

REAKCIJA VEĆIH I MANJIH DIŠNIH PUTOVA NA
FIZIČKO OPTEREĆENJE U BOLESNIKA S KRONIČNIM
BRONHITISOM I BRONHALNOM ASTMOM

Božica Kanceljak-Macan¹, Eugeniya Žuškin² i Fadila Pavičić³

*Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Sveučilišta u Zagrebu¹, Škola narodnog
zdravlja "Andrija Štampar", Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu², Klinika za plućne
bolesti Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu³, Zagreb*

(Primljeno 18. XI. 1987)

Respiratorna funkcija prije i poslije testa fizičkim opterećenjem analizirana je u 15 bolesnika (7 s kroničnim bronhitisom i 8 s bronhalnom astmom), koji su nakon fizičkog opterećenja pokazali porast bronhalne rezistencije 50% i više u odnosu na kontrolnu vrijednost prije opterećenja. Test fizičkim opterećenjem izveden je na pokretnom sagu s opterećenjem od 50 do 120 Watta. Bronhalna rezistencija (R_{aw}), specifična bronhalna provodljivost (SG_{aw}), maksimalni ekspiratorni volumen u prvoj sekundi (FEV_1) i maksimalni ekspiratorni protok kod izdahnutih 50% vitalnog kapaciteta (FEF_{50}) izmjereni su prije te 5 i 20 minuta nakon opterećenja. Parcijalni tlak kisika u arterijskoj krvi (P_{aO_2}) izmjeren je prije i odmah nakon testa fizičkim opterećenjem.

Bolesnici oboljeli od kroničnog bronhitisa pokazali su nakon opterećenja prosječni porast R_{aw} (5 min: +127%, 20 min: +96%) i prosječni pad FEF_{50} (5 min: -12%; 20 min: -10%). Bolesnici oboljeli od bronhalne astme pokazali su nakon opterećenja prosječni porast R_{aw} (5 min: +147%; 20 min: +105%) i prosječni pad FEF_{50} (5 min: -24%; 20 min: -21%).

Rezultati pokazuju da je kod oboljelih od bronhalne astme došlo do statistički značajnog pada FEF_{50} 5 i 20 minuta nakon testa fizičkim opterećenjem, dok kod oboljelih od kroničnog bronhitisa to nije utvrđeno. Kod oboljelih od kroničnog bronhitisa statistički je značajan porast R_{aw} i 20 minuta nakon opterećenja, dok kod oboljelih od bronhalne astme porast R_{aw} 20 minuta nakon opterećenja više nije statistički značajan, upućujući na bolju spontanu reverzibilnost R_{aw} kod astmatičara. P_{aO_2} se nije statistički značajno promijenio nakon fizičkog opterećenja u oboljelih od bronhalne astme, dok je kod oboljelih od kroničnog bronhitisa došlo do značajnog prosječnog porasta P_{aO_2} ($P < 0,01$).

Ispitivanje respiratorne funkcije nakon fizičkog opterećenja kod oboljelih od kroničnog bronhitisa i bronhalne astme od značajnog je kliničkog interesa. Mnogi su autori ispitivali različite aspekte respiratorne funkcije tijekom i nakon fizičkog opterećenja, kao npr.: plućne volumene, maksimalne ekspiratorne zračne protoke, bronhalnu rezistenciju, specifičnu bronhalnu provodljivost, ventilaciju i izmjenu respiratornih plinova (1-8).

Bronhokonstrikcija izazvana fizičkim naporom klinički je značajan problem, ali njezin patofiziološki mehanizam još nije dovoljno razjašnjen (9). Kod oboljelih od kroničnog bronhitisa i bronhalne astme, bronhokonstrikcija uvjetovana fizičkim naporom ne može se izazvati kod svih bolesnika, barem ne intenzitetom opterećenja, koji je podnošljiv za bolesnika. Osim toga neki bolesnici, koji imaju pozitivan fenomen bronhokonstrikcije nakon fizičkog napora pokazuju porast, a neki pad parcijalnog tlaka kisika u arterijskoj krvi.

Cilj ovog istraživanja je da ispita promjene nakon testa fizičkim opterećenjem u forsiranom srednjem ekspiratornom protoku, otporu u dišnim putovima i parcijalnom tlaku kisika u arterijskoj krvi kod bolesnika s kroničnim bronhitisom i bronhalnom astmom.

ISPITANICI I METODE

Za ovo ispitivanje odabrali smo 15 bolesnika (8 s kroničnim bronhitisom i 7 sa bronhalnom astmom), kod kojih je nakon testa fizičkim opterećenjem porastao otpor u dišnim putovima (R_{aw}) za 50% i više od kontrolne vrijednosti u mirovanju. Dob bolesnika kretala se od 25 do 50 godina.

