

# A neurovascularis és mentális betegségek regisztereinek integrált rendszere

Horváth Lajos dr. ■ Zsemle Gábor

Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Idegsebészeti és Neurointervenciók Klinika, Budapest

A nemzetközi regiszterépítési gyakorlat fejlődését is figyelembe vevő, 18 kiemelt hazai regiszter működését rendező 2018. évi jogi szabályozás eredményeképpen szélesebb körben rendezetté vált a személyhez kötött egészségügyi adatok kezelése, megindulhatott a működtető környezet korszerű alapokra helyezése, és megújulhatott az adatok feldolgozási és elemzési folyamata. A személyes adatok kezelésére vonatkozó felhatalmazás alapján technikailag lehetségessé vált a különböző adatforrásokból érkező adatok összekapcsolása, s ezt kiaknázva a Nemzeti Stroke Regiszter és a Nemzeti Affektív Betegségek Regisztere esetén egy összetett regiszterrendszer jött létre. A regiszterrendszer adatokat tud fogadni az ágazat központi adatrendszereiből, a kórházi informatikai rendszerből és webes űrlapokon keresztül közvetlenül a betegellátóktól. Az adatokat egy többszintű, automatizált feldolgozási folyamatokkal támogatott adatbázisrendszer kezeli, amelynek működését irányító pult és jelentéskészítő funkciók is segítik. A feldolgozás magasabb rétegeiben az elemi adatok OMOP-alapú adatmodellt alkotnak, illetve az események láncokká állnak össze, lehetővé téve a komplex betegutak elemzését. A rendszer jelenleg több mint 50 millió ellátási eseményt, közel 100 millió dokumentumot és több mint 200 millió receptet kezel, amely nemzetközi szinten is kiemelkedő adatvagyon képez. Az adatbiztonságot összetett védelmi intézkedések szolgálják, beleértve az adatok álnevesítését és a kutatói adatpiacok szeparációját is. Összetettségüknek, adatmélységüknek és biztonságuknak köszönhetően ezek a regiszterek számtalan kutatásnak tudnak értékes adatforrást biztosítani.

Orv Hetil. 2024; 165(24–25): 955–964.

**Kulcsszavak:** regiszterek, stroke, elektronikus betegadatok

## An integrated system of neurovascular and mental disease registries

As a result of the legal regulations in 2018 that took into account the development of international registry building practice and organized the operation of 18 priority domestic registries, the management of personal health data became more widely organized, the operating environment could be put on a modern basis and the data processing and analysis process could be renewed. Based on the authorization for handling personal data, it became technically possible to connect data from different data sources, which was exploited to create a complex register system in the case of the National Stroke Registry and the National Affective Diseases Registry. The register system can receive data from the sector's central data systems, the hospital's information technology system, and directly from patient providers *via* web forms. The data is managed by a multi-level database system supported by automated processing processes, the operation of which is supported by dashboards and reporting functions. In the higher layers of the processing flow, the elementary data form an OMOP-based data model, and the events are assembled into chains, enabling the analysis of complex patient journeys. The system currently manages more than 50 million health care events, nearly 100 million medical documents and more than 200 million recipes, which is an outstanding data asset at the international level. Data security is served by complex protection operations, including pseudonymization of data and separation of research data markets. Thanks to their complexity, data depth and security, these registries can provide valuable data sources for countless researches.

**Keywords:** registries, stroke, electronic health record

Horváth L, Zsemle G. [An integrated system of neurovascular and mental disease registries]. Orv Hetil. 2024; 165(24–25): 955–964.

(Beérkezett: 2024. április 14.; elfogadva: 2024. május 1.)

