

*Opšti pregledi/  
General reviews*

UTICAJ DIMA ČVRSTOG OGREVNOG  
MATERIJALA NA ZDRAVLJE ŽENSKJE  
POPULACIJE \*

**Correspondence to:**

Doc. **Dr Aleksandra Stanković**

Vojvode Tankosica 9/61,

18000 Niš

064 266 27 03

aleksandra@exe-mail.net

THE IMPACT OF SMOKE SOLID FUEL ON  
HEALTH OF THE FEMALE POPULATION \*

Aleksandra Stanković

Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu

\*Ova studija je objavljena zahvaljujući Ministarstvu za Nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije. (Projekat br. 42008 i projekat br 43014.)

*Ključne reči*

žene, čvrsto gorivo, zdravlje,  
aerozagađenje.

*Key words*

women, solid fuel, health, air pollution.

*Sažetak*

Očuvanje zdravlja ženske populacije je osnova stabilnog društva i njegovog razvoja.

S obzirom da su žene izložene različitim faktorima rizika tokom čitavog svog života, neophodno je raditi na unapređenju njihovog zdravstvenog statusa. Ovaj pregledni rad se fokusirao na ukazivanje značaja izloženosti dimu čvrstog ogrevnog materijala, kao faktoru rizika za nastanak pojedinih oboljenja kod ženske populacije. Rad je takode analizirao rezultate predhodnih istraživanja na teritoriji grada Niša sa posebnim osvrtom na tri najčešća polutanata, sumpor dioksid, čestice i ugljen monoksid, koja se oslobađaju prilikom sagorevanju čvrstih goriva. Zdravstveni efekti izloženosti ovim polutantima se ogledaju prvenstveno na respiratornom, ali takode i na kardiovaskularnom, krvnom i reproduktivnom sistemu.

Način grejanja u prostorijama je jako bitan za emisiju nekih polutanata ne-biološkog porekla. Dim koji se oslobađa sagorevanjem čvrstog ogreva sadrži razne štetne materije, među kojima oslobođene čestice, sumpor dioksid i ugljen monoksid predstavljaju veoma značajne faktore rizika po zdravlje.

Tradicionalno, drvo se koristi u domaćinstvima i za proizvodnju toplotne energije u pogonima drvne industrije. Od svih fosilnih goriva uglja ima najviše a ima i najdužu istoriju upotrebe. Ugalj će u Srbiji u narednom veku ostati strateški energent, s obzirom da postoje rezerve od oko 20 milijardi tona.

*Zdravstveni efekti sumpor dioksida*

Najveći antropogeni izvor sumpor dioksida je sagorevanje fosilnih goriva. Oko 80% sumpora potiče od sagorevanja uglja i lignita, dok 20% potiče iz nafte. Zemlje koje su u razvoju i čiji razvoj industrije zahteva povećanu potrošnju fosilnih goriva, imaju porast zagađenja vazduha sumpor dioksidom.

Mesto delovanja sumpor dioksida je njegovo mesto kontakta sa sluzokožom. Zbog lakog rastvaranja u sluzi respiratornog trakta, ovaj polutant izaziva iritaciju i zapaljenje. Dokazano je da sumporna kiselina koja se stvara pri reakciji sumpor dioksida iz atmosfere sa vodom, izaziva inhibiciju cilijarne aktivnosti mukoznih membrana, edem u alveola-

ma i konstrikciju bronhiola. Naime, ova indukovana bronhokonstrikcija nastaje refleksnim mehanizmom tj. stimulacijom N receptora u parasimpatičkim ganglijama (1). Nastalo stanje utiče na povećanje frekvencije disanja kao i smanjenje maksimalnog inspiratornog i ekspiratornog protoka.

Ispitivanja su takode pokazala da akutna izloženost visokim koncentracijama sumpor dioksida dovodi do morfoloških lezija trepljastog epitela i gubitka cilija nosne sluzokože, kao i smanjenja vazdušnog otpora i spirometrijskih parametara (2).

