

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**Új megközelítési módszerek az  
egészségügyi adatok elemzésére**

Dr. Kolozsváriné Harsányi Szilvia

Témavezető: Dr. Zsuga Judit, egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM  
Egészségtudományi Doktori Iskola

Debrecen, 2022

# ÚJ MEGKÖZELÍTÉSI MÓDSZEREK AZ EGÉSZSÉGÜGYI ADATOK ELEMZÉSÉRE

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében  
az egészségtudományok tudományágban

Írta: Dr. Kolozsváriné Harsányi Szilvia, okleveles egészségpolitikus

Készült a Debreceni Egyetem Egészségtudományi Doktori Iskolája  
(Megelőző orvostan és népegészségtan programja) keretében

Témavezető: Prof. Dr. Zsuga Judit, PhD

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Prof. Dr. Paragh György, MTA doktora  
tagok: Prof. Dr. Fenyves Veronika, PhD  
Dr. Eőry Ajándék, PhD

A doktori szigorlat időpontja: Debreceni Egyetem ÁOK, Sürgősségi  
Orvostani Tanszék tanterme 2022. december 14. 13.00 óra

Az értekezés bírálói:

Dr. Boruzs Klára, PhD  
Dr. Vörös Krisztián, PhD

A bírálóbizottság:

elnök: Prof. Dr. Paragh György, MTA doktora  
tagok: Prof. Dr. Fenyves Veronika, PhD  
Dr. Boruzs Klára, PhD  
Dr. Eőry Ajándék, PhD  
Dr. Vörös Krisztián, PhD

Az értekezés védésének időpontja és helye: 2022. december 14., 14.00 óra  
Debreceni Egyetem ÁOK, Sürgősségi Orvostani Tanszék tanterme

# TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1. Prehospitális betegellátás akut stroke esetében	4
2.2. A háziorvosok akut stroke-kal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata – az irányelvek gyakorlatba transzlációja	5
2.3. A kórházon belüli betegáramlás értékelése lean gondolkodással	6
2.4. CÉLKITŰZÉSEK	7
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	8
3.1. A háziorvosok stroke-kal kapcsolatos ismeretinek gyakorlatba ültetése	8
3.1.1. A tanulmány megtervezése és protokollja	8
3.1.2. Kvalitatív (minőségi) szövegelemzés	9
3.1.3. Kvantitatív (mennyiségi) elemzés	9
3.2. A klinikán belüli betegáramlás értékelése	11
3.2.1. A campus szerkezetű egyetemi klinikán a betegutak szervezésének többféle modelljének hatékonyságának és hatásosságának vizsgálata.	11
3.2.2. A betegáramlás eloszlásának mérései	12
3.2.3. Optimalizáláshoz használt algoritmus	13
3.2.4. Hálózatépítés	13
3.2.5. Hálózati statisztikák	15
3.2.6. Kisvilág-tulajdonságok	16
3.2.7. A Laplacian mátrix	17
3.2.7.1. Spektrális elemzés	17
4. EREDMÉNYEK	19

4.1. A háziorvosok akut stroke-kal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata – az irányelvek gyakorlatba ültetése, betegutak szervezése	19
4.1.1. A válaszadók	19
4.1.2. Kvalitatív (minőségi) eredmények	19
4.1.3. Kvantitatív (mennyiségi) eredmények	20
4.2. Hálózatelemzéssel nyert eredmények	21
5. MEGBESZÉLÉS	26
6. ÚJ EREDMÉNYEK	33
7. ÖSSZEFOGLALÁS	34
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	36
9. FÜGGELÉK	37

# 1. BEVEZETÉS

Az egészségügyi adatok gyűjtése és elemzése évszázadok óta fontos területe az egészségüggyel kapcsolatos kutatásoknak. Az angol John Snow világhírű tanulmányában („*Grand Experiment*”), az 1850-es években a londoni kolera járvány során egészségügyi adatok gyűjtésével és elemzésével rájött, hogy a kolerával szennyezett és tiszta kutak geográfiai ábrázolása elősegítheti a járvány megfékezését és ezáltal javíthatja a lakosság egészségügyi állapotát. Az akkoriban újszerű adatábrázolási módszerei mérőföldkönek számítottak, a mai digitális világban is gyakran használjuk a vizualizációs módszereket az összefüggések feltárása és jobb megértése érdekében.

Az új módszerekkel kapott kutatási eredmények napjainkban is javíthatják a betegellátás minőségét és eredményességét is. A mai, gyorsan változó világunkban az egészségügyben is egyre több és újabb megközelítési módot használnak az egészségügyi adatok elemzésére. Az új módszerek fontosak a folyton új kihívásokkal szembenező egészségügyi rendszerek értékeléséhez és fejlesztéséhez. Az adatok elemzésének kvantitatív (mennyiségi) és kvalitatív (minőségi) elemzésére használt módszerek az egészségügyben is használhatók, ezek a módszerek a rendelkezésünkre álló technológia fejlődésével nagymértékű fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedekben.

Az egészségügyi ellátások minőségét többféleképpen definiálták, a minőség más jelent a társadalom tagjai, a döntéshozók és az egészségügyi dolgozók szempontjából is. *Donabedian* klasszikus modelljében a *struktúra*, *folyamat* és *eredmény* dimenziók alapján értékeli az egészségügyi ellátás minőségét.

Az ellátás minőségét jellemző fogalmak meghatározásai bár nem egységesek, azonban vannak köztük olyan komponensek, amelyek a különböző definiálásuk ellenére is meghatározóak az egészségügy minőségének jellemzésére. Ilyen a hozzáférhetőség (*accessibility*), a hatásosság (*efficacy*), a hatékonyság (*efficiency*), a biztonságosság (*safety*) és az eredményesség (*effectiveness*).

A betegutak (*patient pathway*) szervezése során a minőség lehető legtöbb dimenzióját figyelembe kell venni, a legfontosabbak a hozzáférhetőség, a hatékonyság és az eredményesség lehetnek. A fekvőbeteg ellátó egységekben a betegutakat a hatékonyság, biztonságosság és az eredményesség szempontjait is figyelembe véve szükséges megszervezni.

A populáció szintű pozitív egészségügyi eredmények eléréséhez szükséges a tudományos bizonyítékok klinikai gyakorlatba történő átültetése. Az egyik legfontosabb lépés a beavatkozások kiterjesztése, pl. amikor a klinikai gyakorlati irányelvek új ajánlásokat fogalmaznak meg a klinikai bizonyítékok alátámasztására, amelyekkel kapcsolatban elvárható, hogy ezek alkalmazása az orvosi szakterületen általánosan megvalósuljon.

Magyarországon a stroke évtizedek óta mindkét nemben a három leggyakoribb halálok között szerepel és vezető helyen áll a tartós rokkantságot okozó betegségek között is. Hazánkban évente 40-50 ezer ember kap újonnan stroke-ot, körülbelül 180 ezer ember él ezen betegség valamilyen maradványtünetével.

Az elmúlt évtizedben paradigmaváltás volt tapasztalható az akut stroke kezelésében, amikor a stroke-ot sürgősségi állapotként elismerték. Ez öltött testet a „time is brain”, „az idő agy” ellátási irányelv megfogalmazásában, párhuzamosan az intravénás trombolízis ellátási protokolljának kidolgozásával. A rekombináns szöveti plazminogén aktivátor (rtPa) intravénás beadása ischaemiás stroke esetén meghatározott feltételek mellett használható, az egyik legfontosabb korlátozó tényező a 4,5 órás időablak. Ez elindította a prehospitalis kezelésre, a sürgősségi orvosi ellátásra és a kórház menedzsmentjére összpontosító betegútszervezési protokollok kidolgozását annak érdekében, hogy minimalizálják a stroke centrumba jutás, és a centrumban az „ajtótól a tűig” (door to needle) terjedő időket.

A sürgősségi szemlélet megjelenése a legtöbb betegség, így a stroke esetében is relative újabb megközelítést, triázs szemléletet igényel, új módszerek azonosítására és a mindennapokba való átültetésére is szükség van. Ennek fontos elemei a betegutak optimalizálása, a betegutak hálózatának vizsgálata és azok javítása és hatékonyabbá tétele a betegellátás minőségének javításának érdekében.

A betegutak kialakítása során meghatározó az alap- és szakellátás közti, továbbá a fekvőbeteg intézményen belüli ellátás szervezése hatékonyabb és eredményesebb ellátásához való hozzáférés biztosítása végett. Az egészségügyi ellátás igénybevételét számos tényező befolyásolja, ezek például az egészségműveltség, az alapellátás kapuőr funkciója, betegeducáció.

A stroke tüneteinek korai felismerésére végzett társadalmi szintű kampányok valamennyivel javították a stroke tüneteinek időben történő felismerését és megfelelő segítség hívását, azonban fontos a folyamatos, célzott kampányok megszervezése és az orvosok által végzett betegeducáció. A betegek edukációjának alapfeltétele az orvosok részéről a szakmai irányelvek naprakész ismerete és ezen ismeretek gyakorlati alkalmazása. Az akut stroke-ellátás egyik sarkalatos pontja, hogy a beteg vagy hozzátartozója a tünetek megjelenésekor azonnal a mentőt hívja.

Az információk átadásának egyik lehetséges színtere az alapellátás, ahol a betegek rendszeresen, gyakran élethosszig tartó kapcsolatot tartanak fenn és rendszeresen találkoznak házi orvosokkal, a stroke kialakulását megelőző cerebrovaszkuláris rizikófaktorok és krónikus betegségek (pl. hipertónia, diabetes) gondozása során is van lehetőség a stroke korai felismerésének fontosságát megosztani a páciensekkel. A házi orvosok stroke- ellátásával

kapcsolatos újabb elméleti ismereteinek mindennapi gyakorlatba való átültetésével és annak használatával az akut stroke prehospitalis ellátása során a betegút szervezés nagymértékben javulhat, amely a betegség kimenetele és a betegek életminőségének javítása mellett hatékonyabbá teheti az egészségügyi rendszert.

Erre való tekintettel kutatásaim során a házi orvosok (családorvosok) akut stroke ellátással kapcsolatos ismereteinek gyakorlatba történő translációját vizsgáltuk kvalitatív szöveg analízissel. A kvalitatív szövegelemzés digitalizált adatok használatával gyorsabb és megbízhatóbb lehet a hagyományos módszerekkel végzett vizsgálatoknál és a szabad szöveges válaszok jobban tükrözhetik a válaszadók valós tudását.

A szakmai és finanszírozási protokollok meghatározzák egyes kórképek kezeléséhez tartozó betegutakat is, mely betegutak a sürgősségi és fekvőbeteg szakellátáson belüli betegáramlást is meghatározhatják.

Kutatásaim másik lába a betegutak optimalizálásának vizsgálata volt, egy modell rendszer segítségével. Algoritmusok segítségével modelleztük és vizsgáltuk a betegek campus alapú egyetemi klinikák közti átszállításának modelljeit és annak javítási, fejlesztési lehetőségeit. Az egészségügyi rendszerek elemzésének, majd hatékonyabbá tételének elemzése optimálisabbá teheti a fekvőbeteg intézményekben történő betegáramlási folyamatokat, a betegek gyorsabban és hatékonyabban juthatnak a megfelelő ellátóhelyre.

Az újabb módszerek felhasználásával végzett elemzések fontosak és előre mutatóak lehetnek az egészségügyi dolgozók ismereteinek felmérésére, javítására, illetve a betegutak szervezésében is. Az egészségügyi adatok elemzésének a módszertana az elmúlt évtizedekben sok új lehetőséggel bővült, az adatok digitális gyűjtése és tárolása igen nagy mennyiségű adatot tett könnyen elérhetővé, ezek felhasználását többek közt a számítástechnika fejlődésének és a nagyobb mennyiségű adatok elemzési lehetőségeinek köszönhetjük. Ezeknek és az elmúlt években szintén egyre több adatot generáló új forrásoknak (például közösségi média – *social media*, honlapok - *website*) egészségügyi adatelemzésben való felhasználhatósága további kutatásokat igényel a jövőben.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. Prehospitális betegellátás akut stroke esetében

A betegutak (*patient pathway*) fogalma és megnevezése a szakirodalomban igen változatos, gyakran használják a klinikai betegút (*clinical pathway*) megnevezést, az integrált ellátási út (*integrated care pathway*), az ellátási út (*care pathway*) fogalmakat is.

A betegek ellátásának folyamata, a betegút fontos eleme az egészségügyi rendszerek szervezésének, működésének és a betegek szempontjából. A betegút legtöbbször a háziorvosnál kezdődik, és a definitív ellátást nyújtó egészségügyi intézményben ér véget. Az ellátási utak, illetve a betegutak célja a bizonyítékokon és az irányelveken alapuló ellátás elősegítése, az ellátás szervezésének és hatékonyságának javítása, valamint a költségek csökkentése.

Az stroke esetek 80-85%-át ischaemiás eredetű kórképek alkotják (nagy artériás atherothrombosis, lacunaris infarktus, agyi embolizáció, haemodinamikai mechanizmussal kialakuló stroke) és körülbelül 15-20%-ban vérzéses a kóreredit (intracerebralis vagy subarachnoidealis vérzés). A prehospitális ellátás során azonban a vérzés és nem vérzés által okozott stroke nem differenciálható, ezért az akut stroke esetek ellátása során a képkalkoló vizsgálatok eredményének ismerete előtt a beteg trombolízis kandidátusként kezelendő.

