



TRUMPALAIKIS ORO TARŠOS ANGLIES MONOKSIDU POVEIKIS GREITOSIOS MEDICINOS PAGALBOS IŠKVIETIMŲ DĖL ARTERINĖS HIPERTENZIJOS RIZIKAI

Agnė BRAZIENĖ¹, Jonė VENCLOVIENĖ², Rūta BABARSKIENĖ³, Tautvydė DANILČIKAITĖ⁴

^{1,2,4}Vytauto Didžiojo universitetas, Kaunas, Lietuva

³Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Kaunas, Lietuva

El. paštas: ¹braziene.agne@gmail.com; ²j.vencloviene@gmf.vdu.lt;

³ruta.babarskiene@kaunoklinikos.lt; ⁴tautvyde.d@gmail.com

Santrauka. Oro tarša anglies monoksidu, tikėtina, susijusi su arterinio kraujo spaudimo padidėjimu bei arterinės hipertenzijos išsivystymo rizika. Tyrimas atliktas Kaune, paros anglies monoksido koncentracija vertinta pagal Kauno regiono aplinkos apsaugos departamento ir miesto savivaldybės ekologinio monitoringo stotyse išmatuotus duomenis. Tyrimo tikslas – nustatyti trumpalaikį oro taršos anglies monoksidu poveikį greitosios medicinos pagalbos iškvietimų dėl arterinės hipertenzijos rizikai, atsižvelgiant į iškvietimo laiką ir kontroliuojant sezoniškumą, savaitės dienos bei oro temperatūros įtaką. Beveik pusė iškvietimų (45,1 %) dėl arterinio kraujo spaudimo padidėjimo buvo registruojami popietinėmis valandomis (nuo 0 iki 15 iškvietimų per parą). Šilčiausiu metų laiku (vasarą) iškvietimų skaičius dėl arterinio kraujospūdžio padidėjimo nepriklausomai nuo paros metu buvo mažiausias, o didžiausias – žiemą (po pietų ir vakare). Nakties metu iškvietimų rizika dėl padidėjusio arterinio kraujo spaudimo buvo žymiai didesnė pirmadieniais ir antradieniais. Iškvietimo parą oro temperatūrai pakilus 10 °C greitosios medicinos pagalbos iškvietimų rizika buvo 14 % mažesnė popietinėmis valandomis bei 13 % mažesnė vakare ir naktį. Iškvietimų dėl padidėjusio arterinio kraujospūdžio ryte rizika sietina su padidėjusia anglies monoksido koncentracija parą prieš iškvietimą (padidėjus anglies monoksido koncentracijai 1 mg/m³, rizika padidėja 1,24 karto). Padidėjusi anglies monoksido koncentracija neigiamos įtakos iškvietimams neturėjo. Neigiamas anglies monoksido poveikis stebėtas paros koncentracijai viršijus 80 procentilių (0,583 mg/m³).

Reikšminiai žodžiai: anglies monoksidas, arterinė hipertenzija, arterinis kraujo spaudimas, oro tarša, rytas, popietė, vakaras, naktis, iškvietimas.

Įvadas

Aplinkos oro užterštumas anglies monoksidu – viena iš didelį susirūpinimą keliančių problemų.

Anglies monoksidas – bespalvė, beskonė, bekvapė, gleivinės ir odos neerzinančios dujos, susidaranti nevisiškai sudegus anglies turinčio kuro rūšims. Gyvieji organizmai šias dujas išskiria skaidydami hemoproteinus (pvz., hemoglobina, mioglobina, citochromas) arba kaip šalutinį ksenobiotikų metabolizmo produktą, kurio susidarymas ypač būdingas skaidant įkvėptus organinius tirpiklius, kurių sudėtyje yra halogenintųjų metanų (Raub 1999). Pagrindinis anglies monoksido šaltinis yra automobilių išmetamos dujos. Kiti svarbūs šaltiniai yra pramonė, šildymas bei gaisrai. Uždarų patalpų oras taip pat gali būti stipriai užterštas koncentruotu anglies monoksidu, nes patalpų šildytuvai būna pripildyti tepalo, dujų ar žibalo, patalpose naudojamos dujinės viryklės, rūkoma (Samoli *et al.* 2007).

Kaip rodo statistiniai duomenys, automobilių transportas yra vienas iš pagrindinių veiksnių, darančių poveikį oro

kokybei visoje Europoje. Automobilių transportas labiausiai užteršia aplinkos orą azoto oksidu, anglies monoksidu ir lakiaisiais organiniais junginiais. Pramoniniai išmetamieji teršalai kyla į aukštesnius atmosferos sluoksnius ir ten išsisklaido dideliame plote, o automobilių transporto išmetamos dujos gali susikcentruoti sluoksnyje arčiau žemės ir todėl daro tiesioginį poveikį žmonių sveikatai (Baltrėnas *et al.* 2004). Patologinio lygio anglies monoksidas gali sukelti ūmų ir lėtinį pavojų visuomenės sveikatai bei daryti neigiamą individualų poveikį sveikatai (Lingyun, Rui 2005). Anglies monoksidas žmogaus organizmą neigiamai veikia sukeldamas cerebrovaskulinius reiškinius (intelektu ir atminties pablogėjimas; smegenų, smegenėlių ir vidurinių smegenų pakenkimas; insultas), toksiškus poveikius vaisiaus vystymuisi (mažas gimimo svoris, vaisiaus širdies padidėjimas, elgsenos vystymosi vėlavimas, pažinimo funkcijų sutrikdymas), kardiovaskulinius reiškinius (padažnėjusi hospitalizacija ir mirštamumas dėl širdies kraujagyslių ligų,

