

Cikkismertetés: A magas hőmérséklet egészségkockázata

Article review: The health risks of high temperatures

Ismertető:	Vitrai József
Ismertetett cikk:	Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R. S., Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Nybo, L., Seneviratne, S. I., Vanos, J., & Jay, O. (2021). Hot weather and heat extremes: health risks. <i>The Lancet</i> , 398(10301), 698–708. doi: 10.1016/s0140-6736(21)01208-3
Kulcsszavak:	magas hőmérséklet; egészségkockázat
Keywords:	high temperature; health risks

Beküldve: 2021. 09. 20., doi: [10.24365/ef.v62i4.7242](https://doi.org/10.24365/ef.v62i4.7242)

BEVEZETŐ

A forró környezeti feltételek és az ehhez kapcsolódó hőstressz növeli a megbetegedések, a halálozás esélyét (Vitrai, 2021a), valamint fokozhatja a várandósság kedvezőtlen kimenetelét, és negatívan befolyásolhatja a mentális egészséget. A nagy hőstressz a fizikai munkaképességet és a motoros-kognitív teljesítményt is csökkentheti, ami kihat a termelékenységre, és növelheti a foglalkozás-egészségügyi problémák kockázatát. A világ népességének csaknem fele és több mint 1 milliárd munkavállaló van kitéve nagy hőhatásnak, és közülük minden harmadiknál kimutatható annak negatív egészségügyi hatása.

A szélsőséges hőségek világszerte a nyári szezonok állandó jellemzőivé válnak, és jelentős többelhalálozást okoznak. A hőséggel kapcsolatos megbetegedések és halálozás száma az előrejelzések szerint az éghajlatváltozás előrehaladtával tovább fog növekedni, és a globális felmelegedéssel egyre nagyobb lesz a kockázat. Különösen a trópusi régiókban a fokozódó felmelegedés azt jelentheti, hogy a hőtűréssel (túléléssel) kapcsolatos élettani határokat az ott élők az elkövetkező évtizedekben rendszeresen és egyre gyakrabban elérik.

A 21. század első két évtizedében megfigyelt betegségterhek előre jelzik az elkövetkező évtizedek kockázatait. Az éghajlatváltozás fokozza a hőmérsékleti szélsőségek gyakoriságát, intenzitását és időtartamát, ami több egyént, közösséget és egészségügyi rendszert tesz ki kockázatnak. A 2015-ös, 2017-es, 2018-as és 2019-es

európai hőmérsékleti szélsőségek az emberi tevékenység okozta éghajlatváltozás miatt váltak valószínűbbé és intenzívebbé. A 2020-as, elhúzódó szibériai hőség egyértelműen az éghajlatváltozás következménye. A 2018 májusa és júliusa között a 30. szélességi foktól északra fekvő, lakott és mezőgazdasági területek mintegy 22%-án az éghajlatváltozás miatt átlagosan 90 percentilis feletti tartós hőmérsékletet mértek. Az előrejelzések szerint az északi féltekén a meleg és forró időszakoknak várhatóan kitett területek átlagos nagysága a globális felmelegedés további 1 °C-os növekedése esetén mintegy 16%-kal nőhet.

Az éghajlatváltozás kölcsönhatásban van más tendenciákkal, például a népességnövekedéssel és elöregedéssel, az urbanizációval és a társadalmi-gazdasági fejlődéssel, amelyek súlyosbíthatják vagy enyhíthetik a hőséggel kapcsolatos veszélyeket. A közlekedő járművekből és az épületekben keletkező hő — az emberi tevékenység eredményeképpen — tovább növeli a városi hőmérsékletet. Bár a magas jövedelmű országokban van némi bizonyíték az emelkedő hőmérséklethez való alkalmazkodásra, a melegebb jövőre vonatkozó előrejelzések azt mutatják, hogy a kutatásba és a kockázatkezelési intézkedésekbe való befektetés nélkül a hőséggel kapcsolatos megbetegedések és halálozások száma valószínűleg növekedni fog.

