

Mit tud tenni a hálózattudomány az orvoslás helyzetének javításáért?

BALKÁNYI LÁSZLÓ

WHAT CAN NETWORK SCIENCE DO TO IMPROVE THE STATE OF PLAY IN MEDICINE?

BEVEZETÉS – A tanulmány az egészségügyi rendszer komplexitását és a hálózattudomány bevezetésével nyíló új perspektívát vizsgálja, kitérve a magyar helyzetre.

FŐBB GONDOLATOK – 1. Az egészségügyi rendszer nem elszigetelt elemekből áll, hanem komplex, szuperponált hálózati rétegekből, ahol a különböző csomópontok (például betegek, orvosok, kórházak) és különböző kapcsolatok (például vizsgálatok, kezelések, járó- és fekvőbeteg-epizódok) egymással változatos kölcsönhatásban vannak. 2. Bemutatjuk a főbb hálózati típusokat (véletlenszerű, kisvilág, skálafüggetlen és centralizált), és megvizsgáljuk, hogy ezek hogyan modellezik az egészségügyi folyamatokat. 3. Megmutatjuk, hogy a hálózattudomány hogyan segíti azonosítani a rendszer kritikus pontjait, a hatékonysági problémákat és a fejlesztés lehetőségeit. 4. A hazai helyzet elemzése terén jelezzük, hogy a hazai egészségügyi rendszerben az erőltetett centralizáció és a merev szabályozás gyakran akadályozza a hatékony működést, mivel az ellátórendszer inessential kisvilág és/vagy skálafüggetlen természetű. A tanulmány konkrét példákon keresztül mutatja be, hogyan alkalmazható a hálózati szemlélet az egészségügyben (például sürgősségi / ügyeleti ellátás, kórházi kapacitások tervezése).

KÖVETKEZTETÉS – A hálózattudomány egy ígéretes eszköz az egészségügyi rendszer jobb megértéséhez és fejlesztéséhez. Az ágazati döntéshozóknak érdemes figyelembe venniük a hálózati szemléletet, hogy hatékonyabb és rugalmasabb egészségügyi rendszert alakítsanak ki.

INTRODUCTION – The paper examines the complexity of the health care system and the new perspective opened up by the introduction of network science, with a focus on the Hungarian situation.

MAIN IDEAS – (1) The healthcare system is not composed of isolated elements, but of complex, superposed network layers, where different nodes (e.g. patients, doctors, hospitals) and different relationships (e.g. examinations, treatments, outpatient and inpatient episodes) interact with each other in a variety of ways. (2) We present different types of networks (random, small-world, scale-independent and centralized) and examine how they model healthcare processes. (3) We will show how network science helps to identify critical points in the system, problems of inefficiency and opportunities for improvement. (4) In analysing the Hungarian situation, we will show that in the Hungarian health care system, forced centralisation and rigid regulation often hamper efficient functioning, due to the inessential small-world and/or scale-independent nature of the care & cure system. The paper demonstrates through concrete examples how a network approach can be applied in health care (e.g. emergency/on-call care, hospital capacity planning).

CONCLUSION – Network science is a promising tool for better understanding and improving the health care system. Sectoral policy makers should take a network approach into account in order to develop a more efficient and flexible health system.

egészségügyi rendszer, hálózattudomány, centralizáció, decentralizáció, kisvilág hálózat, skálafüggetlen hálózat, hálózati elemzés

health system, network science, centralisation, decentralisation, small-world network, scale-independent network, network analysis

dr. BALKÁNYI László (levelezési cím/correspondence): Corvinus Egyetem, Egészségpolitikai Tanszék/
Corvinus University of Budapest, Department of Health Policy; H-1093 Budapest, Fővám tér 8.
E-mail: lbalkanyi@gmail.com

Érkezett: 2024. június 25. Elfogadva: 2024. július 24.

<https://doi.org/10.33616/lam.34.0455>

Lehetséges-e előrelépés a mindenkori egészségügyi reform szakmai-tudományos megalapozása felé?

Szakmai beszélgetések során újra meg újra felvetődik egy kérdés: lehet-e az eddigiektől eltérő, új módon, de tudományos-szakmai igénnyel leírni a több évtizede meg-meglóduló, majd félbemaradó ágazati reformkísérletek kudarcait? Világszerte sok elemzés vállalkozott az ágazati problémák feltárására más és más gondolati háttérrel, eszköztárral. Az egyik legismertebb módszertan a WHO egészségügyi rendszerkeretrendszere (WHO Health Systems Framework). A keretrendszer építőelemei: szolgáltatásnyújtás, egészségügyi munkaerő, egészségügyi információs rendszerek, alapvető gyógyszerekhez való hozzáférés, finanszírozás és vezetés/irányítás. Számos, a minőséget megragadni kívánó elemzés készült például a Donabedian-moddal. Objektivitást ígértek a kvantitatív módszerek: a szabványosított egészségügyi mérőszámok (például DALY-k, QALY-k, és másképpen a klasszikusok: csecsemőhalandósági ráta, várhatóélettartam-elemzések), általában a bizonyítékon alapuló orvoslás eszköztára. Fontosak a vegyes módszerek is, a kvantitatív és kvalitatív megközelítések kombinálása. Számos elemzés gazdasági központú, ilyenek például a költség-haszon számítások, a technológiaelemzés. A komplexitást jól megragadják a rendszerdinamika (system dynamics) vagy éppen az ügynök-alapú (agent based) modellezések. Az utóbbi évtizedekben hangsúlyt kapott az érdekeltek bevonása és a részvételi módszerek is. Ez a messze nem teljes lista látja, hogy az elmúlt években szakmailag megalapozottabbá vált a szakpolitizálás, a „health policy making” sokszor elátkozott, napi politikával terhelt világa.

