

VILNIAUS MIESTO MOKINIŲ RIZIKOS SIRGTI ALERGINIU RINITU SĄSAJOS SU ORO TARŠA NUSTATYMAS PANAUDOJANT GIS

Šarūnas Alasauskas¹, Rūta Ustinavičienė¹, Mindaugas Kavaliauskas²

¹Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Visuomenės sveikatos fakulteto Aplinkos ir darbo medicinos katedra, ²Kauno technologijos universiteto Matematikos ir gamtos mokslų fakulteto Taikomosios matematikos katedra

Santrauka

Tikslas. Pasaulyje atlikta daug neigiamo oro teršalų poveikio sveikatai tyrimų mažose gyventojų imtyse. Lietuvoje tai vienas iš pirmųjų didelės apimties tyrimų, kuriame įvertintos gyvenamosios aplinkos veiksnių ir alerginio rinito sąsajos. Pagrindinis šio tyrimo tikslas buvo iširti visų Vilniaus miesto mokinių nuo 7 iki 17 metų riziką sirgti alerginiu rinitu nustatant sąsajas su oro tarša, panaudojant erdvinės analizės geografinių informacijos sistemų (GIS) priemones.

Tyrimo metodai ir medžiaga. Į tyrimo duomenų bazę įtraukti 51 235 vaikai, gyvenantys Vilniaus mieste. Iš duomenų bazės atrinkome vaikus, kuriems nustatyta alerginio rinito diagnozė J30.1–J30.4 (TLK-10 AM). Individualios taršos gyvenamojoje aplinkoje koncentracijos bei atstumai nuo kelių ir žaliųjų erdvių skaičiuoti naudojantis *ArcGIS* erdvinės analizės įrankiu. Teršalų modeliai įvertinti taikant Spirmeno koreliacijos matricą. Tiriant oro taršos koncentracijos gyvenamojoje aplinkoje, artumo nuo kelių, žaliųjų erdvių ir vaikų, sergančių alerginiu rinitu, ryšį, pritaikyta dvinarė daugia-lypė logistinė regresija.

Rezultatai ir išvados. 2017 m. iš 51 235 mokinių, kuriems buvo 7–17 metų, alerginiu rinitu sirgo 2 723 asmenys, tai sudarė 5,3 proc. tiriamųjų. Remiantis tyrimo rezultatais galima sakyti, kad dažniau alerginiu rinitu sirgo berniukai (61,5 proc.) nei mergaitės (38,5 proc.). Nustatyti statistiškai reikšmingi rizikos sirgti veiksniai: lytis ($\text{SS} = 1,566$, $p < 0,001$), amžius ($\text{SS} = 1,026$, $p < 0,001$) ir SO_2 koncentracija ($\text{SS} = 1,122$, $p = 0,021$). Didėjant mokinių amžiui rizika sirgti irgi didėjo. Nustatyta rizika sirgti alerginiu rinitu susijusi su didesne SO_2 koncentracija gyvenamojoje aplinkoje. Dėl atstumo nuo gyvenamosios vietos iki intensyvių gatvių rizika sirgti alerginiu rinitu nedidėjo galimai todėl, kad SO_2 daugiau energetikos, o ne transporto teršalai. Pramonės, energetikos ir namų ūkių taršos SO_2 mažinimas gali būti vienas iš veiksnių, padedančių mažinti vaikų sergamumo alerginiu rinitu riziką.

Reikšminiai žodžiai: oro tarša, alerginis rinitas, mokiniai, GIS, logistinė regresija.

ĮVADAS

Naujausi tyrimų duomenys rodo, kad dėl teršalų poveikio vaikystėje gali padidėti ligų rizika suaugus, kilti pasekmių tolesniame gyvenime. 93 proc. vaikų iki 5 metų gyvena vietose, kuriose oro taršos lygis viršija Pasaulio sveikatos organizacijos rekomendacijas [1]. Vaikai labiau pažeidžiami oro taršos nei suaugusieji, nes jie daugiau laiko praleidžia lauke, be to, jų dažnesnis kvėpavimas ir didesnis fizinis aktyvumas lemia tai, kad įkvepiama daugiau teršalų. Didesnis poveikis susijęs ir su mažesniu ūgiu bei kūno svoriu [2]. Vaikų

kvėpavimo takai yra mažesnio skersmens, trumpesni nei suaugusiųjų, todėl oro teršalų poveikis didesnis ir gali kilti kvėpavimo takų susirgimų [3]. Ankstesniuose tyrimuose pastebėta ir lyčių skirtumų. Kvėpavimo sistemos alerginės ligos dažniau fiksuotos berniukams nei mergaitėms. Tam įtakos turi kvėpavimo takų vystymosi ir imunologiniai skirtumai, tačiau oro taršos įtaka kvėpavimo takų ligoms lyčių atžvilgiu iki galo neišnagrinėta [4]. Aplinkos veiksniai tiek atskirai, tiek kartu su genetiniais veiksniais yra laikomi pagrindiniais veiksniais, lemiančiais riziką susirgti [5].

Pastaraisiais metais, nepaisant reikšmingų degalų kokybės ir variklių technologijos patobulinimų, transporto priemonių išmetami teršalai daugiausia miesto vietovėse tapo pagrindiniu taršos šaltiniu. Europoje transporto priemonių išmetami dūmai laikomi svarbiausiu azoto oksidų (NO), anglies monoksido

Adresas susirašinėti: Šarūnas Alasauskas
Lietuvos sveikatos mokslų universiteto
Aplinkos ir darbo medicinos katedra
Tilžės g. 18, 47181 Kaunas
El. p. sarunas.alasauskas@lsmuni.lt

(CO), lakiųjų organinių junginių (LOJ) ir kietųjų dalelių (KD_{10} , $KD_{2,5}$) taršos šaltiniu [6]. Sieros dioksidas (SO_2) yra pagrindinis sieros junginių degimo produktas, išsiskiriantis akmens anglių, naftos ir durpių degimo metu bei automobilių išmetamosiose dujose (daugiau varomuose dyzelinu) [7]. Daugelis tyrėjų gyvenimą arti transporto ar užterštų teritorijų siejo su neigiamu poveikiu kvėpavimo takams [8]. Viename iš didelės mokinių imties tyrimų nustatytas statistiškai patikimas ryšys tarp padidėjusio SO_2 kiekio ir rizikos sirgti alerginiu rinitu (AR) [9].

