

MOGUĆNOST TROVANJA OLOVOM KOD KOPAČA GALENITA

LJ. PETROVIĆ i M. STANKOVIĆ

Higijenski institut NR Srbije, Beograd

(Priljeno 15. XII. 1959)

Autori razmatraju mogućnost trovanja kod rudara koji kopaju olovni sulfid. Pregledana su 233 radnika i urađene su hematološke pretrage. Iznesene su toksikološke analize olova u krvi, olova i koproporfirina u mokraći. Ovi rezultati su statistički obrađeni i upoređeni sa drugim grupama: stanovnicima Beograda i sela Donji Dobrić koji nisu ekspozirani olovu, zatim sa stanovnicima sela Malo Rudare koji zbog komunalno-higijenskih prilika dolaze u dodir sa olovnom prašnom i olovnim oksidom. Utvrđeno je da postoji značajna razlika ($P > 0,01$) između aritmetičkih sredina olova u krvi, olova i koproporfirina u mokraći kod kopača galenita, stanovnika Beograda i sela Donji Dobrić s jedne strane i stanovnika sela Malo Rudare s druge strane. Eksperimentom je razmotrena teoretska mogućnost nastajanja trovanja olovom kod radnika koji kopaju galenit.

Prilikom kopanja galenita (PbS) dolazi do udisanja čestica prašine olovnog sulfida koje ne mogu da se rastvore u tkivima. Međutim, sigurno je da prilikom rada, naročito ako je on naporan, dolazi do ingestije izvesne količine sulfidne prašine, a time neminovno i do kontakta te prašine sa želudačnim sokom.

Na ovaj način u kiseloj sredini dolazi do rastvaranja sulfida i do mogućnosti stvaranja ionizovanog olova što bi teoretski moglo dovesti do resorpcije olova i trovanja. U našim prilikama ovome bismo mogli dodati i činjenicu da naši radnici imaju običaj da ujutro na prazan želudac konzumiraju rakiju, a to povećava lučenje želudačnog soka i njegovu koncentraciju.

U mnogim publikacijama citira se da kod radnika koji rade sa olovom i olovnim sulfidom retko dolazi do trovanja olovom, ili se sulfid uopšte ne spominje kao toksičan, već se jednostavno preko njega prelazi (1, 2, 3). Pri ovome se polazi od činjenice da je sulfid nerastvorljiv u tkivima i da kao takav ne može da se resorbuje i dovede do trovanja.

Literatura o ovoj materiji je veoma oskudna i stara. *Carlson* i *Welfel* u svom radu o rastvorljivosti nekih olovnih jedinjenja u želudačnom soku razmatraju samo mogućnost rastvorljivosti olovnog karbo-

nata, sulfata, oksida i dr. (4). *Fairhall* u velikoj eksperimentalnoj studiji o trovanju olovom iznosi rezultate po kojima se ne postiže veliki stepen toksičnosti pri upotrebi olovnog sulfida (5), dok se *Hamilton* protivi ovakvom stavu i navodi da je dugo smatrano da je olovni sulfid sasvim neopasan, ali on može biti reapsorbovan preko želuca i kao takav izazvati trovanje (6). U daljim radovima *Fairhall* (7) razmatra mogućnost rastvorljivosti pojedinih olovnih jedinjenja u krvnom serumu i ne daje podatke o rastvorljivosti sulfida. *Mixot* (8) u eksperimentu izučavanja raspodele olovnih jedinjenja u organima navodi i raspodelu od eksperimentalnog trovanja olovnim sulfidom. Zadržavanje sulfida u celini je manje nego zadržavanje karbonata, hromata i oksida; u jetri je raspodela slična za sva navedena jedinjenja; u gastrointestinalnom traktu veća je za sulfid nego za hromat, dok se u bubrezima sulfid uopšte ne zadržava. Kod nas je *Beritić* izneo podatke bazofilno punktiranih eritrocita za kopače olovne rude i topioničare olova (9), gde se vidi da je broj BPE daleko veći kod topioničara olova.

