

UTJECAJ AMBIJENTALNE EKSPOZICIJE MANGANU
NA RESPIRATORNI SISTEM — ISTRAŽIVANJA NA ŠKOLSKOJ
DJECI KAO MODELU

O. HRUSTIĆ I M. ŠARIĆ

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb

(Primitljeno 19. III 1980)

Autori su istražili plućnu funkciju i incidenciju akutnih respiratornih bolesti u djece učenika triju osnovnih škola u gradu Šibeniku i incidenciju akutnih respiratornih bolesti u članova obitelji iste djece, a kao kontrola služila su djeca osnovne škole u gradu Murteru na istoimenom otoku koji je udaljen od Šibenika zračnom linijom oko 25 km. Atmosfera Šibenika onečišćena je manganom iz tvornice ferolegura i u manjoj mjeri sumpornim dioksidom. Položaj škola s obzirom na tvornicu bio je u različitoj udaljenosti, a prema izmjerenim koncentracijama mangana u zraku škola koja je bila najbliža tvornici nalazila se u prvoj zoni, a ostale dvije u drugoj zoni onečišćenja.

Testiranja ventilacijske funkcije pluća provedena su suhim spirometrom tipa Pulmonor. Izračunati su $FEV_{0.75}$ i $FEV_{1.0}$ koji je izražen u postocima od očekivanih vrijednosti za određenu visinu.

Podaci o bolestima dobiveni su putem intervjua tako da su roditelji na dopisnici koja im je bila upućena odgovarali sa DA ili NE na pitanje: je li je itko od članova vaše obitelji bolovao u prošlih 15 dana od neke bolesti respiratornog sistema? Ako je odgovor bio pozitivan ili ga uopće nije bilo, išlo se u ta domaćinstva i detaljnije su se uzimali podaci o bolesti: je li bila praćena povišenom temperaturom, je li iziskivala ležanje u krevetu ili konzultaciju s liječnikom.

Dobiveni rezultati pokazuju da su plućna funkcija i incidencija akutnih respiratornih bolesti bile u određenoj korelaciji sa stupnjem ambijentalne ekspozicije manganu. Je li tome uzrok sam mangan ili mangan u kombinaciji sa sumpornim dioksidom, ne može se sasvim razlučiti. U ocjeni rezultata treba uzeti u obzir i moguću ulogu socijalno-ekonomskih faktora i strukture obitelji.

Kronična ekspozicija manganu u industriji u smislu oštećenja CNS sa simptomima parkinsonizma detaljno je istražena, ali njegovo potencijalno djelovanje na respiratorni sistem u smislu etiopatogeneze respi-

ratornih bolesti i oštećenja ventilacijske funkcije pluća nije praktički do sada posebno proučavano. Doduše, već prije dosta vremena eksperimentalni radovi upozorili su na akutne promjene izazvane inhalacijom manganovih oksida (1). Noviji eksperimentalni radovi (2) to potvrđuju i upućuju na mogućnost da mangan djeluje i posredno povećavajući osjetljivost na respiratorne infekcije. Bilo je i više zapažanja o povećanoj incidenciji pneumonije u ekspoziciji manganu koji su sumirani i interpretirani u već spomenutom radu *Bergströma* (2). U jednom ispitivanju ventilacijske funkcije radnika profesionalno izloženih manganu ustanovljeno je da forsirani ekspiratorni volumeni nisu pokazali značajnih odstupanja od očekivanih vrijednosti, ali su pokazali tendenciju opadanja s duljim trajanjem profesionalne ekspozicije (3).

Na profesionalnu ekspoziciju manganu nadovezuje se problem ekspozicije populacije koja stanuje u susjedstvu tvornica manganskih proizvoda, a o kojem nalazimo još manje podataka. Nedavno su objavljeni rezultati jednog ispitivanja o incidenciji akutnih respiratornih bolesti u području onečišćenom manganom (4) a radilo se o istom području na kojem su provedena ispitivanja koja su predmet ovog rada.

U novije vrijeme eksperimentalni radovi (5) navode na pretpostavku da bi mangan sadržan u industrijskim dimovima i plinovima mogao posrednim putem djelovati štetno na respiratorni sistem između ostalog i svojim katalitičkim djelovanjem na SO_2 kojega također normalno ima u industrijskoj atmosferi. Naime, uspjelo se nakon primjene aerosola mangana zajedno sa SO_2 izazvati povećanje otpora u dišnim putovima zamoraca pri nižim koncentracijama SO_2 i mnogo brže nego nakon udisanja samog SO_2 .

