

DJELOVANJE MANGANA NA RESPIRATORNI SISTEM

M. ŠARIĆ, SLAVICA LUČIĆ-PALAIĆ,
RANKA PAUKOVIĆ i ANKICA HOLETIĆ

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada JAZU, Zagreb

(Primljeno 4. II 1974)

U ocjenjivanju biološkog djelovanja mangana i nivoa ekspozicije potencijalno štetne za zdravlje, aktualno je i pitanje respiratornih oštećenja. Prikazani su preliminarni rezultati epidemioloških ispitivanja u skupinama radnika i školske djece na različitoj razini izloženosti manganu, što je istodobno praćeno. Prevalencija respiratornih simptoma bila je malo veća u radnika profesionalno eksponiranih manganu nego u dvije druge skupine radnika od kojih je jedna izložena većoj a druga manjoj koncentraciji mangana u vanjskoj atmosferi. Posebno provedena ispitivanja u školske djece (dječaci i djevojčice) standardizirane dobi pokazalo je stanovitu povezanost između vrijednosti $FEV_{0.75}$ i koncentracije mangana u zraku mjerene u blizini uspoređene škole, ali su razlike samo u jednom slučaju bile značajne. Mjerenja su obavljena na početku i na kraju šestomjesečnog razdoblja (studeni 1972 — travanj 1973) u kojem je u iste djece i članova njihovih obitelji praćena incidencija respiratornih bolesti. Prikazani rezultati dio su istraživanja koje je još u toku.

Pri proučavanju ekspozicije manganu — pored manganizma, tj. oštećenja CNS-a odnosno ekstrapiramidalnog motornog sistema — pažnja je bila dijelom usmjerena na učestalost pneumonija. Pojedina eksperimentalna i epidemiološka zapažanja potkrepljuju mišljenje da mangan može izazvati češću pojavu pneumonije (1—5).

Eventualna kronična oštećenja respiratornog sistema zbog ekspozicije manganu nisu nikad posebno proučavana. Pitanje takvih oštećenja, međutim, opravdano se nameće, i to iz dva razloga: 1. Postoji mogućnost da mangan izravno remeti određene biološke funkcije važne u zaštiti respiratornog sistema, i 2. mangan djeluje kao katalizator pri oksidaciji SO_2 .

* Rad je prikazan u obliku saopćenja na VI kongresu preventivne medicine Jugoslavije, 15—19. listopada 1973, Budva.

Istraživanja su dio projekta 02-513-6 sklopljenog s Agencijom za zaštitu okoline (EPA) SAD.

u sumpornu kiselinu (6) pa na taj način može vršiti posrednu ulogu u oštećenju respiratornog trakta. S tim u vezi pri ocjenjivanju biološkog djelovanja mangana i stupnja izloženosti potencijalno štetne za zdravlje treba obratiti pažnju i na mogućnost respiratornih oštećenja.

U ovom radu prikazani su preliminarni rezultati istraživanja o djelovanju mangana na respiratorni sistem korištenjem pojedinih epidemioloških metoda i tehnika.

UZORAK I METODA

Za ispitivanje prevalencije respiratornih simptoma u ekspoziciji manganu izabrane su tri skupine radnika: a) radnici iz proizvodnje manganskih legura koji su profesionalno izloženi manganu (369 radnika), b) radnici iz proizvodnje elektroda (190 radnika), koji nisu profesionalno izloženi manganu, ali je pogon u krugu tvornice feromangana, c) radnici iz tvornice lakih metala — pogon valjaonica (204 radnika). Tvornica u kojoj rade ovi radnici udaljena je oko 5 km od tvornice feromangana.

Za ovo ispitivanje korištena je standardna epidemiološka metoda koja se sastoji od upitnika za registraciju respiratornih simptoma (7), određivanja forsiranih ekspiratornih volumena, registracije volumena i konzi-stencije ranog jutarnjeg ispljvka i kliničkog pregleda pluća i srca.

U Šibeniku — gradu u kojem se nalazi tvornica manganskih legura — izabrane su i tri skupine djece drugog razreda osnovne škole, i to iz škola u različitoj udaljenosti od tvornice. Pored toga izabrana je četvrta skupina djece jednake dobi s otoka Murtera, koji je udaljen oko 35 km od Šibenika.

