

SVINEC V KRVI TRI LETA STARIH OTROK, KI ŽIVIJO NA OBMOČJU ZGORNJE IN SPODNJE MEŽIŠKE DOLINE BLOOD LEAD CONCENTRATIONS IN THREE-YEAR-OLD CHILDREN LIVING OF THE UPPER AND LOWER MEŽICA VALLEY

Ivan Eržen¹, Evgen Janet²

Prispelo: 4. 8. 2003 – Sprejeto: 6. 10. 2004

Izvirni znanstveni članek
UDK 615.916:546.815

Izvleček

Uvod: Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšna je koncentracija svineca v krvi otrok, ki živijo v Mežiški dolini potem, ko so bili pred več kot desetimi leti uvedeni različni ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti prebivalcev svincu iz okolja.

Metoda dela: V raziskavi so sodelovali otroci, ki so ob dopolnjeni starosti treh let od decembra 2001 do junija 2002 prišli na preventivni zdravstveni pregled. Starši so bili z namenom raziskave seznanjeni in so soglašali z vključitvijo njihovih otrok. Vzorec krvi, v katerem je bil določen svinec, je bil odvzet iz prsta.

Rezultati: Sodelovalo je 47 otrok iz območja Mežiške doline. Več kot tretjina je imela koncentracijo svineca v krvi nad 100 µg/l. Rezultati kažejo na statistično značilno večjo koncentracijo (mediana in aritmetična sredina) svineca v krvi med otroki iz Zgornje Mežiške doline v primerjavi s tistimi iz Spodnje Mežiške doline ($p < 0.001$).

Zaključek: Rezultati zahtevajo takojšnje ukrepanje na individualni ravni, hkrati pa so koristni za nadaljnje raziskovanje in spremljanje stanja onesnaženosti in obremenjenosti prebivalcev Mežiške doline s svincem. Posredno tudi omogočajo ocenjevanje učinkovitosti ukrepov, ki so bili sprejeti za zmanjšanje izpostavljenosti prebivalcev svincu.

Ključne besede: svinec v krvi, otroci, vsebnost, Mežiška dolina

Original scientific article
UDC 615.916:546.815

Abstract

Introduction: The purpose of the research was to establish lead concentrations in the blood of children residing in the Mežica valley. The study was undertaken more than a decade after various measures had been taken to reduce environmental lead exposure in the population of the Mežica valley.

Methods: The study involved 47 children who reached the age of three years and attended for a preventive medical examination between December 2001 and June 2002. Blood samples were taken by a finger prick.

Results: More than one third of the children studied had blood lead concentrations above 100 µg/l. Children living in the upper Mežica valley had significantly higher blood lead levels (median and average) as compared to children from the lower part of the valley ($p < 0.001$).

Conclusion: The results obtained call for an immediate intervention at the individual level. At the same time, they form a basis for further research and monitoring of lead burden in the Mežica valley inhabitants. Also, the results of the study are useful for assessing the effectiveness of the risk-reducing measures taken in the exposed population.

Key words: blood lead, children, contents, Mežica valley

¹Zavod za zdravstveno varstvo Celje, Ipavčeva 18, Celje

²Zavod za zdravstveno varstvo Ravne na Koroškem, Ob Suhi 5 b, Ravne na Koroškem
Kontaktni naslov: e-pošta: ivan@zzv-ce.si

UVOD

Akutna in kronična izpostavljenost svincu je še vedno eden najbolj pomembnih zdravstvenoekološko problemov v svetu. V deželah, kjer upoštevajo mednarodne predpise o varstvu pri delu in varovanju okolja pri proizvodnji in predelavi svinca, akutnih zastrupitev s svincem pri ljudeh ne opažajo več. Sedaj je v ospredju problem dolgotrajne izpostavljenosti nižjim koncentracijam svinca, ki je še prisoten v okolju, ter proučevanje zdravstvenih posledic, ki nastajajo v zvezi s to izpostavljenostjo, tako pri zaposlenih kot pri ostalih prebivalcih (1, 2).