Žaliosios erdvės, kur auga medžių ir krūmų, vaidina svarbų vaidmenį užkertant kelią oro taršai. Medžiai pašalina didelį kiekį oro teršalų, gyvenamosios aplinkos oras tampa švaresnis ir saugesnis [10]. Dalyje tyrimų nustatyta, kad žalumos poveikis susijęs su vaikų ir paauglių alerginėmis ligomis, kituose, atvirkščiai, pastebimas neigiamas ryšys tarp žalumos ir vaikų sirgimo rizikos [11].

Vilnius, lyginant su kitomis Europos sostinėmis, nėra labai tankiai apgyvendintas miestas. Čia viename kvadratiname kilometre gyvena 1 382 žmonės, pavyzdžiui, Berlyne – 4 206. Žalieji plotai sostinėje užima apie 40 proc. visos teritorijos. Didelį oro taršos vaidmenį mieste lemia transporto priemonių skaičius. 546 382 gyventojai naudojami 192 086 transporto priemonėmis, 2,8 žmogaus tenka vienas automobilis. Remiantis 2017 m. Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, Vilniuje nebuvo viršytos vidutinės metinės oro taršos ribos, išskyrus benzo(a)pireną. Vis dėlto ir taršos lygiai, neviršijantys normatyvų, gali sąlygoti sveikatos pažeidimus.

Šio tyrimo tikslas – ištirti visų Vilniaus miesto mokinių nuo 7 iki 17 metų riziką sirgti alerginiu rinitu nustatant sąsajas su oro tarša, panaudojant erdvinės analizės geografinių informacijos sistemų (GIS) priemones. Siekiant įgyvendinti tikslą iškelti uždaviniai: nustatyti teršalų KD_{10} , $KD_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , CO keliamą riziką sirgti alerginiu rinitu; įvertinti gyvenamosios vietos ir atstumo iki žaliųjų erdvių bei intensyvių kelių keliamą riziką sirgti alerginiu rinitu; nustatant sumodeliuotų žemėlapių tinkamumą, įvertinti teršalų tarpusavio ryšį bei jų priklausomybę nuo atstumo iki žaliųjų erdvių ir intensyvių kelių.

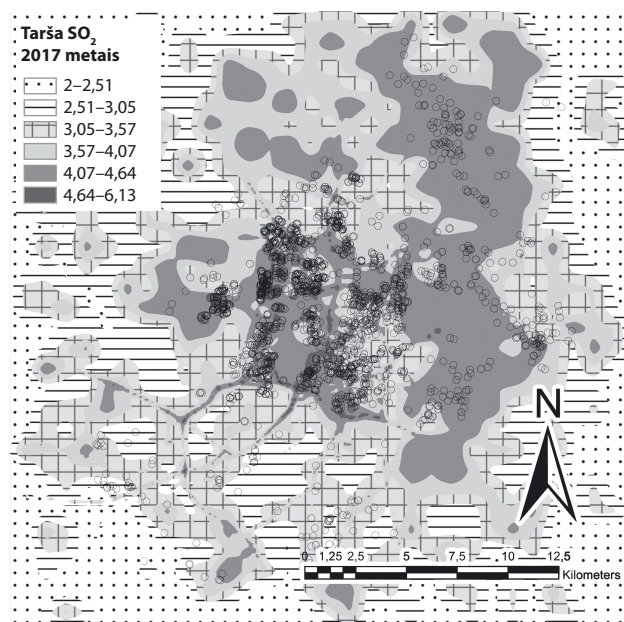
TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

Siekiant nuodugniai ištirti galimą gyvenamojoje vietovėje vyraujančių aplinkos rizikos veiksnių įtaką sirgti AR, atliktas retrospektyvusis momentinis tyrimas. Į tyrimą įtraukti visi 51 235 Vilniaus mokiniai nuo 7 iki 17 metų, kurie gyvena Vilniuje.

Berniukai sudarė 51 proc., mergaitės – 49 proc. visų tirtų vaikų populiacijos. Iš visų mokinių 2017 m. nustatyti 2 723 vaikai, kuriems diagnozuotas AR J30.1–J30.4 (TLK-10 AM).

Visi nuasmeninti vaikų ligų atvejai, demografiniai ir vietos duomenys gauti iš vaikų sveikatos stebėjimo informacinės sistemos (VSSIS) duomenų bazės.

