

RAZVOJ FUNKCIONALNIH I RENDGENSKIH PROMJENA PLUĆA U TOKU IZLOŽENOSTI AEROSOLIMA GLINE

DUNJA BERITIĆ-STAHULJAK, F. VALIĆ i B. MARK

Škola narodnog zdravlja »Andrija Štampar« i Zavod za rendgenologiju u Općoj bolnici »Dr. M. Stojanović« Medicinskog fakulteta u Zagrebu

(Primitljeno 17. IX 1972)

Radi otkrivanja respiratornih promjena u toku izloženosti aerosolima gline pregledano je 27 radnika zaposlenih u proizvodnji gline, u dva navrata, s razmakom od sedam godina. Analizirana je atmosfera radne okoline mjerenjem ukupnih aerosola i određivanjem njihove »respirabilne« frakcije, mjerene su ventilacijske funkcije i radiografski ispitana pluća izloženih radnika. Srednje godišnje redukcije vrijednosti statičkoga i dinamičkoga testa ventilacijske funkcije u radnika izloženih glini bile su preko tri puta veće od očekivanih prosječnih redukcija normalne populacije. U četiri od sedam radnika s rendgenskim karakteristikama pneumokonioze došlo je u toku sedam godina do pogoršanja rendgenskog nalaza na plućima.

U nizu industrijskih prašina koje se smatraju inertnima, barem što se tiče djelovanja na respiratorni sistem i na promjene ventilacijske funkcije, nalazi se i prašina gline. Ipak, ostaje još uvijek nerazjašnjeno pitanje ima li uopće »inertnih« prašina, odnosno ne uzrokuju li tzv. »inertne« prašine, a među njima i prašina gline, određene promjene u funkcijama pluća, za razvoj kojih je potrebna dulja ili jača izloženost.

U literaturi gotovo i nema podataka o djelovanju čestica gline na respiratorni sistem. Talijanski autori su doduše upozorili na mogućnost negativnog djelovanja gline na respiratorni sistem, ali su njihovi zaključci dobiveni bez ikakve statističke obrade i bez upotrebe kontrolne skupine ispitanika, pa su prema tome nepouzdana (1, 2).

Prašina gline kojoj su bili izloženi pregledani radnici sadrži preko 50% minerala montmorilonita (alumosilikata) s praktički zanemarljivom količinom slobodnog silicijeva dioksida. Zaposleni radnici radili su pretežno na pakiranju toga materijala koji ima vrlo široku primjenu u industriji (pri ispiranju bušotina za naftu i kao vezivo pijeska za pravljenje kalupa u ljevaonicama, za izbjeljivanje mineralnih i vegetabilnih ulja, kao punilo za plastične mase, za pripremanje farmaceutskih i kozmetičkih preparata itd.).

POPULACIJA I METODE

1. *Uzorak*

Uzorak se sastojao od 27 radnika izloženih česticama gline. Prosječna dob radnika iznosila je na prvom pregledu 34,7 godina, a prosječna dužina izloženosti prašini 11,5 godina.

Kontrolna skupina radnika obuhvaćala je radnike koji su živjeli u istim socijalno-ekonomskim uvjetima, ali u toku rada nisu bili izloženi udisanju bilo kakve vrste prašine. Podjela radnika kontrolne skupine po dobi i tjelesnoj visini, kao i navici pušenja, bila je jednaka skupini izloženih radnika, jer je svakom prašini izloženom radniku odabran par u kontrolnoj skupini s istom tjelesnom visinom, dobi i navikom pušenja.

2. *Metode**Analiza radne okoline*

U određivanju koncentracije aerogenih čestica u radnim prostorijama uzeli smo u obzir ukupne čestice prašine i posebno »respirabilnu frakciju« aerosola. Za sakupljanje i određivanje koncentracije ukupnih i »respirabilnih« aerosola izabrali smo tzv. Hexhlet dvostepeni sakupljač prašine, i to zato što je to danas jedan od instrumenata najvećeg kapaciteta za sakupljanje ukupnih i »respirabilnih« aerosola u terenskim uvjetima (3).

Uzorci aerosola za analizu raspodjele veličina čestica uzimani su pomoću termalnog precipitatora.

Ventilacijske funkcije

Za ispitivanje ventilacije pluća koristili smo spirometre tipa Bernstein. Za ocjenu ventilacijskih funkcija mjerili smo forsirani vitalni kapacitet (FVK) i forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi (FEV_1). Rezultate tih testova izražavali smo kao apsolutne vrijednosti i kao odnos forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi i forsiranog vitalnog kapaciteta ($FEV_1\%$ ili Tiffeneauov test). U svakog ispitanika izvršeno je pet mjerenja, a kao rezultat testa izabrana je srednja vrijednost dviju najviših vrijednosti mjerenja.