De van-e olyan szemléletmód, amivel (nehéz matematikai apparátus nélkül) ráláthatunk erre a problémátömegre? Ami megmutatja a tevékenységünk lényegi szerkezetét, annak hibáit, torzulásait? Ahol használhatjuk orvosi, mintafelismerő gondolkodásunkat?

Az alábbi tanulmány erre tesz kísérletet, a hálózattudomány (network science, NS) szervezetre vonatkozó szemlélete segítségével. Jelezni kell, hogy itt és most nem érintjük magát a hálózatos orvostudományt (network medicine, NM: többek között a molekulák, például a gének és

fehérjék közötti kölcsönhatások bonyolult hálózataival foglalkozik, aminek elemzésével meghatározhatók a betegség-hálózatok kritikus alkotói és összefüggéseik, ami például új gyógyszercélpontok és biomarkerek felkutatásához vezethet). Erre egy másik tanulmány keretei hagynának elegendő teret. Más a fókusz az annak, amivel itt, az alábbiakban foglalkozunk. Most az egészségügyi ellátórendszer bonyolult folyamatainak, összetett intézményrendszerének hálózati (network science) elemzését járjuk körül, több lépésben. Elsőként végzünk egy gyors helyzetértékelést. Ezt követi későbbiekben az elemzéshez használt hálózattudomány alapfogalmainak áttekintése. A világszerte elismert magyar fizikus, hálózattudományi kutató, *Barabási Albert László* gondolatmenetét követjük majd. A harmadik szakaszban néhány példán keresztül részletesebb gondolatmenetben mutatunk be egy-egy hálózati szemléletű elemzést, végül következtetések zárják a cikket.

Ubi sumus, quo vadis, sanitas?

Mindannyiunk egészségének megőrzését, vagy ha már megbetegedett, annak visszaszerzését befolyásolja a társadalmi, (de számunkra különösen az) egészségügyi szervezeti környezetünk. Milyen az orvos elérhetősége? Hány perc múlva jön a mentő? Mennyit kell várni egy hasiultrahangvizsgálatra? Hogy működik, hogyan finanszírozott a családorvosi praxis, a szakrendelő, a kórház, működik-e a szűrővizsgálatok rendszere?

Érezzük, hogy ma súlyos „ágazati diszfunkcionalitásban” élünk. Az egészség megőrzésének intézményesített támogatása hiányos. Ha megbetegszünk, a betegutak töredezettek, szakadozottak, bizonyos elemei akár teljesen hiányoznak, más elemeinek hozzáférhetősége súlyosan egyenetlen. Nemhogy nem optimális a különböző szakmai erőforrások felhasználása, hanem sokszor nem is léteznek ezek az erőforrások. A helyzet egyszerre több évtizedes, külső okokból levezethető erózió és belső hatásokra fellépő korrózió eredménye. Az orvoslás tudományos, szakmai-technikai fejlődését opponáló, egyre kínzóbb relatív és abszolút emberi és anyagi erőforráshiánnyal küzdünk. Emellett szervezeti, működési és jogi környezeti anomáliák (például átgondolatlan szervezeti változtatások, salátatörvénykezés) vesznek körül. Eddig az objektív tények. A helyzet egyébként a világ sok országában hasonló – 2022-es hír volt, hogy Portugáliában zárnak be szülészetek, szakorvos hiányában (1).

Visszatekintve a rendszerváltás óta eltelt évtizedekre, politikai érdekekkel terhelt elemzések, vé-

Érezzük, hogy ma súlyos „ágazati diszfunkcionalitásban” élünk. Az egészség megőrzésének intézményesített támogatása hiányos.

lemények sokasága ítéli meg a kihívásokra adott hazai ágazati szakmapolitikai válaszokat. A LAM lapjain is évtizede olvashatjuk a Töprengőt, képet kapva a helyzetről.

