

**Írásbeli válasz dr. Tompa Anna akadémikus, MTA doktora, egyetemi tanár**

**Opponensi véleményére**

***dr. Törő Klára: „Paradigmaváltás a klímaváltozás és a mortalitás közötti összefüggések igazságügyi orvostani szempontból történő megítélésében” c. doktori értekezésről***

Mindenekelőtt szeretném kifejezni hálás köszönetemet dr. Tompa Anna Akadémikus Asszonynak doktori értekezésem részletesen elemző opponensi véleményezéséért, tanácsaiért, elismerő megjegyzéseiért és kritikai észrevételeiért egyaránt, melyekkel rávilágított dolgozatom kissé rendhagyó formai és tartalmi elemeire.

Az igazságügyi orvostan diszciplinája szerteágazó tevékenységekkel, kapcsolati rendszerekkel, kutatásaiban pedig legfőképpen patomorfológiai és laboratóriumi vizsgálati eredményekkel rendelkezik. Jelen dolgozatom témaválasztását meghatározta az a több évvel ezelőtti személyes bonctermi tapasztalás, hogy a halálesetek gyakorisága függhet az évszakos klimatikus változásoktól, valamint az a motiváció, hogy, doktori értekezésemben fontos, de a mortalitás és egészség szempontjából még nem teljesen feltárt témával foglalkozzak. Szerettem volna bemutatni, hogy a kutatási eredményekben hazai és nemzetközi szinten sem igazán bővelkedő igazságügyi orvostan területéről is megfogalmazható lényeges, az emberi életet érdemben befolyásoló kérdéskör, valamint hangsúlyozni, hogy szakterületünk adhat olyan megközelítéseket vagy szempontokat, melyek hozzájárulhatnak az emberi élet védelméhez, a halálos kimenetel megelőzéséhez.

Az igazságügyi orvostan legfőbb küldetése, hogy hozzájáruljon a természetes és erőszakos eredetű halálesetek elkülönítéséhez, valamint a baleseti és idegenkezű sérülések megkülönböztetéséhez, így a társadalmi-közösségi biztonságosság kialakításához. Ehhez az alapelvhez kapcsolódó vizsgálódások, eredmények, habár sokszor szerteágazóak, és nehezen egységbe kovácsolhatóak, tükrözik szakterületünk összetettségét.

Igen nagy megtiszteltetés számomra, hogy a szakterületünkről származó doktori értekezésem opponensi véleményezésre került. Köszönöm Akadémikus Asszony megfogalmazását, miszerint a szerző *„előrevetíti azt a lehetőséget, hogy az igazságügyi orvosszakértők a jövőben a természeti katasztrófák okozta egészségkárosodások és kártérítések esetében nagyobb szerephez juthassanak, mint jelenleg”*.

Akadémikus Asszony a részletes véleményében rögzíti, hogy a szerző a jelenlegi szakirodalomban szokatlan módját választotta a saját cikkek idézésének, amikor azok a szövegbe ékelten kerülnek idézésre, és elég lett volna a fejezet végén idézni azokat. Azért választottam ezt a rendhagyó idézési módot, mert meglátásom szerint a dolgozat rendhagyó tartalma rendhagyó formát igényelt, és ezzel is szerettem volna megmutatni a citációk látszólag szerteágazó, egymástól távoli vizsgálati módszereket és eredményeket mutató kavalkádjának egységbe tömörítésének igyekezetét és a dolgozat legfőbb mondanivalójához igazodó igényét.

Sajnálatos, hogy a 16. oldalon az üvegházhatás úgy került feltüntetésre, mintha csak a nagyvárosok területén lenne jellemző, hiszen nyilvánvaló annak globális légköri hatása, mely a nagyvárosok és a ritkán lakott területeken egyaránt érvényesül.

Teljes egészében egyetértek Akadémikus Asszony azon megállapításával, hogy már túljutottunk a globális klímaváltozás tényként való kezelésén, a dolgozat helyenként általános megfogalmazásokat tartalmaz, továbbá a szélsőséges időjárás okozta természeti katasztrófák taglalása felesleges, és nem illeszkedik a dolgozatba. Ezekkel a bekezdésekkel csupán a klímaváltozás egy másik aspektusát, az emberi egészségre gyakorolt hatás vizsgálatának fontosságát kívántam felvezetni. Bár napjainkra a klímaváltozás kialakulása már általánosságban elfogadott, ugyanakkor a klímaváltozás egészségre vagy halálra gyakorolt hatásai még vizsgálódások alatt állnak.

