

OŠTEĆENJA KOD RADNIKA IZLOŽENIH POVIŠENOJ KONCENTRACIJI ARSENOVIH SPOJEVA

G. ŽARKOVIĆ, F. ČERKEZ, M. LEVI,
Š. ČERIMOVIĆ i O. LAZOVIĆ

Institut za higijenu i socijalnu medicinu, Sarajevo

(Primljeno 20. X 1970)

Da bi ustanovili postojanje kroničnog trovanja arsenom autori su izvršili pregled 158 radnika preduzeća »Elektrobosna« eksponiranih arsenu te 152 radnika iz kontrolne grupe. Arsena su našli u tragovima u mokraći, noktima i vlasima, dok je u okolnom zraku arsen bio neznatno povišen.

Uspoređivanjem obje grupe pregledanih radnika nađeno je da je statistički značajna bila jedino prevalencija laringitisa u eksponiranoj grupi. Anamnestički podaci su otkrili da je akutni hepatitis bio daleko češći u toj grupi a i značajno češće su bile melanoderme, hiperkeratoze i promjene na noktima.

U jednoj našoj prethodnoj studiji (9) utvrđeno je da se u atmosferi u okolini preduzeća »Elektrobosna« u Jajcu javlja arsenovodik. Ta se studija odnosila pretežno na ispitivanje ekspozicije radnika kancerogenim faktorima u Bosni i Hercegovini.

Budući da je iz literature poznato kancerigeno djelovanje arsenskih spojeva (2, 3, 6, 7) odlučili smo da provjerimo mogu li se i u radnika spomenute tvornice utvrditi neki učinci kronične ekspozicije arsenovodiku ili drugim arsenovim spojevima, uključivo i neoplazme i prekan-ceroze.

Akutno trovanje arsenovim spojevima, kao što je poznato, manifestira se abdominalnim bolovima, povraćanjem, dermatitisom i žuticom. Simptomi kroničnog trovanja arsenom uključuju asteniju, gastrointestinalne poremećaje, žuticu, periferni neuritis, anemije te tvrdoću i pucanje kože. Arsenovodik djeluje hemolitički i izaziva hemoglobinuriju, anemiju i žuticu.

Proces stvaranja arsenovodika u tvornicama ferosilicija dosta je složen. Kao osnovne sirovine u proizvodnji ferosilicija upotrebljavaju se kremen, koks, drveni ugljen i željezna špena. Žarenjem spomenutih si-

rovina dobiva se ferosilicij u kojcm ima primjesa arsena. Ferosilicij sadrži 45–65% silicija i nepostojan je pri nižim temperaturama i vlazi. U procesu slabljenja kohezije ferosilicija, pod utjecajem vlage, dolazi do oslobađanja arsenovodika. Prema tome, pri datom tehnološkom procesu proizvodnje ferosilicija stvaranje arsenovodika je povremena pojava ovisna o meteorološkim uvjetima.

Ne raspoložuci podacima o daljoj sudbini i kemijskim promjenama arsenovodika ubačenog u atmosferu i okolicu tvornice, cilj našeg ispitivanja je bio utvrditi ima li u izloženih radnika anamnestičkih, kliničkih ili laboratorijskih nalaza koji ukazuju na trovanje arsenovodikom ili na kronično trovanje arsenom, uključivo i prekancerozne lezije i rak kože.

Radi ocjene stupnja ekspozicije i razlika u stupnju kontaminacije biosfere arsenom i njegovim spojevima, odlučili smo ispitati koncentraciju AsH_3 i uopće prisutnost arsena u atmosferi, zemljištu, povrću i biološkim produktima radnika proučavanog i kontrolnog poduzeća ali, dakako, bez pretenzija da koreliramo te momentane vrijednosti kontaminacije biosfere sa zdravstvenim stanjem radnika.