A szerzők áttekintik a hőstresszt befolyásoló élettani válaszokat és egyéb tényezőket, bemutatják a lakosságot érintő lehetséges jövőbeli kihívásokat a munkahelyi és sportterheléssel

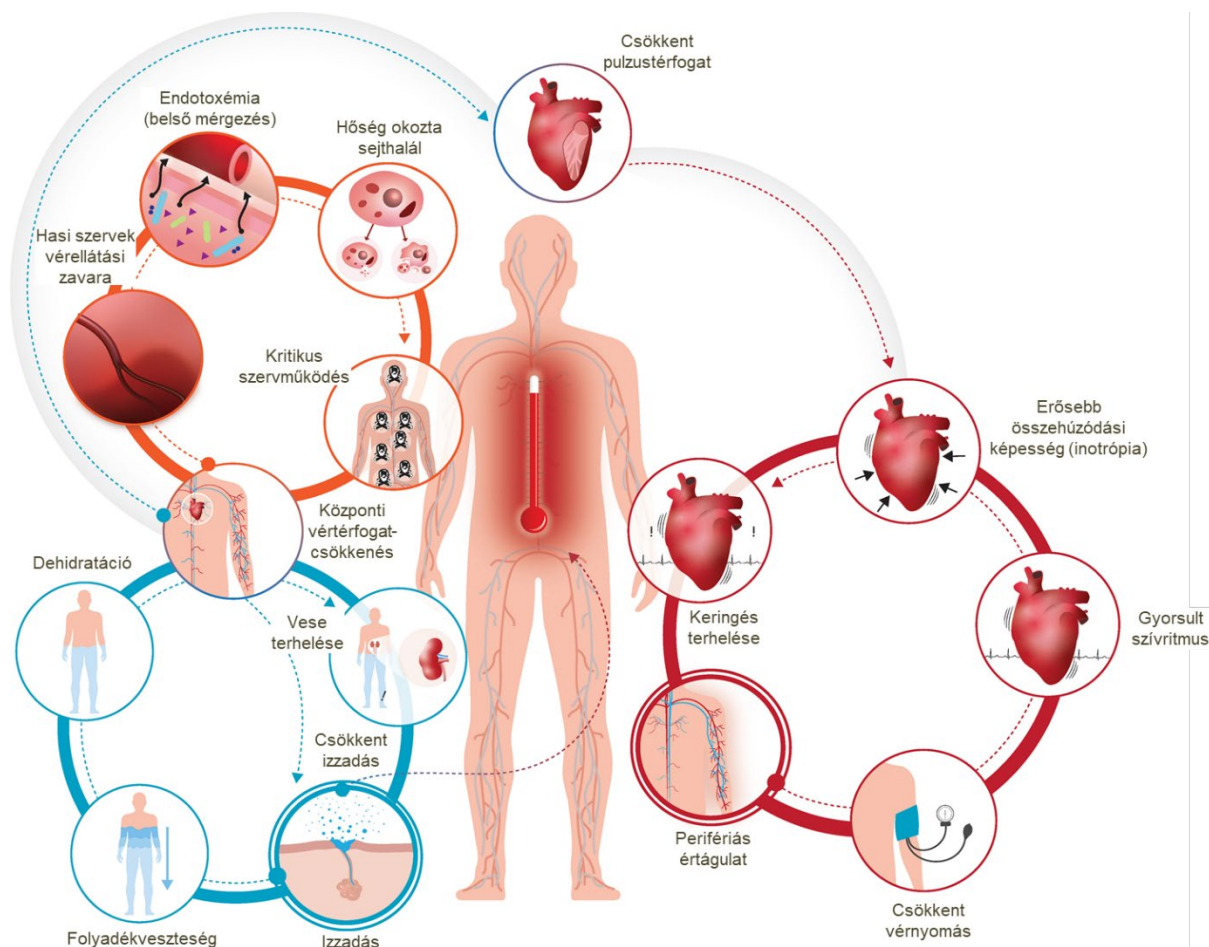
kapcsolatos kutatások alapján, megvitatják az épített környezet szerepét, és kiemelik azokat a megatrendeket, amelyek megváltoztathatják a kockázatokat.