U svetlosti ovakvih činjenica preduzeli smo opširnija ispitivanja kod rudara kopača galenita naročito zato, što se dešavalo da je u toku 1953 i 1954 godine bilo dijagnostikovano nekoliko slučajeva trovanja olovom regrutovanih iz rudnika olova i cinka. Slična ispitivanja preduzeli smo i kod drugih skupina, da bismo imali uporedne grupe.

METOD RADA

Ispitivanja smo izvršili kod nekoliko grupa:

1. Grupa rudara kopača galenita. Izvršeni su kompletni klinički pregledi kod 233 rudara kopača galenita. Kod celokupnog broja urađeni su BPE, hemoglobin i krvna slika. Kod 229 rudara urađen je kopro-porfirin, kod 80 rudara olovo u mokraći i kod 77 olovo u krvi.

Svi radnici su izloženi udisavanju prašine galenita. Analitičkom metodom odredili smo sadržaj olova u osušenom srednjem uzorku rude. Sadržaj je 12%. Prosečan mineraloški sastav rude koji radnici kopaju je sledeći:

PbS	=	2,54%
ZnS	=	3,37%
CuFeS	=	0,38%
FeAsS	=	0,58%
FeS ₂	=	15,15%

2. Grupa stanovnika Beograda. Uzeti su stanovnici Beograda koji ni na kakav poseban način nisu izloženi olovu više no drugi gradski stanovnici.

Kao što je poznato, može se pretpostaviti da gradski stanovnici unose nešto više olova u organizam zbog upotrebe vodovodске vode za piće,

paste za zube, konzerviranih namirnica ili izvesnih kozmetičkih preparata koji možda sadrže minimalne količine olova.

Beogradska voda, po našim analizama, u jutarnjim časovima kao prva voda otpuštena iz česme sadrži 0,037–0,039 mg olova/lit. Otočena voda sadrži 0,020–0,023 mg/lit.

Kod ove grupe urađen je koproporfirin kod 105, olovo u mokraći kod 92, i olovo u krvi kod 54 lica.

3. Grupa stanovnika sela Donji Dobrić. Nemaju ekspoziciju olovu. Štaviše nisu eksponovani ni u onoj meri kao stanovnici Beograda.

Koproporfirin je urađen kod 106, olovo u mokraći kod 104 i olovo u krvi kod 20 lica.

4. Grupa stanovnika sela Malo Rudare. Ispitivanja su vršena kod članova porodice, žena i dece. Selo je udaljeno oko 500 metara jugoistočno u pravcu dominantnog vetra od topionice olova i cinka Trepča. Analiza vazduha, kad vetar duva u tom pravcu, pokazala je srednju vrednost olova od 0,117 mg/m³ vazduha. Pored ovoga vršene su analize olova u zemlji, pa su nađene nekoliko desetina puta veće koncentracije od normalnih. U povrću je nađeno prosečno od 0,580–5,5 mg^{0/0}, a u krvi domaćih životinja prosečno od 27,5–36 gama^{0/0}.

Kod ove grupe koproporfirin je urađen kod 50, olovo u mokraći kod 69 i olovo u krvi kod 48 lica.

Tabela I.

Broj urađenih analiza po grupama

Red. br.	Grupa	Broj pregledanih	Kopro-porfirin		Pb u mokraći		Pb u krvi	
		Br.	Br.	%	Br.	%	Br.	%
1.	Kopači galenita .	233	228	98,3	79	34,3	78	33,1
2.	Stanovnici Beograda	105	105	100	92	87,6	54	51,4
3.	Stanovnici Donjeg Dobrića	106	106	100	104	98,1	20	18,7
4.	Stanovnici Malog Rudara	69	50	72,4	69	100,0	48	69,6
Ukupno		513	489	95,0	344	66,8	200	38,9

REZULTATI

1. Grupa kopača galenita. U tabelama II i III dati su rezultati kliničkih pregleda i rezultati specijalnih pregleda za otkrivanje znakova trovanja olovom.

Tabela II.

Rezultati kliničkih pregleda

Oboljenje	Broj	Procenat
Anemija	177	76%
Gingivitis	154	66%
Neurosis	36	15,4%
Lumbalgija	35	15%
Bronhitis chr.	59	23,3%
Gastritis chr.	50	21,5%

U tabeli II uočljiv je veliki broj slučajeva anemije. Za njihov nastanak bi se moglo okriviti olovo. Toj pretpostavci bili smo skloni čim smo zapazili ovu pojavu. No, kao što ćemo videti tokom daljeg izlaganja, ostali rezultati su nas skrenuli s tog puta. Moramo odmah napomenuti da su anemije blagog karaktera i da se prosečan broj eritrocita kretao od 3,600.000 do 4,000.000 sa proscom od 70% hemoglobina.