Az akut stroke sürgősségi szemlélete szerint, fontos a tünetek korai felismerése, a stroke-centrum értesítése és a betegek időablakon belül a stroke-centrumba juttatása. Az irányelv meghatározza a betegutak szervezését akut stroke-ban, itt az akut tünetek észlelésekor a mentők hívása és a megfelelő ellátási kapacitás biztosítása kiemelkedően fontos. Az akut stroke ellátás első, prehospitális szereplői között megjelenhetnek a háziorvosok, főként kisebb településeken, ahol a mentőszolgálat nehezebben elérhető, vagy háziorvosi ügyeletben, azonban általában a mentőszolgálat szállítja a betegeket a stroke-centrumokba diagnosztikai, osztályos ellátás céljából.

A lakosság edukálása fontos a stroke tüneteinek korai felismerésének érdekében, mert ez az alapja az időben és megfelelő helyen történő segítségkérésnek. Magyar Stroke Társaság 2008-ban rendezett először lakossági tájékoztató és edukációs kampányt. A Stroke Napját is évente megrendezik, illetve az Országos Mentőszolgálattal és hazai szakmai társaságokkal (Magyar Kardiológusok Társasága, a Magyar Hypertonia Társaság és a Magyar Dietetikusok Társasága) közreműködve a stroke

megelőzésére, a korai kezelés megkezdésének és a terápia követésének fontosságára hívják fel a lakosság figyelmét.

Bár az irányelvek szerint a házi orvosok nem vállalnak aktív szerepet az akut stroke kezelésében, felelősséggel tartoznak a korai felismerésért és a lakosság oktatásáért. Fontos a betegút lerövidítése úgy, hogy a tünetek észlelésétől az első ellátóig vezető út jól szervezett legyen és az intravénás thrombolysis indikációja az időablakon belül felállítható legyen.

## **2.2. A házi orvosok akut stroke-kal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata – az irányelvek gyakorlatba transzlációja**

Tekintettel arra, hogy a házi orvosok egyik fő feladata a krónikus betegségek kezelése, amelyek közül sok a stroke rizikófaktora, kulcsfontosságú eszköz lehet a betegek és házi orvosok akut stroke-kal kapcsolatos ismereteinek bővítése.

Az ellátók és a lakosság edukációja egyaránt fontos, az utóbbiban a családorvosok szerepe kiemelkedő lehet, hiszen legtöbbször ők gondozzák és ismerik fel a stroke rizikófaktor betegségeit (diabetes, hipertónia stb.), ezen kívül kulcsszerepet játszhatnak a betegutak megfelelő szervezésében is.

Az akut stroke-ellátás optimalizálásának alapja a stroke-tudatosság, mely a stroke-kal kapcsolatos ismeretek bővítését érinti, mivel a késedelem egyik fő forrása a tünetek felismerésének elmulasztásából és az orvosi segítség igénybevételéhez szükséges megfelelő intézkedések hiányából fakad. A bizonyítékok azt mutatják, hogy a segítséget általában a családtagok kérik, és az első kapcsolatfelvétel gyakran a házi orvossal történik, aki értesíti a mentőszolgálatot. A közelmúltban kiadott irányelvek továbbra is megfogalmazzák lakosság oktatásának szükségességét az akut stroke-ellátás kapcsán. Az edukáció főbb pontjait a tünetek gyors felismerése majd az azonnali orvosi ellátás, valamint a mentőszolgálat értesítésének szükségessége képezi, továbbá a stroke központba történő azonnali szállítás jelenti.

Számos „jó gyakorlat” -ra (*good practice*) utaló példa van nemzetközi szinten is az akut stroke trombolízisének megvalósítására vonatkozóan, amelyek szerint az elsődleges stroke központokban dolgozók munkájukat összehangolva végezzék a sürgősségi orvosi szolgálatokkal.

Akut stroke-ban a megfelelő prehospitalis ellátás javítja a későbbi kezelés hatékonyságát, azoknál a betegeknél, akik stroke diagnózisát prehospitalis körülmények között nem ismerik fel, a stroke kórházi kezelése kevésbé eredményes lehet.

Magyarországon a stroke sürgősségi kezelését elsőként 2004-ben a Magyar Stroke Társaság által kidolgozott irányelvek határozták meg. Ezt követően az

akut stroke-triázst több szolgáltatási területen formalizálták, ideértve a Debreceni Egyetem Neurológiai Klinika kiterjesztett vonzáskörzetét is. Ennek megfelelően 2007-ben partnerségi megállapodást írtak alá az Országos Mentőszolgálattal (OMSZ), hogy minden trombolízis-jelöltet Debrecen 90 km-es körzetében közvetlenül a Neurológiai Klinikára szállítsanak. A programot a mentőszolgálat szakszemélyzetének, a háziorvosoknak, valamint a stroke osztály ápolóinak és orvosainak folyamatos oktatása és képzése egészítette ki.

### **2.3. A kórházon belüli betegáramlás értékelése lean gondolkodással**

A *lean* (karcsú) gondolkodás (*lean thinking*) lényege a folyamatok felesleges elemeinek azonosítása és azok visszaszorítása, ami a folyamatok költséghatékonyságának és időigényének mérséklését eredményezi. A folyamat-áttervezéshez használt számos menedzsment-koncepció közül a „*lean*” gondolkodás transzformációs szemlélet a folyamatok hasznosságát figyeli abból a szempontból, hogy képesek-e hozzáadni értéket az eredményekhez vagy sem azzal a céllal, hogy kiküszöböljék a nem hozzáadott értékű tevékenységeket.

A *lean* koncepciót a betegáramlás-logisztikára vonatkoztatva, az optimális ellátás úgy határozható meg, hogy a megfelelő beteget a megfelelő helyen, a megfelelő szolgáltató látja el, úgy, hogy ehhez a megfelelő információk a megfelelő időben kerülnek felhasználásra. Eszerint a betegek által megtett fizikai távolság nem értéknövelő attribútuma a betegellátásnak, ezért rendszerszinten meg kell próbálni annak minimalizálását. Összegezve, a „*lean*” gondolkodás vizsgálatainkra levetítve olyan elméleti keretrendszer, amely javíthatja mind az akut (pl. triázs), mind a szubakut ellátáshoz kapcsolódó folyamatokat. Korábbi vizsgálatok szerint a *lean* gondolkodás alkalmazása javítja a betegáramlást a sürgősségi osztályokon és jobb átbocsátást eredményezhet a csökkent várakozási idő mellett.

A kórházba vagy klinikákra utalt betegek betegközpontú ellátásának követelményeinek kielégítésére irányuló kórházi átalakítási kezdeményezések gyakran pénzügyi, kulturális és strukturális akadályokkal szembesülnek. A betegáramlás-logisztika optimalizálásából fakadó lehetőségeket gyakran figyelmen kívül hagyják amiatt, hogy a betegszállítással kapcsolatos szolgáltatásokat kiegészítő jellegűeknek tekintik, annak ellenére, hogy a betegáramlás logisztikai aspektusai (*patient-flow logistics*) alapvetően befolyásolják az ellátás minőségét és a kórházi költségeket. Késlekedés a beteg műtőbe, vagy képalkotó vizsgálatra szállításakor az orvostechnikai eszközök, műtők továbbá a személyzeterőforrásainak kihasználását csökkenti, megakadályozza az ütemezett időben történő végrehajtását és meghosszabbítja

a betegek várakozási idejét. Ezenkívül, a betegszállítás megszervezésének hiányosságai állhatnak a várólisták háttérében, valamint a munkaterhelés kiszámíthatatlansága, ami fokozza az egészségügyi dolgozókra nehezedő stresszt, hibákhoz és a betegek nem megfelelő körülmények között történő elhelyezéséhez vezetve.

Tekintettel arra, hogy a betegszállítás logisztikai kérdései mély hatást gyakorolnak az ellátás számos nagyon fontos területére pl. az ellátás minőségére, a betegségek kimenetelére, a betegelégedettségre és ezek pénzügyi vonatkozásaira, egyértelmű a rendszerszintű megközelítések szükségessége a betegek szállításával kapcsolatos kérdések kezelésére. A betegáramlás javulása hozzájárul a várakozási idő csökkenéséhez, az egészségügyi ellátáshoz való jobb hozzáféréshez, az eredményességéhez és az alacsonyabb költségekhez, valamint a betegátszállítási események számának és a szállítási idő csökkenéséhez, a betegek által megtett távolsághoz közvetlenül kapcsolódó mutatók javulásához.

## 2.4. CÉLKITŪZÉSEK

1. Célunk volt új módszerekkel (kvalitatív szövegelemzés, szöveghők) megvizsgálni, hogy az új irányelvek milyen mértékben változtatták meg a háziorvosok ismereteit és klinikai gyakorlatát az akut stroke ellátásával kapcsolatban, valamint, hogy az elméleti ismeretek transzlálódtak-e a klinikai gyakorlatba.
2. Vizsgáltuk a háziorvosok akut stroke-kal kapcsolatos ismereteit, ellátási gyakorlatát és betegút szervezési tevékenységét.
3. Vizsgálataink során algoritmusok alkalmazásával elemeztük a betegutak optimalizálásának lehetőségeit az ellátás fizikai szervezése szempontjából, azzal a céllal, hogy minimalizáljuk a nem értéknövelő folyamatokat.
4. Elemeztük a betegáramlást is a gráfelmélet és a spektrális gráfelmélet segítségével mind az eredeti, mind az optimalizált elrendezések esetén. Megvizsgáltuk, hogy mely hálózati paraméterek relevánsak a betegút-szervezés szempontjából.

### 3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

#### 3.1. A házi orvosok stroke-kal kapcsolatos ismeretinek gyakorlatba ültetése

##### 3.1.1. A tanulmány megtervezése és protokollja

A vizsgálati protokollt a Debreceni Egyetem Regionális Etikai Bizottsága (496-2018) és az Egészségügyi Kutatási Tanács Etikai Bizottsága (51672/2018 / EKV) engedélyezte. Vizsgálatunkban felügyelt önkéntes kérdőívek felvételével nyertünk adatokat az orvosi továbbképzések (házi orvosoktól) vagy a rezidensképzési program (rezidensektől) kurzusai során 2018. február 1. és 2018. július 31. között. A vizsgálatban való részvétel önkéntes és anonim volt, a megkérdezettek házi orvos szakorvosok vagy rezidensek voltak. A demográfiai változókat (életkor, nem), a szakterület jellemzőit (házi orvos, rezidens, egyéb szakvizsgák, gyakorlatban eltöltött évek száma), a praxis földrajzi elhelyezkedését (megye, irányítószám, településtípus), a praxis típusát (felnőtt vagy vegyes praxis) rögzítettük a válaszadóval kapcsolatban.

Az akut stroke-ellátással kapcsolatos ismereteket két klinikai esetismertetéssel kapcsolatos nyílt kérdésre adott válaszok elemzésével vizsgáltuk. Az esetleírásban ismertetésre kerültek a beteg társbetegségei, tünetei és a tünetek kialakulásának időbelisége. Az esetleírásokat egy neurológiai szakvizsgálóval rendelkező, akut stroke kezelésében jártas neurológus dolgozta ki, adaptálva Fernandes és munkatársai által alkalmazott módszertant. A sürgősségi szemlélet transzlációjának vizsgálatára való tekintettel kizárólag az az időablak tekintetében tért el a két eset. A két klinikai esetleírás a bal artéria cerebri media területi akut keringészavar stroke tüneteit tartalmazta az alábbiak szerint.

##### *1. klinikai eset:*

Péter, 54 éves férfibeteg, anamnézisében kezelt hypertonia, 2-es típusú diabetes és pitvarfibrilláció szerepel.

A felesége kíséretében érkezett házi orvosához reggel 8 óra 30 perckor, beszédzavarral (szóalálási nehézség), jobb arcfél bénulással (centrális faciális parézis), jobb felsővégtagi gyengeséggel. A feleség elmondja, hogy tegnap este még jól volt, a tünetek aznap reggel kb. 7.30-kor kezdődtek.

##### *2. klinikai eset:*

Péter, 54 éves férfibeteg, anamnézisében kezelt hypertonia, 2-es típusú diabetes és pitvarfibrilláció szerepel.

A felesége kíséretében érkezett házi orvosához reggel 8 óra 30 perckor, beszédzavarral (szóalálási nehézség), jobb arcfél bénulás (centrális faciális

parézis), jobb felsővégtagi gyengeséggel. A feleség elmondja, hogy tegnap lefekvés előtt, a férje beszéde zavaros volt, és kicsúszott a kezéből a fogmosópohár. Ezután lefeküdt, és reggel ébredés óta észlelik a megnevezett tüneteket.

