

JE LI POTREBNO UKLANJANJE VLAKNATIH IZOLACIJSKIH MATERIJALA IZ ZGRADA?

M. Cigula i F. Valić

*Škola narodnog zdravlja »Andrija Stampar« Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu,
Zagreb*

Primljeno 28. XI. 1990.

Zbog pretpostavljenih mogućih negativnih zdravstvenih učinaka izloženosti aerogenim vlaknima u zapadnim se zemljama započelo s uklanjanjem vlaknatih izolacijskih materijala iz zgrada, posebno azbesta, što je često neopravdano. Prikazani su rezultati određivanja respirabilnih i nerrespirabilnih vlakana i fragmenata mineralne vune te ukupne lebdeće prašine, prije zamjene izolacije, kratko vrijeme nakon, i oko 2 mjeseca nakon zamjene izolacije u jednoj javnoj zgradi. Srednje koncentracije potencijalno opasnih vlakana (promjera $\leq 3 \mu\text{m}$, duljine $\geq 5 \mu\text{m}$, omjera duljine i promjera $\geq 3:1$) izmjerene prije zamjene izolacije ($0,0038$ odnosno $0,0031 \text{ vl/cm}^3$) i nakon razdoblja oko 2 mjeseca ($0,0038$ odnosno $0,0028 \text{ vl/cm}^3$) nisu se razlikovale, upućujući na to da zamjenom nije postignuto smanjenje koncentracija, što nije bilo ni potrebno s obzirom na niske koncentracije već i prije zahvata. Nepotrebni zahvatom došlo je čak do povišenja izloženosti vlaknima u tim prostorijama do dva ($0,0095 \text{ vl/cm}^3$) odnosno osam dana ($0,0054 \text{ vl/cm}^3$) nakon zahvata. Zaključak je da su neopravdani zahvati na građevinskim materijalima samo zato što sadrže komponente iz kojih se potencijalno mogu osloboditi vlakna. Odluka o uklanjanju takvog materijala treba biti utemeljena na objektivno izmjerenim previsokim koncentracijama aerogenih vlakana. Nepotrebni zahvati dovode do povišenja, a ne do sniženja izloženosti osoba barem tijekom stanovitog vremena.

Jedan od prioritetnih problema u vezi sa zdravstvenim učincima aerogenih vlakana, a posebno u razvijenim zemljama, jest hipotetsko ugrožavanje populacije vlaknima koja se mogu osloboditi iz materijala u zgradama. U nekim se zemljama započelo s masovnim uklanjanjem materijala koji sadrže azbest, a osobito u školama (1). Troškovi tog uklanjanja dosegli su već vrlo velike iznose (2). Nije još definitivno razrađena metodologija pomoću koje bi se mogle donositi odluke o opravdanosti uklanjanja materijala koji sadrže vlakna.

Sve se češće u literaturi spominje hipoteza (3, 4) da respiratorni učinci bilo kojeg teško topljivog vlakna ovise u prvom redu o konfiguraciji, a to znači o duljini, promjeru i omjeru duljine i promjera vlakna te vremenu zadržavanja vlakna u respiratornom traktu. Iz toga se izvodi zaključak da bilo koje teško topljivo vlakno može izazvati učinke slične onima koje izaziva azbest. Zbog te hipoteze naišli smo na paničnu reakciju zaposlenih u jednoj ustanovi od javnog interesa. Zbog zabrinutosti među zaposlenima donesena je odluka o zamjeni postojeće izolacije mineralne vune u nekim prostorijama. S tim u vezi mjerili smo koncentraciju aerogenih vlakana prije zahvata na izolaciji, neposredno nakon zahvata i oko dva mjeseca kasnije. U stranoj literaturi nema podataka o promjenama koncentracija nakon zamjene umjetnih mineralnih izolacijskih materijala, a u našoj literaturi uopće nema podataka o neprofesionalnoj izloženosti mineralnim vlaknima.