Radiološko ispitivanje pluća

Za radiološko ispitivanje pluća korištene su tipične pregledne snimke pluća velikog formata na kojima se mogu uočiti i diskretne promjene u vezi s taloženjem prašine u plućnom parenhimu.

REZULTATI

Rezultati određivanja koncentracija čestica gline u zraku radnih prostorija u kojima su radili ispitani radnici pri prvom pregledu prikazani su u tablici 1. Kako rezultati koncentracija nisu bili raspoređeni po

Tablica 1

Koncentracija čestica gline u zraku radnih prostorija (mjerjenja 1964. godine)

Koncentracija (mg/m ³)	Respirabilne čestice		Koncentracija (mg/m ³)	Ukupne čestice	
	Frekvencija	Kumul. frekvencija (%)		Frekvencija	Kumul. frekvencija (%)
1,9	1	5	9,9	2	10
2-7,9	6	35	10-19,9	3	25
8-13,9	6	65	20-29,9	4	45
14-19,9	2	75	30-39,9	3	60
20-25,9	2	85	40-49,9	3	75
26-31,9	0	85	50-59,9	2	82,5
32-37,9	2	95	60	3	100,0
38	1	100,0			

 Geometrijska sredina koncentracija $Mg_{resp} = 10,3$

 Srednja geometrijska devijacija koncentracija $\sigma g = 2,67$

 Geometrijska sredina koncentracija $Mg_{ukup.} = 32,0$

 Srednja geometrijska devijacija koncentracija $\sigma g = 2,0$

»normalnoj distribuciji«, nismo za karakteriziranje koncentracije upotrijebili uobičajenu aritmetičku sredinu kao mjeru centralne tendencije. Pokazalo se da su rezultati distribuirani po logaritamski normalnoj raspodjeli, pa smo kao mjeru centralne tendencije upotrijebili geometrijsku sredinu koncentracije, a kao mjeru disperzije standardnu geometrijsku devijaciju. U tablici su navedene frekvencije i kumulativne frekvencije rezultata određivanja koncentracija iz kojih smo pomoću krivulje logaritama koncentracije-vjerojatnost papira odredili geometrijsku sredinu koncentracije (Mg) i standardnu geometrijsku devijaciju (σg).

Rezultati analize distribucije koncentracija čestica gline bili su na idućem pregledu (nakon 7 godina) vrlo slični onima na prvom pregledu, budući da u glinari u međuvremenu nije došlo do promjena tehnološkog procesa, a ni do promjene u sastavu sirovina (1964. godina: $Mg_{ukup.} = 32,0$ mg/m³, $\sigma g = 2,0$ mg/m³; $Mg_{resp.} = 10,3$ mg/m³, $\sigma g = 2,7$ mg/m³; 1971. godinu: $Mg_{ukup.} = 29,9$ mg/m³, $\sigma g = 1,9$ mg/m³; $Mg_{resp.} = 9,9$ mg/m³, $\sigma g = 2,0$ mg/m³).

U tablici 2 prikazani su rezultati određivanja FVK radnika izloženih česticama gline i kontrolnih ispitanika na prvom pregledu 1964. godine. Iz tablice se vidi da nije bilo statistički značajnih razlika između ispitanika izloženih česticama gline i ispitanika u kontrolnoj skupini ($P > 0,05$); neočekivane više vrijednosti FVK dobivene u skupini izloženih radnika tumačimo kao posljedicu antropometrijskih karakteristika kojima se odlikuju radnici na teškom fizičkom radu kakav je rad u glinari. Zbog vrlo teških uvjeta fizičkog rada na takvim radnim mje-

Tablica 2

Urijednosti FUK radnika izloženih česticama gline i kontrolnih ispitanika 1964. god.

Ispitanici		M	SD	Razlika: kontrolna skupina — izloženi	t	P
Pušači N = 17	izloženi	4799	633,2			
	kontrola	2356	766,7	— 443	2,19	< 0,05
Nepušači N = 10	izloženi	4693	724,7			
	kontrola	4696	769,8	3	0,0	> 0,05
Svi N = 27	izloženi	4834	712			
	kontrola	4482	771,3	— 352	1,8	> 0,05

stima dolazi do samoselekcije zbog koje fizički slabiji radnici napuštaju rad. Prema tome antropometrijske karakteristike radnika u glinari nisu podijeljene po slučajno raspodjeli. Tome u prilog govori i znatno veći srednji obujam prsnog koša u radnika glinare u usporedbi s njihovim parovima u kontrolnoj skupini, mada su im tjelesne visine i dobi bile potpuno jednake.