## Rövidítések

ÁEEK = Állami Egészségügyi Ellátó Központ; ASCII = (American Standard Code for Information Interchange) szabványos amerikai kód információcserére; BI = (business intelligence) üzleti intelligencia; BNO = Betegségek Nemzetközi Osztályozása; CPU = (central processing unit) központi feldolgozóegység; EESZT = Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér; EMMI = Emberi Erőforrások Minisztériuma; GDPR = (General Data Protection Regulation) Általános Adatvédelmi Rendelet (Európai Unió); GPGPU = (general-purpose computing on graphics processing unit) általános grafikai processzor; HIS = (Health Information System) Betegdokumentációs vagy Egészségügyi Informatikai Rendszer; NEAK = Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő; OMIII = Országos Mentális, Ideggyógyászati és Idegsebészeti Intézet; OMOP = (Observational Medical Outcomes Partnership) Megfigyelési Egészségügyi Eredmények Partnersége; RES-Q = (Registry of Stroke Care Quality) a stroke-ellátás minőségének regisztere; SD = standard deviáció; taj = társadalombiztosítási azonosító jel; URL = (uniform resource locator) az egységes erőforrás helymeghatározója; VLAN = (virtual local area network) virtuális helyi hálózat

David Solomon széles körben elfogadott definíciója szerint a regiszterek „olyan adatbázisok, amelyek azonosítható személyek pontosan meghatározott egészségügyi és demográfiai adatait tartalmazzák egy specifikus közegészségügyi célból” [1]. A hazai regiszterek – noha alapvetően a fenti definíció szerinti működést szolgálják – némileg különböző célok érdekében, heterogén felhatalmazással, adatgyűjtési hatókörrel és eszközrendszerrel jöttek létre, és mind az adatok mélysége, mind pedig az adatok teljessége tekintetében régóta komoly kihívásokkal küzdenek [2]. Az elmúlt évtizedben azonban egyre több kérdésben jelentős előrelépés tapasztalható, többek között a jogszabályi környezet elindult az egységesítés irányába, illetve az ágazat központi informatikai rendszereinek fejlesztése is bővítette az adatforrások és az adattovábbítási mechanizmusok körét. Ezzel párhuzamosan egyre nagyobb igény jelentkezett az egyes szakterületek részéről újabb és újabb regiszterek indítására, ami a szabályozás fokozatos kiterjesztéséhez vezetett.

## A jogszabályi környezet változása

A hazai mortalitási statisztikákat vezető megbetegedések kapcsán a legrégebb jogszabályi felhatalmazással rendelkezőknek a rosszindulatú daganatokkal, illetve a szívinfarktussal járó ellátási esetek adatait tartalmazó regiszterek tekinthetők. Ezek mellett az elmúlt évtizedben újabb területek (például protézisekkel kapcsolatos beavatkozások, implantátumok, donáció) kaptak az adott szakterület egyedi specialitásait tükröző, jellemzően törvényi szintű szabályozást, de a jelentős áttörést a 49/2018. (XII. 28.) EMMI rendelet hozta meg [3], amely 18, népegészségügyi szempontból kiemelt jelentőségű vagy

egyébként jelentős költségteherrel járó megbetegedéssel kapcsolatban nevesített nemzeti szintű regisztert, és – a kibővített törvényi felhatalmazás alapján – meghatározta azok működtető szerveit, az adatkezelés főbb szabályait és az érintett betegek körét. A rendelet előremutató jelleggel igyekezett egységes kereteket meghatározni, beleértve a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (NEAK), az egészségügyi ellátók és az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér (EESZT) feladatmeghatározását is, és pontosította azok személyazonosítási és egészségügyi adat-kezelésének részleteit, ezzel kezelve a szakirodalomban is korábban felmerült jogi aggályokat [4].

A jogszabályokkal ily módon meghatározott regiszterek esetén a GDPR 6. cikkének c) pontja szerint az adatkezelési felhatalmazás jogszerűen adottá vált a működtető szervezetek számára [5]. Am a jogszabályokban még nem szereplő regiszterek esetén a betegadatok kezelésének jogalapját – a GDPR 6. cikke a) pontjának megfelelően – csak a beteg hozzájárulása képezheti (az ún. 'opt-in' modell), ezáltal számos tényező korlátozza azok eredményességét [2]. Ezek közül kiemelhetők a betegbejegyzések megszerzésének és kezelésének adminisztratív terhei, vagy hogy az 'opt-in' modell esetén – az adatkezelés ellen tiltakozók kimaradása miatt – nem tud teljesülni a teljességi követelmény, ezáltal az elemzések csak nem reprezentatív adatokra tudnak épülni.

