

ONEČIŠĆENJE OKOLINE OLOVOM
I BIOLOŠKI INDEKSI POVEĆANJA
APSORPCIJE OLOVA KOD ČOVJEKA

DANICA PRPIĆ-MAJIĆ, J. SUŠNIK* i MIRKA FUGAŠ

*Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada JAZU,
Zagreb i *Koroški zdravstveni dom, Ravne na Koroškem*

U skupini stanovnika iz okolice talionice olova i u kontrolnoj skupini izvršene su analize nekoliko bioloških parametara, koji se mogu mijenjati pod utjecajem olova. Koncentracija olova u atmosferi oko talionice bila je za red veličine viša nego u drugim naseljima. Od 71 ispitanika iz okolice talionice, 37 nije bilo profesionalno eksponirano olovu (grupa I), dok su 34 ispitanika ili nekada radila na mjestima s povećanom ekspozicijom olovu ili i danas rade u neposrednoj blizini takvih profesionalnih izvora (grupa II). U usporedbi s kontrolnom skupinom, u stanovnika iz okolice talionice koncentracije olova u krvi i delta-aminolevulinske kiseline u mokraći bile su značajno povišene, dok je aktivnost dehidrataze delta-aminolevulinske kiseline u krvi bila značajno snižena. Za olovo i dehidratazu delta-aminolevulinske kiseline utvrđena je statistički značajna razlika između grupe I i grupe II, suglasno s razlikom u ekspoziciji olovu. Dobiveni rezultati upućuju na korisnost određivanja olova u krvi, aktivnosti dehidrataze delta-aminolevulinske kiseline u krvi i koncentracije delta-aminolevulinske kiseline u mokraći, kao mjere za ekspoziciju olova iz okoline.

Čovjek prima olovo iz okoline inhalacijom kontaminiranog zraka i ingestijom kontaminirane hrane i pića. Ako je apsorpcija olova samo lagano povećana, ona se u većini slučajeva ne očituje nikakvim kliničkim simptomom koji bi pravodobno upozorio čovjeka na opasnost. Zato su posebno važne biološke analize kojima se objektivno i rano može dokazati povećana ekspozicija, odnosno povećana apsorpcija olova.

Ispitivanja drugih autora (1, 2, 3) i naša (4) pokazala su da su snižena aktivnost dehidrataze delta-aminolevulinske kiseline (D-DALK) u perifernoj krvi i povećano izlučivanje delta-aminolevulinske kiseline (DALK) mokraćom vrlo osjetljivi i rani pokazatelji povećane ekspozicije olovu. D-DALK je enzim koji posreduje stvaranje DALK, jednog od preteča u sintezi hema, odnosno hemoglobina. Pod djelovanjem olova aktivnost enzima se smanjuje, a neugrađena DALK se izlučuje mokraćom. Aktivnost

D-DALK osjetljiva je na prisutnost olova, pa tako u krvi čovjeka dodatak *in vitro* od samo 2×10^{-5} M Pb inaktivira potpuno njenu aktivnost (5). Iako fiziološko značenje D-DALK u perifernoj krvi nije poznato, utvrđena je korelacija između D-DALK u perifernoj krvi i one u koštanoj srži, kod istih doza olova (6). Pored toga, između inhibicije D-DALK i prisutne koncentracije olova u krvi postoji negativna korelacija (1).

Svrha ovog rada bila je da se ispita do koje mjere određivanje aktivnosti D-DALK u eritrocitima i određivanje koncentracije DALK u mokraći uz istodobno određivanje koncentracije olova u krvi mogu korisno poslužiti kao objektivni parametri za utvrđivanje stupnja apsorpcije olova iz okoline onečišćene olovom.

ISPITANICI I METODE

Ispitanici su bili stanovnici naselja Črna, Rudarjevo, Žerjav i Mežica, koja su smještena u blizini talionice olova »Mežica«, a u dolini rijeke Meže (sl. 1). Dolina je okružena visokim brdima, što pogoduje dužem zadržavanju zagađenog zraka.

