УТИЦАЈ АЕРОЗАГАЂЕЊА НА ХОСПИТАЛИЗАЦИЈЕ ЗБОГ РЕСПИРАТОРНИХ БОЛЕСТИ

Сузана Милутиновић¹, Љиљана Стошић², Љиљана Тадић³

INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON HOSPITAL ADMISSIONS FOR RESPIRATORY DISEASES

Suzana Milutinović, Ljiljana Stošić, Ljiljana Tadić

Сажетак

Епидемиолошке студије краткотрајних ефеката аерозагађења су показале да су оболели од респираторних болести осетљиви на акутне ефекте аерозагађења и да се код њих јавља већи број егзацербација у периоду са вишим концентрацијама загађујућих материја у ваздуху.

Рад представља приказ резултата епидемиолошких студија у последњих петнаест година и разматра доказе утицаја краткотрајног пораста концентрација загађујућих материја у амбијенталном ваздуху на акутне здравствене ефекте код оболелих од респираторних болести.

Резултати епидемиолошких студија су показали да број хоспиталних пријема због респираторних болести расте у данима са високом концентрацијом загађујућих материја у ваздуху. Новија истраживања су доказала да и уобичајене концентрације загађујућих материја у ваздуху, у нивоу или ниже од важећих националних и интернационалних препорука и стандарда, могу бити удружене са штетним здравственим ефектима. Међусобна интеракција загађујућих материја у ваздуху и њихова интеракција са факторима животне средине, може довести до различитих ефеката зависно од локалних или регионалних услова.

Кључне речи: аерозагађење, респираторне болести, акутни ефекти.

Summary

Epidemiological studies on the short-term effects of air pollution have shown that patients with respiratory diseases are susceptible to the acute effects of air pollution, and have more exacerbations during periods of increased pollution.

The present paper is a review of the epidemiological research conducted during the last 15 years. In this review, we discuss the evidence of relation between short term variations in ambient concentrations of air pollution and hospital admissions for respiratory diseases.

Epidemiological research have observed that hospital admissions due to respiratory diseases increased on days with high pollution values. Recent studies investigating the adverse health effects of air pollution indicate that effects exist around and below the current national and international air quality guidelines and standards. Air pollutants may interact between one another as well as with other environmental factors, resulting in different effect estimates depending on local or regional conditions.

Key words: air pollution, respiratory disease, short-term health effects.

¹ Др мед. Сузана Милутиновић, специјалиста хигијене, Институт за јавно здравље, Ниш.

² Др мед. Љиљана Стошић, специјалиста хигијене, Институт за јавно здравље, Ниш.

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

УВОД

Утицај повећане концентрације загађујућих материја у амбијенталном ваздуху на здравље предмет је интензивног истраживања у последњих неколико деценија.

Епизоде акцидентног загађења ваздуха до прве половине двадесетог века показале су да високе концентрације загађујућих материја у ваздуху могу имати веома штетне последице на здравље⁽¹⁾. Рани интерес за здравствене ефекте загађења ваздуха потиче од неколико епизодних загађења у долини Мезе (Белгија) 1930. године, Донори (Пенсилванија) 1948. године и Лондону 1952. године⁽²⁾.

Многа истраживања у другој половини двадесетог века су потврдила ранија са знања о штетним здравственим ефектима појединих загађујућих материја у ваздуху, док је неколико независних епидемиолошких студија указало и на штетне ефекте неочекивано ниских концентрација загађујућих материја у ваздуху^(3, 4).

Епидемиолошке студије акутних ефеката аерозагађења показале су да су пацијенти који болују од респираторних болести осетљивији на акутни утицај аерозагађења у односу на здраве особе. Пораст концентрација загађујућих материја у ваздуху, пре свега суспендованих честица, чађи, сумпор-диоксида, озона и азот-диоксида повезани су са порастом респираторних симптома, хоспиталних пријема и пријема у хитну помоћ због егзацербације⁽⁵⁾.