Prebivalci Zgornje Mežiške doline živijo že najmanj pol tisočletja v okolju, ki je čezmerno obremenjeno s svincem. Zaradi zelo intenzivne pridelave svinca v 60. in 70. letih prejšnjega stoletja se je izpostavljenost delavcev in ostalega prebivalstva, ki živi na vplivnem območju rudnikov svinca in topilnice Mežice, svincu še povečevala (3). Zdravstvene posledice zaradi izpostavljenosti svincu so prispevale k dokaj visoki ozaveščenosti zaposlenih, ki so že v 19. stoletju skušali izboljšati delovne pogoje in preprečiti obolevanje. Njihova skupna prizadevanja ter tehnološki razvoj so tudi v Sloveniji pripeljali do zmanjševanja emisije svinca v okolje.

Zdravstveni nadzor in proučevanje posledic izpostavljenosti svincu med rudarjenjem in taljenjem sta bila v začetku omejena predvsem na zaposlene ter usmerjena k preprečevanju ter zdravljenju akutnih zastrupitev. V začetku 60. let prejšnjega stoletja pa je bilo več pozornosti namenjene tudi ostalim prebivalcem, ki živijo na območju Zgornje Mežiške doline in katerih zdravje je bilo zaradi velike obremenjenosti okolja s svincem prav tako ogroženo (4, 5). Z izboljševanjem delovnih pogojev, predvsem pa z aktivnim delom na področju zmanjševanja izpostavljenosti delavcev svincu, se je v preteklih tridesetih letih nevarnost za pojav akutnih zastrupitev bistveno zmanjšala. Po izvedbi sanacije glavnega vira emisije svinca leta 1978 se je emisija svinca v zrak pomembno znižala in v bližini topilnice ni več preseгла $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6).

V začetku 80. let prejšnjega stoletja je bila na območju Mežiške doline zastavljena obsežna prospektivna raziskava, s katero so želeli preveriti, v kolikšni meri se je izpostavljenost prebivalstva svincu po uvedbi sanacijskih ukrepov zmanjšala. V okviru raziskave so s pomočjo biološkega spremljanja proučevali tudi obremenjenost šolskih in predšolskih otrok s svincem. Raziskava je potekala enajst let – od leta 1980 do 1990. V obeh skupinah je bil trend zmanjševanja količine svinca v krvi (Tabela 1). Toda kljub izboljšanju so bile

povprečne vrednosti svinca v krvi 11 let po uvedbi filtrov še vedno statistično pomembno višje kot pri kontrolnih skupinah iz območja Mozirja, kjer ni bilo industrije, ki bi emitirala v okolje svinec.

Otroci, zlasti najmlajši, so zaradi večje občutljivosti in večje izpostavljenosti skupina z največjim tveganjem za pojav negativnih posledic izpostavljenosti svincu, zato so potrebni posebne pozornosti (7). Nekatere študije so, druge pa niso potrdile domnev, da imajo otroci, rojeni staršem, ki so bili izpostavljeni svincu, večjo možnost, da se rodijo s prirojeno napako ali duševno zaostali, da imajo motnje v obnašanju in da pogosteje umirajo v prvem letu življenja (8). Vzrok za to naj bi bile zgodnje biokemične spremembe pri tvorbi krvi, posledično slabokrvnost in slabša preskrba tkiv s kisikom (9). Ker je centralni živčni sistem posebej občutljiv za pomanjkanje kisika, se pojavijo posledice vnosa povečane količine svinca v telo najprej ravno tu, celo prej, kot se pojavijo simptomi slabokrvnosti (10).

