

Onesnaženje zraka z ozonom negativno vpliva na urejenost astme pri otrocih

Relationship between ozone exposure and asthma control in children

Lilijana Besednjak Kocijančič

Zdravstveni dom Nova Gorica, Rejčeva 4, 5000 Nova Gorica

Korespondenca/ Correspondence:

Lilijana Besednjak Kocijančič, Zdravstveni dom Nova Gorica, Rejčeva 4, 5000 Nova Gorica

Ključne besede:

onesnaženje zraka, ozon, astma, otrok

Key words:

air pollution, ozone, asthma, child

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2009; 78: 540–547

Prispelo: 5. maj 2009
Sprejeto: 11. avg. 2009

Izvelek

Izhodišča: Onesnaženost zraka vpliva na zdravje prebivalstva. Zaradi razvijajočih se dihal so otroci bolj dovzetni za škodljive učinke onesnaženja zraka, kakor so odrasli. Prav zaradi zvečane občutljivosti otrok se lahko škodljivi učinki ozona na zdravje pri njih pojavijo že pri nižjih koncentracijah ozona. Z raziskavo smo želeli ugotoviti, kakšen je vpliv ozona na urejenost alergijske astme pri otrocih.

Preiskovanci in metode: V raziskavo je bilo vključenih 161 otrok, mlajših od 15 let, z astmo, ki živijo v istem okolju. Klinični potek astme je bil opazovan v dveh obdobjih: A – poletje 2006 z visokimi in B – poletje 2007 z za letni čas in območje običajnimi koncentracijami ozona. Spremljali smo simptome astme, porabo olajševalca, jutranje vrednosti pretoka zraka (PEF) in bolnišnično zdravljenje zaradi poslabšanja astme. Krajevne meteorološke podatke in urne koncentracije ozona nam je posredovala Agencija Republike Slovenije za okolje.

Rezultati: Nižje vrednosti jutranjega PEF, večjo porabo olajševalca in več sprejemov v bolnišnico zaradi poslabšanja astme smo opazili v obdobju A ($P < 0.01$). V obeh obdobjih smo zaznali statistično pomemben porast simptomov astme takoj, ko so koncentracije ozona presegle 8-urno ciljno vrednost $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

($\chi^2 = 179,17$; $P < 0,0001$). Nekoliko povečano število sprejemov v bolnišnico smo beležili, ko so koncentracije ozona v zraku presegle opozorilno vrednost $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($P = 0.019$) in 8-urno ciljno vrednost ($P = 0.024$).

Zaključek: Raziskava kaže na pomemben negativni vpliv ozona na urejenost astme pri otroku. Poslabšanja bolezní se pojavljajo, še preden koncentracije ozona presežejo opozorilno vrednost ozona v zraku.

Abstract

Background: Air pollution adversely affects the health of population. Children are at greater risk than adults to the adverse effects of air pollution because their respiratory systems are still developing, so they may be adversely affected by lower ozone concentrations than those that would affect adults. The aim of this study was to investigate the influence of ozone on the control of allergic asthma in children.

Materials and methods: In the study were included 161 asthmatic children under 15 years, with asthma, living in the same area. Clinical course of asthma was observed during two seasons: A – summer 2006 with high and B – summer 2007 with usual ozone levels for the season and area. Asthma symptoms, reliever usage, morning peak-flow (PEF) values and asthma-related hospital admissions were

observed. Local daily concentrations of ozone and meteorological data were obtained from the Environmental Agency of the Republic of Slovenia.

Results: Lower morning PEF rates, higher reliever usage and more asthma-related hospital admissions ($P < 0.01$) were observed in period A. In both periods a significant increase of daily asthma symptoms was observed as early as ozone concentration exceeded the

8-hour target value of $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\chi^2 = 179.17$; $P < 0.0001$). Positive influence on hospital admissions was observed, when ozone concentration exceeded the threshold hourly value ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ($P = 0.019$) or the 8-hour target value ($P = 0.024$).

Conclusions: We demonstrated a significant effect of ozone on asthma control even at concentrations below information threshold values.