Tabela III.

Znak	Broj	Procenat
Olovni rub	1	—
Paralize ekstenzora šake	—	—
Artralgije	19	8,5%
Olovna kolika	—	—
Olovni kolorit	—	—
RPE (Broj slučajeva sa pozitivnim nalazom do 200 (1 mil. E)	7	3%

U tabeli III očigledan je izostanak kliničkih simptoma.

Koproporfirin (Tab. IV/1). Iz priložene tabele vidimo broj slučajeva po nađenim vrednostima koproporfirina. Kod najvećeg broja slučajeva koproporfirin je između 20–50 gama/lit. mokraće, i taj broj iznosi 181 slučaj (79,3%).

Olovo u mokraći (Tab. V/1). Izneti su rezultati po istom sistemu. Najveći broj od 68 slučajeva je u grupi od 20–50 gama/lit. (86,1%). Nijedan slučaj ne dostiže gornju dozvoljenu granicu od 120 gama/lit.

Olovo u krvi (Tab. VI/1). Kod najvećeg broja 64 (82,1%) slučajeva rezultati su između 20–40 gama %. Nijedan slučaj ne dostiže gornju dozvoljenu granicu od 60 gama %.

2. Grupa stanovnika Beograda. Kod ispitivane grupe radilo se o klinički zdravim ljudima kod kojih nisu nađeni nikakvi patološki poremećaji.

Koproporfirin (Tab. IV/2). Kod 63 (50,1%) slučajeva nađeno je 20–40 gama/lit.

Olovo u mokraći (Tab. V/2). I ovde je najveći broj slučajeva kao kod prethodne grupe. Kod 49 (53,2%) slučajeva olovo u mokraći iznosi 30–50 gama/lit.

Olovo u krvi (Tab. VI/2). Kod 40 (74%) slučajeva vrednosti su 30–50 gama %.

Kao što se vidi, sve su laboratorijske analize koje smo radili u dozvoljenim granicama.

3. Grupa stanovnika sela Donji Dobrić.

Koproporfirin (Tab. IV/3). Iz priložene tabele vidimo da se kod 69 (65,1%) slučajeva vrednosti kreću 20–50 gama/lit.

Olovo u mokraći (Tab. V/3). Rezultati nam pokazuju da je izlučivanje olova mokraćom nisko i da se kod najvećeg broja od 70 (67,4%) slučajeva kreće od 20–40 gama/lit.

Olovo u krvi (Tab. VI/3). I ovde je kod najvećeg broja u 17 (85%) slučajeva olovo u krvi nađeno u granici u 20–40 gama %.

Iz priloženoga je jasno da ni kod ove grupe nismo našli nikakvog odstupanja u laboratorijskim analizama.

4. Grupa stanovnika sela Malo Rudare. Kao što smo napomenuli, ova grupa je izložena udisanju olova koje se nalazi u atmosferi naselja.

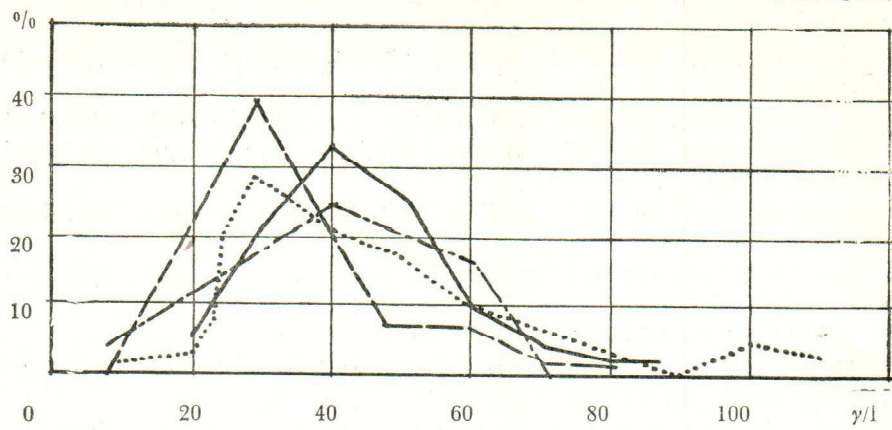
Koproporfirin (Tab. IV/4). Najveći broj 40 slučajeva (80%) s nalazom od 20–60 gama/lit. U ovoj grupi već imamo slučaja, koji se kreću do 110 gama/lit.