V okolju, ki ga lahko, kar se tiče onesnaženosti, označimo kot malo onesnaženega, je povprečna koncentracija svinca v krvi otrok običajno pod $50 \mu\text{g}/\text{l}$ (11), delež otrok, ki imajo koncentracija svinca v krvi višjo od $100 \mu\text{g}/\text{l}$, pa redko presega 2% (1, 8, 12, 13). Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšna je vsebnost svinca v krvi otrok, ki živijo v Mežiški dolini. Primerjava novih podatkov o vsebnosti svinca v krvi otrok s podatki iz preteklosti omogoča oceno uspešnosti ukrepov za zmanjšanje onesnaževanja okolja, ki so bili na območju Zgornje Mežiške doline uvedeni pred več kot desetletjem. Poleg tega je na ta način mogoče odkriti posameznike, pri katerih obstaja tveganje za zdravje zaradi povečane vsebnosti svinca v krvi, kar daje možnost ukrepanja za zmanjšanje vnosa svinca na individualni ravni.

MATERIAL IN METODA DELA

Preiskovanci

V raziskavo so bili vključeni vsi otroci, ki so bili ob dopolnjeni starosti treh let od decembra 2001 do junija 2002 v otroškem dispanzerju ZD Ravne na Koroškem na rednem preventivnem zdravstvenem pregledu. Za sodelovanje v raziskavi, ki jo je odobrila etična komisija Ministrstva za zdravje, so dali otrokovi starši oziroma skrbniki informirani pristanek.

Za ugotavljanje koncentracije svinca v krvi je bila analizirana kapilarna kri, ker odvzem krvi iz vene v okviru preventivnega pregleda ni predviden. V izogib

Tabela 1. Časovni pregled izbranih podatkov o koncentracijah svınca v krvi predšolskih (<4 leta) in šolskih otrok mater v širši okolici Rudnika svınca Mežica v primerjavi z opozorilnimi vrednostmi in kontrolno skupino (5).

Table 1. Selected data on blood lead concentrations in preschool-aged (<4 yrs) and school-aged children and their mothers residing in the wider neighbourhood of the Mežica lead mine, as compared to the warning and control concentrations (5), survey by time and location.

Leto (območje) Year (location)	Koncentracija svınca v krvi (µg/l) Blood lead concentration				
	Otroci: a) predšolski, b) šolski Children: a) preschool-aged, b) school-aged			Matere Mothers	
	Mediana (N) Median	Max. konc. Max. conc.	Opozorilna vrednost* Warning levels	Mediana (N) Median	Max. konc. Max. conc.
1976 (okolica rudnika) (mine neighbourhood)	a) 477 (30) b) 493 (30)	a) 918 b) 1273	500	338 (33)	711
1984* (Mozirje-kontrola) (Mozirje-control)	a) <65 (25) b) <65 (30)	a) 123 b) 210	500	< 48 (28)	133
1990 (okolica rudnika) (mine neighbourhood)	a) 91 (16) b) 129 (42)	a) 188 b) 361	250	94 (31)	429

* kontrolna skupina (Mozirje) – starost 3-7 let

* control group (Mozirje) – age 3-7 yrs

N število otrok

N number of children

+ Spremembe opozorilnih vrednosti za Pb v krvi:

+ Changes in warning blood lead levels

do 1970: 600 µg/l

by 1970

do 1985 500 µg/l

by 1985

do 1991 250 µg/l

by 1991

1992: 100 µg/l

laboratorijskim napakam, je bilo laboratoriju za biokemijo ZD Ravne na Koroškem, kjer so odvzeme izvajali, posredovano posebno navodilo za ustrezen odvzem krvi.

Da bi lahko ocenili, ali predstavlja bivanje v bližini rudnika in topilnice svinca v Zgornji Mežiški dolini še vedno povečano tveganje za vnos svinca v telo, smo skupino preiskovancev naknadno razdelili na dve skupini ob predpostavki, da so otroci, ki imajo stalno bivališče bližje viru onesnaževanja okolja bolj izpostavljeni vnosu svinca (primeri) kot otroci, ki živijo bolj oddaljeno (kontrola). Kot bolj izpostavljene smo šteli otroke, ki živijo v občinah Črna na Koroškem in Mežica - Zgornja Mežiška dolina. V skupino manj izpostavljenih pa so bili uvrščeni tisti, ki živijo nekoliko bolj oddaljeno, v občini Prevalje in Ravne na Koroškem - Spodnja Mežiška dolina.