Студије временских серија су препоручене и од стране Светске здравствене организације као најпоузданије студије за праћење акутних ефеката аерозагађења на људско здравље. Развој софистицираних модела статистичке анализе великог броја података омогућио је да се у овој врсти студија утврди повезаност краткотрајног пораста концентрација појединих загађујућих материја у амбијенталном ваздуху

(реда величине до неколико дана) и краткотрајних штетних ефеката на здравље (морталитет, хоспитализација, интервенције хитне помоћи) код оболелих од респираторних болести^(6, 7). Процена краткотрајних ефеката аерозагађења врши се коришћењем регресионих модела, при чему се подаци о негативним здравственим исходима (на пример број хоспиталних пријема) и подаци о концентрацијама загађујућих материја у ваздуху бележе свакодневно, у периоду од неколико година. Истовремено се у обзир узимају и сви остали параметри који могу утицати на концентрације загађујућих материја у ваздуху (температура, влажност ваздуха, ваздушни притисак, падавине, брзина ветра, годишње доба, дан у недељи, и тако даље)⁽⁸⁾.

Загађујуће материје у ваздуху које се рутински мере у многим организованим мониторингсистемама укључују велики број различитих амбијенталних честица и гасова. Врста и обим нежељених здравствених ефеката зависе и од специфичне мешавине загађујућих материја у ваздуху и могу бити модификовани другим факторима животне средине, навикама, начином живота и социоекономским условима^(9, 10, 11). Одређени полутант може инхибирати или потенцирати апсорпцију, клиренс или биотрансформацију другог полутанта⁽¹²⁾. Из наведених разлога, при статистичкој обради података у студијама временских серија често се узимају у обзир концентрације већег броја загађујућих материја у ваздуху (мултиполутантни модели). Потребно је још много интердисциплинарних истраживања да би се на адекватан начин и са још већом прецизношћу извршила процена здравственог ризика услед изложености аерозагађењу.

УТИЦАЈ АЕРОЗАГАЂЕЊА НА ХОСПИТАЛИЗАЦИЈЕ ЗБОГ РЕСПИРАТОРНИХ БОЛЕСТИ

Резултати једне од базичних и најобимнијих мултицентричних студија истраживања краткотрајних ефеката аерозагађења на здравље у Европи под називом *Аерозагађење и здравље: Европски приступ* (*Air pollution and health: a European approach – APHEA*) указали су на значај праћења утицаја аерозагађења на акутне здравствене исходе⁽¹³⁾. У оквиру ове студије, у истраживању које је обухватило шест градова Европе, праћена је хоспитализација због хроничне опструктивне болести плућа у укупној популацији у свим узрастима. При порасту дневних просечних концентрација сумпор-диоксида и чађи од $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (за период одложеног деловања lag 1–3), релативни ризик у укупној популацији за све узрасте (95% CI) био је 1,02 (0,98–1,06) за сумпор-диоксид и 1,04 (1,01–1,06) за чађ⁽¹⁴⁾.

У истраживању које је обухватило осам градова у Европи и било такође део APHEA пројекта, при порасту концентрација суспендованих честица PM_{10} од $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, забележено повећање хоспиталних пријема код особа старости 65 и више година износило је 1,0% (95% CI 0,4–1,5) због хроничне опструктивне болести плућа и астме, односно 0,9% (95% CI, 0,6–1,3) због свих респираторних болести⁽¹⁵⁾. Ова студија је потврдила резултате других истраживања у оквиру APHEA пројекта о утицају честица на пораст броја хоспитализација због респираторних болести⁽¹⁴⁾.

У периоду од 1988. до 1997. године, Sunyer и сарадници су у оквиру APHEA-2 пројекта (16) испитивали утицај аерозагађења на хоспиталне ургентне пријеме због астме у узрасним групама од 0 до 14 и од 15 до 64 године, као и хоспитализацију због хроничне опструктивне болести плућа и астме и респираторних болести код особа старијих од 65 година. Установили су да свако повећање концентрација сумпор-

диоксида од $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ доводи до пораста броја хоспиталних пријема због астме код деце узраста 0–14 година за 1,3% (95% CI, 0,4–2,2%). Остали проучавани приједи због респираторних болести нису били статистички значајно повезани са сумпор-диоксидом.