Mindkét esetleírás kapcsán az alábbi két nyílt kérdés alkalmaztuk:

*1. kérdés: Mi az Ön diagnózisa az esetre vonatkozóan?*

*2. kérdés: Mit mondana a betegnek az állapotáról, és arról, hogy mi fog vele történni?*

Egy *pilot vizsgálat* során a kérdőíveket 20 fős házi orvos rezidensi, illetve 20 fős házi orvostan szakorvosi mintán elemeztük, majd a kapott eredmények alapján véglegesítettük azokat.

### *3.1.2. Kvalitatív (minőségi) szövegelemzés*

A szabad szöveges válaszokat a Microsoft Excel táblázatba vittük be, majd importáltuk az NVivo12 programba, hogy minden kérdésre és klinikai esetre külön-külön értékeljük az adott válaszokkal kapcsolatban használt szavak gyakoriságát. Az NVivo-t kvalitatív adatok vizualizálására használtuk. Ez a módszer lehetővé teszi a nyelvhasználat, az értelmezés és a szövegtartalom reflexiójának értékelését. A szinonimákat összevontuk, a töltelkiszavakat és a kötőszavakat kihagytuk. A szavak listájának angol nyelvre lefordítása után a szófelhők (*word cloud*) összeállítása az NVivo12 program segítségével történt. A betűméretek arányosak voltak a szó előfordulásának gyakoriságával.

### *3.1.3. Kvantitatív (mennyiségi) elemzés*

A kvantitatív elemzéshez a válaszokat helyesnek vagy helytelennek kategorizáltuk az alábbiak szerint.

Az *1. klinikai eset 1. kérdésére* adott válasz helyesnek tekinthető, a következő kifejezések alkalmazásának esetében: stroke, stroke / embólia, időablakon belüli stroke, stroke (ischaemiás) a bal középső agyi artéria területén, bal oldali stroke, akut stroke, elégtelen vérkeringés a bal középső agyi artéria (MCA) területén, apoplexia, elégtelen keringés a bal MCA területén, agyi infarktus, agyi embólia a bal agyféltekében, 3 órán belüli agyi érrendszeri (cerebrovaszkuláris) esemény, agyi embólia.

A *2. klinikai eset 1. kérdésére* adott válasz helyesnek tekinthető a következő kifejezések alkalmazásának esetében: stroke, az időablakon kívüli stroke (4,5 óra), időablakon kívüli ischaemiás stroke, bal oldali stroke, ischaemiás stroke

az MCA területén, lízisdőn kívüli stroke, az agyi artéria elégtelen keringése, apoplexia (ischaemiás), stroke az MCA területén, agyi infarktus / agyi embólia (az időablakon kívül), szubakut bal oldali stroke.

A 2. kérdésre adott válaszokat két dimenzió alapján értékeltük, az egyik dimenzió a sürgősség kommunikációjának jelenléte vagy hiánya, a másik a trombolízisre való alkalmasság megfelelő ismertetése volt. A trombolízisre való alkalmasságot az első esetben helyesnek, a második esetben helytelennek tekintettük. A választ akkor tekintettük pontosnak, ha mindkét dimenziót helyesen tartalmazta a 2. kérdésre adott válasz.

A válaszadók praxisának földrajzi elhelyezkedése szempontjából aszerint kategorizáltuk a praxisokat, hogy azok a Debreceni Egyetem 90 km-es körzetén belül vagy azon kívül esnek. Debrecen választottuk a földrajzi referencia középponttá, mivel Debrecenben és környékén 2007 óta folyamatosan közös erőfeszítések vannak a hatékony akut stroke-triázs rendszer fenntartására és megállapodás szerint az OMSZ a 90 km-en belül ellátott, akut stroke beteget közvetlenül a Neurológiai Klinikára szállítja.

Az 1. klinikai eset helyes diagnosztizálásához szükséges szignifikáns prediktorok felmérésekor az *a priori* változókat (életkor és nem) és az egyszerű logisztikus regresszióval azonosított szignifikáns prediktorokat vontuk be a kezdeti modellbe (2005 előtt kapott diploma, hány éve praktizál, egyéb szakvizsgák, a praxis 90 km-es körzetben helyezkedik el, az intravénás trombolízis lehetőségének bevonása a beteggel való kommunikációba).

A 2. klinikai eset helyes diagnosztizálásához szükséges szignifikáns prediktorok értékelésénél az *a priori* változókat (életkor és nem) és az egyszerű logisztikus regresszióval azonosított szignifikáns prediktorokat bevittük a kezdeti modellbe (házi orvosi szakvizsga, 2005 előtt kapott diploma, hány éve praktizál, egyéb szakvizsga, praxisa 90 km-es körzetben helyezkedik el).

Az 1. klinikai esetre vonatkozó pontos információk szignifikáns prediktorai (pl. sürgősség és releváns információk közlése a lehetséges trombolízissel kapcsolatban a 2. kérdésre) egy többszörös logisztikus regressziós modellbe kerültek, így az *a priori* változókat (életkor és nem) és a szignifikáns prediktorokat egyszerű logisztikus regresszióval azonosítottuk, és kezdetben bevezettük őket (házi orvosi szakvizsga, hány éve praktizál, helyes diagnózis (1. kérdés))

A 2. klinikai esetre vonatkozó pontos információk biztosításának szignifikáns prediktorai (pl. sürgősség és releváns információk közlése a lehetséges trombolízissel kapcsolatban a 2. kérdésre) egy többszörös logisztikus regressziós modellbe kerültek, így az *a priori* paraméterek (életkor és nem) és a szignifikáns prediktorokat egyszerű logisztikus regresszióval azonosítottuk, és kezdetben bevezettük őket (házi orvosi szakvizsga, 2005 előtt kapott diploma, hány éve praktizál, praxisa 90 km-es körzetben helyezkedik el). A változókat

egyidejűleg bevittük a modellbe, majd töröltük azokat a változókat, amelyek nem járultak hozzá szignifikánsan a modellhez. Az illeszkedés megfelelőségének felmérése érdekében  $\chi^2$  tesztet hajtottunk végre a végleges modelleknél.

A statisztikai elemzést a Stata 13.0 szoftverrel (Stata Corporation -USA) végeztük. A normális eloszlást mutató paramétereket átlag  $\pm$  standard deviáció (SD) -vel, a nem normális eloszlású paramétereket mediánként adtuk meg interkvartilis tartományokkal (IKT), kivéve az esélyhányadosokat (EH), amelyeket a 95% -os megbízhatósági tartománnyal (MT) mutattunk be.

## **3.2. A klinikán belüli betegáramlás értékelése**

### *3.2.1. A campus szerkezetű egyetemi klinikán a betegutak szervezésének többféle modelljének hatékonyságának és hatásosságának vizsgálata.*

Vizsgálatunkban elemeztük a betegutak különféle szervezésével kapcsolatos lehetséges előnyöket egy campus alapú egyetemi klinika, a Debreceni Egyetem Klinikai Központ matematikai algoritmusokkal modellezett betegellátási modelljeinek vizsgálatával.

A vizsgálatunkat a 2013. január 01 és december 31. között a Debreceni Egyetem Klinikai Központjában keletkezett anonimizált betegszintű ellátási adatok retrospektív elemzése képezi. A betegszintű adatok tartalmazták az ellátási eseményhez tartozó fekvőbeteg osztály(ok) valamint járóbeteg osztály(ok) azonosító kódjait, valamint az ellátáshoz kapcsolt fő diagnózis kódot (BNO-10 szerint). A fekvő- és járóbeteg-egységek kódjai az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) kódoknak feleltek meg, amelyek információt tartalmaznak a nyújtott szolgáltatás orvosi szakterületéről és alspecialitásairól a 2/2004-es (XI. 17.) Egészségügyi Minisztérium rendelet alapján. Ezt a specialitás / alspecialitás kódot tovább jellemezte az BNO-10 kódkészlet, amely a betegellátó egységek szolgáltatási körét is jellemzi. A diagnóziskódok valamennyi eset kapcsán rendelkezésre álltak, mivel a homogén betegségsoportok (HBCs) alapján ezek képezik ellátások finanszírozási alapját.

Vizsgálatunk során a járóbeteg és fekvőbeteg egységek között történt betegmozgások során megtett távolságokat vettük alapul, a betegutak és a távolságok optimalizálásra kerültek.

A campus elhelyezkedésű betegellátó egységek közti távolságokat a részlegeket befogadó épületek középpontjainak GPS koordinátái szerint számoltuk, a függőleges távolságokat nem vettük figyelembe. Minden járóbeteg-mozgást betegáramlásnak tekintettünk a fekvőbeteg-egységet befogadó épületből a

járóbeteg-egységbe és járóbeteg-egységből a fekvőbeteg-egységbe is. Kizárólag a betegek fizikai mozgásával járó ellátások szerepelnek az elemzésben, a megjelenéssel nem járó, vér-, szövet- stb. mintavétellel kapcsolatos járóbeteg-ellátások kizárásra kerültek. Ami a konzíliumokat illeti, a konzultációt végző orvost befogadó járóbeteg-ellátó intézet GPS koordinátáját használtuk a számításokhoz, és az elemzésbe belevettük a fekvőbeteg egységig és onnan vissza távolságot is.

A jelenlegi gyakorlatot két algoritmus-alapú optimalizálás kiindulópontjaként használtuk.

Az első algoritmus a fekvőbetegek lokációjának átrendezését, illetve optimalizálást célozta meg, míg a második algoritmus a járóbeteg egységek áthelyezésével optimalizálta a betegek mozgásával járó távolságokat. Vizsgáltuk a betegszállítás nem értéknövelő komponensének - a fizikai távolságnak a minimalizálását két algoritmus szerint. Az optimalizálás a szakmai döntéseket (a beteg diagnózisa) adottnak tekintette, azaz az adott diagnózissal ellátott beteg csak a diagnózisnak megfelelő szakmakóddal ellátott fekvőbeteg osztályra kerülhetett. Az algoritmusok a fekvőbeteg részleg átszervezését célozták meg (pl. a betegeket új fekvőbeteg-osztályokhoz rendelték) és a járóbeteg-osztályokat úgy helyeztük át, hogy a betegek átszállításának szükségessége (pl. a betegmozgások száma és a fizikai távolság) minimálisra csökkenjen, miközben a klinikai folyamatok változatlanok maradtak.

Az optimalizálást követően a gráfelmélet segítségével elemeztük a kiindulási gráf, illetve a két optimalizált gráf jellegzetességeit. A gráfot úgy építettük fel, hogy a csomópontokat (*nodes*) a fizikai épület jelentette, az éleket (*edge*) pedig a betegforgalmi adatok képezték

### 3.2.2. A betegáramlás eloszlásának mérései

Az eredeti és a két optimalizált algoritmus által generált betegáramlás egyenlőségének összehasonlításához kiszámítottuk a Gini-együtthatót (G) és a Lorenz-aszimmetria-együtthatót (S) az alábbiak szerint.

$$G = \frac{\sum_r r k_r}{N \sum_r k_r} - \frac{N + 1}{N},$$

ahol  $N$  a csomópontok száma (fizikai épületek száma),  $k_r$  pedig a csomópontok  $r$ -edik legalacsonyabb fokszáma a foksza­mok növekvő sorrendjében.

A Gini együttható a rendszer egyenlőtlenségét fejezi ki, lehetséges értékei 0 és 1 közé esnek. Az együttható értéke 0 ha a teljes rendszer “demokratikus”, azaz nincsenek egyenlőtlenségek, ha az együttható értéke 1-hez közelít az azt jelenti, hogy kevés nagy fokszerű csomópont van a rendszerben és viszonylag sok kisebb fokszerű.

A Lorenz-aszimmetria-együtthatót a Lorenz-görbe segítségével lehet ábrázolni, és a görbe aszimmetriájának mértékét jelzi. A Lorenz-görbét egy mennyiség eloszlási egyenlőtlenségének leírására szokták alkalmazni. A Lorenz-görbe egyik összefoglaló statisztikája a Gini-együttható, amely a vizsgált populáción belüli egyenlőtlenség átfogó mérőszáma. A Lorenz-aszimmetria-együttható hasznos kiegészítése a Gini-együtthatónak.

### 3.2.3. *Optimalizáláshoz használt algoritmus*

Az algoritmus alkalmazása során feltételeztük, hogy minden járóbeteg-látogatás és konzultáció orvosilag indokolt volt. A fekvőbeteg-egységek közti mozgások nem lehettek körkörösök, azaz ugyanarra a helyre visszatérők, csak azokat a betegmozgásokat vettük figyelembe, amelyek két épület között történtek. A beteg akkor került át egy alternatív fekvőbetegosztályra, ha a járóbeteg-egységekben tett látogatások és az orvosi konzíliumok során keletkezett távolságok összege kisebb volt, mint eredetileg, és az alternatív osztály ellátási profilja összhangban volt a beteg diagnózisával (ezt az egyezést jelezte a beteg BNO-10 kódja és az egységek BNO-10 kódjai között). A műtéti beavatkozáson átesett betegeket kizárólag műtéti beavatkozások céljából helyezték másik fekvőbeteg egységbe.

A járóbeteg-egységeket az alábbiak szerint helyeztük át: az algoritmus lehetővé tette az egység áthelyezését, ha a betegáramlással összefüggő távolságok összegét csökkentették. Két különböző algoritmust alkalmaztunk, a fekvőbetegek átrendezésének sorrendjétől és a járóbeteg-egységek áthelyezésétől függően.

