



The effect of weather changes on cardiovascular system. Analysis of literature

Mariola Kovalevska¹, Marija Bendikaitė²

¹*Lithuanian University of Health Sciences Medical Faculty*

²*Vilkpėdė Hospital*

ABSTRACT

The aim of the paper is to perform literature analysis and analyse data on the impact of weather as a risk factor on the cardiovascular system.

These days, climate change is closely related to significant fluctuations of air temperature. It is known throughout the world that temperature “peaks” can affect the development of cardiovascular diseases. Climate and seasonal change are being increasingly focused as the risk factors of cardiovascular diseases. International studies aim to find the interface between cold / warm season and ischemic heart disease as well as the impact of meteorological changes on cardiovascular events [1]. After the literature analysis had been performed, it was observed that warm and rainy days with the increased amount of water vapour in the atmosphere and days with the increased amount of rainfall are associated with the patient (especially the elderly, over 65) outflow to the health care institutions (usually to emergency departments) due to the emergence of acute cardiovascular and respiratory diseases [2].

Key words: weather changes, cardiovascular system, ischemic heart disease

Orų kaitos poveikis širdies ir kraujagyslių sistemai. Literatūros analizė

Mariola Kovalevska¹, Marija Bendikaitė²

¹Lietuvos Sveikatos Mokslų Universitetas Medicinos Fakultetas

²VšĮ Vilkpėdės ligoninė

SANTRAUKA

Šiomis dienomis klimato kaita glaudžiai susijusi su ryškiais oro temperatūros svyravimais. Pasaulyje žinoma, kad temperatūros „pikais“ gali daryti įtaką širdies ir kraujagyslių sistemos ligoms vystytis. Klimatas bei sezoninė kaita vis labiau atkreipia į save dėmesį kaip širdies ir kraujagyslių sistemos ligų rizikos veiksniai. Tarptautiniu mastu atliekamais tyrimais ieškoma sąsajų tarp šalto/šilto metų laikotarpio ir išeminės širdies ligos, meteorologinių pokyčių poveikio kardiovaskulinių reiškinių atsiradimui [1]. Atlikus literatūros analizę stebėta, kad šiltos, lietingos dienos, kai padidėja vandens garų kiekis atmosferoje bei dienos su padidėjusiu kritulių kiekiu, susijusios su ligonių (ypač vyresnio amžiaus, vyresnių nei 65 metų) antplūdžiu į gydymo įstaigas (dažniausiai į skubios pagalbos skyrius) dėl ūminių širdies ir kraujagyslių bei kvėpavimo takų ligų atsiradimo [2].

Raktiniai žodžiai: orų kaita, širdies ir kraujagyslių sistema, išeminė širdies liga

Įvadas

Jau nuo seno buvo pastebėta, kad orai ir jų pokyčiai daro įtaką žmonių savijautai bei sveikatai [3]. Visame pasaulyje, ir Lietuvoje, yra atliekami tyrimai, kuriuose stebimos orų tendencijos ir jų sąsajos su tam tikrų ligų grupių paūmėjimais ir simptomų atsiradimu. Pasaulinės Sveikatos Organizacijos duomenimis, pagrindinė mirties priežastis pasaulyje yra širdies ir kraujagyslių ligos (ŠKL), kurios sudaro 31,0 proc. visų mirčių [4]. Tuo tarpu Europoje dažniausiai mirštama nuo išeminės širdies ligos (IŠL), o mirtingumas nuo ŠKL siekia 45,0 proc. tarp visų mirčių [5]. Kadangi viena pažeidžiamiausių organizmo sistemų yra širdies ir

