

**Eötvös Loránd Tudományegyetem
Földrajz- és Földtudományi Intézet
Meteorológiai Tanszék**

**Összefüggés az időjárás, a halálozás és az élve
születés között Komárom megyében**



Szakedolgozat

Készítette: Guzsvány Anna
III. éves földtudomány alapszakos,
meteorológia szakirányos hallgató

Témavezető:
Darányi Mariann
Országos Meteorológiai Szolgálat

Belső konzulens:
Dr. Havasi Ágnes
ELTE Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2011

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. A légköri frontok	4
3. A hőszabályozás rendszere	12
3.1. A hőtermelés folyamatai: az ún. kémiai hőszabályozás	13
3.2. A hőtermelés folyamatai: az ún. fizikai hőszabályozás	13
4. Vérnyomás, szív és érrendszer	15
4.1. Meleg levegő	15
4.2. Hideg levegő	17
5. Az időjárás hatása a szülésekre	18
6. Eredmények	21
6.1. Felhasznált adatok	21
6.2. A halálozás és a hőmérséklet közötti kapcsolat	21
6.3. A születés és a hőmérséklet közötti kapcsolat	24
7. Háromfokozatú riasztás	26
8. Összegzés	28
Köszönetnyilvánítás	29
Irodalomjegyzék	30

1. Bevezetés

A legtöbb klímakutató mára egyet ért abban, hogy megkezdődött a globális felmelegedés, melynek következtében szükségeszerű az éghajlatváltozás egészségre gyakorolt hatásaira irányuló vizsgálatok elvégzése.

A Kormányközi Éghajlatváltozási Testület (IPCC) is elismerte a klímaváltozás káros hatásait összefoglaló értekezéseiben. Harmadik jelentésében a globális átlaghőmérséklet XX. század során $0,6\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ -kal bekövetkezett emelkedéséről számol be, míg az 1990–2100 közötti időszakra az átlaghőmérséklet $1,4\text{--}5,8^{\circ}\text{C}$ -os növekedését prognosztizálják (Bukovics, 2004).

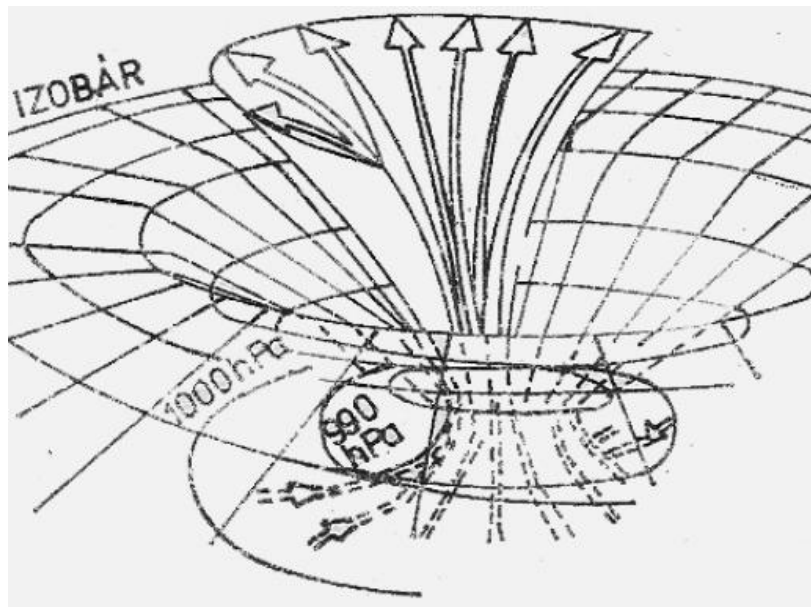
A 3. Környezetvédelmi és Egészségügyi Miniszteri Konferencia (London, 1999) az éghajlatváltozás egészségre kifejtett hatásának vizsgálatát kiemelt fontosságúnak ítélte. Magyarországon 1970–2000 közötti budapesti adatokkal vizsgálták az időjárás egészségre gyakorolt hatását. A kutatás során megállapították, hogy a napi halálzásra elsősorban a hőmérséklet van hatással (Páldy et al, 2004). A globális éghajlatváltozás egyik megnyilvánulása az extrém időjárási események gyakoriságának és amplitúdójának megváltozása (Bartholy et al., 2008). Ezt alátámasztva a 2003-as hőséghullám rekordhőmérsékletet okozott Nyugat-Európában. Közép- Európa felett ún. ómega-alakú időjárási helyzet alakult ki, aminek hatására stabil anticiklon jött létre tartós felhőtlen időjárással. A Világegészségügyi Szervezet adatai alapján a rendkívül forró időjárás 30000-rel több halálos áldozatot követelt. Franciaországban az áldozatok száma 15000-re tehető. A hőmérséklet rövid időn belüli jelentős csökkenése is jelentősen megviseli szervezetünket. 2006. január 21 és 22-én enyhe télies időjárás uralkodott. Január 23-ra virradó éjjel Szászországban -20°C -ot mértek (Schuch, 2007).

Az időjárás változása nem csak a halálzásra, hanem a születésekre is jelentős hatással van. A szülemegindulás és az időjárás kapcsolatának vizsgálatai azt mutatják, hogy az aktuális frontra érzékeny várandós anyáknál magasabb számban indul meg a szülés (Mészáros et al, 1990).

Dolgozatomban áttekintem a légköri frontok jellemzőit, az emberi hőszabályozás rendszerét. Ezt követően összefoglalom a meleg, illetve hideg légtömegek szervezetre gyakorolt hatását a halálzás, valamint élve születések esetében. A szakdolgozat 6. fejezetében megvizsgálom, hogy Komárom megyében milyen összefüggések figyelhetők meg az időjárás, a halálzás és az élve születés között.

2. Léggöri frontok

A ciklonok a mérsékelt öv állandó, alacsony nyomású képződményei, melyeket „depresszió”-nak is szoktak nevezni. Általában sarkvidéki (arktikus) és mérsékelt övi (poláris) légtömegek határán képződnek, elsősorban tengerek fölött. A sarkvidéki és mérsékelt övi légtömegek határa az északi félgömbön általában a 30°-60° szélességi fok között változtatja a helyét. Ezt a frontot arktikus stacionárius éghajlati frontnak nevezzük. A mérsékelt övi ciklonok keletkezése az arktikus éghajlati front atlanti-óceáni és csendes-óceáni szakaszán történik. Bennük a levegő áramlása az izobárfelületekkel majdnem párhuzamos és spirálisan a középpont felé áramlik. Ez az áramlás az északi félgömbön az óramutató járásával ellentétes, a déli félgömbön megegyező irányú. Az ilyen típusú áramlás „ciklonáris cirkuláció”-nak nevezik. A ciklonban az alulról spirálisan beáramló levegő felemelkedik, majd a felső troposzférában anticiklonárisan szétáramlik (1. ábra).



1. ábra. A ciklon belső szerkezete

Az arktikus éghajlati front jelöli ki a Rossby-hullám helyét. A Rossby-hullámok helyzetének megfelelően hideg és meleg levegőnyelvek hatolnak át az ellentétes levegőbe. Az így létrejött levegőnyelvek jobb oldalán konvergencia, bal oldalán divergencia alakul ki, vagyis a levegőnyelv jobb oldalán magas nyomású képződmény, míg a bal oldalon alacsony nyomású léggöri képződmény jön létre és ciklonális zavarok képződnek. Ezek az eleinte enyhe hullámok labilissá válhatnak, egyre nagyobb amplitúdójú hullámokká fejlődhetnek. További hullámkeltő tényező még a levegő összenyomhatósága, a nehézségi erő és a Föld forgása.

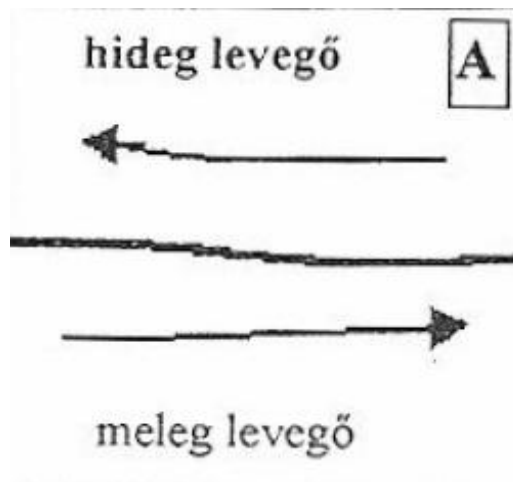
A hullámmozgás kialakulását földrajzi okok is előidézhetik. Ezek az okok lehetnek:

- Orografikus tényezők (hegyvonulatok, tengerekből kiemelkedő szigetek)
- Kontinensek és szárazulatok közötti hőmérséklet-különbségek
- Tengeráramlások

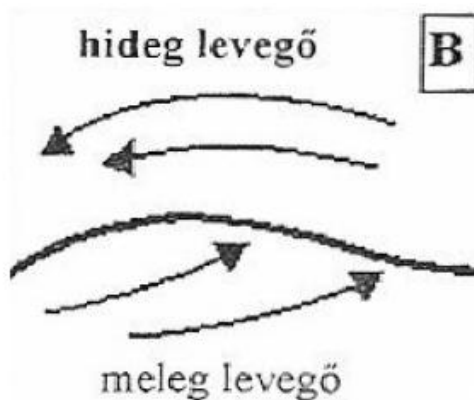
Az így létrejövő hullámok lehetnek labilisak illetve stabilisak. A labilis hullámok hossza viszonylag rövid, 100-300 km közötti, amplitúdójuk csökken, ennek következtében a hullámozgás idővel megszűnik, tehát nem keletkezik ciklon. A labilis hullámok amplitúdója idővel növekszik, ez ciklonképződést eredményezhet.

Fejlődésükben különböző stádiumokat figyelhetünk meg. Ezek a szakaszok a következők:

1. A stacionárius éghajlati front (2. ábra) hullámozni kezd (3. ábra). A létrejövő és növekvő amplitúdójú labilis hullámvonal mentén a meleg levegő, mint egy meleg nyelv betüremkedik a hideg levegőbe és a nyelv csúcsánál légnyomáscsökkenés kezdődik el. Ez a pont a ciklon fejlődésével ennek alacsony nyomású magjává válik.

