0,240 $\mu\text{mol/L}$ – 2,340 $\mu\text{mol/L}$; 2) mesec dana nakon toga, kada su zabeležene koncentracije u rasponu od 0,432 $\mu\text{mol/L}$ do 2,928 $\mu\text{mol/L}$, pri čemu su samo dva radnika imali nivoe veće od 2,400 $\mu\text{mol/L}$. Ovako relativno visoke koncentracije su zabeležene i pored upotrebe zaštitnih sredstava. Primedba stručnjaka NIOSH se odnosila na činjenicu da nisu u potpunosti bili ispoštovani standardi koje postavljaju OSHA – Occupational Safety and Health Administration i NIOSH.

Frumkin i grupa saradnika iz CDC su u Morbidity and Mortality Weekly Report (16), objavili izveštaj o trovanju olovom 4 radnika, koji su zaposleni kao radnici podizvođačke firme, radeći na raščišćavanju ostataka starog mosta u Džordžiji (USA), posle nepuna tri meseca angažmana, razvili izuzetno jake simptome intoksikacije. Zabeležani nivoi olova u krvi bili su 2,832 $\mu\text{mol/L}$ - 4,464 $\mu\text{mol/L}$. Pošto nisu imali zdravstveno osiguranje, uspeali su, posle komplikovane pravničke procedure, da se posle četiri meseca u lokalnoj bolnici podvrgnu helatnoj terapiji. Rezultat toga bilo je značajno poboljšanje zdravstvenog stanja. Prilikom kontrole, koja je usledila četiri meseca nakon provokacije, konstatovani su nivoi olova u krvi u rasponu od 0,624 $\mu\text{mol/L}$ do 1,296 $\mu\text{mol/L}$.

U našem radu, iako komparacijom srednjih vrednosti (I i II) parametra praćenih u slučaju nativno uzetih ($N=16$) uzoraka nije iskazana statistička značajnost, ipak je jasno uočljivo sniženje vrednosti u praćenom vremenskom intervalu od mesec dana, i to kako u slučaju srednjih vrednosti koncentracija svih pet praćenih parametara, tako i u slučaju broja radnika čije su vrednosti koncentracija iznad MDK vrednosti (Pb_k : u grupi I ih je 5, dok u grupi II nema ni jednog ispitanika; EPP_k : u grupi I ih je 16, dok u grupi II taj broj iznosi 11; Pb_u : u grupi I ih je 4, dok u grupi II taj broj iznosi 3; KP_u : u grupi I ih je 8, dok u grupi II taj broj iznosi 3; ALK_u : u grupi I ih je 9, dok u grupi II taj broj iznosi 7). U grupi I srednje vrednosti svih praćenih parametara, sa

izuzetkom Pb_u , su više u odnosu na MDK. Kada se o grupi II radi samo su srednje vrednosti EPP_k i ALK_u više od MDK.

Ni prilikom poređenja srednjih vrednosti odgovarajućih dana provokacijskog testa ($N=9$) ne iskazuje se statistička značajnost ni u jednom slučaju poređenja. Međutim, kada se izračunaju srednje vrednosti koncentracija celokupnog provokacijskog testa (svih pet dana), i potom uporede, iskazuje se visoko statistički značajno sniženje koncentracija svih praćenih parametara.

Najbolji slika smanjenja vrednosti parametara uočljiva je u tabelama sa prikazom četiri provokacijska testa, koji su rađeni kod trojice radnika sa najvećim stepenom ekspozicije.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata biološkog monitoringa nedvosmisleno je potvrđeno, da je primenom helatirajuće terapije došlo do eliminacije znatne količine olova iz telesnih depoa radnika.

Ovim radom je potvrđena činjenica iznesena u radovima drugih autora, da je EPP parametar izbora za praćene hronične ekspozicije olovu, pri izloženosti kako visokim, tako i nižim koncentracijama olova u radnoj atmosferi.

Ovaj rad je skrenuo pažnju i na uobičajenu proceduru, pri kojoj veća izvođačka firma daje takozvane „prljave“ poslove maloj podizvođačkoj firmi, koja nema mogućnosti ni da svoje radnike obučni, ni da sprovede adekvatne mere njihove zaštite. U slučaju intoksikacije olovu, te mere bi se sastojale u:

- informisanju radnika o potencijalno nepovoljnom dejstvu olova i njegovih jedinjenja.
- informisanju radnika o ranim znacima intoksikacije olovom.
- informisanju radnika o bezbednom radu sa novim proizvodima na bazi olova.
- davanje instrukcija radnicima o pravilnom obeležavanju oblasti potencijalno kontaminirane olovom.
- stalnom ukazivanju na obavezi održavanja lične higijene u cilju prevencije ekspozicije olovu.
- davanju instrukcija radnicima o pravilnoj upotrebi zaštitne opreme (zaštitna odeća i respiratorni sistemi).
- informisanju radnika o specifičnim radnim procedurama za siguran rad sa bojama koje u sebi sadrže olovo.