Az orvoslás szerkezete és a hálózatos szemlélet

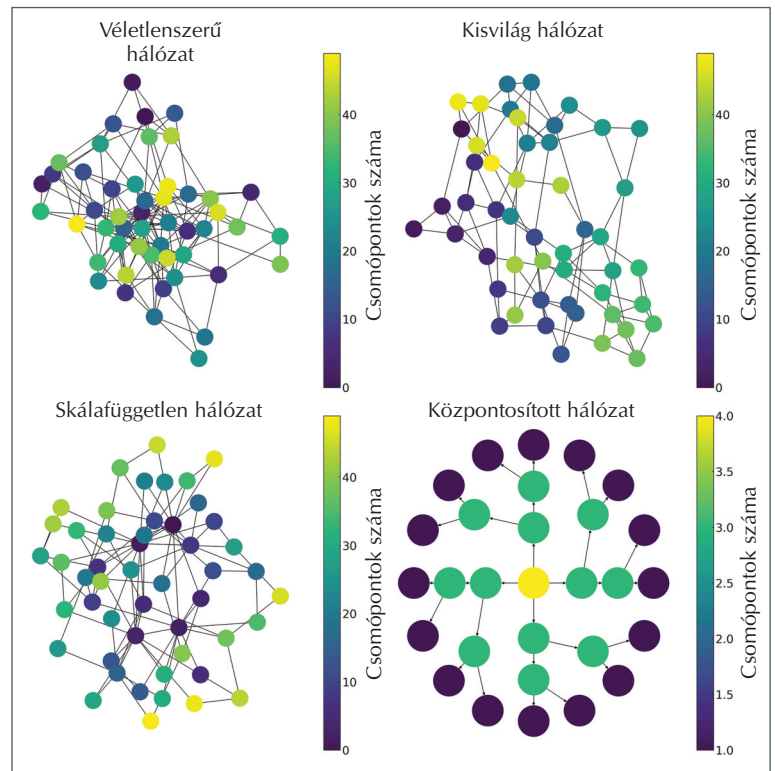
A centralizálás – decentralizálás vita: a mindenkori egészségügyi reform állatorvosi lova

Kezdjük gondolatmenetünket egy „örökzöld” példával, az évtizedek óta újra és újra lezajló centralizáció-decentralizáció vitával. A közelmúltban megjelent érdekes cikk (2) az OECD-országokban kutatta a decentralizáció hatásait az egészségügyi ellátás mérhető jellemzőire. Az elemzés szerint a decentralizáció szintje összefüggésbe hozható a magasabb egészségügyi biztonsági kapacitással és az egészségügyi szolgáltatásokkal való elégedettséggel is. Az egészségpolitikai feladatok és területek tekintetében a decentralizáltabb országokban szignifikánsan magasabb az egészségügyi szolgáltatásokkal való elégedettség és az ellátásbiztonság is. Lehet tehát ezt is mérni, kutatni. A *decentralizálás versus centralizálás* vitára persze ez az egy vizsgálat nem ad választ, de elgondolkodtató.

Hogy lehetne általános érvényű, objektív választ kapni ilyen és hasonló kérdésekre? Hogyan lehetne az ágazatvezetés számára aktuális politikai érdektől mentes, szigorúan szakmai javaslatokat tenni? A javasolt válaszukhoz először egyet hátra kell lépni és meg kell ismerkedni egy lehetséges kutatási eszközzel, egy más szemléletet adó területtel: a hálózatok világával.

A hálózatos személet alapjai – hogyan ragadható meg az orvoslás lényege hálózatként

A hálózatos látásmód a világot nem elszigetelt objektumok halmazaként szemléli, hanem egymással összefüggő elemek hálózataként látja. Barabási Albert László, a magyar fizikus és hálózat-kutató munkája kiemelkedő szerepet játszott a hálózattudomány mint önálló tudományág fejlődésében és népszerűvé tételében a 1990-es évek végétől kezdődően. Kutatásai kimutatták, hogy sok valós hálózat, mint például a szociális hálózatok, maga az internet, de a biológiai (biokémiai és genetikai) hálózatok is, hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezekben a *skalafüggetlennek* nevezett hálózatokban a legtöbb csomópont csak kevés más csomóponthoz kötődik, de min-



1. ábra. Hálózattípusok

dig van néhány *super-csomópont* (hub) is, amelyekhez sok-sok más csomópont kapcsolódik. A skalafüggetlenségre még visszatérünk a fogalmak magyarázatánál. Barabási vizsgálódásai számos jelenséget tettek érthetőbbé, mint például a hálózatfejlődés, felbomlás, stabilitás. A későbbiekben az orvoslásra mint ilyen hálózatos tevékenységre tekintünk majd rá – rögtön fontossá válnak a fejlődés, a felbomlás és a stabilitás fogalmi!

De pontosítsuk előbb az alapfogalmakat: A hálózat *csomópontokból* és azokat összekötő *kapcsolatokból* áll. A csomópontok lehetnek (többek között) *állandó tényezők*, például emberek, tárgyak, intézmények. Egy másik hálózatban csomópontok lehetnek (időben korlátozott) *események* is. *Kapcsolatok* lehetnek például interakciók, befolyásolások, de az is lehet egy kapcsolat, hogy egy csomópont fogalom része egy másik csomópont fogalomnak (például egy kórház és annak egy osztálya közötti kapcsolat).

Az orvoslást ontológiai lényegét tekintve tehát kétféle hálózattal ragadhatjuk meg: úgynevezett *létezők*, azaz *kontinuánsok* (például egy orvos, a beteg, egy kórház, az egészségbiztosítási alap) hálózataként, vagy történések, *események*, azaz szakkifejezéssel *okkurenszek* (például megbetegedések) hálózataként.

Mindkét hálózatforma többféle hálózati mintázati típusban valósul meg (1. ábra). A típusok azért lesznek fontosok, mert a matematikusok mélyen vizsgálták a típusok jellemzőit, stabilitását, robusztusságát, azaz például a hálózat fennmaradási képességét egyes csomópontok kiesése esetére. És ez a fennmaradási képesség az, ami ma megkérdőjeleződik mind a köz-, mind a magánfinanszírozott egészségügyben. De később erre is visszatérünk.

