

Здравствени ефекти загађујућих материја у ваздуху затвореног простора

Љ. Стошић¹, С. Милутиновић², Љ. Тадић³

Health Effects of Air Pollutants in Closed Spaces

Lj. Stošić, S. Milutinović, Lj. Tadić

Сажетак: За разлику од спољашњег аерозагађења, унутрашње аерозагађење почиње да побуђује већу пажњу научника тек деведесетих година двадесетог века. Показало се да је проблем унутрашњег аерозагађења веома сложен.

Извори аерозагађења у просторијама могу бити стални и повремени. Најзначајнији извори унутрашњег аерозагађења су: грађевински и изолациони материјали, намештај, разна хемијска средства која се користе у домаћинству, уређаји за загревање просторија, дувански дим. Свакодневне активности у унутрашњим просторијама такође могу довести до појаве одређених полутаната, као и чување кућних љубимаца (паса, мачака, птица).

Здравствени ефекти унутрашњег аерозагађења могу бити акутни (иритација очију, носа и грла, главобоља, вртоглавица, умор, хиперсензитивна пнеумонија), и хронични (респираторне и срчане болести, карцином).

Степен испољавања ових реакција зависи од карактеристика изложених особа (старост, здравствено стање, индивидуална осетљивост), као и од особина саме загађујуће материје и специфичности њиховог дејства.

У раду су приказани резултати истраживања изложености унутрашњем аерозагађењу и утицаја на здравље изложених особа.

Кључне речи: унутрашње аерозагађење, здравствени ефекти.

Summary: Although many people associate exposure to air pollution with urban settings, indoor environment can be contaminated as well, both from the outer and inner sources. During the last two decades, potential influence on health is primarily associated with exposure to air pollutants in indoor environment.

There are many sources of indoor air pollution in any home. These include combustion sources such as oil, gas, kerosene, coal, wood, and tobacco products; building materials and furnishings as diverse as deteriorated, asbestos-containing insulation, wet or damp carpet, and cabinetry or furniture made of certain pressed wood products; products for household cleaning and maintenance, personal care, or hobbies; central heating and cooling systems and humidification devices; and outdoor sources such as radon, pesticides and outdoor air pollution. Health effects from indoor air pollutants may be experienced soon after exposure or, possibly, years later.

The present paper is a review of the epidemiological research about the effects of indoor air pollutants conducted during the last 10 years.

Key words: indoor airpollution, health effects.

1 Љиљана Стошић, доктор медицинских наука, специјалиста хигијене, Центар за хигијену и хуману екологију, Институт за јавно здравље Ниш.

2 Сузана Милутиновић, доктор медицинских наука, специјалиста хигијене, Институт за јавно здравље Ниш.

3 Љиљана Тадић, специјалиста интерне медицине, Одељење примарне здравствене заштите, ВБ Ниш.

Увод

Унутрашње аерозагађење је присутно свуда, у различитим облицима, од дима који се ствара код сагоревања чврстих горива до сложених мешавина испарљивих и полуиспарљивих органских једињења (Smith и сар, 2000).

Чињеница да 90% свога времена људи проведу у затвореном простору (новорођенчад, старији и особе са хроничним болестима проведу и више) и да се у ваздуху просторија могу наћи различите загађујуће материје у концентрацијама вишим него у спољашњој средини, довољно говори о значају унутрашњег аерозагађења.

Извори унутрашњег аерозагађења

Најзначајнији извори унутрашњег аерозагађења су: грађевински и изолациони материјали, намештај, хемијска средства која се користе у домаћинству, уређаји за загревање просторија, дувански дим, свакодневне активности у унутрашњим просторијама и чување кућних љубимаца (паса, мачака, птица) (Del Donno, 2002).

Релативни утицај сваког појединачног извора зависи од концентрације полутанта која се емитује и од штетности ових емисија. У неким случајевима важна је и старост самог извора као и начин њиховог одржавања. Тако је утврђено да се код непрописно одржаваних плинских уређаја могу емитовати значајно више концентрације угљен-моноксида него код оних који се прописно одржавају.

Најважнији полутанти који се могу јавити у унутрашњој средини су: радон, органска испарљива једињења, формалдехид, угљен-моноксид, дувански дим, честице, азбест и полутанти биолошког порекла: гриње, инсекти, алергени животиња, споре гљива, бактерије и вируси.

