

PRETHODNA SAOPŠTENJA

**EKSPONIRANOST STANOVNIŠTVA NIKLU IZ VAZDUHA
I BIOMONITORING**

**Dušica STOJANOVIĆ, Dragana NIKIĆ, Radunka MITROVIĆ,
Živka KOSTIĆ i Slobodan STANKOVIĆ**

Institut za zaštitu zdravlja u Nišu

Cilj istraživanja je bio da se utvrdi u kojoj meri je nikl, kao kancerogena materija, prisutan u ambijentalnom vazduhu Niša i Niške Banje, odredi koliki je njegov unos kod profesionalno neizloženog stanovništva preko respiratomog sistema i proceni zdravstveni rizik kod pušača i nepušača. Istraživanje je obavljeno u Institutu za zaštitu zdravlja - Niš u periodu od 1995-2000. godine. Kao materijal je korišćeno 384 uzoraka aerosedimenta, 58 uzoraka duvana i duvanskih preradevina, 227 uzoraka krvi profesionalno neizloženog stanovništva. Prisustvo nikla u aerosedimentu Niša ($28,83 \pm 74,59$ mg/m²/dan) i Niške Banje ($20,77 \pm 41,88$ mg/m²/dan) je evidentno na svim mernim punktovima tokom čitavog ispitivanog perioda, što predstavlja zdravstveni rizik za stanovništvo koje živi na ovom području, obzirom da se radi o kancerogenoj materiji. U sezoni i van sezone loženja ne postoje statistički značajne razlike u pogledu sadržaja nikla u aerosedimentu. Prosečan dnevni unos nikla inhalacijom iznosi 0,01 l(ag/dan i niži je u odnosu na unos ovog metala kod opšte populacije u gradovima razvijenih industrijskih zemalja. Prisustvo nikla u duvanu ($4,01 \pm 1,02$ mg/kg) i cigaretama ($3,28 \pm 0,71$ mg/kg) je visoko, bez obzira na vrstu i poreklo duvana. Sadržaj nikla u krvi ljudi je $0,108 \pm 0,141$ (igNi/l i ne zavisi značajno od pola i uzrasta. Ljudi koji žive u gradu i konzumiraju cigarete (ili su pasivni pušači) unose više nikla u svoj organizam nego ljudi sa sela i nepušači, ali ova razlika nije statistički značajna.

Ključne reči: nikl, ekspozicija, vazduh, cigarete, biomonitoring, krv

Uvod

U prirodnim uslovima nikl je veoma malo prisutan u ambijentalnom vazduhu, (iznad mora njegove koncentracije su ispod 0,1 ngNi/m³, a iznad kontinentalnog dela ispod 1 ngNi/m³ vazduha). Prirodni izvori atmosferskog nikla su vulkanske erupcije, kosmička prašina ili šumski požari. Sam čovek najviše zagađuje vazduh ovim metalom: sagorevanjem nafte i njenih derivata (preko 70%), primarnom preradom nikla (17%), radom incineratora i dr. (WHO, 1995).

Bez obzira u kom obliku je nikel prisutan u vazduhu (u vidu čestica, aerosola ili gasne faze) ovaj metal predstavlja opasnost po ljudsko zdravlje (WHO, 1989). Unesen u organizam preko respiratornog trakta, nikel se apsorbuje, prelazi u krv (vezan za proteinski nosač), a zatim dospeva do svih organa i sistema. Jedan deo nikla (u vidu nerastvornih čestica) može biti zadržan u plućima i regionalnim limfnim čvorovima.

Posebnu opasnost po zdravlje ljudi predstavlja duvanski dim, obzirom da je nikel u njemu prisutan u vidu gasne faze (kao nikel karbonil). Inhaliran u ovom obliku nikel gotovo nesmetano prelazi alveolamu barijeru i vrlo brzo dospeva u druge delove organizma (WHO, 1991).