Uvod

Pogostost astme narašča zlasti v industrializiranih in gosto naseljenih krajih. Znano je, da onesnaženje zraka neugodno vpliva na zdravje. Povišanim koncentracijam ozona (O_3), prašnih delcev (PM_{10}) dušikovega dioksida (NO_2) in žveplovega dioksida (SO_2) pripisujejo pomemben negativni vpliv na poslabšanje astme.^{1,2} Prizemni ozon je močan oksidant, ki nastane pod vplivom sončne svetlobe iz emisij hlapljivih organskih zmesi (ogljikovodikov) in dušikovih oksidov. Škodljivi učinki ozona so posledica delovanja prostih radikalov, ki nastajajo ob stiku z organskimi molekulami. Slednji poškodujejo epitelne celice in makrofage ter sprožijo verižno reakcijo, ki ima za posledico vnetje dihalne poti z okvaro imunskega odziva. Že kratkotrajna večkratna izpostavitve povišanim koncentracijam ozona povzročata kašelj, težko dihanje zaradi povečane preodzivnosti dihalne poti in poslabšanje pljučne funkcije.^{3,4} Ob prisotnosti ozona so dihala bolj dovzetna za virusne in bakterijske okužbe. Otroci so bolj dovzetni za škodljive vplive ozona kot odrasli, ker imajo ožje dihalne poti, hitreje dihaajo, njihova dihala in imunski odziv pa se še razvijajo, več časa preživijo na prostem in se več gibljejo. Volumen zraka, ki ga vdihajo na kilogram telesne teže v časovni enoti, je dvakrat večji kot pri odraslih. Poleg tega je proces detoksikacije pri njih upočasnen zaradi še ne docela razvitih metabolnih poti.⁵

Znani so podatki o tem, kako vplivajo presežene koncentracije ozona v zraku na potek astme pri otroku in kakšen je njihov učinek ob sočasnem zvečanju obremenjenosti zraka s cvetnim prahom. Slabo pa so poznani učinki

ozona v koncentracijah, ki so nižje od mejno dovoljenih.^{5,6,7}

Namen raziskave je bil ugotoviti, kako vplivajo povišane in še dovoljene koncentracije ozona v zraku na potek astme pri skupini otrok z Goriške.

Metode

Območje raziskave

Raziskava je bila izvedena na Goriškem. Zajela je kraje, ki ležijo na 90 kvadratnih kilometrih površine vzdolž državne meje z Italijo. To območje je razdeljeno med štiri občine. Na njem živi 31.200 prebivalcev. Nova Gorica je kulturni in administrativni center regije z dobro razvitim turizmom in igralnštvom. Na območju ni težke, temveč le predelovalna industrija. V okolici so obdelovalne kmetijske in manjše gozdne površine.

Za Goriško je značilno submediteransko podnebje. Od pravega sredozemskega podnebja se loči po večji količini padavin in nekoliko nižjih temperaturah v poletnem obdobju. Zime so mile, več je sončnih dni kot v ostalih delih Slovenije. Goriška spada med področja, kjer je zrak najbolj obremenjen z ozonom. Ta doseže zelo visoke koncentracije poleti, zlasti ob vročih in sončnih dnevih. Ozon lahko vetrovi занesejo daleč stran od mesta njegovega nastanka. Prevladuje mnenje, da ga na Goriško занesejo vetrovi iz severne Italije, ker je onesnaženost z ozonom največja v Evropi. Prav gotovo pa k onesnaženju zraku prispevajo tudi motorna vozila. Goriška je s 545 registriranimi vozili na 1000 prebivalcev na drugem mestu v državi. Tem se vsak dan pridružijo še vozila 2000 do 4000 obiskovalcev novogoriških igralnic.

Meteorološki podatki

Lokalne meteorološke podatke nam je posredovala Agencija republike Slovenije za okolje. Meritve povprečnih temperatur zraka, trajanja sončnega obsevanja (ure), količina padavin (v mm/m²) in pogostosti smeri vetra (%) so bile opravljene na merilnem mestu v Biljah. Meritve urnih koncentracij ozona (µg/m³) in prašnih delcev (µg/m³) se izvajajo v Novi Gorici. Kraja sta oddaljena 3 km in se nahajata na opazovanem območju.

Spremljali smo osnovne meteorološke podatke in izračunali njihove srednje vrednosti za opazovano obdobje (Tabela 1). Izračunali smo povprečno urno koncentracijo ozona za obdobje in spremljali dopustne, mejne in alarmne vrednosti ozona v zraku. Te so opredeljene v Evropskih direktivah o kakovosti zraka (Directiva: 2002/3/EC in 2001/81/EC) in v Uredbi o ozonu v zunanjem zraku – UL RS št. 8/2003, ki opredeljujejo povprečno urno koncentracijo ozona 180 µg/m³ kot opozorilno vrednost (OV), 240 µg/m³ kot alarmno vrednost (AV), 120 µg/m³ kot ciljno vrednost (CV) do leta 2010 (Tabela 2), CV naj ne bi presegli več kot 25 dni v letu.