Oro taršos žemėlapiams sumodeliuoti Aplinkos apsaugos agentūros naudojantis *ADMS-Urban 4.1.1 software maps* (ADMS). Oro teršalų KD_{10} , $KD_{2,5}$, NO_2 , SO_2 aplinkos sklaidos modeliai sudaryti remiantis kasvalandine meteorologinių stočių informacija, vidutiniais metiniais eismo intensyvumu, stacionarių oro taršos šaltinių į aplinką išmetamų teršalų kiekių duomenimis, atsižvelgiant į būstų skaičių, šildymui naudojamo kuro rūšį. Modeliuojant ir rengiant aplinkos oro taršos sklaidos žemėlapius visi aukščiau paminėti duomenys kartu su santykinai švairių kaimiškųjų vietovių foninėmis koncentracijomis suvesti į modelį. Sumodeliuotų teršalų tarpusavio sąveikai ir ryšiui nustatyti panaudotas Spirmeno (*Spearman*) koreliacijos koeficientas, taip pat įvertintas ir teršalų koncentracijos pokytis keičiantis atstumui iki intensyvių kelių bei žaliųjų erdvių. Ryšys tarp gyvenamosios vietos aplinkos veiksnių ir ligos atvejų buvo tiriamas taikant daugialypę logistinę regresiją. Sudarant logistinę regresijos modelius priklausomu kintamuoju buvo laikomas AR susirgimas (1 = serga, 0 = neserga), o moksleivių lytis, amžius, įvairių teršalų koncentracijos ir atstumai nuo kelių bei žaliųjų erdvių naudoti kaip nepriklausomi kintamieji. Į imtį įtraukti visi mokiniai – ir sergantys, ir nesergantys, tad buvo atsižvelgiama ne tik į sergančiųjų absoliutų kiekį. Logistiniu regresijos modeliu vertinta tikimybė susirgti priklausomai nuo įvairių veiksnių, taigi įvertintas santykinis dydis. Iš pradžių pritaikyta paprastoji (vieno nepriklausomo kintamojo) logistinė regresija, siekiant ištirti ligos tikimybės priklausomybę nuo kiekvieno kintamojo atskirai po vieną. Į tolesnį modeliavimo procesą įtraukti tik reikšmingi kintamieji iš paprastosios logistinės regresijos modelio. Kintamųjų atrankai taikytos žingsninės pirmyn ir atgal procedūros, pagrįstos Akaike informacijos kriterijumi, kuris skirtas gautiems modeliams palyginti. Po šios procedūros sudarytas daugialypės logistinės regresijos modelis su statistiškai reikšmingais rizikos veiksniais, kurie gali turėti įtakos sirgimui AR. Naudotas R statistinis programinis paketas. Tyrimas atliktas gavus Vilniaus regiono bioetikos komiteto leidimą Nr. 158200-18/3-1016-514.



1 pav. Alerginio rinito atvejų ir SO₂ teršalų erdvinis pasiskirstymas Vilniuje 2017 m.

1 lentelė. Oro teršalų koncentracijos vidurkiai 2017 m. (Vilnius)

Oro teršalai	Oro kokybė 2017 m. (4 oro kokybės matavimo stočių duomenys)				Leistinos ribos
	1	2	3	4	
KD ₁₀ (dienų)	30	9	3	3	(35 dienos) > 50 µg/m ³
KD ₁₀ µg/m ³	35	26	23	19	40 µg/m ³
KD _{2,5} µg/m ³	17	–	–	–	25 µg/m ³
NO ₂ µg/m ³	34	18	14	15	40 µg/m ³
SO ₂ µg/m ³	–	4,5	4	4,6	–

2 lentelė. Visų 7–17 metų vaikų ir vaikų, sergančių alerginiu rinitu, struktūra pagal lytį ir amžių

Amžius	Visų vaikų populiacijos struktūra						Sergančių vaikų populiacijos struktūra					
	Vyrai		Moterys		Visi		Vyrai		Moterys		Visi	
	Abs. sk.	%	Abs. sk.	%	Abs. sk.	%	Abs. sk.	%	Abs. sk.	%	Abs. sk.	%
7	3 209	6,3	3 153	6,2	6 362	12,4	163	6	122	4,5	285	10,5
8	3 097	6	2 922	5,7	6 019	11,7	182	6,7	99	3,6	281	10,3
9	2 871	5,6	2 737	5,3	5 608	10,9	199	7,3	89	3,3	288	10,6
10	2 501	4,9	2 393	4,7	4 894	9,6	149	5,5	91	3,3	240	8,8
11	2 363	4,6	2 326	4,5	4 689	9,2	173	6,4	109	4	282	10,4
12	2 150	4,2	2 072	4	4 222	8,2	138	5,1	90	3,3	228	8,4
13	2 109	4,1	1 988	3,9	4 097	8	158	5,8	91	3,3	249	9,1
14	1 988	3,9	1 848	3,6	3 836	7,5	124	4,6	74	2,7	198	7,3
15	1 881	3,7	1 804	3,5	3 685	7,2	145	5,3	78	2,9	223	8,2
16	1 934	3,8	1 870	3,6	3 804	7,4	130	4,8	108	4	238	8,7
17	2 058	4	1 971	3,8	4 029	7,9	113	4,1	98	3,6	211	7,7
Visi	26 161	51	25 084	49	51 245	100	1 674	61,5	1 049	38,5	2 723	100

REZULTATAI

Iš 51 235 moksleivių 2017 m. AR J30.1–J30.4 (TLK-10 AM) sirgo 2 723 vaikai, tai sudarė 5,3 proc. tiriamųjų. Daugiausia atvejų nustatyta tankiai apgyvendintuose ir užterštuose mikrorajonuose, kuriuose išplėtotas infrastruktūros tinklas. Į imtį įtraukti visi mokiniai – ir sergantys, ir nesergantys, tad buvo atsižvelgiama ne tik į sergančiųjų absoliutų kiekį. 1 pav. pavaizduotas sumodeliuotos oro taršos SO₂ ir AR atvejų pasiskirstymas (atvejų vietos modifikuotos).

Oro tarša Vilniuje stebima keturiuose automatinėse oro kokybės matavimo stotyse. Analizuojant taršą Vilniuje 2017 m. normos neviršytos. Metinės teršalų koncentracijos 2017 m. ir leistinos taršos ribos pateiktos 1 lentelėje.