Az opponensi véleményben szerepel, hogy a dolgozat nem ad magyarázatot arra, hogy *„a levegőszennyezés miért fokozza a hirtelen szívhalál gyakoriságát”*, és elvárható lett volna, hogy konkrétan megnevezésre kerüljenek a szennyező anyagok, és azok egészségre káros koncentrációi, a szmog fogalma és típusai, aminek kapcsolata van a korai szívhalállal a 0,2µm alatti PM értéknél. A levegőszennyeződéssel kapcsolatban annyit szeretnék előadni, hogy egy korábbi dolgozatunkban foglalkoztunk a levegőszennyezés és a csecsemőkori hirtelen halál kapcsolatával, melynek eredményeit a PhD dolgozatomba is beépítettem (*Törő K, Kottász M. A csecsemőkori hirtelen halál és a levegőszennyezettség kapcsolata. Pediáter.1998:7(3)224-*

31.), és amelyben rögzítésre került, hogy a légszennyezést okozó anyagok száma 1400-1600 körül volt, a leggyakrabban a SO<sub>2</sub>-ot, NO<sub>2</sub>-ot, a CO-t, az ózont és az ülepedő port mérték. Vizsgálataink alapján nem volt kimutatható összefüggés Budapest területén a vizsgált időszakban a NO<sub>2</sub> és SO<sub>2</sub> szennyezettségi mérték és a csecsemőkori hirtelen halál között.

Akadémikus Asszony hiánynak rótt fel, hogy a dolgozatban nem szerepeltek az emberi egészségre vonatkozó hatások. A környezetszennyezésnek valóban igen fontos eleme a levegőszennyezettség, a szálló por (particulate matter: PM), mely a levegőben szuszpendált szilárd vagy folyékony részecskék elegye, és két csoportba oszthatóak méret alapján, durva részecskék, melyek 10 µm átmérőjűek (PM<sub>10</sub>), és finom porszemcsék, melyek 2,5 µm-nél kisebbek (PM<sub>2,5</sub>), és kis méretük miatt eljutnak az alveolusokba. Az egészségkárosító hatásokkal kapcsolatos emisszió források a kipufogó gáz és a széntüzelés. Számos tudományos közlemény foglalkozik a levegőszennyezettség és egészségkárosodás közötti kapcsolattal. Dales 2010-ben összefüggést talált a 2,5 µm-nél kisebb részecskék és vénás tromبózis miatt hospitalizált betegek száma között (*Dales RE, Cakmak S, Vidal CB. Air pollution and hospitalization for venous thromboembolic disease in Chile. J Thromb Haemost. 2010;8(4):669-74.*), Kettunen kapcsolatba hozta a stroke mortalitást a légszennyezettséggel (*Kettunen J, Lanki T, Tiittanen P, Aalto PP, Koskentalo T, Kulmala M, Salomaa V, Pekkanen J. Associations of fine and ultrafine particulate air pollution with stroke mortality in an area of low air pollution levels. Stroke. 2007;38(3):918-22.*). Tanulmányok foglalkoznak azzal, hogy az emelkedett koncentrációjú szálló por a cardiovascularis mortalitás emelkedését okozta (*Biggeri A, Baccini M, Bellini P, Terracini B. Meta-analysis of the Italian studies of short-term effects of air pollution (MISA), 1990-1999. Int J Occup Environ Health. 2005;11(1):107-22.*; *Analitis A, Katsouyanni K, Dimakopoulou K, Samoli E, Nikoloulopoulos AK, Petasakis Y, et al. Short-term effects of ambient particles on cardiovascular and respiratory mortality. Epidemiology. 2006;17(2):230-3.*). Tekintettel arra, hogy hirtelen szívhalál eseteinkben nem vizsgáltuk a levegőszennyezettség hatásait, ezért maradhatott ki a dolgozatból a levegőszennyezettségi koncentrációk konkrét elemzése.