Laboratorijske analize

Vzorci krvi so bili pred analizo redčeni z raztopino 0,25-odstotna askorbinske kisline in 1-odstotnega Tritona X-100 in sicer v razmerju 1:5. Pripravljeni vzorci so bili analizirani neposredno z elektrotermično atomsko absorpcijo (SpectrAA-20, Varian, Mulgrave, Australia). Pri tem je bil v fazi razklopa za sežig organskega matriksa v grafitno peč uveden zrak namesto argona. Absorbanca svinca je bila izmerjena pri 283,3 nm. Korekcija ozadja je bila opravljena z devterijevo žarnico (14, 15). Meja

kvantifikacije za Pb je 5 µg/l ali 0,025 µmol/l. Rezultati meritev so podani na 1 liter polne krvi.

Kalibracija je bila opravljena pred merjenjem vzorcev in nato na vsakih deset vzorcev. Na ta način je bilo mogoče zagotoviti, da so bili vzorci in standardi pripravljene na enak način in z istimi kemikalijami. Kalibracija je potekala z metodo standardnega dodatka, kot modifikator pa je bil uporabljen paladij (0,1 g/l). Na enak način je bil pripravljen tudi slepi vzorec.

Vsak vzorec krvi je bil pripravljen in analiziran v paru. Rezultat je podan kot srednja vrednost obeh meritev. Na osnovi desetih meritev različnih dvojnih vzorcev je bil izračunan standardni odklon. Zanesljivost meritev je bila zadovoljiva, če razlika med paralelnimi določitvami ni bila večja od dveh standardnih odklonov. V primeru, da je bila večja, se je meritev ponovila.

Za kontrolo pravilnosti metode je bil uporabljen certificiran referenčni material RM 194 za analizo krvi. Rezultati analize referenčnih materialov so bili zadovoljivi (najdene vrednosti 92-97% certificirane vrednosti, koeficient variacije 2-8%).

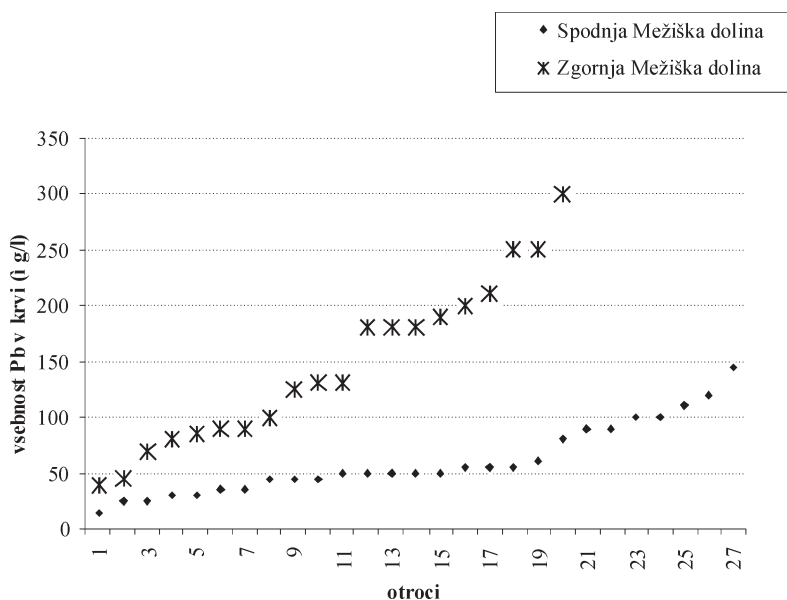
Statistična analiza in prikazi

Statistična analiza je bila opravljena s pomočjo programskega orodja za statistične obdelave SPSS za delo z Okni (ver.11.00, licenca Medicinske fakultete v Ljubljani).

Tabela 2. Vrednost aritmetične sredine in mediane za svinec v vzorcih krvi, odvzetih triletnim otrokom iz Mežiške doline od decembra 2001 do junija 2002.