Tablica 3

Urijednosti FEV₁ u radnika izloženih česticama gline i kontrolnih ispitanika 1964. god.

Ispitanici		M	SD	Razlika: kontrolna skupina — izloženi	t	P
Pušači N = 17	izloženi	3843	555,4			
	kontrola	3495	666,4	— 348	1,65	> 0,05
Nepušači N = 10	izloženi	3828	574,1			
	kontrola	3579	598	— 249	0,95	> 0,05
Svi N = 27	izloženi	3838	551,3			
	kontrola	3526	631,5	— 312	1,92	> 0,05

U tablicama 4 i 5 prikazani su rezultati mjerenja FVK i FEV₁ u drugom ispitivanju nakon 7 godina. Tada su vrijednosti FVK i FEV₁ niže u radnika izloženih česticama gline nego u ispitanika kontrolne skupine.

Ta razlika nije statistički značajna, ali u usporedbi sa 1964. godinom, kad su vrijednosti FVK i FEV₁ bile više u odnosu na ispitanike kontrolne skupine, pokazuje očito sniženje.

Tablica 4

Vrijednosti FVK radnika izloženih česticama gline i kontrolnih ispitanika 1971. god.

Ispitanici		M	SD	Razlika: kontrolna skupina — izloženi	t	P
Pušači N = 17	izloženi	4176	830,6			
	kontrola	4345	868,4	169	0,58	> 0,05
Nepušači N = 10	izloženi	4265	599,5			
	kontrola	4461	716,5	196	0,66	> 0,05
Svi N = 27	izloženi	4207	743,2			
	kontrola	4389	803,1	182	0,87	> 0,05

Tablica 5

Vrijednosti FEV₁ u radnika izloženih česticama gline i kontrolnih ispitanika 1971. god.

Ispitanici		M	SD	Razlika: kontrolna skupina — izloženi	d	t
Pušači N = 17	izloženi	3144	605,6			
	kontrola	3556	714,6	412	1,81	> 0,05
Nepušači N = 10	izloženi	3395	606,4			
	kontrola	3562	665,0	167	0,59	> 0,05
Svi N = 27	izloženi	3230	615,6			
	kontrola	3558	683,6	328	1,89	> 0,05

Vrijednosti ventilacijskih funkcija radnika izloženih česticama gline koji su i 1964. i 1971. imali kronični bronhitis i odgovarajućih parova ispitanika kontrolne skupine prikazali smo u tablicama 6 i 7. Iz tablica se vidi da su izloženi radnici s kroničnim bronhitisom imali na prvom pregledu više prosječne vrijednosti nego kontrolni ispitanici. Ta razlika je mala, i nije statistički značajna ($P > 0,05$). Kod drugog mjerenja

odnos srednjih vrijednosti ventilacijskih funkcija izložene i kontrolne skupine sasvim je drugačiji. Radnici izloženi česticama gline imaju već niže vrijednosti ventilacijske funkcije.

Tablica 6

Vrijednosti FUK radnika izloženih česticama gline s kroničnim bronhitisom i kontrolnih ispitanika 1964. i 1971. godine

Ispitanici		M	SD	Razlika: kontrolna skupina — izloženi	t	P
1964.	Radnici s kroničnim bronhitisom	4449	489,7	- 35	0,07	> 0,05
	Kontrolni ispitanici	4414	1064			
1971.	Radnici s kroničnim bronhitisom	3680	446,8	326	1,0	> 0,05
	Kontrolni ispitanici	4006	653,3			

Tablica 7

Vrijednosti FEU₁ radnika izloženih česticama gline s kroničnim bronhitisom i kontrolnih ispitanika 1964. i 1971. godine

Ispitanici		M	SD	Razlika: kontrolna skupina — izloženi	t	P
1964.	Radnici s kroničnim bronhitisom	3707	344,7	- 135	0,35	> 0,05
	Kontrolni ispitanici	3572	874,3			
1971.	Radnici s kroničnim bronhitisom	2992	391,8	28	0,1	> 0,05
	Kontrolni ispitanici	3020	579,2			