METODE

Stacionarni uzorci lebdeće prašine sakupljani su na membranske filtre Millipore tipa AA, promjera 37 mm, veličine pora $0,8 \mu\text{m}$, pomoću baterijske pumpe (Casella). Brzina prostrujavanja zraka kroz filtre učvršćene u držač (Millipore field monitor) iznosila je $1,5 - 1,8 \text{ l/min}$; vrijeme sakupljanja uzoraka bilo je između 8 i 12 sati. Uzorci lebdeće prašine analizirani su težinski i brojčano. Težinski rezultati izraženi u mg/m^3 zraka pokazuju ukupnu koncentraciju vlakana i čestica. Brojčani rezultati pokazuju samo broj vlakana i fragmenata u 1 cm^3 zraka, a dobiveni su brojenjem uzoraka na prethodno obrađenim membranskim filtrima optičkom mikroskopijom s faznim kontrastom uz povećanje od 500 puta (5, 6). «Respirabilna» su vlakna kojima je duljina jednaka ili veća od 5 mikrometara, promjer jednak ili manji od 3 mikrometra, a omjer duljine i promjera jednak ili veći od 3:1. Vlakna promjera većeg od 3 mikrometra, koja su udovoljavala kriteriju omjera duljine i promjera, svrstana su u nerespirabilna, a vlakna kraća od 5 mikrometara u fragmente.

Značajnost razlika srednjih vrijednosti rezultata mjerenja ocijenjena je Studentovim t-testom za male nezavisne uzorke. Razlika na razini značajnosti $P > 0,05$ smatrana je slučajnom.

REZULTATI

U tablici 1. su prikazani rezultati određivanja koncentracija ukupne lebdeće prašine, respirabilnih i nerespirabilnih vlakana te fragmenata, prije zamjene izolacije, nakon zamjene (dva odnosno osam dana) i oko dva mjeseca kasnije (osam odnosno devet tjedana). Svaki rezultat u tablici je srednja vrijednost analize pet uzoraka istovremeno sakupljenih u prostoriji. Uspoređujući rezultate dobivene mjerenjem prije (A_1 i A_2) i kratko vrijeme nakon zamjene izolacije mineralne vune (B_1 i B_2), uočava se statistički značajno povišenje ($P < 0,01$; $P < 0,05$) koncentracije respirabilnih vlakana, fragmenata i ukupne lebdeće prašine nakon zahvata, u obje prostorije. Promjene srednjih koncentracija nerespirabilnih vlakana nisu bile značajne ($P > 0,05$). Osam (C_1) odnosno

Tablica 1.

Srednje koncentracije ukupne lebdeće prašine, vlakana i fragmenata prije i nakon zamjene izolacije mineralne vune

Prostorija	Ukupna težinska koncentracija (mg/m ³)	Broj u 1 cm ³ zraka			
		respirabilna vlakna	nerespirabilna vlakna	fragmenti	
I	A ₁	NZ $\left[\begin{array}{c} 0,36 \\ 1,84 \\ 0,34 \end{array} \right]$ **	NZ $\left[\begin{array}{c} 0,0038 \\ 0,0095 \\ 0,0038 \end{array} \right]$ **	NZ $\left[\begin{array}{c} 0,0038 \\ 0,0025 \\ 0,0023 \end{array} \right]$ NZ	* $\left[\begin{array}{c} 0,0030 \\ 0,0058 \\ 0,0054 \end{array} \right]$ *
	B ₁				
	C ₁				
II	A ₂	NZ $\left[\begin{array}{c} 0,91 \\ 1,52 \\ 0,84 \end{array} \right]$ *	NZ $\left[\begin{array}{c} 0,0031 \\ 0,0054 \\ 0,0028 \end{array} \right]$ *	NZ $\left[\begin{array}{c} 0,0014 \\ 0,0015 \\ 0,0015 \end{array} \right]$ NZ	* $\left[\begin{array}{c} 0,0027 \\ 0,0051 \\ 0,0044 \end{array} \right]$ *
	B ₂				
	C ₂				

A_{1,2} - prije zamjene; nakon zamjene: B₁ - 2 dana, B₂ - 8 dana
 B₃ - 8 tjedana, B₄ - 9 tjedana
 * - značajno P < 0,05; ** - značajno P < 0,01; NZ - neznčajno P > 0,05

devet (C₂) tjedana nakon zamjene izolacije, koncentracije kako respirabilnih vlakana tako i ukupne lebdeće prašine bile su značajno snižene u odnosu na razine neposredno nakon zahvata i bile približno jednake kao prije zahvata (razlike A₁-C₁ i A₂-C₂ neznčajne; P > 0,05). Koncentracije fragmenata ostale su povišene u odnosu na početne vrijednosti čak i osam tjedana nakon zamjene izolacije mineralne vune (P < 0,05). Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da zamjena izolacijskog materijala od mineralne vune nije dovela do sniženja razine ekspozicije aerogenim vlaknima odnosno lebdećoj prašini.