Akadémikus Asszony javítását köszönöm. Természetesen a dolgozatomban a klímaváltozás emberi egészségre gyakorolt hatásaival, és nem az egészségügyi hatással szerettem volna foglalkozni. Teljességgel egyetértek azzal is, hogy a hirtelen szívhalál már az ókorban is jelen lehetett, és a múlt században is áldozatokat szedett, és valóban nem zárható ki, hogy a kardiovaszkuláris ellátás fejlődésével és korai elérhetőségével, továbbá az átlagos napi

hőmérséklet emelkedésével a középkorúaknál vagy ennél idősebb korcsoportokban a korai hirtelen szívhalál csökkenése várható.

A Semmelweis Egyetem Igazságügyi és Biztosítás-orvostani Intézet (Intézet) és az ELTE Meteorológiai Tanszék együttműködésében megvalósult vizsgálat során 9825 esetet dolgoztunk fel oly módon, hogy valamennyi eset boncolása az Intézetben történt. A három város (Budapest, Tallinn, Vilnius) összehasonlításában készült vizsgálat ugyancsak az Igazságügyi Intézetekben történt eseteket dolgozta fel. Valamennyi halálesetnél post mortem vizsgálat történt, és olyan haláleseteket nem vontunk be, ahol a boncolás mellőzésre került. A váratlan halál és hirtelen halál eseteiben is a boncolás elvégzését és kiegészítő laboratóriumi vizsgálatok elvégzését is jogszabályok, hatósági kirendelés határozzák meg, így magyarázható, hogy a vizsgált esetek csupán 10%-ánál történt véralkohol vizsgálat.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Matematika Tanszék együttműködésében a tüdőembolizáció összefüggéseit statisztikai módszerek bevezetésével végeztük. A tüdőembolizáció és környezet-meteorológiai faktorok kapcsolatának elemzése pontos halálloki diagnózisok alapján történt. Az igazságügyi orvostan gyakorlatának megfelelően itt is azokat az eseteket vizsgáltuk, melyek Igazságügyi Intézetben boncolásra kerültek a hatályos jogszabályok, előzményi adatok alapján, és nem elemeztük azon eseteket, akiknek boncolása más formában történt, vagy boncolás nem történt. A vizsgálatban észlelt hétfői nap, mint a halál napja, mindeztidáig teljes egyértelműséggel nem magyarázható, erre vonatkozólag csupán feltételezések adhatóak.

A kliniko-patológiai vizsgálatok és morfológiai elemzések c. fejezetben azok az esetek és vizsgálatok szerepelnek, amelyek kapcsán tudományos közlemény született. Akadémikus Asszony éles figyelmét nem kerülte el, hogy a betegségek felsorolása ennek megfelelően is esetleges, és a fejezet igyekszik a következő témakört, a post mortem vizsgálatokat felvezetni.

Nagy megtiszteltetés, hogy az Intézet és a Semmelweis Egyetem akkori Humánmorfológiai és Fejlődésbiológiai Intézete, valamint az akkori Radiológiai és Onkoterápiás Klinika közötti együttműködésben a post mortem korróziós és post mortem CT vizsgálatok elvégzése megvalósult, mely önmagában is hordozta a napjainkban oly sikeres translációs medicina post mortem változatát azzal, hogy az eddigi eredmények, - és bízom abban, hogy jövőbeli eredményeink is - , hozzájárulnak nemcsak TDK és PhD hallgatók sikereihez, hanem klinikus szakemberek terápiás, diagnosztikus és megelőző gyógyászati erőfeszítéseikhez.

Hálás köszönettel tartozom az Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai és Patobiokémiai Intézetnek, ahol az Intézettel együttműködésben PhD program keretében született meg a hirtelen szívhalál és a SCN5A génpolimorfizmus közötti kapcsolat megerősítése azzal a további célkitűzéssel, hogy a genetikai háttér, morfológiai elváltozások és környezet-meteorológiai tényezők kapcsolatára hamarosan fény derülhet. Akadémikus Asszony bírálata alapján sajnálatos, hogy az eredmények nem lettek kellően kiemelve, és javaslatának megfelelően valóban helyesebb lett volna „kontroll és eset” kategóriák felállítása.