Analizirajući promjene srednjih vrijednosti ventilacijskih funkcija od prvog do drugog ispitivanja opazili smo da je došlo do iznenađujuće velikog pada vrijednosti ventilacijskih funkcija u kontrolnoj skupini, koje su rezultati navedeni u tablicama 6 i 7, za razliku od promjena kontrolnih skupina kojih su rezultati prikazani u tablicama 2-5, a koje bi trebalo očekivati kao posljedicu porasta dobi ispitanika u periodu između naša dva ispitivanja. Ponovno smo analizirali sve podatke o ispitanicima koji su izabrani kao kontrolni parovi radnicima izloženima česticama gline. Došli smo do zaključka da ta kontrolna skupina nije sasvim dobro izabrana. Jedan dio tih ispitanika stanuje, naime, u neposrednoj blizini tvornice, u smjeru dominantnih vjetrova, pa su vjerojatno izloženi relativno visokim koncentracijama iz tvornice emitiranih čestica u vanjskoj atmosferi. Nekoliko naknadnih pojedinačnih mjerenja koncentracije čestica u toj stambenoj zoni potvrdila su tu pretpostavku.

Može se prema tome očekivati da su ispitanici te kontrolne skupine, izloženi praktički 24 sata na dan povišenim koncentracijama čestica, doživjeli slične redukcije ventilacijskih kapaciteta kao izloženi radnici, koji su izloženi višim koncentracijama čestica osam sati na dan.

Da bismo izbjegli pogrešku u zaključivanju na temelju rezultata dobivenih s kontrolnom skupinom nesigurnih karakteristika, sve smo rezultate dobivene sa skupinama radnika izloženima česticama gline obradili još na jedan način. Za svakog radnika izložene skupine izračunali smo normalnu očekivanu vrijednost ventilacijskog kapaciteta koju bismo očekivali kada on ne bi bio izložen nikakvim agensima koji uzrokuju promjene ventilacijske funkcije. Radi toga smo upotrijebili nomogram Koryja i sur. (4) za dobivanje normalnih vrijednosti FVK i FEV₁ za osobe određene dobi i tjelesne visine. U tablicama 8–11 prikazujemo

Tablica 8

Vrijednosti FVK radnika izloženih česticama gline i očekivane vrijednosti izračunate po Koryju i sur. 1964. godine

	Vrijednosti	M	SD	Razlika očekivane — izmjerene	t	P
Pušači N = 17	izmjerene	4799	633,2	— 298	1,65	> 0,05
	očekivane	4501	388,8			
Nepušači N = 10	izmjerene	4693	724,7	— 143	0,57	> 0,05
	očekivane	4550	315,4			
Svi N = 27	izmjerene	4834	712	— 315	2,05	> 0,05
	očekivane	4519	357,8			

ponovno srednje vrijednosti ventilacijskih funkcija izloženih radnika podijeljenih u skupine pušača i nepušača u usporedbi s očekivanim vrijednostima za njihovu dob i tjelesnu visinu po Koryju i sur., razlike između srednjih vrijednosti izloženih radnika i srednjih očekivanih vrijednosti, te rezultate testiranja značajnosti tih razlika.

Ma da se vrijednosti u tablicama 8–11 nešto razlikuju od vrijednosti navedenih u tablicama 4–7, zaključci ostaju isti, tj. srednje vrijednosti FVK i FEV₁ izloženih radnika su 1964. godine više, ali 7 godina kasnije već niže u svim skupinama od srednjih očekivanih vrijednosti za iste populacije.

Rendgenske promjene koje se mogu očekivati kao reakcija plućnog tkiva na udisanje čestica nađene su u 7 radnika (25,9%). Promjene se sastoje od sitno-mrežasto i sitno-zrnato pojačanog crteža, grubljih hilu-

Tablica 9

Vrijedosti FEU₁ radnika izloženih česticama gline i očekivane vrijednosti izračunate po Koryju i sur. 1964. godine

	Vrijednosti	M	SD	Razlika očekivane — izmjerene	t	P
Pušači N = 17	izmjerene	3843	555,4			
	očekivane	3676	290,7	— 147	1,1	> 0,05
Nepušači N = 10	izmjerene	3828	574,1			
	očekivane	3743	265,1	— 85	0,42	> 0,05
Svi N = 27	izmjerene	3838	551,3			
	očekivane	3701	278,2	— 137	1,15	> 0,05

Tablica 10

Vrijednosti FUK radnika izloženih česticama gline i očekivane vrijednosti izračunate po Koryju i sur. 1971. godine