Cilj istraživanja je bio da se utvrdi u kojoj meri je nikel prisutan u ambijentalnom vazduhu Niša i Niške Banje, odredi koliki je njegov unos kod profesionalno neizloženog stanovništva preko respiratornog sistema i proceni zdravstveni rizik k

Materijal i metod istraživanja

Istraživanje je obavljeno u Institutu za zaštitu zdravlja-Niš u periodu od 1995 - 2000. godine. Kao materijal je korišćeno 384 uzoraka aerosedimenta, 58 uzoraka duvana i duvanskih preradevina, 227 uzoraka krvi profesionalno neizloženog stanovništva. Uzorci aerosedimenta su uzeti sa područja Niša (7 punktova) i Niške Banje (1 punkt), a uzorkovanje je vršeno prema Pravilniku (Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijuma za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka. SI. gl. RS 54/92.) Uzorci duvana i duvanskih preradevina su bili domaćeg i uvoznog porekla, uzorkovani metodom slučajnog uzorka i analizirani na osnovu Pravilnika (Pravilnik o uslovima u pogledu zdravstvene ispravnosti predmeta opšte upotrebe koji se mogu stavljati u promet. SI. 1. SFRJ 26/82.). Uzorci krvi su uzeti u Institutu za zaštitu zdravlja radnika - Niš, prilikom redovnih kontrolnih pregleda radnika. U obzir su uzeti samo uzorci zdravih, profesionalno neizloženih osoba, koje žive i rade na području regiona Niš. Prisustvo nikla je određivano metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije na aparatu Percin Elmer 1100, tehnikom grafitne kivete.

Rezultati i diskusija

Dobijeni rezultati kontinuiranog ispitivanja sadržaja nikla u aerosedimentu Niša i Niške Banje ukazuju da je ovaj metal bio prisutan u vazduhu u merljivim koncentracijama u više od 50% uzoraka u toku ispitivanog perioda. Takođe, frekvencije visokih koncentracija su u pojedinim slučajevima bile izuzetno povećane (tabela 1). Obzirom da se radi o materiji koja spada u 2.A grupu kancerogenih materija (*Radmilović, 1995*), da nema sigurne doze koja

bi mogla biti dozvoljena u vazduhu (WHO, 1989), da postojeći Pravilnik (SI. gl. RS 54/92.) zabranjuje njegovo prisustvo u aerosedimentu, može se govoriti o zdravstvenom riziku koji postoji kod opšte populacije koja živi na ispitivanom području.

Tabela 1. Koncentracija nikla u aerosedimentu Niša i Niške Banje

	Broj merenja	Min mg/m ² /dan	C50 mg/m ² /dan	Max mg/m ² /dan	X ± S D mg/m ² /dan	t - test
Niš	336	<0,00	6,20	855,20	28,83 ± 74,59	NS*
Niška Banja	48	<0,00	1,74	234,00	20,77 ± 41,88	
Ukupno	384	<0,00	5,80	855,20	27,79 ± 71,67	

*p > 0,05

Na prostoru Opštine Niš prosečna vrednost sadržaja nikla u aerosedimentu na sedam puktova iznosila je 28,83 + 74,59 mg/m /dan. U istom posmatranom periodu u Niškoj Banji, koja predstavlja zonu namenjenu odmoru i rekreaciji, prosečna koncentracija nikla u aerosedimentu je bila nešto niža (20,77 ± 41,88 mg/m /dan), ali ova razlika nije bila statistički značajna. Opšta populacija u Niškoj Banji nije značajno manje izložena niklu iz ambijentalnog vazduha, iako u njoj nema velikih zagađivača vazduha (industrija, toplane, intenzivan motorni saobraćaj), a prisutne su i velike zelene površine. Očigledno je da mnogi faktori (strujanje vazduha, geografske karakteristike) utiču na emitovanje i ugrožavaju širu okolinu.