CILJ RADA

Cilj ovog rada bio je da se ispita mogući utjecaj mangana na respiratorni sistem u smislu pojave češćih akutnih respiratornih bolesti i oštećenja ventilacijske funkcije pluća upotrebom jednog modela u koji su bila uključena školska djeca i članovi njihovih obitelji.

UZORAK I METODA RADA

Kao polazna osnova u metodskom pogledu iskorištena je studija koja je upotrijebljena u Chattanooga (SAD) za proučavanje djelovanja dušikovih oksida (6).

Istraživanje je provedeno u dvije šestomjesečne studije: prva u toku 1972/73, ponovljena u toku 1974/75. godine, na području grada Šibenika gdje dominira ekspozicija manganu. Istraživanje je ponovljeno da bi se ispitala korisnost pa i reproducibilnost ispitivanja na školskoj djeci kao modelu. U Šibeniku radi tvornica manganskih legura još od prije drugog svjetskog rata i iz nje se emitira mangan u većim količinama u at-

mosferu. Osim manganskih legura tvornica proizvodi i elektrode. Smještena je na zapadnoj strani grada, a emisije se obično šire na istok tako da pokrivaju veliki dio grada. Budući da su grad i tvornica smješteni jedno uz drugo, dio stanovništva je izravno izložen emisijama iz tvornice koje se povremeno rasipaju prema udaljenim gradskim regijama ovisno o smjeru vjetrova.

Za istraživanje su izabrane četiri osnovne škole smještene na različitim udaljenostima od tvornice manganskih legura, kao i četiri zone s obzirom na različite koncentracije mangana u zraku.

Istraživanje je obuhvatilo:

a) Mjerenja forsiranih ekspiratornih volumena u početku (studeni) i pri kraju (ožujak) obiju studija u školske djece;

b) Praćenje akutnih respiratornih bolesti u školske djece i članova njihovih obitelji tokom razdoblja od šest mjeseci u obje studije.

Paralelno su prikupljeni podaci mjerenja o koncentraciji mangana i sumpornog dioksida u vanjskom zraku.

a) Mjerenja forsiranih ekspiratornih volumena obavljena su tokom studenog 1972. i ožujka 1973. u skupinama od 273 učenika drugih razreda iz tri škole locirane u gradu Šibeniku i u 41 djeteta iz škole locirane u gradu Murteru na istoimenom otoku udaljene zračnom linijom oko 25 km od tvornice manganskih legura koja su u ovom istraživanju služila kao kontrola. Prosječna dob djece bila je oko 8 godina.

Mjerenja su ponovljena u istim mjesecima, tj. u studenom 1974. i ožujku 1975. u drugim skupinama školske djece, ali istih škola i razreda. U ovo drugo mjerenje bilo je uključeno 289-ero djece iz grada Šibenika i 34-ero iz grada Murtera.

Kod svakog djeteta izmjereni su tričetvrtsekundni i jednosekundni forsirani ekspiratorni volumeni ($FEV_{0,75}$ i $FEV_{1,0}$) jedanput tjedno u spomenutim mjesecima, svakodnevno i u toku nastave u učionicama pojedinih razreda. Prosječne vrijednosti $FEV_{1,0}$ izražene su u postocima od očekivanih vrijednosti za odgovarajuću visinu (7). Testiranja ventilacijske funkcije pluća provedena su suhim spirometrom tipa Pulmonor, u stojećem položaju, a u dodatku je izmjerena stojeća visina svakom djetetu jedanput u studenom i jedanput u ožujku. Budući da su rezultati koji se odnose na usporedbu $FEV_{0,75}$ u skupinama školske djece već objavljeni (8), u ovom će radu biti prikazani samo rezultati o $FEV_{1,0}/%$. Forsirani ekspiratorni volumeni prikazani su sumarno, tj. kao aritmetičke sredine od četiri mjerenja izvršenih u studenom i ožujku.

b) Od 1. studenog 1972. do 30. travnja 1973. praćena je učestalost akutnih respiratornih bolesti u skupinama od 288-ero djece učenika triju osnovnih škola u gradu Šibeniku i u 44 djeteta iz grada Murtera i svi su bili učenici drugih razreda. Studija je ponovljena od 1. studenog 1974. do 30. travnja 1975. u drugim skupinama školske djece, tj. u skupinama od 296-ero djece iz grada Šibenika i u 60-ero djece iz grada Murtera među kojom je bilo i 26-ero djece učenika trećeg razreda što ne bi trebalo da

utječe na rezultate praćenja bolesti. U obje studije o praćenju akutnih respiratornih bolesti bili su uključeni i članovi obitelji ispitanе školske djece.