U te djece (ukupno 150 dječaka i 164 djevojčice) i članova njihovih obitelji praćena je incidencija respiratornih bolesti kroz razdoblje od 6 mjeseci (studeni 1972 — travanj 1973), a na početku i pri kraju tog šestomjesečnog razdoblja izmjeren je u iste djece u četiri navrata (jednom tjedno) $FEV_{0,75}$.

Usporedno je praćena koncentracija mangana i sumpornog dioksida u atmosferi na tri mjerna mjesta u Šibeniku, uključivši krug tvornice manganskih legura i elektroda. Osim toga izmjerena je osobna ekspozicija radnika manganu na tipičnim mjestima u tvornici manganskih legura i elektroda.

REZULTATI

Tablica 1. prikazuje dob, visinu i naviku pušenja pregledanih radnika.

Kategorije pušača utvrđene su prema trajanju pušenja (u godinama) i prosječnom broju popušanih cigareta na dan (8). Ako ova dva parametra daju umnožak manji od 200, radi se o lakim pušačima, ako je umnožak 200—600, radi se o umjerenim pušačima a ako je umnožak veći od 600, radi se o teškim pušačima.

Tablica 1.
Opće karakteristike pregledanih radnika

	N	Dob		Visina		Navika pušenja					
						Nepušači		Bivši pušači		Pušači	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	N	%	N	%	N	%
Proizvodnja manganskih legura	369	37,8	8,8	173,3	6,6	169	45,9	57	15,4	143	38,7
Proizvodnja elektroda	190	35,8	9,4	172,8	7,1	102	53,7	19	10,0	69	36,3
Tvornica lakih metala	204	36,8	8,7	173,6	6,3	81	39,7	29	14,2	94	46,1

U nepušače svrstani su oni koji nisu nikada pušili ili su pušili, ali ne više od jedne cigarete na dan. Bivši pušači su oni koji su pušili više od jedne cigarete na dan, ali su prestali pušiti najmanje mjesec dana prije pregleda.

Tablica 2. prikazuje prevalenciju respiratornih simptoma u pregledanih radnika.

Tablica 3. prikazuje u istim skupinama radnika vrijednosti forsiranih ekspiratornih volumena. Te su vrijednosti izračunate kao postotak očekivanih vrijednosti. U tablici 4. prikazane su vrijednosti forsiranih ekspiratornih volumena radnika iz proizvodnje manganskih legura prema dužini ekspozicije.

Tablica 2.
Prevalencija respiratornih simptoma u pregledanih radnika

	I. Proizvodnja manganskih legura N=369	II. Proizvodnja elektroda N=190	III. Tvornica lakih metala N=204	Značajnost razlika
Kronični bronhitis*	64 (17,3)	27 (14,7)	25 (12,3)	II—III P<0,10
Dispneja stupanj 3 ili više	14 (3,8)	6 (3,2)	9 (4,4)	
Grudne bolesti u zadnje 3 godine	151 (40,9)	71 (37,4)	103 (50,5)	I—III P<0,05 II—III P<0,01
Pneumonije u zadnje 3 godine				
— jednom	36 (9,8)	15 (7,9)	23 (11,3)	
— dvaput	8 (2,2)	1 (0,5)	6 (2,9)	
— tri puta ili više	12 (3,3)	3 (1,6)	3 (1,5)	

* Iskašljavanje zimi ujutro i u toku dana i/ili noću kroz najmanje 3 mjeseca u posljednje 2 godine ili duže.

Brojevi u zagradama znače procenete.

Tablica 3.
Forsirani ekspiratorni volumeni pregledanih radnika

	Proizvodnja manganskih legura		Proizvodnja elektroda		Tvornica lakih metala	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
FVC ₀ %*	98,1	11,7	97,0	10,9	97,0	12,3
FEV _{1,0} %*	101,5	14,1	99,0	13,3	100,8	15,2
FEV _{0,1} /FVC (%)	80,0	7,6	79,7	7,7	80,3	8,6

* Vrijednosti su prikazane kao procenat od očekivanih (Morris J. E., Koski W. A., Johnson L. C.: Amer. Rev. Resp. Dis., 103 (1971) 57).