U sezoni loženja, koja traje u vremenskom intervalu od 1. X - 31. III, prosečna vrednost sadržaja nikla u toku ispitivanog perioda je iznosila 26,12 + 75,05 mg/m /dan. Van sezone loženja (1 .IV - 30. IX) sadržaj nikla je bio u taložnim materijama 29,49 ± 68,21 mg/m /dan, što je nešto visa vrednost, ali ova razlika nije statistički značajna (tabela 2).

Tabela 2. Koncentracija nikla u aerosedimentu u sezoni i van sezone loženja

	Broj uzoraka	X ± SD (mg/m ² /dan)	t - test
Sezona loženja (1 .X - 31, III)	192	28,83 ± 74,59	NS*
Van sezone loženja (1. IV - 30. IX)	192	20,77 ± 41,88	
Ukupno	384	27,79 ± 71,67	

*p > 0,05

Najveći zagađivači vazduha niklom su toplane, individualna ložišta, saobraćaj i industrija (WHO, 1989). Obzirom da toplane i individualna

ložišta prestaju sa emisijom štetnih materija u letnjoj sezoni, očekivao bi se niži nivo nikla u sedimentu u ovoj sezoni. Međutim, razlike u pogledu sadržaja nikla u sezoni i van sezone loženja nisu značajne, što se može objasniti činjenicom da su industrija i saobraćaj značajni faktori koji doprinose kontaminaciji vazduha rade cele godine (Tekstilna industrija -Nitex), kao i time da u zimskom periodu postoji znatno veća količina padavina koja spira kontaminante iz vazduha.

Rezultati ispitivanja stručnjaka iz naše zemlje pokazuju da i u drugim urbanim centrima Srbije postoje evidentne vrednosti nikla u taložnim materijama vazduha (*Matići sar., 1995*).

Istraživanja u svetu govore o visokoj varijabilnosti kada je u pitanju sadržaj nikla u vazduhu: u nenaseljenoj zoni Kanade koncentracija nikla se kretala od 0 do 0,6 ng/m³, u delimično urbanoj sredini od 9 do 50 ng/m³, a u urbanoj sredini orosečno 60-300 ng/m³, što je iznad vrednosti koje su dobijene u okviru ovog ispitivanja (WHO, 1989). U SAD-u je utvrđena prosečna vrednost nikla u vazduhu neurbane sredine od 6 ng/m³, dok je u velikim urbanim sredinama, kao što je Njujork, godišnja prosečna vrednost bila čak 150 ng/m³ (*Norseth i sar., 1979*), što je daleko više od vrednosti koje su dobijene ovim istraživanjem. U zemljama Evropske Unije utvrđeni unos nikla u nenaseljenim delovima je 0,1 - 0,7 ng/m³, u urbanim sredinama 3 - 100 ng/m³, a u industrijskim zonama čak 8 - 200 ng/m³. Utvrđene prosečne godišnje koncentracije nikla na Arktiku su bile 0,038 ng/m³, pri čemu su zimske koncentracije bile 0,62 ng/m³, što ukazuje na sezonske varijacije (WHO, 1991). U SAD-u u urbanim sredinama veći sadržaj nikla u vazduhu je bio tokom letnjeg perioda (25 ng/m³), u odnosu na zimski (17 ng/m³) (*Norseth i sar., 1979*).

Putem respiratornog sistema najveći deo sadržanog nikla u vazduhu se unosi i akumulira u organizmu (75%). Pri tome poseban toksikološki značaj imaju najfinije čestice, koje se duže zadržavaju u atmosferi (više od 7 dana) i mogu se preneti na velike daljine. Unos nikla inhalacijom je dobijen obračunom na osnovu utvrđene koncentracije (0,55 ± 0,74 ng/m³) i plućne ventilacije, koja iznosi 20 m³/dan (tabela 3). Dnevni unos nikla inhalacijom kod profesionalno neizložene populacije prema rezultatima ovog istraživanja je 0,011 ± 0,015 pg/dan, što predstavlja nižu vrednost u odnosu na inhalatomi unos pomenutog metala u nekim razvijenim zemljama u svetu: 0,1 - 0,7 pg/dan (WHO, 1991).