Podaci o bolestima dobiveni su putem intervjua tako da su roditelji na dopisnici koja im je bila upućena u dvotjednim intervalima odgovorali sa DA ili NE na pitanje: je li itko od članova vašeg domaćinstva u posljednja dva tjedna bolovao od neke bolesti respiratornog sistema? Dopisnicu koja je bila pripremljena za povrat trebalo je sa zaokruženim odgovorom poslati poštom. Ako je odgovor bio pozitivan ili ga uopće nije bilo, išlo se u ta domaćinstva i detaljnije su se uzimali podaci o bolesti: je li bila praćena povišenom temperaturom, je li iziskivala ležanje u krevetu odnosno izostanak s posla ili iz škole, te je li konzultiran liječnik radi tretmana. Prilikom prvog kontakta uzeli su se podaci o dobi i spolu za svakog člana obitelji te podaci o faktorima koji su mogli potencijalno utjecati na pojavu bolesti kao: podaci o socio-ekonomskom stanju domaćinstva, zanimanju roditelja, prisutnosti astme ili druge kronične bolesti organa za disanje u pojedinih članova obitelji, broju soha u domaćinstvu, vrsti zagrijavanja zimi, te je li bilo pušača u domaćinstvu i tko su bili.

Koncentracije specifičnih onečišćenja mjerene su tokom cijelog perioda istraživanja 1972—1975. Mangan je određivan pomoću atomske apsorpcijske spektrofotometrije, a sumporni dioksid acidometrijskom metodom. Mjerenja su provedena na lokacijama ispitanih škola. Izvršili su ih suradnici Laboratorija za higijenu okoline Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada.

REZULTATI

Rezultati istraživanja prikazani su po školama koje su pohađala izabrana školska djeca. Budući da su u ponovljenoj (drugoj) studiji 1974/1975. godine rezultati bili vrlo slični onima iz prve studije, neće se posebno prikazivati.

Koncentracije mangana i sumpornog dioksida u vanjskom zraku

U tablici 1. prikazane su prosječne i maksimalne godišnje koncentracije mangana izmjerene tokom 1972. i 1973. godine. Koncentracije su niske i opadaju s udaljenošću od tvornice manganskih legura, što znači da su najniže na otoku Murteru.

U tablici 2. prikazano je isto, ali za sumporni dioksid. Koncentracije su također niske, ali ne opadaju s udaljenošću od tvornice ferolegura, i gotovo su uvijek najniže na otoku Murteru.

Na slici 1. prikazano je područje Šibenika po zonama s obzirom na izmjerene koncentracije mangana u zraku tokom sve četiri godine trajanja istraživanja. Prva zona je područje grada najbliže tvornice fero-

Tablica 1.

Prosječne i maksimalne godišnje koncentracije mangana u ambijentalnom zraku ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Položaj mjernog mjesta u odnosu na udaljenost od tvornice ferolegura	1972. g.		1973. g.	
	C	C max.	C	C max.
750 m	0,272	1,104	0,236	1,031
2 000 m	0,206	0,696	0,186	0,675
2 750 m	0,202	0,604	0,164	0,722
5 500 m	0,082	0,272	0,052	0,161
25 km	0,025*	—	0,029	0,083

* Prosječne koncentracije izmjerene u posljednjih šest mjeseci. Mjerenja su proveli suradnici Laboratorija za higijenu okoline Instituta.

Tablica 2.

Prosječne i maksimalne godišnje koncentracije sumpornog dioksida u ambijentalnom zraku ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Položaj mjernog mjesta u odnosu na udaljenost od tvornice ferolegura	1972. g.		1973. g.	
	C	C max.	C	C max.
750 m	18	73	16	72
2 000 m	19	63	27	65
2 750 m	25	119	23	75
5 500 m	13	47	17	64
25 km	10*	—	7	41

* Prosječne koncentracije izmjerene u posljednjih šest mjeseci. Mjerenja su proveli suradnici Laboratorija za higijenu okoline Instituta.

legura sa srednjim godišnjim koncentracijama mangana u rasponu od 0,236 do 0,390 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Druga je zona centralni dio grada s koncentracijama od 0,164 do 0,243 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a treća zona je područje grada udaljeno od tvornice 3,5—6 km s koncentracijama mangana od 0,042 do 0,099 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. S obzirom na tehniku uzimanja uzoraka navedene vrijednosti odnose se uglavnom na respirabilnu frakciju aerosola mangana. To znači da bi vrijednosti trebalo povećati 3—5 puta da se dobije ukupna koncentracija mangana u zraku (4).