### 3.2.4. *Hálózatépítés*

A gráfok ábrázolásához a gráf úgynevezett szomszédsági mátrixát használjuk. Legyen  $G$  egy egyszerű,  $n$  rendű irányítatlan gráf, és jelölje a csúcsokat  $v_1, \dots, v_n$ . Ekkor az  $A = (a_{ij})$   $n \times n$  -es mátrixot a következő módon határozzuk meg

$$a_{ij} := \{1 \text{ ha } \{v_i, v_j\} \in V \text{ 0 különben}$$

ahol  $V$  a csúcsokat tartalmazó halmaz. Ekkor az  $A$  mátrixot a  $G$  gráf szomszédsági mátrixának nevezzük.

Ha  $G$  egy egyszerű, irányítatlan súlyozott gráf akkor a szomszédsági mátrixa  $A = (a_{ij})$  a következő képpen definiálható:

$$a_{ij} := \begin{cases} w_{ij} & \text{ha } \{v_i, v_j\} \in V \\ 0 & \text{különben.} \end{cases}$$

ahol  $w_{ij}$  a súlyokat jelöli.

Az irányítatlan egyszerű gráfok szomszédsági mátrixa szimmetrikus. Jelölje  $D = \text{diag}(d_w(v_i))$  a csúcsok súlyozott fokszámait tartalmazó diagonális mátrixot, ahol

$$d_w(v_i) = \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}$$

A normalizált szomszédsági mátrixa a  $G$  gráfnak:

$$N := D^{-\frac{1}{2}} \cdot A \cdot D^{-\frac{1}{2}}$$

valamint a normalizált Laplacian mátrixa a  $G$  gráfnak a következő módon definiálható:

$$L := I - N = D^{-\frac{1}{2}} \cdot (D - A) \cdot D^{-\frac{1}{2}}$$

ahol  $I$  az egységmátrix és  $L_G := D - A$  a nem normalizált Laplacian-mátrixa a  $G$  gráfnak.

A súlyozott élsűrűség (*Weighted edge density*) kiszámítására használt képlet:

$$\frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N w_{ij}$$

A fentebb definiált matematikai képleteknek megfelelően létrehoztunk egy súlyozott irányítatlan szomszédsági mátrixot (adjacency matrix), amelyhez tartozó gráfban a csomópontok az épületek. Két csomópont között összekötetés van, ha a két épület között történt betegmozgás/konzílium. A két csomóponthoz tartozó él súlya ( $w$ ) a két csomópont (épület) között ingázó betegek / orvosok éves száma. Három különálló hálózatot hoztunk létre, amelyek tükrözik a két optimalizálási sémát, így eredeti, fekvő- és járóbeteg-hálózatot hozva létre. Ezenkívül 100 randomizált és 100 rácsos nullhálózatot generáltunk úgy, hogy a csomópontok száma, az összes él és a foksám eloszlás változatlan maradt. Rubinov és Sporns algoritmusát alkalmaztuk a véletlen gráfok előállításához az eredeti hálózatban visszaforgatható élpárok azonosításával.

### 3.2.5. Hálózati statisztikák

Az alapvető hálózati statisztikákat mindhárom hálózatra kiszámoltuk. A csomópontok száma ( $N$ ), a csomópont foka ( $k$ ), valamint az átlagos csomópontterősség ( $S$ ) volt megadva:

$$s_i = \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}$$

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s_i$$

Az alsó nagybetűk a csomópont szerinti, a felső nagybetűk a globális paramétert jelölik, a kis  $i$  és kis  $j$  az egyedi csomópontokat jelöli, ahol  $s_i$  az  $i$ -ik csomópont súlya, valamint  $S$  az átlagos csomópontterősség.

A súlyozott karakterisztikus út hosszát úgy számoltuk ki, hogy először normalizáltuk a szomszédsági mátrixot, majd a Floyd-Warshall algoritmust használtuk. A legrövidebb út meghatározása:

$$L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_i \quad \text{és} \quad L_i \equiv L(i) = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{1}{F_{i,j}}$$

ahol  $L$  és  $F$  jelöli az út hosszát és a maximális áramlási függvényt. Szintén kiszámítottuk a leghosszabb legrövidebb útként definiált normalizált átmérőt ( $D$ ) is:

$$D := d_{ij}$$

ahol  $d_{ij}$  az  $i$  és  $j$  csomópont közötti legrövidebb út.

A gráf úgynevezett közöttség centralitását az adott csomóponton áthaladó legrövidebb utak száma alapján határoztuk meg. Kiszámítottuk a klaszterezési együttthatót is.

$$C_i \equiv C(i) = \frac{3 \sum_{j,h=1}^N \sum_{j,h=i} w_{ij} w_{jh} w_{hi}}{\sum_{j,h=1}^N \sum_{j,h=i} w_{ih} w_{hj} + \sum_{j,h=1}^N \sum_{j,h=i} w_{ij} w_{jh} w_{hi}}$$

$$\text{és } C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$$

Az optimalizálási eljárások összehasonlításához a klaszterezési együttthatót az egyenértékű véletlen hálózatok átlagos értékeivel normalizáltuk, míg a kisvilág index ( $\omega$ ) kiszámításához a rácsos hálózat átlagolt értékeivel történő normalizálást alkalmaztuk. A kisvilági tulajdonságokat a korábban leírtak szerint értékeltük:

$$\omega = \frac{L^{rnd}}{L} - \frac{C}{C^{lat}} \equiv \frac{1}{nL^{rnd}} - nC^{lat}$$

Ha  $-1$  és  $1$  közötti  $\omega$  értéke  $0$  közeli, a világ kis tulajdonságait jelzik, a pozitív és a negatív értékek nagyobb tendenciát mutatnak egy véletlenszerű, illetve rácsos hálózat felé.

A kisvilágiasságot a hálózat globális és helyi hatékonysága jellemezte tovább.

### 3.2.6. Kisvilág-tulajdonságok

A kisvilág (*small world*) problematikáját a hatvanas évek óta vizsgálják, először Milgram és munkatársai alkották meg a fogalmat, amely azt vizsgálta, hány személyes kapcsolaton keresztül lehet egyik embertől a másikig eljutni.

Egy hagyományos hálózatban a tetszőleges csomópontpárok közötti legrövidebb útvonal átlagos hossza gyorsan nő a rendszer méretének

növelésével. Ezzel szemben a kisvilág-tulajdonságú rendszerek esetén az átlagos legrövidebb úthossz és a csomópontszám között logaritmikus kapcsolat áll fenn. Ez más szóval azt jelenti, hogy bármely csomópontból bármely másik csomópontba eljuthatunk mindössze néhány köztes csomópontot érintő élsorozat mentén, tehát a távolságok kicsik a rendszermérethez képest.

További vizsgálatok kimutatták, hogy az emberek közti szociális hálókra jellemző, hogy hány kapcsolat szükséges egyik embertől a másikig eljutáshoz, ez a mai gyors, internetet és szociális médiát minden korosztályban használó világunkban korát megelőző, fontos kérdésnek tűnik, de a mai napig is használható a gráfok és mátrixok világában is.

A mátrixok és gráfok közül a kisvilág tulajdonságúak a csúcsok átlagos távolsága a csúcsok számához képest kevésnek tűnik, a véletlen gráfoknál a random felvett élek esetén gráfok mérete nagymértékben csökken.

### 3.2.7 A Laplacian mátrix

#### 3.2.7.1 Spektrális elemzés

A betegáramlás bonyolultságának megértését a gráfok alkalmazásával egyaránt vizsgálják a klinikusok és a matematikusok is.

A párhuzamos interakciókon alapuló modellek egyes vélemények szerint nem képesek rögzíteni a hálózat csomópontjai közötti összefüggéseket. A magasabb rendű hálózati modellek ezeken túllépve, új perspektívákat kínálnak az összetett rendszerek megértéséhez. Egységes matematikai nyelvet használva lehetővé válik az optimális modell kiválasztása a különböző modellezési megközelítések közül.

A normalizált súlyozott szomszédsági mátrix átalakításával meghatároztuk a gráfhoz tartozó normalizált Laplacian-mátrixot a globális hálózati struktúra és a hálózati részek közötti dinamikus kölcsönhatások további elemzéséhez. Ezenkívül a rendszerszintű optimalizálás megvalósíthatóságát a súlyozott szomszédsági és a Laplacian-mátrix spektrális elemzésével jellemeztük.

A dolgozatban a gráf spektrumát úgy határozzuk meg, mint a normalizált Laplacian-mátrix spektrumát, ahol a  $G$  gráf normalizált Laplacian-mátrixa a korábbiaknak megfelelően a következő módon definiálható:

$$L := I - N = D^{-\frac{1}{2}} \cdot (D - A) \cdot D^{-\frac{1}{2}}$$

A Laplacian-mátrix a hálózat globális hálózati struktúrával kapcsolatos aspektusait írja le, és információt nyújt a hálózat részei közötti dinamikus

kölcsönhatásokról is. A normalizált Laplacian-mátrix használatának előnye, hogy minden sajátértéke a  $[0,2]$  intervallumba esik, ami segíti a különböző méretű hálózatok összehasonlítását.

A súlyozott szomszédsági mátrixok sajátértékeinek ( $\lambda_i$   $i = 1 \dots n$ ) elemzését a spektrális sugár, a spektrális rés, valamint a sajátvektor-központosság kiszámításával végeztük. A spektrum diagramokat a simított sajátérték eloszlásból állítottuk össze, a korábban leírtak szerint. A spektrumokat kvantitatív spektrális távolságméréssel hasonlítottuk össze, a két spektrális diagram közötti átlagos euklideszi távolságot mások által leírtak szerint.

Kiszámítottuk az algebrai összekapcsolhatóságot, a hálózat közösségi struktúráját, a kétoldalúságot és az inverz Eigenratio-t.

## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1. A házi orvosok akut stroke-kal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata – az irányelvek gyakorlatba ültetése, betegutak szervezése

#### 4.1.1. A válaszadók

A vizsgálatban részt vevő 127 válaszadó közül 69 (54,3%) nő volt, a minta medián életkora 49 (34-62) év volt. A diploma megszerzését követően munkában eltöltött évek mediánja 14,5 (2-22,5) év voltak; 98 (77,2%) orvos rendelkezett házi orvosi szakvizsgával, a fennmaradó 29 válaszadó (22,8%) beiratkozott a házi orvosi rezidensképzési programba. A családorvosok közül 58-nak egyéb szakvizsgája is volt (pl. belgyógyászat, neurológia, aneszteziológia stb.), míg csak 1 rezidens rendelkezett korábbi belgyógyászat szakvizsgával. Ami a praxis helyszínét illeti a Debrecentől való távolság szempontjából, 74 válaszadó (51 házi orvos és 23 rezidens) praxisa a város 90 km-es körzetében, 44 válaszadóé pedig (40 házi orvos és 4 rezidens) ezen a területen kívül helyezkedett el (releváns földrajzi adatok 9 esetben hiányoztak).

#### 4.1.2. Kvalitatív (minőségi) eredmények

A nyitott kérdésekre adott válaszok kvalitatív elemzése szerint mindkét esetleírás stroke-ra utalt. Számos válaszadó jelezte a stroke területi lokalizációját (bal oldali közepső agyi artéria) és a lehetséges etiológiát (ischaemiás, emboliform), amelyet mindkét klinikai esetben a szavak gyakorisága is tükröz. Érdekes módon az „akut” szó csak az 1. klinikai eset 10 leggyakoribb szava között szerepelt, amely egy trombolízisre alkalmas beteget ír le, míg a 2. klinikai eset diagnózisát az „időablakon kívüli” kifejezés gyakori említése különböztette meg. További érdekesség, hogy a TIA a 4. és 10. leggyakrabban használt szó az 1., illetve 2. klinikai esetre vonatkozóan. Ezenkívül, figyelemre méltó az is, hogy az agyi infarktust gyakran jeleztek diagnózisként a 2. klinikai esetenél is.

Az orvos-beteg kommunikációt illetően a válaszadók egyértelműen megkülönböztették a két klinikai forgatókönyvet a trombolízisre való alkalmasság szempontjából. A kórházi kezelés szükségességét (mindkét esetben leggyakrabban használt szó) mindkét esetben megfogalmazták, és ebben az összefüggésben is gyakori volt a neurológiai osztály említése is (8. és 6. leggyakoribb rendre az 1., illetve 2. klinikai esetenél). Ezen túlmenően a „trombolízis” (2. leggyakoribb szó), az "időablakon belül" -i sürgősség (6.

leggyakoribb szó), az „azonnal” (7. leggyakoribb szó), a „kell” (9. leggyakoribb szó) és a „mentő” (10. leggyakoribb szó)) szavakat írták le a válaszadók az 1. klinikai esettel kapcsolatban, míg a trombolízisre való alkalmatlanságot („időablakon kívül” (3. leggyakoribb szó), „nincs trombolízis” (5. leggyakoribb szó)) egyértelműen megadták/leírták a válaszadók a 2. klinikai esetben. Meg kell jegyezni továbbá, hogy a „szükséges” (9. leggyakoribb szó), a „beutalás” (10. leggyakoribb szó), a „vizsgálat” (4. leggyakoribb szó), a „CT-vizsgálat” (7. leggyakoribb szó) szavakat gyakran említették a beteggel való kommunikáció kapcsán a 2. klinikai esetben. Mindazonáltal a „stroke” szót nem említették közvetlenül, inkább körülírták (agyi infarktus, agyi keringési zavar, az agy vérellátása károsodott, elzáródás az agyban, agyi verőér rögösödés).