A HŐTERHELÉST, A BETEGSÉGEKET ÉS A HALÁLT BEFOLYÁSOLÓ ÉLETTANI TÉNYEZŐK

Az emberi szervezet a hőterhelésre két fő módon reagál: (1) a véráramlást átirányítja (értágulat) a bőr felé, hogy javítsa a hőátadást az izmokból a bőrbe, majd a környezetbe, és (2) a bőr verejtéket választ ki, amelynek elpárolgása csökkenti a testhőt. Az agy szabályozza a hőleadás élettani

válaszait, amelyeket a bőrben és az egész testben lévő hőérzékeny idegsejtek jelei váltanak ki. Ezt a szabályozást nem hőmérséklettől függő ingerek is befolyásolhatják, mint például a dehidratáció (vérszegénység), a metaboreceptorok (a kémiai receptorok egy típusa, mely az izmok működése közben termelt anyagcseretermékekre reagál) jelzései és a citokininek (sejtosztódást befolyásoló, az immunrendszer válaszaiban szerepet játszó vegyület) felszaporodása. Ezek a fiziológiai hőstresszre adott — a szervezetre akár negatív hatásokkal járó — válaszok szükségesek a maghőmérséklet emelkedésének korlátozásához, ugyanakkor a már meglévő egészségállapot alapján eltérő módon hathatnak az egyénekre. [1. ábra]

1. ábra: Az emberi hőterhelés élettani útvonalainak szemléltetése



Forrás: Saját szerkesztés az eredeti alapján

A HŐTERHELÉST BEFOLYÁSOLÓ EGYÉB TÉNYEZŐK

Az alkohol, a gyógyszerek és a kábítószeres használat a hőterhelés során megnöveli a halálozás esélyét. Számos gyakran felírt gyógyszer, például az általános antikolinergikumok (tüdőhörgő tágulatot előidéző gyógyszer-csoport), antidepresszánsok és opioidok (morfinhoz hasonló, erős fájdalomcsillapító hatással bíró anyagok), valamint a kábítószeres, például a kokain, veszélyeztethetik a fiziológiai hővesztésre adott válaszokat. Bár egyes gyógyszerek hatására bekövetkező izzadáscsökkenésről számoltak be a kutatók, a legtöbb gyógyszert nem vizsgálták szisztematikusan hőszabályozási összefüggésben, és egyetlen vizsgálat sem alkalmazott ökológiailag értékelhető dózisokat a hőszélsőségek változó körülményei között. Sürgősen szükség van kísérleti bizonyítékokra a gyógyszerek pontos hatásáról. Az egyik elsődleges aggodalomra okot adó terület az acetilkolin, az izzadásért és a bőr értágulatáért felelős ingerületátvivő kémiai anyagok közvetlen gátlása. Egyes gyógyszerek és narkotikumok közvetlenül befolyásolhatják az agy hőszabályozó központját is.

Az extrém hőiségre való reagálásra és alkalmazkodásra való csökkent képesség szintén növeli a hőiséggel kapcsolatos betegségek vagy sérülések kockázatát. Különösen az ágyhoz kötöttséggel, az egyedül élőkkel, az önmaguk ellátására képtelenekkel, a testhőmérsékletük lehűtése érdekében a lakóhelyüket nem elhagyókkal, valamint a már meglévő mentális egészségi állapottal hozható összefüggésbe a szélsőséges hőiség idején megnövekedett halálozási gyakoriság. A már meglévő mentális zavarral rendelkező személyek esetében a megnövekedett halálozási arány valószínűleg a lehűléshez szükséges személyes óvintézkedések megtételének képtelenségéből, a hőszabályozó rendszer károsodásából és a gyógyszerek hatásaiból adódik.

A hőiség közvetve hozzájárulhat a fertőző betegségek megnövekedett kockázatához is. Számos trópusi országban a forró hőmérséklet az elsődleges akadály a éjszakai szúnyogháló használatának; ezért a hőstressz az olyan betegségek kockázatát súlyosbító fő tényezővé vált, mint a dengue láz és a malária.

Olyan országokban, ahol a tiszta ivóvízhez jutás korlátozott, a szélsőséges hőiség növeli a vízzel terjedő betegségek veszélyét, mivel a verejtékvesztés pótlásához és a kiszáradás megelőzéséhez szükséges mennyiség meghaladhatja az egészséges ivóvíz-kínálatot.