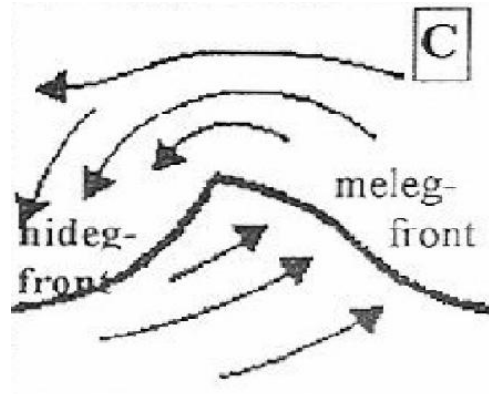


2. ábra. Stacionárius front



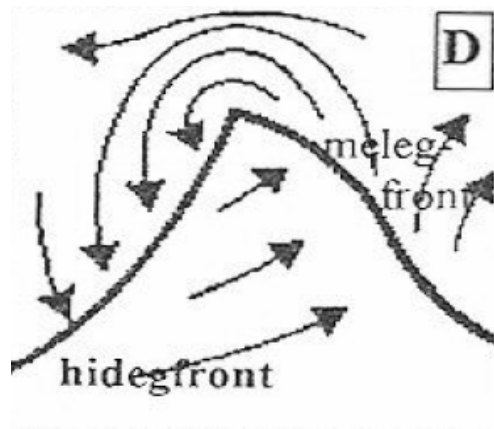
3. ábra. A stacionárius front hullámozni kezd

2. Az amplitúdó további növekedésével egyre markánsabb lesz a ciklon előoldalán a meleg front, hátoldalán pedig a hidegfront. Kialakul tehát a ciklon frontvonalakkal elválasztott hideg és meleg szektora, ebben az állapotban fiatal ciklonnak nevezzük (4. ábra).



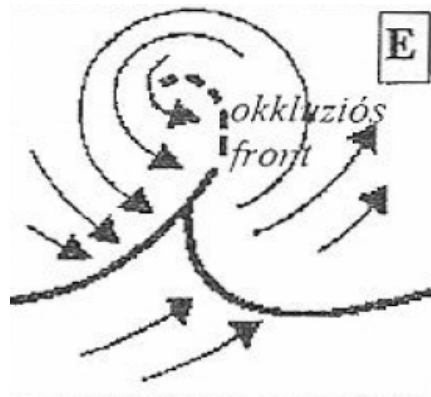
4. ábra: Kialakul a ciklonban a hideg és meleg front

3. A hullámszás további fejlődésével a ciklon középpontjában a nyomás tovább csökken, fokozódik az örvénylés (5. ábra).



5. ábra: Erősödő ciklon

4. A mérsékelt övben uralkodó nyugatias áramlással a ciklon nyugatról kelet felé halad. A másodfajú hidegfront haladási sebessége azonban nagyobb a meleg fronténál, így a hideg és meleg front egyre közelebb kerül egymáshoz. A meleg szektor ennek következtében egyre szűkül, míg végül a hideg front utoléri a melegfrontot, a két front okkludálódik, a ciklon az előregedés stádiumába jut (6. ábra).



6. ábra. Okklúziós front kialakulása

5. Ha közben a meleg levegő utánpótlást kap, a ciklon regenerálódik, az előregedés stádium később következik be.

A ciklonban a hideg, illetve meleg levegő áramlásának iránya ellenkező. Míg a hideg levegő kelet-nyugat irányban, addig a meleg nyugati-keleti irányban mozog. Egy ciklon átlagosan 5–7 napig él, miközben nyugat-kelet irányban halad kb. 30 km/h sebességgel. Méreteik igen jelentősek; átmérője 1500–3000 km (Dobos, Dunkel 1977.).

Kétféle levegőtípust különböztetünk meg: a hideg, illetve meleg levegőt, melyeket egymástól az ún. frontfelület választ el. A frontokra a meteorológiai elemek ugrásszerű változása jellemző. E kétféle légtömeg sebessége nem egyforma. A nagyobb kinetikus energiájú légtömeg kiszorítja a kisebb kinetikus energiájút, következésképpen a frontfelület nem egy helyben áll, hanem mozgást végez. Az ilyen időjárási eseményt nevezzük frontátvonulásnak. Ilyenkor megváltozik a szél iránya, sebessége, változik a légnyomás, a hőmérséklet, a relatív nedvesség, a légkör átlátszósága, szennyezettsége.

A frontok erőssége sem egyforma. Vannak gyengébbek, ahol a két légtömeg között sokkal kisebb különbségek figyelhetők meg, illetve vannak markánsabbak, ahol akár 10–15°C-os hőmérsékletkülönbség is megfigyelhető. Ezek, a szinte pillanatok alatt bekövetkező változások az élő szervezeteket is megviselik. A frontok találkozásakor a nehezebb levegő felszállásra kényszeríti a könnyebb levegőt. Mivel a frontok több száz km hosszúak, és a levegő feláramlása az egész frontfelület mentén végbemegy, néhány tízezer km²-nyi terület felett felszálló légmozgás lesz. A felhőképződéshez az emelkedő légmozgás szükséges, ezáltal a csapadékképződés alapvető feltétele is biztosítva van. Egy másik igen fontos következménye a felhőképződésnek, hogy ilyenkor jelentős energiamennyiség szabadul fel.

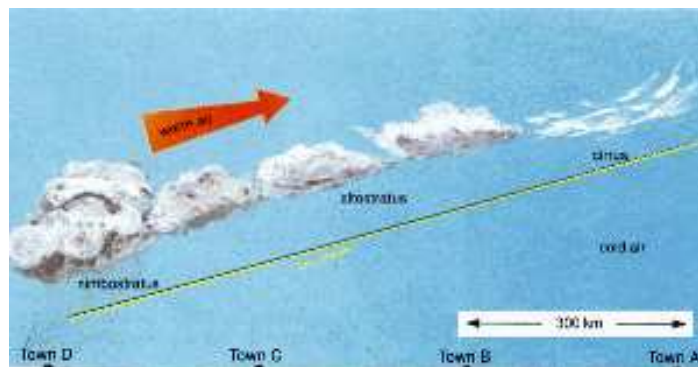
Frontátvonulás szempontjából hazánk éghajlata átmenetet képez a tőlünk északabbra, illetve délebbre levő területek éghajlatához képest. A frontátvonulások számának éven belüli

eloszlása azonban nem egyforma. Vannak időszakok, amikor a frontátvonulások egymást követik, illetve vannak nyugodtabb időszakok. Évente több száz frontátvonulás figyelhető meg Magyarországon felett. Vannak frontátvonulás szempontjából intenzívebb napok, időszakok, amikor naponta akár 6–8 front is átvonul, vannak azonban frontátvonulástól teljesen mentes napok is. Tehát szükségszerű arra vonatkozóan, hogy a frontátvonulás szervezetre gyakorolt hatását kutassuk.

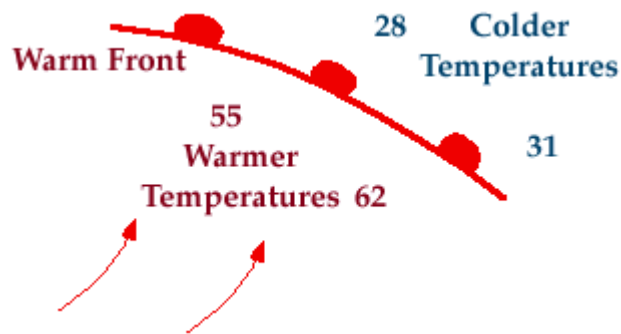
A frontok mozgási sebessége igen különböző. Vannak rendkívül gyorsan mozgó, amelyek akár egy óra alatt átvonulnak hazánk felett, és vannak igen lassúak, amelyeknek ugyanazon távolság megtételéhez több napra van szükségük. Léteznek azonban olyanok is, amelyek eleinte gyorsabban mozognak, majd megállnak, és visszafelé indulnak el. A frontok jelentős többsége 20–40 km/h sebességgel halad, azaz körülbelül fél-egy nap alatt nyugatkelet irányban vonul át a Kárpát-medencében.

A frontok igen jelentős tulajdonsága, hogy elválasztó felületük sosem függőleges. A hideg levegő ék alakban a talaj mentén húzódik, míg a könnyebb meleg levegő az ék felett figyelhető meg. Melegfront esetében meleg levegő érkezik egy adott területre. Ebben az esetben a levegő lassan és egyenletesen emelkedik. Ezt a frontot felsiklási frontnak nevezik. Ilyenkor a meleg levegő először a magasban jelenik meg, majd egyre jobban közelít a talajhoz. Tehát a front felhőzetéből a magas szintű felhőket észleljük először. A csapadék hullás a front előtt, széles sávban figyelhető meg, jellege szitáló, tartós eső. A front átvonulása a felszínen az eső végét jelenti. A fronthoz kapcsolódó jelenségek a front előtt figyelhetők meg, azaz praefrontálisak (Kérdő, Kéri, 1951).

A légnyomás a front megérkezése előtt 6–10 órával süllyedni kezd, a minimumát a felszíni front átvonulásakor éri el. A szél megerősödik, majd iránya jobbra fordul. (Czelnai et al.) A 7. ábra a melegfrontot szemlélteti.