Nem elveszve a részletekben, az alapvető típusok az alábbiak.

Véletlenszerű hálózat: Ilyen hálózatban a csomópontok közötti kapcsolatok száma véletlenszerű, nincs semmiféle szabályosság. A matematikusok régóta jól ismerik ezeket a Rényi-féle véletlen hálózatokat (3). Belátható, hogy az egészségügy nem ilyen természetű, sem az eseményeit, sem a létezőit illetően.

Kisvilágok hálózata: A kapcsolatok klaszterezettek, azaz a csomópontok többsége egy-egy bokrba szerveződik. A bokrokon belül sok a kapcsolat, míg a bokrokot néhány, sok kapcsolattal rendelkező csomópont (hub) köti össze. A kisvilág hálózatokat a klaszterekben kis átlagos csomóponttávolság jellemzi (4). Számos más speciális tulajdonsággal is rendelkeznek. A kisvilág hálózatok (a majd tárgyalásra kerülő skálafüggetlen hálózatokhoz hasonlóan) helyi rugalmasságot mutatnak globális szilárdság mellett. Ennek fő oka a redundancia, azaz a csomópontok közötti alternatív útvonalak jelenléte a hálózatban. A kisvilágok önszerveződők, külső beavatkozás nélkül is képesek kialakítani és fenntartani magukat. Ez a tulajdonság a hálózat elemei közötti lokális interakciókból ered. A sok kapcsolattal rendelkező csomópontok (hubok) fontos szerepet játszanak a hálózat működésében, és sérülékenyek a hibákkal szemben. Ugyanakkor a hálózat rugalmassága miatt egy-egy központi csomópont elvesztése nem feltétlenül okoz globális összeomlást.

Fentiek következménye még további fontos jellemzők megléte:

A kisvilág hálózatokban az információk gyorsan terjednek. Ez a tulajdonság fontos szerepet játszik a hálózatok szinkronizációjában és koordinációjában.

A kisvilág hálózatok képesek alkalmazkodni a változó környezethez, adaptívak, ami az önszerveződésből és a hálózat rugalmasságából ered.

A kisvilág hálózatokban hatékony a kommunikáció.

Intuitív módon érezhető, hogy az ilyen hálózatok jelen vannak az egészségügy széles vett területein, úgy a népegészségügyben, mint a köz-, vagy magánfinanszírozott ellátásban. Például egy szakrendelő különböző szakrendeléseinek ilyen mintázatot mutatnak. Kutatások szerint a jól integrált európai egészségügyi rendszerek, mint a skandináv országoké, gyakran alkalmazzák a kisvilág hálózati elveit az ellátás optimalizálása érdekében. A különböző egészségügyi szolgáltatók központosított adatbázisokon és összehangolt ellátási útvonalakon keresztül kapcsolódnak. Az integrált megközelítés lehetővé teszi a betegellátás hatékonyabb irányítását, és növeli az egészségügyi rendszer általános eredményességét.

Skálafüggetlen hálózat: Ahogy jeleztük, az ilyen hálózatokra az jellemző, hogy mindig vannak csomópontjai, amelyek jelentősen magasabb kapcsolatszámúval (más szóval fokszámmal) rendelkeznek (hub). Ugyanakkor nincs hierarchikus kapcsolat a csomópontok között. A kapcsolatok számának eloszlása legtöbbször hatványfüggvény szerinti. Ez utóbbi meglehetősen jól jelzi a skálafüggetlenséget, azaz, ha egy nagy, komplex skálafüggetlen hálózat bármely kisebb részét tanulmányozzuk, azon belül hasonló struktúrát találunk, mint annak egészében. Az egészségügy minden területén, minden szintjén találkozunk döntéshozó és azokat végrehajtó kisebb-nagyobb csoportokkal, teamekkel. Szinte nincs már olyan folyamat, ahol pácienssel kizárólag egyetlen egészségügyi szereplő foglalkozna. A rendszer egészének működtetése is többszintű csapatok együttes munkája. A skálafüggetlenség „ránézésre” nehezen dönthető el, de számos kutatás igazolja, hogy ilyen mintázat több helyütt létezik az egészségügyben. Ilyenek például az integrált ellátási hálózatok (IDN-ek) az Egyesült Államokban (5), amikor különböző egészségügyi szolgáltatókat – köztük kórházakat, klinikákat és járóbeteg-ellátó intézményeket – kapcsolnak össze az átfogó ellátás biztosítása érdekében. A skálafüggetlen jelleg abból adódik, hogy az egyes csomópontok (létesítmények) különböző számú kapcsolattal rendelkeznek, és néhány központi csomópont (nagy kórházak) sok kisebb szereplővel (rendelések és speciális szolgáltatások) van összekötve, ezáltal jobb a koordináció és az erőforrás-elosztás, csökkent a szolgáltatások megkettőződése. Szintén skálafüggetlen hálózatokat alkotnak a (zömében angolszász országokban) vizsgált egészségügyi szakmai hálózatok is (6).

