

Maša Grašič¹, Simona Perčič²

Število umrlih v času vročinskih valov po diagnozah, spolu, starostnih skupinah ter mestnem in podeželskem okolju, za Slovenijo, primerjava med letoma 2014 in 2018

Number of Heatwave Deaths in Slovenia According to Diagnosis, Sex, Age Group and Urban or Rural Area, a comparison between 2014 and 2018

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: vročinski valovi, povečano število smrti, ranljive skupine, javnozdravstveni ukrepi

IZHODIŠČA. Podnebne spremembe so dejstvo našega časa in prihodnosti. Ena izmed posledic globalnega segrevanja so vročinski valovi, ki imajo po vsem svetu vpliv na povečano število prezgodnjih smrti. Zaradi številnih javnozdravstvenih ukrepov in medresorskega sodelovanja se je umrljivost v nekaterih državah zmanjšala in se ne povečuje z večjo toplotno obremenitvijo. **METODE.** Izračunali smo relativno tveganje in 95-% interval zaupanja za število umrlih, in sicer po diagnozah, spolu in starostnih skupinah, ter povečano število umrlih, povezanih z vročinskimi valovi v Sloveniji, in sicer za opazovani leti 2014 in 2018. Primerjali smo relativna tveganja za statistične podskupine med obema letoma. **REZULTATI.** V letu 2014 so bili statistično značilno povezani: vsi, vsi vzroki smrti; moški, vsi vzroki smrti; ženske, vsi vzroki smrti; vsi vzroki smrti, 5–74 let; vsi vzroki smrti, 75 let in več; vsi, bolezni obtočil; ženske, bolezni obtočil; vsi, 75 let in več, bolezni obtočil; ženske, 75 let in več, bolezni obtočil; vsi, novotvorbe; vsi, vsi vzroki smrti, mestno okolje; vsi, vsi vzroki smrti, podeželsko okolje; vsi, vsi vzroki smrti, mestno okolje, 5–74 let; vsi, vsi vzroki smrti, podeželsko okolje, 5–74 let in vsi, vsi vzroki smrti, podeželsko okolje, 75 let in več. V letu 2018 je bila statistično značilno povezana samo ena podskupina: vsi, novotvorbe. Primerjava med letoma 2014 in 2018 je pokazala statistično značilne razlike: vsi, vsi vzroki smrti; ženske, vsi vzroki smrti; vsi, vsi vzroki smrti, 75 let in več; vsi, bolezni obtočil, 75 let in več; ženske, bolezni obtočil, 75 let in več; vsi, vsi vzroki smrti, mestno okolje; vsi, vsi vzroki smrti, podeželsko okolje; vsi, vsi vzroki smrti, mestno okolje, 5–74 let in vsi, vsi vzroki smrti, podeželsko okolje, stari 5–74 let. **RAZPRAVA.** Poletje v letu 2014 je bilo eno izmed najbolj obremenjujočih za povečano število umrlih v Sloveniji v zadnjih 20 letih. Leta 2018 je število umrlih v času vročinskih valov upadlo in je dober kazalnik za spremembe v umrljivosti zaradi vročinskih valov. Eden izmed vzrokov za to spremembo so lahko tudi intenzivnejši javnozdravstveni ukrepi in medresorsko sodelovanje po letu 2016.

¹ Maša Grašič, štud. med., Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Vrazov trg 2, 1000 Ljubljana; masa.grasic@gmail.com

² Simona Perčič, dr. med., Nacionalni inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo, Zaloška cesta 29, 1000 Ljubljana; simona.percic@nijz.si

ABSTRACT

KEY WORDS: heatwaves, excess deaths, vulnerable subgroups, public health measures

BACKGROUND. Climate change is a very well known fact of the present and the future. One consequence of global warming are heatwaves, which have an impact on the increasing number of premature deaths worldwide. However, due to a number of public health measures and inter-sectoral cooperation, mortality has been decreasing or has stagnated in some countries. **METHODS.** We estimated relative risks for the number of deaths according to the observed diagnoses, sex, age groups and area, as well as 95% confidence intervals and excess deaths associated with heatwaves occurring in the years 2014 and 2018. We compared relative risks between statistical subgroups for both years. **RESULTS.** In the year 2014, the following subgroups showed statistical significance: all, all causes of death; men, all causes of death; women, all causes of death; all, all causes of death, 5–74 years; all, all causes of death, 75 years and more; all, circulatory diseases; women, circulatory diseases; all, 75 years and more, circulatory diseases; women, 75 years and more, circulatory diseases; all, neoplasms; all, all causes of death, urban area; all, all causes of death, rural area; all, all causes of death, urban area, 5–74 years; all, all causes of death, rural area, 5–74 years; and all, all causes of death, rural area, 75 years and more. In the year 2018, only one correlation was statistically significant: all, neoplasms. A comparison between 2014 and 2018 showed statistically significant results for: all, all causes of death; women, all causes of death; all, all causes of death, 75 years and more; all, circulatory diseases, 75 years and more; women, circulatory diseases, 75 years and more; all, all causes of death, urban area; all, all causes of death, rural area; all, all causes of death, urban area, 5–74 years; and all, all causes of death, rural area, 5–74 years. **DISCUSSION.** The summer of 2014 was one of the most burdensome for heatwave deaths in Slovenia in the last twenty years. In 2018, the number of deaths dropped significantly, which is a good indicator of changes in mortality during heatwaves. One of the reasons for these changes could be more intense public health measures and inter-sectoral cooperation after the year 2016.

IZHODIŠČA

Podnebne spremembe so poleg onesnaženega zraka najbolj pereča težava na področju zdravja in okolja. Svet se globalno segreva in posledično so vročinski valovi v poletju vse bolj nevarni za povečano umrljivost in obolevnost. Poleg povišanih povprečnih temperatur vročinski valovi naraščajo tudi v relativni in absolutni pogostosti, intenzivnosti in trajanju, s precejšnjim naraščajočim trendom v Evropi od leta 1950 (1). V zadnjem desetletju se je količina literature o dejavnikih, ki vplivajo na občutljivost na visoke temperature, močno povečala. Ugotovljeno je, da so starejši ljudje najbolj ogroženi zaradi vročine. Druge ranljive

skupine vključujejo ljudi s kroničnimi boleznimi (kot so bolezni srca in žilja, bolezni dihal, motnje endokrinega sistema, duševne motnje, presnovne motnje in ledvične motnje), nosečnice, majhne otroke, delavce, ljudi, ki živijo v mestnih okoljih, v socialno in ekonomsko ogroženih okoljih, migrante in popotnike (2). Zato je še posebej pomembno osredotočiti se na tiste podskupine prebivalstva, ki so najranljivejše za toplotno obremenitev zaradi že obstoječih zdravstvenih, socialno-demografskih in okoljskih pogojev (2). Posebni dejavniki za ranljivosti lahko povzročijo večje tveganje za smrt zaradi izpostavljenosti ekstremnim temperaturam. Ti so lahko povezani s posa-

meznikom (starost, spol, zdravstveno stanje) ali s socialnimi in gospodarskimi razmerami ali z okoljem (vključno s podnebjem, življenjskim okoljem mestnega in podeželskega okolja, ravnijo onesnaženosti zraka, zelenih površin, prisotnostjo klimatskih naprav in značilnostmi zgradb) (2).

Ranljive skupine prebivalstva

V nadaljevanju povzemamo dognanja o povezanosti vročinskih valov in ranljivih skupin iz najnovejše objave Svetovne zdravstvene organizacije (SZO) o podnebnih spremembah v Evropi z namenom, da bi bralec dobil jasnejšo sliko o problematiki vročinskih valov in možnosti usmeritve javnozdravstvenih ukrepov (2).

Starejši

Staranje vpliva na sposobnost termoregulacije in lahko zmanjša zaznavanje visokih temperatur, kar vodi v ogroženost, zapoznel vedenjski odziv starejših na toplotni stres in poveča pojav bolezni, povezanih z vročino in lahko posledično tudi s smrtjo. Ogroženost starejših je posledica tako fizioloških sprememb, ki se pojavijo s starostjo, kot socialno-ekonomskih dejavnikov tveganja. Starejši ljudje so še posebej ogroženi zaradi omejenih termoregulacijskih mehanizmov (omejeno potenje in pretok krvi v koži), kronične dehidracije, številnih kroničnih bolezni (zlasti bolezni srca in pljuč, sladkorna bolezen in demenca), uporabe zdravil, invalidnosti in nesamozadostnosti ter možne družbene izoliranosti. Ugotovili so, da ljudje po 65. letu postanejo še posebej ranljivi za toplotni stres v času vročinskih valov. Sposobnost ljudi, da se z uravnavanjem telesne temperature ustrezno odzovejo na vroče okolje, se zaradi staranja zniža že pri 40. letih, te razlike postanejo očitne pri večini ljudi do sredine 50. let (2). Zaradi staranja prebivalstva in naraščanja nenalezljivih kroničnih bolezni bo težava postala še bolj pereča (3).

Otroci

Zaradi večjega razmerja med površino telesa in prostornino so dojenčki in otroci v času vročinskih valov bolj ranljivi kot zdravi odrasli. Otroci so tudi bolj telesno aktivni in ne znajo dovolj poskrbeti zase, zato morajo za zaščito skrbeti starši (npr. zadostno uživanje tekočin, primerna obleka itd.). Otroci imajo zaradi še potekajočega razvoja manj učinkovito sposobnost prilagajanja na toploto kot odrasli s prilagoditvenimi termoregulacijskimi mehanizmi. Toplotna obremenitev je bila povezana tudi s povečanjem obiskov na urgenci ali bolnišničnimi sprejemi na otroški oddelek zaradi bolezni dihal, astme, gastroenteritov, bolezni ledvic in bolezni osrednjega živčnega sistema. Pojavnost bakterijskih bolezni prebavil pri otrocih se je povečala pri visokih temperaturah (2).