Podaci istraživanja ukazuju da efekti kratkotrajne ekspozicije (manje od 24 časova) povišenim koncentracijama sumpor dioksida dovode do smanjenja forsiranog ekspiratornog volumena (FEV1) sa prisutnim simptomima kao što su kratkoća daha i vizing. Brzina nastajanja promena je veća kod astmatičara. Izloženost sumpor dioksidu u periodu koji je duži od 24 časa utiče na učestalost hospitalizacije kardiovaskularnih i respiratornih bolesnika, a u nekim slučajevima i njihovog mortaliteta (3,4).

Sumpor dioksid ima veći afinitet vezivanja za hemoglobin u odnosu na kiseonik remeteći na taj način ceo proces stvaranja crvenih krvnih zrnaca. Hronična izloženost povišenim koncentracijama sumpor dioksida i suspendovanim česticama dovodi do pojave anemije u smislu smanjenja vrednosti hemoglobina i broja eritrocita (5).

Mnoga istraživanja ukazuju da postoji izvesna povezanost između povećanja koncentracije sumpor dioksida u vazduhu i rizika za pojavu srčane aritmije i povišenog krvnog pritiska (6).

Izloženost sumpor dioksidu pored efekata koje izaziva na respiratornom, kardiovaskularnom sistemu i na ćelijama crvene loze, može izazvati poremećaje i na reproduktivnom sistemu, kao i usloviti pojavu karcinoma (8,9).

U oblastima zagađenim sumpor dioksidom, rast i razvoj dece je usporen, deca imaju nižu porodjajnu masu, visinu i zakasneli razvoj skeleta (10).

### *Zdravstveni efekti čestica*

Čađ spada u frakciju čestica i nastaje kao produkt sagorevanja organskih materija. To su fine čestice ugljenika (prečnika 0,01-0,08  $\mu\text{m}$ ) natopljenih katranom koje u obliku aerosola lebde u vazduhu. Pored smolastih materija, čađ sadrži i aromatične ugljovodonike (benzo-a-piren, benz-antracen, piren i dr.) od kojih su neki dokazani humani kancerogeni.

Mesto nastanka čađi je u termoelektranama, individualnim ložištima, saobraćaju kada fosilna goriva ne sagorevaju u potpunosti.

Posle hronične inhalacije čestica čađi, može doći do pojave iritacije sluzokože respiratornog trakta. Utvrđeno je nastajanje zadebljanja alveolarnih septi, zapaljenja i fibroze pluća. Takođe postoji mogućnost pojave respiratornih bolesti usled smanjivanja pokreta ćelija u traheji. Čestice čađi dolaze u kontakt sa surfaktantom, posle taloženja u alveolama pluća ili respiratornim bronhiolama, gde mogu da ispolje svoja kancerogena i mutagena delovanja (11,12).

Dokazana je povećana koagulabilnost krvi usled delovanja visokih koncentracija čađi i sumpor dioksida. Koncentracija fibrinogena raste i započinje proces otpuštanja medijatora što donekle objašnjava pojavu kardiovaskularnih bolesti pri ekspoziciji česticama (13). Oštećenje srca i krvnih sudova nastaje pri transportu čestica putem krvi, nakon njihove apsorpcije prilikom hronične izloženosti. Najčešći poremećaji koji tada nastaju su arterijska hipertenzija, srčana aritmija i ishemična bolest srca (14).

Smatra se da je pojava smanjene oksigenacije krvi, koja se javlja pri izloženosti visokim koncentracijama suspendovanih čestica i sumpor dioksida iz vazduha, prolaznog karaktera ali da može dovesti do smrtonosnih posledica kod ljudi koji imaju srčane ili respiratorne probleme (15).

Oboljevanje od astme, pneumonije i svih respiratornih oboljenja, kao i umiranje su bili češći kada su izmerene veće prosečne 3-dnevne koncentracije suspendovanih čestica (16). Morbiditet od kardiovaskularnih bolesti je takođe udružen sa povećanim sadržajem čestica u vazduhu.

Pored delovanja na respiratorni i kardiovaskularni sistem, čestice posle udisanja, mogu da oštete krvni, imuni i skeletni sistem, kao i da izazovu mnoge reproduktivne probleme (17).