U tablici 5. i 6. prikazani su podaci o dječacima i djevojčicama iz drugog razreda osnovne škole iz tri škole u Šibeniku i osnovne škole u Murteru, a u tablici 7. i 8. izmjerene vrijednosti njihovog FEV_{0,75}.

Koncentracija mangana u radnoj atmosferi u tvornici manganskih legura (uzorci sakupljeni individualnim sakupljačima uzoraka u visini nosa radnika) varirala je u granicama prikazanim u tablici 9.

Koncentracija mangana u pogonu elektroda (stacionarni uzorci) varirala je od 0,002 mg/m³ (presvlačenje elektroda grafitom) pa do 0,302 mg/m³ (priprema mase).

Koncentracije mangana i sumpornog dioksida u atmosferi na tri mjesta u Šibeniku, zatim na području tvornice elektroda i manganskih legura, tvornice lakih metala i u Murteru prikazane su u tablicama 10. i 11. Na slikama 1. i 2. prikazane su srednje mjesečne koncentracije mangana i sumpornog dioksida na istim mjernim mjestima.

DISKUSIJA

Provedeno ispitivanje u tri skupine radnika na različitoj razini izloženosti manganu pokazalo je ovo:

Učestalost kroničnog bronhitisa (definicija na temelju subjektivnih simptoma) u radnika profesionalno izloženih manganu nije bila statistički značajno veća nego u radnika iz proizvodnje elektroda koji doduše nisu profesionalno izloženi manganu, ali su eksponirani relativno većoj koncentraciji mangana u vanjskoj atmosferi (zajednički krug tvornice elektroda i manganskih legura) i industrijskim prašinama. Međutim, prevalencija kroničnog bronhitisa u proizvodnji manganskih legura bila je malo veća nego u tvornici lakih metala, gdje je koncentracija mangana u atmosferi otprilike na razini koncentracije u urbaniziranom gradskom naselju u kojem ima i industrije.

Tablica 4.
 Forsirani ekspiratorni volumeni radnika iz proizvodnje manganskih legura
 prema dužini ekspozicije

	Dužina ekspozicije		Nepušači		Bivši pušači		Sadašnji pušači		
	N	\bar{X}	SD	N	\bar{X}	SD	N	\bar{X}	SD
FVC ^{9/6} *									
	<10 god.	99,0	11,4	24	102,6	10,2	74	100,0	11,6
	10 god. i više	96,4	13,1	33	95,6	12,9	68	97,1	11,2
FEV _{1,0} ^{9/6} *									
	<10 god.	105,0	13,2	24	107,9	11,8	74	101,8	13,2
	10 god. i više	99,7	14,6	33	99,0	16,8	68	98,5	15,3
FEV _{1,0} /FVC (%)									
	<10 god.	83,6	6,6	24	81,4	6,5	74	80,0	8,2
	10 god. i više	79,6	5,9	33	79,0	7,4	68	77,3	7,7
FEV _{1,0} — nepušači									
									P < 0,05

* Vrijednosti su prikazane kao procenat od očekivanih prema istim normama kao u tablici 3.

Tablica 5.
Dob i visina u dječaka

	N	Dob (god.)		Visina (cm) studenj 1972.		Visina (cm) ožujak 1973.	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Osnovna škola »Murter«	23	8,3	1,0	132,9	6,4	135,7	6,1
Osnovna škola »Lepa Šarić« Šibenik	50	7,9	0,4	132,4	6,7	135,9	6,4
Osnovna škola »Rade Končar« Šibenik	42	7,9	0,5	132,5	6,4	134,6	6,4
Osnovna škola »Mate Bujas« Šibenik	35	7,8	0,5	131,9	5,7	133,9	6,5

Tablica 6.
Dob i visina u djevojčica

	N	Dob (god.)		Visina (cm) studenj 1972.		Visina (cm) ožujak 1973.	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Osnovna škola »Murter«	18	8,2	1,0	135,1	4,9	136,4	7,8
Osnovna škola »Lepa Šarić« Šibenik	57	7,9	0,8	130,7	6,2	134,2	5,1
Osnovna škola »Rade Končar« Šibenik	34	7,9	0,9	129,8	5,1	131,8	6,8
Osnovna škola »Mate Bujas« Šibenik	55	8,0	0,5	130,9	6,2	133,2	6,2

Tablica 7.
FEV_{0.75} u dječaka u ccm (prosjek izmjerenih vrijednosti u 4 mjerenja kroz mjesec dana)

	N	Studenj 1972.		Ožujak 1973.	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Osnovna škola »Murter«	23	1636*	268	1651	280
Osnovna škola »Lepa Šarić« Šibenik	50	1545	226	1623	260
Osnovna škola »Rade Končar« Šibenik	42	1577	213	1618	243
Osnovna škola »Mate Bujas« Šibenik	35	1503*	213	1563	219

* $P < 0,05$.