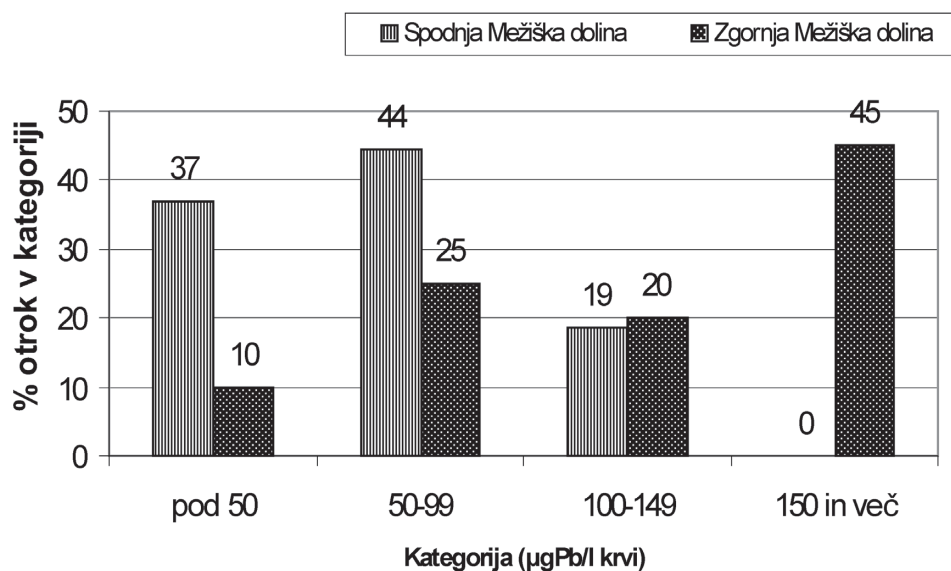
Table 2. Arithmetic mean and median of lead concentrations in the blood of 3-year-old children from the Mežica valley, sampling period December 2001 – June 2002.

	N	MEDIANA (µg/l KRVÍ) MEDIAN (µg/l OF BLOOD)	ARITMETIČNA SREDINA (µg/l KRVÍ) ARITHMETIC MEAN (µg/l OF BLOOD)
Zgornja Mežiška dolina Upper Mežica valley	20	130	146,3
Spodnja Mežiška dolina Lower Mežica valley	27	50	60,5



Slika 1. Prikaz koncentracij svine v vzorcih krvi, odvzetih triletnim otrokom iz Mežiške doline od decembra 2001 do junija 2002.

Figure 1. Lead concentrations in the blood of 3-year-olds from the Mežica valley, sampling period December 2001 – June 2002.



Slika 2. Frekvenčna distribucija vrednosti svine v vzorcih krvi, odvzetih triletnim otrokom iz Mežiške doline od decembra 2001 do junija 2002.

Figure 2. Frequency distribution of blood lead concentrations in 3-year-olds from the Mežica valley, sampling period December 2001 – June 2002.

REZULTATI

V raziskavi so sodelovali vsi triletni otroci, ki so prišli v obdobju od decembra 2001 do junija 2002 na preventivni pregled. Skupno je v raziskavi sodelovalo 47 otrok, 20 (42,5%) iz Zg. Mežiške, 27 pa iz Sp. Mežiške doline. Največja obremenjenost s svincom je bila ugotovljena pri otrocih, ki živijo v Zg. mežiški dolini. Povprečna vsebnost je bila 146,3 µg svinca/l krvi, mediana pa 130 µg svinca/l krvi (Tabela 2). Med sodelujočimi je bilo takih, ki so imeli v krvi preko 100 µg svinca/l (mejna vrednost za pojav posledic na zdravju), več kot tretjina. Nekateri med njimi so imeli vsebnost svinca visoko nad 100 µg svinca/l krvi, najvišja vsebnost pa je bila 350 µg (Slika 1, Slika 2).