Az utolsó két fejezet az erőszakos halálesetekkel, balesetekkel, öngyilkossággal, és a természeti veszélyforrásokkal foglalkozik. Az erőszakos halálesetek, különösen a helyszíni szemlék eredményeinek értékelése a Nemzeti Szakértői Kutató Központ munkatársainak bevonásával, PhD program keretében történt. A 11. táblázat apró betűs zsűfolttsága, áttekintési nehezítettsége abból fakad, hogy tömöríteni igyekeztünk a rendelkezésre álló adatokat. Ebben a vizsgálatban a WHO adatbázisból merítkeztünk, ahol nem minden évre, és nem minden országra vonatkozólag állt rendelkezésre a teljes adatsor. Megköszönve Akadémikus Asszony bírálatát, a 100 ezer főre vetített esetszámok valóban összehasonlítható eredményeket adtak volna bármely vizsgált ország bármely időtartamával. Jelen esetben azért nem választottuk ezt a javasolt módszert, mert a lakosság szám pontos értékeit nem elemeztük. Elfogadva Akadémikus Asszony kritikáját, a 12. táblázatban az összes baleseti számon belül igyekeztünk két csoportot alkotni, az egyik a halálos környezeti baleset kategóriája, a másik a többi egyéb baleset lett volna. A táblázat zűrzavara ezek szerint híven tükrözi a szerzők elégtelen vizualizációs képességét.

Akadémikus Asszony felteszi azon kérdést, hogy hogyan kell értelmezni, hogy hazánkban 4680 halálos környezeti baleset történt, ez 4,62%, 62257 egyéb halálos baleset, ami 61,46 % és 66937 volt az összes halálos baleset, ami 66,08%.

Vizsgálatunkban a haláleseteket két csoportra osztottuk: 1) természetes okú halálesetekre és 2) erőszakos okú halálesetekre. Az erőszakos halálesetek a balesetek, öngyilkosságok és emberölések együttesét adják. Ezek az adatok azt jelentik, hogy Magyarországon a vizsgált periódusban összesen 66937 halálos kimenetelű baleset történt, ami az összes erőszakos haláleset (baleset+öngyilkosság+emberölés) 66,08%. Megállapításaink szerint a balesetek között 4680 környezeti tényezővel állt összefüggésben, azaz halálos környezeti baleset volt. Ezek aránya az összes erőszakos haláleseten belül 4,62%. Nem környezeti baleset, azaz egyéb baleset 62257 volt, ami az összes erőszakos halálesetek 61,46%.

## Válaszok a feltett kérdésekre:

### *1. Országoként átlagosan, vagy bizonyos időtartamra, (hány év alatt) és milyen halálokokra standardizálva lettek az adatok kiszámítva?*

ad 1. A munkahipotézisünk jelen vizsgálatban az volt, hogy, mivel vannak olyan környezeti tényezőtől függő balesetek, amelyek elkülöníthetők a hagyományos, emberi tényezőket, épített környezetet érintő eseményektől, felmerült a kérdés, hogy Magyarországon érdemes-e vizsgálni ezek arányát az összes halálozáson belül, vagy az összes balesethez viszonyítva. A célkitűzés továbbá az volt, hogy bemutassuk a környezet-meteorológiai faktorokkal összefüggésbe hozható halálesetek megoszlását európai országokban, továbbá megvizsgáljuk a hideg- és meleg klímájú területek közötti különbségeket, és rávilágítsunk a környezet befolyásoló szerepére a baleseti halálozásban.

A vizsgálat során halálozási adatokat gyűjtöttünk a World Health Organization (WHO) Európai Részletes Halálozási Adatbázisából (World Health Organization Regional Office for Europe, European detailed mortality database) 32 európai országból (ahol az adatok elérhetőek voltak), melyek a 2000 és 2011 közötti periódusból származtak.