Sl. 1. Gradsko područje po zonama s obzirom na izmjerene koncentracije mangana u zraku

Struktura uspoređenih obitelji s podacima o socio-ekonomskim karakteristikama

U tablici 3. prikazana je struktura obitelji prema školama koje su djeca pohađala.

Tablica 4. prikazuje broj obitelji s djecom do 10 godina starosti u uspoređenim obiteljima (ne računajući učenike 2. razreda). Vidi se da je nešto veći postotak takvih obitelji u djece iz škola koje su locirane u srednjem dijelu grada, dok se obitelji djece iz škole najbliže tvornici i s otoka Murtera u tom pregledu ne razlikuju.

Tablica 3.
Struktura obitelji u ispitivanju 1972/73.

Osnovne škole	Školska djeca	Očevi	Majke	Braća i sestre	Djedovi i bake
Škola A	94	91	94	103	22
Škola B	79	76	79	85	11
Škola C	115	114	114	120	21
Škola D	44	29	41	58	35
Ukupno	332	310	328	366	89

Udaljenost od tvornice ferolegura:

Škola A	—	750 m
Škola B	—	2 000 m
Škola C	—	2 750 m
Škola D	—	25 km

Tablica 4.
Broj obitelji s djecom u dobi do 10 godina u ispitivanju 1972/73.

Osnovne škole	Obitelji s djecom do 10 godina života*
Škola A	41 (43,6)
Škola B	39 (49,4)
Škola C	59 (51,3)
Škola D	19 (43,2)

* Ova djeca ne uključuju ispitanu školsku djecu. — Brojevi u zagradama su postoci od broja obitelji.

U tablici 5. prikazane su socio-ekonomske karakteristike obitelji uspoređene školske djece. Najviše članova imaju obitelji s otoka Murtera, dok se obitelji iz uspoređenih dijelova Šibenika ne razlikuju. To vrijedi i u odnosu na veličinu stana. Najviše je radničkih obitelji djece koja pohađaju školu najbližu tvornici feromangana. Grijanje stana je povoljnije rješavano u obitelji djece iz škola u središnjem dijelu grada Šibenika nego u one iz škole najbliže tvornici, a najslabije u djece iz obitelji s otoka Murtera.

Tablica 6. prikazuje broj članova obitelji po jednoj sobi. Vidi se da je stupanj gustoće stanovanja nešto veći u obitelji djece koja pohađaju dvije škole u središnjem dijelu Šibenika, dok se u tom pogledu obitelji djece iz škole najbliže tvornici feromangana i obitelji s Murtera ne raz-

Tablica 5.
Socio-ekonomsko stanje obitelji djece u ispitivanju 1972/73.

		Škola A	Škola B	Škola C	Škola D
Obitelji sa	< 3 člana	14 (14,9)	10 (12,7)	20 (17,4)	6 (13,6)
	4 člana	57 (60,0)	50 (63,3)	62 (53,9)	12 (27,3)
	> 5 članova	23 (24,5)	19 (24,0)	33 (28,7)	26 (59,1)
Stambene prilike	jednosobni stan	11 (11,7)	10 (12,7)	13 (11,3)	3 (6,8)
	dvosobni stan	30 (31,9)	31 (39,2)	54 (47,0)	13 (29,5)
	trosobni i veći stan	53 (56,4)	38 (48,1)	48 (41,7)	28 (63,6)
Zanimanje oca	radnik	67 (71,3)	43 (54,4)	61 (53,0)	24 (54,5)
	službenik	18 (19,1)	24 (30,4)	28 (24,3)	2 (4,5)
	ostali	6 (6,4)	9 (11,4)	25 (21,7)	3 (6,8)
Grijanje stana	grije: samo kuhinju	77 (81,9)	54 (68,4)	67 (58,3)	39 (88,6)
	i ostale prostorije	17 (18,1)	25 (31,6)	48 (41,7)	5 (11,4)

Brojevi u zagradama su postoci od broja obitelji.