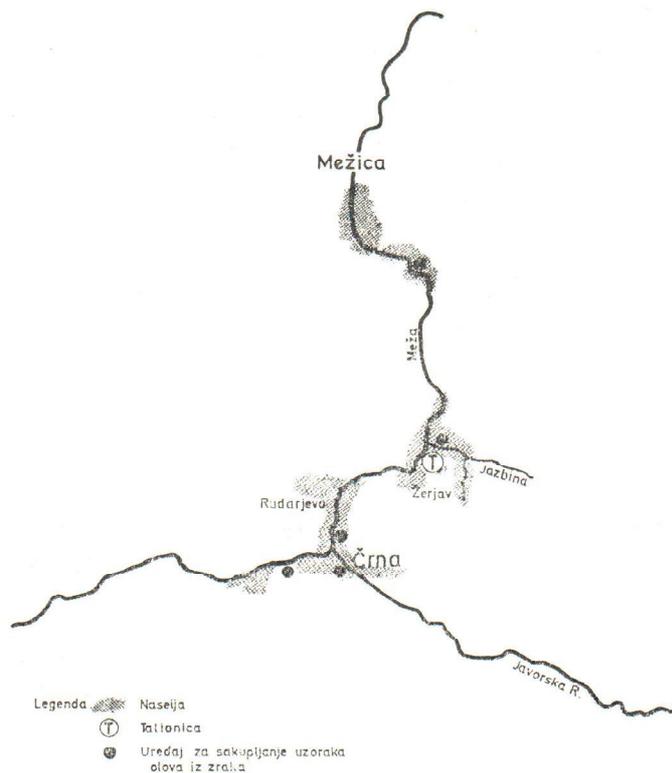
Ispitan je ukupno 71 ispitanik. Među njima 37 ispitanika nije bilo profesionalno eksponirano olovu (grupa I). Od preostala 34 ispitanika (grupa II), 13 je nekada radilo duže ili kraće vrijeme na mjestima s povećanom ekspozicijom olovu, 18 je ispitanika pored jače ili slabije ekspozicije u prošlosti i u toku istraživanja radilo s olovom ili u neposrednoj blizini izvora olova, a 3 ispitanika nisu bila profesionalno eksponirana u prošlosti, već su samo u toku ispitivanja radili u blizini profesionalnih izvora olova. 13 ispitanika grupe II, koji su u prošlosti bili profesionalno eksponirani olovu prestali su raditi s olovom u prosjeku prije 12 godina (1–20 godina).

Za usporednu skupinu izabrani su stanovnici iz okolice Idrije (ukupno 75 ispitanika). Ta grupa ispitanika bila je prema prehrani i životnim navikama vrlo slična grupi ispitanika izloženih olovu.

Svi ispitanici usporedne i olovu eksponirane skupine bili su muškarci, u dobi od 30 do 60 godina.

U krvi svakog ispitanika određena je koncentracija olova i aktivnost D-DALK, a u mokraći je izmjerena koncentracija DALK. Olovo je određeno spektrofotometrijski modificiranom ditizonskom metodom (7), aktivnost D-DALK spektrofotometrijski po metodi *Bonsignorea* i sur. (8), a DALK uz separaciju s ionskim izmjenjivačima spektrofotometrijski po metodi *Davis-Andelmana* (9).

Uzorci olova iz zraka sakupljani su tijekom 24 sata svakodnevno u toku godine dana na pet mjesta u dolini rijeke Meže (sl. 1). Sakupljanje uzoraka olova iz zraka u Idriji izvršeno je na jednom mjestu svakodnevno u toku pet mjeseci. Sadržaj olova je određen atomskom apsorpcijskom spektrofotometrijom (Unicam SP 90A). Način sakupljanja i analiza uzoraka opisani su prije (10).



Sl. 1. Shematski prikaz položaja talionice i naselja u dolini rijeke Meže

REZULTATI

U tablici 1 su prikazani rezultati koncentracije olova u zraku i rezultati bioloških analiza usporedne i olovu eksponirane grupe izraženi kao aritmetičke sredine. U grupi eksponiranoj olovu biološki su nalazi prikazani posebno za grupu stanovnika koji nisu bili profesionalno eksponirani olovu (grupa I) i posebno za grupu stanovnika profesionalno izloženu olovu (grupa II).

Koncentracija olova u zraku u okolici talionice olova bila je značajno povišena ($\bar{X} = 40,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) u odnosu na druga naselja, dok je u okolici Idrije bila relativno niska ($\bar{X} = 0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Biološki indeksi — Pb i D-DALK u krvi, DALK u mokraći — potvrdili su tu razliku u ekspoziciji olovu. U obje eksponirane grupe, olovo u krvi bilo je značajno više

Tablica 1.