### *Zdravstveni efekti ugljen monoksida*

Ugljen monoksid je gas bez boje, mirisa i ukusa. Obzirom da ima mnogo veći afinitet vezivanja za hemoglobin od kiseonika i dodatno se vezuje i za citohrom oksidazu,

smanjuje sistemsku isporuku kiseonika u tkivima i dodatno povećava ćelijsku hipoksiju.

Ovaj gas nastaje usled nepotpunog sagorevanja goriva motornih vozila, kao i prilikom sagorevanja drva i uglja za grejanje.

Hronični bolesnici koji boluju od kardiorespiratornih bolesti imaju smanjenu ventilacionu eliminaciju ugljen monoksida te se kod njih ranije javljaju simptomi od strane respiratornog sistema. Takođe je povećan broj hospitalnih prijema kod kardiovaskularnih bolesnika (18,19).

Smatra se da ugljen monoksid utiče na nastanak ateroskleroze stimulišući endotel krvnih sudova i oslobađanjem azotnih oksida koji dovode do oslobađanja oksidanasa i slobodnih radikala koji deluju štetno na ćelije endotela, odnosno dolazi do pojave oksidativnog stresa (20).

Vezivanjem za mioglobin u srcu ugljen monoksid utiče na smanjen transport kiseonika, nastaje ishemijska miokarda, promena u elektrokardiogramu i pad kapaciteta rada srca. Ove promene su izuzetno uočljive kada koncentracija karboksihemoglobina pređe preko 5%. Visoke koncentracije ovog jedinjenja mogu dovesti i do napada anginoznih bolova (21).

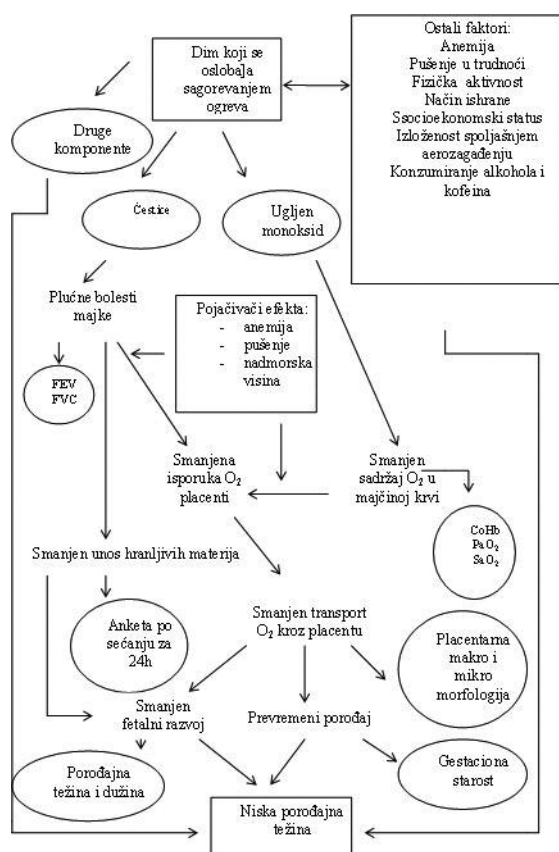
Koncentracije karboksihemoglobina rastu brže u koronarnim i cerebralnim arterijama a znatno sporije u ekstremitetima. Nastanak smanjenog transporta kiseonika u tkiva nastaje kao posledica vezivanja ugljen monoksida za intracelularne hemoproteine kao što su mioglobin i citohromoksidaza, posebno u srcu i skeletnim mišićima. Simptomi na centralnom nervnom sistemu su opadanje vitalnosti, sposobnosti za izvođenje određenih radnji, smanjuje se sposobnost učenja i vizuelne percepcije kao i manuelnih veština (22).

### *Rezultati epidemioloških ispitivanja u gradu Nišu*

Izloženost unutrašnjem aerozagađenju koje potiče od dima pri sagorevanju ogrevnog materijala tokom trudnoće može dovesti kod novorođenčadi do pojave niske telesne mase na rođenju i povećanog perinatalnog mortaliteta koji utiču na zdravstveno stanje majke i ploda (23,24).