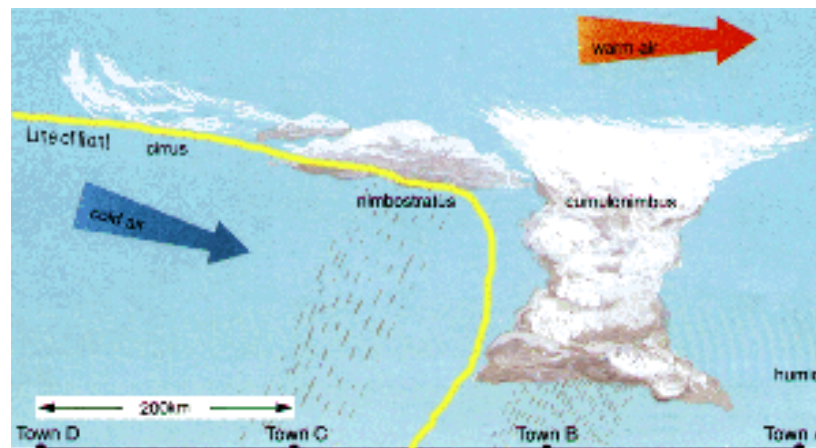


7. ábra. Az ábrán a piros nyíl a meleg levegő mozgási irányát mutatja. A felhőtípusok növekvő magasság szerint a Nimbostratus, Altostratus és a Cirrus. (Forrás: <http://www.ckkc.co.uk/html/stories/metrology.html>)



8. ábra. Jelképesen a meleg frontot vastag piros vonal jelöli félkör alakú pontokkal, amik a hideg levegő és a mozgás irányába mutatnak. (Az ábrán a hőmérséklet Fahrenheit egységekben van megadva.)
(Forrás: Illinoisi Egyetem [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/home.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/home.rxml))

A hideg vagy betörési frontról akkor beszélünk, amikor hideg légtömeg érkezik egy adott területre. Mivel a hideg levegő sűrűbb, maga előtt tolja a meleg levegőt, és emelkedésre kényszeríti. Az emelkedő meleg légtömeg hidegebbé válik, ennek következtében elkezdődik a felhőzet kialakulása. A hidegfrontokhoz tartozó csapadéktevékenység általában elég intenzív, bár kevésbé kiterjedt (50–70 km), és kevésbé hosszú idejű. Ennek az oka az, hogy a meleg levegő felemelkedése elég intenzív a hideg levegő beáramlása miatt, ennek következtében tornyos felhők, csapadék, villámlás, jégeső és tornádó is előfordulhat. A hidegfront mögötti levegő észrevehetően hidegebb és szárazabb, mint a front előtt lévő. Amikor a hidegfront átvonul, a hőmérséklet több, mint 15 fokkal is visszaeshet az első óra leforgása alatt (9. ábra)



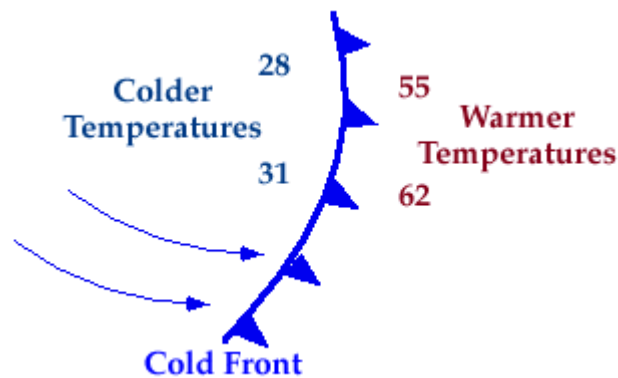
9. ábra. A kék nyíl a hideg, a piros a meleg levegő mozgását mutatja. D város felett Cirrus felhők láthatók, C városban Nimbostratus felhőből eső esik, míg a B városban zivatarfelhőből hull csapadék. A város környékén nedves levegő az uralkodó.
(Forrás: <http://www.ckkc.co.uk/html/stories/metrology.html>)

Két típusát különböztetjük meg: első- és második típusú hidegfront. Az első típusú hidegfront lassan halad előre, és a ciklon középpontjától távolabb figyelhető meg. A front

átvonulásával egy időben jelentősen csökken a szél erőssége. A csapadéksáv kb. 300 km, a csapadék hullása a front felett figyelhető meg.

A második típusú hidegfront a ciklon középpontjához közel van, aránylag gyorsan mozog. A front előtt kb. 100 km-rel megkezdődik a csapadékhullás, ami a front átvonulása után is tart, majd nem sokkal utána megszűnik. A hidegfront mögött pár száz km-es felhőmentes sáv figyelhető meg, amit a Cumulonimbusok (Cb) követnek. (Czelnai et al.)

Hidegfrontok esetében megállapíthatjuk, hogy emelkedik a légnyomás, csökken a levegő hőmérséklete, megnő a látástávolság. A 10. ábrán a hidegfront szinoptikus térképen alkalmazott jelölése látható.

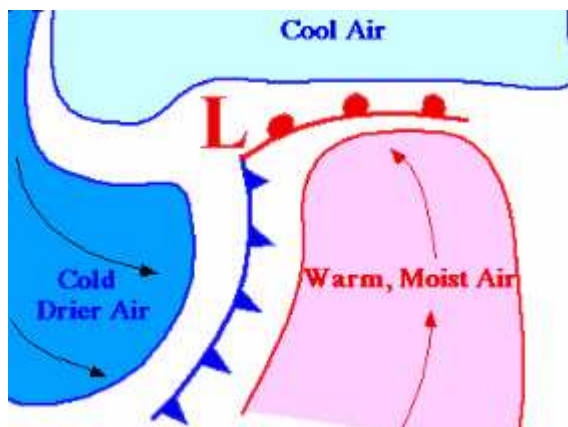


10. ábra. Jelképesen a hidegfrontot a vastag kék vonal jelzi, háromszögekkel, amik a meleg levegő irányába, illetve a front mozgásának az irányába mutatnak.

(Az ábrán a hőmérséklet Fahrenheit egységekben van megadva.)

(Forrás: Illinoisi Egyetem: [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/home.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/home.rxml))

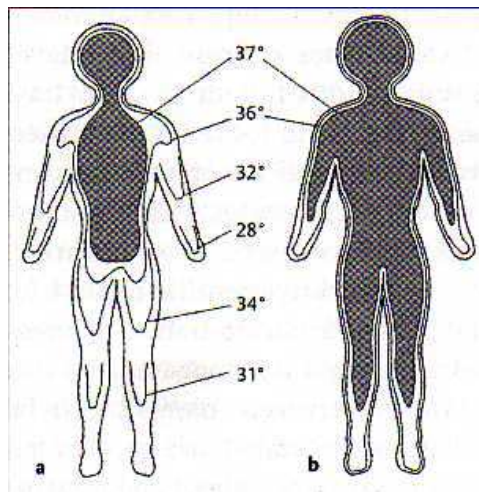
Az okklúziós frontoknál megkülönböztetünk hideg illetve meleg okklúziót. Hideg okklúzió esetén először a magas szintű Cirrostratus látható, ezt a középmagas Altocumulus lenticularis követi, majd Altostratus, valamint Nimbostratus felhők figyelhetők meg kb. 100 km széles csapadéksávval. A felszíni frontvonal elvonulása után a csapadék nem éri a felszín, a „hármaspont” átvonulása után egyáltalán nincs csapadék. Hármaspontnak nevezzük a három levegőfajta elméletbeli találkozási pontját. A meleg okklúzióhoz képest hosszabb ideig aktív. Meleg okklúziónál először Cirrostratus, majd Alostratus végül Nimbostratus figyelhető meg. A földfelszín elért csapadék sávja a hármaspont előtt van 150 km-es sávban.(Czelnai et al) A 11. ábrán az okklúziós front kialakulását szemlélteti.



11. ábra. Okklúziós frontok kialakulása. Bal oldalon a hideg, száraz levegő mozog a nedves, meleg levegő irányába, ami a hűvös levegő felé halad. Jobb oldalon a hidegebb és szárazabb légtömeg a hidegfrontnál a meleg, nedves légtömeg irányába, az okklúziós frontnál a mozdulatlan hűvös levegő irányába mozog. A meleg és nedves levegőt a hűvös levegőtől egy meleg front választja el. (Forrás: Illinoisi Egyetem [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/home.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/home.rxml))

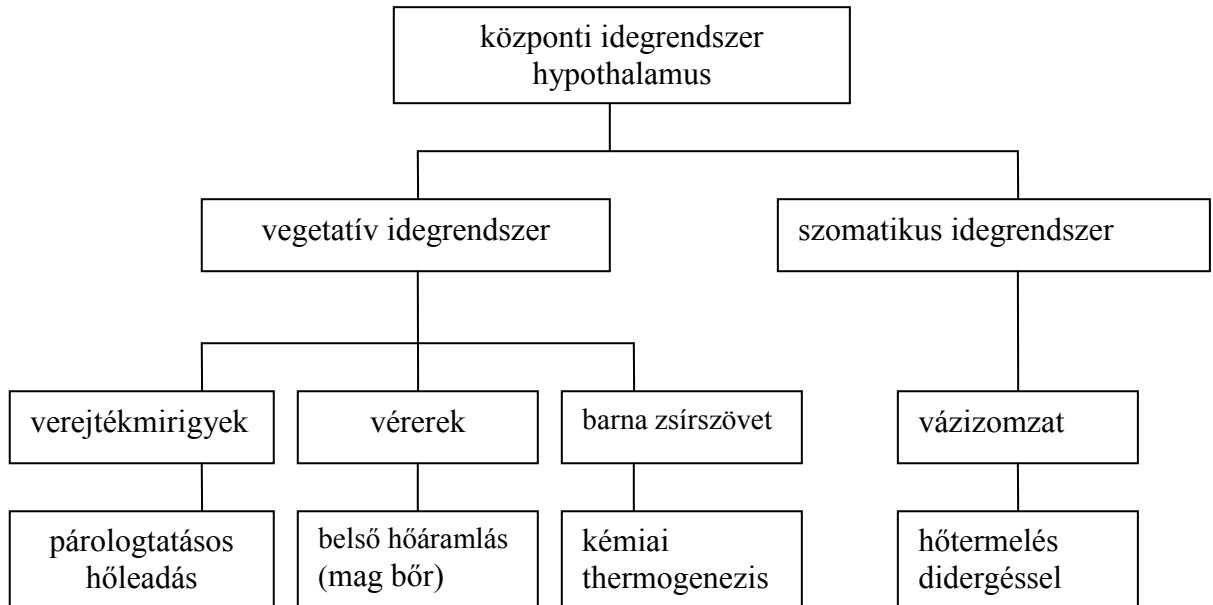
3. A hőszabályozás rendszere

Az embert testhőmérsékletének állandósága jellemzi. Az ilyen élőlényeket homiotermnek (melegvérű) nevezzük. Nem beszélhetünk azonban egyforma testhőmérsékletről. Különbséget teszünk az ún. maghőmérséklet (a test belsejében lévő szervek hőmérséklete) illetve az ún. köpenyhőmérséklet (a test felszínének hőmérséklete) között. A maghőmérséklet értéke átlagosan 37 °C (ún. kell-érték), míg a bőrhőmérséklet jelentősen függ a ruházattól és a külső hőmérséklettől is. Elsősorban a belső szerveknek és az agynak van szüksége állandó hőmérsékletre, amennyiben ez nem áll fent, életveszélyt jelent. Azonban a maghőmérséklet is mutat bizonyos ingadozásokat. Ennek értéke $\pm 0,5$ °C: legalacsonyabb hajnali 3-kor, legmagasabb délután 6 óra körül (12. ábra).