širdies nepakankamumas, arterinė hipertenzija, krūtinės angina, širdies rimto sutrikimai, miokardo infarktas). Taip pat anglies monoksido koncentracijos padidėjimas ore blogina pacientų, sergančių kraujagyslių ligomis, anemija ar kitomis kraujo ligomis, lėtine obstrukcine plaučių liga, būklę (EPA 2000).

Labiausiai pažeidžiami anglies monoksido sukeltos ūminės hipoksijos organai yra smegenys ir širdis, taip yra dėl jų didelio deguonies poreikio. Lėtinis anglies monoksido poveikis žmonėms ar eksperimentiniams gyvūnams paskatina širdies ir kraujagyslių sistemos sutrikimus, įskaitant aterosklerozines širdies ligas bei širdies hipertrofiją (Lingyun, Rui 2005).

Arterinė hipertenzija (AH) – liga, pasireiškianti padidėjusiu arteriniu kraujo spaudimu. Padidėjusiu laikomas spaudimas, viršijantis 140/90 mm Hg. Lietuvoje AH serga apie 50–60 % gyventojų. Arterinė hipertenzija yra vienas iš pagrindinių širdies ir kraujagyslių ligų išsivystymo bei blogos prognozės veiksnių. Pacientams, kurių arterinis kraujospūdis (AKS) aukštas, dažnai nustatoma širdies struktūros arba funkcijos sutrikimų: kairiojo skilvelio hipertrofija, diastolinė ir sistolinė disfunkcija, ligai progresavus vystosi vainikinių kraujagyslių aterosklerozė, širdies nepakankamumas, didėja aritmijų ir staigios mirties rizika. Net 75 % visų mirčių Lietuvoje dėl širdies ir kraujagyslių ligų susijusios su AH. Ši liga – įvairių aplinkos ir genetinių veiksnių pasekmė ir šių veiksnių išraiška žmogaus organizme. Per pastaruosius penkerius metus buvo paskelbta daug studijų apie aplinkos veiksnių įtaką kraujospūdžiui (Brook *et al.* 2011). Kraujo spaudimo padidėjimas buvo susijęs su trumpalaikiu ar ilgalaikiu smulkiųjų kietųjų dalelių poveikiu (Brook *et al.* 2009, 2011; Fuks *et al.* 2011), eismo triukšmu (Barregard *et al.* 2011, 2009; Chang *et al.* 2009; Davies *et al.* 2009) ir šalčiu (Halonen *et al.* 2011; Barnett *et al.* 2007; Lewington *et al.* 2012) bei sezoniniu kitimu (Barnett *et al.* 2007; Woodhouse *et al.* 1993; Hopstock *et al.* 2013; Modesti *et al.* 2013).

Pasaulyje atlikta nemažai tyrimų, vertinant ilgalaikį ar trumpalaikį anglies monoksido poveikį arterinio kraujospūdžio padidėjimui bei arterinės hipertenzijos išsivystymo rizikai. Ilgalaikis biodujų poveikis moterims virėjoms buvo sietinas su mažesniu sistoliniu ir diastoliniu kraujo spaudimu, nei jis būtų gaminant maistą naudojant malkas (Neupane *et al.* 2015). Trumpalaikė aplinkos oro tarša anglies monoksidu ir kietosiomis dalelėmis neštumo metu dažnai sukeldavo arterinę hipertenziją pirmąjį neštumo trimestrą (Mobasher *et al.* 2013). Ūmus pasyviojo rūkymo poveikis sveikoms moterims buvo teigiamai susijęs su sistoliniu ir diastoliniu kraujospūdžio bei širdies susitraukimų dažnio padidėjimu (Yarlioglu *et al.* 2010). Nedidelis

aplinkos oro teršalų (anglies monoksido, azoto dioksido, sieros dioksido, ozono ir kietųjų dalelių) kiekis susijęs su dažnesniais apsilankymais skubiosios pagalbos skyriuje dėl arterinės hipertenzijos (Szyszkowicz *et al.* 2012).

Tyrimo tikslas – nustatyti trumpalaikės oro taršos anglies monoksidu poveikį greitosios medicinos pagalbos iškvietimų dėl arterinės hipertenzijos rizikai, atsižvelgiant į iškvietimo laiką, sezoniškumą, savaitės dienos bei oro temperatūros įtaką.