Pri 18 otrocih je bila vsebnost svinca v krvi ≥ 100 µg/l; 13 jih je imelo stalno bivališče v občini Črna na Koroškem in Mežica, 5 pa na Ravnah. V občini Prevalje ni bilo nikogar, ki bi imel vsebnost svinca v krvi višjo od 100 µg/l. Pri mapiranju podatkov opazimo grupiranje zvezdic (100 µg/l Pb v krvi) po pričakovanju v Zg. Mežiški dolini oziroma Črni ter Mežici z okolico. Delež otrok z visokimi vsebnostmi svinca (nad 100 µg/l) je na tem območju izredno visok, kar 65%.

V okviru statistične analize je bilo izračunano razmerje obetov. Razmerje obetov za osebe, ki živijo v Zg. Mežiški dolini v primerjavi z osebami, ki živijo v Sp. Mežiški dolini, da bo koncentracija svinca v krvi večja od 100 µg/l je 5,8 (95% C.I. 2,1-16,1). To pomeni, da je izpostavljenost svinču iz vseh virov v Zg. Mežiški dolini še vedno visoka in predstavlja življenje na območju Zg. Mežiške doline značilno večje tveganje za vnos svinca v količini, ki je lahko za zdravje škodljiva ($p < 0,001$).

RAZPRAVA

Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšna je vsebnost svinca v krvi otrok, ki živijo v Mežiški dolini, potem ko so na tem območju že več kot deset let izvajali ukrepe za zmanjšanje onesnaženja. Rezultati so pokazali, da je vsebnost svinca v krvi visoka in so torej otroci, ki živijo v Mežiški dolini, izpostavljeni velikemu tveganju, da zaužijejo količine svinca, ki lahko ogrozijo njihovo zdravje in razvoj. Tveganje je še posebej veliko na območju Zg. Mežiške doline, v občinah Ravne na Koroškem in Mežica.

Primerjava novih podatkov o vsebnosti svinca v krvi otrok s podatki iz preteklosti sicer pokaže, da je

vsebnost svinca v krvi v povprečju nižja, kot je bila v preteklosti (Tabela 1), vendar pa ukrepi, ki so bili sprejeti z namenom, da bi zmanjšali izpostavljenost prebivalstva svinču, niso odpravili tveganja za povečan vnos svinca v telo prek posameznih elementov okolja. Zmanjšanje emisij svinca v okolje se ugodno zrcali na zmanjšanju obremenjenosti posameznih elementov okolja, še posebej zraka (4, 6). V okoljih, kjer so sprejeli aktivno politiko na področju zmanjševanja onesnaževanja okolja s svincom, poročajo tudi o upadu vsebnosti svinca v krvi. Iz Japonske poročajo o znižanju povprečne vsebnosti svinca v krvi v obdobju od leta 1980 do 1990 iz 35 µg/l na 23 µg/l krvi (16). O upadu vsebnosti svinca po postopnem zmanjševanju uporabe osvinčenega bencina so poročali tudi v drugih državah, a so bile povprečne koncentracije praviloma višje. Tako na primer Moore s sodelavci poroča o zmanjšanju povprečne vsebnosti svinca pri ženah v Glasgowu od 146 µg/l v letu 1977 na 35 µg/l v letu 1983 (17). Čeprav se je vsebnost svinca v posameznih elementih okolja zmanjšala po prenehanju uporabe osvinčenega bencina, pa je tudi danes še vedno razlika v izpostavljenosti ljudi v urbanem in ruralnem okolju, kar kaže na pomen prašnih delcev, ki se vdihavajo, pri izpostavljenosti ljudi, saj je svinec prašnih delcev v urbanem okolju še vedno prisoten (18, 19, 20). Verjetno tudi na območju Zg. Mežiške doline prav prah še vedno dviguje vsebnost svinca v krvi.