Tjelesnim pletizmografom (Bodytest-Pneumotest "Jaeger", SR Njemačka) izmjereni su slijedeći parametri respiratorne funkcije: forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi (FEV_1), forsirani ekspiracijski protok kod izdahnutih 50% vitalnog kapaciteta (FEF_{50}), bronhalna rezistencija (R_{aw}) i specifična bronhalna provodljivost (SG_{aw}). Mjerea su izvršena prije testa fizičkim opterećenjem, zatim 5 i 20 minuta nakon opterećenja. Sedam bolesnika je imalo normalne vrijednosti bronhalne rezistencije prije testa fizičkim opterećenjem, a kretale su se od 0,12 do 0,25 kPa/L/s, dok je 8 bolesnika imalo povišene vrijednosti bronhalne rezistencije prije opterećenja, a kretale su se od 0,35 do 0,84 kPa/L/s.

Analiza respiratornih plinova, tj. mjerenje parcijalnog tlaka kisika (P_aO_2) i parcijalnog tlaka ugljičnog dioksida (P_aCO_2) rađeno je u uzorku arterijske krvi dobivenom punkcijom arterije radijalis, i to prije i odmah nakon fizičkog opterećenja (10). Analize arterijskih uzoraka krvi učinjene su na aparaturi IL 213 - pH (Blood Gas Analyser, "Instrumentation Laboratory").

Test fizičkim opterećenjem izveden je na pokretnom sagu, s mogućnošću izvođenja konstantnog rada "MIJNHARDT - Automatic Tread-mill System". Izveden je intermitentno progresivni test fizičkim opterećenjem u trajanju 5-6 minuta za određen intenzitet opterećenja do postizanja stabilizirane submaksimalne srčane frekvencije s obzirom na dob (11,12).

Statistička obrada podataka obavljena je upotrebom t-testa razlike između aritmetičkih sredina malih zavisnih uzoraka (metoda diferencije). $P < 0,05$ smatran je statistički značajnim.

Tablica 1.

Vrijednosti parametara respiratorne funkcije u ispitanika s kroničnim bronhitisom i bronhalnom astmom prije testa fizičkim opterećenjem

Ispitanici	Spol	Dob god.	Visina cm	FEV ₁ L	FEV ₁ %N	FEF ₅₀ L/s	FEF ₅₀ %N	IGV L	IGV %N	Raw kPa/L/s	Raw %N	SC _{aw} L/s/kPa	SC _{aw} %N	PaO ₂ kPa	PaO ₂ %N
Kronični bronhitis															
1.	M	25	178	4,40	95	4,40	79	3,98	146	0,12	61	2,09	112	12,6	103
2.	M	39	172	2,05	58	1,40	26	4,89	170	0,34	185	0,69	37	9,7	82
3.	Ž	35	165	2,70	86	2,20	45	3,53	147	0,37	168	0,77	41	11,3	93
4.	M	44	171	1,60	47	0,70	13	5,22	167	0,44	260	0,44	23	9,7	82
5.	M	50	184	2,85	64	1,60	30	4,23	158	0,44	209	0,54	31	9,4	86
6.	M	42	186	1,85	38	1,00	18	5,23	200	0,35	199	0,55	25	9,7	79
7.	M	32	178	2,10	47	1,80	33	4,84	169	0,53	285	0,39	21	10,7	89
Bronhalna astma															
1.	Ž	35	162	2,40	81	1,60	33	2,38	93	0,46	234	0,91	46	12,8	104
2.	Ž	37	163	2,35	77	1,80	38	4,97	191	0,84	431	0,23	12	9,5	77
3.	Ž	48	156	3,00	119	3,00	70	3,08	114	0,21	116	1,55	76	13,3	111
4.	Ž	39	165	2,80	89	3,60	77	3,16	121	0,23	116	1,38	71	11,7	96
5.	Ž	41	157	3,00	114	3,40	75	4,69	176	0,14	77	1,52	73	11,6	95
6.	Ž	39	172	2,80	79	2,20	45	4,02	155	0,20	100	1,24	65	10,9	90
7.	Ž	47	158	2,15	82	2,60	59	1,85	79	0,18	77	3,00	165	13,2	113
8.	Ž	50	165	3,15	109	3,00	68	2,89	117	0,25	110	1,40	79	13,7	118

%N = % od očekivane vrijednosti

REZULTATI

Rezultati ispitivanja respiratorne funkcije dobiveni u ovom radu evaluirani su i prikazani u odnosu na kronični bronhitis i bronhalnu astmu te u odnosu na vrijednosti bronhalne rezistencije, prije testa fizičkim opterećenjem.