Abstract

Workers removing protective paint minium from metal parts of Gazela bridge, during period of two month, were intoxicated with lead. Emergency cases were hospitalized in Poisoning Control Center, Military Medical Academy, while other workers were hospitalized in Serbian Institute of Occupational Health. Complete biological monitoring for all of them was performed in Toxicological Laboratory of Serbian Institute of Occupational Health.

Analysis of blood and urine samples of 16 workers was carried out. For all workers native analysis of: lead (Pb_k) and erythrocyte protoporphyrin (EPP_k) in blood, and lead (Pb_u), coproporphyrin (CP_u) and δ -aminolevulinic acid (ALA_u) in urine, were performed twice. Second analysis were performed aproximately one month after first.

Mobilization of lead from the body burden, using $CaNa_2$ -EDTA as chelating agent, on two occasions (I and II) was conducted in 9 workers, while in case of three workers this procedure was repeated four times. Period between two mobilization tests was one month. During mobilization test, lead (Pb_u), coproporphyrin (CP_u) and δ -aminolevulinic acid (ALA_u) in urine were analyzed.

Comparison of native samples by Student's t-test didn't show any statistically significant difference. On the other hand, all monitored parameters during mobilization tests were significantly higher during the first test, as follows: Pb_u I=6.854 μ mol/l, II=4.192 μ mol/l ($p<0.02$); CP_u I=0.304 μ mol/l, II=0.125 μ mol/l ($p<0.02$) and ALA_u I=136.29 μ mol/l, II=60.61 μ mol/l ($p<0.02$).

The results indicate high lead body burden in some workers, which requires further monitoring.

LITERATURA

- (1) S. Hemberg, Prevention of occupational poisoning from inorganic lead, *Work Environ. Health*, (1973), 10: 53-61
- (2) R. E. Engel, D. J. Hammer, R. J. M. Horton, N. M. Lane, L. A. Plumlee, Environmental lead and public health, Research Triangle, Park, NC Environmental Protection Agency. Air Pollution Control Office Publication No. AP 90 (1971), pp. 1-34
- (3) V. Nešić, V. Uzelac, G. Spahić, Distribucija i eliminacija olova kod pacova izloženih olovu, *Arhiv za farmaciju*, (1998), God. 48, Broj 6, str. 1036
- (4) T. Katauskas, R & D special report: DOT coats rusting bridges with layers of problems, *R & D Magazine*, (1990), May 1990:42-48
- (5) J. B. Willis, The Analysis of Biological Materials by Atomic Absorption Spectroscopy, *Clinical Chemistry*, (1965), 11: 251-258
- (6) S.Milić, Određivanje olova i drugih parametara u biološkom materijalu. *Laboratorijski priručnik, Prosvetni pregled*, (1984), str: 78-83
- (7) C. Askevold, *Scand. J. Lab. Clin. Invest.*, (1951), 3: 318
- (8) J.Grabecki, T. Haduch, H. Urbanovicz, *Arch. Geverbepat. in Gewerbehyg.*, (1967), 23: 226
- (9) M.Stanković, Olovo – Pb, *Laboratorijski priručnik, Prosvetni pregled*, (1984), str: 66-72
- (10) L.R. Zielhuis, *International Archive of Occupational and Environmental Health*, (1977), 39: 59
- (11) E. Mintz, Information provided by the Connecticut Department of Health Services in the course of a technical assistance project, (September 9, 1990). Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Surveillance, Hazard Evaluations, and Field Studies
- (12) T. Johnson, Data gathered during investigation of bridge repainting in Baton Rouge, LA. Litchfield, MD: Johnson Brothers. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, HETA, (1990), 90-283
- (13) Centers for Disease Control, Lead poisoning in bridge demolition workers - Massachusetts. *Morbidity and Mortality Weekly Report (CDC)*, (1989), 38(40): 692-694
- (14) P.E. Marino, A. Franzblau, R. Lilis, P. J. Landrigan, Acute lead poisoning in construction workers: the failure of current protective standards. *Arch Environ Health*, (1989), 44(3): 140-145
- (15) NIOSH, Hazard evaluation and technical assistance interim report: M & J Painting Company, Brent-Spence Bridge, Covington, KY. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, HETA, (1991b), 91-006.
- (16) H. Frumkin, F. Gerr, F. Castañeda, A. Leal, Lead Poisoning in Bridge Demolition Workers – Georgia 1992, *Morbidity and Mortality Weekly Report (CDC)*, (1993), May 28, 1993 / 42(20):388-390