kraujagyslių sistema, yra nagrinėjami labiausiai pastarąją veikiantys veiksniai. Pastebėta, kad naujai išsivystantiems IŠL atvejams bei šios ligos progresavimui įtakos turi orai bei jų pokyčiai, ypač šaltas ir karštas oras bei greitas jų pasikeitimas ir sezoniškumas [6]. Žinant IŠL išsivystymą predisponuojančius veiksnius, galima tinkamai informuoti visuomenę, kaip būtų galima sušvelninti ar palengvinti išsivysčiusius simptomus, pasiruošti tinkamai reaguoti teikiant pirmąją ir skubiąją pagalbą ir atitinkamai vengti šių veiksnių, tokiu būdu išvengiant naujų ar pasikartojančių IŠL atvejų. Atliekant literatūros analizę išsiaiškinama, kaip sergamumą ūminiu miokardo infarktu (toliau ŪMI) veikia vidutinė paros temperatūra, atmosferos slėgis jūros lygyje, minimali

santykinė oro drėgmė, maksimalus vėjo greitis, kritulių kiekis ir šių meteorologinių veiksnių pokyčiai, bei karščio ir šalčio bangos.

Literatūros analizė

Lietuvoje yra atlikta nemažai tyrimų, kuriuose nagrinėjama oro ir jo pokyčių įtaka sergamumui išemine širdies liga (toliau IŠL) bei ūminiu miokardo infarktu (ŪMI). Didžioji dalis studijų buvo atlikta nagrinėjant Kauno miesto sergamumo širdies ir kraujagyslių ligomis (toliau ŠKL) bei meteorologinius duomenis [7-13], taip pat tirta situacija ir Vilniaus mieste [14]. Atlikti tyrimai atskleidė, kad orai veikia žmonių sveikatą bei savijautą [8,14]. Orai labiausiai veikia širdies ir kraujagyslių sistemą, o vyresnio amžiaus bei gretutinėmis ligomis sergantiesiems šis poveikis būna stipresnis [8, 9, 14]. Sąsajos tarp orų ir jų pokyčių bei sergamumo išemine širdies liga buvo stebėtos visuose tyrimuose, kuriuose įvairūs meteorologiniai veiksniai, ar jų kompleksas, nulemia skirtingą poveikį širdies ir kraujagyslių sistemai. Nustatyta, kad ūmaus koronarinio sindromo išsivystymą lemia paskutinių dienų iki simptomų paūmėjimo ar atsiradimo ir tą dieną, kada jie pasireiškia, orai [10]. Kuo orų pokyčiai yra ryškesni, tuo didesnis sergamumas ŪMI ir daugiau mirčių nuo IŠL [8]. Didesnis mirtingumo dažnis pasitaiko tarp tų, kuriems ŪMI išsivystė pirmąjį kartą gyvenime [12]. Visuose tyrimuose buvo nustatytas ryšys tarp aplinkos oro temperatūros ir sergamumo miokardo infarktu (toliau MI) [7-11]. Temperatūrai vidutiniškai padidėjus 10,0 °C tikimybė susirgti ŪMI sumažėja 8,7 proc. 45-64 metų ir vyresnių nei 65 metų amžiaus grupėse, o 25-44 metų amžiaus grupėje ši tikimybė sumažėja 19,0 proc. Esant aukštesniam atmosferos slėgiui tikimybė susirgti ŪMI didėja – kas 10,0 hPa 4,0 proc. tarp 65 metų ir vyresnių bei 3,0 proc. tarp 25 metų ir vyresnių asmenų [11]. Taip pat rastas silpnas tiesioginis ryšys tarp vėjo greičio ir sergamumo MI moterų grupėje ($r=0,042$, $p=0,05$) [7]. Skirtingais metų laikais dominuojantys tam tikri meteorologinių veiksnių rodiklių pokyčiai nulemia skirtingą sergamumą ŪMI. Kauno miesto duomenimis,