Tabela 3. Unos nikla inhalacijom

Unos	X ± SD (ng/dan)
Dnevni	0,011 ± 0,015
Nedeljni	0,077 ± 0,105
Godišnji	0,011 ± 0,015

Sadržaj nikla je takođe ispitivan u uzorcima duvana različitog porekla (Kumanovo, Radoš, Kruševo, Prilep) i 31 uzorku cigareta različite vrste ("Klasik", "Best", "Drina", "Morava" i "Morava sa filterom") (tabela 4). U duvanu su se koncentracije nikla kretale od 2,20 mg/kg do 4,91 mg/kg, a u cigaretama od 2,32 mg/kg do 4,20 mg/kg. Prosečna vrednost sadržaja nikla u duvanu ($4,01 \pm 1,02$ mg/kg) je bila visa u odnosu na prosečnu vrednost koncentracije nikla u cigaretama ($3,28 \pm 0,71$ mg/kg), ali ova razlika nije statistički značajna. Očigledno je da vrsta i poreklo duvana ne utiču značajno na sadržaj ovog metala u njima. Prema Pravilniku o uslovima u pogledu zdravstvene ispravnosti predmeta opšte upotrebe koji se mogu stavljati u promet (SI. 1. SFRJ 26/82.), prisustvo nikla u duvanskim prerađevinama nije ograničeno.

Tabela 4. Koncentracija nikla u duvanu i duvanskim prerađevinama

	Broj merenja	Min mg/kg	C50 mg/kg	Max mg/kg	X ± SD mg/kg	t - test
Duvan	27	2,20	4,51	4,91	4,01 ± 1,02	NS*
Cigarete	31	2,32	3,40	4,20	3,28 ± 0,71	
Ukupno	58	2,20	3,64	4,91	3,68 ± 0,93	

*p > 0,05

Gotovo iste vrednosti o sadržaju nikla u duvanu i duvanskim prerađevinama pominju i drugi autori u svojim radovima: u SAD nikl je prisutan u cigareti u koncentraciji od 2,3 pg po cigareti, pri čemu su se vrednosti kretale od 1,1 - 3,1 ug, a duvan, cigare i ostale duvanske prerađevine imaju slične koncentracije (Norseth i sar., 1979). U Nemačkoj cigarete prosečno sadrže 1,3-4,0 pgNi/kg (WHO, 1991). Ukoliko se konzumiraju dve paklice cigareta dnevno podrazumeva se unos od 3 - 15 pgNi/dan, odnosno 1-5 mg godišnje (WHO, 1989). Drugi autori pominju unos nikla putem jedne cigarete od 0,04 - 0,58 pgNi (WHO, 1991).

Pored pomenutog vida eksponiranosti niklu (preko respiratornog trakta), pojedine osobe mogu biti dodatno izložene ovom toksičnom metalu preko kontaminirane hrane i vode za piće, preko kože (korišćenjem različitih kozmetičkih sredstava), prilikom različitih terapijskih postupaka (korišćenjem implantanata, lekova, intavenoznih tečnosti), ali i na radnom mestu (u rudnicima, topionicama, industriji mašina, hemijskoj industriji) gde profesionalna izloženost može prevazilaziti eksponiranost iz životne sredine (Andersen i sar., 1996).

Nakon apsorpcije nikla iz respiratornog ili digestivnog sistema, preko kože ili sluzokože ovaj metal dospeva u krvne sudove, odakle se distribuira

do svih organa i tkiva. U krvi se nikel transportuje uglavnom vezan za proteinske nosače. U kojoj meri će nikel biti prisutan u krvi, zavisi od stepena apsorpcije, vrste niklovi jedinjenja, stepena koncentrisanja nikla u pojedinim organima i stepena

Prisustvo nikla je utvrđeno u uzorcima krvi neprofesionalno izloženog stanovništva u koncentracijama od $0,108 \pm 0,141$ pgNi/1. Sadržaj nikla u krvi muškaraca ($0,105 \pm 0,141$ pgNi/1) ima približno istu vrednost kao i u krvi žena ($0,107 \pm 0,096$ pgNi/1), pri čemu je raspon vrednosti kod muškaraca bio $0,008 - 0,420$ pgNi/1, a kod žena $0,005 - 0,337$ ugNi/1 (tabela 5).

