

## KOMPARATIVNO ISPITIVANJE NEKIH TESTOVA VENTILACIJSKE FUNKCIJE PLUĆA OSOBA IZLOŽENIH PRAŠINI PAMUKA

EUGENIJA ŽUŠKIN i F. VALIĆ

*Skola narodnog zdravlja »Andrija Štampar« Medicinskog fakulteta  
Sveučilišta, Zagreb*

*(Primljeno 12. I 1971)*

U 94 osobe izložene prašini pamuka mjereni su forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi ( $FEV_1$ ), forsirani vitalni kapacitet (FVK), maksimalna brzina ekspiracije (MBE) i vrijeme forsirane ekspiracije (VFE) da bi se utvrdila osjetljivost pojedinog testa za utvrđivanje akutnih promjena ventilacijske funkcije pluća u uvjetima industrijske ekspozicije.

Vrijednosti svih testova bile su statistički značajno smanjene u toku radne smjene ( $P < 0,01$ ). Relativno je bilo najviše smanjeno vrijeme forsirane ekspiracije u odnosu na vrijednosti prije smjene. Od svih ispitanih testova, najviši koeficijent varijabilnosti utvrđen je u vremenu forsirane ekspiracije. Neočekivano skraćanje vremena forsirane ekspiracije pri ekspoziciji prašini bronhokonstriktornog djelovanja tumači se istovremenim efektom prašine pamuka na  $FEV_1$  i FVK pri čemu je jače naglašen efekt smanjenog FVK na vrijeme forsirane ekspiracije.

Većina brojnih testova koji se upotrebljavaju za analizu ventilacijske funkcije respiratornog sistema zahtijeva skupu aparaturu i izvođenje tih testova traje relativno dugo vremena. Zato postoji sve veći interes za jednostavnim testovima čije izvođenje traje kratko. Takvi su testovi potrebni naročito u epidemiološkim ispitivanjima, gdje treba za što kraće vrijeme ispitati što veći broj ispitanika.

Forsirani vitalni kapacitet (FVK) i forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi izdisaja ( $FEV_1$ ) najčešće se upotrebljavaju za mjerenje ventilacijske funkcije pluća u kliničkim, a naročito u epidemiološkim ispitivanjima. U novije vrijeme sve se više primjenjuje mjerenje maksimalne brzine ekspiracije (MBE), najčešće Wrightovim mjeracom (1).

Rosenblatt i Stein (2) uveli su mjerenje vremena forsirane ekspiracije (VFE) uz auskultaciju pluća stetoskopom kao test za ocjenjivanje opstruktivnih plućnih promjena. Lal, Ferguson i Campbell (3) modificirali su test i mjerili vrijeme forsirane ekspiracije auskultacijom nad trahejom. Isti su autori ustanovili zadovoljavajuću korelaciju između VFE i  $FEV_1$ . U nas su Mimica, Čvorišćec i Kanceljak (4) ispitali taj test na

124 bolesnika s respiratornim simptomima te ga preporučuju u svakodnevnoj kliničkoj praksi pri pregledu kroničnih respiratornih bolesnika.

Udisanje prašine pamuka, a i nekih drugih vegetabilnih prašina, doводи do akutne redukcije ventilacijske funkcije pluća u vremenu 1–3 sata. Ta je redukcija naročito izražena u osoba sa simptomima bisinoze (5). Vjerojatnost da će uz dugogodišnju ekspoziciju vegetabilnim prašinama doći do razvoja kroničnog bronhitisa i/ili emfizema je mnogo veća kod »reaktora«, tj. osoba koje akutno reagiraju već na kratkotrajnu ekspoziciju smanjenjem ventilacijske funkcije pluća (6), točnije, smanjenjem brzine strujanja zraka (7). Zato je naročito važno da se među radnicima tekstilnih industrija što ranije otkriju reaktori praćenjem promjena ventilacijske funkcije u toku radne smjene.