Budući da se arsen nalazi u primjesama gotovo svuda u prirodi i budući da su simptomi, a osobito promjene na koži koje očekujemo pri trovanju arsenom nespecifične i prisutne u svih ljudi, da bi se dobio odgovor na cilj našeg istraživanja bilo je potrebno da se osim radnika i biosfere u tvornici u Jajcu ispita i kontrolna skupina radnika, slične dobi i spola, negdje u okolici Jajca, u sličnim meteorološkim i geološkim uvjetima. Takav objekat našli smo u tvornici gipsa u Volarima, lociranoj 20 kilometara od Jajca.

METODIKA ISPITIVANJA

Ispitivanje sa sastojalo od određivanja koncentracije AsH_3 i drugih spojeva arsena u biosferi i biološkim materijalima (urin, kosa i nokti), te od ispitivanja zdravstvenog stanja eksponiranih radnika.

Uzorci atmosfere uzimani su na nultoj točki (centralno radno mjesto) i u radijusu od 100 i 200 metara od nulte točke, i to u 6 h, u 14 h i u 22 h pomoću »Midget« impingera. Pumpom je prosisano za svaki uzorak po 30 litara zraka. Zrak je prosisavan kroz 4% dušičnu kiselinu.

U oba poduzeća uzeta su ukupno 24 uzorka atmosfere.

Uzorci zemljišta uzimani su na istim mjestima i u isto vrijeme kad i uzorci zraka, s tim da smo uzeli po 1 uzorak zemlje i na odstojanju 300 metara od nulte točke.

Uzorci zemlje uzimani su s površine lopatom i stavljeni u polivinilske vrećice u količini od cca pola kilograma.

Za kemijsku analizu uzimana je količina od 10 grama za svaki uzorak.

Uzorci vegetacije bili su salata, luk, špinat i trava, a uzeti su u radiusu do 300 m od tvornice.

Uzorci bilja čupani su rukom i pakirani u polivinilske vrećice u količini od pola kilograma. Za kemijsku analizu uzimano je po 10 grama od svake vrste bilja. Biljnih uzoraka je ispitano 8.

Biološki uzorci bili su mokraćna, kosa i nokti. Uzorci mokraćne sakupljeni su od ispitivanih radnika za vrijeme rada u toku dnevne smjene. Od svakog radnika uzeto je najmanje 100 ml mokraćne.

Uzorci urina združivani su prema dobnim skupinama, tako da su formirana po 4 kumulativna uzorka za svaku dobnu skupinu u oba poduzeća. Broj osoba u dobnim skupinama odgovarao je broju lica u pojedinim skupinama. Za kemijsku analizu uzimamo je iz svakog kumulativnog uzorka po 25 ml mokraćne.

Uzorci kose uzimani su od svakog radnika za vrijeme pregleda. Odrežani uzorak kose spreman je u kuvertu. Za kemijsku analizu naknadno je vagano po 0,07 grama po uzorku, a po tom se formirao kumulativni uzorak za svaku dobnu skupinu. Ukupno su formirana za svako poduzeće po 4 kumulativna uzorka kose.

Uzorci nokata sakupljeni su i pripremani za analizu, kao i kosa, osim što je količina nokata od svake osobe bila 0,030 grama. Nokti su također združivani u kumulativni uzorak.

Određivanje arsena i arsenovodika u zraku i biološkom materijalu rađeno je po metodi *Kigley-Schafferta* (4).

Iz biološkog materijala arsen se prvo oslobodi i prevede u arsenovodik. Taj arsenovodik, bilo da se nalazio u uzorku zraka ili se arsen prethodno proveo u AsH_3 , oksidira se u arsenov oksid (As_2O_3) koji se dalje prevodi u arsenomolibdenski kompleks. Tako obojena otopina se kolorimetrira.

Sve vrijednosti u uzorcima izražene su kao količina arsena na jedinicu volumena, odnosno težine.

Liječnički pregledi radnika sastojali su se od dermatoloških i internističkih pregleda.