Visoka vsebnost svinca v skupini triletnikov, ki je bila ugotovljena v tej raziskavi, je verjetno kombinacija povečane vsebnosti svinca v okolju ter večjega vnosa, ki je za tako skupino otrok značilen. Razlog za večjo vsebnost svinca v krvi pri otrocih, starih do 6 let, v primerjavi z odraslimi, je potrebno poiskati v posebnostih te skupine prebivalstva, ki so povezane tako s fiziologijo kot z načinom življenja. Na večjo vsebnost svinca pri malih otrocih ter na njihovo večjo občutljivost za svinec vplivajo naslednja dejstva:

- Absorpcija svinca iz prebavil je pri otrocih znatna, okrog 50%, pri odraslih pa le okrog 10%.
- Otroci pojedjo na enoto telesne teže več hrane kot odrasli, zato je vnos svinca na enoto teže znatno večji kot pri odraslih.
- Med otroki se bolj pogosto pojavlja primanjkljaj pri uživanju npr. železa ali vitamina D, kar pospeši absorpcijo svinca iz prebavil.
- Način življenja otrok omogoča večji vnos svinca, kot pri odraslih (manjšo pozornost namenjajo osebni higieni, veliko se zadržujejo v zunanem okolju in z umazanimi rokami pogosto segajo v usta).

- Učinki svınca na krvotvorni sistem ter na živčevje se pojavijo pri otrocih pri nižji koncentraciji svınca v krvi kot pri odraslih.
- Pri otrocih krvnomožganska pregrada še ni v celoti razvita.

Kljub temu, da je bilo v raziskavo zaradi pomanjkanja sredstev in časa vključenih malo otrok, pa rezultati nedvoumno kažejo, da je potrebno malim otrokom posvetiti posebno pozornosti. Glede na to, da ni verjetno, da bi v kratkem času zmanjšali obremenjenost okolja s svincem, je potrebno z aktivnim pristopom odkrivati posameznike, katerih zdravje in razvoj je, glede na ugotovljeno vsebnost svınca v krvi, bolj ogrožen. Izdelati je potrebno program presejanja – rednega preverjanja vsebnosti svınca v krvi pri otrocih, ki so starejši od 12 mesecev. Na osnovi rezultatov pa je potrebno pripraviti individualni program varovanja pred vnosom svınca v telo. To pa pomeni, da je potrebno pri otrocih, kjer bo ugotovljena povečana vsebnost svınca v krvi, proučiti vire izpostavljenosti ter sistematično zmanjševati vnos z ukrepi na individualni ravni, ki bodo odvisni od vrste izpostavljenosti otrok. Glede na to, da je število otrok, ki živi na tem območju, sorazmerno majhno, je tak pristop mogoče uveljaviti takoj.

Poleg tega je potrebno z ustreznim informiranjem in izobraževanjem prebivalcev Mežiške doline, zlasti pa zaposlenih oseb ter staršev, stalno izboljševati njihove ozaveščenost glede načinov vnosa svınca v telo ter o načinih, kako vnos svınca v telo zmanjšati.

ZAKLJUČEK

Dosedanje raziskave okolja nudijo veliko podatkov, iz katerih je mogoče sklepati o stopnji izpostavljenosti prebivalstva, ki živi v bližini topilnice svinčeve rude. Glede na to, da so se emisije svınca v zrak po uvedbi sanacijskih ukrepov bistveno zmanjšale, je potrebno nameniti pozornost zmanjšanju vnosa svınca preko drugih elementov okolja, zlasti preko hrane in prašnih delcev. Posebna pozornost mora biti namenjena zgodnjemu odkrivanju in analizi individualnega tveganja, ki ga vnos svınca pomeni za otroke, živeče na vplivnem območju topilnice. Zaradi tega je potrebno poleg nadaljnjega izvajanja sistematičnih ukrepov za zmanjšanje onesnaževanja okolja s svincem uvajati tudi ukrepe za zmanjšanje vnosa svınca pri posameznikih, zlasti pa pri tistih, kjer pokaže rezultat presejanja, da je ogroženost zdravja zaradi vnosa svınca v telo povečana.