Demografinė moksleivių statistika pateikta 2 lentelėje. Šiek tiek daugiau atvejų sergančiųjų struktūroje nustatyta jauniausioje amžiaus grupėje nuo 7 iki 10 metų, tai sudarė beveik pusę atvejų (49,2 proc.). Didėjant amžiui sergančių vaikų dalis mažėjo nuo 10,5 proc. (10 metų) iki 7,7 proc. (17 metų). AR atitinkamai beveik du kartus dažnesnis berniukams (64,1 proc.) nei mergaitėms (35,9 proc.).

Koreliacinė analizė padėjo nustatyti ryšius tarp teršalų ir galimų jų šaltinių. Visų kintamųjų porų Spirmeno koreliacijos koeficientai buvo su p reikšmėmis <0,001, t. y. nustatyta statistiškai reikšminga koreliacija. 3 lentelėje matome, kad labai stipri koreliacija buvo tarp KD₁₀ ir KD_{2,5} ($r = 0,99$), stipri – tarp NO₂ ir CO ($r = 0,85$), vidutinė tarp KD₁₀ bei KD_{2,5} ir NO₂ ($r = 0,51$) ir su CO ($r = 0,53$). Atstumo nuo kelių ir oro teršalų ryšys buvo neigiamas ir vidutinis

3 lentelė. Spirmeno koreliacijos matrica tarp oro teršalų ir atstumo nuo pagrindinių kelių bei žaliųjų erdvių

	KD ₁₀	KD _{2,5}	NO ₂	SO ₂	CO
KD ₁₀		,99	,51	,17	,53
KD _{2,5}	,99		,51	,17	,53
NO ₂	,51	,51		,19	,85
SO ₂	,17	,17	,19		,68
CO	,53	,53	,85	,68	
Atstumas iki kelių	-,18	-,18	-,28	-,19	-,30
Atstumas iki žaliųjų erdvių	,24	,23	,22	,13	,14

Visų koreliacijos koeficientų labai aukštas statistinis reikšmingumas, p reikšmė = $2,2 \cdot 10^{-16} < 0,001$.

su NO₂ ($r = -0,28$) ir CO ($-0,30$) bei silpnas su KD₁₀, KD_{2,5}, SO₂. Tai reiškia, kad mažėjant atstumui iki kelio teršalų koncentracija didėjo. Vertinant atstumą nuo žaliųjų erdvių nustatytas silpnas teigiamas visų teršalų ryšys. Tai patvirtino, kad žalesnėje kaimynystėje yra mažesnė taršos koncentracija.

Norėdami nustatyti oro taršos ir kitų kintamųjų ryšį su alerginiu rinitu, pirmiausia panaudojome paprastą logistinę regresiją atskirai su nepriklausomu kintamuoju. AR (1 = serga, 0 = neserga) buvo laikomas priklausomu kintamuoju, o moksleivių amžius, lytis, teršalų kiekiai ir atstumai nuo kelių ir žaliųjų erdvių – nepriklausomi kintamieji. Rezultatai pateikti 4 lentelėje. Nustatytas statistiškai reikšmingas susirgimų ryšys su amžiumi, lytimi, KD₁₀, KD_{2,5}, SO₂ ir atstumu iki kelių. Nefiksuota statistiškai reikšmingo susirgimų ryšio su NO₂, CO koncentracijomis ir atstumu iki žaliųjų erdvių.

Į daugialypę logistinę regresijos modelį iš 4 lentelės įtraukėme tik statistiškai reikšmingus kintamuosius. Norėdami sukurti tikslesnį modelį, kintamųjų parinkimui pagal Akaike informacijos kriterijų taikėme žingsninę pirmyn ir atgal procedūrą. Iš modelio iškrito KD₁₀ ir KD_{2,5} bei atstumas iki žaliųjų erdvių. Nustatyta, kad didžiausią įtaką turi lytis, nes berniukai serga dažniau nei mergaitės. Amžiui didėjant vaikai labiau linkę sirgti AR. Didelis vaidmuo tenka taršai SO₂ vaikų gyvenamojoje vietovėje (5 lentelė).

Dėl didelio klasių disbalanso imtyje (5,3 proc. stebėtų mokinių sirgo AR) vertindami šio logistinę regresijos modelio kokybę rėmėmės ne klasifikavimo tikslumu (angl. *accuracy*), o plotu po kreive – AUC = 0,58. Ši reikšmė kinta nuo 0,5 (esant atsitiktiniam klasifikavimui) iki 1 (kai klasifikuojama be klaidų) ir gauta reikšmė atskleidžia santykinai nedidelį klasifikavimo tikslumą pagal išskirtus statistiškai reikšmingus kintamuosius. Tai rodo, kad susirgimas priklauso ne tik nuo teršalų kiekio, bet jam didelę reikšmę galimai daro ir kiti tyrime nestebėti veiksniai:

4 lentelė. Alerginio rinito šansų santykis atsižvelgiant į vaikų amžių, lytį ir oro teršalus (paprastoji logistinė regresija atliekama kiekvienam kintamajam atskirai)

	ŠS	PI 95 %	p reikšmė
Amžius	1,026	1,014–1,038	0,000 0251 *
Lytis (vyras = 1)	1,566	1,447–1,695	1,17·10 ⁻²⁸ *
KD ₁₀	0,980	0,971–0,990	0,000 0673 *
KD _{2,5}	0,938	0,911–0,965	0,000 0148 *
SO ₂	1,122	1,018–1,239	0,021*
NO ₂	0,995	0,983–1,007	0,403
CO	0,485	0,202–1,159	0,105
Atstumas iki kelių	1,141	1,029–1,268	0,013*
Atstumas iki žaliųjų erdvių	0,999	0,999–1,0001	0,313

ŠS įvertintas naudojant logistinę regresiją;

* $p < 0,05$.