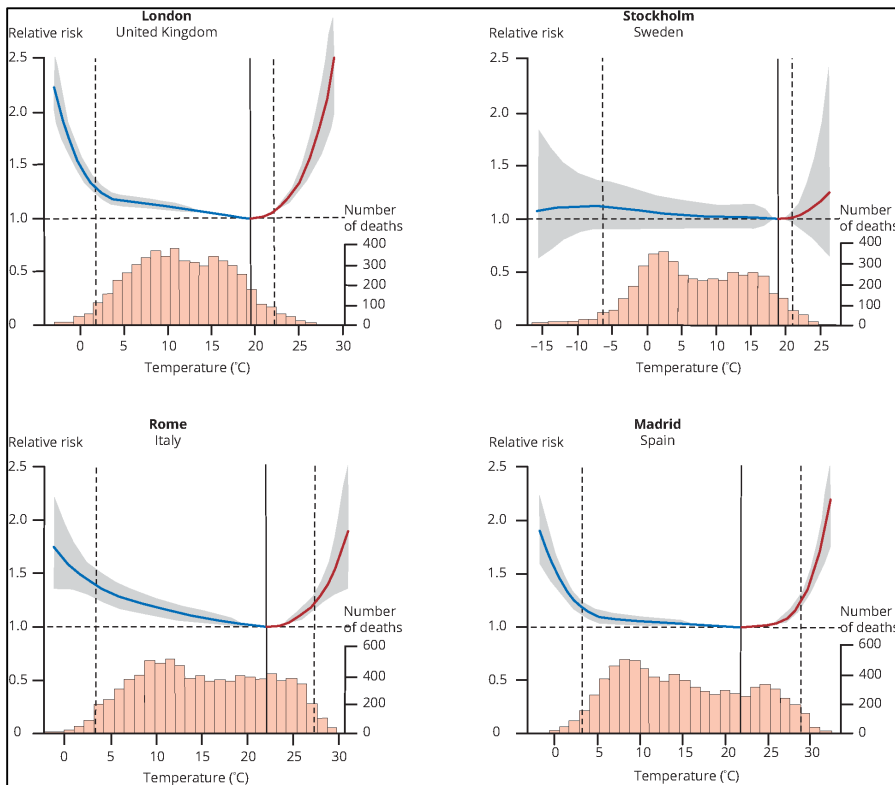
žiemos metu mirtingumas nuo ŪMI yra didesnis nei kitais metų laikais [7-10], o vasarą – mažiausias [8]. Šaltuoju metų periodu (spalio – balandžio mėnesiais) buvo fiksuotas didžiausias greitosios pagalbos iškvietimų skaičius dėl pasireiškusios ūmaus koronarinio sindromo klinikos šaltomis vėjuotomis dienomis, bei dienomis, kada buvo fiksuojamas sumažėjęs atmosferos slėgis ir didelis vėjo greitis tris dienas iš eilės. Mažas greitosios pagalbos skambučių skaičius, atvirkščiai, fiksuotas esant aukštam atmosferos slėgiui bei sumažėjus vėjo greičiui. Šiltuoju metų periodu (birželio – rugsėjo mėnesiais) mažesnis skambučių skaičius buvo fiksuojamas esant žemam atmosferos slėgiui, mažam vėjo greičiui, aukštam atmosferos slėgiui ir sumažėjusiam vėjo greičiui tris dienas iš eilės [10]. Kasdieninės vidutinės temperatūros ir hospitalizacijos dėl (A) koronarinės širdies ligos, ūminio miokardo infarkto, insulto ir išeminio insulto sąsajos buvo tyrinėjamos Kanadoje, 1996–2013 m. Tyrimo duomenys nurodomi 1 pav. Taip pat buvo nustatyti skirtumai tarp vyrų ir moterų: 25-64 metų amžiaus populiacijoje 1995–2007 metais, vyrų sergamumas MI, palyginti su moterimis, buvo keturis kartus didesnis. Esant vyresniam amžiui (65-84 metų) skirtumas mažesnis – vyrų sergamumas MI tik 1,5 karto didesnis nei 12 moterų. Taigi, tyrimai atskleidžia, kad sergamumas ŪMI Kauno mieste dažniau yra vyrų problema, tačiau vyresniame amžiuje šis skirtumas tarp lyčių sumažėja [7]. Užsienyje taip pat atliekamos studijos, kuriose tiriamas oro bei jo pokyčių poveikis žmogaus savijautai ir sveikatai. 2 paveiksle nurodytos didžiųjų Europos miestų: Londono, Stokholmo, Madrido ir Romos oro pokyčių bei mirties atvejų skaičių kitimas.