Tabela 5. Sadržaj nikla u krvi

Pol	Broj uzoraka	Min	C25	M	C75	Max	x ± SD	P*
		ugNi/1						
M	102	0,008	0,022	0,028	0,122	0,420	$0,105 \pm 0,141$	NS
Z	125	0,005	0,044	0,078	0,128	0,337	$0,107 \pm 0,096$	
Ukupno	227	0,005	0,026	0,069	0,130	0,420	$0,108 \pm 0,141$	

Mann-Whilney Rank Sum Test

Sadržaj nikla u krvi ispitanika iz grada ($0,123 \pm 0,127$ pgNi/1) veći je nego kod ljudi sa sela ($0,074 \pm 0,075$ pgNi/1), ali razlika nije statistički značajna (tabela 6).

Tabela 6. Sadržaj nikla u krvi ispitanika iz grada i sela

Pol	Mesto stanovanja	Broj uzoraka	Min	C25	M	C75	Max	x ± SD	P*
			UgNi/1						
M	grad	62	0,008	0,028	0,051	0,099	0,420	$0,121 \pm 0,17$	NS
	selo	40	0,010	0,022	0,023	0,108	0,193	$0,079 \pm 0,099$	
Z	grad	71	0,005	0,069	0,086	0,130	0,337	$0,124 \pm 0,108$	NS
	selo	54	0,023	0,024	0,046	0,094	0,171	$0,072 \pm 0,07$	
Ukupno	grad	133	0,005	0,040	0,078	0,125	0,420	$0,123 \pm 0,127$	NS
	selo	94	0,020	0,023	0,040	0,119	0,193	$0,074 \pm 0,075$	

* Mann-Whitney Rank Sum Test

Utvrđeno je veći sadržaj nikla kod pušača ($0,133 \pm 0,147$ pgNi/1) u odnosu na sadržaj kod nepušača ($0,087 \pm 0,081$ pgNi/1), ali razlika nije značajna (tabela 7).

Tabela 7. Sadržaj nikla u krvi pušača i nepušača

Pol	Navike	Broj uzoraka	Min	C25	M	C75	Max	$\bar{x} \pm SD$	p*
			UgNi/l						
M	pušači	38	0,008	0,015	0,023	0,222	0,420	0,150 \pm 0,234	NS
	nepušači	64	0,020	0,028	0,051	0,099	0,193	0,078 \pm 0,071	
Z	pušači	51	0,023	0,068	0,095	0,128	0,337	0,125 \pm 0,111	NS
	nepušači	74	0,005	0,030	0,690	0,129	0,263	0,094 \pm 0,093	
Ukupno	pušači	89	0,008	0,023	0,069	0,130	0,420	0,133 \pm 0,147	NS
	nepušači	138	0,005	0,027	0,060	0,117	0,263	0,087 \pm 0,081	

*Mann-Whitney Rank Sum Test

Godine starosti ispitanika (42 ± 12 godina) ne pokazuju statistički značajnu korelaciju sa koncentracijom nikla u krvi (tabela 8).

Tabela 8. Korelacija godina starosti odraslih ispitanika sa sadržajem nikla u krvi

Pol	Starost (godine)						Ni u krvi (ug/l)			r*	P
	Min	C25	M	C75	Max	$\bar{x} \pm SD$	C25	M	C75		
M	28	37	47	51	68	45 \pm 12	0,022	0,028	0,122	-0,51	NS
Z	21	37	39	45	63	40 \pm 13	0,044	0,078	0,128	-0,13	NS
Ukupno	21	37	39	49	68	42 \pm 12	0,024	0,069	0,130	-0,31	NS

*Sperman Rank Order Correlation

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da pol, godine starosti, mesto stanovanja i pušenje značajno ne utiču na prisustvo nikla u krvi. Ipak, kod pušača i kod osoba koje žive u gradu utvrđeno je nešto veći sadržaj ovog metala u krvi, što ukazuje na činjenicu da i drugi faktori iz životne sredine kod profesionalno neeksponirane populacije utiču na koncentrisanje ovog metala u krvi.