Metodika

Buvo analizuotos 2009–2010 metų Kauno miesto greitosios medicinos pagalbos (GMP) iškvietimų į namus dėl arterinės hipertenzijos paūmėjimo 13 292 kortelės (forma Nr. 110/a). Iškvietimus GMP gydytojai ar paramedikai kodavo TLK-10 kodais I10–I15:

- I10 – pirminė (esencialinė) hipertenzija;
- I11 – hipertenzinė širdies liga;
- I12 – hipertenzinė inkstų liga;
- I13 – hipertenzinė širdies ir inkstų liga;
- I15 – antrinė hipertenzija (TLK-10-AM).

Pagal iškvietimų kortelės duomenis buvo vertinta: amžius, lytis, arterinis kraujo spaudimas (AKS), širdies susitraukimų dažnis (ŠSD), pagalbos suteikimo pobūdis (pagalba suteikta namuose ar ligonis nuvežtas į gydymo įstaigą). Atrinkti 8959 atvejai, kai sistolinis kraujo spaudimas buvo ≥ 180 mmHg, diastolinis kraujo spaudimas ≥ 110 mmHg (III AH stadija), (žr. Žaliūnas *et al.* 2009).

Iškvietimai suskirstyti pagal paros laiką:

- rytas;
- popietė;
- vakaras, naktis.

Anglies monoksido poveikis vertintas atskirai iškvietimų per parą skaičiui ryte (nuo 8 val. imtinai iki 14 val.), po pietų (nuo 14 val. imtinai iki 22 val.) bei vėlai vakare ir naktį (nuo 22 val. imtinai iki 8 val.). Analizei taikyta daugiaveiksni Puasono regresija.

Iškvietimų skaičius minėtais paros laikotarpiais yra kintamasis, įgyjantis sveikas neneigiamas reikšmes, šiuo atveju jų skirstinį galima modeliuoti pagal Puasono skirstinį. Puasono skirstinio tikimybė skaičiuota pagal formulę:

$$p(x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}, \quad (1)$$

čia $x = 0, 1, \dots$, o λ – skirstinio parametras, t. y. vidurkis (Vencloviene 2010).

Tikėtina, kad iškvietimų skaičius atskirais paros laikotarpiais priklauso ir nuo paros meteorologinių, socialinių bei oro taršos rodiklių. Todėl iškvietimų skaičius modeliuotinas taikant Puasono skirstinį, turintį parametrus,

priklausančius nuo nepriklausomųjų kintamųjų: paros oro temperatūros, oro taršos, savaitės dienos bei sezoniškumo; taigi iškvietimų skaičius (atsakas) laikytinas atsaku į rodiklių rinkinį. Atsako reikšmė y_i modeliuota atsitiktiniu dydžiu, turinčiu Puasono skirstinį su parametru:

$$\lambda_i(\vec{x}_i) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_i^{(1)} + \dots + \beta_k x_i^{(k)}), \quad (2)$$

čia $(x_i^{(1)} \dots x_i^{(k)})$ – i -tosios dienos nepriklausomųjų kintamųjų reikšmės (Venclovienė 2010).

Puasono skirstinio parametras yra šio skirstinio vidurkis, taigi i -tosios populiacijos susirgimų skaičiaus skirstinio parametru $\lambda_i(x)$ galima interpretuoti kaip vidutinį susirgimų skaičių šioje populiacijoje, jei $\lambda_i(x)$ apibrėžiamas pagal (2) formulę (Venclovienė 2010).

Puasono regresija mūsų tyrime taikoma siekiant nustatyti, kokie kintamieji turėjo poveikį iškvietimų skaičiui, ir kiekybiškai įvertinti jų padidėjimo keliamą riziką.

Puasono regresijos parametrai vertinti pagal didžiausiojo tikėtimumo metodą. $y_1, y_2 \dots y_n$ – atsako imtis – yra nepriklausomi Puasono atsitiktiniai dydžiai. Šios imties tikėtimumo funkcija lygi:

$$L = \prod_{i=1}^n \frac{\lambda_i^{y_i}}{y_i!} e^{-\lambda_i}, \quad (3)$$

čia $\lambda_i = \lambda(\vec{x}_i)$ apibrėžti (3) formule. Regresinio modelio parametru $\beta_0, \beta_1 \dots \beta_k$ įverčiai $b_0, b_1 \dots b_k$ parenkami taip, kad L bei jos logaritmas:

$$l = \ln(L) = \sum_{i=1}^n (y_i (b_0 + b_1 x_i^{(1)} + \dots + b_k x_i^{(k)}) - \exp(\beta_0 + \beta_1 x_i^{(1)} + \dots + \beta_k x_i^{(k)})) \quad (4)$$

įgijo didžiausią reikšmę (Venclovienė 2010).