RASPRAVA

Koncentracije respirabilnih vlakana koje smo odredili nisu bitno različite od onih koje se mogu naći u vrlo malom broju radova kojih su autori određivali aerogena mineralna vlakna. *Schneider* (7) je u školama, uredima i dječjim vrtićima s tvrdim izolacijskim pločama od umjetnih vlakana u stropovima našao srednje koncentracije respirabilnih vlakana 0,0002/cm³ - 0,08/cm³; *Van der Wal* (8) u stambenim prostorima 0,001/cm³ - 0,030/cm³; a *Gaudichet i suradnici* (9) su u zgradama s elementima od prskanih umjetnih vlakana odredili srednju koncentraciju 0,0002 vl/cm³ (raspon 0 - 0,0062). Naši su rezultati nešto povišeni u usporedbi s rezultatima tih autora vjerojatno zato što su pri njihovim određivanjima posebnim postupkom isključena sva druga vlakna osim umjetnih mineralnih vlakana, što u našem slučaju nije učinjeno.

Izmjerene koncentracije respirabilnih vlakana već i prije zamjene izolacije bile su niske u usporedbi s onima kod kojih bi se trebali očekivati negativni zdravstveni učinci. Ukupne težinske koncentracije lebdeće prašine bile su mnogo niže od graničnih vrijednosti za mineralnu i staklenu vunu (12 mg/m^3) Jugoslavenskog standarda za profesionalnu ekspoziciju (10). U tom standardu nema graničnih vrijednosti za vlakna. Britanske smjernice preporučuju granične vrijednosti 5 mg/m^3 za ukupne čestice umjetnih mineralnih materijala i 1 vl/cm^3 za respirabilna vlakna (11). *Doll* (12) je, u zaključku Međunarodnog simpozija o vlaknima, što ga je organizirala Svjetska zdravstvena organizacija 1986. godine, ocijenio da koncentracija aerogenih umjetnih mineralnih vlakana od $0,2 \text{ vl/cm}^3$ ili manje vjerojatno ne uzrokuje mjerljivi zdravstveni rizik čak i uz pretpostavku mogućih karcinogenih učinaka. U velikom ispitivanju više od 10 000 radnika izloženih mineralnim vlaknima u sedam evropskih zemalja (13, 14) nisu nađene nemaligne promjene respiratornog trakta uz ocijenjene razine ekspozicije respirabilnim vlaknima značajno više od $0,1 \text{ vl/cm}^3$.

Iz tablice je vidljivo da su naši rezultati određivanja koncentracije i ukupne lebdeće prašine i respirabilnih vlakana prije zamjene izolacije bile mnogo niže od svih spomenutih graničnih vrijednosti. One su mnogo niže i od granične vrijednosti koja je jugoslavenskim dogovorom (15) prihvaćena kao gornja granica respirabilnih vlakana azbesta (2 vl/cm^3), koji je dokazani karcinogen. Zamjena izolacijskog materijala u zgradi koju smo analizirali bila je nepotrebna, dovela je do nepotrebnih troškova pa i do nepotrebnog povišenja izloženosti zaposlenih barem tijekom stanovitog vremena.

ZAKLJUČAK

Nije opravdano ukloniti ili zamijeniti konstrukcijske elemente u zgradama samo zato što sadrže vlaknate komponente. Treba prvo objektivnim mjerenjem ustanoviti da je razina ekspozicije vlaknima u prostoriji previsoka, pa u tom slučaju pokušati popraviti oštećenje prekrivanjem inertnim materijalima, a tek kao posljednje rješenje zamijeniti izolaciju.