## A technológiai környezet változása

A regiszterek – az intézményi adatbázisokkal és a klinikai kutatási adatgyűjtésekkel szemben – az érintett populáció minél teljesebb körű lefedésére, következképpen a lehető legtöbb – adatforrásként szolgáló – egészségügyi ellátótól induló adatszolgáltatás kialakítására törekuszenek [6]. A kezdeti, papíralapú adatgyűjtéseket leváltva azóta ennek a leghatékonyabb kiszolgálására az internetes űrlapokra épülő regiszterportálok bizonyultak alkalmasnak. *Cadilhac és mtsai* 2015-ben már a regiszterek 57%-ában találtak webalapú adatgyűjtést, míg további 25%-ban megjelent az alapvetően adminisztratív adatokra kiterjedő, de közvetlen szoftveres adatkapcsolatra épülő adatszolgáltatás is [7].

Az internetes adatgyűjtő regiszterportálok előretörése ellenére megoldatlan maradt a többszörös adatrögzítés miatti adminisztrációs teher növekedésének, valamint a gyűjtött adatok klinikai adatokhoz mért adatkonzisztenciájának – következképpen a regiszterek adatminőségének – kérdése [8].

A hazai e-egészségügyi fejlesztések egyik kiemelt területét képezi a regiszterek technológiai környezetének javítását szolgáló megoldások létrehozása és bevezetése. Ezek egyike a 2010-es évek derekán az EESZT alapkomponeisei között létrehozott központi regisztermotor, amelynek teljes mértékben az EESZT-be integrált szolgáltatásai a kapcsolódó HIS rendszerek által gépi interfészen – ún. webszolgáltatásokon – keresztül érhetőek el [9]. Noha a szolgáltatásokhoz – elsősorban azok tesz-

teléséhez – az EESZT-ben is készült egy egyszerűsített webes felhasználói felület, a tényleges beviteli űrlapokat az egyes HIS rendszerekben kellett volna/kellene megvalósítani, azok betegfelvételi, dokumentumkészítési funkcióihoz hasonlóan. Mivel a jelenlegi hazai kórházi információs (HIS) rendszerekben a felhasználói felületek, adatbeviteli űrlapok – mind a konfigurálhatóság, az adattárolási granularitás, a funkcionális képességek, mind az ergonómia tekintetében – nagyon heterogén módon valósulnak meg, a regiszterenként igen eltérő adattartalom gyűjtését szolgáló felületeket – egy-két szórványos próbálkozástól eltekintve – máig nem fejlesztették ki. Az EESZT 2017. év végi éles indítása óta megvalósultak ugyan olyan újabb műszaki megoldások (például az ún. 'plug-in' beágyazás), amelyek megkönnyítenék az egységes űrlapok beépülését a HIS rendszerekbe, a regiszterek terén ezek bevezetése mostanáig nem történt meg.

Hasonló jelentőségű a hazai szemantikai interoperabilitás nemzetközi összehasonlításban tapasztalt lemaradása. Ennek részjelenségeként nem tudott kialakulni az egyes orvosszakmai területek adatrepresentációinak jelentéstani egységesítése, ami viszont továbblépési akadályt képez mind a beviteli felületeket fejlesztő szoftvercégeknek, az adatrögzítő szakembereknek, mind a redundancia és a jelentéstani sokértelműség mérséklődését, az adategységesítést igénylő feldolgozási-elemzési folyamatoknak.

A helyzet átfogó rendezése, a szerteágazó probléma-kör összehangolt kezelése érdekében egyre részletesebben kidolgozott európai szakmai útmutatók jöttek létre a regiszterek felépítésére és működtetésére vonatkozóan [10–12], illetve az uniós újjáépítési források egyik kiemelt e-egészségügyi felhasználási feladatként fogalmazták meg a regiszterek korszerű megoldását szolgáló, országosan egységes folyamat- és eszközrendszer kidolgozását. Ennek eredményeképpen a regiszterek működéséért felelős szervek úgy juthatnának minél pontosabb és részletesebb adatokhoz, hogy közben az adatokat bevívó egészségügyi ellátói személyzet adminisztratív terheinek növekedése is kezelhető marad. Ugyanakkor már az EESZT jelenlegi szolgáltatásai is jelentős előrelépési lehetőséget biztosítanak, amellyel az általunk működtetett regiszterek esetén igyekeztünk is élni.