Sajnálatos módon a rendelkezésre álló adatok az erőszakos halálesetek vonatkozásában igen hiányosak és hézagosak voltak, így nem volt várható olyan statisztikai eredmény, amely standardizálást vagy más statisztikai módszer alkalmazását lehetővé tette volna. Korábbi citált vizsgálatainkban széles körben alkalmaztunk ugyan statisztikai elemző módszereket, mint amilyen pl. a vizsgált változó eloszlásáról információt adó Box-Whisker diagram, a szignifikáns Kruskal-Wallis próba, a Pearson Chi-négyzet próba dichotóm változókra és Spearman rank korreláció (hirtelen halál eseteiben), Pearson-féle Chi-négyzet ( $\chi^2$ ) próba (kardiovaszkuláris halálesetek elemzése), máshol Bayes becslés, Cox-folyamattal történő statisztikai modellezés történt, és hatványfüggvény regressziót hajtottunk végre (tüdőembolizációval kapcsolatos dolgozatunk). A témakörben 2018. szeptemberében jelent meg új tanulmányunk (*Berczeli M, Szilágyi B, Lovas A, Pál D, Oláh Z, Törő K, Sótornyai P. The effect of alternating meteorological parameters on fatally ruptured aortic aneurysms - autopsy-based data. Orv Hetil. 2018 Sep;159(37):1501-1505.*), melyben Cox-folyamat segítségével tártuk fel a halálos kimenetelű aorta aneurizma-ruptúra esetekben a légnyomásváltozás és hőmérséklet hatását. A kidolgozott matematikai modell alkalmas volt nemcsak az esemény bekövetkeztének valószínűségét feltárni, hanem kiszűrni az egyes időjárási körülmények gyakoriságából fakadó torzítást is.

A jelen vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy Magyarországon a vizsgált 2000-2011 periódusban a környezeti balesetek aránya 0,29 % volt az összes haláleset arányában, 4,62% az összes erőszakos okú halál arányában, és 6,99% az összes baleseti halál arányában.

***2. Mennyiben relevánsak ezek az eredmények egy-egy országra nézve, amikor az esetek előfordulása nem azonos időtartam alatt lettek összegyűjtve, van ahol csak egy év, van ahol négy év, máshol 10 vagy hét év szerepel.***

ad 2. A Betegségek Nemzetközi Osztályozásának (BNO) tizedik változatát használtuk a halál okának meghatározásánál. A begyűjtött adatok összesítve tartalmazzák mindkét nem adatait évekre és országokra lebontva. A környezet-meteorológiai paraméterekkel való kapcsolatuk alapján választottuk a BNO kódokat, az esetleges “környezeti baleset” fogalmának bevezetésére.

A jelen tanulmány készítése során több nehézséggel is találkoztunk. Az adatok igen hiányosak és hézagosak voltak. Környezettel kapcsolatos haláleseteket vizsgáltunk európai országokban, ahol azonban az éghajlati szélsőségek ritkák a többi kontinens meteorológiai eseményeihez képest. Feltételezzük, hogy több BNO kód is magába foglal környezettel kapcsolatos halál okokat; így saját gyűjteményünket nem tartjuk teljesnek, a bevonható halálóki kategóriák száma bővíthető. További, hosszabb távú vizsgálatokat tartunk szükségesek ahhoz, hogy pontosabban feltárjuk a környezeti hatások szerepét a halál bekövetkezésében.

Az egyes országok eltérő adatközlésének ellenére a rendkívüli halálesetek adatainak különleges értéke, hogy valamennyi jelentett erőszakos halál esetében, és valamennyi vizsgált európai országban a rendkívüli halálóki diagnózis pontos, de a megadott kód tartalmának értelmezése eltérő lehet. A halálóki kódok post mortem vizsgálati eredményeken (igazságügyi orvosszakértői boncolás, post mortem toxikológia, véralkohol vizsgálat, szövettani vizsgálat) alapulnak, és nem csupán helyszíni halottvizsgálat történik.