5 lentelė. Alerginio rinito šansų santykis, atsižvelgiant į vaikų amžių, lytį ir oro teršalus (daugialypės logistinės regresijos modelis, atliktas kintamiesiems, reikšmingiems paprastosios logistinės regresijos modeliuose, žr. 4 lentelę)

	ŠS	PI 95 %	p reikšmė
Amžius	1,027	1,014–1,039	<0,001*
Lytis (vyras = 1)	1,569	1,450–1,699	<0,001*
SO ₂	1,186	1,072–1,312	<0,001*

ŠS įvertintas naudojant logistinę regresiją;

* $p < 0,05$.

paveldimumas, socialinės gerovės rodikliai ir kt. Logistinės regresijos modelio tinkamumas taip pat buvo patikrintas naudojant Hosmerio ir Lemešou (*Hosmer-Lemeshow*) testą. Gauta p reikšmė 0,5439 rodo gerą modeliuojamų sergamumo tikimybių atitiktį stebėtiems duomenims.

REZULTATŲ APITARIMAS

Tyrime buvo vertinamos oro taršos, žaliųjų erdvių, atstumo nuo intensyvių gatvių iki gyvenamosios vietos, vaikų amžiaus ir lyties sąsajos. Šis tyrimas papildė žinias apie oro taršos įtaką vaikų sergamumui alerginėmis kvėpavimo sistemos ligomis. Turima daug įrodymų apie tai, kad tiek genetiniai, tiek aplinkos veiksniai vaidina svarbų vaidmenį AR etiologijoje ir net nedidelis paros oro teršalų koncentracijos padidėjimas gali sąlygoti neigiamą poveikį sveikatai [12]. Mūsų tyrime iš visų tirtų teršalų tik SO₂ atveju nustatytas vienintelis statistiškai patikimas teigiamas ryšys su AR. Panašaus tipo momentiniame tyrime, atliktame 11 didžiųjų Kinijos miestų, taip pat nustatyta, kad AR paplitimas buvo teigiamai susijęs su SO₂ koncentracija, bet ne su kitais oro taršos veiksniais, tarp jų ir NO₂, kuris dažnai siejamas su kvėpavimo sistemos

ligomis, sukeltomis transporto išmetamųjų dujų [13]. Sieros dioksidas yra vienas iš labiausiai paplitusių atmosferos teršalų, nustatomų miesto pramoninėse ir individualių namų rajonų gyvenamosiose vietose. Nemažai tyrimų atskleistas patikimas ryšys tarp aukšto oro taršos lygio, padidėjusio alerginio jautrumo ir rinito paplitimo rizikos [14, 15]. Remiantis padidėjusiu atmosferos teršalų (NO_2 , SO_2 , KD_{10} ir kt.) lygiu galima paaiškinti ir dabartinį AR paplitimo padidėjimą. Higienos instituto Sveikatos informacijos centro duomenimis, Vilniuje vaikų iki 17 metų amžiaus grupėje nuo 2010 m. iki 2018 m. AR susirgimų skaičius išaugo dvigubai, atitinkamai nuo 2 800 iki 5 864 atvejų. Pasaulyje AR dažnis ir paplitimas per pastaruosius 3 dešimtmečius padidėjo beveik visose Vakarų šalyse [16, 17]. Kiek anksčiau de Marco ir kolegos atliko astmos ir AR paplitimo tendencijų nuo 1991 iki 2010 m. tyrimą Italijoje. Šiuo tyrimu nustatyta, kad minėtu laikotarpiu Italijoje nuolat daugėjo susirgimų AR, ši liga pasireiškė daugiau nei vienam iš 4 jaunų suaugusiųjų [18].

Aptariant atstumo iki intensyvių kelių įtaką AR reikia pasakyti, kad mūsų tyrime reikšmingo ryšio nenustatyta. Tikėtina, kad visi transporto teršalai reikšmingos įtakos Vilniaus mieste, kuriame taršos normos neviršytos, šiam susirgimui neturėjo, be to, SO_2 yra daugiau su energetika susijęs teršalas, jo koncentracija nepriklauso nuo transporto eismo. Keliuose tyrimuose buvo nustatytas su eismu susijusių kietųjų dalelių ir kitų oro teršalų poveikis AR paplitimui. Zhang ir kolegos įvertino galimą KD_{10} , SO_2 ir NO_2 poveikį ambulatoriniams apsilankymams dėl AR Pekine 2009–2010 m. Nustatyti tvirti ryšiai tarp teršalų paros koncentracijos ir dienos ambulatorinių pacientų, kuriems fiksuotas AR, skaičiaus [19]. Taip pat mokslininkai nustatė su transportu susijusios oro taršos SO_2 , NO_x , O_3 bei KD_{10} lygio padidėjimo ir moksleivių AR paplitimo teigiamą ryšį [20]. Vis dėlto minėtuose tyrimuose oro taršos lygiai buvo nepalyginamai didesni. Kai kuriuose tyrimuose nenustatyta ryšio su SO_2 , bet atskleistos sąsajos su NO_2 , CO ir ozonu [21]. Krokuvėje atliktas tyrimas parodė, kad vaikams ir paaugliams, gyvenantiems arčiau pagrindinio kelio, dažniau pasireiškia viršutinių ir apatinių kvėpavimo takų ligų simptomų, todėl intensyvus eismas yra galimas alerginių kvėpavimo takų ligų simptomų atsiradimo rizikos veiksnys [22].

Mūsų atliktas tyrimas suteikia papildomų žinių apie įvairių teršalų poveikio vertinimą. Dalyje kitų tyrėjų tyrimų vertinamas metinis teršalų kiekis, kai kuriuose tyrimuose – dienos intervalas, taip pat

atitinkamas laiko tarpas tarp taršos ir ligos ar simptomų pasireiškimo [23, 24]. Mūsų nuomone, prasmingiau metinės taršos koncentracijas susieti su metiniais ligotumo duomenimis. Taikant dienos intervalo metodą, ligos atsiradimo ir diagnozės nustatymo laikas gali skirtis. Tai gali sukelti reikšmingų interpretavimo klaidų, siejančių taršą ir ligas.