Budući da usled njihovog dejstva dolazi do smanjenja plućne funkcije majke i do smanjenja sadržaja kiseonika u njenoj krvi, placenti se isporučuje vrlo malo kiseonika, što može dovesti do prevremenog porođaja ili zaostajanja u rastu fetusa (25,26). Na slici broj 1 dat je prikaz mogućih nastalih promena u organizmu žene koja je izložena dimu ogrevnog materijala.

Ispitivanje delovanja polutanata u prostorijama na zdravlje ženskog dela populacije u Nišu (Srbija) vršeno je na trudnicama i na ženama koje nisu gravidne. Za ispitivanja su izabrane žene nepušači, profesionalno neeksponirane aerozagađenju, koje žive u delovima grada gde je nivo spoljašnjeg aerozagađenja jako nizak i koje ne boluju od nekih bolesti (hipertenzija, anemija, dijabetes i dr.) jer bi sva ova stanja mogla da naruše objektivnost parametara i pojava koje su ispitivane. Podaci o izloženosti dimu ogrevnog materijala, vlazi, kućnim ljubimcima i pasivno pušenje) dobijeni su putem ankete. Za prikupljanje podataka o zdravstvenom stanju ispitanica korišćena je medicinska dokumen-



Slika br.1. Delovanje dima koji nastaje sagorevanjem ogreva na majku i plod (preuzeto po referenci Smith, 2002).

tacija.

Izloženost dimu čvrstog ogrevnog materijala se analizirala kroz odgovore date na pitanja o tipu grejanja u stanu i vrsti korišćene energije za pripremanje hrane. Najveći broj ispitanica se grejao na drva ili ugalj.

Učestalost respiratornih simptoma kao što su kašalj u toku i van prehlade, jutarnji kašalj u sezoni jesen-zima i kratkoća daha, kao i učestalost sinuzitisa bila je statistički značajno veća kod žena koje su bile izložene dimu ogrevnog materijala (27).

Utvrđeno je da se kod trudnica izloženih dimu ogrevnog materijala statistički značajno javljaju respiratorni simptomi gornjih disajnih puteva. Trudnice izložene dimu ogrevnog materijala imale su statistički značajno češće prisutne respiratorne simptome gornjih disajnih puteva (OR=40.42; 95% CI=2.96-8.91) i krvarenje (OR=53.21; 95% CI=4.3-15.73) u odnosu na neizložene trudnice. Uticaj dima ogrevnog materijala takođe je statistički značajno uticao na pojavu niže prosečne telesne mase na rođenju novorođenčadi čije su majke bile u izloženoj grupi ( $t=1.99$ ,  $p<0.01$ ) (28,-36).

### Zaključak

Jedan od značajnih faktora koji utiče na kvalitet vazduha u prostorijama je loženje. U Nišu domaćinstva najčešće koriste drva i ugalj kao ogrevni materijal zbog ekonomskih razloga. Usled izloženosti dimu čvrstog ogrevnog materijala u ženskoj populaciji najčešće dolazi do pojave respiratornih simptoma gornjih disajnih puteva, krvarenja u toku trudnoće kao i niže prosečne telesne mase novorođenčadi.

### Abstract

Preserving the health of the female population is the foundation of a stable society and its development. Given that women are exposed to various risk factors during the whole of her life, it is necessary to work on improving their health status. This review is focused on pointing out the importance of exposure to the smoke of solid fuel material, as a risk factor for the development of certain diseases in the female population. The work has also analyzed the results of previous research in the city of Nis, with a special focus on the three most common pollutants, sulfur dioxide, particulates and carbon monoxide, which are released during the combustion of solid fuels. Health effects of exposure to these pollutants are reflected primarily in the respiratory, but also on the cardiovascular, blood and reproductive system.