Preiskovanci

V raziskavo je bilo vključenih 161 otrok (55 deklic in 106 dečkov), mlajših od 15 let, ki so se

zdravili zaradi blage ali zmerne astme v Zdravstvenem domu Nova Gorica. Pri 134 (83,2 %) otrocih smo z alergološkim testiranjem (povečane vrednosti specifičnih protiteles IgE ali pozitivni kožni vbodni testi) potrdili alergijsko etiologijo astme. Pri 27 (26,8 %) otrocih alergijske etiologije astme nismo potrdili, je pa bilo iz družinske anamneze razvidno, da je imel vsaj eden od staršev ali sorojenec z alergološkim testiranjem potrjeno alergijsko bolezen. V raziskavo so bili vključeni tisti otroci z astmo, ki so prejeli zaščitni odmerek protivnetnega zdravila (inhalacijski kortikosteroid (IGK) ali montelukast) vsaj eno leto in ga niso spreminjali vsaj en mesec pred začetkom raziskave. Ob tem je bila astma stabilizirana, največji pretok zraka ob forsiranem izdihu (PEF) pa je bil vsaj 80 % otrokovega osebne rekorda. Kot osebni rekord smo smatrali najvišjo vrednost PEF, ki jo je otrok nameril vsaj trikrat v stabilnem obdobju bolezni. Vsi so redno vodili dnevnik o vodenju astme, v kategoriji so dnevno beležili jutranje meritve PEF, število vdihov olajševalca in znake poslabšanja bolezni. Starši vseh otrok so bili nekadilci. Odločilno vključitveno merilo za otroka je bila odsotnost alergije na pelod trav, ker so med poletjem koncentracije slednjih visoke in bi lahko na opazovanem območju sprožile poslabšanja. Klinične simptome astme (kašelj, težko dihanje in piskanje), porabo olajševalca, jutranje meritve PEF, obiske v ambulanti naj-

Tabela 1: Lokalni meteorološki podatki za posamezno obdobje

	Obdobje A	Obdobje B
Povprečna temperatura zraka (°C)	20.5	20.1
Povprečna max. temperatura zraka (°C)	26.9 (T. max. 39,8)	26.8 (T. max. 38)
Povprečna min. temperatura zraka (°C)	13.9	10.8
Povprečno trajanje sončnega obsevanja (h)	256.8	217.2
Povprečna količina padavin (mm)	75.0	108.1
Št. dni s hitrostjo vetra >10 m/s	57 (37.3 %)	44 (28.7 %)
Dnevi brez vetra	0	5 (3.3 %)
Smer vetra	56 % V/E, VJV/ESE	49 % V/E, VJV/ESE
Št. Prekoračitev mejne vrednosti PM ₁₀ (50 µg/m ³)	6	15

Kratice: T. max. – najvišja izmerjena temperatura v obdobju; PM₁₀ – prašni delci velikosti do 10 µm; V – vzhodnik; VSV – vzhodjugovzhodnik.

ne medicinske pomoči (ANMP) in sprejeme v bolnišnico smo spremljali pri celotni skupini dve opazovalni obdobji. Obdobje med 1. majem in 31. septembrom 2006 smo poimenovali kot obdobje A, obdobje med 1. majem in 31. septembrom 2007 pa smo poimenovali kot obdobje B. Za obdobje A so bile značilne izrazito visoke koncentracije ozona v zraku, medtem ko so bile v obdobju B koncentracije ozona v zraku običajne za opazovano področje in letni čas.

Podatke o porabi zdravil, spreminjanju PEF in simptomih astme smo pridobili iz zdravstvenega kartona, dnevnika o vodenju astme in jih dopolnili z razgovorom z otrokom in njegovimi starši. Podatke o obisku ANMP in o hospitalizaciji pa smo povzeli iz poročila dežurnega zdravnika, odpustnice iz bolnišnice in otrokovega zdravstvenega kartona.

Razlike med skupinami smo potrdili s pomočjo testa χ^2 z Yatesovim popravkom. Za statistično značilno je bila določena vrednost $P < 0,01$. Podatki so bili obdelani na osebem računalniku v programski aplikaciji SPSS 11.0.

Rezultati

Obdobje A se je od obdobja B razlikovalo po nekoliko višji povprečni in maksimalni temperaturi zraka, nižji količini padavin, po daljšem povprečnem trajanju sončnega obsevanja in večjem številu dni, ko je hitrost vetra presegla 10 m/s. Smer vetra je bila v obeh sezonah enaka. V sezoni B smo beležili 5 dni brez vetra (Tabela 1). Koncentracije ozona so bile v obdobju A izrazito visoke, v obdobju B pa med najnižjimi v zadnjem desetletju. V

obeh obdobjih ni bilo prekoračitev AV. V obdobju A je bilo število primerov s preseženo OV 1,8-krat, s preseženo 8-urno CV 1,2-krat in s preseženo urno CV 1,5-krat večje kot v obdobju B. Prav tako je bila v obdobju A povprečna urna koncentracija ozona za 18,6 % višja kot v obdobju B (Tabela 2).