Taršos modeliavimui naudota ADMS modeliavimo programinė įranga. Teršalų santykis su atstumu nuo kelių ir želdynų buvo atitinkamai susijęs, o tai rodo, kad pasirinktas tinkamas modeliavimo metodas. Kelių transporto išmetami teršalai (NO_2 , CO, KD_{10} , $\text{KD}_{2,5}$) tarpusavyje stipriai koreliavo, daugiau pramonės, energetikos teršalas SO_2 turėjo silpną ryšį su kitais teršalais ir atstumu iki kelių. Pasirinktas ADMS yra vienas pažangiausių modelių, skirtų išmetamųjų teršalų koncentracijai tiek iš linijinių, tiek iš taškinių šaltinių apskaičiuoti, plačiai naudojamas ir kitose Europos šalyse [25]. ADMS sukurto modelio palyginimas su realiomis teršalų koncentracijomis, išmatuotomis Londone, parodė gerą jo validumą, ypač prognozuojant vidutinės KD_{10} (paklaida 0,048) ir NO_2 (paklaida 0,02) vertes. Žinoma, yra daug modeliavimo ir interpoliacijos metodų, tačiau jie nepateikia reikšmingai skirtingų įvertinimų [26].

Mūsų tyrimo rezultatai parodė, kad gyvenimas šalia žaliųjų erdvių neturi įtakos rizikai sirgti AR. Apžvelgus atliktus tyrimus galima pastebėti, kad kai kuriuose iš jų nenurodomas ryšys tarp žaliųjų erdvių ir vaikų alerginių kvėpavimo ligų, kituose, atvirkščiai, fiksuojamas sumažėjęs sergamumas šalia žaliųjų erdvių [27]. Teigiamas poveikis gali būti susijęs su mažesne oro tarša žaliosiose vietose, neigiamas – su žiedadulkių poveikiu alerginėms kvėpavimo sistemos ligoms [28]. Viename iš tyrimų, kuriame buvo tiriamos 7 vaikų kohortos, nustatyta, kad vaikams, gyvenantiems 500 metrų atstumu nuo žaliųjų erdvių, buvo didesnė rizika sirgti AR ($\text{ŠS} = 1,42$ [1,13, 1,79]) [29].

Mūsų tiriamų 7–17 metų vaikų populiacijos rezultatai, susiję su lyties poveikiu, labai panašūs į kitus tyrimus. Remiantis tyrimų statistika, 2/3 AR sergančių vaikų buvo vyrai ir 1/3 – moterys, mūsų tyrime astma sirgo 61,5 proc. berniukų ir 38,5 proc. mergaičių. Kinijos tyrimo autoriai padarė išvadą, kad berniukų grupėje daug dažnesnis švokštimo ir rinito paplitimas nei tarp mergaičių, o jaunesnių vaikų sutrikimų paplitimas didesnis nei vyresnių vaikų [30]. Panašias išvadas mokslininkai padarė ištyrę AR paplitimą dviejose mokyklinio amžiaus vaikų grupėse Taivane. Nustatyta, kad 6–8 metų vaikams diagnozuotas gerokai dažnesnis AR paplitimas nei

13–15 metų (atitinkamai 29,8 proc. ir 18,3 proc.) paaugliams, taip pat 6–8 metų berniukų grupėje AR simptomų skaičius buvo gerokai didesnis nei panašaus amžiaus mergaičių grupėje [31].

Daugelyje tyrimų AR paplitimas vertinamas remiantis tik anketų apklausomis, telefoniniais pokalbiais ir pačių respondentų pranešimais apie pasireiškusius simptomus. Atsižvelgiant į tai tikėtina, kad renkant duomenis gali būti įtraukti pacientai, sergantys ne AR, o tokiomis ligomis, kaip vazomotorinis rinitas, eozinofilinis nealerginis rinitas ar virusų sukeltas infekcinis rinitas, todėl dirbtinai padidinamas paplitimas ir paklaida gali siekti net iki 50 proc. [32]. Labai didelis imties dydis, sergančiųjų ir nesergančiųjų individualūs duomenys ir metinis oro užterštumo lygis, tikslus atstumas iki žaliųjų erdvių ir patvirtintos alerginio rinito diagnozės yra stipriosios mūsų tyrimo vietos. Naudojant ADMS modeliavimą ir taikant daugiamatę logistinę analizę paaiškėjo oro teršalų poveikio ir vaikų, sergančių AR, ryšys. Manytina, kad panaši tarša ir gyvenamajame rajone, kuria me vaikai lanko ugdymo įstaigas.

Mūsų tyrimas turėjo tam tikrų ribotumų. Momentinio tyrimo metu įvertinamas tik veiksmų ir sergančiųjų asmenų ryšys, o ne priežastingumas. Duomenys apie taršą sumodeliuoti, aišku, teršalų matavimai realiu laiku padėtų gauti tikslesnius duomenis, tačiau tai

neįmanoma ir brangu taikyti visai gyventojų populiacijai. Anksčiau minėjome, kad taršos žemėlapiu modelis yra validuotas ir atskleidžia puikius prognostinius rezultatus. Tai yra svarbus tyrimo aspektas, vertinant AR ir aplinkos veiksnių riziką miesto zonoje.