12. ábra. A testfelület izotermái 20°C-os és 35°C-os hőmérséklet esetén; a sötéttel jelölt rész az emberi test állandóan 37°C-os, azaz ún. homioterm része (forrás: Schuh, 1995).

A szervezet oxidációs folyamatok révén hőt termel. Folyamatos hőtermelés mellett testhőmérsékletünk akkor maradhat állandó szinten, ha a hőtermelés és a hőleadás egyensúlyban van. A testhőmérséklet állandóságát elsősorban a környezeti hőmérséklet veszélyezteti. A hőszabályozás feladata, hogy a hőfelvétel, hőtermelés és hőleadás ellenére a maghőmérsékletet állandó kell-értéken tartsa. A hőszabályozás központja a hipotalamusz. Benne hőmérsékletérzékelők (termoreceptorok) találhatóak, melyek a maghőmérséklet változását követik. A hőtermelés megállapítása oxigén-fogyasztás alapján történik. A 13. ábrán a hőháztartás idegi szabályozó rendszere látható.



13. ábra. A hőháztartás idegi szabályozása (Forrás: Hauser, 2006).

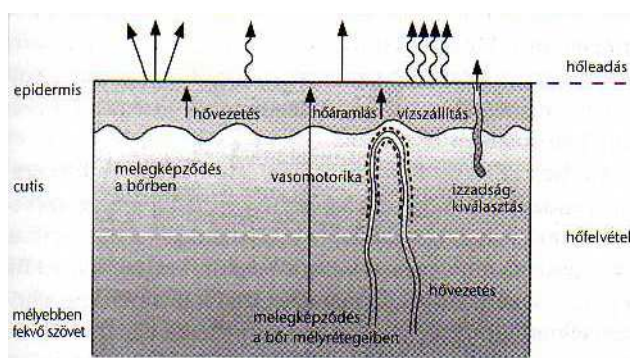
3.1. A hőtermelés folyamatai: az ún. kémiai hőszabályozás

Azt a környezeti hőmérséklet zónát, amelyen a hőtermelés minimális, semleges (indifferens) hőmérsékletnek nevezzük. Ez meztelen férfiak esetében 28–30°C-os külső hőmérsékletet jelent, míg a nők esetében valamivel szélesebb a határ. Amennyiben a maghőmérséklet a kell-érték fölé emelkedik, fokozódik a hőáramlás a magból a bőrbe. Ha viszont a kell-érték alá csökken a testhőmérsékletünk, akkor fokozódik a hőtermelés és csökken a hőleadás. Meztelen ember esetében 24°C alá kell esni a környezeti hőmérsékletnek, hogy a hőtermelés fokozódása elinduljon, aminek döntő tényezője akaratunktól független (didergés, borzongás, remegés).

3.2. A hőtermelés folyamatai: az ún. fizikai hőszabályozás

Fizikai hőszabályozás fogalma alatt a hőleadással járó folyamatokat értjük. Ha két test hőmérséklete nem egyezik meg, akkor a melegebb hőt ad át a hidegebbnek. Ez a folyamat addig tart, míg a két hőmérséklet kiegyenlítődik. Ugyanez a folyamat játszódik le az ember és a környezetének hőmérséklete közt. Mivel testünk állandó 37–38 °C-os, és a környezet hőmérséklete általában ennél alacsonyabb, szervezetünk hőt ad le a környezetének. A hőleadás formáját 4 csoportba sorolhatjuk (14. ábra).

- (1) *Hővezetés vagy kondukción:* különböző hőmérsékletű testek közvetlen érintkezésekor figyelhető meg. A test belsejében termelődő hő kisebb része így jut el a szövetekbe.
- (2) *Hőáramlás vagy konvekcion:* a szervezet és környezete érintkezésekor van jelentősége. A felmelegedett levegő sűrűsége csökken, vagyis felszáll, helyébe pedig hideg levegő áramlik. A folyamatot a légáramlás jelentősen, míg a légnedvesség kevésbé befolyásolja.
- (3) *Sugárzás:* elektromágneses hullámok formájában terjed a kisugárzott hő. Bőrünk abszolút fekete testnek számít, ami azt jelenti, hogy képes a közelében levő tárgyakat felmelegíteni anélkül, hogy környezetének hőmérséklete megváltozna.
- (4) *Párolgás vagy evaporáción:* a hőleadás leghatékonyabb formája, ami történhet a légutak nyálkahártyáin, vagy leghatékonyabban a bőrön keresztül. Testünk felszínéről elpárolgott nedvesség jelentősen függ a környezet nedvességtartalmától és hőmérsékletétől. Amikor a bőrfelületről elpárolog az izzadság, ez hőt von el, vagyis bőrünk lehűl. Következésképpen a bőrünkben áramló vér is lehűl, alacsonyabb hőmérsékleten jut vissza szervezetünkbe. Ha valami gátolja a bőrfelületről a nedvesség elpárolgását, pl. a környező levegő magas hőmérséklete, akkor testünk nem képes eléggé lehűlni. Fokozza a problémát a magas relatív nedvesség is. Fülledt időjárás esetén a levegő már nem lesz képes nedvességet felvenni. Az izzadság a bőrfelületen marad, testünk hőmérséklete nem lesz képes csökkenni. „Komfort-érzetet” 40–60 %-os relatív nedvességtartalom mellett érzünk.



14. ábra. A bőr hővezetése (forrás: Schuh, 1995)

Szervezetünk hőegyensúlya az $M = C + R + E + S$ egyenlettel jellemezhető. A képletben M jelöli az energiatermelést, C az áramlást és vezetést, R a sugárzást, E a párolgás formájában leadott hőt, S pedig a szervezet hőtárolása. Azonban viselkedésünkkel is

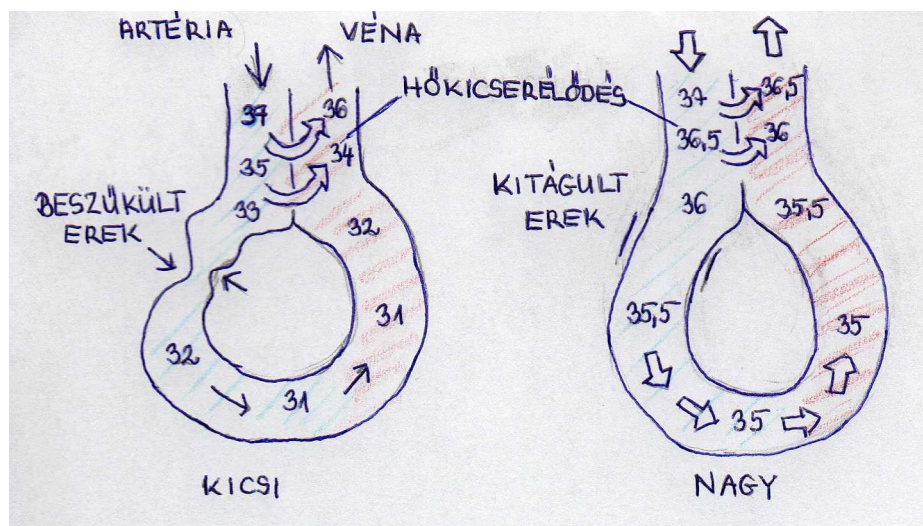
befolyásolhatjuk komfortérzetünket. A hőszabályozást szándékos mozgással, az öltözékünk megválasztásával is tudjuk irányítani.

4. Vérnyomás, szív és érrendszer

Az elmúlt időszakban az orvosok és a meteorológusok az időjárási események emberi szervezetre gyakorolt hatásait kutatták. Az elmúlt két évtizedben végzett meteorológiai elemzések egyértelműen kimutatták a klímaváltozást. A meteorológiai paraméterek egészségi állapotunkra gyakorolt hatása sokak számára érzékelhető. Ezeknek a hatásoknak a felderítése lett a kutatás fő célja. Éghajlati és szezonális tényezők egyre nagyobb szerepet kapnak a hirtelen szívhalál kockázati tényezői között. A kapcsolat a hideg időjárás és az ischamiás szívbetegség, mint halálok között jól megalapozott (Bartholy et al, 2010).

4.1 Meleg levegő

A meleg levegő beáramlása előtti időszak jelentős mértékben megterheli szervezetünk hőszabályozását. Hatással van keringésünkre is, mivel ilyenkor fokozódik bőrünk véráramlása. Bőrünkben levő hőérzékelő receptorok már minimális hőmérsékletváltozásra is az erek tágulását, illetve összehúzódását eredményezik (15. ábra). Ezért a beteg, legyengült, nem edzett szervezetre igen jelentős hatással van a hőmérséklet megváltozása.



15. ábra. Arteriovenózus hőcserélődés. (Forrás: SH atlasz)

Magas külső hőmérséklet esetén bekövetkező egyre erősebb folyadékvesztés hatására szervezetünk növelni kezdi a keringés sebességét. Ez azonban még nagyobb hőtermelést fog eredményezni. Nagy meleg esetén fokozódik szervezetünk izzadság termelése. Verejtékmirigyünk teljesítőképessége azonban korlátozott, egy idő után kimerül. Ez

vízlevonást eredményez először az erekből, majd végül a vérplazmából. Vagyis a nagy meleg hatására bőrünk, szöveteink elvesztik nedvességtartalmukat, ami kiszáradásukhoz (dehidratáció) és vérünk besűrűsödéséhez vezet. Következésképpen nem fog a szívizomzatba eljutni a szükséges oxigén, ami az egészséges szervezetet is megterheli, a szív-és érrendszeri betegekre fokozott veszélyt jelent. Fokozott verejtékezés hatására elektrolitvesztés is fellép, vagyis szöveteink nem tudják a nedvességet megtartani. Az elektrolitok jelentős szerepet játszanak a szívizomzat megfelelő működésében is. A folyadékvesztés és az anyagcserezavar hatására agy ödéma alakul ki, összeomlik a hőszabályozó rendszer. Ez akár életveszélyt is jelenthet, mivel szervezetünk nem termel izzadságot, nem tudja magát párologtatással hűteni, ami a maghőmérséklet emelkedését fogja eredményezni (Schuh, 2007).