***3. Milyen következtetés vonható le ezekből a számokból?***

ad 3. Környezet-meteorológiai faktorok által okozott haláleseteket vizsgáltunk európai országokban 2000-2011. között. A vizsgálati anyagunkból megállapítottuk, hogy a környezeti balesetek az összes baleset nem elhanyagolható százalékát alkották (4,34%). Ezekben az esetekben a halál bekövetkezte és valamely környezeti, vagy meteorológiai faktor jelenléte

között egyértelmű ok-okoztai összefüggés állt fenn. A világszerte megfigyelhető klímaváltozás miatt a környezet-meteorológiai faktorok halálozásra gyakorolt hatása egyre nagyobb közérdeklődésre tart számot. A szélsőséges időjárás egészségügyi következményei nagyban függenek a természetes környezet és a lokális populáció sérülékenységétől és regenerálódó képességétől. A klímaváltozás hatásai és a szélsőséges időjárási körülmények új kihívást jelentenek az igazságügyi orvosszakértők számára a halál okának és módjának megállapításakor.

***4. Hogyan állította össze a 49. ábrát, ahol már tényként van feltüntetve, hogy a környezeti balesetek száma Észtországban, Lettországban és Litvániában a legmagasabb, ami főként a téli hidegben történt kühüléseknek köszönhető, míg Hollandiában alacsonyabb.***

ad 4. A környezeti balesetek előfordulási arányát összehasonlítottuk az összes haláleset előfordulási arányával (teljes halálozás), a természetes eredetű halálesetek előfordulási arányával és a rendkívüli halálesetek előfordulási arányával. A baleseti csoport nem környezeti eredetű haláleseteit (közlekedési balesetek, véletlen esés, ütődés, állat harapás, nem szándékos mérgezés, stb.) is külön összegyűjtöttük, és összevetettük a környezeti balesetek csoport adataival. Megvizsgáltuk a leggyakoribb környezeti baleseti halál okokat összesítve országonként, és megvizsgáltuk a hideg és meleg éghajlatú régiók között fennálló különbségeket.

A rendkívüli halálesetek közül a környezeti balesetek legmagasabb arányban Észtországban (10,87%), Lettországban (11,08%) és Litvániában (12,23%) fordultak elő, legalacsonyabb arányban Hollandiában (0,68%). Az egyéb balesetek aránya a rendkívüli halálesetekhez képest Cipruson (82,98%), Olaszországban (78,2%) és az Egyesült Királyságban (75,49%) volt a legmagasabb. A környezeti balesetek és az egyéb balesetek arányának összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a 80195 környezeti baleset az összes baleset 4.34%-át alkotta.

***5. Ezek a megállapítások hogyan vezetnek el ahhoz, hogy a környezeti balesetet, mint új haláloki módozatot aposztrofálja?***

ad 5. Adatainkból megállapítottuk, hogy a leggyakoribb környezeti és meteorológiai jelenségekkel összefüggő halálokok, a vizsgált országok adatait összesítve a kihülés és a vízbefulladás voltak, és a hipotermia gyakoribb volt a közép- és kelet-európai országokban

(pl: Románia, Magyarország, a balti országok), mint az északi területeken, például Norvégiában, Svédországban vagy Dániában. A délebbre elhelyezkedő országokban (például Spanyolország, Portugália, Olaszország) a halálos kimenetelű kihülések száma közel azonos volt, mint északon. A Közép-Európában tapasztalható előnyös klíma így nem zárja ki a halálos kimenetelű meteorológiai és környezeti tényezők okozta balesetek lehetőségét.

A környezeti baleseti halál kategóriájának bevezetése azért lenne célszerű, mert hangsúlyozza, hogy a természeti környezeti tényezők fontos szerepet játszanak az emberi élet és halál kérdéseiben. A környezeti tényezők, akár természeti katasztrófa, vagy valamely toxikus/mikrobiális ágens szerepe bármikor felvetheti a bűncselekmény gyanúját, a foglalkozás körében elkövetett gondatlan veszélyeztetés lehetőségét, a segítségnyújtás elmulasztásának gyanúját is. A különböző klímakatasztrófák beláthatatlan mértékű hatással bírnak, a vízhiány vagy táplálékhiány próbára teszik az ember alkalmazkodóképességet, szocio-gazdasági konfliktusokat, klímavándorlást, terrorveszélyt, háborús helyzetet okozhatnak.

Akadémikus Asszony értékes és támogató opponensi véleményét köszönöm.

Budapest, 2018. november 5.

Tisztelettel:

dr. Törő Klára