Koncentracija olova u atmosferi i vrijednosti bioloških parametara u stanovnika iz okolice Idrije i iz okolice talionice olova

Parametar	Grupa stanovnika iz okolice Idrije (N=75)	Eksponirane grupe iz okolice talionice olova	
		I (N=37)	II (N=34)
Olovo u zraku $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\bar{X} \pm \text{SE}$ (raspon)	$0,24 \pm 0,03$ (0,12—0,67)	$40,7 \pm 1,6$ (0,3—328,0)	
Olovo u krvi $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ $\bar{X} \pm \text{SE}$ (raspon)	18 ± 1 (1—38)	$35,2 \pm 1,7$ (19—58)	$64,2 \pm 2,8$ (33—96)
D-DALK u krvi jedinice/ml E $\bar{X} \pm \text{SE}$ (raspon)	111 ± 3 (47—177)	$29,6 \pm 2,8$ (8—78)	$20,3 \pm 2,5$ (3—59)
DALK u mokraći $\text{mg}/100 \text{ ml}$ $\bar{X} \pm \text{SE}$ (raspon)	$0,34 \pm 0,02$ (0,12—0,65)	$0,81 \pm 0,13$ (0,19—4,65)	$1,29 \pm 0,27$ (0,12—8,32)

I — grupa stanovnika bez profesionalne ekspozicije olovu.

II — grupa stanovnika s profesionalnom ekspozicijom olovu.

($P \ll 0,05$) od olova u krvi usporedne grupe. Aktivnost D-DALK u krvi bila je značajno niža ($P \ll 0,05$), a koncentracija DALK u mokraći značajno viša ($P \ll 0,05$) u grupama iz okolice talionice olova u odnosu na rezultate usporedne grupe.

U eksponiranoj grupi utvrđena je značajna razlika između ispitanika grupe I i grupe II, i to u sadržaju olova u krvi ($P \ll 0,05$) i u aktivnosti D-DALK ($P < 0,05$), dok u sadržaju DALK u mokraći razlika nije bila statistički značajna ($P > 0,05$).

Stanovnici koji su u prošlosti bili profesionalno eksponirani olovu ($N = 13$), a u toku istraživanja samo olovu iz okoline, u prosjeku nisu imali značajno različite vrijednosti koncentracije olova u krvi ($59,6 \pm 4,3 \mu\text{g}/\text{ml}$) od prosječnih vrijednosti grupe II. Po vrijednostima D-DALK u krvi ($27,8 \pm 5,0$ jedinica/ml E) i DALK u mokraći ($0,62 \pm 0,08 \text{ mg}/100 \text{ ml}$) ova je podgrupa u grupi II bila sličnija grupi I.

Ispitanici eksponiranih grupa i pored povećane apsorpcije olova dokazane objektivnim parametrima, nisu imali subjektivnih tegoba, koje su karakteristične za otrovanje olovom.

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

U određivanju stupnja apsorpcije olova iz okoline znatno onečišćene olovom, s prosječnom koncentracijom olova u zraku od $40,7 \mu\text{g Pb/m}^3$, tri biološka testa — koncentracija olova u krvi, aktivnost D-DALK u krvi i koncentracija DALK u mokraći — objektivno su potvrdila povećanu ekspoziciju olovu. Unutar eksponirane grupe prva dva testa omogućila su razlikovanje u apsorpciji olova među stanovnicima koji su bili eksponirani olovu samo iz okoline i onih koji su uz olovo iz okoline apsorbirali veće ili manje količine olova tijekom rada. Aktivnost D-DALK te olovo u krvi pokazali su se osjetljivijim testom od određivanja DALK u mokraći što je u suglasnosti s većinom nalaza drugih autora (1, 11—15).

Uzevši u obzir rezultate koncentracije olova i koncentracije DALK u mokraći, većina ispitanika eksponiranih grupa I i II, prema kriterijima koji su dani 1968. godine za dijagnozu otrovanja anorganskim otrovom (16), može se svrstati u kategoriju »povećane apsorpcije olova, ali bez subjektivnih tegoba«. To je u suglasnosti s provedenim ispitivanjem, jer u eksponiranoj grupi nisu zabilježene subjektivne tegobe.

Posebno je zanimljiv podatak da u eksponiranoj grupi II stanovnici koji su u prošlosti bili profesionalno eksponirani olovu ($N = 13$), a u toku istraživanja izloženi samo olovu iz okoline, u prosjeku nisu imali značajno različite vrijednosti koncentracije olova u krvi od prosječnih vrijednosti grupe II. Koliko je za taj fenomen odgovorno olovo deponirano u prošlosti, ne može se sa sigurnošću odgovoriti, jer ti isti ispitanici pored olova deponiranog u organizmu, stalno su izloženi i olovu iz okoline. Daljnja istraživanja o biološkoj aktivnosti olova deponiranog u organizmu vjerojatno bi dala malo više uvida u razjašnjavanje tog problema.