Na tablici 1. prikazane su izmjerene vrijednosti svih analiziranih parametara respiratorne funkcije prije testa fizičkim opterećenjem zasebno za svakog ispitanika.

Tablica 2.
Respiratorne funkcije prije testa fizičkim opterećenjem u bolesnika s kroničnim bronhitisom (KB) i bronhalnom astmom (BA)

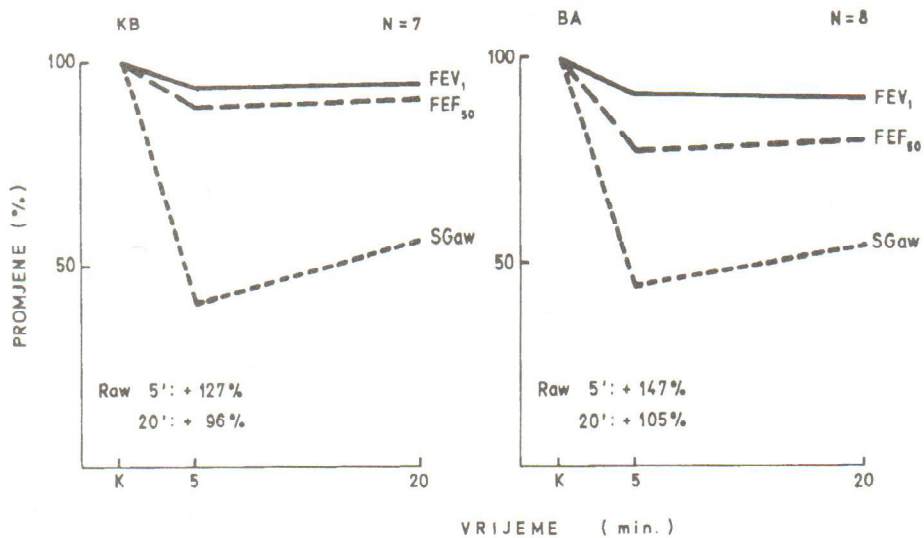
Testovi Respiratorne funkcije	Kronični bronhitis		Bronhalna astma	
	$\bar{X} \pm SD$	%referentne vrijednosti X	$\bar{X} \pm SD$	%referentne vrijednosti X
FEV ₁ (L)	2,51 ± 0,95	62,2	2,71 ± 0,36	93,8
FEF ₅₀ (L/s)	1,87 ± 1,22	34,9	2,65 ± 0,73	58,1
IGV (L)	4,56 ± 0,66	165,3	3,38 ± 1,09	130,8
R _{aw} (kPa/L/s)	0,37 ± 0,13	195,0	0,31 ± 0,23	158,0
SG _{aw} (L/S/kPa)	0,78 ± 0,59	41,4	1,40 ± 0,78	73,4
P _a O _a (kPa)	10,44 ± 1,17	87,7	12,09 ± 1,43	100,5

Prosječna dob (god.): KB = 38, BA = 42

Prosječna visina (cm): KB = 176,3, BA = 162,3

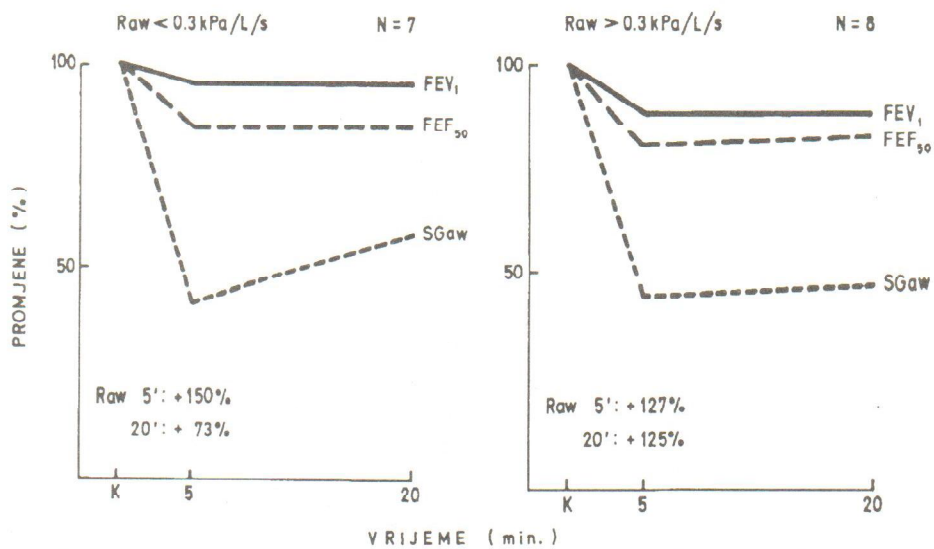
Na tablici 2. prikazane su srednje vrijednosti sa standardnim devijacijama izmjerenih vrijednosti i srednje vrijednosti ostvarenog postotka od referentnih vrijednosti za svaki parametar respiratorne funkcije zasebno. Vidljivo je da su srednje izmjerene vrijednosti svih analiziranih parametara lošije u skupini bolesnika s kroničnim bronhitisom, koji su imali i mnogo veće odstupanje od referentnih vrijednosti nego ispitanici s bronhalnom astmom. U ispitanika oboljelih od kroničnog bronhitisa najveća prosječna odstupanja od referentnih vrijednosti utvrđena su za FEF₅₀ (34,9%), SG_{aw} (41,4%). Bolesnici s bronhalnom astmom imali su međutim prije testa fizičkim opterećenjem unutar granica normale FEV₁ (93,8%) i P_aO₂ (100,5%), R_{aw} (158,0%) tj. praktično na gornjoj granici normale, dok je u odnosu na referentne vrijednosti najveće prosječno odstupanje pokazao FEF₅₀ (58,1%).