Nosečnice

Raziskave kažejo, da je toplotna obremenitev dejavnik tveganja za neugodne porodne izide, kot sta nizka porodna teža in prezgodnji porod. Telesna teža nosečnic se poveča, kar povzroči povečano proizvodnjo toplote in zmanjša sposobnost izgube toplote s potenjem. Tudi plod doda svojo telesno sestavo in hitrost presnove, kar dodatno spremeni odgovor nosečnice na toplotni stres. Težave s termoregulacijo in dehidracijo med nosečnicami lahko povzročijo zmanjšanje krvnega obtoka pri materi, kar lahko sproži porod. Poleg tega lahko toplotni stres sproži sproščanje hormonov, kot je kortizol, ali poveča izločanje oksitocina in prostaglandina, kar lahko posledično povzroči porod in povečano krčenje maternice. Do danes vzroki, povezani z nedonošenostjo in nizko porodno težo ter toplotno obremenitvijo, še niso jasni. Epidemiološke raziskave v Evropi in svetu so pokazale pomembno pozitivno kratkotrajno povezanost med izpostavljenostjo visokim temperaturam in prezgodnjim porodom. Raziskave so ugotovile, da čim daljša je

izpostavljenost vročini (torej daljši vročinski valovi), tem večje je tveganje za neugodne porodne izide. Ocene učinkov v različnih raziskavah se razlikujejo zaradi razlik v zasnovi raziskav, opredelitve kritičnih oken izpostavljenosti in gestacijske starosti nosečnosti, lokalnega podnebja in zmožnosti prilagoditve prebivalstva, dostopa do zdravstvene oskrbe in zdravstvene pomoči v nosečnosti. Moteče dejavnike, kot so onesnaženost zraka, vlažnost, materina starost, zakonski položaj, etnična pripadnost, socialno-ekonomski položaj, kajenje ali pitje, prejšnje nosečnosti, predporodni obiski in gestacijski zapleti ter že obstoječa zdravstvena stanja (kot so indeks telesne mase, povišan krvni tlak in sladkorna bolezen), je treba upoštevati pri proučevanju dejavnikov izidov pri rojstvu. Raziskave so pokazale, da je bila ekstremna vročina močno povezana z nedonošenostjo v regijah s hladnejšim in suhim podnebjem, sploh med mlajšimi nosečnicami, na tveganje so vplivala tudi že obstoječa zdravstvena stanja, ki so vplivala na prezgodnji porod, ugotovili so tudi, da so bile ženske z že obstoječo gestacijsko hipertenzijo ali sladkorno boleznijo izpostavljene večjemu tveganju ter da so imele ženske s kronično boleznijo (zlasti srčne bolezni) in mlade matere (mlajše od 20 let) večje tveganje za prezgodnji porod. Socialno-ekonomske razlike lahko dodatno prispevajo k tveganju za prezgodnji porod ob izpostavljenosti visokim temperaturam. Našli so večje tveganje za prezgodnji porod pri ženskah, ki prebivajo na območjih z nizkim socialno-ekonomskim položajem in z nizko izobrazbo, v mestnih območjih pa je bila bližina zelenih površin povezana s koristnimi učinki na zdravje, kot so zmanjšan stres, povečani socialni stiki in kohezija, povečana telesna dejavnost in nižani temperaturni ekstremi – še posebej obremenitev s toploto in nižje ravni onesnaženosti zraka. Več raziskav je proučevalo povezanost med zelenimi površinami in prezgodnjimi poro-

di, vendar so si rezultati nasprotujoči (2). Ti dejavniki so pomembni za preventivo v času vročinskih valov, da bi prepoznali najbolj ogrožene, ki jih je treba spremljati dejavno in s posebno pozornostjo med vročinskimi valovi, ter tudi za natančne nasvete za izboljšanje zavedanja in pripravljenosti.

Osebe s kroničnimi nenalezljivimi boleznimi

Srčno-žilna obolenja

Znano dejstvo je, da imajo osebe s srčno-žilnimi boleznimi (povišan krvni tlak, ateroskleroza, visok krvni holesterol, srčno popuščanje) večje tveganje za umrljivost ob ekstremni vročini zaradi omejenih prilagoditvenih mehanizmov srčno-žilnega delovanja, ki so potrebni med izpostavljenostjo toplotnemu stresu (oslabljena periferna vazodilatacija, znojenje, prerazporeditev krvnega obtoka v periferno žilje). Izpostavljenost toploti dokazano vodi do povečanja števila rdečih krvnih celic (eritrocitov), števila trombocitov in tako povečane viskoznosti krvi ter tudi zvišanja srčnega utripa. Poškodbe organov zaradi povišanih temperatur so domnevno povezane z dehidracijo, ki je posledica toplotne obremenitve. Obremenitev s toploto je tako dejavnik tveganja za ishemično možgansko kap, več raziskav je pokazalo tudi vpliv toplotne obremenitve na akutni infarkt srčne mišice, sprejeme v bolnišnico in povečano umrljivost. Ugotovili so, da so bile ženske, stare 75 let in več, ter tisti z nizkim socialno-ekonomskim položajem v večji nevarnosti za akutne srčno-žilne dogodke. Slab življenjski slog oseb z nizkim socialno-ekonomskim položajem pomeni slabšo prilagoditev na vremenske razmere, kar bi lahko vplivalo na povečano število sprejemov v bolnišnico zaradi akutnega infarkta srčne mišice (2).

Dihalna obolenja

Raziskave kažejo, da imajo bolniki z osnovno boleznijo dihal (kronična obstruktivna

pljučna bolezen (KOPB), astma) večje tveganje za umrljivost in obolevnost v času vročinskih valov. Podlage z mehanizmi, prek katerih visoke temperature lahko povečajo to tveganje, niso povsem jasne. Znano je, da pride do sistemskega vnetja in žilnih sprememb, ki lahko sprožijo epizode sindroma dihalne stiske prek aktivacije sistema komplementa. KOPB se ob obremenitvi s toploto lahko poslabša, ker pride do hiperventilacije in s tem razpršitve toplote v dihalnih poteh. Posledica je bronhokonstrikcija zaradi toplotne obremenitve, kar še poslabša zdravstveno stanje. Pri osebah z astmo so pokazali, da lahko dihanje vročega vlažnega zraka povzroči bronhokonstrikcijo in povečano odpornost dihalnih poti, ki je posredovana prek holinergičnih živčnih povezav. Poleg tega lahko zdravila za astmo vplivajo na termoregulacijski odziv, s čimer se poveča učinek toplotnega stresa. Za poslabšanje dihalnih obolenj v času vročinskih valov je pomembno vedeti, da je tudi onesnažen zrak (predvsem trdni delci (angl. *particulate matter*, PM) in ozon) pomemben sodejavnik tveganja za razvoj bolezni (2).

Osebe z duševnimi obolenji in vedenjskimi motnjami

Duševno zdravje in vedenjske motnje, kot so depresija, bipolarna motnja, shizofrenija, duševne motnje in motnje v razvoju, so povezane s tveganji za poslabšanje zdravja med vročinskimi valovi. Izpostavljenost visokim temperaturam lahko povzroči posebno nelagodje in toplotni stres med ljudmi z duševnimi motnjami – lahko postanejo vznemirjeni, agresivnejši in nasilnejši, s povečanim tveganjem za samomor in ustvarjanje sporov. Duševne bolezni v času vročinskih valov so bile povezane z večjim številom sprejemov v bolnišnice in samomori. Mehanizmi vključujejo spremenjene presnovke nekaterih živčnih prenašalcev, npr. 5-hidroksitriptamina in dopamina, ki so povezani z nastankom depresije in bipo-

larne motnje. Nekatera zdravila, ki jih jemljejo duševni bolniki, delujejo na termoregulacijske mehanizme in oslabijo termoregulacijski odziv pri izpostavljenosti visokim temperaturam (npr. antipsihotična zdravila imajo neželene učinke, povezane s toploto). Večkrat je pri teh osebah kognitivno zavedanje okoljskih razmer in sposobnost, da izvajajo prilagodljivo vedenje, kot je povečan vnos tekočine ali nošenje primernih oblačil, zlasti pri tistih z duševnimi motnjami, kot so Alzheimerjeva bolezen, demenca, senilnost, psihoze in motnje v razvoju, omejeno. Tako bi kot ukrep za pomoč tem ranljivim skupinam lahko uvedli dejavnejšo vlogo negovalcev in socialnih storitev. Potrebne so nadaljnje raziskave o vzrokih za poslabšanje duševnih bolezni v času vročinskih valov. Nadaljnje raziskave bi se morale osredotočiti na možne spremenljivke učinkov, kot so npr. anamneza zdravil, pridružene bolezni in različni družbeni kazalniki (dohodek, življenjske razmere, uporaba klimatskih naprav), za boljšo opredelitev te ranljive skupine (2).

Sladkorna bolezen

Izpostavljenost visokim temperaturam med vročinskimi valovi poveča tveganje za sprejem v bolnišnico in smrt pri posameznikih s sladkorno boleznijo. Pri bolnikih s sladkorno boleznijo tipa 1 in tipa 2 lahko pride do dehidracije zaradi zmanjšane pretoka krvi v koži in zmanjšane potenja s posledično poslabšano termoregulacijo. Pridružene bolezni, kot so debelost, povišan krvni tlak, dislipidemija, bolezni srca in žilja, diabetična nevropatija in kožne bolezni, a tudi zdravila, prispevajo k ranljivosti pri bolnikih s sladkorno boleznijo v času vročinskih valov. Staranje lahko dodatno oslabi sposobnost termoregulacije bolnikov s to boleznijo. Opravljanje telesnega dela v vročini je še en pomemben izziv za bolnike s sladkorno boleznijo, saj je telesna dejavnost priporočljiva za njeno obvladovanje. V zvezi s tem dosedANJI dokazi kažejo, da

lahko toplotna obremenitev pri vadbi povzroči poslabšanje stanja pri tovrstnih bolnikih (2).

Bolezni, ki se prenašajo s hrano in vodo v vročem okolju

Več raziskav je pokazalo povezavo med vročinskimi valovi in boleznimi, ki se prenašajo s hrano in vodo zaradi razmnoževanja različnih bakterij v vročem okolju: najpogostejši zdravstveni učinki sta gastroenteritis in driska. Raziskave v državah z nizkimi, srednjimi in visokimi dohodki so med vročinskimi valovi dokazale statistično značilno povezanost za drisko zaradi vseh vzrokov in za bakterijsko drisko. Zaradi napredovanja podnebnih sprememb – zlasti povezanih s povišanjem temperatur ter spremembami pogostosti in intenzivnosti ekstremnih dogodkov – lahko le-te spremenijo porazdelitev, preživetje in patogenost povzročiteljev bolezni ter spremembe v vzorcih izpostavljenosti gostitelja, s čimer se povečata vpliv na zdravje in obremenitev zdravstvenega sistema (2).

Popotniki, turisti in migranti

Popotniki, ki prehajajo iz hladnega ali zmernega podnebja v vroča podnebja in niso v dobri telesni pripravljenosti ter niso prilagojeni na vročino, so lahko med vročinskimi valovi izpostavljeni večjemu tveganju. Večkrat se ne zavedajo zdravstvenih tveganj in vedenjskih sprememb, potrebnih za obvladovanje vročine. Delavci migranti, begunci in notranje razseljeni ljudje morda že imajo obstoječe ranljivosti in ranljivosti po preselitvi (podhranjenost in nezdravljena kronična zdravstvena stanja zaradi omejenega dostopa do zdravstvene oskrbe in pomanjkanja zavetja, ki bi zagotavljalo ustrezno zaščito), zato so nagnjeni k večjemu tveganju za stanja, povezana z vročino (2).