Vis dar bandoma išsiaiškinti, kurios meteorologinės sąlygos labiau veikia tam tikras organų sistemas bei ligų išsivystymą. Įrodyta, kad tam tikros meteorologinės sąlygos skatina ūmių koronarinių įvykių išsivystymą. Labiausiai paveikia oro drėgmė, atmosferos slėgis, vėjo greitis bei ryškūs oro temperatūrų pokyčiai [15]. Kuo didesni meteorologinių veiksnių pokyčiai, tuo labiau neigiamai veikiamas organizmas, dėl ko išsivysto

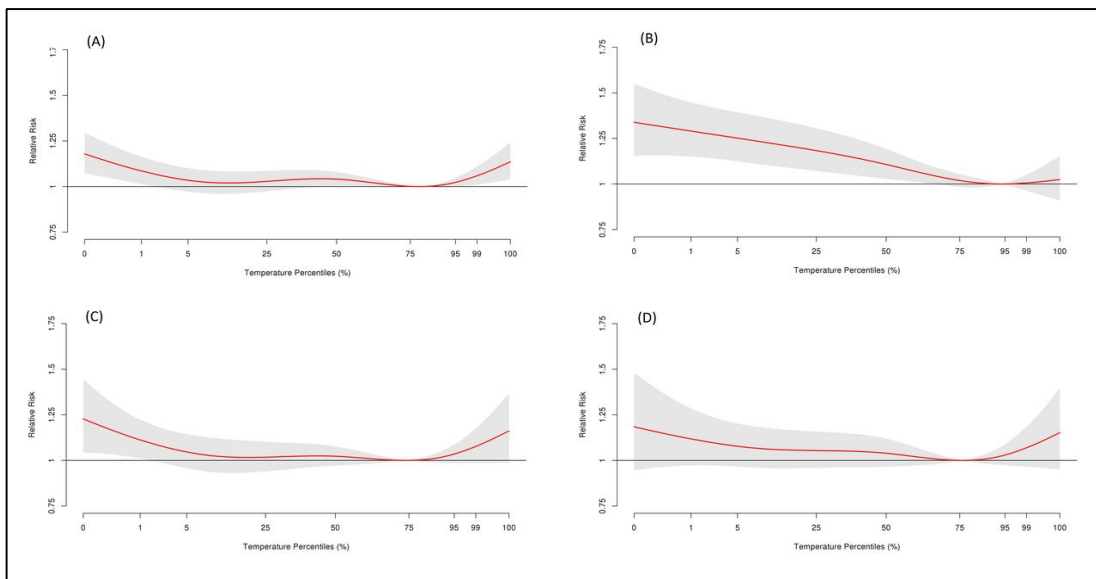
būklės, nuo kurių mirštama [16, 17]. Pavyzdžiui, ryškūs temperatūrų pokyčiai paros laikotarpyje kelias dienas iš eilės didina MI riziką [18], o ekstremalios temperatūros ir jų kitimai skatina ŪMI išsivystymą ir progresavimą [15]. Yra nustatytas ryšys tarp oro temperatūros bei MI pasireiškimo. Tiek karštis, tiek šaltis lemia padidėjusį mirtingumą nuo IŠL [18, 19], tačiau šaltis labiau skatina išsivystyti MI, nei karštis [15, 20]. Mirtingumą nuo širdies ir kraujagyslių ligų taip pat labiau lemia žema temperatūra, nei aukšta [21, 22]. Reikšminga yra šalčio trukmė – dvi dienas besitęsianti žema temperatūra jau didina riziką išsivystyti ŪMI [23]. Šaltis labiau veikia vyresnius [24]. ŪMI, esant žemai aplinkos temperatūrai, labiau pasireiškia vyrams [25]. Kitų studijų duomenimis buvo rastas ryšys tarp vyresnių nei 80 m. vyrų ir oro temperatūros sumažėjimo žiemos metu bei mirtingumo didėjimo [26]. Anksčiau diagnozuotas MI, psichiniai sutrikimai bei piktnaudžiavimas nuodingomis medžiagomis didina mirtingumą nuo IŠL esant žemai temperatūrai. Taip pat didesnis bendras mirtingumas yra nehospitalizuotų pacientų, vyresnių nei 65 metų amžiaus. Ištikus MI didesnė mirties tikimybė yra jaunesniems nei 65 metų amžiaus asmenims, tačiau, jei yra diagnozuotos širdies ir kraujagyslių ligos, ši tikimybė yra didesnė ir vyresniems nei 65 metų amžiaus asmenims [26]. Aukšta oro temperatūra taip pat skatina širdies ir kraujagyslių ligų išsivystymą bei progresavimą [27, 28], tarp jų ir ŪMI [27, 29], didina mirtingumą nuo IŠL [17, 23, 30]. Reikšminga ir karščio trukmė - aplinkos temperatūros didėjimas likus dviems dienoms iki ŪMI išsivystymo ir išsivystymo dieną yra susijęs su padidėjusiu ŪMI dažniu [31]. Taigi galime teigti, kad kuo ilgiau trunka karščio banga, tuo didesnis mirtingumas nuo kardiovaskulinių ligų [32]. Pokyčiai nurodyti paveiksle nr. 1. Dėl kumuliacinio temperatūros poveikio didėjant temperatūrai ir jai išliekant padidėjusiai daugiau nei 6 val., didėja rizika pasireikšti