На основу извора, могу се груписати у четири групе:

- продукти ложења,
- полуиспарљива и испарљива органска једињења која се ослобађају из грађевинских материјала, намештаја и хемијских препарата,

- полутанти из земног гаса,
- полутанти који настају у биолошким процесима (Smith и сар, 2000).

Иако ниво полутанта из индивидуалних извора не мора представљати значајан ризик, мора се узети у обзир чињеница да се у већини домова налази више од једног извора и да сви они доприносе повећању унутрашњег загађења ваздуха. Такође, постоји и озбиљан ризик кумулативних ефеката ових извора.

Важан утицај на квалитет ваздуха имају и микроклиматски фактори: температура ваздуха, релативна влажност, струјање ваздуха. Висока температура и повећан степен влажности могу повећати концентрације неких полутаната.

Такође, концентрације полутаната могу бити повећане у случајевима недовољне вентилације, неадекватне инсталације и одржавања вентилационог система. Америчко друштво инжењера за грејање, хлађење и кондиционирање ваздуха - ASHRE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) препоручује стандард за вентилацију од 15 до 60 m³/min по особи, зависно од специфичности зграде и врсте активности. Вентилациони системи могу бити погодни за микробиолошку колонизацију, развој спора и плесни или инфективних агенаса (Wulf, 2003).

Деловање на здравље

Свакодневна изложеност унутрашњем аерозагађењу може довести до веома озбиљних здравствених последица, које се могу кретати од благе нелагодности до повећане учесталости тежих обољења. Поједини знаци и симптоми су неспецифични, те је тешко утврдити тачну етиологију. Осим тога, у ваздуху унутрашње средине могу се наћи полутанти који дају сличне манифестације. Многи ефекти су у вези са стресом, потешкоћама на послу или сезонским поремећајима (Sammet, 1987). Време и место јављања симптома указује на величину удела унутрашњег аерозагађења у њиховом настанку. Ако се симптоми губе или слабе када особа напусти просторију и поново се јављају када се у њу врати, то

је знак да постоји извор унутрашњег аерозагађења.

Здравствени ефекти унутрашњег аерозагађења могу бити акутни (иритација очију, носа и грла, главобоља, вртоглавица, умор, хиперсензитивна пнеумонија), и хронични (респираторне и срчане болести, карцином).

Степен испољавања ових реакција зависи од карактеристика изложених особа (старост, здравствено стање, индивидуална осетљивост), као и од особина саме загађујуће материје и специфичности њиховог дејства.

Радон, радиоактиван гас, без мириса, укуса и боје, након удисања дубоко продире у плућа. У првим сатима инхалације, већина потомака радона (нарочито полонијум) најпре се депонује на плућном епителу, а затим почиње да се распада и шири у проксимална ткива. Тачни механизми ширења α -честица у ниже партије бронхијалног епитела и индукције карцинома нису јасни. Сматра се да радон може изазвати мутацију тумор супресор гена. Оштећење плућног ткива повећава ризик за настанак карцинома плућа (Радфорд и сар, 1985; Алаванија и сар, 1999). Студија рађена у Шведској утврдила је да особе које су изложене концентрацијама радона од 3,8 до 10,8pCi/L имају 30%, а особе изложене концентрацијама вишим од 10pCi/L чак 80% већи ризик за појаву карцинома плућа (Pershagen и сар, 1994). Ефекти изложености радону су кумулативни.

Истраживања упозоравају да се радон, осим из земљишта и подземних вода, у грађевинском објекту може наћи и из других, директних извора, као што су грађевински материјали или вода из градског водовода (из славина).

Угљен-моноксид, главни гас пронађен у продуктима сагоревања, лако се везује за хемоглобин (афинитет је 240 пута већи него афинитет кисеоника), као и за протеине који су важни у функционисању оксидаза. Ови механизми доводе до асфиксије, оштећења и смрти ћелије. Нарочито су осетљиви старији, деца и особе са кардиоваскуларним и плућним болестима. Извори у кући могу бити: недовољно одржавани уређаји за вентилацију, дотрајали димњаци, пећи на чврсто гориво, нафту и гас.

Приликом излагања особе нижим концентрацијама угљен-моноксида могу се јавити главобоља, вртоглавица, слабост, мучнина, замор, конфузија, дезоријентисаност. Код особа са хроничним срчаним болестима могућа је и појава бола у грудима (Ернст и сар, 1998).

Испитивања су показала да хронично излагање овом гасу може изазвати слабљење вида и ретинално крварење, као и поремећај координације (Мануел, 1999). У веома високим концентрацијама угљен-моноксид изазива смрт.