Socialno-ekonomski položaj

Nizek socialno-ekonomski položaj in/ali nizek dohodek, življenje v samoti in druž-

beno izoliranost so povezani s povečanimi škodljivimi učinki na zdravje med vročinskimi valovi. Potekajo razprave o vlogi socialno-ekonomskih dejavnikov pri ranljivosti med vročinskimi valovi in o tem, ali vplivajo izključno posameznikovi ali soseski socialno-ekonomski pogoji. Posamezni pogoji (izobrazba, dohodek) vplivajo na zdravje, medtem ko lahko na stališča in vedenja, razpršena med ljudmi na ravni skupnosti ali soseske, vpliva tudi zdravstvena vzgoja. Mesta so toplotni otoki, kjer so temperature zraka poleti višje kot na podeželju in tudi ponoči ne padejo dovolj, da bi si odpočili. V velikih mestih v Evropi, predvsem v metropolitanskih območjih, obstaja različna ranljivost prebivalstva, saj so socialno-ekonomske razlike velike. Poleg tega prihaja do nenehne urbanizacije in rasti mest tudi v Evropi. Pričakovano toplejše mestno jedro v osrednjih območjih mest z nizkim socialno-ekonomskim položajem je povezano z večjim učinkom vročinskih valov na umrljivost. Poleg tega so v velikih mestih Evrope revnejši prebivalci ob izpostavljenosti visokim temperaturam bolj izpostavljeni tudi onesnaženemu zraku, kar še poslabša zdravstveno stanje ranljivih skupin s povečano umrljivostjo in obolevnostjo. Glede na prihodnje podnebje, spremembo in učinek toplotnih otokov sta bili v Združenem kraljestvu narejeni dve raziskavi, ki sta ocenili, da bodo do leta 2080 vročinski valovi odgovorni za povečanje umrljivosti približno za trikratno stopnjo, kot je bila umrljivost leta 2003. Ta vidik je pomemben za promocijo ukrepov za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in za ublažitev učinka vročinskih valov v mestih (2).

Druga dejstva o vročinskih valovih

Dejstvo, ki bo močno vplivalo na umrljivost in obolevnost v času vročinskih valov v Evropi, je, da se prebivalstvo v tej regiji stara, predvsem v velikih mestih (4). Tudi za Slovenijo demografski izračuni kažejo, da bo do leta 2060 v Sloveniji 35 % prebi-

valcev starih več kot 65 let, kar je skrb vzbujajoče, poleg tega število kroničnih nalezljivih bolezni v starosti v Sloveniji narašča (3, 5).

A vendar vplivi vročinskih valov na zdravje prebivalstva ostajajo nepoznani. Veliko vprašanj je med znanstveniki na temo, ali bodo ti vplivi močnejši ali se bodo ustalili in celo znižali (6). Kar nekaj raziskav je pokazalo, da se učinki vročinskih valov na zdravje s časom spreminjajo in se umrljivost znižuje v več predelih Evrope in tudi po svetu (Avstralija, Japonska, ZDA). Vendar to zmanjšanje umrljivosti nikakor ni enovito ter ga ne moremo posplošiti (2). Znižano umrljivost v zadnjih desetih letih so pokazale raziskave v Franciji, na Irskem, v Italiji in Španiji (7–14). Po drugi strani niso bili dosledno ugotovljeni znatni padci za Združeno kraljestvo, in čeprav niso ugotovili pomembne presežne umrljivosti, so le-to opazili v hudem vročinskem valu leta 2013. Tako splošni dokazi kažejo, da se smrtnost zaradi vročine lahko povečuje (15–17). Na Češkem nedavna analiza kaže na primerjalno povečanje umrljivosti zaradi vročinskih valov (18). Relativno primerljive posledice vročinskih valov na Finskem v letih 2014 in 2018 so pokazale povečano število smrti za 330 oz. 380 umrlih (19). V večini držav niso merili trendov, zato so zelo koristne raziskave o značilnosti trendov za velika mesta v Evropi. Večplastna raziskava v devetih evropskih mestih je pokazala zmanjšanje smrtnosti zaradi vročine v sredozemskih mestih, vendar ne tudi v mestih na severu Evrope. Avtorji to razliko pripisujejo izvajanju preventivnih načrtov na višji ravni, prilagajanju lokalnega prebivalstva in večji ozaveščenosti prebivalstva o izpostavljenosti visokim temperaturam poleti (20). Nekatere znake vpliva zmanjšanja umrljivosti zaradi vročinskih valov so opazili na Dunaju in v Atenah (20–23). Medtem ko so de' Donato in sodelavci ugotovili, da se s časom umrljivost zaradi vročine zmanjšuje v Budimpešti in

Stockholmu, Scortichini in sodelavci niso ugotovili pomembnega trenda umrljivosti zaradi vročine v obeh, z izjemo najvišje zabeležene umrljivosti zaradi vročine leta 2007 v Budimpešti (20, 23). Podobno de' Donato in sodelavci niso našli povečanja umrljivosti zaradi vročine v Helsinkih, medtem ko Scortichini in sodelavci niso ugotovili nobenega trenda – razen vrhunca v umrljivosti v Helsinkih leta 2010 (20, 23). Nedavna raziskava ni odkrila nobenih trendov (torej ne povečane niti zmanjšane umrljivosti) v skupni presežni umrljivosti med letoma 2013 in 2017 v Istanbulu (24). Podobno v zadnjem času ni bilo opaziti pomembnega trenda umrljivosti zaradi vročine v Lizboni (25). Dokazi kažejo, da se je umrljivost zaradi vročine zmanjšala v Frankfurtu, in sicer od leta 2003 dalje (26, 27). Tudi znotraj opaženega zmanjšanja vpliva na umrljivost je mogoče opaziti notranjo spremenljivost. V nekaterih primerih so opazili zmanjšanje za oba vzroka smrti; zaradi srčno-žilnih bolezni in bolezni dihal, pri drugih samo zaradi srčno-žilnih bolezni (22, 28–30). Podobno geografska porazdelitev umrljivosti zaradi vročinskih valov sledi zapletenim vzorcem. Na splošno znanstvena literatura o vročinskih valovih in zdravju dosledno ugotavlja, da se razmerje med vročinskimi valovi in umrljivostjo razlikuje glede na zemljepisno širino (kot približek za prevladujoče podnebje), tako da južna območja kažejo manjše učinke vročinskih valov, vendar znatne učinke mraza, medtem ko severna območja kažejo obratno (2). Z drugimi besedami, v Evropi so mesta z visokimi temperaturami poleti manj občutljiva za umrljivost med vročinskimi valovi kot tista z bolj zmernim podnebjem (2).

V Sloveniji vsako leto opredelimo kratkotrajni vpliv vročinskih valov na povečano število umrlih po diagnozah, spolu, starosti in mestnem/podeželskem okolju za celotno Slovenijo (od leta 1999 do leta 2019). Analize so pokazale, da se je število

umrlih v času vročinskih valov od leta 2006 do leta 2015 povečalo v primerjavi z leti od 1999 do 2005: umirali so predvsem starejši od 75 let ter tisti z akutnimi in obstoječimi srčno-žilnimi boleznimi. Po letu 2015 se je število umrlih v času vročinskih valov stabiliziralo in ni bilo preseženih smrti (neobjavljeni podatki). Objavljena je raziskava o primerjavi preseženega števila umrlih v letu 2003 (najbolj vroče poletje v Evropi po letu 1500) in v letu 2015 v Sloveniji (31).

Znano je, da se po svetu odvijajo številne kampanje za boj proti podnebnim spremembam. Namen članka je pokazati slovenskim študentom, a tudi drugi strokovni javnosti, da je povezanost med vročinskimi valovi in umrljivostjo tudi pri nas izziv, saj se lahko stanje ob napredovanju podnebnih sprememb poslabša. Opisane so ranljive skupine prebivalstva z namenom najti način, kako pripraviti ukrepanje. Javnozdravstveni in medresorski ukrepi na področju zdravja in podnebnih sprememb so nujni tudi v prihodnosti.

METODE

Območje raziskave

Površina Republike Slovenije je 20.271 km² in leži v južni Srednji Evropi. V letu 2014 je imela Slovenija 2.010.347 prebivalcev, v letu 2018 pa 2.089.310 (32). Slovenija leži v zmernem geografskem in podnebnem pasu, za katerega je značilna velika spremenljivost podnebnih in vremenskih razmer. Podnebje v Sloveniji določajo številni dejavniki, najpomembnejši pa so geografska struktura, razgiban relief, usmerjenost gorskih grebenov in bližina morja. Tako imamo tri prevladujoče tipe podnebja, na posameznih območjih pa se njihovi vplivi prepletajo: v vzhodni Sloveniji imamo zmerno celinsko podnebje, v osrednji Sloveniji subalpsko (v gorskem svetu alpsko) in zahodno od Dinarsko-alpske pregrade submediteransko podnebje. Vsako leto smo pričča ekstremnim vremenskim dogodkom,

med katere uvrščamo tudi poletne vročinske valove. Podobno kot v Evropi meritve temperatur kažejo spremembe in v zadnjih 20 letih povprečna temperatura narašča hitreje (33).

Vir podatkov o številu smrti

Podatke o številu smrti po diagnozah, starostnih skupinah, spolu in mestnem/podeželskem okolju od začetka maja do konca septembra za leto 2014 in leto 2018 smo pridobili na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje (NIJZ) iz podatkovne baze – Baza umrlih, kjer so kodirani podatki po Mednarodni statistični klasifikaciji bolezni in sorodnih zdravstvenih problemih desete revizije (MKB-10). Zaradi agregiranih podatkov pri analizah (ni opredeljenega časa in kraja smrti) ni mogoče prepoznati posameznika, zato raziskave nismo prijavili na Komisijo Republike Slovenije za medicinsko etiko.

Opredelitev definicije vročinskega vala, števila smrti v času vročinskih valov in v referenčnem času

Za oceno bremena vročine smo uporabili psevdoekvivalentno temperaturo. Vročinski val je opredeljen kot obdobje dveh ali več naslednjih dni, ko psevdoekvivalentna temperatura doseže in preseže 56,0 °C. Psevdoekvivalentno temperaturo izračunamo kot seštevek maksimalne dnevne temperature in zmnožek 1,5-kratne relativne vlažnosti zraka (34). Podatke o vročinskih valovih smo pridobili na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). Indeks psevdoekvivalentne temperature se uporablja zaradi sestavljene ocene toplotne obremenitve, tako zaradi temperature kot relativne vlažnosti v vročih vlažnih poletnih dneh. Ta indeks se v Sloveniji uporablja desetletja (34).