Olovo u mokraći (Tab. V/4). Iz priložene tabele vidimo da su rezultati raspoređeni drukčije no kod prethodnih grupa. Početna vrednost ide od 50 gama/lit, dok je to kod ranijih grupa bila jedna od najviših vrednosti. Do 70 gama/lit imamo svega 2 slučaja, a preostalih 67 slučajeva (97,2%) prelaze ovu granicu, tako da je najveća frekvencija od 43 (62,3%) slučaja zastupljena u grupama od 70–140 gama/lit. Štaviše, izvestan broj slučajeva prelazi 200 gama/lit.

Olovo u krvi (Tab. VI/4). Kod naših ispitanika gornju dozvoljenu granicu je prešlo 7 (14,6%) slučajeva. Međutim, s obzirom da se radi o seoskom stanovništvu, slobodno bismo dozvoljenu granicu mogli po rezultatima Mokranjca smatrati da je ona oko 40 gama %. U tom slučaju vidimo da 45 (93,7%) slučajeva prelazi ovu granicu.

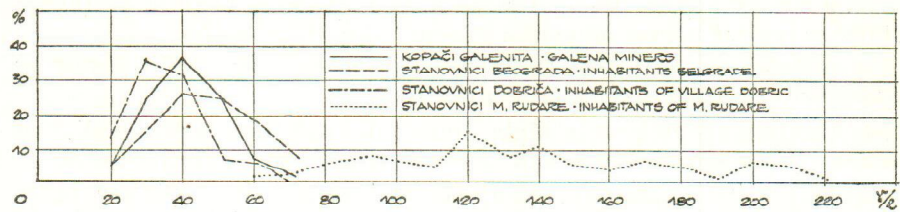
Iz navedenoga je jasno da je obzirom na udisavanje izvesnih količina olovnih jedinjenja iz atmosfere povećano izlučivanje koproporfirina i olova mokraćom, kao i da je povećan nivo olova u krvi. Jasnih kliničkih znakova trovanja olovom nije bilo.

GRAFIKON 1

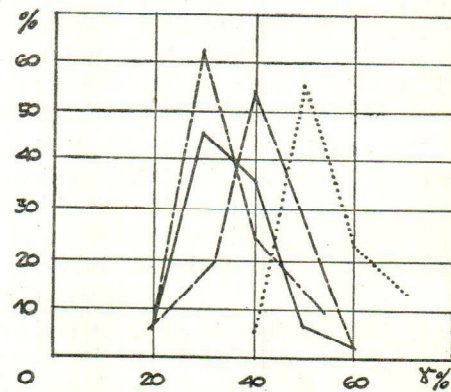
POPORPORFIRIN
COPROPORPHYRIN

GRAFIKON 2

OLOVO U MOKRAĆI - LEAD IN URINE

OLOVO U KRVI
LEAD IN BLOOD

GRAFIKON 3



U priloženim grafikonima 1, 2 i 3 vidi se frekvencija učestalosti izlučivanja koproporfirina i olova u mokraći, kao i nivo olova u krvi za sve 4 nabrojene grupe. Sve je izraženo procentualno. Na apscisi su vrednosti, a na ordinati procenat.