#### 4.1.3. *Kvantitatív (mennyiségi) eredmények*

Az egyszerű logisztikus regresszió (amely az 1. klinikai eset 1. kérdésre adott válasz helyes megválaszolásának esélyét jelentősen befolyásoló tényezők azonosítására szolgál) feltárta, hogy az életkor szignifikáns prediktor (EH 1,05; 1,02-1,09;  $p = 0,004$ ). Miután az összes szignifikáns prediktor és az *a priori* meghatározott prediktorok hatását a kimeneteli változóra többszörös logisztikus regressziós modell segítségével vizsgáltuk, azt tapasztaltuk, hogy a nem megfelelő válasz megadásának esélye szignifikánsan megnőtt, ha a praxis a debreceni stroke centrumhoz viszonyított 90 km sugarú körön kívül esett (EH 4,06; 1,35-12,24;  $p = 0,013$ ) és hogy az orvos a pácienssel való kommunikáció során lényeges információkat hagyott ki a trombolízis lehetséges alkalmazásáról (EH 4,83; 1,55-15,07;  $p = 0,007$ ). A végső modell szignifikánsnak bizonyult a  $\chi^2$  teszt statisztikai megfelelősége révén ( $p = 0,48$ ). Az egyszerű logisztikus regresszió (a 2. klinikai eset 1. kérdésére adott helyes válasz megválaszolásának szignifikánsan meghatározó tényezők azonosítására szolgál) azt mutatta, hogy az életkor szignifikáns előrejelző (EH 1,05; 1,02-1,09;  $p = 0,002$ ). További szignifikáns változók az 1. klinikai eset kapcsán: a 2005 előtt kapott diploma (EH 0,32; 0,11-0,92;  $p=0,034$ ), hány éve praktizál (EH 1,06; 1,02-1,10;  $p=0,003$ ), egyéb szakvizsga (0,29; 0,12-0,71;  $p=0,007$ ), a betegnek említett trombolízis (1. klinikai eset 2. kérdése) (EH 3,98; 1,70-9,29;  $p=0,001$ ), a trombolízis pontos kommunikációja (1. klinikai eset 2. kérdése) (EH 2,83; 1,17-6,89;  $p=0,022$ ). További szignifikáns változók a 2. klinikai eset kapcsán: a kor (EH 1,06; 1,02-1,09,  $p=0,002$ ), munka (szakvizsgával rendelkező háziorvos) (EH 0,09; 0,01-0,65;  $p=0,018$ ), a 2005 előtt kapott diploma (EH 0,10; 0,02-0,47;  $p=0,003$ ), hány éve praktizál (EH 1,07; 1,03-1,12;  $p=0,000$ ), egyéb szakvizsga (EH 0,39; 0,16-0,94;  $p=0,036$ ), praxisa 90 km-es körzeten belül helyezkedik el (EH 3,63; 1,45-9,07;  $p=0,006$ ).

Szignifikáns prediktorok voltak a helyes diagnózis felállításához az 1. klinikai esetenél, végső többszörös logisztikus regressziós modell vonatkozásában a praxis 90 km-es körzeten belüli elhelyezkedése (EH 4,06; 1,35-12,24;  $p=0,013$ ) és a trombolízis helyes említése az 1. kérdés esetében (EH 4,83; 1,55-15,08;  $p=0,007$ ).

A végső többszörös logisztikus regressziós modell azt mutatta, hogy a nem megfelelő válasz megadásának esélye háromszor nagyobb volt, ha a praxis a 90 km sugarú körön kívül esett (EH 3,03; 1,06-8,61;  $p = 0,038$ ). A végső modell szignifikáns volt ( $p = 0,22$ ).

Az 1. klinikai esetben az orvos-beteg kommunikáció pontosságához hozzájáruló tényezők elemzésénél az egyszerű regressziós elemzés során mind az életkor (EH 1,05; 1,02-1,08;  $p=0,000$ ), mind a nem (EH 3,28; 1,54-7,00;  $p=0,002$ ) szignifikánsnak bizonyult.

Érdekes módon a végső modell csak ezeket az *a priori* előzetesen azonosított változókat tartalmazta (életkor: EH 1,05; 1,02-1,08;  $p = 0,01$  és nem: EH 2,73; 1,23-6,06;  $p = 0,013$ ). A felállított modell szignifikáns volt ( $p = 0,41$ ).

A 2. klinikai eset egyszerű logisztikus regressziója révén (az időablakon kívül eső akut stroke-os beteg leírása) az orvos-beteg pontos kommunikációval kapcsolatos szignifikáns prediktorok a kor (EH 1,08; 1,04-1,13;  $p=0,000$ ), a munka (szakvizsgálóval rendelkező háziorvos) (igen/nem) (EH 0,19; 0,07-0,54;  $p=0,002$ ), a 2005 előtt kapott diploma (igen, nem) (EH 0,22; 0,79-0,62;  $p=0,004$ ), hány éve praktizál (EH 1,09; 1,02-1,15;  $p=0,006$ ) és a praxisa 90 km-es körzeten belül helyezkedik el (igen/nem) (EH 3,8; 1,03-13,97;  $p=0,045$ ). A végső többváltozós logisztikus regressziós modell csak egy tényezőt, az életkort talált szignifikánsnak (EH 1,15; 1,02-1,29;  $p = 0,019$ ). A végső modell szignifikáns volt ( $p = 0,094$ ).

## 4.2. Hálózatelemzéssel nyert eredmények

A Debreceni Egyetemen vizsgáltuk különféle betegút szervezési modellek és algoritmusok hatékonyságát. Az összefoglaló hálózati statisztikai elemzések során először 24 klinikai épület közti betegáramlást elemeztük, majd optimalizálás után a Neurológiai-, 1. és 2. számú Belgyógyászati és Pulmonológiai Klinikákat vizsgáltuk.

### 4.2.1. Betegáramlási adatok

A betegáramlási adatok kiértékelésekor azt tapasztaltuk, hogy a betegek mozgásából eredő távolság (ideértve a járóbeteg-osztályokra vizsgálatra

átmozgatott betegeket és a konzultáció miatt ingázó orvosokat is) 83 184 km volt. Ez az érték 100 301 epizódra vonatkozik, amikor a betegeknek el kellett hagyniuk a fekvőbeteg-osztályuknak otthont adó épületet, vagy az orvosok a beteg épületétől eltérő épületben elhelyezett egységből érkeztek.

A betegáramlással összefüggő teljes távolság minimalizálása érdekében végzett optimalizálást követően a beteg mozgásával összefüggő távolságok összege 57 096 km-re, illetve 55 070 km-re csökkent a fekvőbeteg-járóbeteg és járóbeteg-fekvőbeteg-optimalizálás esetében. Így az optimalizálás a betegek / orvosok által megtett kilométerek számának 31,4% -os és 33,8% -os csökkenéséhez vezetett a fekvőbeteg-járóbeteg és járóbeteg-fekvőbeteg optimalizálást követően. Ezzel szemben a fekvőbeteg-egységeiknek otthont adó épületből való kilépéshez kapcsolódó epizódok száma szintén 77 022 (23,2% -os csökkenés) és 76 376 (23,8% csökkenés) epizódra csökkent a fekvőbeteg-járóbeteg és járóbeteg-fekvőbeteg optimalizálás tekintetében. Fekvő-ambuláns és járóbeteg-fekvőbeteg optimalizálás eredményeként a 411 járóbeteg osztályból 97 (23,6%) és 117 (28,5%) járóbeteg osztály áthelyezésére került sor.

Az egyenlőségi mutatók (Gini-együttható, Lorenz görbe) nem mutattak jelentős változást, a csomópontok egyenlőtlenségét jelezték a betegek áramlását illetően. Ennek ellenére a Gini-együttható mindkét optimalizálási sémát követően nőtt. A Lorenz-görbe mindhárom esetben gyakorlatilag szimmetrikus volt.

#### *4.2.2. Összefoglaló hálózati statisztikák*

Az eredeti hálózatban 24 csomópont (pl. a járóbeteg és a fekvőbeteg-egységeket befogadó épületek) és 266 kapcsolat (él) található. Az optimalizálást követően a 24 csomópontot összekötő élek száma 232-re, illetve 237-re csökkent a fekvőbeteg-járóbeteg és a járóbeteg-fekvőbeteg hálózatokban.

Az optimalizálás az átlagos csomópontfok csökkenéséhez vezetett, mivel ez az érték az eredeti hálózatban 22,17 volt és 19,33 volt a fekvőbeteg-járóbeteg és 19,75 volt az járóbeteg-fekvőbeteg-hálózatok esetében. A betegek áramlását tükröző csomópontok átlagos erősségét tekintve azt tapasztaltuk, hogy az optimalizálás mindkét újonnan létrehozott forgatókönyv esetében csökkentette az épületek között ingázó betegek számát. Ennek megfelelően a súlyozott élsűrűség csökkent, a kettősség központossága nőtt, mindkét optimalizálási eljárást követve.

### 4.2.3. Kisvilág-tulajdonságok

Úgy tűnik, hogy mindkét optimalizálási séma olyan hálózatokat eredményez, amelyek alacsonyabb szintű kisvilág (*small world*) tulajdonságokkal társulnak, mint az eredeti hálózat. A kisvilági indexet befolyásoló paraméterek közül a normalizált súlyozott karakterisztikus úthossza csökkent (az eredeti és a fekvőbeteg-járóbeteg hálózat esetében 1,30 vs 0,98), míg a rácsos hálózatra normalizált klaszterezési együttható nőtt (0,65 vs 0,89 az eredeti és a fekvőbeteg-járóbeteg hálózat. Az Omega (*kisvilág index*) marginális növekedést mutatott (0,11 vs. 0,13 az eredeti és a fekvőbeteg-járóbeteg hálózat esetében), így az optimalizált hálózat valamivel véletlenszerűbb lett, mint az eredeti hálózat. A kisvilágiasságtól való eltérést tovább támasztja alá az a tény, hogy mind a helyi, mind a globális hatékonyság alacsonyabb, mint az eredeti hálózat megfelelő paraméterei.

A járóbeteg-egységek áthelyezése, majd a fekvőbetegek átrendezése egy olyan hálózatot eredményezett, amely lényegesen szabályosabb, mint az eredeti hálózat, amelyet jelentősen alacsonyabb omega-érték jelez (kisvilág index) (-0,61). Ennek ellenére ez valószínűleg a normalizált karakterisztikus út aránytalan növekedésének köszönhető, amely eléri az 5,26-ot, esetleg néhány épületnek köszönhetően, amely nagyon magas normalizált út hosszt (normalized path lengths) feltételez (az épületek reuma, gasztroenterológia, gyermek onkológia, onkológia és rehabilitáció esetében 7,44; 3,08; 3,08; 2,28; 2,03). A nagy útvonal távolságok a csomópontok között jelzik, hogy az egyik csomópontból a hálózat többi részébe nem érkezik elegendő információ. Ezzel szemben mind a globális hatékonyság, mind a helyi hatékonyság alacsonyabb volt ebben a hálózatban, ami azt jelzi, hogy a párhuzamos információáramlás alacsonyabb hatékonyságú, és a csomópontok korlátozottabban képesek integrálni magukat a hálózatba.

### 4.2.4. Hub állapot

Megállapítható, hogy a klaszterezésre és a hub kialakulására utaló globális mutató, a sajátvektor-központosság nőtt. A klaszterezettségi küszöb tetszőlegesen 3, illetve 2 értékének alkalmazása mellett (a véletlenszerű és a rácsos hálózatokra normalizálva) azt találtuk, hogy míg az eredeti hálózatban csak a Neurológia épülete mutatott magas klaszterezettséget, tükrözve a magas specializálódást, az optimalizálást követően további új, rendkívül specializált épületek jelentek meg az neurológia mellett. Így a fekvőbeteg-járóbeteg optimalizálást követően az 1. és 2. számú Belgyógyászat, valamint a Pulmonológia épületeit azonosítottuk rendkívül specializált épületekként.

Járóbeteg-fekvőbeteg-optimalizálás után csak egy további épület, a Belgyógyászat 1. számú épülete jelent meg specializált épületként. Az épületek „hub” státuszának értékelése tetszőleges 0,85 küszöbérték alkalmazásával hasonló eredményeket hozott. Az eredeti hálózatban csak a Neurológia épülete kapott hub státuszt és az optimalizálást követően új hub-ok alakultak ki (a fekvőbeteg-járóbeteg-optimalizálás eredményeként a hub-ok a Neurológia, az 1. és 2. Belgyógyászat és a Pulmonológia épületei lettek, míg a járóbeteg-fekvőbeteg optimalizálás „hubok” kialakulását eredményezte a Neurológia, 1. és 2. Belgyógyászat épületein belül). A csomópontparaméterek összefoglalását a 6. táblázat tartalmazza. Ezenkívül, mindkét optimalizálási sémát követően megnőtt a csomópontok fontosságát tükröző számszerű paraméterek (Normalizált klaszterezési együttható (véletlenszerű), Normalizált klaszterezési együttható (rács), Sajátvektor-központosság) értéke a hálózat egészére vonatkozóan is.