Obdobja vročinskih valov, ki smo jih vključili v raziskavo, so bili vsi vročinski valovi, ki so se pojavili v obdobju od 1. maja do 30. septembra v letu 2014 in letu 2018

v Sloveniji. Izbrali smo leto 2014, ker je bilo to poletje najbolj obremenjeno s povečanim številom smrti v času vročinskih valov v primerjavi s časom brez vročinskih valov v zadnjem desetletju. Leto 2018 smo izbrali, ker je bilo to zadnje leto, ko smo v času nastajanja tega članka delali analize umrljivosti. Smrti v obdobju vročinskih valov in v obdobju brez vročinskih valov (referenčnem obdobju) smo opredelili kot katero koli smrt po MKB-10.

Obdobje brez vročinskih valov (referenčno obdobje) smo opredelili kot v prejšnjih raziskavah, tako da smo opredelili število smrti v referenčnem obdobju: število dni seštevka vročinskih valov pomnoženo z dva, tako da smo dosegli večjo statistično zanesljivost (35). Število referenčnih dni pred obdobjem vročinskih valov in po njem je bilo približno enako.

Pri opredelitvi obdobja vročinskih valov je nujno upoštevanje učinka zaostanka (angl. *lag effect*) (36). To pomeni, da pri tem pojavu ljudje zaradi izpostavljenosti visokim temperaturam bolj umirajo neposredno po vročinskem valu. V raziskavi smo pregledali vročinske valove, in ker se omenjeni učinek ni pojavil, smo ga opredelili kot nič dni.

Opredelitev statističnih podskupin

Za raziskavo tveganja, povezanega z diagnozami smrti, smo izračunali relativna tveganja (RT) za naslednje diagnoze: umrli zaradi vseh vzrokov bolezni (MKB-10, sklopi A00–T98), umrli zaradi bolezni obtočil (MKB-10, sklopi I00–I99), umrli zaradi bolezni dihal (MKB-10, sklopi J00–J99), umrli zaradi endokrinih bolezni (MKB-10, sklopi E00–E90), umrli zaradi bolezni prebavil (MKB-10, sklopi K00–K96) in umrli zaradi novotvorb (MKB-10, sklopi C00–D48). Za umrle zaradi vseh vzrokov bolezni in zaradi bolezni obtočil smo naredili še analize po spolu in starostnih skupinah. Izbrali smo dve starostni skupini: stari 19–74 let

ter stari 75 let ali več. Pri izbiri starostnih skupin smo sledili že objavljeni znanstveni literaturi na področju zdravja in podnebnih sprememb (31). Ker je Slovenija majhna in opazovanih dogodkov (smrti) malo, smo se odločili za analize umrljivosti v starostni skupini 19–74 let in v starostni skupini 75 let ali več (31). Starostne skupine 0–18 let nismo opredelili, ker v opazovanem obdobju ni bilo veliko opazovanih dogodkov (smrti) in je statistična analiza nemogoča.

V Sloveniji je opredelitev mestnega okolja težavna, saj samo dve mesti presegata 100.000 prebivalcev. Tako smo za mestno okolje opredelili Upravno enoto (UE) Ljubljana in UE Maribor. Vseh ostalih 56 UE smo opredelili kot podeželsko okolje.

Statistična analiza: relativno tveganje, 95-% interval zaupanja, povečano ali zmanjšano število smrti

Celotna statistična analiza je potekala s pomočjo programa Microsoft Excel, različica 2010. Kot v prejšnjih raziskavah smo uporabili pristop z izračunanjem RT, primerjali smo število smrti v času vročinskih valov s številom smrti v referenčnem obdobju, in sicer za vsako leto posebej (31, 35). Menili smo, da prebivalstvo v določenem letu (2014 in 2018) ostaja nespremenjeno. Izračunali smo RT za oceno učinka vročinskih valov z deljenjem števila umrlih med vročinskimi valovi (A_1) s številom umrlih v referenčnem obdobju (A_0). Slednje število smo delili z dva ($A_0/2$), ker smo za referenčno obdobje uporabili število smrti v času vročinskih valov, pomnoženo z dva (enačba 1):

$$RT = \frac{A_1}{\frac{A_0}{2}} \quad (1)$$

Odstotki povečanega števila smrti se preberejo iz prvih dveh decimalnih števil RT (npr. če je $RT = 1,01$, gre za 1 % povečanega števila smrti; če je $RT = 1,34$, gre za 34 % povečanega števila smrti).

95-% interval zaupanja (IZ) za izračunana RT smo izračunali kot v predhodnih raziskavah po standardni enačbi (enačba 2) (31, 35):

$$95\text{-}\% \text{ IZ} = e^{\ln RRR \pm 1.96 \sqrt{\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_0}}} \quad (2)$$

Statistično značilno povečanje smrti v času vročinskih valov je bilo takrat, ko je bila spodnja vrednost 95-% IZ večja ali enaka ena. Statistično značilno zmanjšanje števila smrti v času vročinskih valov je bilo takrat, ko je bila zgornja meja 95-% IZ manjša od ena.

Za oceno povečanega/zmanjšanega števila smrti v času vročinskih valov smo sledili že opisanim raziskavam (enačba 3) (31, 35):

$$\text{povečano ali zmanjšano število smrti} = A_1 - \frac{A_0}{2} \quad (3)$$

Za primerjavo RT med dvema statističnima skupinama (izračun razmerja med RT (RRT)) smo povzeli metodo po Altmanu in Blandu (37). Izračunali smo RRT in 95-% IZ, da bi ocenili, ali je med obema opazovanima letoma prišlo do statistično značilnih sprememb v številu smrti zaradi vročinskih valov, glede na to, da so po letu 2016 sledili intenzivnejši javnozdravstveni ukrepi.

REZULTATI

Število umrlih v obdobju vročinskih valov za leto 2014

Leto 2014 je bilo v Sloveniji eno izmed najbolj obremenjenih let s povečanim številom smrti v času vročinskih valov. Analize so pokazale statistično značilno povezavo med vročinskimi valovi in povečanim številom smrti zaradi vseh vzrokov. Na splošno je v celoti umrlo 293 (26 %) več ljudi od pričakovanih smrti. Od tega je umrlo 138 (26 %) več moških in 155 (27 %) več žensk od pričakovanega števila smrti. Zaradi boleznih obtočil je umrlo skupaj 108 (24 %) več ljudi od pričakovanega števila, bolj obremenjene so bile ženske, umrlo jih je

namreč 57 (27 %) več, kot je bilo pričakovano. Zaradi boleznih obtočil so umirali predvsem starejši od 75 let, umrlo jih je 109 (30 %) več od pričakovanega števila. V statistični podskupini za spola je bila razlika statistično značilna, saj so z 82 (33 %) smrti več od pričakovanega umirale 75 let in več stare ženske. Pri drugih diagnozah povezanost ni bila statistično značilna, le za smrti zaradi novotvorb je bilo povečano število smrti za 112 (33 %) statistično značilno. Glede povečanega števila smrti v mestnem okolju (Ljubljana in Maribor) je bil statistično značilen porast števila smrti za 87 (38 %), in sicer za stare 5–74 let za 42 (56 %), medtem ko za stare 75 let in več porast števila smrti v času vročinskih valov ni bil statistično značilen. Za podeželsko okolje je bila povezanost statistično značilna za stare 5–74 let s 67 (20 %) več umrlih od pričakovanega števila in za stare 75 let in več s 140 (26 %) več umrlih, kot bi bilo pričakovano (tabela 1).

Število umrlih v obdobju vročinskih valov za leto 2018

V letu 2018 v Sloveniji nismo zabeležili povečanega števila smrti v obdobju poletnih vročinskih valov v primerjavi z dnevi brez vročinskih valov, in sicer za vse vzroke smrti. Za ženske, ki so umirale zaradi vseh vzrokov, se je celo izkazalo, da jih je v času vročinskih valov umrlo nekoliko manj kot v času brez vročinskih valov, vendar razlika ni bila statistično značilna. Prav tako smo za celotno prebivalstvo starih 75 let in več zabeležili nekaj manj smrti v času vročinskih valov, vendar povezanost ni bila statistično značilna. Pri boleznih obtočil smo ponovno opazili pojav manjšega števila smrti v času vročinskih valov za ženske, vendar povezanost ni bila statistično značilna za nobeno statistično podskupino. Od drugih vzrokov za smrt je bila ponovno močna povezanost med smrtmi zaradi novotvorb in vročinskimi valovi. Zaradi novotvorb je umrlo 106 (14 %) več ljudi

Tabela 1. Relativna tveganja (RT) za število smrti med vročinskimi valovi, 95-% intervali zaupanja (IZ) in povečano ali zmanjšano število smrti po diagnozah, spolu, starostnih skupinah in mestnem/podeželskem okolju za leto 2014 in leto 2018 ter razmerje relativnih tveganj (RRT), 95-% IZ za primerjavo obremenitve med letoma 2014 in 2018 v Sloveniji. Osenčena polja označujejo statistično značilno povečano število smrti v času vročinskih valov. MKB-10 – Mednarodna statistična klasifikacija bolezní in sorodnih zdravstvenih problemov desete revizije, RT – relativno tveganje, IZ – interval zaupanja, RRT – razmerje relativnih tveganj.