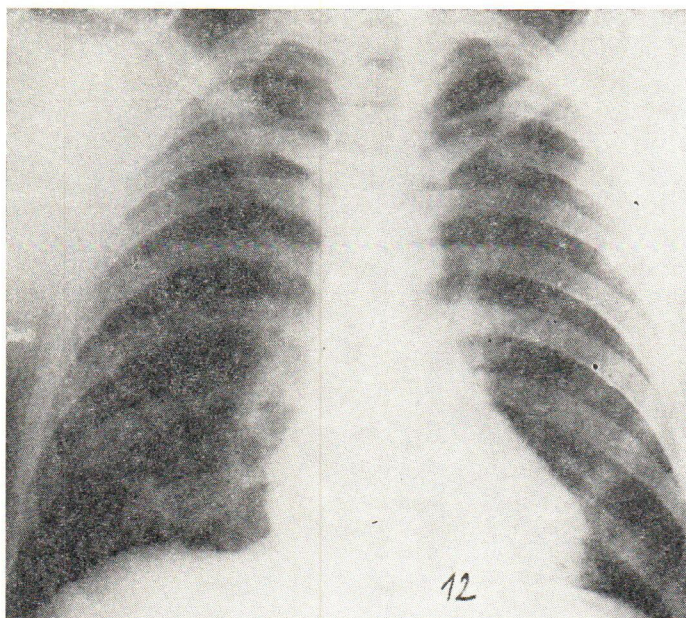
	Vrijednosti	M	SD	Razlika očekivane — izmjerene	t	P
Pušači N = 17	izmjerene	4176	830,6			
	očekivane	4366	384,2	190	0,85	> 0,05
Nepušači N = 10	izmjerene	4265	599,5			
	očekivane	4417	316,9	152	0,59	> 0,05
Svi N = 27	izmjerene	4207	743,2			
	očekivane	4385	355,3	178	1,12	> 0,05

snih šara i bilateralne plućne hiperinflacije (emfizema) bazalnog tipa (sl. 1). U prvom ispitivanju jedan od tih 7 radnika nije imao rendgen-ski vidljivih promjena na plućima, a sadašnji nalaz ima sve karakteristike početne pneumokonioze (sl. 2 i 3). Od ostalih šest radnika u tri su rendgenološki opažena pogoršanja plućnog statusa s grubljim plućnim crtežem i jačom hiperinflacijom (emfizemom), a u preostale trojice je plućni nalaz ostao nepromijenjen.

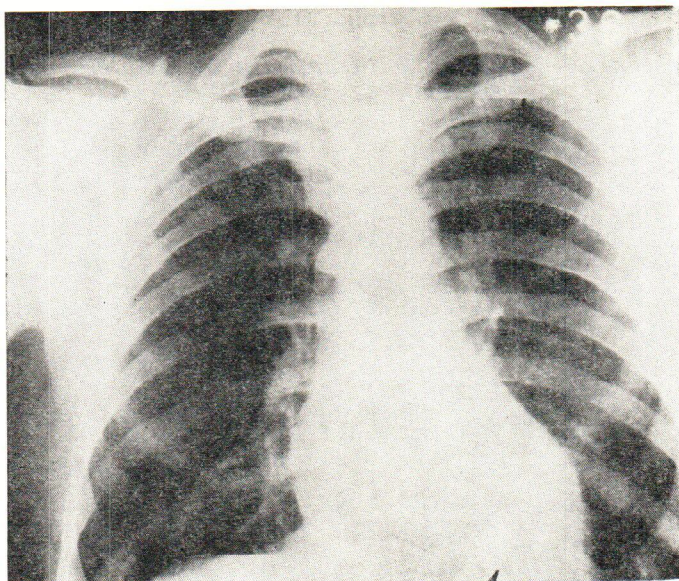
Tablica 11

Urijednosti FEV₁ radnika izloženih česticama gline i očekivane vrijednosti izračunate po Koryju i sur. 1971. godine

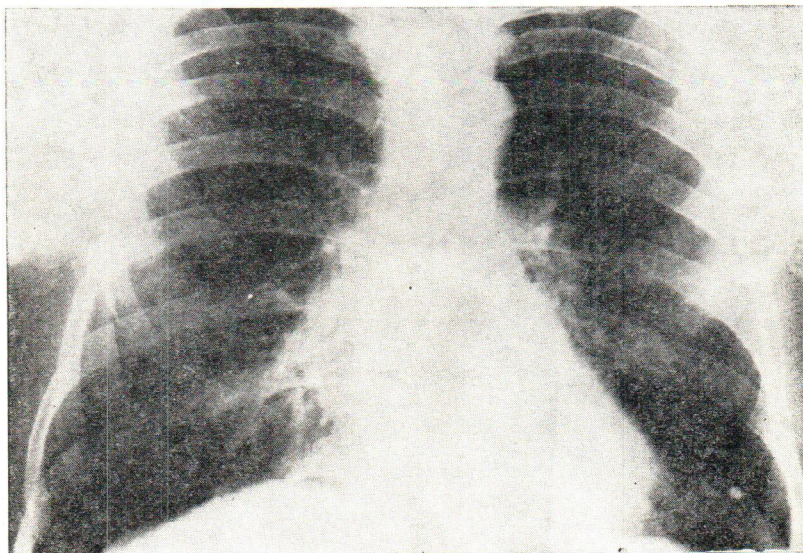
	Vrijednosti	M	SD	Razlika očekivane — izmjerene	t	P
Pušači N = 17	izmjerene	3144	605,6			
	očekivane	3506	292,7	362	2,23	< 0,05
Nepušači N = 10	izmjerene	3395	606,4			
	očekivane	3571	265,7	176	0,84	> 0,05
Svi N = 27	izmjerene	3230	615,6			
	očekivane	3530	279,7	300	2,30	< 0,05



