

Klímaváltozás várható hatása a fertőző-betegség struktúrára

Csima Zoltán^{1,2}, Kádár László Csaba^{1,2}, Dr. Barcs István¹

¹ Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Epidemiológiai Tanszék, Budapest

² Semmelweis Egyetem, Doktori Iskola, 8/6. Program: Egészségtudományok, Budapest

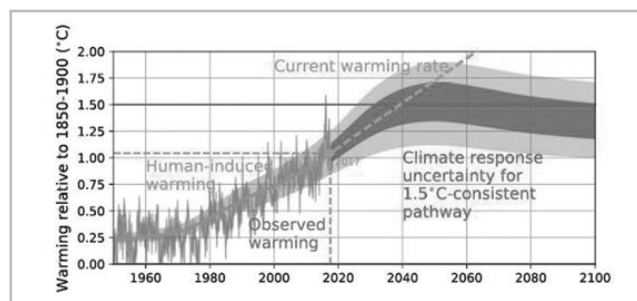
A klímaváltozás hatásait évről évre minden nyáron a saját bőrünkön érezzük. Sokkal nagyobb probléma azonban, hogy az átlaghőmérséklet emelkedésével az európai és a hazai betegség-struktúra is jelentősen változik; új, eddig nem ismert, vagy nem gyakori fertőző betegségek jelennek, jelenhetnek meg. Mire kell készülnünk? Mit „jósolnak” az epidemiológiai modellek?

We feel the effects of climate change in our own skin every summer. However, the larger problem is that the European and national infection disease-structure varies considerably with the rise in average temperature; new, today unpublished or uncommon infectious diseases may appear. What do we have to prepare for? What do predict epidemiological models?

KLÍMAVÁLTOZÁS

A klímaváltozás régóta kutatott, elemzett téma az epidemiológiában is. Számos tanulmány foglalkozott már a fertőző és nem fertőző betegségek kültéri klímával való összefüggésével. A klímaváltozás a légkörbe érkező és onnan kilépő sugárzás egyensúlyának megbomlásából fakad, melyre a légkörben felhalmozódó – természetes és antropogén eredetű – üvegházhatású gázok vannak a legnagyobb hatással. Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Éghajlatváltozási Kormányközi Testület) kutatói 2030-2040 közötti időszakra az európai régióra +1,5°C, a 2080-2100 közötti időszakra legalább +1,7°C átlagos, antropogén eredetű átlaghőmérséklet-emelkedést jósolnak a jelenlegi modellek alapján (1. ábra) [1].

A klímaváltozásnak számos egészségre gyakorolt hatását vizsgálják epidemiológiai modellekben. Ezek közül a legnagyobb betegségteher-emelkedést várhatóan a vektorok által terjesztett fertőzések jelentik majd, de számítani lehet a kórokozók megváltozó klíma miatti jobb környezeti túlélésével és a víz-eredetű fertőzések és járványok gyakoribbá válásával is [2, 3].



1. ábra
A várható klímaváltozás mértéke [1]

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS EGÉSZSÉG

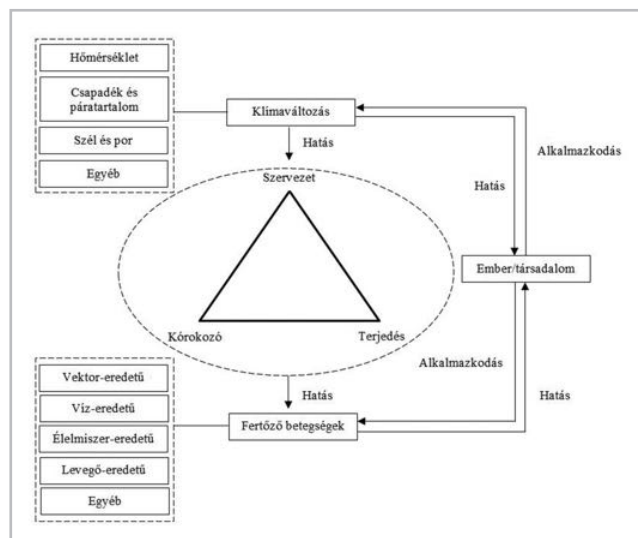
A klímaváltozás emberi egészségre gyakorolt hatására a legnagyobb figyelem akkor irányult, amikor a Lancet 2009. évi májusi száma címlapja jelezte, hogy a 21. század legnagyobb globális egészségügyi kihívása a klímaváltozás lesz [4]. A Lancet csak megerősítette az UNDP által 2007-ben végzett GlobeScan-felmérésének eredményét, melynek során a 30 országban megkérdezettek döntő többsége (32%) egyértelműen úgy válaszolt, hogy a várható klímaváltozásnak elsősorban az emberi egészségre lesz hatása [5].