Дувански дим представља аеросол од око 4.000 различитих састојака од који су најважнији никотин, угљен-моноксид, органске киселине, катранске смоле, радиоактивни елементи. Упркос све присутнијој свести о штетном деловању дувана на здравље људи, забрани пушења на радном месту и јавним местима, све већег друштвеног притиска на пушаче да престану да пуше, отприлике једна трећина пунолетних људи и даље пуши, те дувански дим представља озбиљан здравствени ризик. Непушачи који су редовно у друштву пушача изложени су диму ослобођеном са врха, тј. жара цигарете која гори и диму цигарета који је сам пушач испустио из плућа. Доказано је да споредни дим има вишу концентрацију штетних састојака: три пута више бензпирена, два пута више катрана и никотина, пет пута више угљен-моноксида и педесет пута више амониака.

Утврђено је да пасивно пушење доводи до здравствених проблема код више од 50% непушача који су редовно изложени дуванском диму. Испитивањем на добровољцима утврђено је да се после излагања дуванском диму повећава назални отпор, конгестија и иритација назалне слузокоже, а као крајни ефекат развија се ринитис (Willes и сар, 1998).

Штетни ефекти по здравље услед изложености дуванском диму код деце су чешћи јер је респираторни систем неразвијен, а плућа осетљивија. Излагање пасивном пушењу утиче на чешћу појаву назеба, звиждања у грудима, као и на учесталије коришћење здравствене службе (Cunningham и сар, 1996). Форсирани експиријумски волумен у првој секунди код деце која болују од астме може се смањити за 7% у случају изложености дуванском диму

у трајању од једног сата (Magnussen и сар, 1993).

Ризик развоја бронхитиса или пнеумоније је у првој години живота удвостручен код деце чији су родитељи пушачи (Милошевић, 2000). Према истраживању Hudgins-а више од 300.000 случајева бронхитиса и пнеумоније и 600.000 астматичних напада годишње код деце проузроковано је пасивним пушењем (Hudgins и Karetzky, 1994). Пасивно пушење доприноси чешћој појави инфекција горњих респираторних путева и упала средњег ува, а сматра се да хронично излагање пасивном пушењу у детињству може повећати ризик настанка карцинома у каснијем животном добу (Fielding и сар, 1988).

Новије студије су показале да је пасивно пушење у вези са повећаним ризиком настајања синдрома изненадне смрти новорођенчета (Taylor и сар, 1995).

Високи нивои слободних радикала у дуванском диму су одговорни за смањење аскорбинске киселине у серуму код пушача и људи изложених пасивном пушењу (Straus и сар 2001).

Утицај дуванског дима на оштећења назалних и параназалних синуса мање је познато, мада је све више доказа да дим цигарета може значајно утицати на њихово функционисање. Испитивања вршена на алергичној деци показала су да се симптоми који се јављају код обољења синуса могу погоршати код деце изложене пасивном пушењу. Такође је утврђено да дувански дим може изазвати рак ових синуса (Benninger, 1999).

Истраживање Yoltona и сарадника, спроведено у Сједињеним Америчким Државама, показало је да пасивно пушење негативно утиче на когнитивне (сазнајне) способности код деце и адолесцената узраста 6 до 16 година (Yolton и сар, 2005).

Група научника из Бостона је у својим испитивањима деце узраста 4 до 7 година утврдила да пасивно пушење утиче на чешће јављање каријеса код деце (OR = 3,38; P = 001) (Shenkin и сар, 2004).

Формалдехид је на собној температури безбојан гас, карактеристичног, јаког, неугодног, продорног мириса, запаљив и лако растворљив у води. Због лаке полимеризације и реаговања

са многобројним једињењима, има широку примену (козметички и фармацеутски производи, спрејеви за косу, дезодоранси, пасте за зубе, папирни производи, некарбонски папир за копирање, лепкови и различите смоле, грађевинарство, израда намештаја, монтажних и полумонтажних кућа, пластични и текстилни производи, дим цигарета). Формалдехид доспева у организам углавном респираторним, а ређе дигестивним путем и преко коже. Апсорбује се брзо и сматра се да на месту излагања има најизраженије дејство, док су ефекти мањи на удаљеним местима. Акутно излагање високим концентрацијама формалдехида изазива сузење очију, пецкање видљивих слузокожа, отежано дисање, егзарцербацију астме и алергијске реакције, док се код хроничног излагања може јавити карцином, првенствено на плућима.