A szélsőséges hőiség a csecsemők, különösen az újszülöttek magasabb halálozási arányával jár együtt. A hőszabályozó rendszer fejlődése életkorfüggő. A csecsemők nagyobb kockázatnak lehetnek kitéve olyan morfológiai tényezők miatt, mint például a testfelület-tömeg arány, amely 64%-kal nagyobb lehet, mint a felnőtteké. Amikor ugyanis a levegő hőmérséklete meghaladja a bőr hőmérsékletét (kb. 35 °C), a környezetből nagyobb hőfelvételt eredményez. A morfológiai vagy fiziológiai hátrányoktól függetlenül a csecsemők és kisgyermek hű okozta halálozását elsődlegesen az okozza, hogy megfelelő felügyelet hiánya miatt forró járművekbe zárják magukat, vagy feledékenységből otthagyják őket.

SPORT, MEGERŐLTETŐ HŐSTRESSZ ÉS HŐGUTA

Bár a hőstressz kockázatát gyakran az élsportolók esetében tartják a legalacsonyabbnak, halálos kimenetelű hőguta olyan élsportágakban fordult elő, mint az amerikai futball, a rögbi, a birkózás és a hosszútávfutás. A sportban való előfordulási aránya jelenleg alacsony, de a halálos kimenetelű és életveszélyes hőguta tízszer gyakoribb, mint a súlyos kardiológiai események a meleg időjárású állóképességi versenyeken. Általában egyébként egészséges embereknél és munkavállalóknál figyelhető meg, intenzív fizikai megterheléssel járó, nagy hőtermelés után, gyakran olyan ruházat vagy felszerelés mellett, amely mérsékelt vagy forró körülmények között akadályozza a hőleadást.

2019-ben a nagy sportesemények hőiség miatti megszakadására példa volt a franciaországi női labdarúgó-világbajnokság, az ausztráliai Melbourne-ben megrendezett Australian Open tenisztorna, a tokiói olimpiai triatlon tesztverseny, a dohai atlétikai világbajnokság és a New York City Triathlon. Mindegyik esetben azért szakították meg vagy halasztották el a versenyt,

mert a versenyzőknél várhatóan nagy lett volna a hőterhelés kockázata. Az előrejelzések szerint 2085-re nagyon kevés nagyváros lesz képes nyári olimpiai játékokat rendezni a hőség egészségkockázata miatt. A hőséggel kapcsolatos aggodalmak még nagyobbak lehetnek a paralimpiai játékok esetében, mivel azokon több sérülékenyebb sportoló vesz majd részt.

A közösségi sportolók számára az élsportolóknál és a profi sportolóknál rosszabb kondíciójuk és akklimatizációs állapotuk miatt nagyobb lehet a hőbetegség kockázata. Bár őket valószínűleg védi az alacsonyabb edzésintenzitás, kevésbé gazdaságos mozgásuk nagyobb hőtermelést vált ki egy adott tevékenység során. A nyári sportokat és a trópusi és szubtrópusi környezetben űzött sportokat érinti várhatóan leginkább a jövőbeli felmelegedés.

A fizikai aktivitás csökken a 29-30 °C-ot meghaladó napi átlagos léghőmérséklet esetén, és ez leginkább az idősebb felnőtteket érinti. Az intenzív fizikai aktivitást igénylő sportok vannak leginkább kockázatnak kitéve, beleértve a hosszan tartó környezeti expozícióval járó sportokat (maraton, triatlon és országúti kerékpározás), a nagy intenzitású sportokat, valamint azokat, ahol a speciális ruházat vagy védőfelszerelés akadályozza a hővesztést (pl. az amerikai foci és a krikett). A forrósodó éghajlat miatt változni fog, hogy hol és mikor lehet biztonságosan amatőr és profi sporteseményeket tartani, és mikor lehet biztonságosan kocogni, túrázni, kertészkedni és más tevékenységeket, hobbikat végezni.