IŠVADOS

1. Tyrimas Vilniuje atskleidė galimą neigiamą teršalų poveikį vaikų, gyvenančių vietovėse, kuriose SO₂ tarša didesnė, sveikatai. Didėjant SO₂ koncentracijai rizika sirgti alerginiu rinitu didėja.
2. Dėl atstumo nuo gyvenamosios vietos iki intensyvių gatvių rizika sirgti alerginiu rinitu nedidėjo galimai dėl to, kad SO₂ daugiau energetikos, o ne transporto išmetamas teršalas.
3. Atstumas nuo gyvenamosios vietos iki žaliųjų erdvių rizikos sirgti alerginiu rinitu nedidino.
4. Sukurtas logistinės regresijos modelis rodo, kad berniukams rizika sirgti alerginiu rinitu yra gerokai didesnė, be to, amžiui didėjant mokinių rizika sirgti taip pat didėja.
5. Pramonės, energetikos ir namų ūkių taršos SO₂ mažinimas gali būti vienas iš veiksnių, padedančių mažinti vaikų sergamumo alerginiu rinitu riziką.

Straipsnis gautas 2020-04-22, priimtas 2020-05-25

Literatūra

1. World Health Organization. Prieiga per internetą: <https://www.who.int/ceh/publications/Advance-copy-Oct24_18150_Air-Pollution-and-Child-Health-merged-compressed.pdf?ua=1>.
2. Bateson TF, Schwartz J. Children's response to air pollutants. *J Toxicol Environ Health A*. 2008;71(3):238-243. DOI: 10.1080/15287390701598234.
3. Deng Q, Ou C, Chen J, Xiang Y. Particle deposition in tracheobronchial airways of an infant, child and adult. *The Science of the Total Environment*. 2018 Jan;612:339-346. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.08.240.
4. Almqvist C, Worm M, Leynaert B. Working group of GA2LEN WP 2.5 Gender. Impact of gender on asthma in childhood and adolescence: a GA2LEN review. *Allergy*. 2008;63(1):47-57. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2007.01524.x.
5. Ranzi A, Porta D, Badaloni C, et al. Exposure to air pollution and respiratory symptoms during the first 7 years of life in an Italian birth cohort. *Occup Environ Med*. 2014;71(6):430-436. DOI: 10.1136/oemed-2013-101867.
6. European Environment Agency. Prieiga per internetą: <<https://www.eea.europa.eu/publications/european-union-emission-inventory-report-1>> (accessed on 5 October 2019).
7. World Health Organization. Prieiga per internetą: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/123086/AQG2ndEd_7_4Sulfurdioxide.pdf>.
8. Farrell WJ, Cavellin LD, Weichenthal S, Goldberg M, Hatzopoulou M. Capturing the urban canyon effect on particle number concentrations across a large road network using spatial analysis tools. *Building and Environment* 2015;92:328-334. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.05.004.
9. Hwang BF, Jaakkola JJ, Lee YL, Lin YC, Guo YL. Relation between air pollution and allergic rhinitis in Taiwanese schoolchildren. *Respir Res*. 2006;7(1):23. Published 2006 Feb 9. DOI: 10.1186/1465-9921-7-23.
10. Li Y, Wang S, Chen Q. Potential of Thirteen Urban Greening Plants to Capture Particulate Matter on Leaf Surfaces across Three Levels of Ambient Atmospheric Pollution. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(3):402. Published 2019 Jan 31. DOI: 10.3390/ijerph16030402.
11. Ruokolainen L, von Hertzen L, Fyhrquist N, et al. Green areas around homes reduce atopic sensitization in children. *Allergy*. 2015;70(2):195-202. DOI: 10.1111/all.12545.
12. Pénard-Morand C, Charpin D, Raheison C, et al. Long-term exposure to background air pollution related to respiratory and allergic health in schoolchildren. *Clin Exp Allergy*. 2005;35(10):1279-1287. DOI: 10.1111/j.1365-2222.2005.02336.x.
13. Zhang L, Han D, Huang D, et al. Prevalence of self-reported allergic rhinitis in eleven major cities in China. *Int Arch Allergy Immunol*. 2009;149(1):47-57. DOI: 10.1159/000176306.
14. Bhattacharyya N. Air quality influences the prevalence of hay fever and sinusitis. *Laryngoscope*. 2009;119(3):429-433. DOI: 10.1002/lary.20097.
15. Mösges R, Klimek L. Today's allergic rhinitis patients are different: new factors that may play a role. *Allergy*. 2007;62(9):969-975. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2007.01440.x.
16. Asher MI, Montefort S, Björkstén B, et al. Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC Phases One and Three repeat multicountry cross-sectional surveys [published correction appears in *Lancet*. 2007 Sep 29;370(9593):1128]. *Lancet*. 2006;368(9537):733-743. DOI: 10.1016/S0140-6736(06)69283-0.