Jei nepriklausomasis kintamasis x_i įgyja dvi reikšmes – 0 (rizikos veiksnio nėra) ir 1 (rizikos veiksnys yra), tuomet regresijos koeficientas β_j rodo, kiek padidėja $\lambda_i(x)$ logaritmas, esant rizikos veiksniumi, o $\exp(\beta_j)$ rodo, kiek kartų padidėja rizika esant rizikos veiksniumi, palyginus su populiacija be šio rizikos veiksnio, taigi $\exp(\beta_j)$ yra standartizuotas rizikos santykis. Jei nepriklausomasis kintamasis – kiekybinis rodiklis, tuomet $\exp(\beta_j)$ rodo, kiek kartų padidėja rizika nepriklausomojo kintamojo reikšmei padidėjus 1. Jei nepriklausomasis kintamasis yra kokybinis rodiklis, įgyjantis k reikšmių, tuomet sudaromi $(k-1)$ fiktyvieji kintamieji, j -asis lygus 1, jei nepriklausomasis kintamasis turi j -ąją kategoriją, kitu atveju lygus 0; viena kategorija, vadinama referentine, nekoduojama. Tuomet $\exp(\beta_{ij})$ (čia β_{ij} – koeficientas prie j -ojo fiktyviojo kintamojo) rodo, kiek kartų padidėja rizika lyginant su referentine kategorija. Oro temperatūros, savaitės dienos, mėnesio bei paros CO koncentracijos poveikį vertiname rizikų santykiu $\exp(\beta_j)$ (RS) su 95 % pasikliautinaisiais intervalais (PI). CO koncentracija

naudotas tiek kaip kiekybinis, tiek kaip kokybinis rodiklis. CO kategorijos nustatytos taikant decilius bei klasifikacijos medžio algoritmą (Venclovienė 2010).

Analizei naudota Kauno regiono aplinkos apsaugos departamento ir Kauno miesto savivaldybės ekologinio monitoringo stotyje išmatuota paros anglies monoksido koncentracija bei Kauno meteorologinės stoties paros oro temperatūros duomenys. Nepalankus aplinkos veiksnių poveikis gali pasireikšti iš karto arba po kelių parų, todėl analizuotas CO poveikis iškvietimo parą bei prieš 1–2 paras, taip pat išvesti dviejų ir trijų parų vidurkiai, atsižvelgiant į oro temperatūros, savaitės dienos bei mėnesio įtaką.

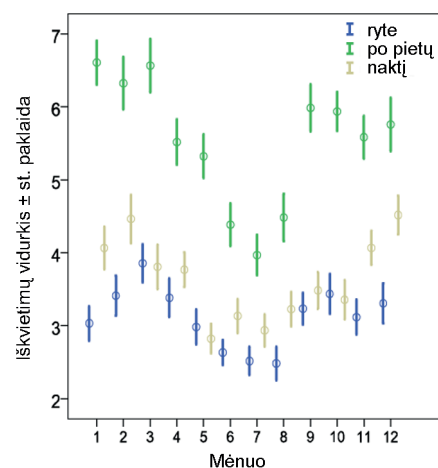
Statistiniams skaičiavimams taikyta *Microsoft Office Excel 2003* programa, SPSS 19.0 programa.

Rezultatai ir jų analizė

Ryte buvo registruoti 2273 (25,4 %), po pietų 4036 (45,1 %), vakare ir naktį 2646 (29,5 %) iškvietimai. Iškvietimų skaičius per parą kito:

- ryte nuo 0 iki 11 (vidurkis = 3,1, SN (standartinis nuokrypis) = 1,9);
- po pietų nuo 0 iki 15 (vidurkis = 5,5, SN = 2,6);
- vakare ir naktį nuo 0 iki 12 (vidurkis = 3,6, SN = 2,1).

Paros anglies monoksido koncentracija ore kito nuo 0,07 iki 1,73 (mg/m³); vidurkis 0,455 (SN = 0,42); kvartilai 0,263, 0,404 ir 0,541 (mg/m³). Lietuvos Respublikoje anglies monoksido ribinė vertė, nustatyta žmonių sveikatos apsaugai, yra 10 mg/m³ maksimaliam 8 valandų paros vidurkiui (leistinas nuokrypio dydis 6 mg/m³) (Nr. 591/640).



1 pav. Sezoniškumo įtaka skubių iškvietimų dėl arterinio kraujospūdžio padidėjimo skaičiaus vidurkiui priklausomai nuo paros laiko

Fig. 1. Seasonality variations of daily number of emergency calls caused by the elevated blood pressure depending on the time of day

Vasarą iškvietimų skaičius dėl AKS padidėjimo ryte, po pietų ir vakare buvo mažiausias. Žiemos, pavasario bei rudens sezonais išliko panašus. Sezoniskumo įtaka arterinio kraujospūdžio padidėjimui didžiausia buvo rytinėmis valandomis, o vakare ir naktį – mažiausia (1 pav.).

Lyginant vasaros sezoną, kai iškvietimų buvo mažiausia, su kitais sezonais – mažiausia iškvietimų dėl AH buvo vakare ir nakties metu pavasarį (12 %) ir rudenį (17 %), daugiausia – žiemą po pietų ir vakare (1 lentelė).