MI su ST pakilimu [33]. Aplinkos temperatūrai esant daugiau nei 20 laipsnių ir jai didėjant kas 1,0 °C, rizika susirgti MI padidėja 1,9 proc. po 1-6 val. MI su ST pakilimu po 2,7 proc., o MI be ST pakilimo po 1,2 proc. [34].

Gretutinės ligos taip pat prisideda prie širdies ir kraujagyslių ligų progresavimo ir išsivystymo esant aukštai ar žemai temperatūrai. Pavyzdžiui, sergantiems cukriniu diabetu pastebėtas stiprus tiesioginis ryšys tarp kumuliacinio aukšto temperatūros poveikio ir vizitų dažnio dėl ŠKL [23]. Kitų studijų metu buvo pastebėta, kad pacientai, nesergantys širdies nepakankamumu, buvo labiau linkę mirti po ekstremalaus karščio periodo, nei tie, kurie sirgo širdies nepakankamumu [23]. Jau esant diagnozuotai lėtinei IŠL, rizika mirti buvo padidėjusi tarp vyrų ir moterų vyresnių nei 65 metų amžiaus grupėje. Priešingai, esant žemai aplinkos temperatūrai, mirtingumas nuo IŠL buvo padidėjęs jaunesnių nei 65 metų amžiaus grupėje, tačiau šioje grupėje buvo fiksuotas didesnis ŪMI dažnis, lyginant su vyresniais [19]. Tyrimais nustatytas ryšys tarp atmosferos slėgio ir MI. Tiek žemas, tiek aukštas atmosferos slėgis yra susijęs su MI su ST pakilimu [33]. Apibendrinant galima teigti, kad yra neabejotinų sąsajų tarp orų ir ŠKL ar tam tikrų simptomų išsivystymo. Visose studijose, tiek Lietuvoje, tiek užsienyje, buvo nustatyti ryšiai tarp meteorologinių veiksnių ir ŪMI išsivystymo ar IŠL progresavimo. Skirtingus tyrimų rezultatus lėmė tai, kad studijos buvo atliktos skirtinguose pasaulio regionose, esant skirtingos orų bei klimato sąlygoms ar gyvenimo lygiui. Nustatyta, kad didesę tikimybę susirgti ŠKL lemia gretutinės ligos, o mirtingumą nuo IŠL didina medicininės pagalbos neprieinamumas – dažniau miršta nehospitalizuoti pacientai. Stebėti skirtingi sergamumo ir mirtingumo nuo IŠL dažniai skirtingais metų sezonais – jie padidėja besikeičiant šiem sezonams.