Na slici 1. prikazane su grafički srednje akutne, relativne promjene FEV₁, FEF₅₀ i SG_{aw}, a numerički za R_{aw}, nastale pet i dvadeset minuta nakon testa fizičkim opterećenjem, zasebno u bolesnika s kroničnim bronhitisom i bronhalnom astmom. U 7 ispitanika oboljelih od kroničnog bronhitisa dobiven je prosječni pad FEV₁ 7%, FEF₅₀ 12%, SG_{aw} 59% i prosječni porast R_{aw} 127%, pet minuta nakon opterećenja. U istih bolesnika dvadeset minuta nakon opterećenja, registriran je prosječni pad FEV₁ 6%, FEF₅₀ 10%, SG_{aw} 44% i prosječni porast R_{aw} 96%, u odnosu na kontrolne vrijednosti prije fizičkog opterećenja. U 8 ispitanika oboljelih od bronhalne astme dobiven je prosječni pad FEV₁ 10%, FEF₅₀ 24%, SG_{aw} 56% i prosječni porast R_{aw} 147% pet minuta nakon opterećenja. U istih bolesnika



KB (KRONIČNI BRONHITIS) ; BA (BRONHALNA ASTMA)

Sl. 1. Prosječne relativne promjene respiratorne funkcije nakon fizičkog opterećenja u oboljelih od kroničnog bronhitisa i bronhalne astme



Sl. 2. Prosječne relativne promjene respiratorne funkcije nakon fizičkog opterećenja u odnosu na vrijednost R_{aw} prije opterećenja

dvadeset minuta nakon opterećenja registriran je prosječni pad FEV₁ 11%, FEF₅₀ 21%, SG_{aw} 46% i prosječni porast R_{aw} 105% u odnosu na kontrolne vrijednosti prije testa fizičkim opterećenjem.

Rezultati dobiveni u odnosu na vrijednosti R_{aw} prije testa fizičkim opterećenjem prikazani su grafički na slici 2. U 7 ispitanika (6 sa bronhalnom astmom i 1 s kroničnim bronhitisom) s vrijednostima R_{aw} prije fizičkog opterećenja manjim od 0,3 kPa/L/s dobiven je prosječni pad FEV₁ 5%, FEF₅₀ 16%, SG_{aw} 59% i prosječni porast R_{aw} 150%, pet minuta nakon opterećenja. Dvadeset minuta nakon opterećenja registriran je prosječni pad FEV₁ 5%, FEF₅₀ 15%, SG_{aw} 37% i porast R_{aw} 73%, u odnosu na vrijednosti prije testa fizičkim opterećenjem. U 8 ispitanika (2 sa bronhalnom astmom i 6 s kroničnim bronhitisom) koji su vrijednosti R_{aw} prije fizičkog opterećenja imali više od 0,3 kPa/L/s dobiven je prosječni pad FEV₁ 12%, FEF₅₀ 20%, SG_{aw} 56% i porast R_{aw} 127% pet minuta nakon opterećenja. U istih ispitanika dvadeset minuta nakon opterećenja registriran je prosječni pad FEV₁ 12%, FEF₅₀ 17%, SG_{aw} 53% i porast R_{aw} 125% u odnosu na vrijednosti prije testa fizičkim opterećenjem.