Азбест, који има широку примену у производњи изолационих и других грађевинских материјала, у изради противпожарних производа, тепиха и завеса, такође се може наћи у ваздуху затвореног простора. Удисање је најважнији пут уноса, а здравствени ефекти зависе од карактеристика азбестних влакана, количине и дужине изложености (Wulf, 2003). Бројна испитивања штетних здравствених ефеката овог минерала рађена су код лица професионално изложених азбестној прашини. Утврђено је да азбест доводи до плућне фиброзе – азбестозе, рака плућа и тумора серозних омотача – мезотелиома плеуре и перитонеума, плеуралних задбљања и калцификација и азбестних брадавица на кожи (Миков, 1991).

Биолошки агенси у великој мери доприносе укупном загађењу ваздуха затвореног простора јер су њихови извори бројни: клицоноше, кућни љубимци, инсекти и други артоподи који носе алергене, влажне површине (зидови, таванице), теписи, намештај, постељина, уређаји за кондиционирање ваздуха. Осим тога, бројни фактори спољашње средине омогућују биолошким агенсима раст и ослобађање у ваздуху. Посебно је значајна висока релативна влажност ваздуха која подстиче раст гриња и гљивица на влажним површинама. Биолошки агенси могу да изазову инфекције, хиперсензитивне реакције и токсикозе.

Инфекције респираторног система су учесталије у затвореним, недовољно проветреним просторијама у којима борави више особа, те лако долази до преношења респираторних вируса и бактерија ваздушним путем са особе на особу.

Од алергијских реакција се могу јавити хиперсензитивна пнеумонија, алергијски ринитис, назална конгестија, коњунктивитис, уртикарија и неки облици астме. Биолошки агенси такође могу изазвати алергијски алвеолитис и такозвану *влажну грозницу* (Carrer и сар, 2004). Алергени гриња прашине су велики проблем и резултати бројних испитивања су показали да се код деце која су изложена овим алергенима чешће јавља астма (Manuel, 1999). Сматра се да су алергени из савремених домова најзначајнији фактор ризика за појаву астме код деце (Carrer и сар, 2001).

Резултати истраживања рађеног у Немачкој показали су да постоји повезаност између броја спора гљива *Cladosporium* и *Aspergillus* у просторијама и алергијске осетљивости деце школског узраста. Код осетљиве деце, која су била изложена већем броју спора, много чешће се јављао ринокоњунктивитис (Jacob и сар, 2002).

Чување кућних љубимаца различито делује на здравље, у зависности од врсте, индивидуалне осетљивости и степена изложености алергенима. Мачке, пси, глодари или птице могу изазвати астму и алергијски ринокоњунктивитис (Carrer и сар, 2001). Чување мачака у детињству повезано је са чешћом појавом астме у каснијем животном добу (Svanes и сар, 2003). Код једногодишње деце, у чијој се породици чувају пси, могу се јавити симптоми у виду

отежаног дисања и перзистентног кашља, који у њиховом каснијем животу могу прогредирати у астму (Belanger и сар, 2003). Кућни љубимци могу пренети бактеријске, паразитарне, гљивичне, вирусне инфекције. Путеви преношења су различити, преко коже, слузокоже, дигестивног или респираторног система, али и директним контактом, путем животињских екскрета или артропода (Geffray, 1999).

Биолошки агенси могу изазвати и неспецифичне симптоме: иритацију очију, носа и грла, кијавицу, сузење очију, кашаљ, вртоглавицу, грозницу, дигестивне сметње (Ring и сар, 1999).

Закључак

Ваздух који удишемо у затвореном простору, уколико су у њему присутне загађујуће материје, може представљати опасност по здравље људи. С друге стране, унутрашње аерозагађење је ризик који се може на најразличитије начине избећи: елиминацијом или контролом извора загађивања, побољшањем вентилације, чишћењем ваздуха и едукацијом. Данас се у свету развијају стратегије „здравих домова“, чији програми и препоруке доприносе побољшању и унапређењу квалитета простора у коме се борави.

Увођење „Програма праћења квалитета унутрашњег ваздуха“ и едукација становника о значају унутрашњег аерозагађења и могућностима елиминације или контроле извора загађивања такође су важне мере које треба увести у свакодневни рад превентивних здравствених установа.