Meleg levegő hatására ereink tágulni fognak, ami alól kivételt képeznek a vese erei. Szervezetünk a vesék ereinek szűkítésével igyekszik csökkenteni a vizeletképzéssel járó folyadékvesztést. Hőhullámok esetén kiemelt figyelmet kell fordítani a veseelégtelenségben szenvedőkre (Páldy et al. 2008). Az Országos Környezetegészségügyi Intézet és az ÁNTSZ Fővárosi Intézete a hőmérséklet és a napi halálozás kapcsolatát kezdte vizsgálni 2000-ben. A kutatás egyik eredményeként megállapították, hogy a napi átlaghőmérséklet 5°C-os emelkedése jelentős mértékben megnöveli a halálozás kockázatát. A szív- és érrendszeri halálozás kockázatára a vizsgálat mintegy 10%-os növekedést mutatott ki (Páldy et al, 2004).

4.2. Hideg levegő

A hideg téli időjárás és a hideg levegő érkezése az emberi szervezetet legerősebben igénybe vevő időjárási események egyike. A hideg levegő hatására az erek összehúzódnak, bőrünk ereiben lecsökken a véráramlás, míg a mélyebben levők fokozottabb igénybevételnek lesznek kitéve. Vérnyomásunk a hőmérséklet megváltozásával ellentétes irányban mozog: a minket körülvevő levegő hőmérsékletének emelkedésének hatására csökken, míg a csökkenés esetén nő (Schuh, 2007).

Az Egyesült Királyságban folytatott vizsgálatok alapján a téli vérnyomásértékek 5 Hgmm-rel magasabb értékek a nyári eredményeknél. Több vizsgálat szerint a koszorúér betegségek erősebb kapcsolatban vannak a hőmérséklet átlagtól való eltéréseivel, mintsem annak abszolút értékével (Dobson, 2000).

A hideg légtömegek hatással vannak a véralvadásra is: hidegben vérünk hamarabb megalvad. A hideg időjárás megnöveli a szervezet LDL-tartalmát, vagyis a rossz

koleszterinszintet, ami a szív- és érrendszeri betegek számára kiemelkedő kockázatot jelent. Az eredetileg is beszűkült erek további összehúzódása trombózishoz, az ér vérrög általi elzáródásához vezet (Schuch, 2007).

Az Európában megfigyelhető halálesetek 40 %-ának a szív-és érrendszeri betegségek a kiváltó okai. Kontinensünkön jelenleg 20 millió koszorúér betegségben szenvedő ember van, ez a szám előre láthatólag emelkedni fog. Magyarországon az 1990-es évekig emelkedés, majd gyenge csökkenés figyelhető meg a halálozási statisztikák alapján. 2007-ben 25000 szívinfarktus volt megfigyelhető, ennek 50 %-a egy éven belül elhunyt. Számos vizsgálat bizonyítja, hogy a téli hónapokban magasabb az infarktus kialakulási veszélye, mint a nyári időszakban. Befolyásoló tényezőnek tartják a téli hideget, amely hatással van a trombocyták számára, az artériás nyomásra, a vér viszkozitására. Egyes tanulmányok alapján a szívinfarktus a légnyomásváltozással illetve a frontokkal is kapcsolatban áll. (Kriszbacher et al. 2007.)

A koszorúér eredetű halálozások évszakos változásai több tényezőre vezethetők vissza:

- környezeti tényezők (pl. hőmérséklet)
- életmód (pl. táplálkozás, dohányzás)
- akut és krónikus fertőzések
- egyéb kockázati tényezők (pl. vérnyomás, koleszterinszint, véralvadás) (Dobson, 2000.).

Az agyi keringés zavara következtében kialakuló neurológiai tünetek is az hideg időjárással hozhatók összefüggésbe. Legerősebb a kapcsolat a hideg, sarkvidéki levegő beáramlása esetén, míg leggyengébb a meleg levegő érkezésekor (Barta et al, 1986.).

5. Az időjárás hatása a szülésekre

Japán emberek azt tartották, hogy szoros kapcsolat van az ár-ápály jelensége, valamint a szülések időpontja, a fájások minősége és a tejelválasztás között. A bábák az ár-ápály alapján határozták meg a szülés óráját. Alaposabb vizsgálatok után arra a következtetésre jutottak, hogy a hold nincs közvetlen kapcsolatban a szülések számával.

Jakobs és Wagemann (Raisz, 1951) a légnyomásváltozással próbálták kapcsolatba hozni a szülések gyakoriságát. Az így kapott eredményeket összehasonlították a hőmérséklettel, és arra a következtetésre jutottak, hogy alacsonyabb hőmérsékletek esetén a biológiai reakció kis mértékben, de gyorsan, míg magasabb hőmérsékletek esetén lassabban, de jelentősebben követi a légnyomás változását. Az 1950-es évekre több kutatás bizonyította, hogy a szülések megindulásának időpontja a frontátvonulásokkal hozható kapcsolatba (Raisz, 1951).

Kutatásuk eredményeként elmondható, hogy várandós nők minél érzékenyebbek a frontátvonulásokra, terhességük annál rövidebb ideig tart. Dr. Mészáros Gyula és munkatársai kérdőíves módszerrel vizsgálták a szülemegindulás és a fronthatás kapcsolatát. Az adatok elemzése után megállapították, hogy a fronthatás a GBT-től (geofizikai biotípus) függően jelentős mértékben befolyásolja a szülemegindulás időpontját, de a szülemegindulás feltételeinek adottnak kell lenniük. Frontváltozások fennállásának idején vizsgálták a hideg, meleg illetve vegyes front érzékeny nők szülemegindulását. Azt tapasztalták, hogy az adott front fellépésekor az azonos frontra érzékenyek között jelentősen nagyobb volt a szülemegindulások száma (1. táblázat).

Frontváltozás	Frontérzékenység (GBT)		
	Vegyes	Meleg	Hideg
meleg	27	49	24
hideg	24	20	56

1. táblázat: A szülemegindulások GBT szerinti megoszlása frontváltozások esetén (%). (Forrás: Mészáros et al., 1990)

A méhen belüli magzati halálozás ma is megmagyarázhatatlan probléma. Mészáros doktorék 98 terhes nő 100 halvaszületett magzatának adatait vizsgálták. A méhen belüli elhalásra hajlamosító tényezők között megfigyelhető a diabetes, idő előtti lepényleválás. A vizsgálat idején a legtöbb szülés nyáron, legkevesebb télen volt, tavasszal és ősszel a szülemegindulások száma közel azonosra tehető. A méhen belüli magzati halálozás évszakos

változásánál téltől tavaszig folyamatos csökkenés volt megfigyelhető. Érett magzatok esetében a legkevesebb elhalás nyáron történt. A vizsgált időszak meteorológiai helyzetének és a méhen belüli elhalás összehasonlításának elvégzése után megállapították, hogy az elhalások több mint fele (67%) hideg front hatása alatt következett be. A halálozások 51%-ánál betörési front volt. Hideg, illetve meleg tartós front hatására a magzati halálozás közel azonosan alakult. (2. táblázat) Az anyák 54%-a hideg front érzékeny, 36%-a meleg front érzékeny, míg 10%-a vegyes front érzékeny volt.

Fronthatás		Elhalások száma
Típusa	Tartama	
Hideg	Rövid	51
	Tartós	16
Meleg	Rövid	9
	Tartós	18
Frontmentes időszak		6

2. táblázat. Hideg és a meleg front hatása a magzati halálózásra

Vizsgálatok alapján megállapítható a magzati halálozások évszakonkénti ingadozás, ami nem függ az a szülések évszakonkénti számában kimutatható változékonyságától. A magzati halálozás 94%-ánál valamilyen fronthatás érvényesült. Ennek egyharmadánál az anya frontérzékenységevel ellentétes front uralkodott. Ez arra enged következtetni, hogy a magzat állapotára közvetlenül is hatással vannak a meteorológiai paraméterek. Ez a megállapítás egybeesik Hey eredményeivel, vagyis a magzati halálozás vizsgálatánál a magzat önállóságát is figyelembe kell venni (Mészáros et al, 1990.).

A várandóóság idején lejátszódó védő-aktiváló folyamatok megbomlását eredményezik a frontváltozások. Hideg front érkezésekor erősödik a paraszimpatikus tónus, fokozódik a magzati mellékveserendszer működése, megváltozik a szervezet kalcium szintje. Ezen folyamatok hatására megindul a fájástevékenység. Hideg frontok hatására emelkedés figyelhető meg a kora-, és patológiás szülések számában is. (Balogh et al, 1989.)

6. Eredmények

6.1. Felhasznált adatok

A meteorológiai adatok közül Komárom megyében levő három meteorológiai állomás (Tát – 33720, Tata – 34211, Vérteskethely – 34500) minimum, maximum hőmérsékleteit használtam fel, melyet az Országos Meteorológiai Szolgálat biztosított számomra napi bontásban. A vizsgált 8 év alatt bekövetkező halálozási, valamint élve születési adatokat szintén napi bontásban a Központi Statisztikai Hivataltól kaptam meg.