Tablica 8.
FEV_{0.75} u djevojčica u ccm (prosjek izmjerenih vrijednosti u 4 mjerenja kroz mjesec dana)

	N	Studenj 1972.		Ožujak 1973.	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Osnovna škola »Murter«	18	1540	245	1571	245
Osnovna škola »Lepa Šarić« Šibenik	57	1441	196	1485	214
Osnovna škola »Rade Končar« Šibenik	34	1480	188	1542	179
Osnovna škola »Mate Bujas« Šibenik	55	1449	268	1523	244

Tablica 9.
*Koncentracija mangana u radnoj atmosferi u tvornici manganskih legura**

Koncentracija mangana u zraku mg/m ³		
Radno mjesto	Srednja vrijednost	Raspon
Predradnik na peći	0,391	0,144— 0,722
Ložać peći	4,933	0,151— 47,767
Vozač dizala u pogonu	16,347	0,336—216,320

* Prikazana su radna mjesta sa koncentracijama od najnižih, preko srednjih pa do najviših.

Tablica 10.
Koncentracije mangana u vanjskoj atmosferi

Koncentracija mangana u zraku u $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Mjerno mjesto	Srednja godišnja vrijednost*	Raspon**
Osnovna škola »Mate Bujas«	0,286	0,010— 0,850
Osnovna škola »Lepa Šarić«	0,176	0,010— 0,722
Osnovna škola »Rade Končar«	0,184	0,010— 0,696
Tvornica lakih metala	0,056	0,010— 0,174
Zdravstvena stanica Murter	0,024	0,003— 0,050***
Tvornica manganskih legura i elektroda: tvornički krug****	3,103	0,125—18,474

* Rezultati za razdoblje 1. VI 1972. — 31. V 1973.

** Tjedne koncentracije mangana.

*** 14-dnevne koncentracije mangana.

**** Rezultati za 10-mjesečno razdoblje 1. III 1973. — 31. XII 1973.

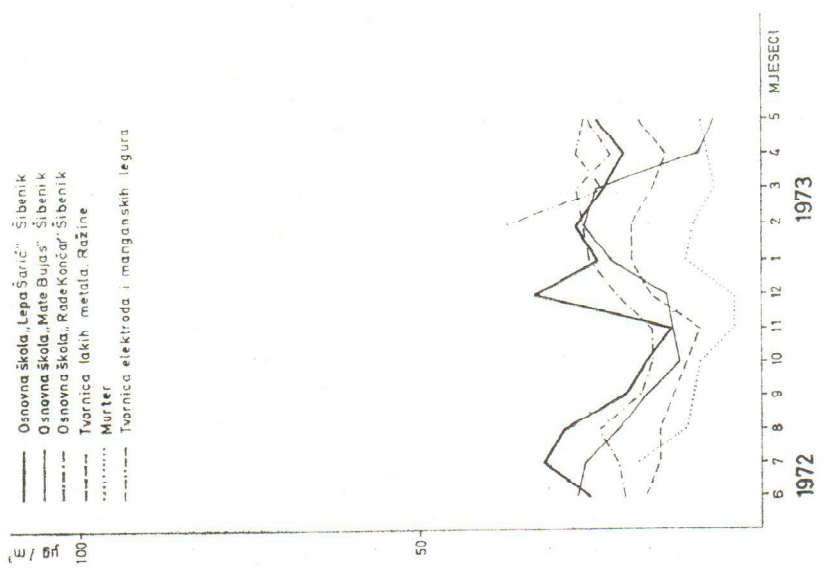
Tablica 11.
Koncentracije sumpornog dioksida u vanjskoj atmosferi