Tablica 6.
Broj članova obitelji po jednoj sobi (stupanj gustoće stanovanja) u ispitivanju 1972/73.

Osnovne škole	Stupanj gustoće stanovanja
Škola A	1,65
Škola B	1,72
Škola C	1,78
Škola D	1,67

likuju. I u odnosu na naviku pušenja roditelja izdvajaju se obitelji djece iz središnjeg dijela Šibenika. Roditelji u najmanjem postotku puše u obiteljima djece iz škole najbliže tvornici a iza toga u obiteljima iz Murtera. Podaci o tome prikazani su u tablici 7.

a) Forsirani ekspiratorni volumeni u djece

U tablicama 8. i 9. prikazane su prosječne vrijednosti FEV_{1,0%} u uspoređenim skupinama školske djece. Kod dječaka najniže vrijednosti u studenom 1972. god. imaju oni koji pohađaju školu najbližu tvornici ferolegura a najviše vrijednosti oni iz 25 km udaljenog Murtera. Prosječne vrijednosti su inače nešto veće što se škola koju pohađaju više

Tablica 7.

Navika pušenja roditelja djece u ispitivanju 1972/73.

Navika pušenja roditelja	škola A	škola B	škola C	škola D
Oba roditelja puše	3 (3,2)	5 (6,3)	10 (8,7)	4 (9,1)
Otac ili majka puši	38 (40,4)	45 (57,0)	69 (60,0)	20 (45,4)
Ukupno	41 (43,6)	50 (63,3)	79 (68,7)	24 (54,5)

Brojevi u zagradama su postoci od broja obitelji.

Tablica 8.

FEV_{1,0}% u dječaka

Osnovne škole	Udaljenost od tvornice ferolegura	N	XI. 1973.		III. 1973.	
			\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
a) škola A	750 m	35	91,5	9,4	94,2	9,1
b) škola B	2.000 m	42	94,9	8,5	95,7	10,3
c) škola C	2.750 m	50	96,8	8,0	93,5	7,4
d) škola D	25 km	23	97,7	10,3	95,4	10,5

Napomena: Vrijednosti FEV_{1,0} izražene su kao postoci od predviđenih (Bjure, 1963).

Studen 1972. a—c P < 0,01
a—d P < 0,05

Ostale razlike nisu statistički značajne.

udaljuje od tvornice. U ožujku 1973. god., međutim, takva tendencija nije izražena. Zanimljivo je da su u dječaka iz škola koje su najviše udaljene od tvornice prosječne vrijednosti u ožujku 1973. god. nešto niže nego u studenom 1972. god., dok to nije slučaj s dječacima iz škola bližih tvornici.

Kod djevojčica najniže prosječne vrijednosti FEV_{1,0}% imaju one iz škole s otoka Murtera, ali razlike u pravilu nisu statistički značajne. Vrijednosti u ožujku 1973. god. nešto su veće nego u studenom 1972. god. s jednim izuzetkom (djevojčice iz škole udaljene 2 750 m od tvornice).

b) Incidencija akutnih respiratornih bolesti

Tablice 10. i 11. prikazuju broj oboljelih osoba i incidenciju bolesti u obiteljima koje su uspoređivane, i to prema segmentima obitelji. Kad

Tablica 11.
Distribucija oboljelih osoba po učestalosti u ispitivanju 1972/73.

Učestalost oboljelih	Školska djeca	Očevi	Majke	Braća i sestre	Djedovi i bake
Škola A					
jedanput	30 (61,2)	25 (96,2)	28 (80,0)	36 (72,0)	5 (62,5)
dvaput	17 (34,7)	2 (7,7)	4 (11,4)	9 (18,0)	2 (25,0)
triput	5 (10,2)	0	0 —	4 (8,0)	1 (12,5)
četiri i više puta	0 —	0 —	1 (2,9)	0 —	0 —
Škola B					
jedanput	28 (66,7)	17 (89,5)	25 (71,4)	21 (67,7)	3 (75,0)
dvaput	16 (38,1)	3 (15,8)	11 (32,4)	6 (19,4)	1 (25,0)
triput	5 (11,9)	0 —	1 (2,9)	2 (6,5)	1 (25,0)
četiri i više puta	0 —	0 —	0 —	1 (3,2)	0 —
Škola C					
jedanput	50 (72,5)	43 (84,3)	46 (74,2)	46 (69,7)	7 (100,0)
dvaput	22 (31,9)	8 (15,7)	16 (25,8)	19 (28,8)	0 —
triput	6 (8,7)	1 (2,0)	1 (1,6)	2 (3,0)	0 —
četiri i više puta	1 (1,4)	0 —	0 —	0 —	0 —
Škola D					
jedanput	13 (56,5)	5 (100,0)	11 (84,6)	25 (86,2)	6 (75,0)
dvaput	9 (39,1)	0 —	2 (15,4)	5 (17,2)	2 (25,0)
triput	1 (4,3)	0 —	0 —	1 (3,4)	0 —
četiri i više puta	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —

Brojevi u zagradama su postoci od broja oboljelih u svakom segmentu obitelji

naglasiti da je pneumonija osim u jednom slučaju registrirana samo u obiteljima iz Šibenika, ali je zato kategorija »druge akutne respiratorne bolesti s povišenom temperaturom i ležanjem u krevetu uz konzultaciju liječnika« bila nešto više zastupljena u obiteljima iz Murtera nego u onih iz Šibenika. To se pretežno odnosilo na bolesti donjeg dijela respiratornog trakta.

DISKUSIJA

Rezultati ove studije tokom 1972/73. po školama pokazuju da postoji tendencija nekog, doduše neznatnog porasta forsiranih ekspiratornih volumena što se više udaljujemo od tvornice manganskih legura. To se odnosi dijelom na $FEV_{1,00}/0$, ali i na $FEV_{0,75}$ (8).

Tablica 12.
Incidencija akutnih respiratornih bolesti po kategorijama u ispitivanju 1972/73.

	Osnovne škole	Akutna resp. bolest	Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom		Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom i ležanjem u krevetu		Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom i ležanjem u krevetu		Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom i ležanjem u krevetu uz konzultaciju liječnika		Ukupno
			Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom	Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom i ležanjem u krevetu	Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom i ležanjem u krevetu	Akutna resp. bolest s poviš. temperaturom i ležanjem u krevetu	Pneumo-nije	Ostale bolesti			
Školska djeca	Škola A	40 (42,6)	7 (7,4)	2 (2,1)	3 (3,2)	27 (28,7)	79 (84,0)				
	Škola B	25 (31,6)	3 (3,8)	12 (15,2)	0 —	35 (44,3)	75 (94,9)				
	Škola C	59 (51,3)	7 (6,1)	20 (17,4)	2 (1,7)	28 (24,3)	116 (100,0)				
	Škola D	5 (11,4)	0 —	4 (9,1)	0 —	25 (56,8)	34 (77,3)				
Očevi	Škola A	14 (15,4)	4 (4,4)	1 (1,1)	0 —	10 (11,0)	29 (31,9)				
	Škola B	8 (10,5)	2 (2,6)	5 (6,6)	0 —	8 (10,5)	23 (30,3)				
	Škola C	36 (31,6)	4 (3,5)	9 (7,9)	1 (0,9)	12 (10,5)	62 (54,2)				
	Škola D	0 —	0 —	2 (6,9)	0 —	3 (10,3)	5 (17,2)				
Majke	Škola A	27 (28,7)	6 (6,4)	1 (1,1)	0 —	6 (6,4)	40 (42,6)				
	Škola B	21 (26,6)	6 (7,6)	6 (7,6)	0 —	14 (17,7)	47 (59,5)				
	Škola C	51 (44,7)	12 (10,5)	9 (7,9)	0 —	9 (7,9)	81 (71,1)				
	Škola D	3 (7,3)	1 (2,4)	1 (2,4)	1 (2,4)	9 (22,0)	15 (36,6)				
Brać i sestre	Škola A	24 (23,3)	7 (6,8)	6 (5,8)	2 (1,9)	27 (26,2)	66 (50,6)				
	Škola B	16 (18,8)	3 (3,5)	5 (5,9)	0 —	19 (22,4)	43 (50,6)				
	Škola C	34 (28,3)	12 (10,0)	15 (12,5)	2 (1,7)	27 (22,5)	90 (75,0)				
	Škola D	2 (3,4)	1 (1,7)	3 (5,2)	0 —	32 (55,2)	38 (65,5)				
Djedovi i bake	Škola A	7 (31,8)	3 (13,6)	0 —	1 (4,5)	1 (4,5)	12 (54,5)				
	Škola B	4 (36,3)	0 —	0 —	1 (4,5)	1 (4,5)	8 (72,7)				
	Škola C	5 (23,8)	1 (4,8)	1 (4,8)	0 —	0 —	7 (33,3)				
	Škola D	1 (2,9)	0 —	2 (5,7)	0 —	7 (20,0)	10 (28,6)				

Brojevi u zagradama su postoci od broja osoba u pojedinim segmentima obitelji.