Rezultati ispitivanja drugih autora iz sveta ukazuju na slične ili nešto veće koncentracije nikla u krvi. *Linden* i sar. (1991) su analizom po 15 uzoraka krvi kod muškaraca i žena utvrdili prosečan sadržaj nikla $0,34 \pm 0,28$ pgNi/l, dok je raspon dobijenih vrednosti bio $<0,05 - 1,05$ pgNi/l. Ranija istraživanja pojedinih autora pominju znatno veće koncentracije ispitivanog metala u krvi: u SAD $4,8$ pgNi/l ili u Nemačkoj $4,5$ pgNi/l, pri čemu je raspon vrednosti bio od $0,2$ pgNi/l do čak $115,4$ pgNi/l (*Norseth* i sar., 1979). Međutim, smatra se da rezultate dobijene u ranijim istraživanjima treba prihvatiti sa rezervom, obzirom da su analitičke metode bile manje senzitivne. U svojim kasnijim istraživanjima autori iz Nemačke se koriguju ističući da nikl

u krvi neeksponiranog stanovništva uglavnom ima vrednost $< 5 \text{ ugNi/l}$ (WHO, 1989). Oni takođe potvrđuju da godine i pol nemaju uticaja na koncentrisanje ispitivanog metala, ali mogu uticati na kinetiku nikla u organizmu.

Autori iz Makedonije ukazuju da koncentracije nikla u krvi ispitivane grupe radnika zaposlenih u Fabrici feronikla i kontrolne grupe ne prelaze vrednost od 2 pgNi/l . Oni su takođe utvrdili da pušenje ne utiče značajno na sadržaj nikla u krvi. Ono, u čemu se većina autora danas u svetu slaže je, daje jako malo istraživanja iz oblasti biomonitoringa kod profesionalno neizloženog stanovništva koji su izloženi niklu (Herber i sar., 1999; Morgan i sar. 1999; Veselinović, 1998). Isti autori predlažu ispitivanje nikla u krvi kao jedan od najpouzdanijih i prihvatljivijih metoda za procenu eksponiranosti stanovništva.

Najnovija istraživanja u okviru internacionalnog projekta pod nazivom TRACY protokol, koji je tokom prošle decenije osnovan sa ciljem da se utvrde referentne vrednosti pojedinih metala u biološkom materijalu, daje referentnu koncentraciju nikla u krvi $< 0,05 - 3,8 \text{ pgNi/l}$, odnosno $< 0,85 - 65 \text{ nmol/l}$. Ovaj Protokol takođe insistira na posebnoj metodologiji uzorkovanja u cilju sprečavanja kontaminacije uzoraka niklom (Herber, 1999). Metoda uzorkovanja, kao i rezultati ovog rada su u skladu sa preporukama Protokola.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja izvedeni su sledeći zaključci:

1. Prisustvo nikla u aerosedimentu Niša i Niške Banje je evidentno na svim mernim punktovima tokom čitavog ispitivanog perioda, što predstavlja zdravstveni rizik za stanovništvo koje živi na ovom području, obzirom da se radi o kancerogenoj materiji.

2. U sezoni i van sezone loženja ne postoje statistički značajne razlike u pogledu sadržaja nikla u aerosedimentu, što znači da toplane i individualna ložišta predstavljaju tek jedan od faktora koji utiču na aerzagadenje niklom.

3. Prosečan dnevni unos nikla inhalacijom iznosi $0,011 \text{ g/dan}$ i niži je u odnosu na unos ovog metala kod opšte populacije u gradovima razvijenih industrijskih zemalja.