U našem smo radu ispitali ventilacijsku funkciju pluća u 94 osobe izložene djelovanju pamučne prašine mjerenjem svih četiriju prije spomenutih jednostavnih testova da bismo evaluirali njihovu vrijednost za ocjenu utjecaja vegetabilne prašine na respiratornu funkciju. Do sada je vrijeme forsirane ekspiracije bilo upotrijebljeno kao test promjena ventilacijske funkcije isključivo na bolesnicima, pa je ovaj rad prvi pokušaj da se vrijednost tog testa evaluira epidemiološki na uzorku industrijskih radnika.

#### UZORAK I METODA

Uzorak se sastojao od 60 radnica i 34 radnika zaposlenih u predionici jedne tvornice pamuka. Srednja dob ispitanika bila je 28 godina, a srednja duljina ekspozicije prašini pamuka 5 godina.

Respiratorni simptomi, radna anamneza i navika pušenja registrirani su pomoću standardnog upitnika o respiratornim simptomima Britanskog savjeta za medicinska istraživanja s dodatnim pitanjima za bisinozu. Dijagnoza bisinoze bazirana je na anamnestičkim podacima o dispneji i stezanju u prsima u toku prvog radnog dana u tjednu ili bilo kojeg drugog radnog dana nakon odsustva s posla (8).

Primjenjena su četiri testa ventilacijske funkcije pluća u svakog ispitanika s pauzom od 3 do 4 minute između pojedinih testova. FVK i FEV<sub>1</sub> mjereni su pomoću Bernstein spirometra. Ispitanik je upućen uz demonstraciju postupka da maksimalno duboko udahne i brzo do kraja izdahne. Ekspiratorna krivulja registrirana je tri puta i na taj način su jednim postupkom dobivene vrijednosti FEV<sub>1</sub> i FVK. Najviša vrijednost od tri mjerenja uzeta je kao rezultat testa. Dobivene vrijednosti su korigirane na tjelesnu temperaturu i pritisak 760 mm Hg zraka zasićenog vodenom parom. MBE registrirana je pomoću Wrightovog aparata za mjerenje maksimalne brzine ekspiracije. Najviša vrijednost triju forsiranih ekspiracija uzeta je kao rezultat testa. VFE mjereno je askultatorno u fosi jugularis. Najkraće vrijeme triju forsiranih ekspiracija registrirano iznad traheje uzeto je kao rezultat testa. Svi ventilacijski testovi mjereni su u početku prve radne smjene u tjednu, nakon dvodnevnog prekida ekspozicije pamuku i ponovno na kraju iste smjene.

## REZULTATI

U tablici 1 prikazane su srednje vrijednosti mjerenja FEV<sub>1</sub>, FVK, MBE i VFE prije i nakon prve radne smjene u tjednu, kao i srednje redukcije tih vrijednosti u toku smjene. Vrijednosti svih testova bile su značajno smanjene u toku radne smjene ( $P < 0,01$ ), i to znatno jače u ispitanika s bisinozom. Najmanja je bila relativna redukcija FVK (3,3% u bisinotičara; 2,4% u osoba bez bisinoze), zatim FEV<sub>1</sub> (6,2% odnosno 3,5%) i MBE (7,1% odnosno 4,9%), a najveća VFE (22,4% u osoba s bisinozom; 14,3% u osoba bez bisinoze).

Tablica 1  
Promjene FEV<sub>1</sub>, FVK, MBE i VFE u toku radne smjene

Test	S bisinozom (N = 25)				Bez bisinoze (N = 69)			
	prije smjene	nakon smjene	razlika	P	prije smjene	nakon smjene	razlika	P
FEV <sub>1</sub> (ml)	3492	3276	-216	6,2% < 0,01	3575	3449	-126	3,5% < 0,01
FVK (ml)	4296	4157	-139	3,3% < 0,01	4296	4190	-106	2,4% < 0,01
MBE (l/min)	476	442	-34	7,1% < 0,01	492	468	-24	4,9% < 0,01
VFE (sek)	2,5	1,9	-0,6	22,4% < 0,01	2,6	2,2	-0,4	14,3% < 0,01

U tablici 2 prikazane su vrijednosti koeficijenata korelacije između promjena FEV<sub>1</sub> i MBE, FEV<sub>1</sub> i VFE, MBE i VFE u toku smjene, posebno za grupe ispitanika sa i bez simptoma bisinoze. Svi su koeficijenti korelacije visoko značajni ( $P < 0,01$ ), ali su vrijednosti koeficijenata za grupu ispitanika bez bisinoze niske.