Sl. 1. Pregledna slika pluća pokazuje lako zamagljena plućna krila s izrazito pojačanim, obilnim i fino-mrežasto raspoređenim plućnim crtežem, naročito u srednjim i bazalnim dijelovima, koji se može pratiti daleko prema periferiji. Uz to se ističe obostrano vrlo grub hilo-perihilarni i hilo-bazalni rasplet krupnijih, dosta tamnih i inhomogenih hilusa. Nalaz ukazuje na pneumokoniozu (slika snimljena 1964. god.).



Sl. 2. Pregledna slika pluća snimljena 1964. godine pokazuje plućna krila dobre prozračnosti, urednog crteža i bez znakova patoloških zasjenjenja. Hilusne šare i njihov rasplet u granicama normale.



Sl. 3. Na slici istog radnika snimljenoj 1971. godine vidi se nježni, fino-mrežasto pojačan plućni crtež u perihilarnom i hilobazalnim dijelovima obiju plućnih krila. Hilusi su nešto grublji, dosta tamni, inhomogeni i pretežno u kaudalnom dijelu jače razgranani.

DISKUSIJA

Željeli smo ustanoviti da li se značajno mijenja stanje respiratornog sistema radnika izloženih »inertnoj« prašini za koju se u literaturi smatra da ne dovodi do kliničkih simptoma niti funkcionalnih promjena. Kako je poznato da vrijednosti ventilacijskih funkcija ovise bitno o tjelesnoj visini, a da se osim toga smanjuju s dobi, analizirali smo razlike ventilacijskih funkcija radnika izloženih prašini gline i ispitanika kontrolne skupine koja je bila odabrana tako da je svaki radnik u eksponiranoj skupini imao svoj par u kontrolnoj skupini praktički identične visine i dobi. Osim toga su ispitanici kontrolne skupine i po navici pušenja bili identični s ispitanicima izložene skupine. Željeli smo time izbjeći potrebu ispravljanja rezultata regresijskim analizama. Osim toga smo time postigli i jednaki utjecaj razlike dobi od prvog do drugog ispitivanja u kontrolnoj i izloženoj skupini.

U prvom ispitivanju provedenom na radnicima izloženima prašini gline dobili smo neočekivano više vrijednosti oba parametra ventilacijske funkcije (FVK i FEV₁) u ispitanika izložene skupine nego u ispitanika odgovarajuće kontrolne skupine (tablica 2 i 3), ma da su im raspodjele po dobi i visini bile jednake. Kasnijim analizama rezultata ustanovili smo da je to vjerojatno posljedica razlike u jednoj antropometrijskoj karakteristici između izložene i kontrolne skupine. Budući da radovi u proizvodnji gline spadaju u teške fizičke radove, samoizborom otpadaju fizički slabiji radnici tako da smo naišli na već odabranu skupinu fizički najjačih radnika u kojih smo ustanovili daleko veći prosječni obujam prsnog koša nego u kontrolnih ispitanika. U drugom ispitivanju našli smo potpuno promijenjene odnose vrijednosti ventilacijskih funkcija u dvije skupine ispitanika. Vrijednosti ovih mjerenih ventilacijskih funkcija ispitanika izloženih skupina bile su znatno niže od vrijednosti odgovarajućih kontrolnih skupina (tablica 4–7). Zbog neočekivanih rezultata dobivenih u prvom ispitivanju ponovno smo analizirali sve karakteristike ispitanika kako izložene tako i kontrolne skupine. Pri tome smo opazili neočekivane promjene vrijednosti ventilacijskih funkcija ispitanika kontrolne skupine koje su prikazane u tablicama 6 i 7. Vrijednosti ventilacijskih funkcija tih kontrolnih ispitanika su se, naime, u periodu od prvog do drugog ispitivanja smanjile daleko više nego što bi trebalo očekivati samo kao posljedicu sedmogodišnje razlike u dobi. Tražeći razlog tome primijetili smo da svi ti ispitanici stanuju u naselju neposredno uz tvornicu. Posumnjali smo da bi to naselje moglo imati visoku razinu korpuskularnih onečišćenja u vanjskoj atmosferi kao posljedicu znatnih emisija prašine iz ventilacijskih sistema tvornice. Naknadna mjerenja izvršena da se to ustanovi potvrdila su našu pretpostavku. Ispitanici naše »kontrolne skupine« u stvari nisu bili kontrolni, jer su bili izloženi povišenim koncentracijama čestica u zraku praktički 24 sata na dan. Kako nismo mogli naći kontrolnu skupinu koja bi odgovarala, a zaključci su nam zbog kontrolne skupine neopravdanih karakteristika postali nesigurni, sve siro rezultate mjerenja ven-