4. Prisustvo nikla u duvanu ($4,01 \pm 1,02 \text{ mg/kg}$) i cigaretama ($3,28 \pm 0,71 \text{ mg/kg}$) je visoko, bez obzira na vrstu i poreklo duvana.

5. Sadržaj nikla u krvi ljudi je $0,108 \pm 0,141$ i ne zavisi značajno od pola i uzrasta. Ljudi koji žive u gradu i konzumiraju cigarete (ili su pasivni pušači) unose više nikla u svoj organizam nego ljudi sa sela i nepušači, ali ova razlika nije statistički značajna.

6. Neophodna su dalja ispitivanja sadržaja nikla u vazduhu i biološkom materijalu, paralelno sa epidemiološkim studijama o incidenci i prevalenci malignosti gornjih i donjih respiratornih puteva kod stanovništva, obzirom da se radi o kancerogenoj materiji.

7. Neophodno je usvojiti jedinstvenu metodologiju ispitivanja koncentracije nikla (i drugih toksičnih metala) u biološkom materijalu.

8. Potrebno je preduzeti urbanističke, tehnološke i sanitarne mere u cilju smanjenja kontakata.

9. Svim raspoloživim merama i sredstvima treba razviti borbu protiv pušenja kao lose i po zdravlje opasne navike.

Literatura

Andersen, A., Berge, S. R., Engeland, A. and Norseth, T. (1996). Exposure to nickel compounds and smoking in relation to incidence of lung and nasal cancer among nickel refinery workers. Occup. Environ. Med., 53, 708-713.

Buchancova, J., Kniškova, M., Hyllova, D., Vrlík, M., Meško, G., Klimentova, G. and Galikova, E. (1994). Content of the selected trace elements (Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) in blood, urine and hair of blood donors without occupational exposure to these metals. Centr. eur. J. publ. Hlth., 2, 82-87.

Herber, R. F. M. (1999). Review of trace element concentrations in biological specimens according to the TRACY protocol. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 72, 279-283.

Lehnert, G., Schaller, K. H. and Angerer, J. (1999). Report on the status of the external quality-control programs for occupational-medical and environmental-medical toxicological analyses in biological materials in Germany. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 72, 60-64.

Matić, B. S., Tošović, S. i Polić, P. (1995). Korelacija teških metala u taložnim materijama na teritoriji Beograda, u: Zbornik radova XXIX dani preventivne medicine. Niš, 24-24.

Morgan, M. S. and Schaller, K. H. (1999). An analysis of criteria for biological limit values developed in Germany and the United States. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 72, 195-204.

Norseth, T. and Piscator, M. (1979). Nickel; in Friberg L (ed) Handbook on the Toxicology of Metals. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 541-553.

———. (1992). Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijuma za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka. SI. gl. RS 54/92.

. (1982). Pravilnik o uslovima u pogledu zdravstvene ispravnosti predmeta opšte upotrebe koji se mogu stavljati u promet. SI. 1. SFRJ 26/82.

Radmilović, V. (1995). Kancerogeni u radnoj i životnoj sredini. Velarta. Beograd.

Veselinović, D. S. (1998). Main causes of environmental pollution. Toxicol. Kinet. Xenobiot, Metab., 6, 141-147.

^———. (1995). WHO. Collaborating Centre for Air Quality Management and Air pollution Control: Survey of National, Regional and Local Air Monitoring Networks of The European Region. Berlin. Germany, 126-126.

———. (1989). WHO. Air Quality Guidelines. Geneva, 285-296.

———. (1991). WHO. Environmental health criteria for nickel. Geneva, 257-284.