6.2. A halálozás és a hőmérséklet közötti kapcsolat

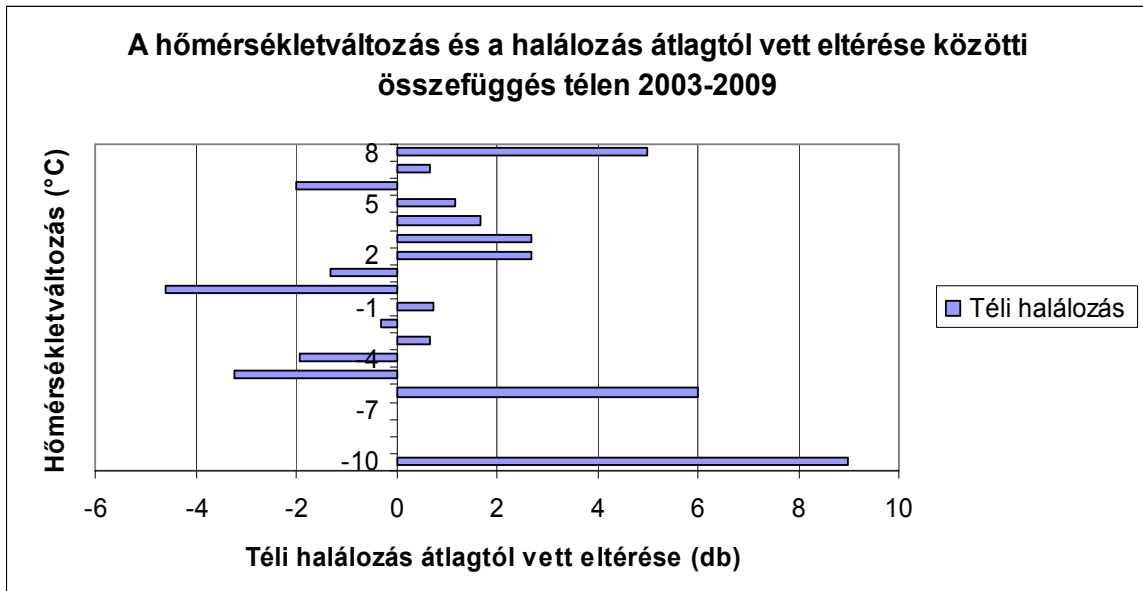
Az Országos Környezetegészségügyi Intézet (OKI) definíciója alapján „Magyarországon akkor beszélünk hőhullámról, ha az átlaghőmérséklet legalább három egymást követő napon meghaladja a 25°C-ot”. A vizsgált időszakban (8 év) a napi átlagos halálozás 11 fő volt. Az alábbi táblázatban a 2003–2009 közötti hőhullámokat gyűjtöttem össze. 2003-ban valamint 2006-ban 2 hőhullám érintette Komárom megyét. A 3. táblázat alapján jól megfigyelhető, hogy a hőhullámos napok számának emelkedésével a halálozásban is növekedést állt be. 2008-ban a megyében három egymást követő nap, vagy annál hosszabb ideig nem volt a napi átlaghőmérséklet 25°C felett.

Hőhullámok és többlethalálozás				
	-tól	-ig	napok száma	többit haláleset
	június 6.	június 13.	8	13
2003	augusztus 3.	augusztus 5.	3	0
2004	július 18.	július 21.	4	7
2005	július 28.	július 31.	4	5
	június 25.	június 28.	4	11
2006	július 21.	július 29.	9	20
2007	július 15.	július 22.	8	8
2008	-	-	-	-
2009	július 15.	július 17.	3	-9

3. táblázat Hőhullámok és a többlethalálozás közti kapcsolat

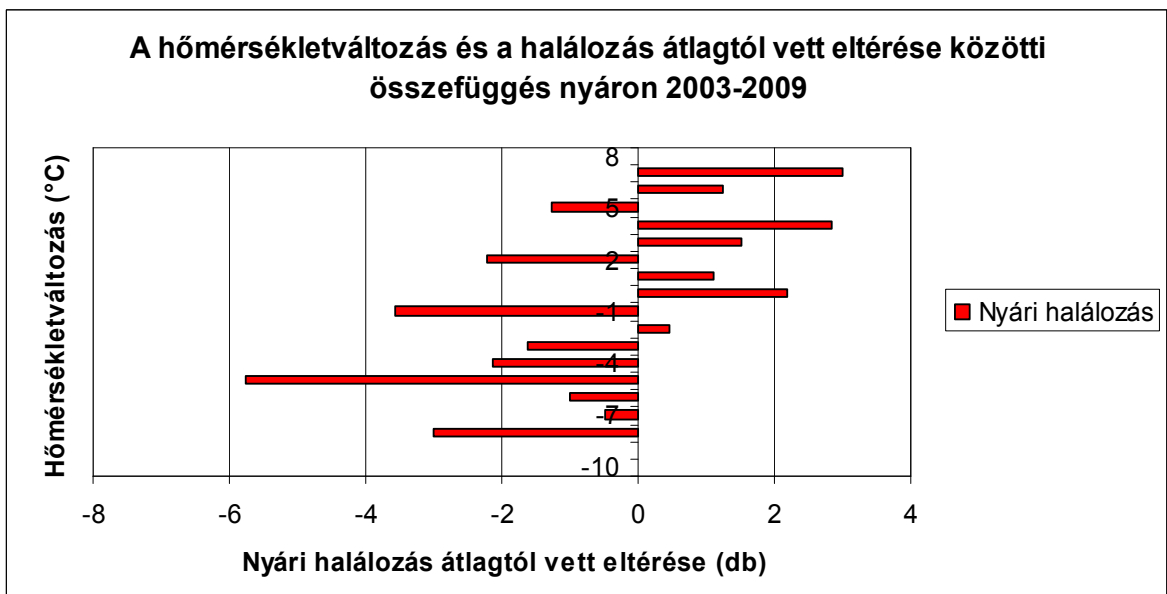
A következő vizsgálatban megnéztem a napok közötti hőmérsékletváltozást, illetve a halálózási értékekben bekövetkező eltéréseket. Az így kapott eredményeimet évszakos bontás szerint diagramokon ábrázolva az alábbi összefüggéseket találtam.

Tél esetén nagyon jól látható, hogy a hőmérséklet hirtelen csökkenésének, illetve emelkedésének hatására a halálózásban egyaránt növekedés figyelhető meg (16. ábra).



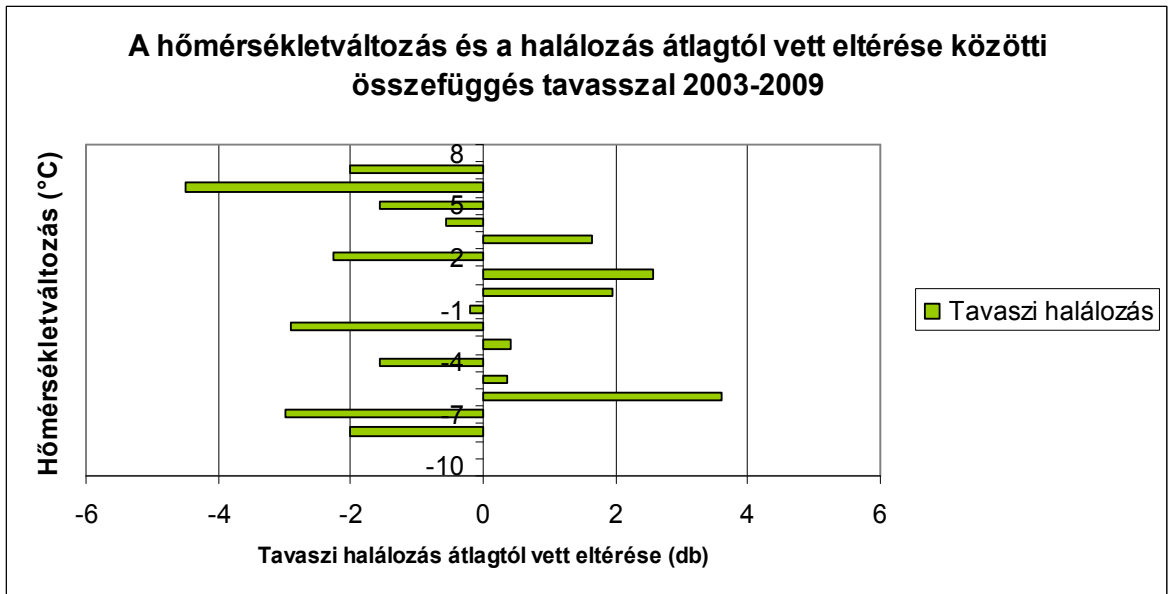
16. ábra. A napi hőmérsékletváltozás és a napi halálozás kapcsolata télen.

Nyáron a halálozás a hőmérséklet csökkenés hatására az átlagérték alatt marad, azonban a melegedés hatására emelkedni kezd. (17. ábra)

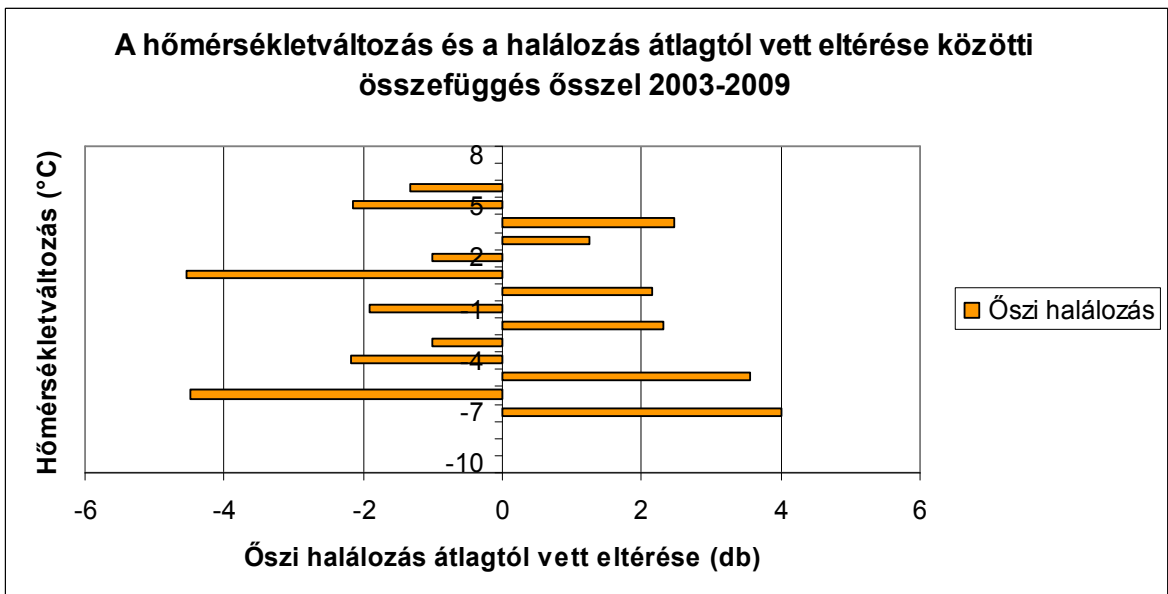


17. ábra. A napi hőmérsékletváltozás és a napi halálozás kapcsolata nyáron

A tavaszi, illetve őszi időszakokban nem tapasztalhatunk olyan egyértelmű csökkenést vagy emelkedést a halálzásban mint a téli vagy nyári hónapok idején. Ez feltehetően azzal magyarázható, hogy ezek átmeneti időszakok, a napi átlaghőmérsékletek jelentős mértékben 18-23°C körül alakulnak. Ezen hőmérsékletintervallumban hőérzetünk komfortos, szervezetünk hőszabályozási rendszere minimálisan van igénybe véve (18.ábra).