De hogyan is változik meg az európai klíma? Az IPCC jelentése szerint a klímaváltozás hatásai által leginkább érintett régiók közé tartozik Európa. A jövőben jelentősen emelkedik az átlaghőmérséklet, változik a szelek és a csapadék eloszlása, ennek következtében várhatóan emelkedik a levegő páratartalma. Mindezek számos területen kapcsolódnak az emberi egészséghoz. A rövidtávú előrejelzések egyértelműen azt mutatják, hogy a kezdeti időszakban pozitív humán-egészségi hatásokkal lehet számolni: csökken a téli fagyásos megbetegedések és halálozások száma, csökken a téli szezonális légúti fertőző megbetegedések száma. Hosszabb távon azonban egyértelműen negatív hatásokkal kell számolnunk: problémák jelentkeznek az élelmiszerek termelése, elosztása és tárolása során, ami azonban sokkal veszélyesebb, a gyorsuló rovarterjedés és az adaptálódó kórokozók miatt a fertőző betegségek struktúrájában lényeges változások várhatók [6, 7, 8].

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS PATOGÉNEK

A klíma megváltozásával elsősorban a különböző fertőző megbetegedések szezonálisitása és földrajzi kiterjedtsége változik meg. A változások legjobb indikátorai a vektorokkal terjedő fertőző betegségek földrajzi előfordulásának változása, ám ezen kívül még számos ponton várható hatás a kórokozók által okozott megbetegedések és halálozások esetszámában. Elsődlegesen a megemelkedő környezeti hőmérséklet és páratartalom segíti a kórokozók környezetben való túlélését. Másodsorban a megemelkedő hőmérséklet befolyással van a mikrobák reprodukciójára, inkubációs periódusára. Harmadrészt a megemelkedő környezeti hőmérséklet kedvezni fog a felszíni édesvizek kontaminációjának, fertőződéseknek, valamint egyszerűbbé teszi a kórokozóknak az élelmiszerekben történő felszaporodását, e két tényezőt pedig pedig további indirekt terjedési utak nyílnak meg. Végül, de nem utolsó sorban a megemelkedő hőmérséklet a kórokozók szezonálisitásának időbeni szélesedését vonja maga után. Jól érzékelhető tehát, hogy a közvetlen fiziológiai hatásokon túl a klíma megváltozása a fertőző betegségek előfor-

dulásában is jelentős struktúra-változást fog eredményezni (2. ábra) [7, 9].



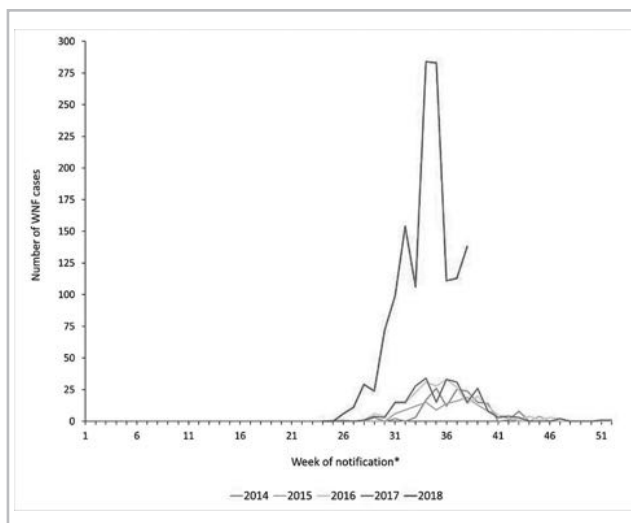
2. ábra
A klímaváltozás, a fertőző betegségek és a társadalom kapcsolat-rendszere (Wu nyomán) [9]

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS VEKTOROK

A vektorok (ízeltlábúak és rágcsálók, melyek speciális kórokozókat terjesztenek mechanikai vagy biológiai úton) földrajzi elterjedtségét és időbeni előfordulását jelentősen befolyásolják a kültéri környezetben mérhető paraméterek (hőmérséklet, páratartalom, szélerősség). Ebből kifolyólag a klímaváltozás magában hordozza annak veszélyét, hogy ezek az ízeltlábúak szélesebb szezonban, nagyobb mennyiségben forduljanak elő a környezetben, ezáltal erőteljesen befolyásolják a fertőző betegségek esetszámának drasztikus emelkedését [6, 7, 8, 9].