STATISTIČKA OBRADA

Izvršeno je testiranje (t-test) aritmetičkih sredina nalaza olova u krvi, olova u mokraći i koproporfirina u mokraći kod kopača galenita, stanovnika Beograda i građana sela D. Dobrić s jedne strane i građana sela M. Rudare s druge strane:

Redni broj (Number)	Grupa (Group)	Analize (Analyses)	Aritmetička sredina (Mean)	Standardna devijacija (Standard deviation)
I	Kopači galenita (Galena miners)	Olovo u krvi	0,0296	0,0081 mg‰
		Olovo u mokraći	0,0358	0,0105 mg/l.
		Koproporfirin	0,0384	0,0128 mg/l.
II	Stanovnici Beograda (Inhabitants of Belgrade)	Olovo u krvi	0,0352	0,0080 mg‰
		Olovo u mokraći	0,0413	0,0130 mg/l.
		Koproporfirin	0,0297	0,0134 mg/l.
III	Stanovnici sela D. Dobrić (Inhabitants of the village D. Dobrić)	Olovo u krvi	0,0290	0,0073 mg‰
		Olovo u mokraći	0,0313	0,0114 mg/l.
		Koproporfirin	0,0360	0,0147 mg/l.
IV	Stanovnici sela M. Rudare (Inhabitants of the village M. Rudare)	Olovo u krvi	0,0498	0,0081 mg‰
		Olovo u mokraći	0,1385	0,0450 mg/l.
		Koproporfirin	0,0472	0,0210 mg/l.

1. Postoji značajna razlika u nalazu olova u krvi ($P > 0,01$) $t_v = 14,1$ za 198 stepeni slobode.
2. Postoji značajna razlika u izlučivanju olova u mokraći ($P > 0,01$) $t_v = 39,4$ za 342 stepena slobode.
3. Postoji značajna razlika u nalazu koproporfirina u mokraći ($P > 0,01$) $t_v = 5,8$ za 487 stepeni slobode.

EKSPERIMENTALNI DEO

Welfel i Carlson (10) navode da je olovni sulfid rastvorljiv u gastričnom soku, doduše nešto manje nego karbonat, ali ipak sasvim dovoljno da bi bio opasan po zdravlje ljudi koji dolaze u dodir s njim. Smatraju

da radnici na poslovima sa olovnim sulfidom treba da su zaštićeni kao i radnici koji rade sa drugim jedinjenjima olova.

Da bi ispitili mogućnost rastvaranja olovnog sulfida u pojedinim tečnostima napravili smo eksperimente »in vitro« sa običnom vodom, 0,5% HCL i želudačnim sokom čoveka. Materijal je pripremljen od spraćenog, prosejanog galenita osušenog na 105° C do konstantne težine. Osušeni uzorak, čiji je sadržaj olova bio 12%, služio je za dalji rad. Olovo je određivano polarografskom metodom i radeno je u nekoliko paralelnih uzoraka. Iznosimo po dva uzorka od svakog.

Tabela VII.

Uzorak (Sample)	Olovo u 100 mg galenita (Lead in 100 mg of galena)	Olovo u mg (Lead in mg)			
		Poslije 2h digestije na 37° C (After 2hr digestion at 37° C)	%	Poslije 6h digestije na 37° C (After 6hr digestion at 37° C)	%
1. 10 ml vode + 100 mg galenita (10 ml of water + 100 mg of galen)	12,0 mg	0,00275	0,02	0,00375	0,03
2. 10 ml vode + 100 mg galenita (10 ml of water + 100 mg of galen)	12,0 mg	0,00280	0,02	0,00382	0,03
3. 10 ml 0,5% HCl + 100 mg galenita (10 ml 0,5% HCl + 100 mg of galena)	12,0 mg	0,40000	3,3	0,86400	7,2
4. 10 ml 0,5% HCl + 100 mg galenita (10 ml 0,5% HCl + 100 mg of galena)	12,0 mg	0,41050	3,4	0,86500	7,2
5. 10 ml želudač. soka pH 1-1,5 (10 ml of gastric juice, pH 1-1,5)	—	0,00360	—	—	—
6. 10 ml želudač. soka + 100 mg galenita (10 ml of gastric juice + 100 mg of galena)	12,0 mg	0,18500	1,5	0,25000	2,1
7. 10 ml želudač. soka + 100 mg galenita (10 ml of gastric juice + 100 mg of galena)	12,0 mg	0,18000	1,5	0,24700	2,1