LITERATURA

1. *Valić F, ur.* Reduction of Asbestos in the Environment. Report International Programme on Chemical Safety. Geneva: World Health Organization 1988.
2. *Spengler JD, Özkaynak H, McCarthy JF, Lee H.* Summary of Symposium on Health Aspects of Exposure to Asbestos in Buildings. Cambridge, MA: Harvard University 1989.
3. *Pott R.* Die Faser als krebserzeugendes Agens. Zbl Bakt Hyg 1987;B 184:1 – 23.
4. *Valić F, Meek ME, ur.* Man-made mineral fibres. Environmental Health Criteria No. 77. Geneva: World Health Organization 1988.
5. *WHO/EURO Technical Committee for Monitoring and Evaluating Airborne MMMF.* Reference Methods for Measuring Airborne Man-made Mineral Fibres (MMMF). Environmental Health No. 4. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe 1985.

6. Valić F, Skurić Z. Metodologija ocjenjivanja profesionalne izloženosti vlaknima azbesta. Arh hig rada toksikol 1988;39:169–81.
7. Schneider Tb. Man-made mineral fibres (MMMF) and other fibres in the air and in settled dust. Environ Int 1986;12:61–5.
8. Van der Wal JF, Ebens R, Tempelman J. Man-made mineral fibres in homes caused by thermal insulation. Atmospheric Environ 1987;21:13–9.
9. Gaudichet A, Petit G, Billon-Galland M, Dufour G. Levels of atmospheric pollution by man-made mineral fibres in buildings. IARC Scientific Publication 90, 1989;291–8.
10. Maksimalno dopuštene koncentracije škodljivih gasova, para i aerosola u atmosferi radnih prostorija i radilišta. JUS Z.BO. 001/1971.
11. Waterman LS, Purnell CJ, Anderson PWP. Airborne fibre levels associated with the use of MMMF brazing mats during welding operations. Ann Occup Hyg 1990;34:97–9.
12. Doll R. Symposium on MMMF, Copenhagen, October 1986: Overview and conclusions. Ann Occup Hyg 1987;31:805–19.
13. Simonato L, Fletcher AC, Cherrie JW et al. The International Agency for Research on Cancer Historical Cohort Study of MMF Production Workers in Seven European Countries: Extension of the Follow-up. Ann Occup Hyg 1987;31:603–23.
14. International Agency for Research on Cancer, IARC. Man-made mineral fibres. U: IARC Monographs Vol 43. Lyon: IARC 1988:33–171.
15. III. radni sastanak o ekspoziciji azbestu i drugim vlaknima. Zagreb, studeni 1988. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti u suradnji s Odborom za kemiju i nemetale Vijeća sindikata.

Summary

IS THE REMOVAL OF FIBROUS INSULATING MATERIALS FROM BUILDINGS NECESSARY?

Because of potential negative health effects of exposure to airborne fibres, removal of fibrous insulating materials from buildings, particularly asbestos, has become a frequent, in many cases unjustified, undertaking. The results are presented of the determination of airborne mineral respirable and non-respirable fibres, fragments and total airborne dust in a public building before the substitution of the insulating material, shortly after, and about two months later. There were no differences ($P > 0.05$) between the mean concentrations of respirable fibres (diameter $\leq 3\mu\text{m}$, length $\geq 5\mu\text{m}$, aspect ratio $\geq 3:1$) measured before (0.0038 and 0.0031 f/cm^3 , resp.) and about two months after (0.0038 and 0.0028 f/cm^3 , resp.) the substitution, suggesting that the substitution was unnecessary. However, the concentrations measured two and eight days after the substitution were significantly elevated ($P < 0.05$; $P < 0.01$, resp.), indicating that the unnecessary disturbance of the insulating material caused an increase of exposure levels of the employees. It is concluded that the removal or substitution of fibrous insulating materials, solely on the basis of their presence in the buildings, is unjustified. The decision should be based on elevated concentrations of airborne fibres objectively quantified. Unnecessary substitution brings about an increase, not a decrease, of the concentrations through a shorter or longer period of time.

»Andrija Štampar« School of Public Health, Medical Faculty,
University of Zagreb, Zagreb