Milyen betegségekről van szó? Hazánkban elsősorban a csípőszúnyogok által terjesztett, hematogén-limfogén úton terjedő megbetegedések esetszáma várható csakúgy, mint a teljes európai régióban. Jó példa erre a 2006 óta Európában több klasztert is kialakító Chikungunya-láz előfordulása, vagy a 2018. évben jelentős esetszám növekedést mutató nyugat-nílusi láz előfordulása. Előbbi fertőzés számos mediterráneumban kedvelt üdülőterületen honos fertőzéssé vált, és egyre több országban jelenik meg importált infekcióként. A nyugat-nílusi láz kapcsán az Európai Betegségmegelőzési és Járványügyi Központ (European Centre for Disease Control and Prevention, ECDC) már évek óta követi a betegség térbeni és időbeni előfordulását, ám egyik modell sem jelezte előre az idei nyáron mért kiugró esetszámot. A szúnyog (*Culex* sp.) által terjesztett fertőzéstől a korábbi években hetente 20 körüli új eset fordult elő az Unió területén, az idei nyáron azonban a hetente mérhető incidens esetek száma kishíján elérte a 300 főt, ezen belül hazánk kiemelten érintett volt (3. ábra) [6, 7, 9, 10, 11].

A jövőben megváltozó klíma feltehetően a mi régióinkban is kedvezni fog az *Ixodes* fajok elterjedésének, melynek



3. ábra
Nyugat-Nílusi-láz esetek az Európai Unióban 2014-2018 (ECDC 2018b)

következtében a kullancsencephalitis és Lyme-kóros megbetegedések esetszámában is emelkedést fogunk tapasztalni, illetve szezonálisuk is jelentősen kitolódik [6, 12].

Vektorok szempontjából nem csupán a rovarok jelentenek veszélyt. Számos olyan fertőző betegség megjelenésére számíthatunk a közeljövőben, melyeket kistestű rágcsálók terjesztenek. Ilyen veszély áll fenn az európai régióban a pestis ismételt megjelenése kapcsán, valamint várhatóan gyakrabban jelenik meg a haemorrhagiás láz veseszindrómával is. Ez utóbbi fertőző megbetegedés magyarországi járványos előfordulására egyelőre csak a hosszútávú modellek számoltak [6, 12].

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS TERJEDÉSI MÓDOK

A megváltozó környezeti klíma jelentős hatással lesz a fertőző betegségek direkt és indirekt terjedési lehetőségeire is, mint a járványfolyamatok másodlagos mozgatóerejének embertől független tényezője. Várhatóan a direkt légúti terjedésű fertőzések, mint például az influenza-fertőzés esetszámában csökkenést fogunk tapasztalni (tekintve, hogy a vírus a hideg és az alacsony páratartalmú környezeti feltételek mellett terjed gyorsan). A légúti fertőzések európai régióra vonatkozó előrejelzései szerint jelentős esetszám-csökkenés várható. Ezzel szemben az emberről emberre kontakt úton terjedő, illetve a vektorok által terjedő fertőző betegségek terjedési lehetősége megnő, mivel a környezeti klíma megváltozott jellemzői miatt e terjedési módok könnyen végbemehetnek, vagyis gyakorivá válik a fogékony szervezet – patogén – indirekt terjedés terjedési útjával [9].

A KLÍMAVÁLTOZÁS VÁRHATÓ BETEGSÉGTEHER-KÖVETKEZMÉNYE

A jövőben megváltozó környezeti klíma igen erőteljes hatással lesz az emberi szervezetre. Várhatóan az európai régióban is emberek millióinak egészségét fogja befolyásolni,

továbbá jelentős plusz terhet ró majd az egészségügyi ellátórendszer minden szintjére. A veszély ebben a betegség-struktúra változásban leginkább az, hogy az előregedő népesség körében jelentősen rosszabb alkalmazkodóképesség várható, így az előre jelzett változások bekövetkezésének esélye igen magas. Az új és megváltozó környezetben az alábbi, a jövőben népegészségügyi jelentőséggel bíró egészségkárosodásokkal lehet számolni:

- malnutrició és egyéb táplálkozási-eredetű megbetegedések;
- extrém időjárási jelenségek (hőhullámok, árvizek, tüzezetek) okozta megnövekedett halálozás;
- vektorok és élelmiszerek által terjesztett fertőző megbetegedések halmozott előfordulása;
- keringési rendszer megbetegedéseinek halmozódása;
- egyes fertőző betegségek térbeli kiterjedtségének megváltozása [1, 2, 5, 6].