E hálózatokban mindig kiemelkedik néhány sokszorosan összekapcsolt szereplő (például kulcsfontosságú orvosi véleményformálók vagy gyógyszerkutatások központi koordinátorai). A skálafüggetlen hálózatok matematikailag mér-

A hálózatos látásmód a világot nem elszigetelt objektumok halmazaként szemléli, hanem egymással összefüggő elemek hálózataként látja.

hetően, hasonlóan a kisvilág hálózatokhoz, lokálisan rugalmasak, de globálisan szilárdak. A hálózat lokális zavarai nem feltétlenül okoznak globális összeomlást. Ennek oka itt is a redundancia, azaz a csomópontok közötti alternatív útvonalak jelenléte a hálózatban. Hasonló, fontos tulajdonság az önszerveződési képesség: külső beavatkozás nélkül is képesek kialakítani és fenntartani magukat. Ez a tulajdonság a hálózat elemei közötti lokális interakciókból ered. Az ilyen hálózatok tehát robusztusok: ellenállóak a csomóponti kiesések vagy kapcsolatmegszűnések okozta hibákkal szemben. Ennek oka az említett redundancia mellett a decentralizált szerkezet. A vizsgálatok szerint ez a struktúra megkönnyíti a legjobb orvosszakmai gyakorlatok elterjedését, javítja a szakmai kommunikációt és javítja az ellátás minőségét. Tapasztalatok alapján az ilyen hálózatok segítik az egészségügyi ellátás biztonságának javítását is.

Központosított hálózat: A perifériás csomópontok hierarchikusan kapcsolódnak egy központi csomópontozhoz. Nem kell hálózatelméleti analízis ahhoz, hogy a központosítás szakmailag előnyösnek látszó oldalait felismerjük: egyszerűbb az ellátáskoordináció és a szabványosítás. Érvényesülhet a méretgazdaságosság. Egyszerűbb a szakpolitikák kidolgozása és végrehajtása. Még sincs a világ egyetlen, akár csak közepesen fejlett országában sem teljesen centralizált egészségügyi rendszer. A centralizálási kísérletek rendre elbuktak. A felszínen is láthatóak ennek főbb tünetei: rugalmatlanság és lassú reagálás; túlterhelt központi hatóság; a helyi autonómia és innováció elvesztése; horizontális kommunikációs akadályok; hibás forráselosztás. E tüneteknek azonban közös, hálózatelmélettel igazolható háttere van, erre a későbbiekben visszatérünk. Így végül számos európai ország, bár erős központosított egészségpolitikai keretek mentén, de jelentős operatív felelősséget ruház át a regionális és helyi hatóságokra. A hibrid megközelítés a nemzeti normák és a helyi rugalmasság és reagálóképesség egyensúlyát célozza.

Meg kell jegyezni, hogy a kisvilágok és a skálafüggetlenek között van átfedés – matematikai tulajdonságait tekintve van olyan hálózat, ami egyszerre mutatja a szükséges paramétereket ahhoz, hogy egyaránt legyen kisvilág hálózat és skálafüggetlen is. Ennek matematikai részletei itt és most nem érdekesek számunkra.

Hálózatok az egészségügyben

A fenti hálózattudományi gyorstalpaló is már valamelyest segít egy rendszerszerű áttekintés-

hez az ágazat bonyolult világában. Kicsit érdekes újra kitekintünk: egy 2023-as szisztematikus áttekintés (7) csak adathálózatokból egy tucat (!), egymással átfedésben lévő fajtát talált és vizsgált a világ országainak ellátórendszereiben:

- rutinszerűen gyűjtött egészségügyi adatok (RCHD) hálózata;
- kórházmenedzsment-rendszer (HMS) hálózata;
- egészségügyi információs hálózat (HIN);
- elektronikus egészségügyi nyilvántartások (EHR);
- egészségügyi információ-csere rendszerek (HIE);
- intézményközi adatcsere-hálózatok (IES);
- betegátadás, -átvételi hálózatok (PTN);
- beteginformáció-megosztó egészségügyi hálózatok;
- hálózatos epidemiológia;
- munkahelyi interakciós hálózatok;
- orvosi együttműködési hálózatok (PCN);
- komorbiditási hálózatok.

Folytatva a gondolatmenetet: sem kalkulus, sem gráfelmélet nem kell ahhoz, hogy a fenti alapmodellek viselkedését az egészségügyben megértsük. Belátható, hogy az „események” hálózati mintázata más és más lesz *különböző természetű események hálózata* esetén. A későbbiekben erre példákat ismertetünk.

Ugyanígy többfélék a „létezők” (például alapellátási praxisok, szakrendelők és kórházak) hálózati mintázatai, attól függően, hogy a betegmozgások, a munkaerőmozgások vagy a finanszírozás folyamatai mentén kapcsoljuk őket össze.

Mivel ugyanazok az események és létezők (az aktív és passzív szereplők, a helyszínek, az eszközök) egyszerre több, különböző kapcsolatban vannak, ezért a teljes egészségügy komplex, dinamikus változó hálózatok szuperpozíciójaként képzelhető el. Ebben a sokrétegű ‘hálózatok hálózatában’ az egyes hálózati rétegeknek más és más a struktúrája, más és más a dinamikája. Nyilvánvaló az is, hogy az egyik hálózatba történő beavatkozás a másik hálózatot is befolyásolja.