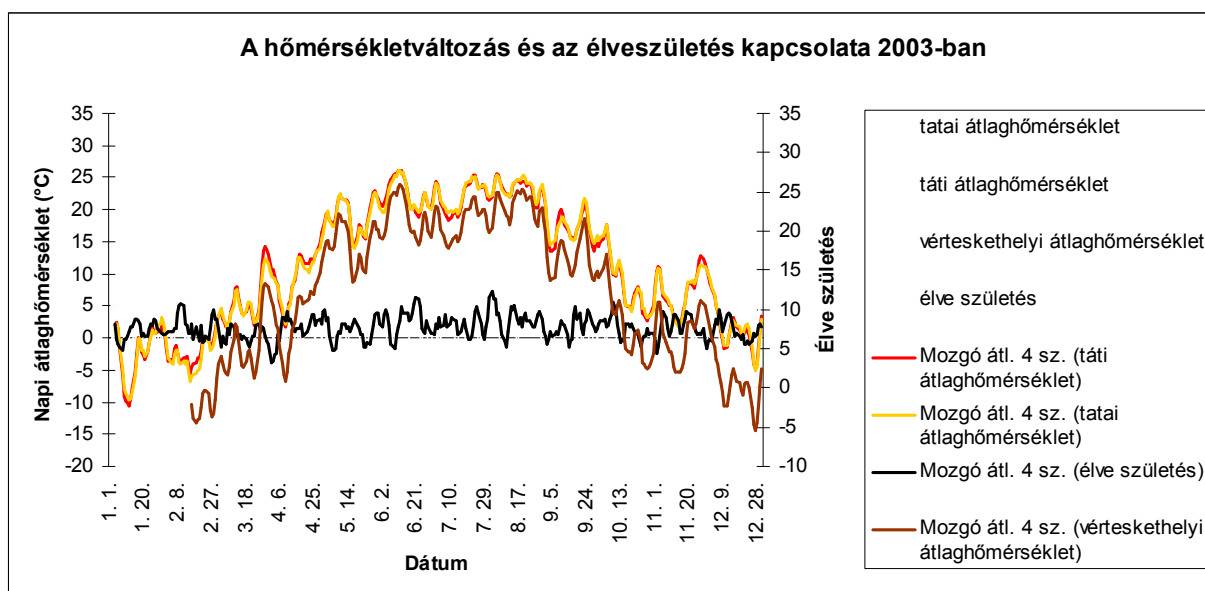
18. ábra. A napi hőmérsékletváltozás és a napi halálzás kapcsolata tavasszal



19. ábra. A napi hőmérsékletváltozás és a napi halálzás kapcsolata ősszel

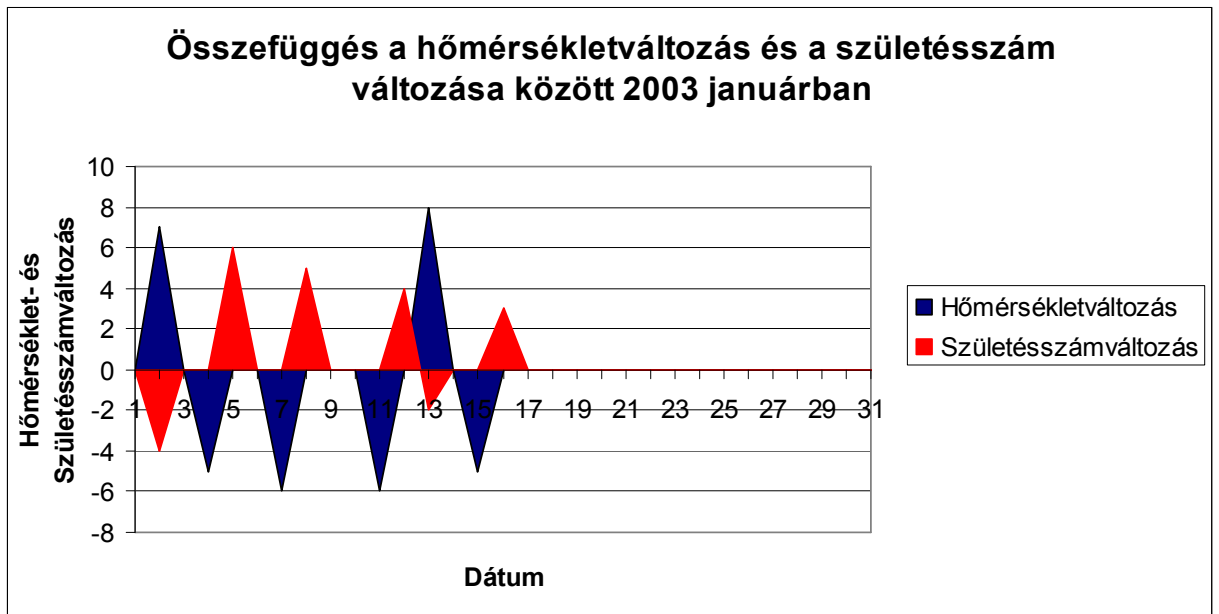
6.3. A születés és a hőmérséklet közötti kapcsolat

A hőmérséklet megváltozása nemcsak a halálzásra, hanem a születésekre is jelentős hatással van. A vizsgált időszakban a napi átlagos élve születés 8 gyermek. A 20. ábrán vonaldiagrammal ábrázoltam a 2003-as évben mind három meteorológiai állomás napi átlaghőmérsékleteit, valamint a napi élve születéseket. Ezután mindegyik adatsorhoz hozzárendeltem egy trendvonalat 4-es simítású mozgóátlaggal. A 20. ábra alapján megállapítható, hogy a hőmérséklet csökkenésével közel egy időben megemelkedik a születésszám, illetve az átlaghőmérséklet emelkedésével a születések csökkenése figyelhető meg.



20. ábra. A hőmérsékletváltozás és az élveszületés kapcsolata 2003-ban

Annak érdekében, hogy ezt az összefüggést számszerűsíteni tudjam, megvizsgáltam a 2003. januári adatokat. Megnéztem a hőmérséklet és az élve születés változását az egymást követő napokon. Azokat a napokat vettem figyelembe, ahol a hőmérsékletváltozás legalább $\pm 5^{\circ}\text{C}$ volt. Ezután a születésben bekövetkező változásokat vizsgáltam meg. Összehasonlítva az adatsorokat azt az eredményt kaptam, hogy a hőmérséklet csökkenése a születésszám növekedést vonja maga után. Ez a növekedés mindig a hőmérséklet csökkenést követő napon figyelhető meg. Azonban a léghőmérséklet melegedésére a születésszám csökkenése tapasztalható, és ez a változás a melegedés napján következett be (21. ábra).



21. ábra. A születésszám és a hőmérséklet közötti kapcsolat 2003 januárban

Ugyanezt a vizsgálatot elvégeztem 2003. augusztusára is. Itt is megfigyelhető, hogy növekvő hőmérséklet csökkenő születést, illetve csökkenő hőmérséklet növekvő születést eredményez. A különbség a téli és nyári hónap között, hogy míg télen a születésszám növekedése a hőmérsékletcsökkenés másnapján figyelhető meg, valamint a növekvő hőmérséklet esetén aznap bekövetkezik a csökkenés a születések számában, addig nyáron ez pont fordítva van. Vagyis ha csökken a hőmérséklet, még aznap megemelkedik a szülések száma, azonban a növekvő hőmérséklet hatására csak másnap tapasztalható csökkenő születésszám (22. ábra).



22. ábra. A születésszám és a hőmérséklet közötti kapcsolat 2003 augusztusban

7. Háromfokozatú hőségriadó

Az időjárás szervezetünkre gyakorolt hatásának megelőzésében, csökkentésében igen jelentős szerepet kap a hőségriasztás. Először 1981-ben Lisszabonban készítettek hőségriadó-tervet (az extrém időjárás hatására 63-an haltak meg (Koppe et al, 2004). Hazánkban 2000-ben kezdték vizsgálni az időjárás szervezetre gyakorolt hatását. A hőségriasztás fokozatait az Országos Környezet-egészségügyi Intézet (OKI), az ÁNTSZ Budapest Főváros Intézete, valamint az Országos Meteorológiai Szolgálat dolgozta ki.