VAN-E MEGOLDÁS?

A változó klímával együtt járó fertőző betegség-struktúra megváltozása már napjainkban is tapasztalható (lásd a 2018. év Nyugat-nílusi-láz esetszámait). A felkészülés európai szinten is folyamatosan zajlik, a különböző betegségek szoros monitorozásával és megfelelő epidemiológiai modellek alkalmazásával. Két dolog felett azonban nem hunyhatunk szemet. Egyrészt a 2018 őszen megjelent friss előrejelzések szerint 2014 óta jelentősen felgyorsult az antropogén eredetű

klímaváltozás; főként az üvegházhatású gázok kibocsátásának folyamatos emelkedése miatt. Az is elmondható, hogy ezen gázok kibocsátásában jelentős visszaesés sem európai, sem világszinten nem történt; ahogyan arra a széndioxid-kvóták alkalmatlansága is felhívta a figyelmet. A felmelegedés következményeként a régiókban és hazánkban is kiugrás-szerűen emelkedtek bizonyos hőmérséklet-függő fertőző betegségek esetszámait. Másrészt mind az európai, mind a hazai népegészségügyi rendszerben fel kell készülni arra, hogy a betegségek előfordulása és/vagy halálózása gyorsabban változik, mint arra korábban számítottunk. Harmadrészt mind az európai, mind a hazai betegellátóknak fel kell készülniük (ismeret, kapacitás, diagnosztika stb.) az újonnan megjelenő, vagy már ismert körképek ellátására. Ennek elengedhetetlen kulcsa a betegellátók folyamatos és időben történő informálása és képzése, valamint a rendelkezésre álló infrastruktúra bővítése [1, 2, 6, 8, 10].

Nem lehet elfelejteni azt sem, hogy az ellátórendszerben dolgozók mellett a lakosság informálására, egészségfejlesztésre is kiemelt hangsúlyt kell fektetni. Célzottan, közérthetően és könnyen érthetően kommunikálni szükséges a várható változásokat anélkül, hogy bárkiben pánikot keltenénk. A jövőbeni egészségfejlesztési tevékenységeknek a klímaváltozás hatásain kívül ki kell terjednie a környezettudatos, az egyén szerepét is hangsúlyozó felelősség kommunikálására, hiszen a klíma és a környezet megváltozásának megállításában mindannyiunknak szerepe van.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Cambridge University Press, 2014.
- [2] Shuman EK: Global climate change and infectious diseases. *N Engl J Med.* 2010 March, 362; 12: 1061-1063.
- [3] Metcalf CJE et al.: Identifying climate drivers of infectious disease dynamics: recent advances and challenges ahead, *Proc. R. Soc. B*, 2017, 284: 20170901. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.0901>
- [4] *The Lancet*, 2009, (May) Vol. 373.
- [5] United Nations Development Programme: Annual Report 2007, http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/corporate/undp_in_action_2007.html, Hozzáférve: 2017.szeptember 3.
- [6] IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)], IPCC, Geneva, Switzerland
- [7] European Environment Agency: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 – An indicator-based report Vol. 1/2017 (January 2017)
- [8] IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C (Summary for Policymakers – WMO, UNEP), 2018. október 6.
- [9] Wu X et al.: Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation, *Environmental International* 86, 2016, 14-13.
- [10] European Centre for Disease Prevention and Control: Chikungunya virus disease – Annual Epidemiological Report for 2016, <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/chikungunya-virus-disease-annual-epidemiological-report-2016>, Hozzáférve: 2018. október 1.
- [11] European Centre for Disease Prevention and Control: Epidemiological update: West Nile fever in Europe – Number of infections so far exceeds the total number in the previous five years, <https://ecdc.europa.eu/en/news-events/epidemiological-update-west-nile-fever-europe-number-infections-so-far-exceeds-total>, Hozzáférve: 2018. szeptember 30.
- [12] European Centre for Disease Prevention and Control: Meeting report: Environmental change and infectious disease, Stockholm, 2007.



Csima Zoltán