Az EESZT alapképessége, hogy egységes módon, igen nagy biztonsággal védett adatsatornán keresztül, központosított felhasználóazonosítással kapcsolódik az egyes egészségügyi ellátók HIS rendszereihez, amelynek révén kiküszöbölhető a papíron, e-mailben vagy webes felületen történő adattovábbításnak az – egyre nagyobb jelentőséggel és akár anyagi következményekkel is bíró – információbiztonsági kockázata. Az EESZT szolgáltatást nyújt az egyes ellátóknál keletkező – kezdetben pdf-formátumú, mára pedig már strukturált, gépileg értelmezhető módon előállított – betegdokumentumok összegyűjtésére. Kidolgoztak továbbá egy olyan – az első szerző 2012-ben leírt modelljét [2] alapul vevő – megbízható harmadik félen alapuló (ún. 'trusted third party')

álnevesített szolgáltatási komponenst és eljárásrendet, amelynek megfelelő implementálásával úgy választhatók le a betegek egészségügyi adatáról az azok személyazonosítását szolgáló információk, hogy közben az ugyanahhoz a beteghez készült dokumentumok és adatok összekapcsolhatók maradnak, lehetővé téve azok láncolatának tudományos, kutatási célú elemezhetőségét.

Regisztereink kialakítása során felhasználtuk az új ágazati fejlesztések által nyújtott lehetőségeket, és egyedi űrlapfelületeink létrehozása mellett elsősorban ezekre építettük adatgyűjtési folyamatainkat.

## Regiszterek a neurovascularis és mentális betegségek területén

A regiszterek sok évtizedes nemzetközi hagyománnyal bírnak mind a neurovascularis, mind pedig a mentális betegségek terén [7, 13]. A stroke-betegek első szélesebb körű adatgyűjtését a svéd Riksstroke regiszter teremtette meg 1994-ben, amely rövid ideig önkéntesen ('opt-in' módon), majd azóta gyakorlatilag teljes lefedettséggel gyűjti hosszú utánkövetéssel az adatokat [14]. Ezt követően egyre több országban hoztak létre teljes vagy közel teljes lefedettséggel működő országos regisztereket, egy 2015-ben készült összefoglaló tanulmány már 26 országban azonosított ilyen megoldást [7]. Idehaza a stroke-ellátás helyzetének felmérése 1992-ben a Nemzeti Stroke Program elindulásával kapott nagyobb lendületet, de eleinte csak regionális adatgyűjtések és becslések álltak rendelkezésre, így az országos helyzetet tükröző adatok hiányoztak [15]. Az első, nagyobb méretű hazai beteganyagot, 11 kórház 8743 esetét feldolgozó nemzetközi közlemény 2007-ben jelent meg, amely igazolta a stroke-centrumok létrehozásával elérhető mortalitáscsökkenést [16].

Az ezt követő időszak egyik fő kihívását a megfelelő mennyiségű és minőségű adatok gyűjtése képezte. Nemzetközi tapasztalatok is alátámasztják, hogy az adatgyűjtés módszerei, az adatszolgáltatók köre és az adatrendszerek egységessége alapvetően befolyásolja a regiszterek eredményes működését [10, 11]. A teljes hazai populáció elemzését lehetővé tevő, az Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) által működtetett, a finanszírozási adatgyűjtésekből előállított Tételes Egészségügyi Adattár új lehetőségeket nyitott a betegforgalmi adatok nyomon követésére és az országos mortalitási és morbiditási elemzésekre [17], alkalmatlan maradt azonban az alkalmazott álnevesített módszer (kapcsolati kód képzése) miatt más adatforrásokból származó, eset- vagy betegszintű adatokkal összekapcsolt elemzésekre, illetve az elemzések értékét korlátozta, hogy a finanszírozási adatokat elszámolási okokból kódolási anomáliák jellemezték [18]. A 2018 végén megjelent regiszterszabályozás a regiszterek felépítésének új korszakát indította el a tajalapú adatkezelés lehetővé tételével és az adatszolgáltatási útvonalak megnyitásával. Újgenerációs hazai regisztere-

inket a kitágult lehetőségekre építve, a nemzetközi jógyakorlatok és ajánlások [10, 11, 19] figyelembevételével valósítottuk meg.