Literatura

1. Lead. International Programme on Chemical Safety - Environmental Health Criteria 165. World Health Organisation Geneva 1995; 1-180.
2. Haguenoer JM. Occupational and environmental risks of lead exposure, Eurotox educational Workshop. Szegged, Hungary, 1996.
3. Fugaš M, Prpić-Majić D, Markićević A s sod. Health study of a lead exposed population. Arh hig rada toksikol 1975; 26: 119-37.
4. Prpić-Majić D. Istraživanja olova, kadmija i cinka u dolini rijeke Meže. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada 1996.
5. Sušnik J, Blatnik D, Fugaš M, Prpić-Majić D. Chromosomal investigations in humans after long term exposure to lead. Arh higrada toksikol 1978; 29: 305-15.
6. Prpić-Majić D, Keršanc A, Karačić V in sod. Praćenje toka normalizacije nalaza bioloških pokazatelja izloženosti olovu u stanovnika oko talionice olova nakon postavljanja novih vrećastih filtera u odnosu na razine olova u okolini. Izvješatji IMI-P-30, IMI-P-35, IMI-P-49, IMI-P-67, IMI-P-73, IMI-P-93, IMI-P-102, IMI-P-109, IMI-P-126, IMI-P-139, IMI-P-143. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Zagreb, 1980-1990.
7. Lead. Environmental health criteria 165. International Programme on Chemical Safety. World Health Organisation Geneva, 1995: 1-180.
8. Ernhart CB, Morrow-Tlucak M, Wolf AV in sod. Low level lead exposure in the prenatal and early preschool periods: intelligence prior to school entry. Neurotoxicol Teratol 1989; 11:161-170.
9. Ribarić-Lasnik C, Pokorny B, Pačnik L. Problemi težkih kovin v Zgornji Mežiški dolini. Inštitut za ekološke raziskave, 1999: 121-125.
10. Coony G, Bell A, Stravou C. Low level exposure to lead and neurobehavioral development. The Sydney Study: children at seven years. In: Farmer JG. Proceedings of Heavy Metals in the Environment Conference. Edinburgh 1991; 16-19.
11. Seifert R, Becker K, Helm D, Krause C, Schulz C, Seiwert M. The German environmental Survey 1990/1992 (GerES II): reference concentrations of selected environmental pollutants in blood, urine, hair, house dust, drinking water and indoor air. J Expo Anal Environ Epidemiol 2000;10: 552-565.
12. Gottlieb K, Koehler JR. Blood lead levels in children from lower socioeconomic communities in Denver, Colorado. Arch Environ Health 1994;49:260-266.
13. Brockhaus A, Collet W, Dolgner R in sod. Exposure to lead and cadmium of children living in different areas of North-West Germany: results of biological monitoring studies. Int Arch Occup Environ Health 1988; 60:211-222.
14. Telicsman S. Quality control of clinical and toxicological analyses—proposed model for a Yugoslav quality control program for lead and cadmium in the blood. Arh Hig Rada Toksikol 1983; 143-52.
15. Minoia C. Analytical and extra-analytical problems connected with the determination of lead and cadmium in the blood. Ann Ist Super Sanita 1985; 1:61-71.
16. Watanabe T in sod. Reduced cadmium and lead burden in Japan in past 10 years. Int Arch Occup Environ Health 1996; 68:305-14.
17. Moore MR, Robertson SJ, Gilmour WH in sod. Decline of maternal blood lead concentrations in Glasgow. J Epidemiol Community Health 1998; 52:672-673.

18. WHO Regional publications. Lead. V Air quality guidelines. European Publications series 23. Copenhagen 1987; 242-261.
19. Hallien IP, Jorhem L, Lagerkvist BJ, Oskarsson A. Lead and cadmium levels in human milk and blood. Sci Total Environ 1995; 166:149-55.
20. Hayes EB, McElvaine MD, Orbach HG, in sod. Long-term trends in blood levels among children in Chichago: relationship to air lead levels. Pediatrics 1994; 93:195-200.