A hálózatos szemléletmód használata

Kezdjük el használni a hálózatos szemléletet egy erős állítással: ha a valóságban *kisvilág* szerkezetű problémák hálózatára (például egy kisebb vagy nagyobb kórház működtetése) erősen *centralizált* (országos szintű) menedzsmenthálózattal allokálunk erőforrást, akkor ennek egyenes követ-

A kórházak és főleg a kórház-szakrendelők kombinációi kisvilág- és skálafüggetlen hálózati jellegzetességet mutatnak.

A kórház szervezetiileg a modern világ utolsó manufaktúrája.

kezménye például, hogy az ország vezető kórházaiban hetekig állnak a nem működő liftek; vagy az, hogy hóhullám esetén a fővárosban elromló klímák miatt vezető kórházakban leállnak a műtétek, és csak a bejelentést követő harmadik napon (!) jelölik ki a Kórházak – OKFŐ – NNGYK bürokratikus, centralizált döntéshozatali pályáin a helyettesítő intézményeket. És ezen a harmadik napon még nincs hír a javítás várható hosszáról. Ez elfogadhatatlan.

Az eddigi megállapítások szinte triviálisak. De a valódi kérdés az, hogy a hálózattudomány tud-e adni konkrét segítséget a problémák objektív feltáráshoz és megoldáshoz, például ahhoz, hol és milyen egészségügyi szolgáltatás van látens kritikus helyzetben, fenntarthatóak-e a kis kórházak, vagy hogyan kellene átszervezni az ügyeleti szolgáltatást, hogy az elérhető kapacitás a lehető legjobban kiszolgálja az igényeket. A válasz a szakirodalom alapján a határozott igen.

Egy angol példa a hálózatos szemlélet problémafeltáró és megoldó lehetőségeire

Egy jó példa erre *Kohler* és munkatársai munkája (8), mely hálózattudományi elemzéssel tárta fel a sürgősségi sebészeti szolgálatok adatainak felhasználásával a skálafüggetlen és kisvilágstruktúrákat egy összetett egészségügyi rendszerben. Konkrét célkitűzésük az volt, hogy a sürgősségi sebészeti felvételek perioperatív ellátási rendszerének struktúráját vizsgálják egy tercier kórházban. A sürgősségi sebészeti ellátások hálózati reprezentációját az elektronikus egészségügyi nyilvántartásokból (EHR) származó betegelhelyezési adatok felhasználásával építették fel, több mint 3 év adatainak feldolgozásával, 16 500 sebészeti beavatkozást feldolgozva. Hálózati paraméterek mérésével (fokeloszlás, közöttség-centritás és más kisvilági jellemzők) elemezték az adatokat, a hálózat szerkezetét. Az elemzés azt mutatta, hogy a szolgáltatás egy komplex rendszer, amely skálafüggetlen, és egyben kisvilági hálózati tulajdonságokkal rendelkezik. A rendszerben azonosították a potenciális szupercsomópontokat és a szűk keresztmetszeteket is. Az elemzés szerint az adott kórházban a sürgősségi sebészeti ellátás struktúrája és rugalmassága általában véve robusztus. Ugyanakkor rá tudtak mutatni, hogy melyek a kulcsfontosságú csomópontok a rendszer sérülékenysége szempontjából – ez bonyolult rendszereknél nem triviális.

Az angol példát követően érdemes a hálózati szemléletet alkalmazva megvizsgálni néhány hazai történetet a közelmúltból.

Hazai példák – kérdéses helyzetek

Ahhoz, hogy a hálózatos szemléletet ágazati szinten megfelelő mélységben használhassuk, speciálisan hálózati szemléletű adatgyűjtés és elemzés kell. Itt nyilván nincs lehetőségünk arra, hogy egy teljes ágazati hálózati modell rétegeit, alkotóit együtt végig gondoljuk, mert ez bőven szétfeszítené e bevezető cikk terjedelmi korlátait. De fontos itt jeleznünk, hogy láthatóan, tudottan más és más, eltérő jellegű, logikájú hálózati mintázata van

- a populáció genetikai és epigenetikai terheltségének;
- az életmód okozta betegségtehernek;
- a természetes és épített környezeti (és munkaegészségügyi) ártalmaknak;
- az egészségtudatosság és a népegészségügyi intervenciók szervezeti hátterének és hatásának;
- a bekövetkező megbetegedések előfordulásának;
- az ellátási eseményeknek;
- az ellátási szervezeti erőforrásoknak, akár köz- akár magánellátásban;
- a köz- és magánfinanszírozás hálózatának;
- a mindezt átfonó szabályozási hálózatnak.

A felsorolás messze nem teljes, de talán arra alkalmas, hogy az olvasóval megosszuk a komplexitás élményét és felébresszük érdeklődését, hogy a hálózatos szemlélet hogyan növelheti az átláthatóságot.