Tablica 13.

Struktura »ostalih bolesti« u kategoriji »akutna respiratorna bolest s povišenom temperaturom i ležanjem u krevetu uz konzultaciju liječnika« u ispitivanju 1972/73.

	Školska djeca	Očevi	Majke	Braća i sestre	Djedovi i bake
Škola A					
Bolesti gornjeg resp. trakta	18 (19,1)	7 (7,7)	5 (5,3)	21 (20,4)	0 —
Bolesti donjeg resp. trakta	9 (9,6)	3 (3,3)	1 (1,1)	6 (5,8)	1 (4,5)
Influenca	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —
Škola B					
Bolesti gornjeg resp. trakta	19 (24,0)	3 (3,9)	8 (10,1)	12 (11,6)	2 (20,1)
Bolesti donjeg resp. trakta	13 (16,5)	0 —	1 (1,3)	4 (3,9)	2 (20,1)
Influenca	3 (3,8)	5 (6,6)	5 (6,3)	3 (3,5)	0 —
Škola C					
Bolesti gornjeg resp. trakta	19 (16,5)	10 (8,8)	7 (6,1)	19 (15,8)	0 —
Bolesti donjeg resp. trakta	9 (17,8)	2 (1,8)	2 (1,8)	8 (6,7)	0 —
Influenca	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —
Škola D					
Bolesti gornjeg resp. trakta	11 (25,0)	1 (3,5)	4 (9,8)	12 (20,7)	0 —
Bolesti donjeg resp. trakta	14 (31,8)	2 (6,9)	5 (12,2)	20 (34,5)	7 (20,0)
Influenca	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —

Brojevi u zagradama su postoci od broja osoba u pojedinim segmentima obitelji.

Incidencija akutnih respiratornih bolesti u školske djece i članova njihovih obitelji bila je viša u gradu onečišćenom emisijama iz tvornice manganskih legura nego na otoku koji je služio kao kontrola.

U gradskom području onečišćenom manganom nisu nađene konzistentne razlike u incidenciji akutnih respiratornih bolesti u školske djece i članova njihovih obitelji s obzirom na poziciju škole u odnosu na izvor onečišćenja odnosno zonu stanovanja.

Proučavanje utjecaja mangana u uvjetima ambijentalne ekspozicije na ventilacijsku funkciju pluća i incidenciju akutnih respiratornih bolesti na ovakvom modelu nije do sada opisano, kako se može zaključiti iz dostupnih izvora, te zbog toga nije moguće usporediti rezultate ovog rada s podacima iz literature. *Nogawa* sa sur. (9) je, doduše, na studentskoj populaciji našao da su studenti jedne visoke škole smještene u području onečišćenom manganom imali niže vrijednosti forsiranih ekspiratornih volumena od studenata kontrolne škole, kao i da je prevalencija pneumonija bila viša u studenata koji su stanovali u blizini tvornice feromangana. *Elstad* (10) je, upotrijebivši podatke iz službenih registara, našao da je u stanovnika grada Saude (Norveška), u kojem je radila tvornica manganskih legura, u razdoblju od 1924. do 1937. incidencija pneumonija bila četiri puta viša nego u cijeloj zemlji. On je zaključio da su ove pneumonije, od kojih je i smrtnost bila visoka, bile uzrokovane manganskom prašinom u dimu emitiranom iz tvornice ferolegura.

Na području našega istraživanja (Šibenik) koncentracija mangana bila je značajno niža nego u Saudi. U prve dvije zone radilo se o koncentracijama reda veličine oko $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dok su u Saudi koncentracije procijenjene na $45\text{—}64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka.

Mogućnost da se pri takvim koncentracijama javi veća incidencija akutnih respiratornih bolesti (i pneumonije) vrlo je zanimljiv nalaz, naravno uz primjedbu da su ostali faktori koji su potencijalno relevantni bili dovoljno pod kontrolom, odnosno da se uspoređene skupine nisu u tome bitnije razlikovale. Što se tiče naših rezultata treba ipak uzeti u obzir i moguću ulogu nekih socijalno-ekonomskih faktora kao što su stupanj gustoće stanovanja, tj. broj članova obitelji po jednoj sobi, stanovite razlike u pogledu grijanja stana zimi i u odnosu na naviku pušenja roditelja, koji su također mogli donekle utjecati na dobivene rezultate.