EXPOSITION DE LA POPULATION AU NICKEL DE L'AIR ET BIOMONITORING

Dušica STOJANOVIĆ, Dragana NIKIĆ, Radunka MITROVIĆ,
Živka KOSTIĆ et Slobodan STANKOVIĆ

Institut pour la protection de la sante de Niš

Le but de la recherche etait de constater dans quelle mesure le nickel, comme materiel cancerigene, est present dans Fair de Niš and de Niška Banja et de determiner quel est sont part chez la population qui n'est pas professionnellement exposee par le systeme respiratoire et aussi evaluer le risque de sante chez les fumeurs et nonfumeurs. La recherche est faite a Finstitut pour la protection de la sante de Niš au cours de la periode de 1995 a 2000. Comme materiel on a utilise 385 echantillons de Faerosediment, 58 echantillons du tabac et des produits de tabac, 227 echantillons de sang de la population qui n'est pas exposee par sa profession. La presence du nickel dans Faerosediment de Niš (28,83 + 74,59 mg/m/jour) et Niška Banja (20,77 + 41,88 mg/m/jour) est evidente sur tous les points de mesuration au cours de toutes les periodes examinees, ce que presente le risque pour la sante de la population qui vit dans cette region, vu qu'il s'agit du materiel cancerigene. Pendant lasaison et hors de la saison du chauffage n'existe pas une difference statistiquement importante a l'egard du contenu du nickel dans Faerosediment. Le part moyen journalier de Finroduction du nickel par Finhalation fait 0,011 g/jour et il est plus bas par rapport au part de ce metal chez la population en general dans les villes des pays hautement industrialises. La presence du nickel dans le tabac (4,01 + 1,02 mg/kg) et les cigarettes (3,28 + 0,71 mg/kg) est haute sans egard a la qualite et a Forigine du tabac. Le contenu du nickel dans le sang des hommes est 0,108 + 0,141 gN/l et ne depend pas du sexe et de Fage. Les hommes qui habitent les villes consomment les cigarettes (ou ils sont des fumeurs passifs) et ils inhalent plus de nickel que les hommes des villages ou ceux qui ne fument pas, mais cette difference n'est pas statistiquement importante.

Les mots ties: Nickel, exposition, air, cigarettes, biomonitoring, sang

POPULATION EXPOSED TO NICKEL IN THE AIR
AND BIOMONITORING

Dušica STOJANOVIĆ, Dragana NIKIĆ, Radunka MITROVIĆ,
Živka KOSTIĆ and Slobodan STANKOVIĆ

Institute for Health Protection, Niš

The aim of the research was to determine the degree to which nickel, as a cancerogenic element, is present in the ambient air of Niš and Niška Banja, to determine what amount of it is inhaled by professionally non-exposed population through the respiratory system and to estimate health risk among smokers and non-smokers. The research was done at the Institute for Health protection in Niš in the period from 1995 to 2000. The examined material included 384 samples of air sediment, 58 samples of tobacco and tobacco derivatives and 227 blood samples of professionally non-exposed population. The presence of nickel in the air sediment of Niš (28,83 + 74,59 mg/m/day) and Niška Banja (20,77 + 41,88 mg/m/day) is evident at all the measuring points during the whole examination period; this represents a health risk for the population living in the area since it is a cancerogenic element. Comparison of the heating and non-heating seasons reveals that there is no statistically important difference regarding nickel content in the air-sediment. The average nickel introduction by inhalation amounts to 0,011 g per day and it is lower with respect to the introduction of this metal among the general population in cities of the developed industrial countries. The presence of nickel in tobacco (4,01 + 1,02 mg/kg) and cigarettes (3,28 + 0,71 mg/kg) is high regardless of the sort and origin of tobacco. The nickel content in people's blood is 0,108 + 0,141 gN/l and it does not considerably depend upon gender and age. People who live in towns and smoke cigarettes (or are passive smokers) introduce more nickel into their organism than the country people and smokers but this difference is not statistically important.

Key words: Nickel, exposed, air, cigarette, biomonitoring, blood

Autor: Doc. dr sci Dušica Stojanović, lekar, Institut za zaštitu zdravlja u Nišu; kućna adresa: Niš, Mokranjčeva 32.

(Rad je Uredništvo primilo 28. februara 2002. godine)