Dermatološka i internistička ispitivanja registrirana su na obrascima koji su sadržavali obilježja lezija i oboljenja specifičnih za trovanja arsenom i njegovim spojevima (alopecija, atrofija kože, hiperkeratoza, bradavice, melanoderma, leukoderma i dermatitis).

Internistički obrazac uključivao je obilježja akutnog i kroničnog trovanja arsenom, kao što su astenija, laringitis, afekcije probavnog trakta, jetre i nervnog sistema, te anemije.

Krvna slika uključivala je broj eritrocita, leukocita i retikulocita.

Liječničkim pregledima obuhvaćeno je 310 radnika muškog spola, i to 158 u poduzeću »Elektrobosna« iz Jajca, i 152 u tvornici gipsa u Volarima (tablica 1).

Tablica 1

Broj pregledanih radnika u poduzeću »Elektrobosna« u Jajcu i tvornice gipsa u Uolarima

Dobna skupina	»Elektrobosna«, Jajce	Tvornica gipsa, Volari
Ukupno:	158	152
19 - 29	34	30
30 - 39	44	45
40 - 49	57	60
50 i više	23	17

REZULTATI

Koncentracije arsena u uzorcima zemlje i povrća, kao i u uzorcima bioloških materijala u radnika zaposlenih u poduzećima u Jajcu i Uolarima nije pokazala značajnijih razlika.

U tablici 2 prikazane su koncentracije arsenovodika u atmosferi i u sva tri doba dana. Koncentracija AsH_3 u atmosferi oko tvornice »Elektrobosna« bila je veća nego oko tvornice u Uolarima.

Tablica 2

Količina AsH_3 u zraku u mg/m^3 u okolici poduzeća »Elektrobosna« u Jajcu i tvornice gipsa u Uolarima

Distancija	»Elektrobosna«, Jajce			Tvornica gipsa, Volari		
	Doba dana			Doba dana		
	6 h	12 h	14 h	6 h	12 h	14 h
0	0	0,01	0	0	0,008	0,007
100	0,009	0,01	0,003	0	0,01	0,008
200	0	0,03	0,02	0	0,01	0
300	0	0	0	0	0	0

Nadene koncentracije AsH_3 su u poduzeću »Elektrobosna« međutim niže od rezultata naših prethodnih mjerenja izvršenih 14. X 1967. godine (pomoću kolorimetrijske metode s amonijum-molibdat-hidrazin-sulfatom), kada su iznosile od 0,5 do 1 mg/m^3 , što objašnjavamo godišnjim dobom i vanjskim temperaturama.

Sadržaj arsena u uzorcima tla u mg/kg pokazao je razlike samo na 0 točki. U tvornici u Jajcu na 1 kg zemlje bilo je 2,2 mg arsena, a u Uolarima 0,98 mg.

Od uzoraka flore arsen su sadržavali samo uzorci trave u okolici tvornice u Jajcu (13 gama/kg).

Od 8 kumulativnih uzoraka urina utvrđena je prisutnost arsena (7 gama/1), samo u radnika starih 40–49 godina u tvornici ferosilicija u Jajcu.

Ispitivanje arsena u noktima i kosi dala je negativne rezultate u svim uzorcima obiju skupina ispitivanih radnika.

Internistički nalazi (tablica 3)

Tablica 3

Promjena utvrđena internističkim pretragama u radnika u »Elektrobosna« u Jajcu (N = 158) i tvornici gipsa u Uolarima (N = 152)

	»Elektrobosna«, Jajce		Tvornica gipsa, Volari	
	Broj slučajeva	Broj na 100 pregledanih	Broj slučajeva	Broj na 100 pregledanih
Astenija	11	6,9	10	6,5
Laringitis	18	11,3	3	1,9
Oboljenja srca	9	5,6	5	3,2
Oboljenja želuca	20	12,6	22	14,4
Oboljenja crijeva	12	7,5	13	8,6
Oboljenja jetre	22	13,9	18	11,8
Promjene refleksa	7	4,4	3	1,9
Anemija	9	5,6	4	2,4

Komparacija nalaza u pregledanih radnika iz Jajca i Volara pokazuje veću učestalost laringitisa, promjenu refleksa i anemiju u radnika u Jajcu. Razlike su bile statistički značajne samo za laringitis ($\chi^2=7,82$, $P<0,01$). Od anamnestički utvrđenih razlika oboljenja u oba poduzeća (tablica 4) znatna je razlika u broju slučajeva preboljelog hepatitisa.