Na grupi od 12 ispitanika mjereni su FEV<sub>1</sub> i FVK, MBE i VFE da se utvrdi koeficijent varijabilnosti rezultata pojedinog testa. Deset mjerenja svakog testa ventilacijske funkcije izvršeno je na svakom ispitaniku, uz petminutni odmor nakon svakog testa. Srednje vrijednosti rezultata testova zajedno sa standardnim devijacijama i koeficijentima varijabilnosti prikazani su u tablici 3. Rezultati pokazuju najveće varijacije kod VFE, zatim MBE, a najmanje pri mjerenju FEV<sub>1</sub> i FVK. Treba spomenuti da su ispitanici bile osobe zaposlene u laboratorijima, te da bi ovakvo ispitivanje na radnicima u industrijskim uvjetima vjerojatno dovelo do većih varijacija u svim testovima. Statističko testiranje razlika koeficijenata varijacije izvršeno je pomoću testa značajnosti za razlike između koeficijenata relativne varijacije (9).

Tablica 2

Koeficijenti korelacija promjena  $FEV_1/MBE$ ,  $FEV_1/VFE$  i  $MBE/VFE$  u toku radne smjene

Grupa	N	$FEV_1/VFE$		$FEV_1/MBE$		$MBE/VFE$	
		r	P	r	P	r	P
S bisinozom	25	+ 0,804	< 0,01	+ 0,836	< 0,01	+ 0,847	< 0,01
Bez bisinoze	69	+ 0,532	< 0,01	+ 0,410	< 0,01	+ 0,433	< 0,01

Tablica 3

Uarijabilnost rezultata testova ventilacijske funkcije pluća

Ispitanik	FVK (ml)			$FEV_1$ (ml)			MBE (l/min)			VFE (sek)		
	$\bar{X}$	SD	KV	$\bar{X}$	SD	KV	$\bar{X}$	SD	KV	$\bar{X}$	SD	KV
1	3000	84	2,80	2458	44	1,80	453	4	0,88	2,3	0,1	4,35
2	3402	76	2,23	3010	114	3,79	529	26	4,91	2,5	0,2	8,00
3	3594	26	0,72	3360	38	1,13	450	7	1,56	1,7	0,1	5,89
4	5300	79	1,49	4460	89	1,99	607	14	2,37	1,9	0,1	5,26
5	4310	74	1,72	3558	112	3,14	571	7	1,23	3,5	0,1	2,86
6	2968	22	0,74	2650	46	1,74	526	17	3,23	2,6	0,2	7,69
7	4260	65	1,53	3890	22	0,57	654	13	1,99	1,9	0,1	5,26
8	3830	27	0,71	3200	61	1,91	577	26	4,51	2,1	0,1	4,76
9	4880	45	0,92	3914	61	1,55	570	35	6,14	2,2	0,1	4,55
10	4484	94	2,09	4044	38	0,93	523	8	1,53	2,3	0,2	8,69
11	3710	65	1,75	3316	48	1,45	358	4	1,12	9,1	0,1	1,09
12	3340	41	1,23	2990	22	0,74	462	22	4,76	1,7	0,1	5,88

$\bar{X}$  aritmetička sredina rezultata 10 mjerenja

SD koeficijent varijabilnosti

KV standardna devijacija

Da bi se utvrdile razlike rezultata VFE dobivenih mjerenjem dvaju ispitivača na istim ispitanicima uspoređivane su srednje vrijednosti VFE dobivene mjerenjem deset ispitanika. Statističkom obradom podataka pokazalo se da nema statistički značajne razlike između vrijednosti dobivenih mjerenjem dvaju ispitivača ( $P > 0,05$ ).