A SZABADBAN DOLGOZÓK HŐTERHELÉSE

Az előrejelzések szerint a melegebb világ negatívan befolyásolja a szabadtéri foglalkoztatást is, ezért világszerte sürgős megoldásokra van szükség a szabadban dolgozók számára. A Nemzetközi Munkaügyi Szervezet (*International Labour Organisation*) becslései szerint több mint 1 milliárd munkavállaló van kitéve a nagy hőséggel. A jövőbeli társadalmi-gazdasági fejlődésre vonatkozó feltételezésektől függően ez a szám valószínűleg alulbecsült. A szabadban dolgozók esetében a foglalkozási feladatokkal járó nagy anyagcsere okozta hőtermelés a magas környezeti és sugárzó hővel, az alacsony légáramlással

és néha a magas páratartalommal kombinálva növeli a hőterhelést. Az anyagcsere miatti hőtermelés több mint 15-szörösére nőhet a nyugalmi értékekhez képest. Egy adott feladat belső hőtermelése erősen intenzitásfüggő, ezért a biztonság érdekében a munkaintenzitás csökkentésének a viselkedéses hőszabályozás szerves részévé kell válnia. Ennek megfelelően a megnövekedett környezeti hőnek kitett munkavállalók jellemzően csökkentik munkateljesítményüket, több, nem tervezett szünetet tartanak, vagy a szokásosnál lassabban dolgoznak.

ÉPÍTETT KÖRNYEZET

Az épített környezet kifejezés a lakó- és munkahelyünk fizikai összetevőire utal, beleértve az épületeket, utcákat, nyitott városi tereket és az infrastruktúrát. Az urbanizáció átalakítja a felszíni mikroklimát azáltal, hogy módosítja a sugárzási, hő-, nedvesség- és aerodinamikai folyamatokat, és ezáltal hatással van a városi felszínre. A városi fejlődés egyik következménye a városi hősziget, amelynek eredményeként a városok átlagosan melegebbek, mint a szomszédos vidéki tájak. A városi hősziget éjszaka felerősödik, amikor az épületek, utak a tárolt nappali hőt kibocsátják, ami a város méretének és népsűrűségének növekedésével fokozódik.

A légkondicionáló berendezések növekvő használata pozitív visszacsatolási spirálként fokozza az emberi eredetű hőkibocsátást. 2011 nyarán Pekingben a nyári csúcsergia-felhasználás több mint 40%-át a légkondicionálás okozta. A globális éghajlati előrejelzésekben az ilyen városi szintű hőterhelést is figyelembe kell venni, mivel a háztartások növekvő jövedelme a trópusi országok közepes jövedelmű gazdaságaiban különösen gyorsan fogja növelni a légkondicionálás iránti keresletet.

A városok gyors növekedése egyidejűleg növeli a járművek és közlekedési rendszerek, az épületek és az ipar által termelt környezeti levegőszennyezés koncentrációját is. A városi kanyonokban megrekedő por- és gáznemű szennyezőanyagok az ott élők számára tartós kitettséget jelentenek, és emiatt rosszabb egészségi állapothoz vezethet.

A HŐSÉGGEL ÖSSZEFÜGGŐ MEGBETEGEDÉSEKET ÉS HALÁLOZÁST BEFOLYÁSOLÓ MEGATRENDEK

A hőséggel összefüggő megbetegedések és a halálozás jövőbeli mértéke és mintázata az éghajlatváltozás és más fontos tényezők, mint például a népességnövekedés és az elöregedés, az urbanizációs trendek, az alkalmazkodási erőfeszítések és a fejlesztési döntések függvénye lesz.

A globális és regionális hőmérsékleti átlagok és szélsőségek növekedését 1950 óta figyelik meg. Az előrejelzések szerint az évszázad végére a legtöbb szárazföldi területen nagyobbak lesznek a hőmérsékleti szélsőségek: a forró napok, forró éjszakák, valamint a hőszélsőségek időtartama és intenzitása az előrejelzések szerint a világ legtöbb régiójában növekedni fog. Például egyes régiókban a 20 évenként 1 alkalommal előforduló legmelegebb nap az évszázad végére 1-2 évenként előforduló eseménnyé válhat.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az emberek szükségtelenül szenvednek és halnak meg a forróságtól. A hőséggel összefüggő megbetegedések és halálozások száma az éghajlatváltozás előrehaladtával várhatóan növekedni fog, és a folytatódó felmelegedéssel tovább nő a

kockázat. A forró időjárás és a megbetegedések és halálozások közötti összefüggések szilárd bizonyítékai mellett (Vitrai, 2021a) egyre több bizonyíték áll rendelkezésre az egyéb hatásokról, többek között a munkavállalókra, valamint a hivatásos és szabadidős sportolókra gyakorolt hatásokról. Különösen a trópusi régiókban a fokozódó felmelegedés azt jelenti, hogy az elkövetkező évtizedekben rendszeresen és gyakrabban elérhetik az élettani határokat.