1 lentelė. Rizikų santykis (RS) su 95 % pasikliautinaisiais intervalais lyginant pavasario, rudens ir žiemos sezonus su vasara
Table 1. Risk ratio (RR) with 95% confidence intervals when comparing spring, autumn and winter with summer

	Pavasaris	Ruduo	Žiema
<i>Rytas</i>	1,34 (1,19–1,51)	1,28 (1,14–1,45)	1,28 (1,13–1,44)
<i>Popietė</i>	1,36 (1,24–1,49)	1,36 (1,24–1,50)	1,45 (1,33–1,59)
<i>Vakaras, naktis</i>	1,12 (1,00–1,25)	1,17 (1,05–1,31)	1,40 (1,26–1,56)

Ryte darbo dienomis iškvietimų dėl AH rizika buvo 10 % didesnė negu savaitgaliais ar švenčių dienomis (RS = 1,10 95 % PI (pasikliautinis intervalas) (1,00–1,20), $p = 0,048$). Po pietų pirmadieniais, antradieniais bei švenčių, nesutampančių su savaitgaliais, dienomis iškvietimų rizika buvo 9 % didesnė nei kitomis darbo dienomis (RS = 1,09 95 % PI (1,02–1,17), $p = 0,008$). Naktį pirmadieniais ir antradieniais iškvietimų rizika dėl padidėjusio AKS buvo 12 % didesnė negu kitomis dienomis (RS = 1,12 95 % PI (1,03–1,22), $p = 0,009$).

Oro temperatūros pokyčiai taip pat turėjo įtakos iškvietimams dėl AH. Parą prieš iškvietimą oro temperatūrai pakilus 10 °C, iškvietimų dėl AKS padidėjimo ryte rizika buvo 9 % mažesnė (RS = 0,91 95 % PI (0,87–0,95), $p < 0,001$). Iškvietimo parą oro temperatūrai pakilus 10 °C GMP iškvietimų rizika buvo 14 % mažesnė popietinėmis valandomis (RS = 0,86 95 % PI (0,83–0,89), $p < 0,001$) bei 13 % mažesnė vakare ir naktį (RS = 0,87 95 % PI (0,84–0,90), $p < 0,001$).

Arterinės hipertenzijos ir oro temperatūros tarpusavio priklausomybės tyrimuose pastebėta, jog didesnis kraujospūdis susijęs su žemesne aplinkos temperatūra, atitinkamai aukštesnė temperatūra – su žemesniu AKS (Woodhouse *et al.* 1993; Fedecostante *et al.* 2012).

Analizuojant CO poveikį nustatyta, kad iškvietimų dėl padidėjusio AKS ryte rizika sietina su padidėjusia CO koncentracija parą prieš iškvietimą – padidėjus CO koncentracijai 1 mg/m³, rizika padidėja 1,24 karto; poveikis nustatytas standartizuojant pagal oro temperatūrą, savaitės

dieną, sezoniskumą. Prieš parą padidėjusi CO koncentracija sietina su didesne iškvietimų rizika vakare bei naktį. CO koncentracija prieš parą nedarė įtakos iškvietimų rizikai po pietų, tačiau esant didesnei CO koncentracijai prieš 2 paras, iškvietimų rizika popiet buvo žymiai mažesnė. Tai sietina su dėl taršos padidėjusia rizika ryte bei naktį – dėl padidėjusios taršos buvo daugiau AH paūmėjimų ryte bei naktį, o popiet rizika yra mažesnė. Analizuojant CO poveikį paros iškvietimų skaičiui, reikšmingo poveikio nenustatyta (2 lentelė).

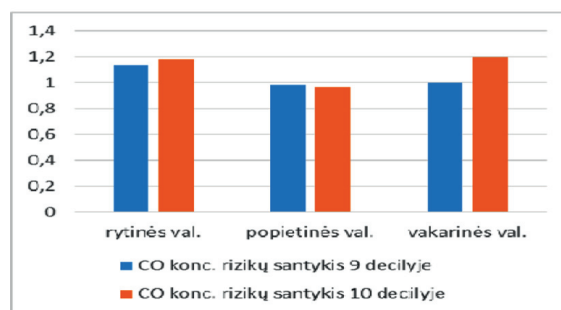
2 lentelė. Iškvietimų dėl AH skaičiaus per parą RS, nustatytas padidėjus CO koncentracijai 1 mg/m³

Table 2. The RRs of daily number of ambulance calls due to hypertension associated with an increase in CO concentration by 1 mg/m³

	Para prieš iškvietimą	Dvi paras prieš iškvietimą	1–2 paras prieš iškvietimą
<i>Rytas</i>	1,24 (1,00–1,53) $p = 0,046$	0,99 (0,80–1,23) $p = 0,954$	1,14 (0,89–1,46) $p = 0,298$
<i>Popietė</i>	0,97 (0,83–1,14) $p = 0,744$	0,82 (0,69–0,96) $p = 0,013$	0,86 (0,71–1,04) $p = 0,109$
<i>Vakaras, naktis</i>	1,18 (0,99–1,44) $p = 0,071$	0,76 (0,62–0,93) $p = 0,008$	0,93 (0,74–1,17) $p = 0,529$
<i>Nepriklausomai nuo paros laiko</i>	1,09 (0,98–1,21) $p = 0,120$	0,94 (0,84–1,04) $p = 0,223$	1,01 (0,89–1,14) $p = 0,899$

Analizuojant poveikį atskiruose CO koncentracijos deciliuose bei nustatant rizikos sritis sprendinių medžio metodu, pastebėtas iškvietimų ryte, parą prieš iškvietimą, rizikos padidėjimas 14 % (RS = 1,14 (0,99–1,31)) devintame CO koncentracijos decilyje (tarp 0,583 ir 0,711 mg/m³), taip pat 18 % (RS = 1,18 (1,02–1,36)) padidėjimas dešimtame decilyje (>0,711 mg/m³), lyginant su dienomis parą prieš iškvietimą – mažiau 80-ojo procentilio (0,583 mg/m³).