2 pav. Londono, Stokholmo, Madrido ir Romos oro pokyčių ir mirties atvejų pasiskirstymas ir kaita. Šaltinis: adapted from Gasparrini et al. (2015)



1 pav. Kasdieninės vidutinės temperatūros ir hospitalizacijos dėl (A) koronarinės širdies ligos, (B) ūminio miokardo infarkto, (C) insulto ir (D) išeminio insulto sąsajos per 21 dienų laikotarpį Ontarijo mieste, Kanadoje, 1996–2013 m. Šaltinis: <https://heart.bmj.com/content/104/8/673>

Išvados

- Įvairių tyrimų duomenimis meteorologiniai veiksniai ar jų kompleksas turį sąsają su širdies ir kraujagyslių ligų išsivystymu: išemine širdies liga, ūminių koronarinių sindromu, ūminiu miokardo infarktu.
- Analizuojamuose tyrimuose stebėtas ryšys tarp aplinkos oro temperatūros ir sergamumo miokardo infarktu.
- Labiausiai sergamumą ŪMI ir mirtingumą nuo IŠL lemia meteorologinių veiksnių kitimai, ekstremumai bei kumuliacinis jų poveikis.

Literatūros šaltiniai

- Töro K, Bartholy J, Pongrácz R, et al. Evaluation of meteorological factors on sudden cardiovascular death. *J Forensic Leg Med* 2010;17:236–42. doi:10.1016/j.jflm.2010.02.008
- Tsangari, H., Paschalidou, A., Kassomenos, A., Vardoulakis, S., Heaviside, C., Georgiou, K., & Yamasaki, E. (2016). Extreme weather and air pollution effects on cardiovascular and respiratory hospital admissions in Cyprus. *Science of The Total Environment*, 542, 247-253. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.10.106
- Cardiovascular diseases (CVDs). [elektroninis išteklius] World Health Organization. World Health Organization; 2018 [žiūrėta 2018 m. balandžio 29 d.], prieiga per internetą http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en.
- Cardiovascular diseases (CVDs) [elektroninis išteklius]. World Health Organization. World Health Organization; [žiūrėta 2018 m. balandžio 29 d.], prieiga per internetą [http://www.who.int/en/newsroom/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](http://www.who.int/en/newsroom/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
- Ballester F. Weather, climate, and public health. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2003;57(10):759-60.
- Radišauskas R, Bernotienė G, Bacevičienė M, Ustinavičienė R, Kirvaitienė J, Krančiukaitė-Butykinienė D. Trends of myocardial infarction morbidity and its associations with weather conditions. *Medicina (Kaunas)*. 2014;50(3):182-9.
- Vaičiulis V. Sergamumo ir mirtingumo nuo išeminės širdies ligos ryšys su meteorologiniais ir heliogeofizikiniais veiksniais. Daktaro disertacija, Biomedicinos mokslai, visuomenės sveikata. 2015; Kaunas.
- Vencloviene J, Babarskiene R, Slapikas R, Sakalyte G. The association between phenomena on the sun, geomagnetic activity, meteorological variables, and cardiovascular characteristic of patients with myocardial infarction. *Int J Biometeorol*. 2013;57(5):797-804.
- Vencloviene J, Babarskiene R, Dobožinskas P, Siurkaite V. Effects of weather conditions on emergency ambulance calls for acute coronary syndromes. *Int J Biometeorol*. 2015;59(8):1083-93.
- Radišauskas R, Vaičiulis V, Ustinavičienė R, Bernotienė G. The effect of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of acute myocardial infarction in Kaunas. *Medicina (Kaunas)*. 2013;49(10):447-52.
- Bernotiene G, Radisauskas R, Tamosiunas A, Milasauskiene Z. Trends in out-of-hospital ischemic heart disease mortality for the 25-64 year old population of Kaunas, Lithuania, based on data from the 1988-2012 Ischemic Heart Disease Registry. *Scand J Public Health*. 2015;43(6):648-56.47
- Vencloviene J, Babarskiene RM, Dobožinskas P, Sakalyte G, Lopatiene K, Mikelionis N. Effects of weather and heliophysical conditions on emergency ambulance calls for elevated arterial blood pressure. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(3):2622-38.
- Liukaitytė J. Biometeorologinių sąlygų Lietuvoje kiekybinis vertinimas. Daktaro disertacija, Fiziniai mokslai: geografija. 2011; Vilnius.
- Claeys MJ, Rajagopalan S, Nawrot TS, Brook RD. Climate and environmental triggers of acute myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2017;38(13):955-960.
- Allen MJ, Sheridan SC. Mortality risks during extreme temperature events (ETEs) using a distributed lag non-