A kórházi kapacitások centralizációja – hálózattelméleti megfontolások

Nem kétséges, hogy a kórházak bonyolult belső világa is legalább két hálózat szoros egymásra vetítésével jellemezhető. Az egyik hálózat (nevezük ezt horizontálisnak) a betegekkel történő eseményekből épül. Ennek fő jellemzője részvilágait tekintve az egyediség, minden egyes beteg története egyedi, a kórház szervezetiileg a modern világ utolsó manufaktúrája – és ez így is marad. A másik hálózat (nevezük ezt vertikálisnak) a kórházi szolgáltatások (a diagnosztika, az ellátás-ápolás, a terápiás beavatkozások, gyógyszerelés, műtéti beavatkozások) fenntartását, működtetését szolgálja. Itt jóval iparszerűbb a tevékenységek nagy része. Gondoljunk csak egy kórházi laboratóriumra, ahol laborautomata végzi a köteget vizsgálatok nagy számát. E két háló-

lázat együtt működtetése lokálisan is állandó készenlétet igényel, döntési helyzetek sokaságába hozva a helyi közép- és felsőszintű vezetést. Különösen így van ez az erőforráshiányos helyzetekben. Ilyen esetben az intézetek feletti hierarchikus centralizálás biztosan hatékonytalan és eredménytelen is, mivel a döntéseket egyre távolabb viszi a probléma helyétől. A szubszidiaritás mint attitűd kivezetésével nagy kockázatot vállal az ágazati vezetés. Látjuk is ennek eredményét a mindennapokban. A hálózattudományos kutatások szerint a kórházak, és főleg a kórház-szakrendelők kombinációi kisvilág- és skálafüggetlen hálózati jellegzetességet mutatnak. A hierarchikusan hálózatos menedzsment erre rávetülve biztosan további diszfunkcionalitáshoz vezet. Ehelyett a teljesítményvezérelt, minőségbiztosított finanszírozási folyamatot, annak szabályozását kellene fejleszteni, a lokális minőségbiztosítást, az ehhez szükséges transzparenciát kellene centralizáltan támogatni. Az erőforrás-allokáció hálózati mintáztatának kellene követnie a valós történéseket, az egészségállapoton alapuló várható és megtörténő eseményeken alapuló igényeket, ahelyett, hogy ezek egyre jobban elszakadnak egymástól.

További példák a közelmúlt centralizációs irányú intézkedései kapcsán

Számos konfliktust hozott az ügyeleti rendszer hálózati szempontokra (is) érzéketlen átszervezése. Bizonyos ügyeleti feladatokra annak megfelelő kompetenciájú szakemberek integrált hálózata, együttműködése alkalmas. De a király ruhája hiányos: triviálisan nem alkalmas a mentési feladatokra kiképzett (bármilyen kiváló) szakemberek hálózata orvosi ügyeleti ellátásra. Nem alkalmas a soha gyermeket nem látott / nem gyógyított felnőtt háziorvos a gyermekügyeleti ellátásra. Hasonló lépést (a kompetenciák kiterjesztését) csak megfelelő képzést követően, önkéntes alapon lehetne meglépni. Az ügyeleti átszervezés nélkül felelőtlen döntés, különösen, ha keverjük ennek az erőforrásait. Más a hálózati működési módja a hierarchikus mentőszolgálati működésnek, mint az autonóm háziorvosok kooperációjára épülő, önmagát szervezni képes szolgálatoknak. Kétségbeesett lépés, szomorú eredménnyel.

Még egy példa a családorvosi körből: jelentősen eltér a családorvosi betegellátás és a területi halottvizsgálati feladatok térbeni, időbeni hálózata – biztos, hogy ezt a feladatot (akár csak részben is) ugyanazon emberi erőforrás hálózatra kell bízni? Hogyan lehetetlenít el például egy

```
import matplotlib.pyplot as plt
import networkx as nx
# Generate small world network
small_world_graph = nx.watts_strogatz_graph(n=30, k=4, p=0.1)
# Plotting function
def plot_graph(graph, title):
    plt.figure(figsize=(8, 6))
    nx.draw(graph, with_labels=True, node_color='skyblue',
            node_size=700, edge_color='gray', font_weight='bold')
    plt.title(title)
    plt.show()
# Plot graph
plot_graph(small_world_graph, "Small World Network")
```

2. ábra. Kisvilág hálózati ábrát generáló kód – ChatGPT

balesethez kapcsolódó halottvizsgálat egy éjszakai ügyeletet? Bár hangzott el ígéret az ágazati vezetés részéről (például Budapesten külön halottvizsgálati eljárás indul), de nem látjuk a lépéseket.

A védőnői szolgálat „államosítása”, centralizációja is erősen kérdőjeles. Hálózati szempontból a védőnői munka mintázata leginkább az önkormányzati szociális munka hálózatával mutatna átfedést. Triviális, hogy hova kellene a szervezeti erőforrásokat telepíteni, hogy ez a munka jól menjen. Nem ez történt.

De említhetjük az ÁNTSZ, az országos intézetek megszűnését, előtte a fokozatos diszfunkcionális egybeolvadásokat. Már maga az 1991-ben megújult tisztiorvosi szolgálat és az országos intézetek (OEK, OGYI stb.) háttérhálózata is network science-szemmel egymással nem kompatibilis szolgáltatások nem szervesült szövődéke volt. De az újabb átszervezés, a nagyrészt centralizációs irányú hullám a hatósági és szolgáltatási funkciókat végletesen keverte, majd szétszórta, a szervezeti autonómia hordozta értékeket felszámolta. A járványügyi következmény nem meglepő: országunk hetekig a világszerte legmagasabbak közötti többlethalalozási rátát mutatta a Covid-járvány 2020-as 2. és 3. hullámában.