ZAKLJUČAK

1. Rezultati koproporfirina, olova u mokraći i krvi za kopače galenita upoređeni su sa istim rezultatima građana Beograda i stanovnika Donjeg Dobrića koji nisu eksponovani olovu i stanovnicima sela Malo Rudare kod kojih postoji objektivna ekspozicija olovu. Izračunana je srednja vrednost i standardna devijacija za olovo u mokraći i krvi i za koproporfin u mokraći. Testirane su aritmetičke sredine ovih vrednosti.
2. Nema razlike u izlučivanju koproporfirina između kopača galenita, stanovnika Beograda i Donjeg Dobrića. Postoji uočljiva razlika izlučivanja koproporfirina između navedenih grupa s jedne strane i stanovnika sela Malo Rudare s druge strane ($P > 0,01$).
3. Nema značajnih razlika izlučivanja olova mokraćom između kopača galenita, stanovnika Beograda i Donjeg Dobrića. Postoji razlika između navedenih grupa i stanovnika sela Malo Rudare ($P > 0,01$).
4. Nema značajnih razlika u nalazu olova u krvi kod kopača galenita, stanovnika Beograda i Donjeg Dobrića, jer se sve vrednosti kreću u dozvoljenim granicama. Postoji značajna razlika između navedenih grupa i stanovnika mesta Malo Rudare ($P > 0,01$).
5. Nisu nađeni klinički i laboratorijski znaci trovanja olovom kod kopača olovnog sulfida.
6. Eksperimentalnim radom potvrđena je teoretska mogućnost nastajanja trovanja olovom zbog rastvorljivosti olovnog sulfida u kiseloj sredini.
7. Potrebna su dalja ispitivanja ovog problema s obzirom na buduću zaštitu radnika koji dolaze u dodir sa olovnim sulfidom i na veliki broj anemija koji je uočen kod kopača galenita.

LITERATURA

1. *Hunter, D.*: Diseases of Occupation, University Press, London, 1956.
2. *Letavet, A.*: Higijena rada, Med. knjiga, Beograd, 1949.
3. *Holstein, E.*: Grundriss der Arbeitsmedizin, Joann Ambrosius Verlag, Leipzig, 1954.
4. *Carlson, A. J., Woelfel, A.*: J. A. M. A., 61 (1913) 181.
5. *Fairhall, L. T., Sayers, R. R.*: The Relative Toxicity of Lead and Some of its Common Compounds, Public Health Bulletin No. 253, Washington, 1940.
6. *Hamilton, A.*: Women in the lead industries, Bulletin Bur. Labour Stats No. 253, U. S. Dpt. of Labour (1919) 481.
7. *Fairhall, L. T.*: The solubility of various lead compounds in blood serum, Jour. Biol. Chem., 60 (1924) 481.

8. Minot, A. S.: Jour. Ind. Hyg., 6 (1924) 137.
9. Beritić, T.: Arh. hig. rada, 8 (1957) 97.
10. Woelfel, A., Carlson, A. J.: Lead poisoning in the smelting and refining of lead, U. S. Dpt. of Labour, Bull. of U. S. Bureau of Labour Stat. No. 141, Washington 1914.
11. Mokranjac, M., Radmić, S.: Glasnik hemiskog društva, Beograd, 20 (1955) 563.
12. Lead conference: Industr. Med. Surgery, 28 (1959) No. 3.
13. Uouk, U., Voloder, K., Weber, O., Purec, Lj.: Arh. hig. rada 6 (1955) 227.

Summary

LEAD POISONING IN GALENA MINERS

The authors have considered the possibilities of poisoning in galena miners. 233 workers were examined and hematological analyses were performed.

The results of blood lead, urinary lead and coproporphyrin analyses are compared with those obtained in the control groups: the inhabitants of Belgrade and the inhabitants of the village Donji Dobrić who are not exposed to lead, and the inhabitants of the village Malo Rudare who are exposed to lead fumes and dust. The village M. Rudare is situated about 500 meters from the lead smelting plant.

There is a significant difference ($P > 0,01$) between the means of blood lead, urinary lead and coproporphyrin in the galena miners, the inhabitants of Belgrade and D. Dobrić on the one hand, and the inhabitants of the village M. Rudare on the other hand.

The possibility of poisoning of galena miners was also considered by the experiments «in vitro».

*The Institute of Hygiene
of the Republic of Serbia,
Belgrade*

*Received for publication
December 15, 1959*