

Arh. hig. rada, 26 (1975) 209.

## ODREĐIVANJE FENOLA U URINU U GRUPI RADNIKA IZLOŽENIH BENZENU

BOJKA RADOJIČIĆ

*Institut za medicinu rada Medicinskog fakulteta, Niš*

(Primljeno 24. VI 1974)

Ispitana je koncentracija fenola u urinu u grupi radnika (N = 316) izloženih benzenu u gumarskoj industriji »Vulkan«. Isto vreme je određivan benzen u radnoj atmosferi. Kontrolnu grupu sačinjavalo je 100 radnika koji nisu bili izloženi benzenu. Prosečno izlučivanje fenola eksponirane grupe bilo je statistički značajno više od prosečnog izlučivanja fenola kontrolne grupe ( $t = 19,9$  uz  $P < 0,001$ ). Visoki koeficijent korelacije  $r = 0,78$  između koncentracije benzena u radnoj atmosferi i koncentracije fenola u urinu uz  $P < 0,001$  govori u prilog da je određivanje fenola u urinu veoma osetljiv i vredan pokazatelj u oceni izloženosti radnika benzenu.

*Fabre i Truhaut* (1, 2), a kasnije *Dervillée* (3) i *Bérges* (4), kao i *Girard, Tolot i Bourret* (5) ukazali su na opasno delovanje benzena na koštanu srž i na promene u krvnoj slici (anemija, leukopenija, trombocitopenija) kod hronične ekspozicije.

Benzen je često maskiran u drugim rastvaračima i zato je od bitne važnosti njegovo otkrivanje u vazduhu radne sredine, kao i određivanje njegovih metabolita u biološkom materijalu.

*Fabre i Truhaut* (1, 2), a kasnije *Rainsford* (6), *Walkey, Pagnotto i Elkins* (7) izneli su da su glavni metaboliti transformacije benzena u ljudskom organizmu fenoli i polifenoli, koji se izlučuju preko bubrega u obliku konjugovanih sulfata ili glukuronida. *Teisinger i Fišerova* (8), *Michaux, Boteau i Tolot* (9), *Rainsford i Davies* (6) izvršili su mnogobrojna istraživanja o uzajamnoj vezi benzena u radnoj sredini i izlučivanja fenola urinom. Oni su našli da kada su količine fenola u 24-časovnoj mokraći manje od 40 mg, to odgovara koncentracijama benzena u vazduhu manjim od 100 mg/m<sup>3</sup> (<30 ppm). Količine fenola u 24-časovnoj mokraći od otprilike 100 mg odgovaraju vrednostima benzena u vazduhu od 100 mg/m<sup>3</sup>. Smatra se da je količina fenola povećana ukoliko se u 24-časovnoj

mokraći nađe više od 20 mg fenola. Isti autori su ukazali da je određivanje fenola osjetljiviji test za ekspoziciju benzenu od određivanja sulfata u urinu.

U želji da damo naš prilog na temu apsorpcije benzena u ljudskom organizmu ispitali smo uporedo koncentraciju benzena u vazduhu i koncentraciju fenola u urinu u grupi radnika izloženih benzenu.

#### MATERIJAL I METODE

Ispitana je koncentracija fenola u urinu grupe radnika ( $N=316$ ) izloženih benzenu u gumarskoj industriji. Istovremeno je ispitivan benzen u radnoj atmosferi. Radnici su radili na pravljenju i rastvaranju raznih lepкова i lakova i na ljepljenju obuće. Oni su upotrebljavali ili čist benzen ili najčešće lepкове i lakove sa 5—18% benzena. Ispitana su 182 radnika i 134 radnice. Paralelno je ispitana grupa od 100 radnika koji nisu bili izloženi benzenu (kontrolna grupa).

Fenol u urinu je određen metodom po *Rainsford-Daviesu* (6) u uzorku urina posle rada.

Benzen u radnoj sredini je određen metodom sa butanonom (10) u uzorcima vazduha sa ukupno 56 radnih mesta.

#### REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja su prikazani u tablicama 1 i 2. U tablici 1. prikazane su odvojeno prema spolu koncentracije fenola u urinu u mg/1 kod ispitanika izloženih benzenu. Tablica 2. prikazuje signifikantnost razlike srednjih vrednosti fenola (mg/1) u urinu između kontrolne i eksponovane grupe.

Koncentracija benzena u radnoj atmosferi iznosila je 5 do 57 ppm, što odgovara 17—182,4 mg/m<sup>3</sup>. Maksimalno dopuštena koncentracija za benzen iznosi po JUS-u 15 ppm, što odgovara 50 mg/m<sup>3</sup>.

Posmatrajući dobivene rezultate prikazane u tablici 1, zapaža se da vrednost fenola u urinu do 50 mg/1 ima 114 radnika (62,6%) i 71 radnica (53,0%). Vrijednosti veće od 50 mg/1 fenola u urinu nađene su kod 68 radnika (37,4%) i kod 63 radnice (47,0%). S obzirom na dobivene nalaze može se konstatovati da su radnici i radnice izloženi toksičnim isparenjima benzena.

U tablici 2. prikazani su rezultati testiranja razlike srednjih vrednosti fenola u urinu (mg/1) između kontrolne i eksponovane grupe radnika. Prema t-testu (20,4 uz  $P<0,001$ ) postoji značajno više izlučivanje fenola urinom u radnika izloženih benzenu od kontrolne grupe radnika.