V opazovani skupini so prevladovali otroci z blago astmo (63,9 %) in dečki (65,8 %). Večina otrok (81 %) je živel na območju, ki je od mesta merjenja koncentracije ozona v zraku oddaljena največ 4 km. 59 (36,6 %) otrok je bilo starih 2 do 5 let, 57 (35,4 %) jih je bilo starih 6 do 10 let in 45 (28 %) jih je bilo starih 11 do 15 let. Povprečna starost je bila 7,6 let. Z IGK se je zdravilo 96 otrok. Alergolog ali izbrani pediater sta predpisala 7 otrokom 100 µg flutikazona dnevno, 73 otrokom dvakrat 100 µg, 9 otrokom dvakrat 150 µg in 7 otrokom dvakrat 200 µg dnevno. Ostalih 65 otrok se je zdravilo s 4, 5 ali 10 mg montelukasta enkrat dnevno, odvisno od njihove starosti. Temeljno zdravljenje s preprečevalcem je bilo v obeh obdobjih enako. Otrokom, ki so bili zaradi poslabšanja zdravljeni v bolnišnici in so prejeli zaščitni odmerek IGK, se je ta za krajše obdobje zvišal. Otrokom, ki so prejeli montelukast, so IGK dodali.

Padec PEF za 30 ali več odstotkov pod otrokov osebni rekord smo v skupini A beležili pri 46 (28,6 %), v obdobju B pa le pri 23 (14,3 %) otrocih, ($P < 0,01$). Pri vsakem otroku je upad pljučne funkcije trajal v obdobju A povprečno $4,1 \pm 3,8$ dneva, v obdobju B pa $3,5 \pm 3,4$ dneva ($P < 0,01$). Olajševalec je vsaj en dan ali več v obdobju A potrebovalo 49 (30,4 %) otrok, v obdobju B pa samo 23 (14,3 %) otrok. Vsak otrok ga je v obdobju

Tabela 2: Koncentracije ozona v posameznem obdobju, izračunane iz urnih vrednosti

	Obdobje A	Obdobje B
Povprečna urna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	74.1 (2.5 – 228)	62.5 (3.5 – 209.7)
Št. primerov s preseženo OV (OV = 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	34	19
Št. primerov s preseženo AV (AV = 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),	0	0
Št. primerov s preseženo 8-urno CV (CV = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	51	41
Št. primerov s preseženo 1-urno CV (CV = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	438	297

Kratice: OV – število primerov s prekoračeno opozorilna vrednost; AV – število primerov s prekoračeno alarmno vrednostjo; CV – število primerov s prekoračeno ciljno vrednostjo.

A uporabljal $1,6 \pm 3,6$ dneva, v obdobju B pa $0,7 \pm 2$ dneva ($P < 0,001$).

V času, ko se otroci najpogosteje zadržujejo na prostem, so bile koncentracije ozona med 90 in $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iz dnevnikov o vodenju astme je bilo razvidno, da so se znaki poslabšanja v obeh obdobjih pogosteje pojavljali takrat, ko je koncentracija ozona presegla 8-urno CV ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Otroci so imeli težave zaradi poslabšanja astme v tem času $1,2 \pm 2,5$ dneva, medtem ko so jih imeli le $0,6 \pm 1,7$ dneva ob koncentracijah, nižjih od 8-urne CV. Odstotek dni, ko so bili otroci povsem brez težav, je bil višji ob nižjih koncentracijah ($50,6\%$) kot takrat, ko so bile koncentracije ozona višje od CV ($P < 0,0001$).

Zaradi poslabšanja bolezni je 30 otrok obiskalo ANMP ali pa so jih zdravili v bolnišnici. Odstotek je bil višji v obdobju A ($14,3\%$) kot v obdobju B ($4,4\%$), ($P < 0,01$).