## LITERATURA

1. Forchhammer L, Møller P, Riddervold IS, Bønløkke J, Massling A, Sigsgaard T, Loft S. Controlled human wood smoke exposure: oxidative stress, inflammation and microvascular function. *Part Fibre Toxicol.* 2012;9:7.
2. Laumbach RJ, Kipen HM. Respiratory health effects of air pollution: update on biomass smoke and traffic pollution. *J Allergy Clin Immunol.* 2012 ;129(1):3-11.
3. Dockery DW, Rich DQ, Goodman PG, Clancy L, Ohman-Strickland P, George P, Kotlov T. Effect of air pollution control on mortality and hospital admissions in Ireland. *Res Rep Health Eff Inst.* 2013 ;176:3-109.
4. Goldberg MS, Burnett RT, Stieb DM, Brophy JM, Daskalopoulou SS, Valois MF, Brook JR. Associations between ambient air pollution and daily mortality among elderly persons in Montreal, Quebec. *Sci Total Environ.* 2013;46:931-42.
5. Neufeld LM, Haas JD, Ruel MT, Grajeda R, Naeher LP. Smoky indoor cooking fires are associated with elevated hemoglobin concentration in iron-deficient women. *Rev Panam Salud Publica.* 2004;15(2):110-8.
6. Shah AS, Langrish JP, Nair H, McAllister DA, Hunter AL, Donaldson K, Newby DE, Mills NL. Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2013;382(9897):1039-48.
7. Dutta A, Bhattacharya P, Lahiri T, Ray MR. Immune cells and cardiovascular health in premenopausal women of rural India chronically exposed to biomass smoke during daily household cooking. *Sci Total Environ.* 2012;438:293-8.
8. Babalik A, Bakirci N, Taylan M, Bostan L, Kızıltaş S, Başbuğ Y, Çalışır HC. Biomass smoke exposure as a serious health hazard for women. *Tuberk Toraks.* 2013;61(2):115-21.
9. Clark ML, Peel JL, Balakrishnan K, Breyse PN, Chillrud SN, Naeher LP, Rodes CE, Vette AF, Balbus JM. Health and household air pollution from solid fuel use: the need for improved exposure assessment. *Environ Health Perspect.* 2013 ;121(10):1120-8.
10. Agay-Shay K, Friger M, Linn S, Peled A, Amitai Y, Peretz C. Air pollution and congenital heart defects. *Environ Res.* 2013 ;124:28-34.
11. Löndahl J, Pagels J, Boman C, Swietlicki E, Massling A, Rissler J, Blomberg A, Bohgard M, Sandström T. Deposition of biomass combustion aerosol particles in the human respiratory tract. *Inhal Toxicol.* 2008;20(10):923-33.
12. Taylor ET, Nakai S. Prevalence of acute respiratory infections in women and children in Western Sierra Leone due to smoke from wood and charcoal stoves. *Int J Environ Res Public Health.* 2012 ;9(6):2252-65.
13. Grahame TJ, Klemm R, Schlesinger RB. Public health and components of particulate matter: the changing assessment of black carbon. *J Air Waste Manag Assoc.* 2014 ;64(6):620-60.
14. Hu W, Downward GS, Reiss B, Xu J, Bassig BA, Hosgood HD 3rd, Zhang L, Seow WJ, Wu G, Chapman RS, Tian L, Wei F, Vermeulen R, Lan Q. Personal and indoor PM<sub>2.5</sub> exposure from burning solid fuels in vented and unvented stoves in a rural region of China with a high incidence of lung cancer. *Environ Sci Technol.* 2014 ;48(15):8456-64.
15. Hedley AJ, Wong CM, Thach TQ, et al. Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulphur content of fuel in Hong Kong: an intervention study. *Lancet.* 2002;360:1646-1652.
16. Van Vliet ED, Asante K, Jack DW, Kinney PL, Whyatt RM, Chillrud SN, Abokyi L, Zandoh C, Owusu-Agyei S. Personal exposures to fine particulate matter and black carbon in households cooking with biomass fuels in rural Ghana. *Environ Res.* 2013 ;127:40-48.
17. Tielsch JM, Katz J, Thulasiraj RD, Coles CL, Sheeladevi S, Yanik EL, Rahmathullah L. Exposure to indoor biomass fuel and tobacco smoke and risk of adverse reproductive outcomes, mortality, respiratory morbidity and growth among newborn infants in south India. *Int J Epidemiol.* 2009;38(5):1351-1363.