Vzrok/diagnoza smrti (koda MKB-10)	2014			2018			2014 proti 2018	
	št. smrti v vročinskih valovih	št. smrti v referenčnem obdobju/Z	RT (95-% IZ)	povečano ali zmanjšano št. smrti	št. smrti v vročinskih valovih	št. smrti v referenčnem obdobju/Z	RT (95-% IZ)	povečano ali zmanjšano št. smrti
Vsi, vsi vzroki (A00-T98)	1.383	1.090	1,26 (1,14-1,40)	293 (26 %)	1.800	1.792	1,01 (0,92-1,08)	8 (1 %)
Moški, vsi vzroki (A00-T98)	668	530	1,26 (1,09-1,45)	138 (26 %)	973	876	1,11 (0,99-1,24)	97 (11 %)
Ženske, vsi vzroki (A00-T98)	715	560	1,27 (1,11-1,44)	155 (27 %)	827	916	0,90 (0,80-1,01)	-89
Vsi, starostna skupina 5-74 let (A00-T98)	513	405	1,26 (1,07-1,49)	108 (26 %)	647	625	1,03 (0,90-1,18)	22 (3 %)
Vsi, starostna skupina ≥ 75 let (A00-T98)	870	685	1,27 (1,12-1,43)	185 (27 %)	1.153	1.167	0,99 (0,89-1,09)	-10
Vsi, bolezní obtočli (I00-I99)	547	439	1,24 (1,06-1,45)	108 (24 %)	502	489	1,02 (0,88-1,19)	13 (2 %)
Moški, bolezní obtočli (I00-I99)	200	167	1,19 (0,92-1,54)	33 (19 %)	294	268	1,02 (0,92-1,14)	26 (2 %)
Ženske, bolezní obtočli (I00-I99)	347	272	1,27 (1,04-1,55)	57 (27 %)	208	221	0,94 (0,74-1,18)	-13
Vsi, starostna skupina 5-74 let (I00-I99)	112	86	1,3 (0,92-1,85)	26 (30 %)	119	114	1,04 (0,76-1,43)	5 (4 %)
Vsi, starostna skupina ≥ 75 let (I00-I99)	462	353	1,3 (1,1-1,55)	109 (30 %)	383	375	1,02 (0,85-1,21)	8 (2 %)
Moški, starostna skupina 5-74 let (I00-I99)	76	60	1,26 (0,83-1,93)	16 (26 %)	96	90	1,06 (0,74-1,51)	6 (6 %)
Moški, starostna skupina ≥ 75 let (I00-I99)	124	107	1,15 (0,84-1,59)	17 (15 %)	112	131	0,85 (0,63-1,15)	-19
Ženske, starostna skupina 5-74 let (I00-I99)	36	26	1,38 (0,79-2,81)	10 (38 %)	23	24	0,95 (0,47-1,92)	-1
Ženske, starostna skupina ≥ 75 let (I00-I99)	328	246	1,33 (1,08-1,64)	82 (33 %)	185	197	0,93 (0,75-1,19)	-12
Vsi, bolezní dihala (J00-J99)	57	55	1,03 (0,65-1,63)	2 (3 %)	43	44	0,97 (0,58-1,63)	-1
Vsi, endokrine bolezní (E00-E90)	22	20	1,1 (0,52-2,32)	2 (10 %)	25	25	1 (0,50-1,97)	0
Vsi, bolezní prebavil (K00-K96)	71	45	1,57 (0,99-2,53)	26 (57 %)	73	81	0,90 (0,61-1,23)	-8
Vsi, neoplazme (C00-D48)	444	332	1,33 (1,11-1,59)	112 (33 %)	850	744	1,14 (1,01-1,29)	106 (14 %)
Vsi, mestno okolje (A00-T98)	315	228	1,38 (1,11-1,71)	87 (38 %)	424	404	1,04 (0,88-1,24)	20 (4 %)
Vsi, ruralno okolje (A00-T98)	1.069	862	1,24 (1,10-1,38)	207 (24 %)	1.376	1.388	0,99 (0,90-1,08)	-12
Vsi, mestno okolje, starostna skupina 5-74 let	117	75	1,56 (1,07-2,25)	42 (56 %)	134	142	0,94 (0,70-1,25)	-8
Vsi, mestno okolje, starostna skupina ≥ 75 let	198	153	1,29 (0,99-1,68)	45 (29 %)	290	262	1,10 (0,90-1,36)	28 (10 %)
Vsi, ruralno okolje, starostna skupina 5-74 let	397	330	1,20 (1,01-1,44)	67 (20 %)	863	904	0,95 (0,85-1,06)	-41
Vsi, ruralno okolje, starostna skupina ≥ 75 let	672	532	1,26 (1,09-1,45)	140 (26 %)	513	484	1,05 (0,90-1,23)	29 (5 %)

v času vročinskih valov od pričakovanega. Tudi pri analizah posebej za mestno in podeželsko okolje se ni pokazala statistično značilna povezanost med številom umrlih in vročinskimi valovi (tabela 1).

Primerjava števila umrlih v obdobju vročinskih valov med letoma 2014 in 2018

Kljub večji temperaturni obremenitvi v letu 2018 v primerjavi z letom 2014 se je pokazalo, da se je število smrti zaradi vseh vzrokov bolezni v času vročinskih valov statistično značilno zmanjšalo v letu 2018. Zaradi vseh vzrokov bolezni je v letu 2014 umrlo 24 % več ljudi kot v letu 2018 v času vročinskih valov. Število umrlih žensk v času vročinskih valov je bilo v letu 2014 za 41 % več kot v letu 2018. Tudi pri starostni skupini 75 let in več je bilo statistično značilno več smrti v letu 2014 v primerjavi z letom 2018, in to za 28 % v času vročinskih valov. Kar se tiče povezanosti bolezni obtočil in povečanega števila smrti v času vročinskih valov, je v letu 2014 umrlo 27 % več ljudi, starih 75 let in več, kot v letu 2018, in to predvsem žensk, kar 43 % več v letu 2014 kot v letu 2018. V mestnem okolju je leta 2014 v času vročinskih valov umrlo 32 % več ljudi kot v letu 2018, v podeželskem je umrlo 25 % več ljudi v letu 2014 v primerjavi z letom 2018. Tako v mestnem kot v podeželskem okolju je bilo statistično značilno povečanje števila umrlih v času vročinskih valov v letu 2014 v primerjavi z letom 2018 za stare 5–74 let; v mestnem za 65 % in v podeželskem za 26 % (tabela 1).

Grafična analiza

Na sliki 1 je pokazano povečano ali zmanjšano število smrti zaradi vseh vzrokov bolezni in zaradi bolezni obtočil za oba spola za leto 2014 in leto 2018 v Sloveniji. Na sliki 2 sta pokazana število vročinskih valov in število vseh dni z vročinskimi valovi za leto 2014 in leto 2018 v Sloveniji.

RAZPRAVA

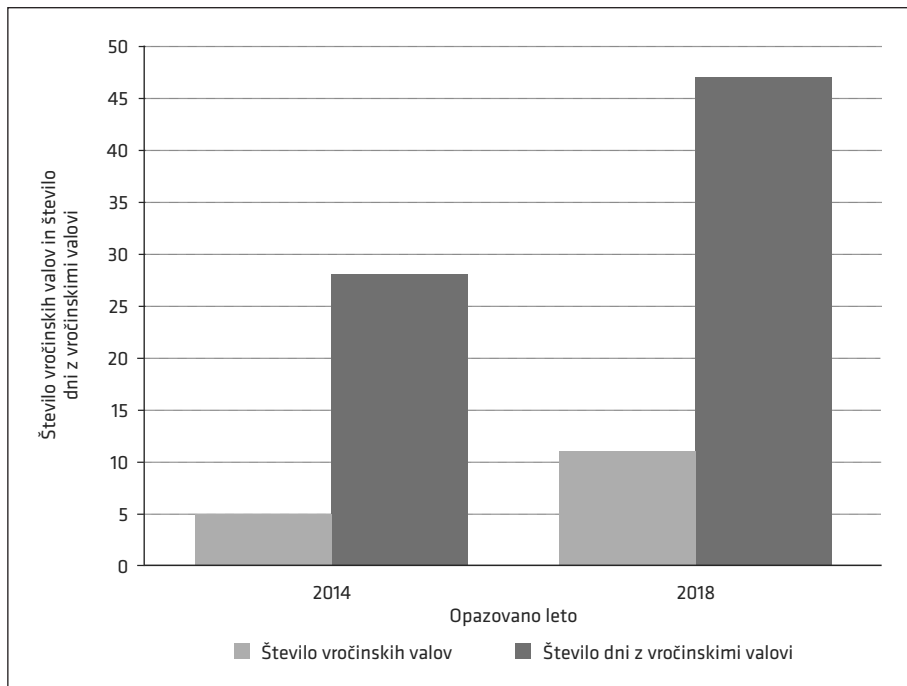
Posledice podnebnih sprememb so ekstremni vremenski dogodki, med katere med drugim štejemo poletne vročinske valove, ki se pojavljajo tudi v Sloveniji. Vročinski valovi v svetu sodijo med najresnejše vzroke za povečano umrljivost in obolevnost zaradi posledic podnebnih sprememb. Opredelitev vročinskih valov po svetu ni enotna. Pri nas je trenutno v uporabi izračun psevdoekvivalentne temperature, ki pri obremenitvi s toploto upošteva tudi relativno vlažnost (34). Učinki vročinskih valov na umrljivost se po svetu razlikujejo in so povezani s številnimi dejavniki, vključno z lokalnim podnebjem, socialno-ekonomskimi dejavniki, demografskimi dejavniki, zdravstvenim sistemom, pripravljenostjo skupnosti, da upošteva nasvete zdravstvenih delavcev, in odpornostjo prebivalstva v določeni državi (38).

Prejšnje raziskave o umrljivosti v Sloveniji kažejo, da so ranljive skupine, ki so najverjetneje umrle zaradi posledic toplotnega bremena, starejše prebivalstvo in tiste, ki umirajo zaradi bolezni obtočil. Dejansko se je umrljivost leta 2015 v primerjavi z letom 2003 povečala (31).

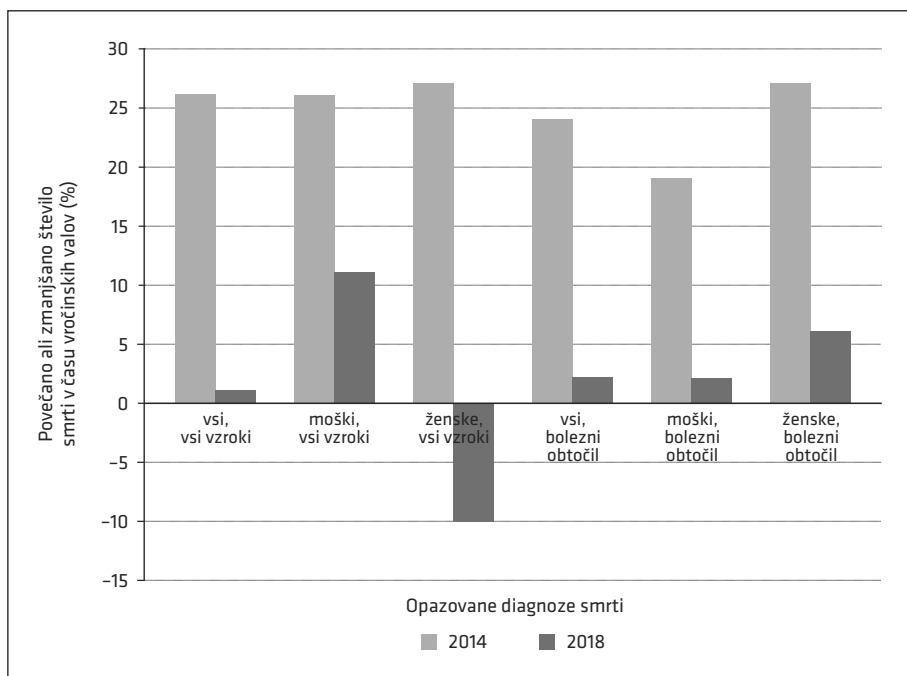
Stanje v Sloveniji

V raziskavi smo opazili izrazit pojav: v letu 2014 se je število smrtnih žrtev v vročinskih valovih povečalo, nato je v letu 2018 upadlo, čeprav so v zadnjih letih vročinski valovi postali intenzivnejši, pogostejši in trajajo dlje (slika 2).