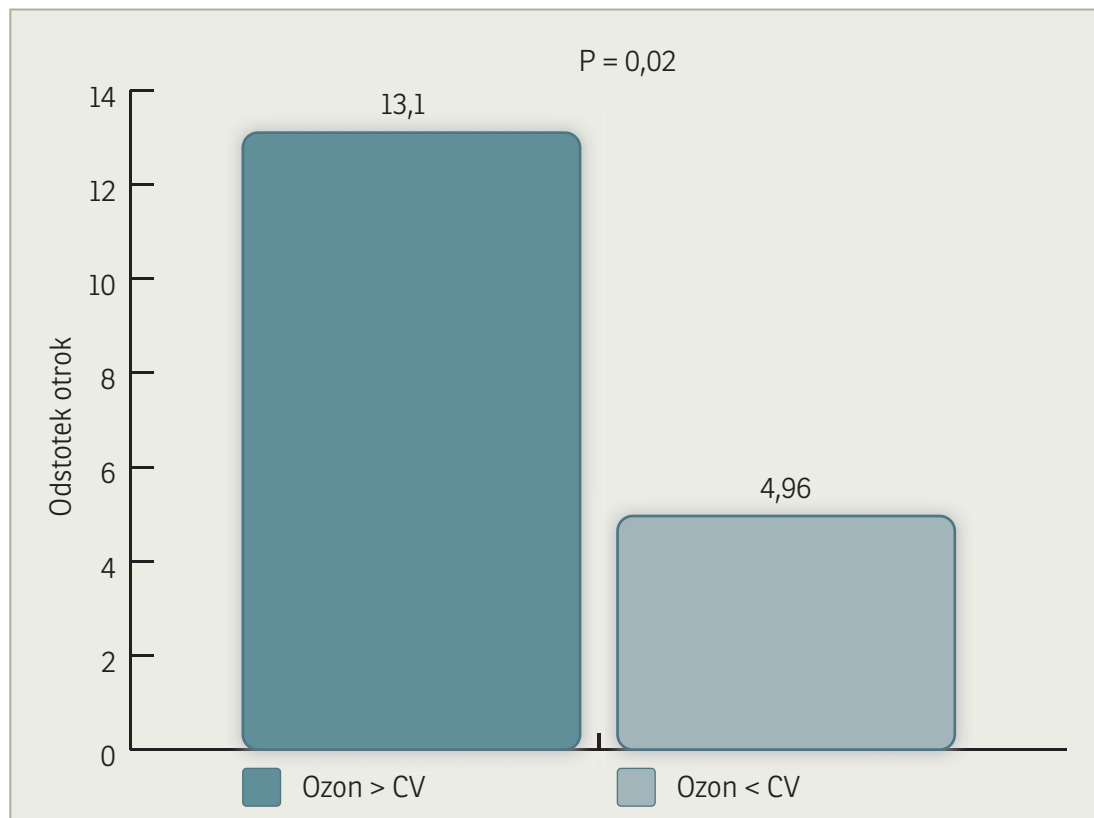
Ob 8-urnih koncentraciji ozona med 120 in $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je $13,81\%$ otrok obiskalo ANMP ali pa so bili sprejeti v bolnišnico, medtem ko je bilo teh obiskov manj ($4,9\%$ otrok) ob koncentracijah, nižjih od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($P = 0,02$) (Slika 1). 70% vseh obiskov v dežurni ambulanti in sprejemov v bolnišnico pa je bilo

opravljenih tiste dni, ko so urne koncentracije ozona presegle $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($P = 0,01$), (Slika 2).

Razpravljanje

V zadnjem desetletju smo pri otrocih na Goriškem opazili povečanje števila obiskov zaradi poslabšanja astme v poletnem času, ko koncentracije ozona v zraku dosegajo in presegajo dovoljene vrednosti. Zato smo želeli spremljanjem poteka blage ali zmerne astme pri skupini 161 otrok, starih 2–15 let, v dveh poletnih sezonah ovrednotiti vpliv povišanih koncentracij ozona v zraku.

Rezultati naše raziskave nakazujejo, da imajo otroci z astmo v obdobju povečanih koncentracij ozona v zraku več težav. Znano je, da naj bi se pri ogroženih skupinah prebivalcev, med katere spadajo tudi bolniki z astmo, škodljivi učinki na zdravje pojavili že ob kratkotrajni izpostavitvi koncentracijam ozona, ki so višji od OV ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).⁸ Ozon neposredno okvari steno dihalne poti. Vnetne spremembe, preodzivnost in spremenjena prepustnost dihalne poti so posledica delovanja prostih radikalov, ki se sproščajo ob kemijskih reakcijah ozona z drugimi biomole-