Истраживањем у Риму није доказан статистички значајан утицај сумпор-диоксида и честица у амбијенталном ваздуху на пораст ризика за хоспитализацију због свих респираторних болести, пнеумоније, хроничне опструктивне болести плућа и астме у укупној популацији и код деце старости 0–14 година. Резултати су показали да је највећи утицај на хоспитализације због респираторних болести код одраслих имао угљен-моноксид, док су азот-диоксид и озон у овом истраживању били индикатори акутних респираторних проблема код деце⁽¹⁷⁾.

У истраживању у Бирмингему, у Енглеској, у периоду од 1988. до 1990. године, доказан је сигнификантни утицај чађи и сумпор-диоксида на повећање ризика за хоспитализацију због свих респираторних болести и астме (lag 2) у току зиме⁽¹⁸⁾.

Две године касније, у периоду од 1992. до 1994. године, у Бирмингему је утврђена статистички значајна удруженост концентрација PM_{10} (lag 0) и хоспиталних пријема због свих респираторних болести, цереброваскуларних болести и бронхитиса. Хоспитални приједи због свих респираторних болести, пнеумоније и астме су били статистички значајно повезани са средњим вредностима PM_{10} у периоду три дана пре хоспиталног пријема. Пораст концентрација PM_{10} за $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ довео је до пораста хоспитализација за 2,4% због свих респираторних болести⁽¹⁹⁾.

Anderson и сарадници испитивали су утицај аерозагађења на хоспитализацију због астме у Лондону у периоду од 1987. до 1992. године. У узрасту од 0 до 14 година, при порасту концентрација сумпор-диоксида од $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ утврђен је сигнификантни

пораст ризика за хоспитализацију због астме од 1,64%, док је при истом повећању концентрације чађи, код особа старости преко 65 година, ризик за хоспитализацију због астме био већи и износио 5,60%⁽²⁰⁾.

У Сиднеју, у Аустралији, у периоду од 1990. до 1994. године, пораст дневних максималних једночасовних концентрација честица од 10. до 90. перцентила био је удружен са порастом од 3,01% (95% CI -0,38–6,52) хоспиталних пријема због хроничне опструктивне болести плућа⁽²¹⁾.

Резултати истраживања у свету указују на постојање јаке удружености пораста концентрација амбијенталних честица (ПМ_{2,5} и ПМ₁₀) и последичних хоспиталних пријема⁽²²⁾. Резултати једног броја токсиколошких студија^(23, 24) указали су и на то да, поред броја и масе, и хемијски састав честица може утицати на токсиколошки ефекат, који у случају ПМ_{2,5-10} може варирати од места до места и такође зависно од сезоне⁽²⁵⁾.

Утицај сумпор-диоксида на хоспиталне пријеме проучаван је у великом броју студија у свету^(26, 27). У овим студијама утврђене су велике разлике у утврђеном степену ризика за хоспитализацију због респираторних болести. У неким студијама утицај сумпор-диоксида није био статистички значајан^(28, 29, 30), док су Schwartz и Morris у свом истраживању⁽³¹⁾ забележили сигнификантан утицај сумпор-диоксида у униполутантном, аил не и у биполутантном моделу. У Паризу и Милану утврђен је значајан пораст броја хоспиталних пријема због респираторних болести^(26, 27), док је у Барселони доказан сигнификантан 6–9% пораст броја ургентних хоспиталних пријема због акутне егзацербације хроничне опструктивне болести плућа⁽³²⁾. Различите резултате студија утицаја сумпор-диоксида на хоспитализацију због респираторних болести истраживачи повезују са факторима експозиције и реактивношћу сумпор-диоксида⁽³³⁾.