#### 4.2.5. Spektrális elemzés

A szomszédsági mátrix sajátértékeinek felhasználásával végzett spektrális elemzés azt mutatta, hogy az optimalizálás egy kevésbé összefüggő hálózathoz vezetett (a spektrális sugár 2,19 és 2,21, illetve 2,29 a fekvőbeteg-járóbeteg, a járóbeteg-fekvőbeteg-hálózatok és az eredeti hálózat esetében). A szinkronizálás viszont javult a fekvőbeteg-járóbeteg-optimalizálási eljárások nyomán, amelyet az 1,49 és az eredeti hálózat 1,20-as értékének megnövekedett spektrális rése tükröz, míg a járóbeteg-fekvő betegek átrendezése nem befolyásolta ezt a paramétert ( $\lambda = 1,20$ ). A sajátvektor-központosság mindkét optimalizált hálózatban nagyobb volt, mint az eredeti hálózatban, ami azt jelzi, hogy ezek az új hálózatok nagyobb számú csomópontot tartalmaznak.

Az algebrai kapcsolat, a normalizált Laplacian mátrixspektrum metrikája a fekvőbeteg-járóbeteg optimalizálást követően nőtt, míg a másik optimalizálási sémában csökkent (5. táblázat). Az eredeti és a két optimalizált hálózat Laplacian sajátértékeinek normalizált Laplacian spektrumát vizuálisan hasonlítottuk össze, a de Lange és munkatársai által leírtak szerint (64). Megállapítottuk, hogy a három spektrum hasonló volt abban a tekintetben, hogy a közösségi szerkezetük gyenge volt, magas csúcsot mutatott 1 körül, és eloszlása ferde aszimmetrikus volt. A mind a három hálózatunk által megosztott gyenge közösségi struktúrát tükrözi az a tény, hogy a hálózatok közösségi struktúrájának informatív tartományában csak egy, nem nulla sajátérték van ( $\lambda < 0,5$ ). A közösségi struktúra további értékelése a legnagyobb sajátérték eltérés (sajátértékek közötti különbség) értékelésével azt mutatta, hogy a három hálózat egyikét sem lehet közösségekre osztani (a legnagyobb különbség az  $\lambda_1 - \lambda_2 = 0,41$ ,  $\lambda_1 - \lambda_2 = 0,48$  és  $\lambda_1 - \lambda_2 = 0,39$  volt az eredeti hálózat, a fekvőbeteg-járóbeteg

és a járóbeteg-fekvőbeteg-hálózatok). Ez azt is jelenti, hogy bár van bizonyos mértékű modularitás, de a közösségi szerkezet gyenge.

A spektrumok közötti átlagos euklideszi távolság nagyon kicsi volt. A járóbeteg-fekvőbeteg-hálózat megközelítőleg azonos távolságra van a másik két hálózattól, míg az eredeti és a fekvőbeteg-járóbeteg hálózatok közötti távolság valamivel nagyobb (7. táblázat).

Valószínű, hogy ez a távolság tükrözi az egy körüli sajátértékek sűrűségének különbségeit, ezzel szemben a járóbeteg-fekvőbeteg-hálózat Laplacian spektruma a másik két hálózat csúcstermedierjét mutatja.

A Laplacian spektrum legnagyobb sajátértéke minden egyes optimalizálást követően jelentősen csökkent, tükrözve azt a tényt, hogy az újonnan kifejlesztett hálózatok csökkent bipartidenciát mutatnak ( $\lambda_{24} = 1,65$ ;  $\lambda_{24} = 1,58$ ;  $\lambda_{24} = 1,45$  rendre az eredeti, a fekvőbeteg-járóbeteg és a járóbeteg- fekvőbeteg-hálózatok).

További megfigyelések alapján az eredeti és fekvőbeteg-járóbeteg hálózatok esetében a legnagyobb sajátérték a neurológia épületére lokalizálódott, míg a járóbeteg-fekvőbeteg hálózat esetében pedig az urológia épületére. Ezenkívül a szemrevételezés hasonlóbb hálózati topológiát tárt fel az eredeti és a fekvőbeteg-járóbeteg hálózatok vonatkozásában a betegek áramlásának az épületekhez való hozzárendelése szempontjából (ezt tükrözi az épületek maximális sajátértékeinek sajátvektora, hasonlóan a hálózatok csomópontos erősség-eloszlásához). A Laplacian spektrumok maximális sajátértékeinek további értékelése után minden esetben  $\lambda=1$  körüli szimmetrikus csúcsoakat találtunk, tükrözve mind a három hálózatban a sajátértékek magas számát  $0,9 \leq \lambda \leq 1,1$  között. Ez a hatás a fekvőbeteg-járóbeteg átrendezési sémában volt a legnyilvánvalóbb, és az eredeti hálózatban volt legkevésbé kifejezett.

Ezenkívül, az inverz Eigenratio-stabilitás értékelése alapján a hálózati szinkronizálás megnövekedett (0,255, 0,31 és 0,27 az eredeti fekvőbeteg-járóbeteg és járóbeteg-fekvőbeteg-hálózatok esetében).

## 5. MEGBESZÉLÉS

Eredményeink azt sugallják, hogy a vizsgált magyarországi régiókban az akut stroke kezelésére (trombolízisre) vonatkozó klinikai irányelveket gyakorlati átültetése a háziorvosi gyakorlatába eredményes volt. Ezt a következtetést az alapján vontuk le, hogy a háziorvosok hogyan értékelték a bemutatott két akut stroke klinikai esetet (5. és 6. ábra).

Vizsgálatainkban egyértelmű, földrajzi hatást találtunk, amely tükrözi a regionális, formalizált akut stroke-triázs rendszerét, felhívva a figyelmet a translációs erőfeszítések szisztematikus megközelítésének jótékony hatására. A válaszadók túlnyomó többsége egyértelműen stroke-ként határozta meg a két akut stroke-os klinikai eseteleírást, és a trombolízisre való alkalmasság szempontjából elkülönítette azokat egymástól (alkalmasság a trombolízisre vagy a trombolízisre való alkalmasság hiánya). Úgy tűnik továbbá, hogy az évek során az akut stroke, mint sürgősségi kórkép is ismertté vált a válaszadók között. Eredményeink implicit módon azt is jelezték, hogy a háziorvosok / rezidensek a pitvarfibrillációt ítélik meg a stroke lehetséges kockázati tényezőjeként, mivel gyakran jelöltek meg emboliás eredetet.

Eredményeink kedvezőbb gyakorlatot mutatnak az akut stroke-irányelvek alkalmazása tekintetében, mint azt a korábbi tanulmányok leírták. Egy hasonló brazil felmérés során, amely 149 sürgősségi ellátásban, illetve mentőknél dolgozó szakember stroke ismereteit értékelté, a szerzők azt találták, hogy bár a válaszadók nagy többsége képes volt megfelelően diagnosztizálni a bemutatott esetet stroke-ként, az időablakot csak egyszer említették, a trombolízis lehetőségét négyszer és a CT szükségességét tizenkétszer. Ezzel szemben a legfrissebb Kínában végzett vizsgálat eredményei azt is kimutatták, hogy a háziorvosok nem rendelkeznek elégséges ismeretekkel a prehospitális stroke ellátással kapcsolatban, ezt a megállapítást alátámasztja az alacsony intravénás trombolízis aránya. A stroke prehospitális felismerésének szükségességét a prehospitális ellátás késedelmének csökkentése érdekében más szerzők is megfogalmazták. Ezeknek a megállapításoknak a jelentősége igen nagy, mivel mindkét ország, Kína és Brazília is akut stroke ellátást szervez a nemzetközi irányelvekkel összhangban. Egy nemrégiben végzett magyarországi prospektív tanulmány 250 trombolízisre alkalmatlan stroke-os beteg adatait elemezte, olyan kórházban, ahol nincs dedikált stroke-egység. Eredményeik azt mutatták, hogy e betegek 37,2% -a először az ügyeletes háziorvost (47 beteg), vagy a háziorvosi rendelőt (46 beteg) kereste fel, és csak 91 (36,4%) beteg hívta azonnal a mentőket. Ezenkívül, a szerzők 2,66-szoros növekedést találtak a közvetlenül a mentőkkel történő kapcsolatfelvételére, ha ismert volt a beteg korábbi pitvarfibrillációja, megerősítve azt az felvetést, hogy a stroke kockázati tényezőkkal kezelt betegek jobban ismerik az akut stroke

legkedvezőbb kimenetelét. Az orvos-beteg találkozások megfelelő alapot kínálhatnak a beteg edukációhoz.

Felmérésünk rávilágított a TIA meghatározásának és az ebből adódó bizonytalanságok megoldatlan kérdéseire. A TIA definiálására korábban egy operatív meghatározást alkalmaztak, mely szerint minden 24 óránál rövidebb ideig tartó fokális agyi ischaemiás esemény TIA-ként határoz meg. Ezt a definíciót azonban tovább finomították, úgy, hogy a reverzibilis fokális agyi ischaemia mellett az akut infarktus hiánya is része a diagnózisnak. A TIA újradefiniálásának szükségességére az akut stroke kezelésében bekövetkezett szemléletváltás miatt volt szükség, ugyanis az akut thrombolysis indikációjának időablaka jelentősen rövidebb, mint a TIA definíciója szerinti időablak. Ezenkívül a TIA tüneti rendeződése is hangsúlyozta annak szükségességét, hogy a definícióban használt önkényesen definiált 24 órás meghatározást meg kell változtatni, mivel az MRI-vel igazolt átmeneti agyi keringészavarok 60% - a 1 órán belül, 71% - a 2 órán belül, 14 %-a a tünetek megjelenése után 6 órával rendeződtek, a betegek tünetmentessé váltak. Ennek megfelelően a TIA-t újradefiniálták, melynek értelmében a TIA neurológiai diszfunkció átmeneti epizódja, amelyet fokális agyi, gerincvelői vagy retinaischaemia okoz, akut infarktus kialakulása nélkül. Az új definíció fényében a TIA diagnózisának felállítása nem lehetséges ideggyógyászati képzővizsgálat nélkül. Ennek tükrében figyelemreméltó, hogy az általunk vizsgált két klinikai eset kapcsán milyen gyakori volt a TIA diagnózis. Ez alapján felmerül, hogy szükség van a TIA-val kapcsolatos ismeretek pontosítására, mivel a TIA meghatározása már 2017 szeptemberében bekerült az akut ischaemiás stroke kezelésére vonatkozó magyarországi gyakorlati irányelvekbe. A TIA diagnosztikai sajátosságaiból fakad, hogy az alapellátásban a diagnózis felállítása nehézségekbe ütközik. Egy svájci felmérés keretében vizsgálták a háziorvosok TIA diagnózissal történt beutalási szokásait egy, a TIA kezelésével kapcsolatos célzott kampánnyal kapcsolatban, megállapították, hogy a kampány növelte a TIA kezelésével kapcsolatos ismereteket.

Kutatásunkban az adatok kvantitatív értékelése azt mutatta, hogy a praxis Debrecentől 90 km-en belüli elhelyezkedése a bemutatott mindkét klinikai esetben növeli a megfelelő diagnózis felállításának esélyét. Ennek a földrajzi megkülönböztetésnek a jelentősége a régióban működő szervezett akut stroke-triázs rendszerből adja, amelyet a Debreceni Egyetem Neurológiai Klinikája tart fent. A regionális akut stroke-ellátás érintett szereplői (mentők, regionális kórházak, háziorvosok) közötti formális megállapodás által is támogatott, jól körülírt beteg-beutalási rend mellett a trombolízisre való alkalmasság, a klinikai döntések és az trombolízis kimenetelének szisztematikus nyomon követését a háziorvosok továbbképzése egészítette ki, a mentősök, oxiológusok és a kórházi stroke team folyamatos továbbképzésével párhuzamosan. A program sikerét

tükrözi az intravénás trombolízis kiemelkedő aránya, amely eléri az akut stroke-esetek 16-19% -át (87), továbbá kiemelhető az alacsonyabb stroke okozta halálozás Hajdú-Bihar megyében (7,07 / 100 000 lakos, szemben az országos átlaggal: 8,2 / 100 000 lakos) 2018-ban (7,07 / 100 000 lakos, szemben az országos átlaggal: 8,2 / 100 000 lakos Debrecenben).

A sürgősség és a trombolízis szempontjából releváns információk vizsgálata során az orvos-beteg kommunikáció tartalmának értékelésekor az életkor mindkét bemutatott klinikai eset szempontjából szignifikáns tényező volt. Ha a háziorvosok életkora egy évvel nőtt, az 1. és 2. klinikai esetekben rendre 1,04-szeresére és 1,15-szeresére nőtt a helytelen válaszok esélye az életkor egy egységnyi növekedése mellett. Az idősebb háziorvosok kevésbé mutatnak pozitív hozzáállást az irányelvek alkalmazásához, ami hozzájárulhat a szakmapolitikai változások gyakorlatba történő átültetésének hiányához.