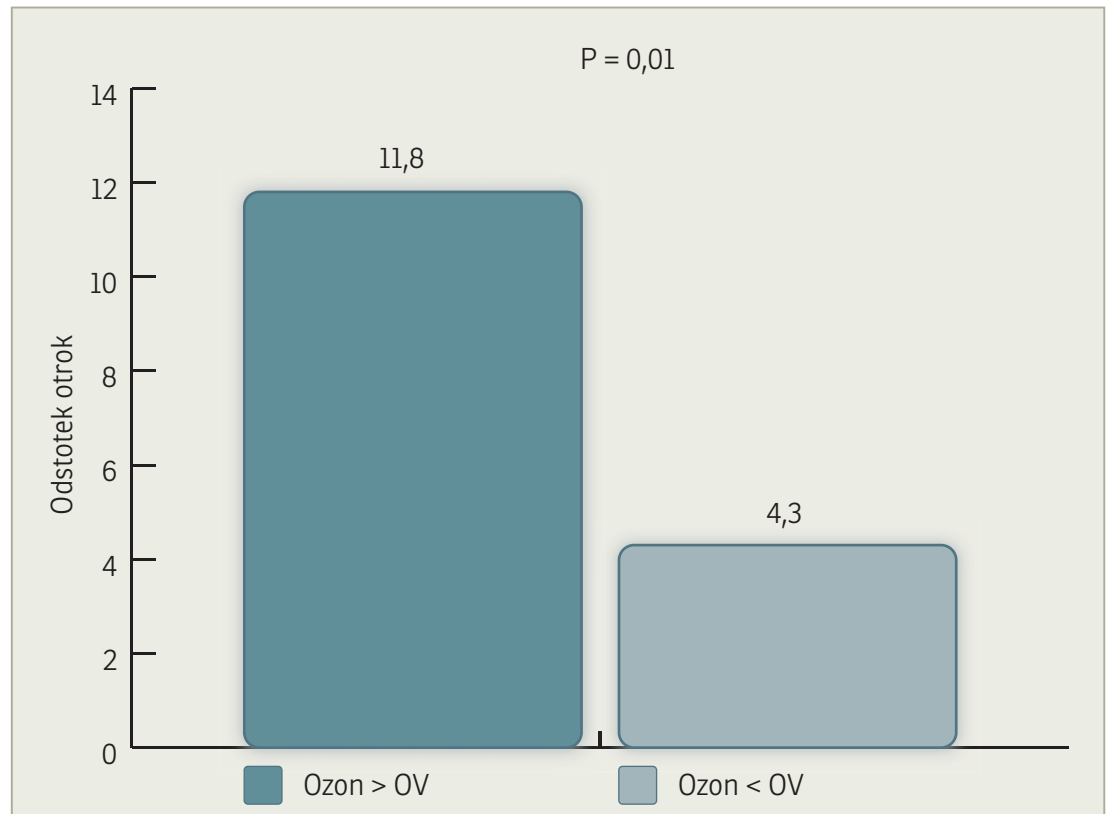
Slika 1: Prikaz odstotka obiskov ANMP in hospitalizacij glede na ciljno vrednost ozona v zraku (CV= $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

kulami.⁴ Raziskave na mladičih primatov, ki so jih 6 mesecev ciklično izpostavljali povišanim koncentracijam prizemnega ozona, so pokazale, da so pri njih pljuča slabše razvita, imajo ožje in krajše dihalne poti, spremenjeno mišično strukturo v dihalni cevi in hiperplazijo epitela bronhov. Ozon tudi sinergistično deluje z alergeni (pršica in drugi alergeni) ob sočasni izpostavitvi, saj povzroči spremembe epitela dihalne poti in spremeni imunski odziv.^{9,10} Da bi izključili sinergistično delovanje, v raziskavo nismo vključili otrok s potrjeno alergijo na pelod trav, ki običajno v poletnem času dosegajo najvišje koncentracije med vsemi alergeni na opazovanem območju. Sklepa mo lahko, da so spremembe dihal pri otrocih podobne spremembam pri primatih in da so pogostejše kot pri odraslih. V primerjavi z odraslimi imajo namreč otroci večjo alveolno ventilacijo, če upoštevamo njihovo telesno maso in večji upor v perifernih dihalnih poteh, kar ima za posledico večjo možnost okvare. Frekvenca dihanja je pri njih višja in se izenači s frekvenco odraslih v starosti 16 let.¹¹ Več časa prebijejo na prostem in so bolj telesno dejavni. S telesno dejavnostjo pa se stopnjuje tudi vpliv ozona na upad pljučne funkcije. Že

po nekajurni (2–8 ur) izpostavitvi otroka koncentracijam ozona, ki so višje od $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se poslabša pljučna funkcija. Poslabšanje traja od nekaj ur do 48 ur po izpostavitvi. Ponavljajoče se izpostavitve ozonu stopnjujejo njegov škodljiv učinek na dihala.¹² Zato je verjetnost, da se poslabša že obstoječa astma, ali da se astma pri otroku razvije, še večja.