CO koncentracijai dvi paras prieš iškvietimą esant 10 decilyje, iškvietimų rizika popietinėmis valandomis buvo



2 pav. Rizikų santykis, nustatytas vidutinės dviejų parų anglies monoksido koncentracijos 9 ir 10 deciliuose

Fig. 2. The risk ratio of the average two days carbon monoxide concentration established in 9th and 10th deciles

9 % mažesnė (RS = 0,91 (0,81–1,01)), $p = 0,078$) nei esant CO koncentracijai mažiau 80-ojo procentilio. Iškvietimų rizika vakarinėmis valandomis ir naktį buvo 13 % didesnė (RS = 1,13 (0,98–1,27), $p = 0,085$), prieš parą CO koncentracijai esant didesnei kaip 90-asis procentilis (2 pav.).

Dėl širdies ir kraujagyslių ligų mirštamumo anglies monoksido įtaka yra didesnė miestuose, kuriems būdingas žemesnis standartizuotas mirštamumo dažnis, nes miestuose gyvena didesnė dalis vyresnių žmonių (Samoli *et al.* 2007).

Pagal Europos Parlamento ir Tarybos sprendimą 1600/2002/EB nustatyta, kad reikia sumažinti taršą tiek, kad sumažėtų žalingas poveikis žmonių sveikatai, ypač daug dėmesio skiriant pažeidžiamoms gyventojų grupėms ir visai aplinkai, gerinti oro kokybę, teršalų nusėdimo monitoringą bei vertinimą ir teikti informaciją visuomenei.

Siekiant apsaugoti žmonių sveikatą ir visą aplinką, ypač svarbu kovoti su teršalų emisijomis jų atsiradimo vietoje ir nustatyti bei įgyvendinti veiksmingiausias emisijų mažinimo priemones vietas, nacionaliniu ir bendrijos lygmeniu. Todėl turėtų būti vengiama žalingų oro teršalų emisijų, užtikrinama jų prevencija ar mažinami jų kiekiai ir nustatomi atitinkami aplinkos oro kokybės tikslai, atsižvelgiant į atitinkamus Pasaulio sveikatos organizacijos standartus, gaires ir programas (2008/50/EB).

Daugelis tyrėjų nagrinėjo oro taršos poveikį paros įvykių rizikai. Šiame straipsnyje primą kartą analizuotas oro taršos poveikis AH paūmėjimo rizikai, priklausomai nuo paūmėjimo laiko. Esant padidėjusiai oro taršai anglies monoksidu, rekomenduotina vengti oro taršos, daugiau laiko praleidžiant namuose, žaliuosiuose plotuose, vengti kontakto su cigarečių dūmais, esant galimybei, gyvenamąją vietą rinktis toliau nuo taršos šaltinių (užmiestis, kaimas, didesnis atstumas nuo pagrindinių kelių, gamyklų), maisto gamybai naudoti elektrines viryklės, mesti rūkyti. Šios rekomendacijos turėtų būti ypač aktualios žmonėms, kuriems yra diagnozuota arterinė hipertenzija. Jei vis dėlto nepavyksta išvengti kontakto su oru, užterštu anglies monoksidu, ir padidėja AKS, asmuo turėtų kreiptis į gydytoją dėl būklės įvertinimo, AH gydymo ar vartojamų vaistų korekcijos.

Išvados

1. Beveik pusė iškvietimų (45,1 %) dėl arterinio kraujo spaudimo padidėjimo buvo registruojami popietinėmis valandomis (nuo 0 iki 15 iškvietimų per parą).
2. Šilčiausiu metų laiku (vasara) iškvietimų skaičius dėl AKS padidėjimo nepriklausomai nuo paros meto buvo mažiausias, o didžiausias – žiemą (po pietų ir vakare).

3. Naktį iškvietimų rizika dėl padidėjusio AKS buvo reikšmingai didesnė pirmadieniais ir antradieniais.
4. Iškvietimo parą oro temperatūrai pakilus 10 °C, GMP iškvietimų rizika buvo 14 % mažesnė popietinėmis valandomis bei 13 % mažesnė vakare ir naktį.
5. Iškvietimų dėl padidėjusio AKS ryte rizika sietina su padidėjusia CO koncentracija parą prieš iškvietimą (padidėjus CO koncentracijai 1 mg/m³, rizika padidėja 1,24 karto).
6. Padidėjusi CO koncentracija neigiamos įtakos iškvietimams neturėjo.
7. Neigiamas CO poveikis stebėtas paros CO koncentracijai esant didesnei už 80-ąjį procentilį (0,583 mg/m³).