- linear model. *Int J Biometeorol.* 2015 Dec 8. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 26646668.
16. Ding Z, Li L, Xin L, Pi F, Dong W, Wen Y, Au WW, Zhang Q. High diurnal temperature range and mortality: Effect modification by individual characteristics and mortality causes in a case-only analysis. *Sci Total Environ.* 2016;544:627-34.
 17. Lee S, Lee E, Park MS, Kwon BY, Kim H, Jung DH, Jo KH, Jeong MH, Rha SW. Short-term effect of temperature on daily emergency visits for acute myocardial infarction with threshold temperatures. *PLoS One.* 2014;9(4):e94070. doi: 10.1371/journal.pone.0094070. eCollection 2014. PubMed PMID: 24770787; PubMed Central PMCID: PMC4000206.
 18. Davidková H, Plavcová E, Kynčl J, Kyselý J. Impacts of hot and cold spells differ for acute and chronic ischaemic heart diseases. *BMC Public Health.* 2014;14:480. doi: 10.1186/1471-2458-14-480. PubMed PMID: 24886566; PubMed Central PMCID: PMC4038364.
 19. Bijelović S, Dragić N, Bijelović M, Kovačević M, Jevtić M, Ninkovic Mrdenovački O. Impact of climate conditions on hospital admissions for subcategories of cardiovascular diseases. *Med Pr.* 2017;68(2):189-197. doi:10.13075/mp.5893.00606. Epub 2017 Mar 15. PubMed PMID: 28345679.
 20. Lin YK, Chang CK, Wang YC, Ho TJ. Acute and prolonged adverse effects of temperature on mortality from cardiovascular diseases. *PLoS One.* 2013;8(12):e82678. doi: 10.1371/journal.pone.0082678. eCollection 2013. PubMed PMID:24349335; PubMed Central PMCID: PMC3857249.
 21. Goggins WB, Chan EY, Yang CY. Weather, pollution, and acute myocardial infarction in Hong Kong and Taiwan. *Int J Cardiol.* 2013;168(1):243-9. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.09.087. Epub 2012 Oct 2. PubMed PMID: 23041014.
 22. Madrigano J, Mittleman MA, Baccarelli A, Goldberg R, Melly S, von Klot S, Schwartz J. Temperature, myocardial infarction, and mortality: effect modification by individual- and area-level characteristics. *Epidemiology.* 2013;24(3):439-46. doi: 10.1097/EDE.0b013e3182878397. PubMed PMID: 23462524; PubMed Central PMCID: PMC4037287.48
 23. Son JY, Gouveia N, Bravo MA, de Freitas CU, Bell ML. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. *Int J Biometeorol.* 2016;60(1):113-21. doi: 10.1007/s00484-015-1009-7. Epub 2015 May 14. PubMed PMID: 25972308; PubMed Central PMCID: PMC4644507.
 24. Honda T, Fujimoto K, Miyao Y. Influence of weather conditions on the frequent onset of acute myocardial infarction. *J Cardiol.* 2016;67(1):42-50. doi: 10.1016/j.jjcc.2015.02.013. Epub 2015 Apr 11. PubMed PMID: 25868809.
 25. Rocklöv J, Forsberg B, Ebi K, Bellander T. Susceptibility to mortality related to temperature and heat and cold wave duration in the population of Stockholm County, Sweden. *Glob Health Action.* 2014;7:22737. doi: 10.3402/gha.v7.22737. eCollection 2014. PubMed PMID: 24647126; PubMed Central PMCID: PMC3955771.
 26. Sherbakov T, Malig B, Guirguis K, Gershunov A, Basu R. Ambient temperature and added heat wave effects on hospitalizations in California from 1999 to 2009. *Environ Res.* 2018;160:83-90. doi: 10.1016/j.envres.2017.08.052. Epub 2017 Sep 30. PubMed PMID: 28964966.
 27. Son JY, Bell ML, Lee JT. The impact of heat, cold, and heat waves on hospital admissions in eight cities in Korea. *Int J Biometeorol.* 2014;58(9):1893-903. doi: 10.1007/s00484-014-0791-y. Epub 2014 Jan 21. PubMed PMID: 24445484.
 28. Mohammadi R, Khodakarim S, Alipour A, Bitaraf E, Soori H. Association between Air Temperature and Acute Myocardial Infarction Hospitalizations in Tehran, Iran: A Time-Stratified Case-Crossover. *Int J Occup Environ Med.* 2017;8(3):143-152. doi: 10.15171/ijoem.2017.1069. PubMed PMID: 28689211.