V opazovani skupini smo spremljali poslabšanje pljučne funkcije z rednimi meritvami jutranjega PEF. Ugotovili smo, da je bil odstotek otrok s padcem PEF za vsaj 30 % pod otrokov osebni rekord v obdobju A kar dvakrat večji. Ob tem so bili tudi bolj izraženi bolezenski znaki, zvečale so se subjektivne težave, povečala se je poraba olajševalca. V podobnih raziskavah je že bilo potrjeno, da se ob povečanih koncentracijah ozona povečajo simptomi astme in poraba olajševalca za 15%.^{13,14} Zmanjšana poraba olajševalca v obdobju B je lahko do neke mere tudi rezultat odrasčanja otrok, eno leto daljšega zaščitnega zdravljenja, med katerim so izpopolnili tehniko vdihavanja IGK in naravnega poteka astme.

Številne dosedanje raziskave so potrdile neugodno delovanje ozona ob koncentracijah,



Slika 2: Prikaz odstotka obiskov ANMP in hospitalizacij glede na opozorilno vrednost ozona v zraku ($OV=180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

ki so višje od OV in AV, na potek astme pri odraslih in otrocih. Manj je informacij o poteku astme ob koncentracijah ozona v zraku, ki so nižje od teh vrednosti. Gent in Triche s sodelavci sta dokazala, da se pri otrocih z astmo in otrocih mater z astmo znaki prizadetosti dihal s piskanjem in težkim dihanjem pojavijo tudi ob nižjih koncentracijah, zlasti če so jim otroci izpostavljeni dalj časa.^{15,16} Tudi naši rezultati kažejo na to, da so simptomi astme in obiski v ANMP ter sprejemi v bolnišnico pomembno pogostejši že ob koncentracijah ozona, ki so višje od CV, a naj bi po veljavnih normativih še ne ogrožale zdravja. Rezultati sorodnih raziskav, ki potrjujejo večje število obiskov v ANMP, so pokazali, da med bolniki, ki obiščejo ANMP in so zdravljeni v bolnišnici, prevladujejo otroci, mlajši od 14 let.^{17,18,19} Pri porastu koncentracije ozona v zraku za $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ki traja 3–4 dni, se za 7 % zviša obisk ANMP zaradi poslabšanja astme.²⁰ Sklepamo lahko, da so otroci bolj občutljivi na delovanje ozona in da se njegovi vplivi na potek astme pri njih izrazijo že pri nižjih vrednostih, na kar kaže tudi naša raziskava. Odstotek obravnavanih v ANMP in v bolnišnici je bil ob koncentracijah ozona nad CV kar trikrat večji kot ob koncentracijah ozona pod CV. Hernández-Cadena s sodelavci ugotavlja, da se poveča tudi obisk otrok v ANMP zaradi bolezni zgornjih dihal za 8,3 %, zaradi bolezni spodnjih dihal pa kar za 12,7 %, ko se maksimalna urna koncentracija ozona v zraku zveča za $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.^{3,21}

Pomanjkljivost predstavljene raziskave je, da smo pri vrednotenju vpliva ozona na potek astme pri otroku spremljali premalo drugih dejavnikov, ki vplivajo na potek astme, kot so npr. stiki z alergeni, virusne okužbe, pasivno kajenje in onesnaženje zraka z NO, SO₂ in prašnimi delci. Izmed ostalih onesnaževalcev zraka, za katere vemo, da neugodno vplivajo na potek astme, smo spremljali samo še prekoračitve koncentracije prašnih delcev-PM₁₀. Prekoračitev mejne vrednosti PM₁₀ ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) je bilo v obdobju B 2,5-krat več kot v obdobju A (Tabela 1), zato smo zaključili, da v našem primeru povečane koncentracije prašnih delcev niso vplivale na potek astme. Pomanjkljivost je tudi to, da so bili nekateri podatki zbrani za nazaj in so temeljili na subjektivnih opažanjih otrok in njihovih staršev.

Zaključki

Rezultati raziskave kažejo, da ozon verjetno negativno vpliva na potek astme pri otroku tudi v koncentracijah, ki so nižje od še dopustnih. Zaradi zaščite zdravja ogroženih skupin in splošne populacije otrok je nujno preprečevanje nastajanja ozona z nadzorom vseh možnih izvorov nastanka ozona. Starše je potrebno naučiti, kako naj ravnajo ob povišanih koncentracijah ozona in jih seveda o slednjih tudi stalno obveščati.

Zahvale

Avtor se zahvaljuje Dragici Prinčič-Komic za statistično analizo.