tilacijskih funkcija radnika izloženih glini usporedili s normalnim vrijednostima očekivanima u zdravoj populaciji koja nije izložena djelovanju nikakva agensa s utjecajem na respiratorne funkcije. Za svakoga smo izloženoga ispitanika izračunali očekivanu vrijednost za njegovu dob i visinu uz upotrebu regresijskih koeficijenata po Koryju za normalnu mušku populaciju (4). Izračunali smo sve razlike između naših izmjernih FEV₁ i FVK i izračunatih očekivanih vrijednosti. Rezultati prikazani u tablicama 8-11 bili su konzistentniji od prijašnjih, ali su doveli do potpuno istih zaključaka, tj. srednje vrijednosti FVK i FEV₁ radnika izloženih aerosolima gline više su od srednjih očekivanih vrijednosti za iste populacije kod mjerenja 1964. godine, da bi sedam godina kasnije već u svim ispitanim skupinama pokazale očito sniženje prema očekivanim vrijednostima.

Zbog izuzetnih antropometrijskih karakteristika odabrane (a ne slučajne) skupine radnika izloženih prašini gline, koji su u prvom mjerenju imali više vrijednosti ventilacijskih funkcija od odgovarajuće kontrolne skupine i od normalnih očekivanih vrijednosti za odgovarajuću dob i visinu, a u drugom ispitivanju već imali niže vrijednosti, razlike između mjerenih i kontrolnih vrijednosti nisu bile statistički značajne ni u prvom ni u drugom ispitivanju, mada je došlo do velike redukcije u ventilacijskim kapacitetima izloženih radnika u tih sedam godina. Isti učinak smo našli i u slučaju kada smo uspoređivali mjerene vrijednosti izloženih ispitanika s vrijednostima dobivenim u kontrolnoj skupini i u slučaju kada smo uspoređivali rezultate dobivene u izloženoj skupini s očekivanim vrijednostima po jednadžbi Koryja i sur. Ponovljeno dobivanje nalaza u istom smjeru podržalo nas je u uvjerenju da su naši zaključci realni, mada su doneseni na osnovi razlika koje nisu bile statistički značajne. Da bismo postupili metodološki opravdanije još smo na jedan način obradili dobivene nalaze.

Vrijednosti ventilacijskih funkcija padaju po otprilike linearnoj funkciji s dobi unutar dobnog intervala naših ispitanika (5). Poznavajući tu funkciju može se izračunati očekivani prosječni godišnji pad vrijednosti ventilacijskih funkcija. Logično je očekivati veći prosječni godišnji pad vrijednosti ventilacijskih funkcija pod izloženošću agensima koji uzrokuju kronično smanjenje ventilacijske funkcije. Uz pretpostavku da je vrijednost ventilacijskog kapaciteta funkcija tjelesne visine i dobi, i to linearna, programirali smo za elektronski računar ovu jednadžbu te funkcije:

$$FEV_1 \text{ (ili FVK)} = (a \times \text{visina}) + (b \times \text{dob}) + c$$

U toj jednadžbi b je prosječna promjena ventilacijske funkcije u toku jedne godine. Za sve skupine ispitanika izračunate su vrijednosti toga regresijskog koeficijenta metodom multiple linearne regresije na osnovi metode najmanjih kvadrata. U tablici 12 navodimo tako dobivene vrijednosti srednjih godišnjih redukcija obje ventilacijske funkcije u 7 skupina izloženih radnika u usporedbi s očekivanim prosječnim godišnjim

Tablica 12

Srednje godišnje redukcije ventilacijskih funkcija (u ml) radnika izloženih česticama gline

	FVK	FEV ₁
Pušači	124,3	105,7
Nepušači	75,8	89,9
Svi radnici	104,5	99,2
Radnici s kroničnim bronhitisom	136,5	123,6
Radnici bez kroničnog bronhitisa	95,4	92,3
Radnici s pneumokoniozom	162,3	146,2
Radnici bez pneumokonioze	84,3	82,8