Литература

1. Alavanja MCR, Lubin JH, Manhaffey JA, Brownson RC. Residential radon exposure and risk of lung cancer in Missouri. *Am J Pub Heal*, 1999; 89: 1042–48.
2. Belanger K, Beckett W, Triche E, Bracken MB, Holford T, Ren J, et al. Symptoms of wheeze and persistent cough in the first year of association with indoor allergens and air contaminant. *Am J Epidemiol*, 2003; 158: 195–202.
3. Benninger MS. The impact of cigarette smoking and environmental tobacco smoke on nasal and sinus disease: a review of the literature. *Am J Rhinol*, 1999; 13: 435–8.
4. Carrer P, Maroni M, Alcini D, Cavallo D. Allergens in indoor air: environmental assessment and health effects. *Sci Total Environ*, 2001; 270: 33–42.

5. Carrer P, Moscato G. Biological pollution and allergic diseases. *G Ital Med Lav Ergon*, 2004; 26: 370–4.
6. Cunningham J, O'Connor GT, Dockery DW, Speizer Fe. Environmental tobacco smoke, wheezing, and asthma in children in 24 communities. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996; 153: 218–24.
7. Del Donno M, Verduri A, Oliveri D. Air pollution and reversible chronic respiratory diseases. *Monaldi Arch Chest Dis*, 2002; 57: 164–6.
8. Ernst A, Zibrak JD. Carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med*, 1998; 72: 1603–8.
9. Fielding JE, Phenow KJ. Health effects of involuntary smoking. *N Engl J Med*, 1988; 319: 1452–1460.
10. Geffray L. Infections associated with pets. *Rev Med Interne* 1999; 20: 888–901.
11. Hudgins JF, Karetzky MS. Cardiopulmonary effects of environmental tobacco smoke. *New Jersey Med*, 1994; 91: 702–4.
12. Jacob B, Ritz B, Genhring U, et al. Indoor exposure to molds and allergic sensitization. *Environ Health Perspect*, 2002; 110: 647–53.
13. Magnussen H, Lehnigk B, Oidigis M, Jorres R. Effects of acute passive smoking on exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children. *J Appl Physiol*, 1993; 75: 553–58.
14. Manuel J. A Healthy Home Environment?. *Environ Health Perspect*, 1999; 107–7.
15. Hutter CDD, Blair ME. Carbon monoxide-does fetal exposure cause sudden infant death syndrome? *Med Hypotheses*, 1996; 46: 1–4.
16. Миков М.: Медицина рада. Научна књига, Београд, 1991.
17. Милошевић Г.З.: Васпитање за здравље ученика основне школе у области болести зависности. Докторска дисертација, Медицински факултет, Ниш, 2000.
18. Pershagen G, Akerblom G, Axelson O, et al. Residential radon exposure and lung cancer in Sweden. *N Engl J Med*, 1994; 330: 159–64.
19. Radford EP, St.Clair Renard KG. Lung cancer in Swedish iron miners exposed to low doses of radon daughters. *N Engl J Med*, 1984, 410: 1485–94.
20. Ring J, Kramer U, Schaper T, et al. Environmental risk factors for respiratory and skin atopy: result from epidemiological studies in farmer East and West Germany. *Int Arch Allergy Immunol*, 1999; 118: 403–7.
21. Samet JM, Marbury MC, Spengler JD. Health Effects and Sources of Indoor Air pollution. Part I American Review of Respiratory Disease, 1987; 136: 486–91.
22. Shenkin JD, Broffitt B, Levy SM, Warren JJ. The association between environmental tobacco smoke and primary tooth caries. *J Public Health Dent*, 2004; 64: 184–6.
23. Smith KR, Samer JM, Romieu I, Bruce N. Indoor air pollution in developing countries and acute lower respiratory infections in children. *Thorax*, 2000; 55: 518–32.
24. Straus RS. Environmental tobacco smoke and serum vitamin C levels in children. *Pediatrics*, 2001; 107: 540–2.
25. Taylor JA, Sanderson MA. A reexamination of the risk factors in sudden infant death syndrome. *J Pediatr*, 1995; 1126: 887–91.
26. Willes SR, Fitzgerald TK, Permutt T, Proud D, Haley NJ, Bascom R. Acute respiratory response to prolonged, moderate levels of sidestream tobacco smoke. *J Toxicol Environ Heal, Part A*, 1998; 53: 193–99.
27. Wulf A. Indoor Air Pollutants Affecting Child Health. 2003.
28. Yolton K, Dietrich K, Auinger P, Lanphear BP, Hornung R.: Exposure to Environmental Tobacco Smoke and Cognitive Abilities among U.S. Children and Adolescents. *Environ. Health Perspect*, 2005; 113: 98–103.