V letu 2014 se je povečalo število smrti zaradi vseh vzrokov bolezni, in to tako pri moških kot pri ženskah ter v obeh opredeljenih starostnih skupinah, torej so zaradi toplotnega bremena umirali tudi mlajši. To je v skladu s številnimi raziskavami na začetku 20. stoletja (39–45). Starost je dobro poznan dejavnik tveganja za povečano umrljivost v času vročinskih valov (46–48). Starejši so bolj ranljivi tako zaradi fizioloških kot zaradi socialno-ekonomskih dejavnikov



Slika 1. Število vročinskih valov in število dni v obdobju vročinskih valov za leti 2014 in 2018 v Sloveniji.



Slika 2. Povečano ali zmanjšano število smrti izraženo v odstotkih zaradi vseh vzrokov in zaradi boleznih obtočil po spolu v obdobju vročinskih valov za leti 2014 in 2018 v Sloveniji.

tveganja. Socialno-ekonomski dejavniki tveganja so naslednji: življenje v samoti, izguba dohodkov za samostojno življenje, velika soobolevnost, omejen dostop do zdravstvenih storitev in pomanjkanje klimatskih naprav (47, 48). S staranjem v telesu pride do fiziološkega upadanja delovanja organov, še posebej v času vročinskih valov, ko se temperatura zraka močno dvigne, se nekatere okvare, ki nastanejo s starostjo, pospešijo (npr. porazdelitev krvnega obtoka, odziv potenja med izpostavljenostjo ekstremnim temperaturam) (47, 48). Kar se tiče povečane umrljivosti pri starih 19–75 let, sta v svetu prisotni dve razlagi. Prva je, da smo v analizah izključili poškodbe, kar lahko vodi do podcenjenosti učinka vročine na starejše. Ti so dejansko bolj občutljivi za padce in zlome zaradi sinkope ali vrtočlavice, ki sta lahko posledici obremenitve s toploto, kot pa mlajši odrasli (49). Druga je, da starejši ostanejo v času vročinskih valov večinoma doma, v notranjih prostorih in so lahko bolj zaščiteni in manj izpostavljeni zunanji toplotni obremenitvi v primerjavi z aktivno populacijo, ki odhaja v šolo in na delo (49).

Rezultati naše raziskave kažejo, da so še posebej umirale ženske zaradi akutnih in kroničnih srčno-žilnih bolezni, stare 75 let in več.

Med srčno-žilnimi boleznimi je povišan krvni tlak eden od pglavntnih dejavnikov tveganja za povečano število smrti v času vročinskih valov. Dejavniki tveganja za povišan krvni tlak so: debelost, prekomerno uživanje soli in alkohola, sedeči življenjski slog, visoka raven krvnega holesterola in drugi. Povišan krvni tlak spremlja zvišanje perifernega upora s hipertrofijo gladkih mišič žilja. Te okvare vodijo do oslabiljenega uravnovanja temperature jedra kot posledice motenj v nadzoru krvnega pretoka v koži (50–53). Visok krvni tlak in povišane ravni holesterola in trigliceridov v krvi so dobro znani dejavniki tveganja za aterosklerozo. Posledice visokega krvnega tlaka,

ki ga spremlja aterosklerozna, so lahko srčna odpoved, akutni koronarni sindrom, možganska kap, kronične ledvične bolezni (50–53). Ti učinki se poslabšajo zaradi zdravil, kot so nekatera psihotropna zdravila in zdravila za srce in žilje, ki vplivajo na sposobnost termoregulacije (53). Fiziološke srčno-žilne okvare pri starejših posameznikih vodijo v večjo občutljivost te populacije na povišane temperature med vročinskimi valovi. Med vročinskimi valovi se pretok krvi prerazporedi proti periferiji (vazodilatacija), stran od osrednjih organov, zaradi povečanega nastajanja znoja (54). Starejši posamezniki z že obstoječimi boleznimi srca imajo oslabiljene mehanizme za zadostno povečanje srčnega utripa, posledično pa prekrvavitev kože ni ustrezna pri povišani temperaturi jedra. Ko se telesna temperatura jedra dvigne, pride do dehidracije, ki dodatno prizadene srce in druge organe (55). Znanstveniki ocenjujejo, da okvare pri uravnavanju jedrne temperature povzročijo povečano viskoznost krvi zaradi dehidracije (56). Kombinirani učinek vnetja pljuč (opisano kasneje) in hemokonzracija zaradi dehidracije vodita do akutnega koronarnega sindroma in možganske kapi (58). V skladu z drugimi raziskavami je tudi v naši raziskavi povečano število smrti v času vročinskih valov za ženske v primerjavi z moškimi (59). V svetu obstajata dve razlagi, zakaj ženske zaradi toplotne obremenitve umirajo bolj. Prva se nanaša na socialno-ekonomski položaj; ženske so namreč navadno revnejše in pogosteje družbeno izolirane kot moški. Druga razlaga se nanaša na fiziološke mehanizme; ženske imajo nižjo zmogljivost znojenja in oddajanja toplote zaradi slabše splošne vzdržljivosti, imajo višji delež maščobnega tkiva, slabšo prilagoditveno sposobnost in drugačno prevodnost kože (59).

V mestnem okolju (Ljubljana in Maribor) je bila po pričakovanjih v letu 2014 umrljivost povečana v času vročinskih valov, vendar zanimivo, da ne za starejše od 75 let,

tako kot v drugih svetovnih mestih (60, 61). Mesta so t. i. toplotni otoki, kjer so ljudje pod večjo toplotno obremenitvijo v času vročinskih valov. Laaidi s sodelavci je poročal o nekaterih dejavnikih, povezanih z vročinskimi valovi v urbanih območjih. Ti dejavniki so odgovorni za »učinek mestnega toplotnega otoka« in tudi ponoči povzročajo višje temperature v velikih mestih kot na podeželju. Posledično človeško telo med vročinskimi valovi ne more počivati niti ponoči (60). Pomembne so tudi značilnosti stanovanj v velikih mestih. Spanje v zgornjem nadstropju, pomanjkljiva toplotna izolacija, pomanjkanje hladilnih tehnik in naprav, vse to prispeva k višjim notranjim temperaturam in večjemu tveganju za akutne zdravstvene dogodke. Lahkotno oblačenje, nošenje naravnih tkanin, kot so bombaž, lan v svetlih barvah in klobuk, prispevajo k manjšemu tveganju za bolezni, povezane z vročino (62). Po drugi strani so npr. v avstralski raziskavi dokazali, da so podeželska območja prav tako obremenjena s povečano umrljivostjo starejših v času vročinskih valov zaradi drugih vzrokov; to pripisujejo večji izpostavljenosti starejših vročinskimi valovom, ker se več gibajo zunaj, so večkrat družbeno izolirani in revnejši ter slabše izobraženi (63).

Za dihalna obolenja, endokrine bolezni, bolezni prebavil ter bolezni sečil in spolovil nismo našli povečane umrljivosti.

Med staranjem so pljuča podvržena fiziološkim spremembam, ki lahko poslabšajo dihanje, tudi brez bolezni, te spremembe pa spremlja oslabilen imunski sistem (64). Kakovost zunanega zraka med vročinskimi valovi je glavni vzrok za patološke spremembe v pljučih. Najpomembnejši dejavnik za okvaro pljuč je povišana koncentracija prizemnega ozona, ki jo spremlja lokalno vnetje v pljučih, ki se širi sistemsko (65). V Sloveniji so ljudje ozonu izpostavljeni predvsem v zahodnih regijah. Po drugi strani pa so starejši posamezniki bolj občutljivi na okužbe in patogene (66). Omogočeno

je širjenje ali pojav vektorskih bolezni, ki se prenašajo z vodo in hrano, kar je značilno za obdobja vročinskih valov (66). Skupaj sta pljučna okužba in/ali vnetje zaradi slabe kakovosti zunanega zraka povezana z rastjo aterosklerotičnih plakov (67). Vnetje zaradi slabe kakovosti zraka v dihalnih poteh spodbuja povečano strjevanje prek različnih mehanizmov in skupaj z oslabiljenim srčno-žilnim odzivom spodbuja trombotične dogodke (67, 68). Vnetje in okužba sama po sebi tudi poslabšata kronično obstruktivno pljučno bolezen in astmo, ki sta zelo razširjeni pri starejših (68).

V svetu poročajo, da je predvsem sladkorna bolezen tista, zaradi katere umirajo ljudje v času vročinskih valov, a so pomembne tudi kronične ledvične bolezni (69, 70). Sladkorna bolezen je močno povezana s toplotnim stresom. Kronične zdravstvene spremembe pri bolnikih s sladkorno boleznijo povzročajo zmanjšano sposobnost odvajanja toplote, pogosti pa sta dehidracija in motnje v ravnovesju elektrolitov. Zapleti pri sladkorni bolezni tipa 1 in 2 so zelo podobni, vendar je populacija bolnikov s sladkorno boleznijo tipa 1 dejansko različna. Boljša zdravstvena oskrba za te bolnike in izboljšano znanje o tem, kako obvladovati sladkorno bolezen tipa 1, sta povezana z manjšim pojavom povezanih zapletov in vodita k podaljšanju pričakovane življenjske dobe. Nekateri predlogi kažejo, da je manjša gostota živcev pri žlezah znojnicah povezana z okvarami simpatičnega živca (71). Glede sladkorne bolezni tipa 2 so znanstveniki dokazali, da je povezana s splošnim zdravstvenim stanjem in življenjskim slogom, z večjo soobolevnostjo, vključno z debelostjo, dislipidemijo, presnovnim sindromom, povišanim krvnim tlakom in drugimi srčno-žilnimi boleznimi, pa tudi s spremembami, povezanimi z normalnim staranjem. Vpliv toplotnega stresa na uravnavanje telesne temperature je potrjen, njegov vpliv (npr. v vročem okolju ali med telesno aktivnostjo) pa ni povsem pojasnen

pri bolnikih s sladkorno boleznijo tipa 2 (71). Debelost v državah z visokim dohodkom in tudi v Sloveniji zelo hitro narašča. Starejši odrasli imajo drugačno razmerje med telesno maščobo (večjo) in mišično maso (manjšo) v primerjavi z mlajšimi odraslimi. Nekatere raziskave so razjasnile učinke toplotnega stresa pri starejših debelih posameznikih med vadbo. Pokazali so, da imajo debeli posamezniki zmanjšano toleranco za vročino in zmanjšano aktivacijo odzivov na izgubo toplote pri pretoku krvi in znojenju kože. Drugi dejavnik je, da imajo debeli ljudje manjše razmerje med telesno površino in maso. Prav tako ima večja količina maščobnega tkiva manjšo specifično toplotno kapaciteto kot masa brez maščobe (71). Homeostaza je zelo pomembna za vzdrževanje delovanja ledvic. Toplotni stres je povezan s prerazporeditvijo krvi iz splahnjenega in ledvičnega žilja na obrobje, kar vpliva na ledvični krvni pretok in povzroča ledvične okvare (70). Starejši imajo še druge kronične nenalezljive bolezni, ki stanje poslabšajo.