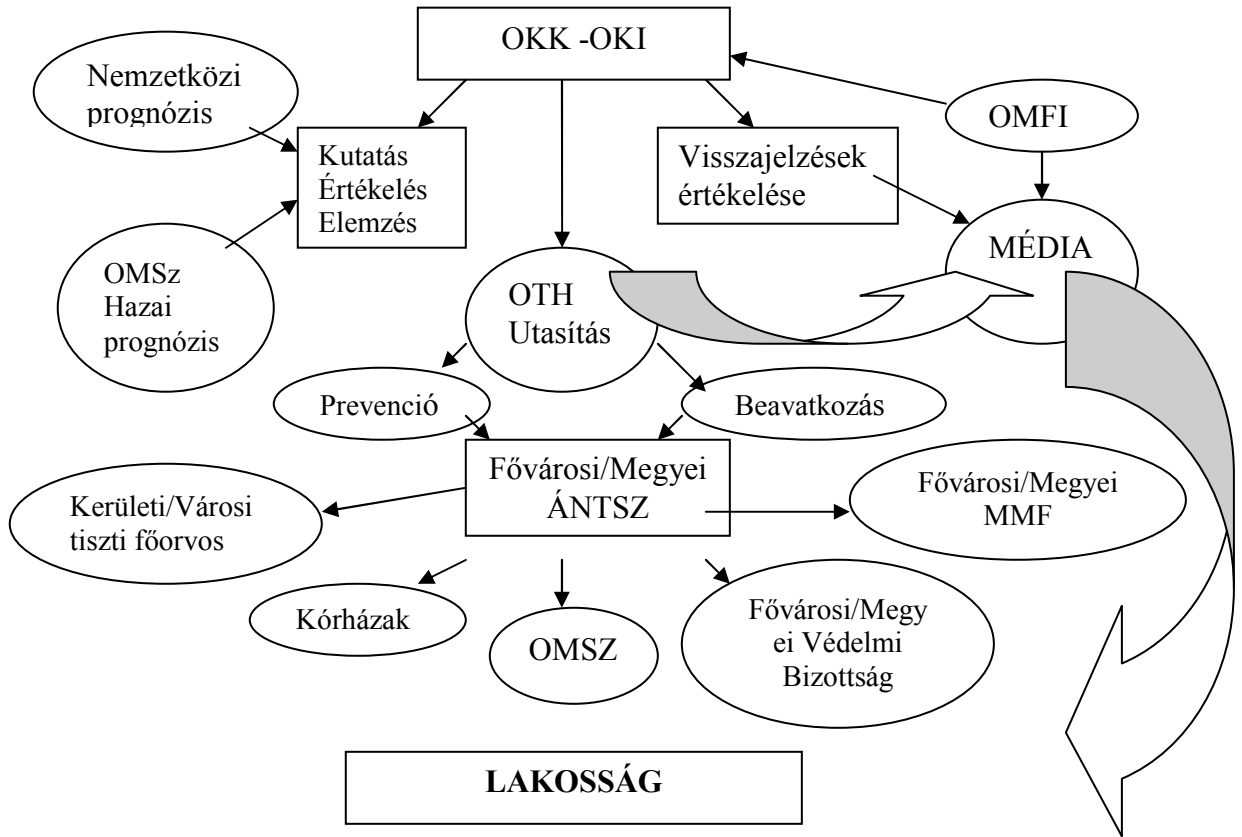
A hőségriasztásnak három fokozatát különböztetjük meg, melyet a tiszti főorvos rendel el.

- Az 1.fok az ún. figyelmeztető jelzés, amikor a napi középhőmérséklet eléri a 25 °C-ot és a halálozásban 15 %-os növekedés figyelhető meg. Ezt belső használatra adják ki.
- A 2. fok a készültség jelzés, amikor 3 egymást követő napon a napi középhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 25 °C-ot, vagy legalább egy nap eléri a 27 °C-ot, ami 30 %-os növekedést jelent a halálozásban. Ekkor a lakosság számára riasztás kiadását írja elő a jogszabály.
- A 3. fok a riadó jelzés, amikor 3 egymást követő napon a napi középhőmérséklet eléri a 27 °C-ot (Páldy et al., 2008).

Hőségriadó elrendelésekor lehetőleg kerüljük el a meleget, maradjuk otthon. Igyekezzünk lakásunk hőmérsékletét csökkenteni. Erre több lehetőségünk is van:

- Napközben tartsuk csukva az ablakot, lehetőleg éjjel szellőztessünk
- Használjunk sötétítőt, vagy árnyékoló eszközt
- Légkondicionáló használata esetén tartsuk csukva az ajtókat, ablakokat, és figyeljünk oda, hogy a 35–38 °C-os külső hőmérséklet esetén a 28 °C-os belső hőmérséklet ideális. Lehetőség szerint ne használjuk ventillátort, mert szárítja szervezetünket.
- Rendkívül fontos a testhőmérsékletünk csökkentése, amit elősegíthetünk a megterhelő fizikai munka kerülésével, világos, bő ruhaneműk viselésével, gyakoribb zuhanyozással, vizesborogatással.
- Ha napra megyünk, viseljünk kalapot és napszemüveget.

Hőségriadó esetén szükségszerű a folyadék pótlására is. Igyunk sok folyadékot, ami lehetőleg ne alkohol és cukrozott ital legyen, hiszen ezek vizet vonnak el a szervezetünkől (www.antsz.hu).



23. ábra. A hőségriasztás modellje (Forrás: Páldy, 2004).

8. Összegzés

A meteorológiai elemek emberi szervezetre gyakorolt hatását sokan érezzük. Az utóbbi néhány évben egyre több kutatás célja volt ezen hatások kimutatása.

Dolgozatomban áttekintettem a ciklonokkal kapcsolatos lényeges tudnivalókat, a bennük lévő hideg illetve meleg front jellemzőit, az emberi hőszabályozás rendszerét valamint hideg és meleg légtömegek szervezetünkre gyakorolt hatásait. Vizsgálataim során Komárom megyei halálozási, élve születési adatok és a meteorológiai paraméterek között kerestem kapcsolatot. Ehhez egy 8 éves adatsor állt rendelkezésemre (2003-2009). A vizsgált időszakban a napi átlagos halálozás 11 fő/nap, míg az élve születések száma 8 gyermek/nap. Az elemzések alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le az időjárás és a halálozás illetve születések között:

- A téli időszakban a hőmérséklet hirtelen csökkenésével valamint emelkedésével a halálozás is megemelkedik. A nyári időszakban a csak a hőmérséklet emelkedése okoz emelkedést a halálozásban. Tavasszal és ősszel nem figyelhetünk meg konkrét változást a halálozásban a hőmérséklet megváltozásának hatására.
- Nyári hőhullámos időszakokban a halálozás egyértelmű növekedése figyelhető meg. A napi átlaghőmérséklet több napon át 25 °C fölötti értéke 13-20 fős többlethalálozást eredményezett.
- Születések esetében a hőmérsékletcsökkenés hatására gyarapodás állt be, ezzel szemben a hőmérséklet emelkedése következtében a szülésszám csökkenő tendenciát mutatott.
- A 2003-as évet tekintve a téli évszakban csökkenő hőmérséklet másnapi növekvő születésszámot, míg emelkedő hőmérséklet aznapi csökkenő születésszámot eredményezett. A nyári évszak esetén a hőmérséklet és a születésszám viszonya megmaradt, különbség a változások időszakában van, vagyis növekvő hőmérséklet esetén másnap, csökkenő hőmérséklet estén aznap következett be a születésszámban módosulás.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek, Darányi Mariannak, aki rengeteg forrásmunkával segítette munkám, és biztosította a szükséges meteorológiai adatokat.

Köszönöm Dr. Havai Ágnesnek a biztatást, a kérdések és problémák felmerülése esetén gyors segítségnyújtását.

Szeretném megköszönni Dr. Bense Tamás Főorvos Úrnak az orvosi részben nyújtott segítséget.

Hálával tartozom Marton Annamáriának, Hollósi Brigittának, Homolya Emesének, akik szabadidejüket nem sajnálva segítették munkám, építő ötletekkel láttak el.

Köszönöm Kovács Vincének az adatok feldolgozásban nyújtott segítséget.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni nagyszüleimnek, családomnak, barátaimnak a messzemenő támogatást, és szeretetet.

Irodalomjegyzék

- Ádám B., Fekete H. ():** Az élettan tankönyve
- Bálint P. (1972):** Orvosi élettan, Medicina Könyvkiadó I. kötet, Budapest, 156-158; 438-449.
- Barta G., Örményi I., Sasváry E. (1987):** Meteorológiai tényezők befolyása az akut cerebrovascularis léziók fellépésére. Egészségtudomány 31. szám, 292-294.
- Bartholy J., Pongrácz R., Gelybó Gy., Szabó P. (2008):** Milyen mértékű változás várható a Kárpát-medence éghajlati szélsőségeiben a XXI. század végére? Légkör, 53. évfolyam, 3. szám (19-23)
- Bukovics I. Prof., Dr. (2004):** A klímaváltozás lehetséges hatásai és a lakosságot érintő katasztrófavédelem. „AGRO-21” füzetek, 36. szám, 3-31.
- Dobosi Z., Dunkel Z. (1977):** Meteorológia I. évfolyam földtudományi szakos hallgatók számára. Tankönyvkiadó. 121-136.
- Dobson Sz. Dr. (2000):** A koszorúér-betegség előfordulásának évszakfüggő változása. Gyógyszerészet, 73.
- Hauser B. Dr. (2006):** A hőszabályozás és zavarai. SE AITK
- Kérdő I. Dr., Kéri M. Dr. (1951):** A Magyar Meteorológiai Társaság Orvosmeteorológiai tanfolyamának előadásai. 33-43., 119-125.
- Koppe C., Kovats S., Jendritzky G., Menne B. (2004):** Heat-waves: risks and responses, Health and Global Environmental Change, series No.2., WHO
- Kriszbacher I. Dr., Czopf L. Dr., Bódis J. Dr. (2007):** Szezonális változások, valamint az időjárás hatása a szívinfarktus gyakoriságára Magyarországon 2000-2004 között. Orvosi hetilap 148. évfolyam, 16. szám. 731-732.
- Mészáros Gy. Dr., Herczeg J. Dr., Bártfai E. Dr.(1990):** Meteorológiai hatások és a magzati halálozás. Népegészségügy 71. szám, 301-303.
- Mészáros Gyula Dr., Herczeg J. Dr., Bártfai E. Dr., Boda K. Dr. (1990):** Frontérzékenység, mint a szülésmegindulás idejét befolyásoló tényező. Orvosi hetilap, 131. évfolyam 36. szám.
- Páldy A., Trájer A. J. (2008):** Az általános felmelegedés kliniko-farmakológiai vonatkozásai. Egészségtudomány, LII. Évfolyam, 2. szám
http://netrix.mta.nsd.sztaki.hu/mta_hirei:
- Rákóczi F. (1996):** Meteorológiai alapismeretek. Műegyetemi Kiadó.146-154.
- Schuh A. (2007):** Bioklíma. Corvina Kiadó. 21-28, 74-81.

SH atlasz (1996): Szerzők: S. Silbernagl és A. Despopoulos. Élettan, Springer Hungarica, 205-208.

Törő K., Bartholy J., Pongrácz R., Kis Zs., Keller É., Dunay Gy. (2010): Evaluation of meteorological factors on sudden cardiovascular death. Journal of forensic and legal Medicine.17. 236-242.

Internetes oldalak:

www.antsz.hu

http://netrix.mta.nsd.sztaki.hu/mta_hirei:

Páldy A., Bobvos J., Nádor G., Erdei E., Kishonti K. (2004): A klímaváltozás egészségi hatásainak vizsgálata: nemzeti egészségügyi hatásbecslés