17. Bjerg A, Ekerljung L, Middelveld R, et al. Increased prevalence of symptoms of rhinitis but not of asthma between 1990 and 2008 in Swedish adults: comparisons of the ECRHS and GA²LEN surveys. *PLoS One*. 2011;6(2):e16082. Published 2011 Feb 17. DOI: 10.1371/journal.pone.0016082.
18. De Marco R, Cappa V, Accordini S, et al. Trends in the prevalence of asthma and allergic rhinitis in Italy between 1991 and 2010. *Eur Respir J*. 2012;39(4):883-892. DOI: 10.1183/09031936.00061611.
19. Zhang F, Wang W, Lv J, Krafft T, Xu J. Time-series studies on air pollution and daily outpatient visits for allergic rhinitis in Beijing, China. *Sci Total Environ*. 2011;409(13):2486-2492. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.04.007.
20. Hwang BF, Jaakkola JJ, Lee YL, Lin YC, Guo YL. Relation between air pollution and allergic rhinitis in Taiwanese schoolchildren. *Respir Res*. 2006;7(1):23. Published 2006 Feb 9. DOI: 10.1186/1465-9921-7-23.
21. Lee YL, Shaw CK, Su HJ, et al. Climate, traffic-related air pollutants and allergic rhinitis prevalence in middle-school children in Taiwan. *Eur Respir J*. 2003;21(6):964-970. DOI: 10.1183/09031936.03.00094602.
22. Porebski G, Woźniak M, Czarnobilska E. Residential proximity to major roadways is associated with increased prevalence of allergic respiratory symptoms in children. *Ann Agric Environ Med*. 2014;21(4):760-766. DOI: 10.5604/12321966.1129929.
23. Sheridan CE, Roscoe CJ, Gulliver J, de Preux L, Fecht D. Inequalities in Exposure to Nitrogen Dioxide in Parks and Playgrounds in Greater London. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(17):3194. Published 2019 Sep 1. DOI: 10.3390/ijerph16173194.
24. Khreis H, de Hoogh K, Nieuwenhuijsen MJ. Full-chain health impact assessment of traffic-related air pollution and childhood asthma. *Environ Int*. 2018;114:365-375. DOI: 10.1016/j.envint.2018.03.008.
25. Leelőssy Á, Molnár F, Izsák F, Havasi Á, Lagzi I, Mészáros R. Dispersion modeling of air pollutants in the atmosphere: a review. *Central European Journal of Geosciences*. 2014;6(3):257-278. <https://doi.org/10.2478/s13533-012-0188-6>.
26. Wong DW, Yuan L, Perlin SA. Comparison of spatial interpolation methods for the estimation of air quality data. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2004;14(5):404-415. DOI: 10.1038/sj.jea.7500338.
27. Hartley K, Ryan P, Brokamp C, Gillespie GL. Effect of greenness on asthma in children: A systematic review [published online ahead of print, 2020 Jan 3]. *Public Health Nurs*. 2020;10.1111/phn.12701. DOI: 10.1111/phn.12701.
28. Ito K, Weinberger KR, Robinson GS, et al. The associations between daily spring pollen counts, over-the-counter allergy medication sales, and asthma syndrome emergency department visits in New York City, 2002-2012. *Environ Health*. 2015;14:71. Published 2015 Aug 27. DOI: 10.1186/s12940-015-0057-0.
29. Fuertes E, Markevych I, Bowatte G, et al. Residential greenness is differentially associated with childhood allergic rhinitis and aeroallergen sensitization in seven birth cohorts. *Allergy*. 2016;71(10):1461-1471. DOI: 10.1111/all.12915.
30. Chiang LC, Chen YH, Hsueh KC, Huang JL. Prevalence and severity of symptoms of asthma, allergic rhinitis, and eczema in 10-to 15-year-old schoolchildren in central Taiwan. *Asian Pac J Allergy Immunol*. 2007;25:1-5.
31. Kao CC, Huang JL, Ou LS, See LC. The prevalence, severity and seasonal variations of asthma, rhinitis and eczema in Taiwanese schoolchildren. *Pediatr Allergy Immunol*. 2005;16(5):408-415. DOI: 10.1111/j.1399-3038.2005.00268.x.
32. Zhang Y, Zhang L. Prevalence of allergic rhinitis in china. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2014;6(2):105-113. DOI: 10.4168/air.2014.6.2.105.

Vilnius schoolchildren risk to be ill with allergic rhinitis, linked with air pollution, determination by using GIS

Šarūnas Alasauskas¹, Rūta Ustinavičienė¹, Mindaugas Kavaliauskas²

¹Lithuanian University of Health Sciences, Department of Environmental and Occupational Medicine,

²Kaunas University of Technology, Department of Applied Mathematics

Summary

Aim of the study. Many studies have been carried out in the world on negative health effects of air pollution to small samples of people. In Lithuania, it would be one of the first estimations of possible risk to be ill with allergic rhinitis, linked with allergic rhinitis. The main purpose of this study was to explore the risk of air pollution for the whole 7-17 years schoolchildren population in Vilnius using tools of spatial analysis and geographical information system (GIS).

Material and methods. In this study were selected 51 235 children living in Vilnius city. From the database were chosen children having a diagnosis of allergic rhinitis J30.1-J30.4 (TLK-10AM). Individual residential pollution concentrations, distance from roads, and green spaces were estimated by using ArcGis spatial analysis tool. Models of air pollution were evaluated by applying Spearman's correlation matrix. Exploring the concentration of air pollution in a residential area, proximity from roads, green spaces, and the relation of children with allergic rhinitis was used multiple logistic regression.

Results and conclusions In 2017, from 51 235 schoolchildren were ill with allergic rhinitis – 2076, which accounted for 5.3 % of all population between 7-17 year old. According to the results of the study, boys (61.5 %) were almost twice as likely to develop allergic

rhinitis as girls (38.5 %). Statistically significant risk factors were identified: gender (OR = 1.566, $p < 0.001$), age (OR = 1.026, $p < 0.001$), and SO₂ concentration (OR = 1.122, $p = 0.021$). As students age, the risk of getting sick also increased. Identified risk to be ill with allergic rhinitis is associated with higher concentrations of SO₂ in the living environment. The distance from the residence to the intense streets did not increase the risk of allergic rhinitis, possibly because SO₂ is more of an energy sector pollutant than a transport pollutant. Reducing SO₂ pollution from industry, energy sector, and households may be one of the factors reducing the risk of developing allergic rhinitis in children.

Keywords: air pollution, allergic rhinitis, schoolchildren, GIS, logistic regression.

Correspondence to Šarūnas Alasauskas
Lithuanian University of Health Sciences
Department of environmental occupational medicine,
Faculty of public health
Tilžės str. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania
E-mail: sarunas.alasauskas@lsmuni.lt

Received 22 April 2020,
accepted 25 May 2020