## A működtetés alapjai, adatforrások

2018 végén a már említett 49/2018. EMMI rendelet teremtette meg a stroke, valamint az affektív megbetegedések személyazonosított adatokat is tartalmazó (tajra épülő) regisztereinek jogszerű adatkezelését, amely nevesítette a Nemzeti Stroke Regisztert az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet, valamint a Nemzeti Affektív Betegségek Regiszterét a Nyíró Gyula Országos Pszichiátriai és Addiktológiai Intézet működtetésével [3]. A két intézmény 2021 elején történt jogutódlásos összevonásával a két regiszter működtetési feladatait a létrejött Országos Mentális, Ideggyógyászati és Idegsebészeti Intézet (OMIII) örökölte meg, amely a feladat teljesítése érdekében egy megújult Módszertani és Elemzési Osztályt hozott létre. Az országos intézetek egyetemi beolvasását szabályzó törvényből fakadóan 2024 márciusától a regiszterek működtetését, illetve üzemeltetését az intézet a Semmelweis Egyetem Idegsebészeti és Neurointervenciói Klinikájaként folytatja.

A jogszabályok lehetővé teszik, hogy a két regiszter a NEAK felől negyedévente megkapja a jogszabályban pontosan meghatározott diagnózisokkal rendelkező betegek adatait, a működtető szerv pedig ez alapján bekérje az egészségügyi ellátók betegséggel összefüggő ellátási adatait. A finanszírozási adatszolgáltatásra vonatkozóan a működtető szerv és a NEAK a vonatkozó szabályozás elvárásának megfelelően részletes megállapodást kötött.

Regisztereink számára az egészségügyi adatok két forrásból állnak rendelkezésre. Egyrészt a 49/2018. (XII. 28.) EMMI rendelet [3] 5. § (2), valamint 8/A § (2) bekezdésében meghatározott, stroke-kal és affektív betegségekkel érintett betegcsoportok finanszírozási adatait a NEAK biztosítja a 2. § (4) bekezdés alapján, az ott előírt megállapodás szerint, továbbá a fenti betegeknek az ellátásokhoz tartozó, a rendelet 2. § (1) bekezdésében megállapított adatait az egészségügyi szolgáltatók az 1997. évi XLVII. törvény 16. § (16) bekezdése alapján az EESZT útján továbbítják a regiszter felé.

A másik adatforrást a működtető szerv betegdokumentációs rendszere biztosítja az ellátásból származó részletes egészségügyi adatok becsatornázásával, amely adatok az 1997. évi XLVII. törvény 21. § (1) bekezdésének felhatalmazása alapján és annak előírásai szerint az intézményvezető engedélyével kerülnek felhasználásra. A Stroke Regiszter esetén ennek az adatforrásnak a különleges jelentőségét az adja, hogy az OMIII 2022-ben létrehozott egy szoros intézményközi szakmai kooperációt lehetővé tevő, centralizált orvosi döntéstámogatási szolgáltatást. A rendszer lényege, hogy a stroke-gyanús betegeket elsődlegesen felvevő kórházakban keletkező képzhető vizsgálatok értékeléséhez az OMIII – illetve az egyetemi összevonást követően az Idegsebészeti

és Neurointervenciói Klinika – központi rendszere folyamatosan, 7 × 24 órában mesterségesintelligencia-alapú támogatást ad, és ennek alapján a kezelés módjáról, illetve az esetleges továbbszállításról sokkal gyorsabb döntés születethet [20]. Mivel a rendszer közel 30 hazai egészségügyi intézményt kapcsol össze online módon, az ország jelentős részéből nagy számban kerülnek betegek az OMIII-ban ellátásra, így az intézet betegdokumentációs rendszere részletes szakmai adatokat tartalmaz róluk, ami a regiszterek adatkörét igen részletes szakmai adatokkal bővíti.