Истраживања су потврдила да одређене групе оболелих показују већу осетљивост на дејство загађујућих материја у ваздуху. Литературни подаци указују да су под највећим ризиком за хоспитализацију у току акутне експозиције аерозагађењу деца, старије особе и особе са хроничним болестима^(2, 34).

Неколико студија је покушало да одговори на питање да ли са годинама старости расте ризик за хоспиталне пријеме због респираторних болести. Иако су нека истраживања доказала повећан ризик за хоспитализацију код особа старијих од 65 година⁽¹⁵⁾, постоје и студије код којих је статистички значајно дејство загађујућих материја у ваздуху доказано и у млађим узрастима⁽³⁵⁾. Компарацијом краткотрајног утицаја аерозагађења на хоспитализацију у Лондону и Хонг Конгу, Wong и сарадници су нашли позитивну удруженост ургентних хоспиталних пријема због респираторних болести код старијих и ПМ₁₀, азот-диоксида, сумпор-диоксида и озона у оба града⁽³⁶⁾. У Великој Британији у периоду 1994–1996. године, у свим испитиваним старосним групама (0–14, 15–64 и ≥65 година) није било статистички значајног утицаја честица или гасовитих полутаната на хоспитализацију због респираторних болести⁽³⁷⁾.

Неке студије у свету су показале да је преваленција хроничне опструктивне болести плућа и респираторних симптома чешћа код мушкараца у односу на жене и да расте са годинама старости. Резултати студије временских серија на ширем подручју Париза су показали да је у периоду 2000–2003. године код особа старијих од 15 година ризик за хоспитализацију услед аерозагађења био већи код мушкараца у односу на жене и био је статистички значајан само код мушкараца. Ове разлике нису биле само резултат разлика у биолошкој осетљивости на аерозагађење, због тога што и други фактори, као што су разлике у индивидуалној експозицији,

организацији здравствене службе, могу играти значајну улогу⁽³⁸⁾. Са друге стране, у трогодишњој студији у Канади, у популационој групи старости од 55 до 90 година, број хоспиталних пријема због хроничне опструктивне болести плућа био је већи код особа женског пола⁽³⁹⁾. Иако механизми који објашњавају различите резултате утицаја појединих загађујућих материја у ваздуху код мушкараца и жена још увек нису довољно разјашњени, разлике би се могле јавити као последица веће заступљености пушења и веће изложености штетним агенсима у радној средини код особа мушког пола. Међутим, новија истраживања указују на то да се у неким земљама број жена пушача повећава⁽⁴⁰⁾, а утврђено је и да су особе женског пола сензитивније на развој хроничне опструктивне болести плућа када су изложене дуванском диму^(41, 42).

ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања у свету указују на постојање удружености пораста концентрација загађујућих материја у амбијенталном ваздуху и штетних акутних ефеката

на респираторни систем, уз последично повећање броја хоспиталних пријема.

Изложеност аерозагађењу и при концентрацијама загађујућих материја које се уобичајено бележе у ваздуху урбаних средина, могу довести до негативних здравствених ефеката, посебно код осетљивих популационих група.