Koncentracije sumpornog dioksida u zraku u $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Mjerno mjesto	Srednja godišnja vrijednost*	Raspon***
Osnovna škola »Mate Bujas«	18	0— 68
Osnovna škola »Lepa Šarić«	23	0—119
Osnovna škola »Rade Končar«	22	3— 54
Tvornica lakih metala	15	0— 47
Zdravstvena stanica Murter	9	0— 60
Tvornica manganskih legura i elektroda: tvornički krug**	24	0— 86

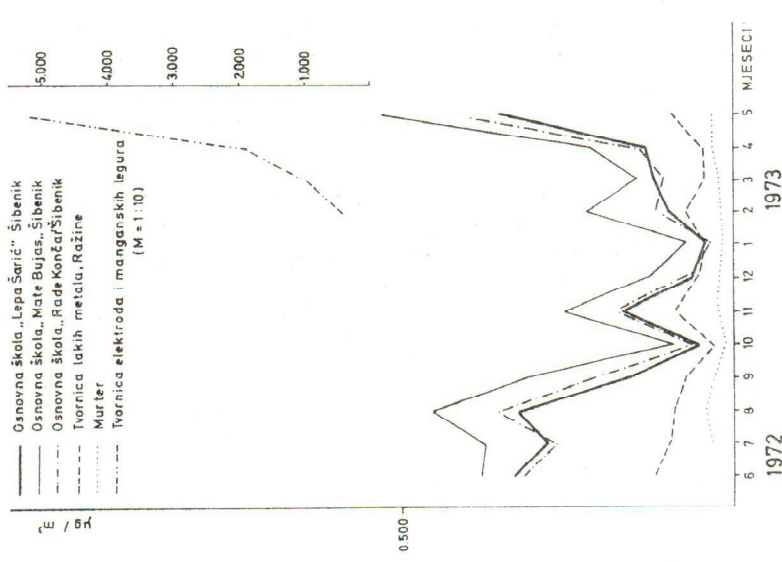
* Rezultati za razdoblje od 1. VI 1972. — 31. V 1973.

** Rezultati za 10-mjesečno razdoblje od 1. III 1973. — 31. XII 1973.

*** 24-satne koncentracije.



Sl. 2. Srednje mjesečne koncentracije SO_2 u atmosferi



Sl. 1. Srednje mjesečne koncentracije mangana u atmosferi

Kao što se vidi iz tablice 1, uspoređene skupine radnika nisu se bitno razlikovale po dobi; postotak pušača i bivših pušača bio je najviši u tvornici lakih metala a najmanji u tvornici elektroda.

Ovi rezultati su donekle u skladu s rezultatima retrospektivne analize koja je prethodno napravljena i koja je pokazala veću učestalost bronhitisa i pneumonije u radnika izloženih manganu nego u dvije druge skupine radnika (8).

Za razliku od prevalencije respiratornih simptoma, u pogledu izmjerenih forsiranih ekspiratornih volumena, sumarno uzevši, nije bilo razlike između tri uspoređene skupine radnika (tablica 3).

Međutim, u skupini radnika zaposlenih u proizvodnji manganskih legura više od 10 godina forsirani ekspiratorni volumeni (prikazani kao postotak očekivanih vrijednosti) pokazuju tendenciju relativnog smanjenja u odnosu na vrijednosti utvrđene u radnika s kraćom ekspozicijom. U nepušača za $FEV_{1,0}$ ta je razlika s obzirom na dužinu ekspozicije statistički značajna.*

Posebno ispitivanje koje je provedeno u školske djece standardizirane dobi nije pokazalo statistički značajne razlike u pogledu vrijednosti $FEV_{0,75}$ u uspoređenim skupinama. Jedini izuzetak su vrijednosti $FEV_{0,75}$ u dječaka škole u Murteru koje su bile statistički značajno više od vrijednosti tog volumena u dječaka jedne od triju izabranih škola u Šibeniku (kod te škole, međutim, izmjerene su najviše srednje godišnje koncentracije mangana u zraku — vidi tablicu 7). Vrijednosti $FEV_{0,75}$ u djece u Murteru bile su doduše malo više u odnosu na izmjerene vrijednosti i u drugim školama u Šibeniku, ali razlika nije bila značajna.