Literatūra

- Baltrėnas, P.; Kaziukonienė, D.; Kvasauskas, M. 2004. Air pollution at parking-lots of Vilnius, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 7(1): 38–43.
- Barnett, A. G.; Sans, S.; Salomaa, V.; Kuulasmaa, K.; Dobson, A. J. 2007. The effect of temperature on systolic blood pressure, *Blood Pressure Monitoring* 12(3): 195–203. <http://dx.doi.org/10.1097/MBP.0b013e3280b083f4>
- Barregard, L. 2011. Traffic noise and hypertension, *Environmental Research* 111(1): 186–187. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2010.10.008>
- Barregard, L.; Bonde, E.; Öhrström, E. 2009. Risk of hypertension from exposure to road traffic noise in a population-based sample, *Occupational & Environmental Medicine* 66(6): 410–415. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2008.042804>
- Brook, R. D.; Rajagopalan, S. 2009. Particulate matter air pollution and blood pressure, *Journal of the American Society of Hypertension* 3(5): 332–350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jash.2009.08.005>
- Brook, R. D.; Bard, R. L.; Burnett, R. T.; Morishita, M.; Dvonch, J. T.; Lu, W.; Hui-yu, Y.; Spino, C.; Mukherjee, B.; Kaplan, M. J.; Yalavarthi, S.; Oral, E. A.; Ajluni, N.; Qinghua Sun; Brook, J. R.; Harkema, J.; Rajagopalan, S. 2011. Differences in blood pressure and vascular responses associated with ambient fine particulate matter exposures measured at the personal versus community level, *Occupational & Environmental Medicine* 68(3): 224–230. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2009.053991>
- Brook, R. D.; Weder, A. B.; Rajagopalan, S. 2011. Environmental hypertensionology: The effects of environmental factors on blood pressure in clinical practice and research, *Journal of Clinical Hypertension* 13(11): 836–842. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-7176.2011.00543.x>
- Chang, T. Y.; Lai, Y. A.; Hsieh, H. H.; Hsieh, H. H.; Lai, J. S.; Liu, C. S. 2009. Effects of environmental noise exposure on ambulatory blood pressure in young adults, *Environmental Research* 109(7): 900–905. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2009.05.008>
- Davies, H. W.; Vlaanderen, J. J.; Henderson S. B. 2009. Correlation between co-exposures to noise and air pollution from traffic sources, *Occupational & Environmental Medicine* 66(5): 347–350.

- Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2008/50/EB, 2008 m. gegužės 21 d. „Dėl aplinkos oro kokybės ir švaresnio oro Europoje“. Briuselis.
- Europos Parlamento ir Tarybos sprendimas Nr. 1600/2002/EB, 2002 m. liepos 22 d. „Šeštoji Bendrijos aplinkosaugos veiksmų programa“.
- Fedecostante, M.; Barbatelli, P.; Guerra, F.; Espinosa, E.; Dessi-Fulgheri, P.; Sarzani, R. 2012. Summer does not always mean lower: seasonality of 24 h, daytime, and night-time blood pressure, *Journal of Hypertension* 30(7): 1392–1398. <http://dx.doi.org/10.1097/HJH.0b013e328354668a>
- Fuks, K.; Mebus, S.; Hertel, S.; Viehmann, A.; Dragano, N. N.; Möhlenkamp, S.; Jakobs, H.; Kessler, C.; Erbel, R.; Hoffmann, B. 2011. Long-term urban particulate air pollution, traffic noise and arterial blood pressure, *Environmental Health Perspectives* 119(12): 1706–1711. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1103564>
- Halonen, J. I.; Zanobetti, A.; Sparrow, D.; Vokonas, P. S.; Schwartz, J. 2011. Relationship between outdoor temperature and blood pressure, *Occupational & Environmental Medicine* 68(4): 296–301. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2010.056507>
- Hopstock, L. A.; Barnett, A. G.; Bønaa, K. H.; Mannsverk, J.; Njølstad, I.; Wilsgaard, T. 2013. Seasonal variation in cardiovascular disease risk factors in a subarctic population: the Tromsø Study 1979–2008, *Journal of Epidemiology & Community Health* 67(2): 113–118. <http://dx.doi.org/10.1136/jech-2012-201547>
- Lewington, S.; Li, L.; Sherliker, P.; Guo, Y.; Millwood, I.; Bian, Z.; Whitlock, G.; Yang, L.; Collins, R.; Chen, J.; Wu, X.; Wang, S.; Hu, Y.; Jiang, L.; Yang, L.; Lacey, B.; Peto, R.; Chen, Z. 2012. Seasonal variation in blood pressure and its relationship with outdoor temperature in 10 diverse regions of China: the China Kadoorie Biobank, *Journal of Hypertension* 30(7): 1383–1391. <http://dx.doi.org/10.1097/HJH.0b013e32835465b5>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas. 2001 m. gruodžio 11 d. Nr. 591/640. „Dėl aplinkos oro užterštumo normų nustatymo“. 6 priedas.
- Lingyu, W.; Rui, W. 2005. Carbon monoxide: endogenous production, physiological functions, and pharmacological applications, *Pharmacological Reviews* 57(4): 585–630. <http://dx.doi.org/10.1124/pr.57.4.3>
- Mobasher, Z.; Salam, M. T.; Goodwin, T. M.; Lurmann, F.; Ingles, S. A.; Wilson, M. L. 2013. Associations between ambient air pollution and hypertensive disorders of pregnancy, *Environmental Research* 123(5): 9–16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2013.01.006>
- Modesti, P. A.; Morabito, M.; Massetti, L.; Rapi, S.; Orlandini, S.; Mancia, G.; Gensini, G. F.; Parati, G. 2013. Seasonal blood pressure changes: an independent relationship with temperature and daylight hours, *Hypertension* 61(4): 908–914. <http://dx.doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00315>
- Neupane, M.; Basnyat, B.; Fischer, R.; Froeschl, G.; Wolbers, M.; Rehfuess, E. A. 2015. Sustained use of biogas fuel and blood pressure among women in rural Nepal, *Environmental Research* 136(1): 343–351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.10.031>
- Raub, J. A. 1999. Health effects of exposure to ambient carbon monoxide, *Chemosphere – Global Change Science* 1: 331–351. [http://dx.doi.org/10.1016/S1465-9972\(99\)00005-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1465-9972(99)00005-7)
- Samoli, E.; Touloumi, G.; Schwartz, J.; Anderson, H. R.; Schindler, C.; Forsberg, B.; Vigotti, M. A.; Vonk, J.; Košnik, M.; Skorkovsky, J.; Katsouyanni, K. 2007. Short-term effects of carbon monoxide on mortality: an analysis within the APHEA project, *Environmental Health Perspectives* 115(11): 1578–1583. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.10375>
- Szyszkowicz, M.; Rowe, B. H.; Brook, R. D. 2012. Even low levels of ambient air pollutants are associated with increased emergency department visits for hypertension, *The Canadian Journal of Cardiology* 28(3): 360–366. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjca.2011.06.011>
- TLK-10-AM Sisteminių ligų sąrašas. 2011. Tarptautinės statistinės ligų ir sveikatos sutrikimų klasifikacijos 10-as leidimas. Australijos modifikacija. Vilnius: Vaistų žinios.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 2000. *Air Quality Criteria for Carbon Monoxide*. Washington. 1-1-7-1 p.
- Vencloviėnė, J. 2010. *Statistiniai metodai medicinoje*. Kaunas: VDU.
- Woodhouse, P. R.; Khaw, K. T.; Plummer, M. 1993. Seasonal variation of blood pressure and its relationship to ambient temperature in an elderly population, *Journal of Hypertension* 11(11): 1267–1274. <http://dx.doi.org/10.1097/00004872-199311000-00015>
- Yarlioglu, M.; Kaya, M. G.; Ardic, I.; Calapkorur, B.; Dogdu, O.; Akpek, M.; Ozdogru, M.; Kalay, N.; Dogan, A.; Ozdogru, I.; Oguzhan, A. 2010. Acute effects of passive smoking on blood pressure and heart rate in healthy females, *Blood Pressure Monitoring* 15(5): 251–256. <http://dx.doi.org/10.1097/MBP.0b013e32833e439f>
- Žaliūnas, R. et al. 2009. *Širdies ligos: vadovėlis*. 3-iasis leid. Kaunas: Kardiologijos projektai.

INFLUENCE OF SHORT-TERM AIR POLLUTION WITH CARBON MONOXIDE ON THE RISK OF AMBULANCE CALL-OUTS RELATED TO ARTERIAL HYPERTENSION

A. Brazienė, J. Vencloviėnė, R. Babarskienė, T. Danilėkaitė

Summary

Air pollution by carbon monoxide can be possibly related to the increase in arterial blood pressure and the risk of arterial hypertension. The study was made in Kaunas. The concentration of daily carbon monoxide was estimated according to the data provided by the Department of Environment of Kaunas and environmental monitoring stations of Kaunas city municipality. The study aims to determine a short-term impact of air pollution by carbon monoxide on the number of calls for ambulance due to the risk of arterial hypertension. The following factors were taken into consideration during the study: the time of calling for ambulance, seasons, weekdays and air temperature. Almost half of calls for ambulance (45.1%) due to the increase in arterial blood pressure were recorded in the afternoon (from 0 to 15 calls a day). The number of calls for ambulance due to the increase in arterial blood pressure was the lowest in the warmest time of the

year (summer) regardless of the time of the day, and the highest in winter (in the afternoon and evening). The number of calls for ambulance at night due to the increase in arterial blood pressure was significantly higher on Mondays and Tuesdays. The number of calls for ambulance was 14% lower in the afternoon when the air temperature was 10 °C and 13% lower in the evening and at night. The number of calls for ambulance due to the increase in arterial blood pressure can be related to increased concentration of carbon monoxide one day before the call for ambulance (as a result of increased concentration of carbon monoxide by 1 mg/m³, the risk increases by 1.24 times). Increased concentration of carbon monoxide did not have negative influence on the number of calls for ambulance. Negative effect of carbon monoxide was observed when daily carbon concentration exceeded 80th percentile (0.583 mg/m³).

Keywords: carbon monoxide, arterial hypertension, arterial blood pressure, air pollution, morning, afternoon, evening, night, call-out.