Eredményeink szerint továbbá, a 2. klinikai eset kapcsán (ahol az esetleírás szerint a beteg nem volt trombolízis jelölt) a férfi orvosok nagyobb valószínűséggel válaszoltak helytelenül a beteggel való kommunikáció tekintetében. Ez a megállapítás nincs összhangban egy korábbi tanulmány eredményeivel, melyben a gyakorlati irányelvek betartását vizsgálták az alapellátást nyújtó orvosok bevonásával. A vizsgálatban a szívkoszorúér betegséget bemutató video eseteket kellett elemezni. Az eredmények nem mutattak fő, vagy interakciós hatást a válaszadó orvosok nemére vonatkozóan. Korábbi közleményekben rávilágítottak a prognózis megértésének jelentős hatására, illetve az akut intracerebrális stroke-os beteg kezelésére vonatkozó ajánlások korlátaira is. A 742 idegsebészből és neurológusból álló mintában a kezelés korlátainak esélye 1,61-al (95% KI 1,12; 2,33) nőtt, amikor a funkcionális függetlenség 0% -os prognózisát prognosztikai skála alapján mérték fel. Ezzel szemben a kezelési korlátok valószínűsége alacsonyabb volt, ha a prognosztikai pontszám nagy függetlenségi esélyt becsült. Egy korábbi tanulmányban a stroke-kal kapcsolatos ismeretek és a várt kimenetel közötti összefüggést alátámasztó megállapításokról számoltak be. Itt a mélyebb ismeretek megnövelték annak az esélyét, hogy nagyobb jelentőséget tulajdonítsanak a stroke-tünetek gyors azonosításának (EH: 1,23; 1,002-1,51). Az eredmények interpretálása során szem előtt kell tartani a jelen vizsgálat során gyűjtött adatok körülményeit, miszerint a válaszadókat egy háziorvosi továbbképzés keretében szervezett továbbképzésen vagy rezidenseknek tartott szemináriumon kerestük meg, így a résztvevőket vélhetően jobban motiválta a tanulás. Ezeknek a továbbképzéseknek a témája nem az akut stroke-ellátása volt, ezért vélhetően felmérésünkben a résztvevők meglévő ismereteit értékeltük. Ezenkívül, a nyitott kérdések használata a klinikai esetek értékeléséhez lehetővé tette a klinikai kompetenciák értékelését, mivel ez

magasabb rendű gondolkodást és tudásépítést feltételez. A minta mérete viszonylag kicsi, azonban ettől függetlenül robusztus eredmények születtek.

Eredményeinket összefoglalva, elmondható, hogy a háziiorvosi praxis földrajzi elhelyezkedése és a háziiorvosok életkora összefüggést mutatott az akut stroke ellátásával a betegút szervezésével, kapcsolatos ismereteikkel.

A vizsgált klinikai betegút szervezésben használt algoritmusok, melyekkel a kezdeti modellt javítottuk, bizonyítottan javították az ellátás hatékonyságát és csökkentették a betegmozgásokhoz kapcsolódó költségeket.

A háziiorvosok oktatása fontosnak bizonyult, és úgy tűnik, a gyakorlatban is alkalmazták az elméleti tudásukat. Mindazonáltal további vizsgálatokra lenne szükség a betegutak szervezésével és az akut stroke ellátással kapcsolatos ismeretek fejlesztésének érdekében, esetleg a térinformatikai ismeretek felhasználásával is.

Főbb eredményeink azt mutatják, hogy az akut stroke kezelésével kapcsolatos irányelvek változásait sikerrel alkalmazzák a háziiorvosok általános gyakorlatukban; ezért háziiorvosok jó célpontjai lehetnek az akut stroke-kal kapcsolatos kérdések tudatosításában, beleértve a betegek megfelelő szakellátó helyre időben történő beutalását.

Jelen tanulmányunk másik részében egyedi betegszintű adatokat használtunk fel a betegáramlás szervezésének értékelésére egy campus elrendezésű egyetemi kórházban azzal a céllal, hogy megvizsgáljuk a betegellátás egyik szükségszerű, azonban orvosszakmai szempontból hozzáadott értéket nem képviselő momentumának, a betegszállításnak az átszervezési lehetőségeit, a fizikailag megtett betegutak minimalizálásával. Ez a koncepció a folyamatszervezések „lean” megközelítéséből származtatható, amennyiben a fekvőbeteg-osztályok és a járóbeteg-egységek közötti fizikai közelség hiánya nem tekinthető értéknövelőnek. Erre való tekintettel a fizikai távolság minimalizálására egy algoritmus-alapú optimalizálási sémát alkalmaztunk, a beteg áthelyezésével egy másik fekvőbeteg osztályra, majd járóbeteg egységek újra kiosztása következett vagy fordítva. Mások munkáját alátámasztva, ez a koncepció lehetővé tette számunkra, hogy a betegek közlekedését úgy alakítsuk ki, hogy a hozzáadott értéket nem képviselő lépések egyszerűsödjenek, és ezáltal lehetséges hatásuk korlátozott legyen, miközben a betegellátás szempontjából értékes lépések változatlanok maradtak (pl. konzultációk és járóbeteg látogatások szükségessége). A gráfelmélet segítségével hálózatanalízist végeztünk a szolgáltatásnyújtás rendszerének jellemzésére az optimalizálás előtt és után. Míg a gráfelmélet fogalmait olyan menedzsment kérdések kezelésére használtuk, mint az ütemezés vagy a logisztika, legjobb tudásunk szerint ez a gráfelmélet első megvalósítása az egészségügyi szolgáltató működésének értékelésére.

A jelenlegi gyakorlat megvalósítható alternatíváit egy algoritmus segítségével határoztuk meg, amely eredményeként a betegek / orvosok által megtett távolság több mint 30% -kal csökkenthető, és az ellátási formák közti betegmozgások elkerülhetővé váltak 23 279 és 23 925 esetben, a fekvőbeteg-járóbeteg és az járóbeteg-fekvőbeteg betegáramlás optimalizálási tevékenységeket követően. Ezt egy rendszerszintű, felülről lefelé irányuló megközelítéssel értük el, a járóbeteg-egységek újrakiosztásával, és a betegek újbóli beosztásával olyan osztályokra, amelyek hasonló diagnózisú betegeket fogadnak. Az optimalizálást követően hálózatelemzéssel hasonlítottuk össze a régi és az új ellátórendszert. Megállapítottuk, hogy a fekvőbetegek átrendezése és a járóbeteg-egységek áthelyezése a betegutak számának csökkenéséhez vezetett (ezt tükrözi az átlagos csomópontok, átlagos csomóponterősség, átlagos súlyozott élsűrűség). A súlyozott élsűrűség csökkenése továbbá az épületek valamilyen specializálódási formájára utal, mivel kevesebb épületet köt össze kevesebb számú út, azaz a betegek több szolgáltatást kapnak az adott épületekben, így ezek az épületek az adott betegkörre specifikusabb ellátást kínálnak azzal, hogy változó számú járóbeteg-ellátást kínálnak, összhangban a fekvőbetegek igényeivel. Ezeket a megállapításokat tovább erősíti a klaszterezettség növekedése (amelyet a klaszterezési együttható növekedése jelez) és a csomópontok megjelenése (amelyet a sajátvektor központosságának növekedése tükröz). Ezenkívül a fontosabb csomópontok megjelenését a kettősség központosságának növekedése is jelezte. Ez azt jelenti, hogy növekszik a nagy befolyású csomópontok száma, így több épület generál nagy forgalmat. Pontosabban, a topológiai szegregáció (vagy helyi csoportosítás) ebben az egyetemi központú kórház információ-feldolgozásában a különálló épületekben végzett speciális ellátásra utal. Az eredeti és optimalizált hálózatainkban azonosítani tudtuk azokat a csomópont-régiókat, amelyek olyan helyzetben vannak, hogy erőteljesen hozzájáruljanak a globális hálózati kommunikációhoz azáltal, hogy felveszik a hub állapotot. Ezzel ellentétben a hálózatok összekapcsolhatósága is csökken, ezt az indexek spektrális sugara, algebrai kapcsolata tükrözi (csak járóbeteg-fekvőbeteg-optimalizálás esetén). Másrészt a szinkronizáció a szomszédsági és a Laplacian-mátrix elemzése szerint is megnőtt (lásd a spektrális rést és a normalizált inverz Eigenratio-t).

A kisvilág (*small world*) tulajdonságok értékelése során azt tapasztaltuk, hogy az optimalizálás a kisvilágiasság csökkenéséhez, valamint a helyi és globális hatékonyság csökkenéséhez vezetett, ezáltal csökken a hibatűrés és a párhuzamos információáramlás ezekben a hálózatokban. Bár ezek a paraméterek gráfelméleti szempontból kedvezőtlennek tűnnek, felvetjük, hogy e mutatók megváltoztatása előnyös lehetne az egészségügyi környezet szempontjából, mivel ez a specializáció egyik formájára és a párhuzamos folyamatok csökkenését tükrözi. Az egészségügyi szolgáltatások

megszervezése során a leoptimálisabb lehet az ellátás egy fizikai helyszínen történő megszervezése oly módon, hogy elegendő szakértelem és infrastruktúra kerüljön felhasználásra. Ez a megfigyelés is azt sugallja, hogy a rendszereket és hálózataikat tekintve eltérő paramétereket kell értelmezni, mint ahogy ezt korábban mások is javasolták.

Mindazonáltal a három hálózat Laplacian spektrumának vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy ezek meglehetősen hasonlóak, és a jellemző mutatók nem változtak (például a normalizált sajátértékek különbségének maximuma) vagy kedvezően változtak (*inverz Eigenratio*).

Az asszortativitás vizsgálata azt mutatta, hogy mindhárom hálózat disszortatív, az optimalizált hálózatok lényegesen diszortatívabbak, mint az eredeti hálózatok. Ez a megállapítás megerősíti azon kezdeti elképzelésünket, miszerint a betegáramlás a biológiai folyamatokat tükröző orvosi szükségletek mentén szerveződik, és nem csupán a szociális kapcsolatokon alapszik.

Az egészségügyi hálózatok elemzése és a betegáramlás vizsgálatára számos betegáramlási modellt állítottak fel. Ezeket legtöbbször különféle algoritmusokkal modellezték, a hatékonyságot pedig a betegek mozgási mintái alapján elemezték.

A betegek szállításának csökkenése mind az ápolási átadás-átvétel számának, mind a megtett távolságok tekintetében jelentős erőforrásokat igényel a betegtől, az egészségügyi szolgáltatótól és az ellátórendszerrel. A már felmerült kellemetlenségeken kívül szükséges a megbízottsági kérdések tárgyalása is. Korábbi kutatások kimutatták, hogy a betegek áthelyezése egyik helyszínről a másikra növeli a nemkívánatos események kockázatát, amelyek az elégtelen kommunikációból származnak. Ennek alapján felvethető, hogy a betegáramlás-logisztika megfelelő kezelése hozzájárul az egészségügyi ellátás értékének növeléséhez, melyet sokszor a teljesítmény javításának keretrendszerével határoznak meg. Ez a betegség kezelésének kimenetelén alapuló eredményeket is tükrözheti, amivel hozzájárulhat a betegek ellátásának kimeneteléhez (az ellátás minőségét, a betegek elégedettségét és biztonságát tekintve), valamint az ellátással kapcsolatos közvetlen és közvetett költségekhez.

Összefoglalva, a jelenlegi vizsgálatunkban egyszerű, felülről lefelé irányuló algoritmus-alapú optimalizáláson keresztül egy campus-alapú kórház betegellátásának átszervezési lehetőségét vizsgáltuk meg úgy, hogy az ellátás a betegek, illetve az őket ellátó orvosok által fizikailag megtett távolság mérséklődjön az orvosszakmai szempontok változatlansága mellett. Az optimalizálás eredményeként létrejött egy olyan rendszer, ahol csökkent az igény a több épületre kiterjedő betegátadásokra, nőtt az épületek specializációja és csökkentek a párhuzamos folyamatok. Ezeket a hatásokat gráfelmélettel kapcsolatos fogalmak segítségével azonosítottuk. Eredményeink alapján

felvethető, hogy a hálózatelemzés hasznos eszköz lehet a betegáramlási kapacitás tervezésében.