Tablica 3.

Prosječne promjene testova respiratorne funkcije prije i nakon fizičkog opterećenja

Testovi	Vrijeme (min)	Kronični bronhitis		Bronhalna astma	
		$\bar{X} \pm SD$	p	$\bar{X} \pm SD$	p
FEV ₁ (L)	5	-0,179 ± 0,112	NS	-0,300 ± 0,114	< 0,05
	20	-0,164 ± 0,129	NS	-0,301 ± 0,136	NS
FEF ₅₀ (L/s)	5	-0,343 ± 0,203	NS	-0,575 ± 0,186	< 0,05
	20	-0,114 ± 0,103	NS	-0,563 ± 0,149	< 0,01
IGV(L)	5	+ 0,670 ± 0,454	NS	+ 0,334 ± 0,218	NS
	20	0,066 ± 0,416	NS	+ 0,305 ± 0,313	NS
SG _{aw} (L/s/kPa)	5	-0,440 ± 0,105	< 0,01	-0,813 ± 0,199	< 0,01
	2	-0,313 ± 0,077	< 0,01	-0,601 ± 0,144	< 0,01
R _{aw} (kPa/L/s)	5	+ 0,491 ± 0,133	< 0,05	+ 0,429 ± 0,160	< 0,05
	20	+ 0,371 ± 0,119	< 0,05	+ 0,425 ± 0,195	NS

Statistička analiza je pokazala (tablica 3) da je prosječni pad FEV₁ i FEF₅₀ signifikantan na razini značajnosti P < 0,05 samo u oboljelih od bronhalne astme, i to pet minuta nakon fizičkog opterećenja. Prosječni pad FEF₅₀ je signifikantan na razini značajnosti P < 0,01 i dvadeset minuta nakon opterećenja u oboljelih od bronhalne astme, dok u oboljelih od kroničnog bronhitisa to nije utvrđeno. Prosječni porast R_{aw} je signifikantan na razini značajnosti P < 0,05 i dvadeset minuta nakon opterećenja u oboljelih od kroničnog bronhitisa, dok u oboljelih od bronhalne astme nije signifikantan dvadeset minuta nakon opterećenja. Statistička analiza promjena IGV nakon fizičkog opterećenja nije pokazala značajne promjene u odnosu na vrijednosti prije opterećenja u oboljelih od bronhalne astme (prosječni porast od 10%) i kroničnog bronhitisa (prosječni porast od 15%).

Na tablici 4. prikazane su prosječne promjene sa standardnim devijacijama izmjenjenih vrijednosti P_aO_2 prije i neposredno nakon testa fizičkim opterećenjem u 15 ispitanika u odnosu na kronični bronhitis, bronhalnu astmu i vrijednosti R_{aw} prije testa fizičkim opterećenjem. Statistički značajan porast P_aO_2 odmah nakon opterećenja na razini značajnosti $P < 0,01$ dobiven je u ispitanika oboljelih od kroničnog bronhitisa i u ispitanika koji su imali R_{aw} prije testa fizičkim opterećenjem veću od 0,3 kPa/L/s. Nije utvrđena statistički značajna promjena P_aO_2 odmah nakon fizičkog opterećenja u oboljelih od bronhalne astme i u ispitanika s vrijednostima R_{aw} prije fizičkog opterećenja manjim od 0,3 kPa/L/s.

Tablica 4

P_aO_2 (kPa) prije i nakon opterećenja

Skupine ispitanika	N	Prije opterećenja $\bar{X} \pm SD$	Nakon opterećenja $\bar{X} \pm SD$	Razlika prije-nakon p
Kronični bronhitis	7	10,44 \pm 1,17	11,96 \pm 1,34	< 0,01
Bronhalna astma	8	12,09 \pm 1,43	12,60 \pm 0,98	NS
$R_{aw} < 0,3$ kPa/L/s	7	12,43 \pm 1,05	13,26 \pm 2,13	NS
$R_{aw} > 0,3$ kPa/L/s	8	10,35 \pm 1,19	12,09 \pm 1,42	< 0,01