A kutatásba való befektetések és a szükséges kockázatkezelési intézkedések sok ember és közösség klímaváltozás okozta megpróbáltatásait csökkentenék. A magasabb átlagos és szélsőséges hőmérsékleti értékek a jövőben olyan nyarakat eredményeznek majd, amelyeket gyakoribb megbetegedések és halálozás jellemez, valamint jelentős korlátozások és változások lesznek a ma normálisnak tekintett tevékenységekben. A szélsőséges hőmérséklet egészségre gyakorolt hatásainak csökkentéséhez a hőséggel kapcsolatos cselekvési tervekre és egyéb lehetőségekre érdemes összpontosítani (Vitrai, 2021b), amelyeket az egészségügyi hatóságok és partnereinek a szélsőségesebb hőséggel szembeni ellenállóképesség növelése érdekében alkalmazhatnak. Ezeket az intézkedéseket más olyan tendenciák — például az urbanizáció és a társadalmi-gazdasági fejlődés — összefüggésében dolgozzák ki, amelyek enyhíthetik vagy súlyosbíthatják a hőséggel kapcsolatos veszélyeket.

TANULSÁGOK A HAZAI SZAKEMBEREK SZÁMÁRA

A hazai népegészségügy egyik elmaradt feladata a megfelelő beavatkozások kidolgozása és megvalósítása a klímaváltozáshoz kapcsolódó egészségveszteségek csökkentésére.¹ A beavatkozások tervezéséhez érdemes nemcsak a magas hőmérséklet élettani hatásait és a cikkben felsorolt hőterhelést befolyásoló környezeti tényezőket figyelembe venni, hanem a hőhatás csökkentését biztosító sokféle lehetőséget is.

Köszönetnyilvánítás: A cikkismertetés elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Közoktatás-fejlesztési Kutatási Programja támogatta.

Információk a szerzőről:

Vitrai József, független népegészségügyi szakértő, Egészségfejlesztés folyóirat; MTA-SZTE Egészségfejlesztés Kutatócsoport, Budapest, vitrai.jozsef@gmail.com

¹ A klímaváltozásnak az egészségre kifejtett hatásáról lásd még: Kovács (2021), Csizmadia (2021), Vitrai (2021c)

HIVATKOZÁSOK

Csizmadia, P. (2021). Cikkismertetés: A Lancet Countdown 2020 jelentés összefoglalója az egészség és klímaváltozás összefüggéseiről. *Egészségfejlesztés*, 62(2), 88–91. doi: [10.24365/ef.v62i2.5923](https://doi.org/10.24365/ef.v62i2.5923)

Kovács, Zs. (2021). Szakemberek a klímaválság gyermekekre és fiatalokra gyakorolt hatásáról (szöveghű fordítás). *Egészségfejlesztés*, 62(3), 42–46. doi: [10.24365/ef.v62i3.6688](https://doi.org/10.24365/ef.v62i3.6688)

Vitrai, J. (2021a). Cikkismertetés: A kedvezőtlen hőmérséklet halálózásra kifejtett hatása. *Egészségfejlesztés*, 62(4), 82-85. doi: [10.24365/ef.v62i4.6948](https://doi.org/10.24365/ef.v62i4.6948)

Vitrai, J. (2021b). Cikkismertetés: A magas hőmérséklet egészséghatásainak csökkentése, a személyes hűtési stratégiáktól a zöld városokig. *Egészségfejlesztés*, 62(4), 92-99. doi: [10.24365/ef.v62i4.7243](https://doi.org/10.24365/ef.v62i4.7243)

Vitrai, J. (2021c). Cikkismertetés: Mi is az „Egy az egészség”? *Egészségfejlesztés*, 62(3), 61–63. doi: [10.24365/ef.v62i3.6543](https://doi.org/10.24365/ef.v62i3.6543)