Glede novotvorb in povečane umrljivosti se je v Sloveniji pokazal izrazit pojav. Onkološki bolniki so umirali v času vročinskih valov statistično značilno bolj v obeh opazovanih letih. V svetovni literaturi še nismo našli tovrstnega opisa, zato bi bile pri nas smiselne nadaljnje epidemiološke raziskave za razjasnitev težave.

V letu 2018 se je sodeč po analizah stanje glede umrljivosti v času vročinskih valov stabiliziralo in ni bilo statistično značilnih razlik glede na čas brez vročinskih valov.

Leta 2018 se je v primerjavi z letom 2014 zmanjšala umrljivost za vse in zaradi vseh vzrokov, od tega predvsem za ženske in tiste, stare 75 let in več. Pri boleznih obtočil se je zmanjšala umrljivost za ženske, stare 75 let in več, pri pregledu mestnega in podeželskega okolja pa za oba spola pri starih 5–74 let. Poraja se veliko vprašanj, zakaj se je umrljivost zmanjšala.

Do sedaj je v svetu malo znanega o dejavnikih, ki bi razložili ta pojav. Raziskave so predlagale vzroke, kot so: splošno izboljšanje dostopnosti do zdravstvenih storitev, povečano zavedanje ljudi o nevarnosti in implementacija prilagoditvenih strategij, kot sta npr. aklimatizacija stavb in sistem zgodnjega obveščanja (28). Začela se je verjetno tudi prilagoditev prebivalcev na vročino. Dokazov na to temo je malo. Glede na to, da se je v Evropi v številnih državah in/ali mestih umrljivost v času vročinskih valov znižala, v Sloveniji ta pojav ni tako nepričakovan (7–14).

V članku nismo analizirali posebej ranljivih skupin prebivalcev, kot so: otroci (zaradi premajhnega števila opazovanih dogodkov – smrti), nosečnice (ker so nosečnice bolj ranljive za obolevnost kot za umrljivost), duševno bolni (ker so analize zapletenejše in je treba upoštevati tudi migracije, zakonski stan...), bolezni, ki se prenašajo s hrano in vodo (ker se zaradi teh vzrokov poveča predvsem obolevnost, manj umrljivost), popotniki, turisti in migranti (ker je te populacije v Sloveniji malo), socialno-ekonomsko ranljivi (ker bi morali analizirati posamezne parametre, kot so npr. družbena izolacija, osamljenost, klimatizacija, izobraženost ..., to pa presega analize v pričujočem članku).

V Sloveniji smo na NIJZ začeli z javno-zdravstvenimi ukrepi kmalu po zelo vročem poletju leta 2003, ki je bilo v Evropi najtoplejše po letu 1500 in je prežgodaj umrlo veliko ljudi, predvsem v Franciji (72). Leta 2006 smo prvič nastopili v medijih s sporočili za posebej ranljive skupine in z napotki za pravilno vedenje v času vročinskih valov. Tovrstni napotki so bili objavljeni na naših spletnih straneh leta 2010 in jih vsako leto osvežujemo (73). Sistem zgodnjega obveščanja je bil na ARSO vzpostavljen leta 2011, vendar je bil leta 2016 nagrajen s posebnimi opozorili za ravnanje prebivalcev in ranljivih skupin v času vročinskih valov. Leta 2017, ko so vročinski

valovi zopet dosegli ekstremne temperature, smo začeli z intenzivnejšim medijskim opozarjanjem. Na začetku junija smo pripravili tiskovno konferenco na temo nevarnosti in ogroženosti v času vročinskih valov ter o pravilnem ravnanju. Prek poletja smo se pojavili v skoraj vseh slovenskih medijih; nacionalnih in lokalnih TV-postajah, nacionalnih in lokalnih radijskih postajah ter v dnevnih časopisih. Tovrstno okrepljeno medijsko promocijo izvajamo od leta 2017 vsako poletje. Naša sporočila so pripravljena tako, da okrepimo fiziološke mehanizme prilagajanja (primerno vedenje, zadostno uživanje tekočin, pazljivost pri jemanju zdravil, spremljanje zdravstvenega stanja starejših) in da okrepimo socialno-ekonomske vidike prilagajanja (opozorimo na sedeč življenjski slog, opozorimo na starejše, ki živijo sami, so slabše pokretni ali socialno izolirani, opozorimo na uporabo klimatskih naprav in umik v ohlajene prostore ali naravo v času najvišjih temperatur čez dan). Sporočila so kratka, jasna in lahko razumljiva za splošno prebivalstvo. Prve analize umrljivosti v času vročinskih valov za leto 2003 v Sloveniji sta naredili Tomšičeva in Šelbova leta 2008 (74). Sledila je objava kazalca leta 2014 z naslovom »Število umrlih v obdobju vročinskih valov« na spletnih straneh ARSO, ki ga vsako leto osvežujemo (75). Bolj poglobljene analize umrljivosti v času vročinskih valov smo začeli izdelovati na NIJZ leta 2016, in to za vsako leto od leta 1999 do leta 2020. S tem lahko spremljamo obremenjenost glede povečanega števila smrti v času vročinskih valov za Slovenijo.

Slabe strani raziskave

Opredelitev vročinskih valov v svetu ni enotna. Poleg tega je v Sloveniji majhno število opazovanih dogodkov (umrlih na dan), zato so v nekaterih statističnih podskupinah 95-% IZ široki in razlaga analiz težavna. V raziskavi nismo upoštevali motečih

dejavnikov, kot je vpliv ozona poleti, in drugih onesnaževal zraka, predvsem PM.

Dobre strani raziskave

Kljub temu da je Slovenija majhna evropska država, je pomembno vedeti, katere skupine prebivalcev so pri nas najranjlivejše v času vročinskih valov. Dejstvo je, da se je število umrlih v času vročinskih valov leta 2018 zmanjšalo glede na leto 2014. To je dober znak za Slovenijo, vendar ne smemo prehitro zaključiti, da pri nas umrljivost zaradi vročinskih valov zanesljivo upada. Še vedno moramo intenzivno nadaljevati s preventivnimi javnozdravstvenimi ukrepi in medresorskim sodelovanjem (ARSO, NIJZ, a tudi drugi deležniki) in pripraviti na dokazih temelječa dejstva za podporo odločevalcem.

Podnebne spremembe so težava celotnega sveta, ki postaja vse bolj pereča z intenzivnejšimi, daljšimi in pogostejšimi vročinskimi valovi poleti. V Sloveniji se prebivalstvo stara in število kroničnih nalezljivih bolezni narašča, medtem ko podnebne spremembe napovedujejo vedno večjo obremenitev s toploto poleti. Zaradi dejstva, da pri nas upada umrljivost v času vročinskih valov, ne smemo prezreti velikosti težave. Vročinski valovi so samo ena od posledic podnebnih sprememb. Poleg teh se v svetu vse bolj pojavljajo tudi drugi ekstremni vremenski dogodki, kot so suše, poplave, požari, spremembe v biotski raznovrstnosti itd. Boj proti podnebnim spremembam se bo nadaljeval in pred nami je še dolga pot, da bomo zajezili tako hitro rastočo svetovno težavo. Odgovornost je na nas vseh; na vsakem posamezniku po eni strani in na odločevalcih po vsem svetu na drugi strani. Pomembno je aktivno merjenje umrljivosti v času vročinskih valov v naši državi, da lahko pripravimo preventivne strategije za prilagajanje na podnebne spremembe in njihovo blaženje. Potrebno je hitro in trajnostno ukrepanje.

LITERATURA

1. Donat MG, Alexander LV, Yang H, et al. Global land-based datasets for monitoring climatic extremes. *Bull Amer Meteor Soc.* 2013; 94 (7): 997–1006.
2. World Health Organization. Heat and health in the WHO European Region: Updated evidence for effective prevention. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021.
3. Zaletel M, Vardič D, Hladnik M, et al. Zdravje v Sloveniji. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2021.
4. United Nations. World Population Ageing 2013 ST/ESA/SER.A/348. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division; 2013.
5. Statistični urad Republike Slovenije: Prebivalstvena piramida [internet]. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije; 2021 [citirano 2021 Sep 21]. Dosegljivo na: <https://www.stat.si/PopPiramida/Piramida2.asp>
6. Linares C, Mirón IJ, Montero JC, et al. The time trend temperature-mortality as a factor of uncertainty analysis of impacts of future heat waves. *Environ Health Perspect* 2014; 122 (5): A118.
7. Fouillet A, Rey G, Wagner V, et al. Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *Int J Epidemiol.* 2008; 37 (2): 309–17.
8. Pascal M, Wagner V, Corso M, et al. Heat and cold-related mortality in 18 French cities. *Environ Int.* 2018; 121: 189–98.
9. Pascal M, Sweeney JC, Cullen E, et al. Heatwave and mortality in Ireland, planning for the future. *Irish Geography.* 2013; 46 (3): 203–11.
10. Paterson SK, Godsmark CN. Heat–health vulnerability in temperate climates: Lessons and response options from Ireland. *Global Health.* 2020; 16 (1): 29.
11. Schifano P, Leone M, De Sario M, et al. Changes in the effects of heat on mortality among the elderly from 1998–2010: Results from a multicenter time series study in Italy. *Environ Health.* 2012; 11 (1): 58.
12. de'Donato F, Scortichini M, De Sario M, et al. Temporal variation in the effect of heat and the role of the Italian heat prevention plan. *Public Health.* 2018; 161: 154–62.
13. Achebak H, Devolder D, Ballester J. Correction: Heat-related mortality trends under recent climate warming in Spain: A 36-year observational study. *PLoS Med.* 2018; 15 (7): e1002617.
14. Díaz J, Carmona R, Mirón IJ, et al. Time trend in the impact of heat waves on daily mortality in Spain for a period of over thirty years (1983–2013). *Environ Int.* 2018; 116: 10–17.
15. Gasparri A, Guo Y, Hashizume M, et al. Temporal variation in heat-mortality associations: A multicountry study. *Environ Health Perspect.* 2015; 123 (11): 1200–7.
16. Green HK, Andrews N, Armstrong B, et al. Mortality during the 2013 heatwave in England – How did it compare to previous heatwaves? A retrospective observational study. *Environ Res.* 2016; 147: 343–9.
17. Arbuthnott KG, Hajat S. The health effects of hotter summers and heat waves in the population of the United Kingdom: A review of the evidence. *Environ Health.* 2017; 16 (S1): 119.
18. Urban A, Davidkova H, Kyselý J. Heat- and cold-stress effects on cardiovascular mortality and morbidity among urban and rural populations in the Czech Republic. *Int J Biometeorol.* 2014; 58 (6): 1057–68.
19. Finnish institute for health and welfare: Last summer's heat wave increased the mortality of older people – prepare for hot weather in time [internet]. Helsinki: THL; 2021 [citirano 2021 Aug 12]. Dosegljivo na: <https://thl.fi/en/web/thlfi-en/-/last-summer-s-heat-wave-increased-the-mortality-of-older-people-prepare-for-hot-weather-in-time>
20. de'Donato F, Leone M, Scortichini M, et al. Changes in the effect of heat on mortality in the last 20 years in nine European cities. Results from the PHASE project. *Int J Environ Res Public Health.* 2015; 12 (12): 15567–83.
21. Muthers S, Matzarakis A, Koch E. Summer climate and mortality in Vienna – A human–biometeorological approach of heat-related mortality during the heat waves in 2003. *Wien Klin Wochenschr.* 2010; 122 (17–18): 525–31.
22. Muthers S, Matzarakis A, Koch E. Climate change and mortality in Vienna – A human–biometeorological analysis based on regional climate modeling. *Int J Environ Res Public Health.* 2010; 7 (7): 2965–77.
23. Scortichini M, de'Donato F, De Sario M, et al. The inter-annual variability of heat-related mortality in nine European cities (1990–2010). *Environ Health.* 2018; 17 (1): 66.
24. Can G, Şahin Ü, Sayılı U, et al. Excess mortality in Istanbul during extreme heat waves between 2013 and 2017. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16 (22): 4348.
25. Alcoforado MJ, Marques D, García RAC, et al. Weather and climate versus mortality in Lisbon (Portugal) since the 19th century. *Applied Geog.* 2015; 57: 133–41.