RASPRAVA

Bronhokonstrikcija izazvana fizičkim opterećenjem, uočljiva kao smanjenje ventilacijskog kapaciteta pluća i/ili porast bronhalne rezistencije, ne mora uvijek biti prisutna u osoba sa bronhalnom astmom ili kroničnim bronhitisom. Većina autora smatra da je to jedan od vidova bronhalne hiperreaktivnosti (9,13). Patofiziološki mehanizam tog fenomena tumačio se: hiperventilacijom, koja uvjetuje pothlađivanje respiratornog sustava i podražaj mehanoreceptora (14,15,16) ili hipokapnijom (17), odnosno acidemijom (18). Fenomen bronhokonstrikcije izazvan fizičkim naporom može se pojaviti u bolesnika s povišenim i u bolesnika s normalnim IgE u serumu (19). Novija istraživanja su pokazala porast kemijskih medijatora kao što su histamin i kemotaktički faktor neutrofilnih granulocita (NCF) u plazmi ispitanika s bronhokonstrikcijom izazvanom fizičkim naporom (20). U prilog povezanosti oslobađanja kemijskih medijatora iz mastocita s nastankom bronhoopstrukcije u naporu govore dvije činjenice: refrakterni period u trajanju od oko 2 sata, u kojem se ne može ponovno izazvati bronhoopstrukcija fizičkim naporom, a koji je vjerojatno potreban za resintezu medijatora u stanicama, i mogućnost prevencije bronhokonstrikcije u fizičkom naporu dinatrijevim kromoglikatom (DNCG). Osim toga porast NCF nije utvrđen u osoba u kojih se pri fizičkom opterećenju nije razvila bronhoopstrukcija (21). Čini se da je fizičko opterećenje, a ne gubitak topline u respiratornom sistemu odgovorni faktor za razvoj refrakterne faze kod bronhoopstrukcije uvjetovane fizičkim opterećenjem (22). U slučaju bronhoopstrukcije uvjetovane hiperventilacijom (HIA) važne su tem-

peraturne promjene. Takvi nalazi upućuju na to da je HIA lokalizirana u većim, centralnijim dišnim putovima, čija se temperatura značajno mijenja tijekom hiperventilacije (ili fizičkog opterećenja). Bronhoopstrukcija uvjetovana samim fizičkim opterećenjem (EIA) locirana je u perifernim dišnim putovima i neovisna je o temperaturnim promjenama u dišnim putovima. U prilog tome govore činjenice da DSC ima najizraženiji efekt u prevenciji EIA ako su plućne funkcije uredne, dok je taj preventivni efekt najbolji kod HIA ako su plućne funkcije loše (23).

U literaturi ne postoje raspoloživi podaci o lokalizaciji i karakteristikama bronhokonstrikcije nakon fizičkog opterećenja u osoba s kroničnim bronhitisom i bronhalnom astmom. Prema rezultatima našeg ispitivanja bronhalna opstrukcija na nivou manjih dišnih putova statistički je značajna samo kod oboljelih od bronhalne astme. Osim toga ona je i dugotrajnija u osoba sa bronhalnom astmom, dok je na nivou većih dišnih putova statistički značajna i dugotrajnija u osoba s kroničnim bronhitisom. Dobiveni podaci u naših osoba s kroničnim bronhitisom upućuju na to da se vjerojatno radi o bronhokonstrikciji uvjetovanoj mehanizmom same hiperventilacije. U osoba pak sa bronhalnom astmom bronhokonstrikcija je vjerojatno uvjetovana mehanizmom samog fizičkog opterećenja.

Ni funkcionalni aspekti bronhoopstrukcije u fizičkom naporu nisu dovoljno razjašnjeni, npr. nije objašnjeno koliko je fenomen posljedica suženja dišnih putova, koliko promjena u rastežljivosti pluća, zatim promjena u plućnom volumenu i isključenju pojedinih funkcionalnih jedinica iz ventilacije zbog neravnomjerno nastale opstrukcije dišnih putova (24). Promjene maksimalnog ekspiracijskog protoka zraka mogu varirati u oboljelih od bronhalne astme. *Despas, Leroux i Macklem* (25) su utvrdili dva različita tipa odgovora ovisno o tome da li se bronhalna opstrukcija javlja u malim ili pretežno u velikim dišnim putovima. Utvrdili su da pri pojavi bronhalne opstrukcije u malim dišnim putovima bronhalna provodljivost u segmentima ushodno od točke ekvivalentnih pritisaka (EPP = equal pressure point) raste s porastom plućnog volumena, dok pri nastanku bronhalne opstrukcije u velikim dišnim putovima nije ovisna o plućnim volumenima. Navedeni tipovi bronhalnog odgovora s obzirom na mjesto nastanka bronhalne opstrukcije nisu bili ovisni o težini nastale opstrukcije i terapijskoj primjeni bronhodilatatora, a intraindividualno su bili konstantni. Taj su nalaz potvrdila uglavnom i istraživanja *Freedmana i suradnika* (24). Nastale promjene u odnosu na lokalizaciju i trajanje bronhokonstrikcije nakon fizičkog opterećenja ne možemo objasniti promjenama plućnog volumena, budući da se vrijednosti IGV nisu statistički značajno promijenile nakon opterećenja u naših ispitanika.