Na temelju provedenih ispitivanja može se zaključiti: Određivanjem koncentracije olova i aktivnosti D-DALK u krvi, kao i koncentracije DALK u mokraći moguće je objektivno ocijeniti stupanj ekspozicije olovu iz okoline. Pomoću tih parametara moguće je razlikovati ispitanike koji su bili eksponirani olovu iz okoline od onih koji su uz olovo iz okoline apsorbirali dodatne količine profesionalnom ekspozicijom. Ovakva ispitivanja izravno na čovjeku pružaju mogućnost objektivne ocjene stupnja ugroženosti zdravlja ljudi koji žive u okolini kontaminiranoj olovom.

Literatura

1. Hernberg, S., Nikkanen, J., Mellin, G., Lilius, H.: Arch. Environ. Health, 21 (1970) 140.
2. Secchi, C. C., Alessio, L., Cambiaghi, G.: Med. Lavoro, 62 (1971) 435.
3. Selander, S., Cramer, K.: Brit. J. industr. Med., 27 (1970) 28.
4. Prpić-Majić, Danica, Fugaš Mirka, Sušnik, J.: Internacionalni simpozij: Environmental Health Aspects of Lead, Amsterdam, 1972, str. 707.
5. Bonsignore, D., Calissano, P., Cartasegna, C.: Med. Lavoro, 56 (1965) 72.
6. Prpić-Majić, Danica, Mueller, P. K.: (neobjavljeni rezultati).
7. Weber, A. O., Voloder, Kata, Vouk, V. B.: Arh. hig. rada, 3 (1952) 296.

8. *Bonsignore, D., Calissano, P., Cartasegna, C.*: *Med. Lavoro*, 56 (1965) 19.
9. *Davis, R. J., Andelman, S. L.*: *Arch. Environ. Health*, 15 (1957) 53.
10. *Fugaš, Mirka, Wilder, B., Pauković, Ranka, Hršak, J., Steiner-Škreb, Dragica*: *Internacionalni simpozij: Environmental Health Aspects of Lead*, Amsterdam, 1972, str. 961.
11. *de Bruin, A., Hoolboom, H.*: *Brit. J. industr. Med.*, 24 (1967) 203.
12. *Hernberg, S., Lilius, Helena, Mellin, G., Nikkanen, J.*: *Work. Environment. Health*, 6 (1969) 5.
13. *Weisseberg, J. B., Lipschutz, F., Oski, F. A.*: *New Engl. J. Med.*, 284 (1971) 565.
14. *Milić, S., Stanković, M., Delić, Vera*: *Arh. hig. rada*, 21 (1970) 241.
15. *Tola, S., Hernberg, S., Asp, S., Nikkanen, J.*: *Brit. J. industr. Med.*, 30 (1973) 134.
16. *Diagnosis of Inorganic Lead Poisoning: A Statement*, *Brit. Med. J.*, 4 (1968) 501.

Summary

ENVIRONMENTAL LEAD CONTAMINATION AND BIOLOGICAL INDICES OF INCREASED LEAD ABSORPTION

A group of inhabitants living near a lead smelting plant and a control group were examined for several biological parameters that can be changed under the effect of lead. The atmospheric lead concentration around the lead smelting plant was by one order of magnitude higher than in other communities. Among 71 subjects from the vicinity of the lead smelting plant, 37 had never been occupationally exposed to lead (Group I), while 34 subjects used to work in places with the increased lead exposure for a longer or shorter period (Group II). Compared with the control group, in the inhabitants living near the lead smelting plant the blood lead and the urine delta-aminolevulinic acid were significantly increased, while the blood delta-aminolevulinic acid dehydratase was significantly decreased. A statistically significant difference in the blood lead and D-DALK activity between group I and group II was recorded in accordance with the difference in lead exposure. The results obtained prove the usefulness of the analysis of the above parameters as an indication of environmental lead exposure.

*Institute for Medical Research and
Occupational Health, Yugoslav Academy
of Sciences and Arts, Zagreb, and
Center for Public Health,
Ravne na Koroškem*

*Received for publication
February 19, 1974*