26. Heudorf U, Schade M. Heat waves and mortality in Frankfurt am Main, Germany, 2003–2013: What effect do heat–health action plans and the heat warning system have? *Z Gerontol Geriatr.* 2014; 47 (6): 475–82.
27. Steul K, Schade M, Heudorf U. Mortality during heatwaves 2003–2015 in Frankfurt-Main – The 2003 heat-wave and its implications. *Int J Hyg Environ Health.* 2018; 221 (1): 81–6.
28. Bobb JF, Peng RD, Bell ML, et al. Heat-related mortality and adaptation to heat in the United States. *Environ Health Perspect.* 2014; 122 (8): 811–6.
29. Ng CFS, Boeckmann M, Ueda K, et al. Heat-related mortality: Effect modification and adaptation in Japan from 1972 to 2010. *Glob Environ Change.* 2016; 9: 234–43.
30. Mirón IJ, Linares C, Montero JC, et al. Changes in cause-specific mortality during heat waves in central Spain, 1975–2008. *Int J Biometeorol.* 2015; 59 (9): 1213–22.
31. Perčič S, Kukec A, Cegnar T, et al. Number of heat wave deaths by diagnosis, sex, age groups, and area, in Slovenia, 2015 vs. 2003. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15 (1): 173.
32. Statistični urad Republike Slovenije. Populacija v Sloveniji [internet]. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije; 2021 [citirano 2021 Sep 21]. Dosegljivo na: <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/05A10025.px>
33. ARSO METEO: Podnebje v Sloveniji [internet]. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje; 2021 [citirano 2021 Sep 23]. Dosegljivo na: <http://meteo.arso.gov.si/met/en/climate/>
34. Vida M. Medicinska Meteorologija. Ljubljana: Medicinska Fakulteta; 1990.
35. Joe L, Hoshiko S, Dobraca D, et al. Mortality during a large-scale heat wave by place, demographic group, internal and external causes of death, and building climate zone. *Int J Environ Res Public Health.* 2016; 13 (3): 299.
36. Díaz, J, Carmona R, Mirón, IJ, et al. Comparison of the effects of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain), by age group: The need for a cold wave prevention plan. *Environ Res.* 2015; 143 (Pt A): 186–91.
37. Altman DG, Bland JM. Interaction revisited: The difference between two estimates. *BMJ.* 2003; 326 (7382): 219.
38. Li M, Gu S, Bi P, et al. Heat waves and morbidity: Current knowledge and further direction – A comprehensive literature review. *Int J Environ Res Public Health.* 2015; 12 (5): 5256–83.
39. Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev.* 2002; 24: 190–202.
40. Centers for Disease Control and Prevention. Heat-related deaths – Chicago, Illinois, 1996–2001, and United States, 1979–1999. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2003; 52: 610–3.
41. Hajat S, Armstrong B, Bacini M, et al. Impact of high temperature on mortality: Is there an added heat wave effect? *Epidemiology.* 2006; 17: 632–8.
42. Kinney PL, O’Neill MS, Bell ML, et al. Approaches for estimating effects of climate change on heat-related deaths: Challenges and opportunities. *Environ Sci Policy.* 2008; 11: 87–96.
43. Medina-Ramon M, Zanobetti A, Cavanagh DP, et al. Extreme temperatures and mortality: Assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a multi-city case only analysis. *Environ Health Perspect.* 2006; 114: 1331–6.
44. Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, et al. Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med.* 2002; 22: 221–7.
45. Vandentorren S, Suzan F, Medina S, et al. Mortality in 13 French cities during the August 2003 heat wave. *Am J Public Health.* 2004; 94: 1518–20.
46. Åström DO, Forsberg B, Rocklöv J. Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: A review of recent studies. *Maturitas.* 2011; 69 (2): 99–105.
47. Kenney WL, Munce TA. Invited review: Ageing and human temperature regulation. *J Appl Physiol.* 2003; 95 (6): 2598–603.
48. Gamble JL, Hurlea BJ, Shultz BA, et al. Climate change and older Americans: State of the science. *Environ Health Perspect.* 2013; 121 (1): 15–22.
49. Chirardi L, Bisoffi G, Mirandola R, et al. The impact of heat on an emergency department in Italy: Attributable visits among children, adults, and the elderly during the warm season. *PLoS One.* 2015; 10 (10): e0141054.
50. Folkow B. Physiological aspects of primary hypertension. *Physiol Rev.* 1982; 62 (2): 347–504.
51. Greene AS, Tonellato PJ, Lui J, et al. Microvascular rarefaction and tissue vascular resistance in hypertension. *Am J Physiol.* 1989; 256: H126–31.
52. Carberry PA, Shepherd AM, Johnson JM. Resting and maximal forearm skin blood flows are reduced in hypertension. *Hypertension.* 1992; 20 (3): 349–55.
53. Allen A, Segal-Gidan G. Heat-related illness in the elderly. *Clin Geriatr.* 2007; 15: 37–45.

54. Basu R, Feng WY, Ostro BD. Characterizing temperature and mortality in nine Californian counties. *Epidemiology*. 2008; 19 (1): 138–45.
55. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. *N Engl J Med*. 2002; 346: 1978–88.
56. Cui J, Arab-Zadeh A, Prasad A, et al. Effects of heat stress on thermoregulatory responses in congestive heart failure patients. *Circulation*. 2005; 112: 2286–92.
57. Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72: 564S–72S.
58. Keatinge WR, Coleshaw SR, Easton JC, et al. Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol levels during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *Am J Med*. 1986; 81: 795–800.
59. Kenney WL. A review of comparative responses of men and women to heat stress. *Environ Res*. 1985; 37 (1): 1–11.
60. Laaidi K, Zeghnoun D, Dousset A, et al. The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat wave. *Environ Health Perspect*. 2012; 120 (2): 254–9.
61. Semenza JC, Wilson DJ, Parra J, et al. Public perception and behavior change in relationship to hot weather and air pollution. *Environ Res*. 2008; 107 (3): 401–11.
62. Vandentorren S, Bretin P, Zeghnoun A, et al. August 2003 heat wave in France: Risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health*. 2006; 16 (6): 583–91.
63. Loughnan M, Nicholls N, Tapper N. Mortality-temperature thresholds for ten major population centres in rural Victoria, Australia. *Health Place*. 2010; 16 (6): 1287–90.
64. Wang L, Green FHY, Smiley-Jewell SM, et al. 2010. Susceptibility of the aging lung to environmental injury. *Semin Respir Crit Care Med*. 2010; 31 (5): 539–53.
65. Séguin J. Human health in a changing climate: A canadian assessment of vulnerabilities and adaptive capacity. Ottawa: Health Canada; 2008.
66. Filiberto D, Wethington E, Pillemer K, et al. Older people and climate change: Vulnerability and health effects. *Generations*. 2009; 33: 19–25.
67. Lavalée P, Perchaud V, Gautier Bertrand M, et al. Association between influenza vaccination and reduced risk of brain infarction. *Stroke*. 2002; 33: 513–8.
68. Mazzoli-Rocha F, Fernandes S, Einicker-Lamas M, et al. Roles of oxidative stress in signaling and inflammation induced by particulate matter. *Cell Biol Toxicol*. 2010; 5: 481–91.
69. Notley SR, Poirier MP, Sigal RJ, et al. Exercise heat stress in patients with and without type 2 diabetes. *JAMA*. 2019; 322 (14): 1409–11.
70. Semenza JC, McCullough JE, Flanders WD, et al. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med*. 1999; 16 (4): 269–77.
71. Kenny GP, Sigal RJ, McGinn R. Body temperature regulation in diabetes. *Temperature*. 2016; 3 (1): 119–45.
72. Lauterbacher J, Dietrich D, Xsoplaki E, et al. European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500. *Science*. 2004; 303 (5663): 1499–503.
73. Nacionalni inštitut za javno zdravje: Napotki za ravnanje ob vročini [internet]. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje; 2014 [citirano 2021 Avg 19]. Dosegljivo na: <https://www.nijz.si/sl/napotki-prebivalcem-za-ravnanje-v-vrocini>
74. Tomšič S, Šelb Šemerl J, Omerzu M. Vpliv vročinskih valov na umrljivost ljudi. In: Gabrijelčič Blenkuš M, ed. Svetovni dan zdravja 2008. Podnebne spremembe vplivajo na zdravje: moje, tvoje, naše. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije; 2008. p. 22–4.
75. ARSO OKOLJE: Kazalci zdravja in okolja. Število umrlih v obdobju vročinskih valov [internet]. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje; 2014 [citirano 2021 Sep 23]. Dosegljivo na: <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/stevilo-umrlih-v-obdobju-vrocinskih-valov#article-footer-id>