## DISKUSIJA

Dobiveni rezultati su djelomično neočekivani i teško ih je interpretirati. Nesumnjivo je da udisanje prašine pamuka dovodi do značajnih akutnih redukcija u toku smjene ( $P < 0,01$ ) forsiranog vitalnog kapaciteta, forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi, maksimalne brzine ekspiracije i vremena forsirane ekspiracije i da je taj efekt jače izražen u osoba sa simptomima bisinoze (tablica 1). Iz iste je tablice također jasno vidljivo da su akutne relativne promjene u toku smjene daleko najjače izražene u vremenu forsirane ekspiracije. Iz tog nalaza slijedi da se od četiri ispitana testa za ocjenjivanje akutnih efekata vegetabilne prašine (ili točnije: prašine pamuka) najosjetljivijim može smatrati vrijeme forsirane ekspiracije. Tablica 3, doduše, pokazuje da je koeficijent varijabilnosti tog testa najviši, ali uz toliko bolju osjetljivost i uzimajući u obzir jednostavnost testa, za koji nije potrebna nikakva specijalna aparatura, još bi uvijek izgledalo kao da bi se taj test mogao preporučiti za terensku, epidemiološku i rutinsku primjenu.

Problem, međutim, nastaje pri interpretaciji dobivenih rezultata. Značajna akutna redukcija forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi i maksimalne brzine ekspiracije ukazuju na opstruktivnu promjenu respiracijske funkcije, što je u skladu s »histaminskom« teorijom patogeneze bisinoze prema kojoj vegetabilne prašine sadrže tvar (ili tvari) koja oslobađa histamin iz plućnog tkiva i na taj način dovodi do bronhokonstrikcije. Svi autori su do sada našli produljeno vrijeme forsirane ekspiracije u bolesnika s opstruktivnim smetnjama (2, 3, 4). Isti su autori našli negativnu korelaciju između vremena forsirane ekspiracije i forsiranog ekspiratornog volumena, odnosno maksimalne brzine ekspiracije. Mi smo, neočekivano, našli reducirano srednje vrijeme forsirane ekspiracije u toku radne smjene i pozitivnu korelaciju između promjena u toku smjene vremena forsirane ekspiracije s jedne i forsiranog ekspiratornog volumena, odnosno maksimalne brzine ekspiracije s druge strane (tablica 2).

Da bismo isključili mogućnost subjektivne pogreške ispitivača pri auskultatornom mjerenju vremena forsirane ekspiracije, očitali smo vrijeme forsirane ekspiracije u svakog ispitanika i iz spirografske krivulje njegova forsiranog vitalnog kapaciteta, dobivene na kimografu Bernstein spirometra. Vrijeme forsirane ekspiracije mjereno auskultatorno bilo je nešto kraće od vremena forsirane ekspiracije ocijenjenog iz spirografske krivulje, ali smo i na taj način dobili značajno skraćenje srednjeg vremena forsirane ekspiracije u toku smjene (7,6% u osoba bez, a 11,1% sa simptomima bisinoze). *Campbell* (10) navodi da je brzina strujanja zraka ispod 50 ml/sek premala da bi se mogla utvrditi klinički. Naša razlika u trajanju forsirane ekspiracije registrirane klinički i spirografski mogla bi se objasniti vrlo polaganim strujanjem zraka u opstruiranim dišnim putevima na kraju ekspiracije, koje se klinički auskultacijom

nad trahejom nije moglo registrirati. Među ispitanicima u kojih je ustanovljeno skraćenje vremena forsirane ekspiracije mjerene auskultatorno bilo je 76% s redukcijom vremena forsirane ekspiracije mjenog spirografske, a 88% s redukcijom ili bez promjena spirografske mjenog vremena forsirane ekspiracije. Svi ti nalazi potvrđuju rezultate dobivene auskultatornim mjenjima.