Kod ispitanika oboljelih od kroničnog bronhitisa došlo je do statistički značajnog prosječnog porasta P_{aO_2} , a što nije registrirano u astmatičara. To je najvjerojatnije posljedica mnogo većeg stupnja poremećaja distribucije ventilacije u osoba oboljelih od kroničnog bronhitisa, što se slaže s našim ranijim istraživanjima (26).

ZAKLJUČAK

Promjene plućne funkcije nakon testa fizičkim opterećenjem slične su u bolesnika s kroničnim bronhitisom i bronhalnom astmom, osim u P_aO_2 i FEF_{50} . U oboljelih od bronhalne astme nakon testa fizičkim opterećenjem značajno veća i dugotrajnija je bronhokonstrikcija na nivou malih dišnih putova u odnosu na oboljele od kroničnog bronhitisa. Promjene u P_aO_2 nakon testa fizičkim opterećenjem ne mogu se predvidjeti iz promjena ventilacijskih testova i R_{aw} .

U daljnjim ispitivanjima trebalo bi na većem broju ispitanika istraživati mehanizam bronhokonstrikcije uzrokovane posebno fizičkim opterećenjem a posebno hiperventilacijom, kako bi se objasnile razlike u reakciji dišnih putova između oboljelih od kroničnog bronhitisa i bronhalne astme.

Literatura

1. Mildon, A., Leroux, M., Hutcheon, M., Zamel, N.: The site of airway obstruction in exercise-induced asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 110 (1974) 409-414.
2. Fisher, H.K., Holton, P., Buxton, R.St.J., Nadel, J.A.: Resistance to breathing during exercise-induced asthma attacks. *Am. Rev. Respir. Dis.* 101 (1970) 885-886.
3. Slavković, V., Miladinović, D., Sekulić, S., Stevanović, M., Jerković, J., Bogdanović, M.: Parcijalni pritisak kiseonika u arterijskoj krvi pri testovima s fizičkim opterećenjem u opstruktivnom respiratornom sindromu. *Medicina, Supl. 2.* 12 (1975) 52-55.
4. Potokar, T., Furlan-Hrabar, J.: Bronhomotorne promjene kod fizičkog opterećenja u zdravih i u astmatičnih bolesnika. *Medicina, Supl.1.* 13 (1976) 3-5.
5. Vyas, M.N., Banister, E.W., Morton, J.W., Grzybowski, S.: Response to exercise in patients with chronic airway obstruction. *Am. Rev. Respir. Dis.* 103 (1971) 390-400.
6. Minh, V., Lee, H.M., Dolan, G.F., Light, R.W., Bell, J., Vasquez, P.: Hypoxemia during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 120 (1979) 787-794.
7. Feisal, K.A., Fuleihan, F.J.D.: Pulmonary gas exchange during exercise in young asthmatic patients. *Thorax* 34 (1979) 393-396.
8. Kawakami, Y., Terai, T., Yamamoto, H., Murao, M.: Exercise and Oxygen Inhalation in Relation to Prognosis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Chest* 81 (1982) 182-188.
9. Lee, T.H., Cromwell, O., Nagakura, T., Kay, A.B.: Mediators in exercise-induced asthma. U: *Asthma. Physiology, Immunopharmacology and Treatment (Third International Symposium)*, Academic Press, Inc., London, 1984. str. 279-296.
10. Sackner, M.A.: Arterial Blood Gas Analysis, *Cardiology*, 95 (1967) 79-87.
11. Cropp, G.J.A.: The exercise bronchoprovocation tests: Standardization of procedures and evaluation of response. *J. Allergy Clin. Immunol.* 64 (1979) 627-633.
12. Kanceljak-Macan, B., Žuškin, E., Pavičić, F.: Ispitivanje respiratorne funkcije pri fizičkom opterećenju. *Lij. vjes.* 107 (1985) 31-37.
13. Hartley, J.P.R.: Exercise-induced asthma. *Thorax*, 34 (1979) 571-574.
14. Deal, E.C., McFadden, E.R., Ingram, R.H., Strauss, R.H., Jaeger, J.J.: Role of respiratory heat exchange in production of exercise-induced asthma. *J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. Exercise Physiol.*, 46 (1979) 467-475.