Tablica 4

Hepatitis u anamnezi radnika u poduzećima »Elektrobosna« u Jajcu i tvornici gipsa u Uolarima

Tvornica	Ukupno		
	Broj ispitanih	Broj slučajeva hepatitisa	Broj slučajeva na 100 pregledanih
»Elektrobosna«, Jajce	158	28	17,7
Tvornica gipsa, Volari	152	3	1,9

U Jajcu je od 158 ispitanih radnika preboljelo žuticu 28 (17,7%), a u Volarima samo 3 (1,9%) od ispitivanih 152.

Anamnestičko razlučivanje simptoma arsenske hemolitičke žutice od infektivne nije moguće. Zbog toga ne možemo ni usvojiti ni odbaciti hipotezu da se u radnika koji su preboljeli »žuticu« moglo raditi o trovanju s arsenovodikom (mokraća boje piva, anemija).

Dermatološki nalazi (tablica 5)

U Jajcu je 73 od 158 radnika imalo na koži barem jednu od traženih promjena, dok su u Volarima bila samo 3 radnika (od 152) sa sličnim promjenama.

Najučestalije promjene na koži radnika u Jajcu bile su melanoderma (16,1%), hiperkeratoze i leukomelanoderma po 3,1%, te promjene na noktima (8,8%).

DISKUSIJA

Kemijsko ispitivanje biosfere i bioloških materijala u radnika u Jajcu pokazalo je samo neznatno višu ekspoziciju arsenovodiku i arsenu u odnosu na kontrolnu skupinu. Internistički pregledi dali su znatno višu prevalenciju laringitisa, a u anamnezi je nađena znatno viša incidencija akutnog hepatitisa (13,9%), koja može, ali ne mora, biti asociirana s trovanjem arsenovodikom. Napominjemo da je *Jindrichova* (5) opisala akutno trovanje arsenom u radnika u proizvodnji ferosilicija. Još značajnije razlike pokazale su se u povišenoj prevalenciji dermatoloških simptoma u tvornici »Elektrobosna« osobito u pojavi melanoderma i hiperkeratoza koje spadaju među češće promjene kože pri kroničnom trovanju arsenom.

ZAKLJUČCI

Usporedno ispitivanje razlika u internističkim i dermatološkim nalazima u radnika izloženih pretpostavljeno povišenim koncentracijama arsenovodika, spojeva arsena u tvornici ferosilicija u Jajcu i radnika izloženih »normalnim« koncentracijama arsena u tvornici gipsa u Volarima, pokazalo je ovo:

1. znatno veću učestalost laringitisa u radnika u tvornici ferosilicija u Jajcu,
2. znatno višu frekvenciju hepatitisa u anamnezi radnika u Jajcu (17,7% prema 3%),
3. veću učestalost promjena na koži (keratoze, melanoderme) u radnika u Jajcu.

Maligni tumori na koži ili drugim lokalizacijama nisu nađeni ni u jednog od pregledanih radnika.