U zdravoj prašini neizloženoj populaciji iste raspodjele po dobi i visini može se očekivati srednja godišnja redukcija FVK od 22,0 ml, a FEV₁ od 28,2 ml (izračunato iz Koryjeve regresijske jednadžbe).

redukcijama normalne muške populacije neizložene agensima koji utječu na plućnu funkciju. Iz tablica je jasno vidljivo da su prosječne godišnje redukcije svih skupina radnika izloženih česticama gline preko tri puta veće od očekivanih prosječnih redukcija normalne populacije (osim za skupinu radnika bez pneumokonioze gdje je taj odnos 2,9).

Nema sumnje da pod utjecajem aerogenih čestica gline dolazi do pada vrijednosti ventilacijskih funkcija izloženih ljudi. Da bismo ustanovili da li se u tom slučaju radi pretežno o promjenama opstruktivnoga ili restriktivnoga tipa izračunali smo i u tablici 13 prikazali proporciju radnika izloženih česticama gline s vrijednošću Tiffeneauova testa ispod 77% (koju vrijednost Cara smatra normalnom za populaciju dobne

Tablica 13

Postotak ispitanika izloženih česticama gline s FEV₁ % (Tiffeneauov test) ispod 77%

Ispitanici	1964. god.	1971. god.
Pušači	23,5	41,1
Nepušači	10,0	30,0
Svi	22,0	37,0
Ispitanici s kroničnim bronhitisom	16,6	33,3
Ispitanici bez kroničnog bronhitisa	23,8	42,8

skupine 35–39 godina) (3). Iz te se tablice vidi da je ta proporcija u radnika izloženih česticama gline u svim skupinama porasla u periodu između prvoga i drugoga ispitivanja.

Od 27 radnika izloženih česticama gline rendgenske promjene pluća koje se smatraju karakterističnima za pneumokoniozu našli smo u 7 radnika (25,9%). Te se promjene sastoje od sitno-mrežasto i sitno-zrnato pojačanog crteža, grubljih hilusnih šara i bilateralne plućne hiperinflacije bazalnog tipa. U četiri od sedam radnika s rendgenskim promjenama u prvom ispitivanju došlo je u toku sedam godina do pogoršanja plućnoga statusa, jer je na slikama načinjenima na drugom pregledu opažen grublji plućni crtež i jača hiperinflacija u usporedbi sa slikama učinjenima na prvom pregledu. Slične promjene navode i *Johnstone* i *Miller* (6) uz napomenu da se ne vide u takvim slučajevima fibrozni čvorići, kao npr. kod silikoze, što su pokazali i naši nalazi.

ZAKLJUČAK

Smatramo da smo dobivenim rezultatima pokazali da izloženost »inertnim« česticama gline dovodi do smanjenja ventilacijskih funkcija pluća. Da li se tu radi o specifičnom djelovanju čestica gline ili o nespecifičnom djelovanju bilo kojih čestica ostaje još otvoreno pitanje.

Literatura

1. *Cariello, M., Daniele, E.*: *Fol. Med.*, 47 (1964) 186.
2. *Daniele, E., Cariello, M.*: *Fol. Med.*, 48 (1965) 112.
3. *Wright, B. M.*: *Brit. J. industr. Med.*, 11 (1954) 284.
4. *Kory, R. C., Callahan, R., Boren, H. G., Syner, J. C.*: *Amer. J. Med.*, 30 (1961) 243.
5. *Cara, M.*: *Documentation CECA*, br. 6082–58, 1961.
6. *Johnstone, R. T., Miller, S. E.*: *Occupational Diseases and Industrial Medicine*, W. B. Saunders, Philadelphia-London, 1960.

Summary

FUNCTIONAL AND X-RAY PULMONARY CHANGES IN CLAY AEROSOL EXPOSURE

To follow respiratory changes in clay exposure 27 workers in clay production were examined twice in an interval of 7 years. The working atmosphere was analysed by measuring total aerosols and determining their »respirable« fractions. The workers' ventilatory function and pulmonary radiography were analysed as well. The annual mean reductions in the static and dynamic tests of the ventilatory function of the

exposed workers proved to be more than three times as high as the expected mean reduction in the normal population. In four out of seven workers with X-ray changes characteristic of pneumoconiosis the X-ray findings had deteriorated during the observed interval of 7 years.

*Received for publication
November 17, 1972*

*Andrija Štampar School of Public Health,
and Institute of Radiology,
Dr M. Stojanović General Hospital,
Medical Faculty Zagreb*