18. Northcross A, Chowdhury Z, McCracken J, Canuz E, Smith KR. Estimating personal PM<sub>2.5</sub> exposures using CO measurements in Guatemalan households cooking with wood fuel. *J Environ Monit.* 2010;12(4):873-878.
19. Commodore AA, Hartinger SM, Lanata CF, Mäusezahl D, Gil AI, Hall DB, Aguilar-Villalobos M, Butler CJ, Naeher LP. Carbon monoxide exposures and kitchen concentrations from cookstove-related woodsmoke in San Marcos, Peru. *Int J Occup Environ Health.* 2013 ;19(1):43-54.
20. Thorsson S, Holmer B, Andjelic A, Lindén J, Cimerman S, Barregard L. Carbon monoxide concentrations in outdoor wood-fired kitchens in Ouagadougou, Burkina Faso-implications for women's and children's health. *Environ Monit Assess.* 2014 ;186(7):4479-92.
21. Ni M, Huang J, Lu S, Li X, Yan J, Cen K. A review on black carbon emissions, worldwide and in China. *Chemosphere.* 2014 ;107:83-93.
22. Fullerton DG, Bruce N, Gordon SB. Indoor air pollution from biomass fuel smoke is a major health concern in the developing world. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2008;102(9):843-51.
23. Harris SA, Weeks JB, Chen JP, Layde P. Health effects of an efficient vented stove in the highlands of Guatemala. *Glob Public Health.* 2011;6(4):421-432.
24. Thompson LM, Bruce N, Eskenazi B, Diaz A, Pope D, Smith KR. Impact of reduced maternal exposures to wood smoke from an introduced chimney stove on newborn birth weight in rural Guatemala. *Environ Health Perspect.* 2011 ;119(10):1489-94.
25. Washam C. Cooking with wood may fuel low birth weight: kitchen smoke puts babies at risk. *Environ Health Perspect.* 2008 ;116(4):A173.
26. Ezzati M, Kammen DM. The health impacts of exposure to indoor air pollution from solid fuels in developing countries: knowledge, gaps, and data needs. *Environ Health Perspect.* 2002;110(11):1057-68.
27. Smith KR. Indoor air-editorial. *BMJ* 2002;3.
28. Stanković A, Nikolić M, Arandjelović M. Effects of indoor air pollution on respiratory symptoms of non-smoking women in Nis, Serbia. *Multidisciplinary Respiratory Medicine.* 2011; 6(6):351-5.
29. Stanković A, Mitrović V, Živadinović R. Uticaj zagađenog vazduha na zdravlje trudnica i ishod trudnoće. *Med Pregl.* 2011; 64(5-6): 279-84.
30. Stanković A, Mitrović V, Živadinović R. Uticaj aerzagadenja na telesnu masu novorođenčadi. *Srp Arh Celok Lek.* 2011; 139(9-10): 651-6.
31. Stanković, A, Nikić, D, Nikolić, M. Uticaj mesta stanovanja na izloženost unutrašnjem aerzagadenju. *Acta Medica Medianae* 2005;44(3):9-14.
32. Stanković A, Nikić D, Nikolić M. Bogdanović D. Stošić Lj. Milutinović S. Radulović O. Air pollution and respiratory symptoms in the female population. *Zdrav Var* 2007; 46:47-54.
33. Stanković A. Nikić D. Bogdanović D. Uticaj unutrašnjeg aerzagadenja na pojavu respiratornih simptoma i bolesti. *Timočki Medicinski Glasnik* 2007;32(1):11-15.
34. Stanković A, Stošić Lj, Milutinović S. Izloženost unutrašnjem aerzagadenju i zdravlje žena tokom graviditeta. Četvrti međunarodni kongres "Ekologija, zdravlje, rad, sport", Zbornik radova, Banja Luka, Republika Srpska, 2011; 413-417.
35. Stanković A. Uticaj kvaliteta vazduha u prostorijama na zdravlje zenske populacije. Šesti međunarodni kongres "Ekologija, zdravlje, rad, sport", Zbornik radova, Banja Luka, Republika Srpska, 2013; 466-471
36. Stanković; A. Air quality and reproductive health in women. XLVII Days of preventive medicine Internacional congress, roceeding, Niš, Serbia, 2013;83-86.