Узимајући у обзир здравствене, социјалне и економске последице погоршања стања оболелих од респираторних болести, процена потенцијалних користи од редукације концентрација загађујућих материја у амбијенталном ваздуху је од великог значаја за јавно здравље. Чак и незнатно повећање ризика за оштећење здравља услед деловања аерозагађења може представљати значајан проблем, због сталне изложености укупне популације и посебно осетљивих популационих група. Унапређење квалитета ваздуха као једног од ретких фактора ризика на који се може превентивно деловати и увођење и примена нових стандарда представља важну могућност у превенцији респираторних и других болести на индивидуалном и популационом нивоу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Katsouyanni K. *Ambient air pollution and health*. British Medical Bulletin 2003; 68: 143–56.
2. Pope CA. *Air pollution and health – good news and bad*. N Engl J Med 2004; 351: 1132–4.
3. Sunyer J. *Urban air pollution and chronic obstructive pulmonary disease: a review*. Eur Respir J 2001; 17: 1024–33.
4. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. *Health effects of outdoor air pollution*. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153: 3–50.
5. WHO. *Air quality guidelines for Europe*, second edition. WHO Regional Publications, European Series, No.91. Copenhagen, 2000.
6. Schwartz J, Dockery DW. *Increased mortality in Philadelphia with daily air pollution concentrations*. Am Rev Respir Dis 1992; 145: 600–4.
7. Schwartz J. *Air pollution and hospital admissions for the elderly in Birmingham, Alabama*. Am J Epidemiol 1994; 139: 589–98.
8. Никић Д, Испитивање деловања аерозагађења на здравље. У: „Никић Д. Ур, 'Аерозагађење и здравље'“. Београд: Зелнид, 2003; 263–4.

9. Krzyzanowski M, Quakenboss JJ, Lebowitz MD. *Relation of peak expiratory flow rates and symptoms to ambient ozone*. Arch Environ Health 1992; 47: 107–15.
10. Katsouyanni K, Pantazopoulou A, Touloumi G, et al. *Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality*. Arch Environ Health 1993; 48: 235–42.
11. Ponka A. *Asthma and low level air pollution in Helsinki*. Arch Environ Health 1991; 46: 262–70.
12. Zmirou D. *Methodological approaches for studying health effects of complex air pollution mixtures*. In: *Air Pollution and Health in the Mediterranean Countries of Europe*, 8–10 october 1992, Athens (Kalandidi A, Katsouyanni K, eds). Commission Of The European Communities, Air Pollution Epidemiology Report Series, No 5. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 1993.
13. Katsouyanni K, Zmirou D, Spix C, et al. *Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data*. Eur Respir J 1995; 8: 1030–8.
14. Anderson HR, Spix C, Medina S, et al. *Air pollution daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project*. Eur Respir J 1997; 10: 1064–71.
15. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, et al. *Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions. Results from APHEA 2 Project*. Am J Respir Crit Care Med 2001; 164: 1860–6.
16. Sunyer J, Atkinson R, Ballester F, et al. *Respiratory effects of sulphur dioxide: a hierarchical multicity analysis in the APHEA 2 study*. Occup Environ Med 2003; 60: e2.
17. Fusco D, Forastiere F, Michelozzi P, et al. *Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy*. Eur Respir J 2001; 17: 1143–50.
18. Walters S, Griffiths RK, Ayres JG. *Temporal association between hospital admissions for asthma in Birmingham and ambient levels of sulphur dioxide and smoke*. Thorax 1994; 49: 133–40.
19. Wordley J, Walters S, Ayres JG. *Short term variations in hospital admissions and mortality and particulate air pollution*. Occup Environ Med 1997; 54: 108–16.
20. Anderson HR, Ponce de Leon A, Bland JM, et al. *Air pollution, pollens, and daily admissions for asthma in London 1987–92*. Thorax 1998; 53: 842–8.
21. Morgan G, Corbett S, Wlodarczyk J. *Air pollution and hospital admissions in Sidney, Australia, 1990 to 1994*. Am J Public Health 1998; 88: 1761–6.
22. Atkinson RW, Anderson HR, Strachan DP, et al. *Short-term associations between outdoor air pollution and visits to accident and emergency departments in London for respiratory complaints*. Eur Respir J 1999; 13: 257–65.
23. Diociaiuti M, Balduzzi M, De Berardis B, et al. *The two PM(2.5) (fine) and PM(2.5–10) (coarse) fractions: evidence of different biological activity*. Environ Res 2001; 86: 254–62.
24. Becker S, Soukup JM, Sioutas C, Cassee FR. *Response of human alveolar macrophages to ultrafine, fine, and coarse urban air pollution particles*. Exp Lung Res 2003; 29: 29–44.
25. Brunekreef B, Forsberg B. *Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health*. Eur Respir J 2005; 26: 309–18.
26. Dab W, Medina S, Quénel P, et al. *Short-term respiratory health effects of ambient air pollution: results of the APHEA project in Paris*. J Epidemiol Comm Health 1996; 50: S42–S6.