Da bismo još bolje interpretirali dobivene rezultate, uspoređene su koncentracije benzena u vazduhu radne sredine sa koncentracijama fenola u urinu. Koeficijent korelacije iznosio je  $r=0,78$  uz  $P<0,001$ . Koncentraciji fenola 50 mg/1 odgovara koncentracija benzena u vazduhu 20 ppm (64 mg/m<sup>3</sup>), a koncentraciji fenola 100 mg/1, odgovara koncentracija benzena u vazduhu 38 ppm (121,6 mg/m<sup>3</sup>).

Tablica 1  
Koncentracija fenola u urinu (mg/l)

Koncentracija fenola u urinu (mg/l)	Broj nalaza Preraspodela		Broj nalaza Preraspodela	
	N	%	N	%
0—50	114	62,6	71	53,0
51—100	36	19,8	33	24,6
101—150	32	17,6	27	20,2
151—200	—	—	3	2,2

Tablica 2  
Značajne razlike srednjih vrednosti koncentracije fenola u urinu (mg/l) između kontrolne i eksponovane grupe radnika izloženih benzenu

Ispitivane grupe	Broj ispitanika N	Sred. vred. X	Stand. dev. SD	Stand. pog. SP <sub>x</sub>	Test t	Stepen značajnosti P
Eksponovana	316	75,9	56,8	3,20	19,9	< 0,001
Kontrolna	100	10,0	5,0	0,50		

Uspoređujući dobivene rezultate sa rezultatima drugih autora, zapaža se stanovita sličnost sa rezultatima *Teisingera* i *Fišerove* (8) koji su našli da koncentracije fenola oko 600 mg/24 časa, odgovaraju vrednostima benzena u vazduhu približno 30 ppm. Međutim, naši rezultati se dosta i razlikuju od rezultata drugih autora. Tako su *Michaux*, *Boteau* i *Tolot* (9) utvrdili da ekspozicija benzenu od samo 6,2 ppm uzrokuje izlučivanje fenola urinom u koncentraciji od 50 mg/l, dok je kod 25 ppm ta koncentracija 170—195 mg/l. Slično su našli i *Rainsford-Davies* (6) za ekspoziciju od 25 ppm kroz osam sati, pri kojoj je utvrđeno izlučivanje fenola 200 mg/l, preračunato na spec. tež. 1,024, odnosno 150 mg fenola/l, preračunato na spec. tež. 1,016. Slabiji odziv izlučivanja fenola na ekspoziciju benzena u naših radnika možda je uvjetovan češćom promjenom radnog mjesta u pogone s nižom koncentracijom benzena. Ipak važno je istaći da je u našem ispitivanju utvrđena korelacija između benzena u radnoj atmosferi i koncentracije fenola u urinu.

#### ZAKLJUČAK

Na temelju ispitivanja koncentracije fenola u urinu, kao i benzena u radnoj atmosferi u grupi radnika izloženih benzenu, utvrđeno je da su radnici izloženi štetnom dejstvu benzena. Dobivena je statistički značajna razlika ( $t=19,9$  uz  $P<0,001$ ) u srednjim vrednostima fenola u urinu između kontrolne i eksponovane grupe radnika.

Visoki koeficijent korelacije  $r=0,78$  između koncentracije benzena u radnoj atmosferi i koncentracije fenola u urinu pokazuje da je određivanje fenola u urinu veoma osjetljiv i vredan test za ocjenjivanje izloženosti radnika benzenu i da se može sa uspjehom koristiti u kontroli stepena apsorpcije benzenu.

#### Literatura

1. Fabre, R., Truhaut, R.: Ann. Méd. lég., 29 (1949) 233.
2. Truhaut, R.: Ann pharm. franc., 11 (1953) 46.
3. Dérvillee, P.: Encyclopédie médico chimique, 20 (1964) 1604.
4. Bérgers, J.: Arch. mal. prof., 33 (1972) 189.
5. Girard, R., Tolot, F., Bourret, J.: Arch. mal. prof., 31 (1970) 625.
6. Rainsford, G. S. L., Davies, A. T.: Brit J. industr. Med., 22 (1965) 21.
7. Walkey, E. J., Pagnotto D. L., Elkins, B. H.: Industr. Hour J. 22 (1960) 362.
8. Teisinger, J., Fišerova-Bergerova, V.: Arch. mal. prof., 16 (1955) 221.
9. Michaux, P., Boteau, H. L., Tolot, F.: Arch. mal. prof., 32 (1971) 97.
10. Jacobs, B. M.: The Analytical Chemistry of Industrial Poisons, Hazards and Solvents, Inter. Publ., INC, New York—London, 1949.

#### Summary

#### DETERMINATION OF PHENOL IN URINE IN A GROUP OF WORKERS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO BENZENE

The study was performed in a group of industrial workers occupationally exposed to benzene and in a control group of 100 nonexposed workers. The determination of phenol in urine was found to be the most sensitive test for the assessment of benzene exposure. The increased phenol content in urine was proportionate to benzene exposure.

*Institute of Occupational Health,  
Medical Faculty, Niš*

*Received for publication  
June 24, 1974.*