29. Wang X, Li G, Liu L, Westerdahl D, Jin X, Pan X. Effects of Extreme Temperatures on CauseSpecific Cardiovascular Mortality in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(12):16136-56. doi: 10.3390/ijerph121215042. PubMed PMID: 26703637; PubMed Central PMCID: PMC4690978.
30. Sen T, Astarcioglu MA, Asarcikli LD, Kilit C, Kafes H, Parspur A, Yaymaci M, Pinar M, Tüfekcioglu O, Amasyali B. The effects of air pollution and weather conditions on the incidence of acute myocardial infarction. *Am J Emerg Med*. 2016;34(3):449-54. doi: 10.1016/j.ajem.2015.11.068. Epub 2015 Dec 4. PubMed PMID: 26742457.
31. Yin Q, Wang J. The association between consecutive days' heat wave and cardiovascular disease mortality in Beijing, China. *BMC Public Health*. 2017;17(1):223. doi: 10.1186/s12889-017-4129-7. PubMed PMID: 28228117; PubMed Central PMCID: PMC5322604.
32. Jia EZ, Liu Z, Chen AJ, Gu Y, Li ZY, Zhu TB, Li CJ, Wang LS, Ma WZ, Yang ZJ. Meteorological parameters and the onset of chest pain in subjects with acute ST-elevation myocardial infarction: an eight-year, single-center study in China. *Cell Physiol Biochem*. 2014;34(5):1589-96. doi: 10.1159/000366362. Epub 2014 Oct 31. PubMed PMID: 25402638.49
33. Bhaskaran K, Armstrong B, Hajat S, Haines A, Wilkinson P, Smeeth L. Heat and risk of myocardial infarction: hourly level case-crossover analysis of MINAP database. *BMJ*. 2012;345:e8050. doi: 10.1136/bmj.e8050. PubMed PMID: 23243290; PubMed Central PMCID: PMC3521646.