Neočekivano skraćenje vremena forsirane ekspiracije u toku smjene pri ekspoziciji prašini koja izaziva bronhokonstrikciju (ili točnije: konstrikciju dišnih putova) može se, vjerojatno, pripisati istovremenom smanjenju vitalnog kapaciteta, do kojeg dolazi udisanjem prašine pamuka (tablica 1). Taj je efekt – čini se – u većine osoba izloženih djelovanju aerogene prašine pamuka jače izražen od efekta bronhokonstrikcije, pa se na taj način može tumačiti skraćenje prosječnog vremena forsirane ekspiracije, koje smo našli u našoj skupini od 94 osobe izložene djelovanju te vegetabilne prašine.

Na temelju naših rezultata teško bi bilo za sada preporučiti vrijeme forsirane ekspiracije kao test za ispitivanje utjecaja vegetabilne prašine na ventilacijsku funkciju, unatoč tome što test ima prednost pred drugim testovima zbog jednostavnosti izvođenja i jednostavne opreme. Trebalo bi prije ispitati relativnu zavisnost vremena forsirane ekspiracije od opstruktivnih i restriktivnih promjena. Autori koji su do sada ispitivali vrijeme forsirane ekspiracije koncentrirali su pažnju gotovo isključivo na bolesnike s opstruktivnim promjenama. Naša dalja ispitivanja pokazat će da li se vrijeme forsirane ekspiracije pri ekspoziciji drugim vegetabilnim prašinama mijenja na isti način kao pri ekspoziciji prašini pamuka.

#### Literatura

1. *Wright, B. M., McKerrow, C. B.*: Brit. Med. J., 2 (1959) 1041.
2. *Rosenblat, G., Stein, M.*: New Engl. J. Med., 267 (1962) 432.
3. *Lal, S., Ferguson, A. D., Campbell, E. J. M.*: Brit. Med. J., 1 (1964) 814.
4. *Mimica, M., Čvorišćec, B., Kanceljak, B.*: Simpozij o alergozama respiratornog trakta, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti (1968) 169.
5. *Ualić, F., Žuškin, E.*: Arch. Environ. Hlth., u štampi.
6. *Bouhuys, A., Barbero, A., Lindell, S. E., Roach, S. A., Schilling, R. S. F.*: Arch. Environ. Hlth., 14 (1967) 533.
7. *Bouhuys, A., Woestijne, K. P.*: J. Clin. Invest., 49 (1970) 106.
8. *Schilling, R. S. F., Uigliani, E. C., Lammers, E., Ualić, F., Gilson, J. C.*: Proc. XIV int. Congr. Occup. Hlth, Madrid, (1963) 137.
9. *Peatman, J. G.*: Descriptive and Sampling Statistics, Harper and Brothers Publishers, New York and London, 1962.
10. *Campbell, E. J. M.*: Thorax, 24 (1969) 1.

*Summary*

## COMPARATIVE INVESTIGATION OF SOME VENTILATORY FUNCTION TESTS IN WORKERS EXPOSED TO COTTON DUST

The forced expiratory volume in the first second, forced vital capacity, peak flow rate, and forced expiratory time measured by auscultation over trachea were registered in subjects exposed to cotton dust with a view to determining the sensitivity of each of these tests in detecting acute changes of ventilatory function in the conditions of industrial exposure. The values obtained in all these tests proved significantly reduced over working shift ( $P < 0.01$ ) the forced expiratory time slowing highest reduction. The highest variability coefficient was observed in the forced expiratory time. The unexpectedly reduced forced expiratory time in exposure to a bronchoconstricting dust is explained by the parallel effect of cotton dust on the forced expiratory volume in the first second and forced vital capacity of which the effect of reduced forced vital capacity on the forced expiratory time proved more pronounced.