Usporedba vrijednosti $FEV_{0,75}$ izmjerenih u studenome 1972. i u ožujku 1973. pokazuje laganu tendenciju povećanja u ožujku. To je povećanje najmanje u Murteru.

Kad se ove vrijednosti $FEV_{0,75}$ usporede s koncentracijama mangana u zraku, vidi se da su one, izmjerene nakon relativno većih koncentracija u ljetnom razdoblju, bile malo niže od onih koje su izmjerene nakon zimskog razdoblja, kad su koncentracije mangana u zraku bile niže nego u ljetnom razdoblju (slika 1). Koncentracije SO_2 bile su općenito niske i nisu se bitnije mijenjale u ljetnom odnosno zimskom razdoblju (sl. 2). U interpretaciji izmjerenih vrijednosti $FEV_{0,75}$ u studenome 1972. i ožujku 1973. treba, međutim, imati u vidu da su djeca u međuvremenu postala starija za pet mjeseci i nešto porasla (tablica 5. i 6), što je također moglo utjecati na prikazane razlike.

* Odnos između ekspozicije manganu i respiratornih funkcija bit će detaljno obrađen u magistarskom radu koji o tome priprema V. Maček.

ZAKLJUČAK

Rezultati koji su prikazani dio su istraživanja koje je još u toku. Na osnovi dosad prikupljenih podataka prerano je stvarati neke konačne zaključke. Zasad se može reći da su uočene određene tendencije koje upućuju na potencijalnu ulogu mangana u prevalenciji respiratornih oštećenja, i to pod pretpostavkom da su ostali uvjeti u uspoređenim skupinama bili više-manje istovjetni, što pri detaljnoj obradi rezultata treba posebno evaluirati.

Literatura

1. *Baader, E. W.*: Arch. Gewerbepath. Gewerbehyg., 4 (1932) 101.
2. *Elstad, D.*: Report on the Eight International Congress for Industrial Accidents and Occupational Diseases, Leipzig, 2 (1939) 1028.
3. *Buttner, H. E.*: Report on the Eight International Congress for Industrial Accidents and Occupational Disease, Leipzig, 2 (1939) 1022.
4. *Lloid Davies, T. A.*: Brit. J. Industr. Med., 3 (1946) 111.
5. *Lloid Davies, T. A., Harding, H. E.*: Brit. J. Industr. Med., 6 (1949) 82.
6. *Bracewell, J. H., Gall, D.*: Proceedings of the Symposium on the Physico-Chemical Transformation of Sulphur Compounds in the Atmosphere and the Formation of Acid Smogs, OECD, Mainz, 1967, p. 17.
7. Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis. Report to the Medical Research Council. Definition and classification of chronic bronchitis for clinical and epidemiological purposes, Lancet, 1 (1965) 775.
8. *Brinkman, G. L., Coates, E. O.*: Amer. Rev. Resp. Dis, 87 (1963) 684.
9. *Šarić, M.*: Manganese Exposure and Respiratory Impairment. XVII International Congress on Occupational Health, Buenos Aires 1972, Abstracts, D2-16, p. 101.

Summary

RESPIRATORY EFFECTS OF MANGANESE

In evaluating the biological effects of manganese and the level of exposure possibly harmful to health respiratory impairment stands out as an interesting problem. The preliminary results of epidemiological studies parallelly carried out in groups of workers and school children working or living in various exposures to manganese are presented. The prevalence of respiratory symptoms in workers occupationally exposed to manganese was compared with that of two other groups of workers exposed to different manganese concentrations in the outer atmosphere. The occupationally exposed groups showed a higher rate of symptoms particularly if compared with the group of workers exposed to low concentration of manganese. In the evaluation of the results some other relevant factors such as smoking habit were also considered.

A separate study conducted in school children (boys and girls) of standardized age showed, with only one exception, no relationship between FEV_{0.75} values and manganese concentrations in the air measured in the vicinity of the school. The measurements were performed at the beginning and at the end of a six month period (November 1972 - April 1973) in which the incidence of respiratory diseases was followed both in the children and their families.

Studies are still under way.

*Institute for Medical Research
and Occupational Health,
Yugoslav Academy of Sciences and Arts,
Zagreb*

*Received for publication
February 4, 1974*