Literatura

1. Lee JI, Kim H, Song H, Hong YS, Cho YS, Shin YS, et al. Air pollution and asthma among children in Seoul, Korea. *Epidemiology* 2002; 13: 481–84.
2. Ostro B, Lipsett M, Mann J, Braxton-Owens H, White M. Air pollution and exacerbations of asthma in African-American children in Los Angeles. *Epidemiology* 2001; 12: 200–8.
3. Blomberg A. Airway inflammatory and antioxidant responses to oxidative and particulate air pollutants – experimental exposure studies in humans. *Clin Exp Allergy* 2000; 30: 310–17.
4. Ramirez-Aguilar M, Barraza-Villareal A, Moreno-Macias H, Winer AM, Cicero-Fernández P, Vélez-Márquez MG. Assessment of personal exposure to ozone in asthmatic children residing in Mexico city. *Salud Publica Mex* 2008; 50: 67–75.
5. Rodrigues C, Tonkin R, Heyworth J, Kusel M, De Klerk N, Sly P.D, et al. The relationship between outdoor air quality and respiratory symptoms in young children. *International Journal of Environmental Health Research* 2007; 17: 351–60.
6. Galan I, Tobias A, Banegas JR, Aranguéz E. Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admission. *Eur Respir J* 2003; 22: 1–7.
7. Emberlin J. The effects of air pollution on allergenic pollen. *Eur Respir J* 1998; 12: 6–12.
8. Sousa SIV, Alvin-Ferraz MCM, Martin FG, Peireiro MC. Ozone exposure and its influence on the worsening of childhood asthma. *Allergy* 2009; 64: 1046–55.

9. Fanucchi MV, Plopper CG, Evans MJ, Hyde DM, Van Winkle LS, Gershwin LJ, et al. Cyclic exposure to ozone alters distal airway development in infant rhesus monkeys. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2006; 291: L644–L50.
10. Evans MJ, Fanucchi MV, Baker GL, Van Winkle LS, Pantle LM, Nishio SJ, et al. Atypical development of the tracheal basement membrane zone of infant rhesus monkeys exposed to ozone and allergen. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2003; 285: L931–L39.
11. Wallis LA, Healy M, Undy MB, Maconochie I. Age related reference ranges for respiration rate and heart rate from 4 to 16 years. *Arch Dis Child* 2005; 90: 1117–21.
12. Ozone and other photochemical oxidants in: Air quality guidelines for Europe, 2nd edition. Copenhagen, WHO regional office for Europe; 2000 WHO regional publications, European series No. 91.
13. Feo Brito F, Mur Gimeno P, Martinez C, Tobias A, Suarez L, Guerra F, et al. Air pollution and seasonal asthma during the pollen season. A cohort study in Puertollano and Ciudad Real (Spain). *Allergy* 2007; 62: 1152–57.
14. Millstein J, Gilliland F, Berhane K, Gaunderman WJ, McConnell R, Avol E, et al. Effects of ambient air pollutants on asthma medication use and wheezing among fourth-grade school children from 12 Southern California communities enrolled in the Children's Health Study. *Arch Environ Health* 2004; 59: 505–14.
15. Triche EW, Gent JF, Holford TR, Belanger K, Bracken MB, Beckett WS, et al. Low-level ozone exposure and respiratory symptoms in infants. *Environ Health Perspect* 2006; 114: 911–16.
16. Gent JF, Triche EW, Holford TR, Belanger K, Bracken MB, Beckett WS, Leaderer BP. Association of low-level ozone and fine particles with respiratory symptoms in children with asthma. *JAMA* 2003; 290: 1859–67.
17. Villeneuve PJ, Chen L, Rowe BH, Coates F. Outdoor air pollution and emergency department visits for asthma among children and adults: A case crossover study in northern Alberta, Canada. *Environ Health* 2007; 6: 40.
18. Pönkä A, Virtanen M. Asthma and ambient air pollution in Helsinki. *Epidemiol Community Health*. 1996; 50 Suppl 1: 59–62.
19. Wilhelm M, Meng YY, Rull RP, English P, Balme J, Ritz B. Environmental public health tracking of childhood asthma using California health interview survey, traffic, and outdoor air pollution data. *Environ Health Perspect* 2008; 116(9): 1254–60.
20. Paulu C, Smith AEJ. Tracking associations between ambient ozone and asthma-related emergency department visits using case-crossover analysis. *Public Health Manag Pract* 2008; 14: 581–91.
21. Hernández-Cadena L, Barraza-Villarreal A, Ramírez-Aguilar M, Moreno-Macias H, Miller P, Carbajal-Arroyo LA, Romieu I. Infant morbidity caused by respiratory diseases and its relation with the air pollution in Juarez City, Chihuahua, Mexico. *Salud Publica Mex* 2007; 49: 27–36.