Tablica 5
Dermatološki nalazi u pregledanih radnika u poduzećima »Elektrobosna« u Jajcu (J.)
i tvornici gipsa u Dolarima (D)

Vrsta kožnih promjena	Tvorница		19-29		30-39		40-49		50		Ukupno		
	J	V	Broj slučajeva	Slučaj na 100	Broj pregleda	Broj slučajeva	Slučaj na 100	Broj pregleda	Broj slučajeva	Slučaj na 100	Broj pregleda	Broj slučajeva	Slučaj na 100
Atrofija	34	30	—	—	44	—	—	—	23	4,3	158	1	0,6
					45	—	—	—	17	—	152	—	—
Keratoza	34	30	—	—	44	6,3	1,7	—	23	—	158	4	2,4
					45	—	—	—	17	—	152	—	—
Bradavice	34	30	—	—	44	—	1,7	—	23	4,3	158	2	1,2
					45	—	—	—	17	—	152	—	—
Melanoderma	34	30	4	12	44	11,3	19,2	11	23	26	158	26	16,1
					45	—	1,5	1	17	—	152	1	0,6
Dermatitis	34	30	1	2,9	44	—	—	—	23	—	158	1	0,6
					45	—	—	—	17	—	152	—	—
Leukomelano-derma	34	30	—	—	44	6	7,7	4	23	17,3	158	5	3,1
					45	—	—	—	17	—	152	—	—
Hiperkeratoza	34	30	—	—	44	2,03	3,5	2	23	8,6	158	5	3,1
					45	—	—	—	17	—	152	—	—
Alopecija	34	30	—	—	44	2,03	3,5	2	23	4,3	158	4	2,4
					45	—	1,5	1	17	—	152	—	0,6

Literatura

1. *Hunter, D.*: The Diseases of Occupation, English Universities Press, London, str. 295
2. *Hill, A., Fanning, E.*: Brit. J. industr. Med., 5 (1948) 1.
3. *Hueper, W.*: Occupational and Environmental Cancers of the Respiratory System, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1966, str. 61.
4. *Kigley-Schaert*: Anal. Chem., 23 (1951) 914.
5. *Jindrichova, J., Hassmanova, V.*: Prac. lek., 19 (1967) br. 4.
6. *Kölsch, F.*: Arch. Gewerbepath. Gewerbehyg., 16 (1958).
7. *Liebegott, G.*: Dtsch. med. Wschr., 74 (1949).
8. *Roth, F.*: Z. Krebs Jarsch., 61 (1957).
9. *Zarković, G., Cerkez, F., Jokić, J., Simić, B., Hasić, G.*: Ekspozicija radnika kancerogenim materijama u Bosni i Hercegovini, Radovi Instituta za higijenu i socijalnu medicinu, Sarajevo, 1967.

*Summary*HEALTH CHANGES IN WORKERS EXPOSED TO INCREASED
CONCENTRATION OF ARSENIC COMPOUNDS COMPARED WITH
A CONTROL GROUP

In the »Elektrobosna« works in Jajce, Bosnia and Herzegovina, where the authors earlier identified arsenic in the working environment, 158 workers were examined for the symptoms of chronic arsenic poisoning. Health examinations consisted of medical and dermatological investigations. The findings were compared with those obtained in a control group, homologous by age and sex, from the gypsum factory at Volari, 20 km from Jajce.

The total number of male workers examined in »Elektrobosna« was 158 and in the gypsum factory at Volari 152. Their age distribution is presented in Table 1. The chemical analysis of urine, nails and hair for the traces of arsenic did not show differences. The analysis of air samples taken in one day in the vicinity of »Elektrobosna«, Jajce and the gypsum factory, Volari (Table 2) showed only a slight increase of AsH_3 around »Elektrobosna«. This was to be expected since AsH_3 occurs in the air on wet days in the course of ferrosilicium production.

The differences in medical findings between the exposed and control group of workers did not prove statistically significant, except for a much higher prevalence of laryngitis ($\chi^2 = 7.82$) in relation to the table value of 6.63, with P equalling 99. Anamnestic data show a much higher incidence of acute hepatitis (Table 4) among exposed workers. The greatest differences in findings between exposed and control workers were obtained by dermatological examinations (Table 5). Among exposed workers a significantly higher prevalence was found for melanoderma, hyperkeratosis, leukomelanoderma and the nail changes.

*Institute of Hygiene and Social
Medicine, Sarajevo*

*Received for publication
October 30, 1970*