27. Vigotti MA, Rossi G, Bisanti L, Zanobetti A, Schwartz J. *Short-term effects of urban air pollution on respiratory health in Milan: 1980–89*. J Epidemiol Comm Health 1996; 50: S71–S5.
28. Ponce de Leon A, Anderson HR, Bland JM, Strachan DP, Bower J. *The effects of air pollution on daily hospital admission for respiratory disease in London: 1987–88 to 1991–92*. J Epidemiol Comm Health 1996; 50: S63–S70.
29. Schouten JP, Vonk JM, Graaf A. *Short-term effects of air pollution on emergency hospital admissions for respiratory disease: results of the APHEA project in two major cities in the Netherlands, 1977–89*. J Epidemiol Comm Health 1996; 50: S22–S9.
30. Ponka A, Virtanen M. *Asthma and ambient air pollution in Helsinki*. J Epidemiol Comm Health 1996; 50: S59–S62.
31. Schwartz J, Morris R. *Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Detroit, Michigan*. Am J Epidemiol 1995; 142: 23–35.
32. Sunyer J, Saez M, Murillo C, et al. *Air pollution and emergency room admission for chronic obstructive pulmonary disease: a five-year study*. Am J Epidemiol 1993; 137: 701–5.
33. Pikhart H, Bobak M, Gorynski P, et al. *Outdoor sulphur dioxide and respiratory symptoms in Czech and Polish children: a small area study (SAVIAH)*. Int Arch Occup Environ Health 2001; 74: 574–8.
34. Abelsohn A, Stieb D, Sanborn MD, Weir E. *Identifying and managing adverse environmental health effects: 2. Outdoor air pollution*. CMAJ 2002; 166: 9.
35. Anderson HR, Atkinson RW, Bremner SA, Marston L. *Particulate air pollution and hospital admissions for cardiorespiratory diseases: are the elderly at greater risk?* Eur Respir J 2003; 21: S39–S46.
36. Wong CM, Atkinson RW, Anderson HR, et al. *A tale of two cities: Effects of air pollution on hospital admissions in Hong Kong and London compared*. Environ Health Perspect 2002; 110: 67–77.
37. Anderson HR, Bremner SA, Atkinson RW, Harrison RM, Walters S. *Particulate matter and daily mortality and hospital admissions in the west midlands conurbation of the United Kingdom: associations with fine and coarse particles, black smoke and sulphate*. Occup Environ Med 2001; 58: 504–10.
38. Granados-Canal DJ, Chardon B, Lefranc A, et al. *Air pollution and respiratory hospital admissions in Greater Paris: exploring sex differences*. Arch Environ Occup Health 2005; 60: 307–13.
39. Chen Y, Stewart P, Dales R, et al. *Changing age-pattern of hospitalisation risk of chronic obstructive pulmonary disease in men and women in Canada*. Age and Ageing 2005; 34: 373–7.
40. McFarlane A, Goldstein R. *COPD*. In: *Respiratory disease in Canada*. Ottawa, Ontario: Health Canada 2001; 45–5.
41. Silverman EK, Scott TW, Drazen JM, et al. *Gender-related differences in severe, early-onset COPD*. Am J Respir Crit Care Med 2000; 162: 2152–8.
42. Prescott E, Bjerg AM, Andersen PK, et al. *Gender difference in smoking effects on lung function and risk of hospitalisation for COPD: results from a Danish longitudinal population study*. Eur Respir J 1997; 10: 822–7.

Контакт: др мед. Сузана Милутиновић, специјалиста хигијене, Институт за јавно здравље, Ниш, Булевар Др Зорана Ђинђића бр. 50, 18000 Ниш, тел. 063/85-11-244;
e-mail: suzana-m@open.telekom.rs