## 6. ÚJ EREDMÉNYEK

1. A házi orvosok ismereteit és gyakorlatát az akut stroke betegek ellátásával kapcsolatban a kvalitatív szövegelemzés és a szófelhők használata megfelelően tükrözte. Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a kvalitatív szövegelemzés alkalmas módszer az új ismeretek klinikai gyakorlatba való átültetésének elemzésére.
2. Az ismeretek gyakorlati translációja szempontjából meghatározó tényező volt a földrajzi elhelyezkedés, hiszen, ha a házi orvosi praxis a stroke centrumtól 90 km-en belül volt, akkor a trombolízisre való alkalmasság megítélése és a megfelelő betegút megszervezése szignifikánsan magasabb volt.
3. Az algoritmusok alkalmazása az ellátásszervezésben hatékony eszköznek bizonyult az optimális járó- és fekvőbeteg szakellátás struktúrájának megtervezésében, és képes volt csökkenteni a betegellátásban egy nem értéknövelő lépést (pl. a betegek/ orvosok által megtett távolságot). Előnyös a betegszállítási epizódok számának és fizikai hosszának minimalizálására, ezáltal fokozva a betegbiztonságot és a kapacitáskihasználást.
4. Minden orvosi döntés változatlanul hagyása mellett az algoritmus alapú optimalizálás a betegellátás fizikai szerkezetének megváltozását eredményezte. Gráfelmélet és spektrális gráfelmélet segítségével elemeztük a betegáramlást és következtetéseket vontunk le a betegellátás alapjául szolgáló hálózatra vonatkozóan (mind az előzetes, mind az optimalizálást követő esetben).

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az egészségügyi adatok feldolgozása évszázadok óta fontos területe az egészségüggyel kapcsolatos kutatásoknak, melynek módszertana folyamatosan változik és fejlődik. Az új megközelítési módszerek alkalmazása fontos és előremutató az egészségügy fejlesztése szempontjából. Dolgozatomban két új megközelítéssel végzett vizsgálatunkat ismertetem.

Az első vizsgálatban az akut stroke-kal kapcsolatos klinikai irányelvek mindennapi klinikai gyakorlatba történő átültetését vizsgáltuk a háziorvosok körében, melyben kvantitatív és kvalitatív szövegelemzést végeztünk, NVivo szoftver és szófelhő (*world cloud*) alkalmazásával. A kvalitatív elemzésünk a stroke-ot tárta fel a háziorvosok által leggyakrabban, helyesen megállapított diagnózisként. A területenkénti eltéréseket és a lehetséges etiológia ismeretek vizsgálata során a válaszadók megfelelően azonosították a trombolízisre való alkalmasságot. A kvantitatív értékelés azt mutatta, hogy ha a háziorvos közelebb helyezkedik el a stroke centrumhoz, megnő az akut stroke megfelelő diagnózisának valószínűsége.

Eredményeink azt mutatják, hogy a háziorvosok nagy része megfelelően diagnosztizálja az akut stroke-ot és azonosítja az intravénás trombolízisre alkalmas betegeket, de lehetnek eltérések az egyes orvosok gyakorlata között. A praxis földrajzi elhelyezkedése befolyásolhatja az akut stroke-triázs rendszerét és a betegek beutalási rendjét, ez is felhívja a figyelmet a transzlációs erőfeszítések szisztematikus megközelítésének és a folyamatos képzések jótékony hatására.

A másik vizsgálatunkban a már kórházba került betegek hatékonyabb betegút átszervezési modelljeit vizsgáltuk, amelyek célja a betegközpontú ellátás követelményeinek teljesítése. Egyik célunk volt a betegutak átszervezése a fekvő- és a járóbeteg-egységek áthelyezésének optimalizálása révén. Elemzésünket egy campus-alapú kórházban végeztük (Debreceni Egyetem, Klinikai Központ). A betegáramlási adatokat algoritmus-alapú optimalizáláshoz használtuk, hogy minimalizáljuk a járóbeteg-egységek közötti látogatások és az orvosok konzultációja miatt tett látogatások távolságának összegét. Optimalizált modellünkben a fekvőbeteg-ellátást átszerveztük, és a járóbeteg-egységeket áthelyeztük a szállítási igény minimalizálása érdekében. Az optimalizált sémákat gráf és spektrális gráfelmélet segítségével elemeztük.

Eredményeink szerint az optimalizálási folyamat megváltoztatta a kórházi elrendezést és csökkentette a betegszállítások iránti igényt. Az algoritmus alapú optimalizálási módszerekkel megalkotott rendszerek csökkenthetik az

épületek közötti betegátszállítás szükségességét és a hálózatelemzés hatékony eszköznek bizonyult a kórházon belüli betegáramlási kapacitás tervezéshez. Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az újabb megközelítési módszerek alkalmasak lehetnek az egészségügyi rendszerek elemzésére és hozzájárulhatnak azok fejlesztéséhez.

## 8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet Prof. Dr. Zsuga Juditnak, témavezetőmnek, azért, hogy részt vehettem a Ph.D. értekezést megalapozó tudományos kutatások tervezésében, kivitelezésében, értékelésében és azok közlését első-, illetve társszerzőként lehetővé tette számomra. Köszönöm folyamatos segítségét az értekezés elkészítésében, támogatását és biztatását. Köszönöm kutatócsoportunk tagjainak, hogy együttműködésükkel segítették tudományos munkámat.

Hálásan köszönöm a támogatást férjemnek, családomnak, akik a nyugodt, békés háttér biztosításával teremtették meg a körülményeket munkám és kutatásaim végzéséhez, valamint, hogy elviselték az ezzel járó nehézségeket és lemondásokat.

# 9. FÜGGELÉK



**DEBRECENI  
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400  
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/131/2022.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kolozsváriné Harsányi Szilvia  
Doktori Iskola: Egészségtudományok Doktori Iskola

## A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. Papp, C., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Gesztelyi, R., Emri, M., Zsuga, J.: Assessment of patient flow and optimized use of lean thinking transformation from the perspective of graph theory and spectral graph theory: a case study.  
*Technol. Health Care.* 29 (2), 199-211, 2021.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3233/THC-191782>  
IF: 1.285 (2020)
2. **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Balogh, N., Kolozsvári, L. R., Mézes, L., Papp, C., Zsuga, J.: Acute stroke awareness of family physicians: translation of policy to practice.  
*Health Res Policy Sys.* 18 (1), 1-9, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12961-020-00642-5>  
IF: 3.318

## További közlemények

3. Nánási, A., Ungvári, T., Kolozsvári, L. R., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Jancsó, Z., Láncki, L., Mester, L., Móczár, C., Semánová, C., Schmidt, P., Szidor, J., Torzsa, P., Rurik, I.: Expectations, values, preferences and experiences of Hungarian primary care population when accessing services.  
*Prim. Health Care Res. Dev.* 22, 1-7, 2021.  
IF: 1.458 (2020)
4. Garbóczy, S., Szemán-Nagy, A., Ahmad, M. S., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Ocsenás, D., Rekenyi, V., Al-Tammemi, A. B., Kolozsvári, L. R.: Health anxiety, perceived stress, and coping styles in the shadow of the COVID-19.  
*BMC Psychol.* 9 (1), 1-13, 2021.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s40359-021-00560-3>





5. Kolozsvári, L. R., Bérczes, T., Hajdu, A., Gesztelyi, R., Tiba, A., Varga, I., Al-Tammemi, A. B., Szöllösi, G. J., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Garbóczy, S., Zsuga, J.: Predicting the epidemic curve of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) using artificial intelligence: an application on the first and second waves.  
*Informatics in Medicine Unlocked*. 25, 1-13, 2021.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.imu.2021.100691>
6. Garbóczy, S., Szemán-Nagy, A., Ahmad, M. S., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Ocsenás, D., Rekenyi, V., Tischler, P., Al-Tammemi, A. B., Kolozsvári, L. R.: The Emergence of Dissociative Experiences as a Function of Perceived Stress Among University Students During the COVID-19 Lockdown.  
*Research Square*. 2021, 1-18, 2021.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-145432/v1>
7. Tele-Héri, B., Dobos, K., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Pálkás, J., Fenyősi, F., Gesztelyi, R., Mór, E. C., Zsuga, J.: Vestibular Stimulation May Drive Multisensory Processing: principles for Targeted Sensorimotor Therapy (TSMT).  
*Brain Sci*. 11 (8), 1-14, 2021.  
IF: 3.394 (2020)
8. Kolozsvári, L. R., Eörsi, D., Busa, C., Csikós, Á., Hargittay, C., Kalabay, L., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Mohos, A., Radványi, I., Rurik, I., Szabó, J., Török, K., Varga, A., Várnai, R., Gutási, É., Korolovszky, J.: A házirosvoképzés helyzete és fejlesztési lehetőségei. Nemzeti Népegészségügyi Központ, Budapest, 132 p., 2020.
9. Busa, C., Csikós, Á., Eörsi, D., Hargittay, C., Kolozsvári, L. R., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Mohos, A., Radványi, I., Szabó, J., Várnai, R.: Elemzés az alapellátásban dolgozó ápolók képzésének, kompetenciáinak nemzetközi gyakorlatáról. Akadémiai Kiadó Rt, Budapest, 100 p., 2020.
10. Barczí, E., Breitenbach, Z., Busa, C., Czető, Á., Csikós, Á., Eörsi, D., Galvács, H., Gyetvai, G., Hanka, K., Hargittay, C., Hegedűs, O., Járomi, M., Kalmár, Z. J., Karamáné Pakai, A., Kárpáti, Z., Kerti, E., Kiss, L., Kiss, N., Kolozsvári, L. R., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Korolovszky, J., Markó-Kucsera, M., Máté, O., Mohos, A., Oláh, A., Pállay-Kovács, S., Szabó, E., Szabóné Tamás, H., Tománé Mészáros, A., Ujváriné Siket, A., Várnai, R., Zrínyi, M.: Fejlesztési terv az egészségügyi szakdolgozók alapellátási és népegészségügyi ismereteinek, kompetenciáinak bővítésére. Akadémiai Kiadó Rt, Budapest, 86 p., 2020.
11. Barczí, E., Breitenbach, Z., Busa, C., Czető, Á., Csikós, Á., Eörsi, D., Galvács, H., Gyetvai, G., Hanka, K., Hargittay, C., Hegedűs, O., Járomi, M., Kalmár, Z. J., Karamáné Pakai, A., Kárpáti, Z., Kerti, E., Kiss, L., Kiss, N., Kolozsvári, L. R., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Korolovszky, J., Markó-Kucsera, M., Máté, O., Mohos, A., Oláh, A., Pállay-Kovács, S., Pátró, L., Szabó, E., Szabóné Tamás, H., Tománé Mészáros, A., Várnai, R., Zrínyi, M.: Konceptió az alapellátási kompetenciabővítő képzésekre. Akadémiai Kiadó Rt, Budapest, 76 p., 2020.



12. Kolozsvári, L. R., Bérczes, T., Hajdu, A., Gesztelyi, R., Tiba, A., Varga, I., Szöllősi, G. J., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Garbóczy, S., Zsuga, J.: Predicting the epidemic curve of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) using artificial intelligence.  
*medRxiv* 2020, 1-16, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1101/2020.04.17.20069666>
13. Égerházi, A., Kovács, Z. G., Magócs, É., Szöllősi, G. J., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Garbóczy, S., Kolozsvári, L. R.: Teszteld a memóriád (Test Your Memory) kérdőív magyar változatának (TYM - HUN) alkalmazhatósága.  
*Magy. gerontol.* 11 (37-38), 25-34, 2020.
14. Garbóczy, S., Magócs, É., Szöllősi, G. J., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Égerházi, A., Kolozsvári, L. R.: The use of the Hungarian Test Your Memory (TYM-HUN), MMSE, and ADAS-Cog tests for patients with mild cognitive impairment (MCI) in a Hungarian population: a cross-sectional study.  
*BMC Psychiatry.* 20 (1), 571-577, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12888-020-02982-6>  
IF: 3.63
15. Móré, E. C., Papp, C., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Gesztelyi, R., Mikáczó, A., Tajti, G., Kardos, L., Seres, I., Lőrincz, H., Csapó, K., Zsuga, J.: Altered irisin/BDNF axis parallels excessive daytime sleepiness in obstructive sleep apnea patients.  
*Respir. Res.* 20 (1), 1-15, 2019.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12931-019-1033-y>  
IF: 3.924
16. Kolozsvári, L. R., Kónya, J., Paget, J., Schellevis, F. G., Sándor, J., Szöllősi, G. J., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Jancsó, Z., Rurik, I.: Patient-related factors, antibiotic prescribing and antimicrobial resistance of the commensal *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pneumoniae* in a healthy population - Hungarian results of the APRES study.  
*BMC Infect Dis.* 19, 1-8, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-3889-3>  
IF: 2.688
17. Zsuga, J., Móré, E. C., Erdei, T. D., Papp, C., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Gesztelyi, R.: Blind spot for sedentarism: redefining the disease of physical inactivity in view of circadian system and the irisin/BDNF axis.  
*Front. Neurol.* 9, 1-13, 2018.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2018.00818>  
IF: 2.635





18. Kolozsvári, L. R., Kovács, Z. G., Szöllősi, G. J., **Kolozsváriné Harsányi, S.**, Frecska, E.,  
Égerházi, A.: Validation of the Hungarian version of the Test Your Memory = a Teszteld a  
memóriádat (Test Your Memory) magyar változatának validálása.  
*Ideggyogy. Szle. 70 (7-8), 267-272, 2017.*  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18071/isz.70.0267>  
IF: 0.252

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 22,584**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):  
4,603**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománytermetriai  
ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján  
elvégezte.

Debrecen, 2022.04.01.