ZAKLJUČAK

Izmjereni forsirani ekspiratorni volumeni u školske djece u četiri navrata kroz mjesec dana na početku i pri kraju šestomjesečne studije tokom 1972/73. god. (kao i ponovljene studije u 1974/75. god.) nisu pokazali značajnije razlike s obzirom na stupanj ambijentalne ekspozicije manganu. Zabilježen je samo stanoviti porast volumena što se više udaljujemo od tvornice manganskih legura.

Nađena je veća učestalost akutne respiratorne bolesti na području ekspaniranom manganu nego na kontrolnom području. Razlike nisu međutim naročito uočljive niti su uočene jednoznačne razlike unutar samog područja ekspozicije manganu.

Ako prihvatimo da su opažene značajke u incidenciji akutnih respiratornih bolesti između onečišćenog i kontrolnog područja djelomično uzrokovane manganom, mogući mehanizam djelovanja mangana bio bi da on ili poremećuje neke zaštitne funkcije u respiratornom traktu čineći organizam osjetljivijim prema respiratornoj infekciji, ili djeluje posredno — katalitički na konverziju sumpornog dioksida u sumpornu kiselinu.

Literatura

1. Lloyd Davies, T. A.: Br. J. Ind. Med., 3 (1946) 111.
2. Bergström, R.: Scand. J. Work Environ. Health, suppl. 1, 3 (1977) 41.
3. Maček, V.: Forsirani ekspiratorni volumeni u radnika profesionalno ekspaniranih manganu, Magistarski rad, Zagreb 1974.
4. Sarić, M., Holetić, A., Ofner, E.: Acute respiratory diseases in manganese contaminated area, International conference on heavy metals in the environment, Toronto, Oct. 27—31, Proceedings, Institute for environment studies, University of Toronto, 1975, p. 389.
5. Amdur, H. D., Underhill, D.: Arch. Environ. Health, 16 (1968) 460.
6. Shy, M. C., Greason, P. J., Pearlman, L. M., McClain, E. K., Benson, B. F.: J. Air Pollut. Control Assoc., 20 (1970) 539 i 582.
7. Bjure, J.: Acta Paediatr. Scand., 52 (1963) 232.
8. Sarić, M., Lučić-Palaić, S., Pauković, R., Holetić, A.: Arh. hig. rada toksikol., 25 (1974) 15.
9. Nogawa, K., Kobayashi, E., Sakamoto, M., Fukushima, N., Ishizaki, A., Makino, N., Kagamimori, S., Hiramaru, Y., Kawano, S., Kato, T., Kanekawa, K.: Jpn. J. Publ. Health, 20 (1973) 315.
10. Elstadt, D.: Beobachtungen über Manganpneumonien. In: Bericht über den VIII Internationalen Kongress für Unfallmedizin und Berufskrankheiten, Leipzig, Thieme, 2 (1939) 1014.

Summary

A SCHOOL CHILDREN STUDY ON THE RESPIRATORY EFFECTS OF AIR-BORNE MANGANESE

In a manganese contaminated town area with a ferroalloy plant and in a clean control area a study of respiratory impairment in 288 school children (2nd formers) and members of their families was performed from 1st November 1972 until 30th April 1973.

The study included the measurements of forced expiratory volumes (FEV_{0.75} and FEV_{1.0}) in children at the beginning (November) and before the end (March) of the study as well as a follow-up of acute respiratory diseases during the entire period of six months in all members of the families. The

study was repeated during a corresponding period in 1974/75 but in another group of school children of the same age and in their families. As both studies showed similar results, only those of the first study are presented in this paper.

The obtained data show that the incidence of acute respiratory diseases was somewhat higher in the town with the ferroalloy plant than in the control area. In the town with the plant no consistent differences were found between the zones in which the schools attended by the children included in the study were located. A tendency towards a slight decrease of forced expiratory volumes in children as one moves further from the plant was also observed. In interpreting the results the authors stress a possible role of a number of interfering factors that could not be completely controlled.

*Institute for Medical Research
and Occupational Health, Zagreb*

*Received for publication
March 19, 1980.*