Következtetések

A hálózati szemlélet tanulságai zömében ellenkező irányba mutatnak a ma zajló, fentről vezérelt ágazati változtatásokkal. A példák külön-külön is romboló erejű hatásai összegződnek. Ennek jobb megértéséhez a fenti, nem szisztematikus megfigyelések és a nem is feltétlenül országspecifikus tények és tanulságok valamelyest segít-

hetnek. A célját tekintve a hálózatos perspektívát bemutató elemzés mindenképpen további, rendszeresítő vizsgálatért kiált.

Megjegyzés: a cikk saját ábrája, a 2. ábra a ChatGPT (<https://openai.com/chatgpt/>) mester-

séges intelligencia (MI) eszközzel készült, a cikk irodalom példái többségét a Perplexity (<https://www.perplexity.ai/>) és a SciSpace (<https://typeset.io/>) MI-támogatott irodalomkeresőivel talál-
tuk és elemeztük.

Irodalom

1. Demyon C. Doctor shortage pushes Portugal's maternity units to the brink. *Reuters* 2022.06.16. <https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/doctor-shortage-pushes-portugals-maternity-units-brink-2022-06-16/> Utoljára megtekintve: 2024. 07. 23.
2. Durmuş V. Does the healthcare decentralization provide better public health security capacity and health services satisfaction? An analysis of OECD countries. *Journal of Health Organization and Management* 2024;38(2):209-26. <https://doi.org/10.1108/JHOM-01-2023-0021>
3. Erdős P, Rényi A. On the evolution of random graphs. *Magyar Tud Akad Mat Kutató Int Közl* 1960;5:17-61.
4. Watts DJ, Strogatz SH. Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature* 1998;393:440-2. <https://doi.org/10.1038/30918>
5. Elrod JK, Fortenberry JL. The hub-and-spoke organization design: an avenue for serving patients well. *BMC Health Serv Res* 2017;17(Suppl 1):457. <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2341-x>
6. Cunningham FC, Ranmuthugala G, Plumb J, Georgiou A, Westbrook JJ, Braithwaite J. Health professional networks as a vector for improving healthcare quality and safety: a systematic review. *BMJ Quality & Safety* 2012;21:239-49.
7. Rajamani SK, Iyer RS. Networks in healthcare: A systematic review. *BioMedInformatics* 2023;3:391-404. <https://doi.org/10.3390/biomedinformatics3020026>
8. Kohler K, Ercole A. Can network science reveal structure in a complex healthcare system? A network analysis using data from emergency surgical services. *BMJ Open* 2020;10:e034265. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-034265>



Válogatás az eLitMed.hu orvostudományi portál Mesterséges intelligencia rovatának híreiből

Az AI-nak jobb a szókinccse, mint az embernek

A mesterséges intelligencia alapú szoftverek verbális intelligenciáját vizsgálták az ELTE PPK-n. A kutatás nyomán kiderült, hogy szóismeretükben a gépek még a doktori fokozattal rendelkező anyanyelvi beszélőket is maguk mögé utasítják.

A szakembereket régóta foglalkoztatja, mennyire intelligensek a gépek az emberekhez képest. Egyes kutatók szerint az AI intelligenciáját úgy lehet a legjobban mérni, ha a modellekkel embereknek tervezett pszichometriai tesztek végzettségük el. Ennek fényében Kovács Kristóf, az ELTE PPK tudományos főmunkatársa, a Kognitív Képességek Kutatócsoport vezetője és a tesztelő platformokkal foglalkozó Klein Balázs vizsgálatukban két mesterséges intelligencia-alkalmazás (ChatGPT és Bing) verbális intelligenciáját hasonlították össze több mint 9000 emberével.

Ehhez egy számítógépes adaptív szókinccset használtak, ahol kilenc felsorolt szó közül mindig azt a kettőt kellett kiválasztani, amelyek jelentésben a legközelebb álltak egymáshoz. Az adaptív tesztelés során egy algoritmus választja ki az elemeket egy kérdésbankból úgy, hogy a nehézségi szint mindig közel legyen az alany képességeihez. Ezáltal pontosabb eredményt kaphatunk, mint egy fix kérdésekből álló teszt esetén.

A teszten mindkét nyelvi modell magas teljesítményt nyújtott: 20-ból 19 embernél – azaz az emberek 95%-ánál – jobb eredményt értek el, és jobban teljesítettek a doktori fokozattal rendelkező anyanyelvi beszélőknél is. Ha ezek a gépek emberek lennének, kiemelkedő tehetségnek számíthatnának – hívják fel a figyelmet a szerzők, akik szerint valószínűsíthető, hogy az AI alkalmazásoknak a közeljövőben az emberek 100%-ánál jobb szókinccsük lesz.

<https://elitmed.hu/ilam/mesterseges-intelligencia/az-ai-nak-jobb-a-szokincse-mint-az-embernek>



A szemlézések és a cikkek az eLitMed.hu orvostudományi portálon a *Rovatok* menüpont alatt találhatók. A cikkek közvetlen elolvasásához okostelefonjának QR-kód-olvasó alkalmazását irányítsa a kiválasztott cikk melletti kódra.