15. Deal, E.C., McFadden, E.R., Ingram, R.H., Jaeger, J.J.: Hyperpnea and heat flux: initial reaction sequence in exercise induced asthma, *J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. Exercise Physiol.*, 46 (1979) 476-483.
16. Deal, E.C., McFadden, E.R., Ingram, R.H., Jaeger, J.J.: Esophageal temperature during exercise in asthmatic and nonasthmatic subjects. *J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. Exercise Physiol.* 46 (1979) 484-490.
17. Rebusck, A.S., Read, J.: Exercise-induced asthma. *Lancet* 2 (1968) 429-431.
18. Vassallo, C.L., Gee, J.B.L., Domm, B.M.: Exercise-induced asthma. Observation regarding hypocapnia and acidosis. *Am. Rev. Respir. Dis.* 105 (1972) 42-49.
19. Anderson, S.D., Silverman, M., Tai, F., Godfrey, S.: Specificity of exercise induced asthma. *Br. Med. J.* 4 (1971) 814-815.
20. Lee, T.H., Nagakura, T., Cromwell, O., Brown, M.J., Causon, R., Kay, A.B.: Neutrophil Chemotactic Activity and Hystamine in Atopic and Nonatopic Subjects after Exercise-induced Asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 129 (1984) 409-412.
21. Nagakura, T., Lee, T.H., Assoufi, B.K., Newman-Taylor, A.J., Denison, D.M., Kay, A.B.: Neutrophil Chemotactic Factor in Exercise- and Hyperventilation-induced Asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 128 (1983) 294-296.
22. Ben-Dov, I., Bar-Yishay, E., Godfrey, S.: Refractory Period After Exercise-Induced Asthma Unexplained by Respiratory Heat Loss. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 125 (1982) 530-534.
23. Godfray, S.: Exercise-induced Asthma. U: *Bronchial Asthma (Principles of Diagnosis and Treatment)*, Grune and Stratton, Inc., Orlando 1986. str. 255-271.
24. Despas, P.J., Leroux, M., Macklem, P.T.: Site of airway obstruction in asthma as determined by measuring maximal expiratory flow breathing air and helium-oxygen mixture. *J. Clin. Invest.* 51 (1972) 3235-3243.
25. Freedman, S., Tattersfield, A.E., Pride, N.B.: Changes in lung mechanics during asthma induced by exercise. *J. Appl. Physiol.* 38 (1975) 974-982.
26. Kanceljak-Macan, B.: Utjecaj fizičkog opterećenja na respiratornu funkciju u bolesnika s kroničnom opstruktivnom bolesti pluća. Magistarski rad. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1981.

Summary

RESPIRATORY RESPONSE TO PHYSICAL EXERCISE IN PATIENTS WITH CHRONIC BRONCHITIS AND BRONCHIAL ASTHMA

Respiratory function before and after exercise was analysed in 15 patients (seven with chronic bronchitis and eight with bronchial asthma). The patients were selected on the basis of increase in airway resistance (R_{aw}) of 50% or more after exercise. The patients were tested on a treadmill under a load ranging from 50 to 120 W. Airway resistance, specific airway conductance (SG_{aw}), one-second forced expiratory volume (FEV_1) and maximum expiratory flow rate at 50% vital capacity (FEF_{50}) were measured before and again at 5 and 20 minutes after exercise. Arterial partial oxygen pressure (P_{aO_2}) was measured before exercise and immediately after it.

The patients with chronic bronchitis demonstrated an average increase in R_{aw} after exercise (5 min: +127%, 20 min: +96%) and an average decrease in FEF_{50} (5 min: -12%, 20 min: -10%). Patients with bronchial asthma, demonstrated after exercise an average increase in R_{aw} (5 min: +147%, 20 min: +105%) and an average decrease in FEF_{50} (5 min: -24%, 20 min: -21%).

The data analysed show a significant decrease in FEF₅₀ 5 and 20 minutes after exercise in patients with bronchial asthma, while in patients with chronic bronchitis decrease in FEF₅₀ was not significant. There was a significant increase in R_{aw} as long as 20 minutes after exercise in patients with chronic bronchitis. In patients with bronchial asthma increase in R_{aw} 20 minutes after exercise was not significant indicating better spontaneous reversibility of increased R_{aw} in asthmatics. P_aO₂ did not show significant changes after exercise in respect to the values before exercise in asthmatic patients. In bronchitic patients there was a significant average increase in P_aO₂ after exercise (P < 0,01).

*Institute for Medical Research and Occupational Health,
University of Zagreb¹, "Anđrija Štampar" School of Public Health,
Medical Faculty, Zagreb², Hospital for the Diseases of the Lung
and Pulmonary Tuberculosis "Jordanovac",
Medical Faculty, Zagreb³*

*Received for publication
November 18, 1987*