## Technológiai környezet, infrastruktúra

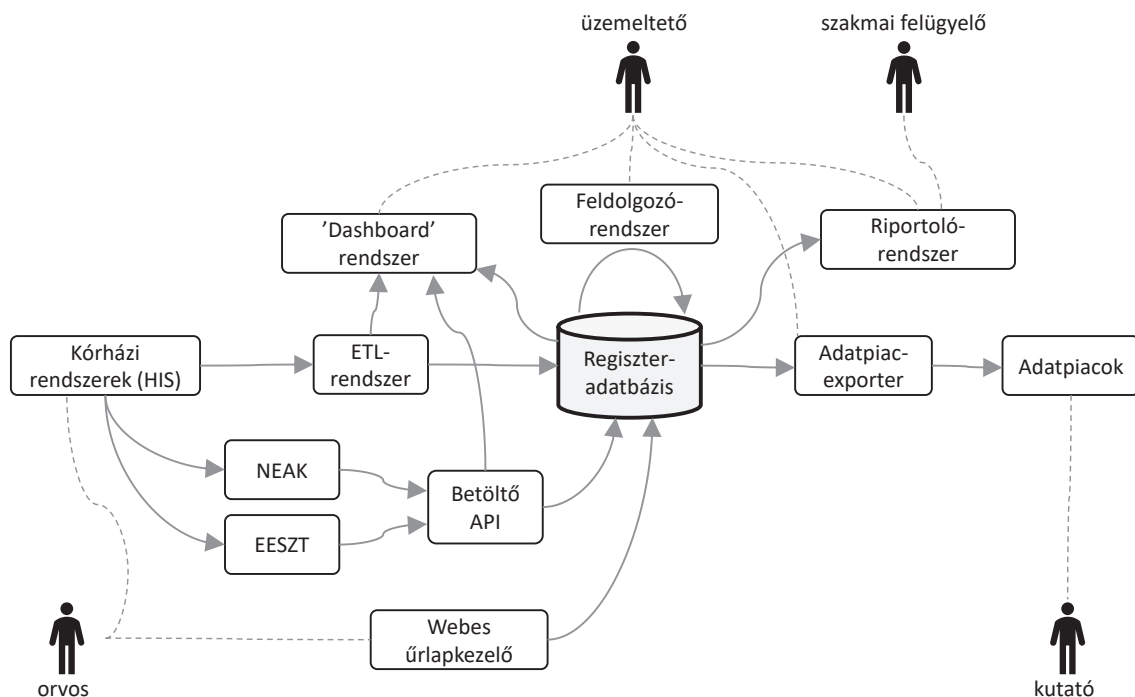
Regisztereink működtetésére összetett technológiai környezetet hoztunk létre, amelynek kiemelt tervezési szempontjai – a szakirodalmi ajánlásoknak [10, 11] megfelelően – az adatbiztonság, az üzembiztonság, a kellő feldolgozási-tárolási kapacitás, a technológiai és adatszintű standardizáció, a korszerű adattudományi elemzési képességek és a rugalmas integrációs képességek körül fogalmazódnak meg.

A rendszer valamennyi összetevője az intézményünkben levő saját szerverfarmon, georedundáns, katasztrófatűrő környezetben, virtuális szervereken került telepítésre. A komplex rendszer összesen 32 CPU feldolgozási, 300 GB memória- és 15 TB lemezkapacitást kapott, amely erőforrások kihasználtsága – a legintenzívebb feldolgozási ciklusokban – elérheti a 75%-ot, az egyes feldolgozási rétegek jelenleg összesen közel 13 TB tárterületet foglalnak el. Az elemzési környezetben több mint 2000 magos általános grafikai processzor (GPGPU) áll rendelkezésre, támogatva a sokszálú mesterségesintelligencia-feldolgozások elvégzését.

A rendszer egyik fő infrastrukturális összetevője az adatok gyűjtését és fogadását kezelő szoftverkörnyezet. Ennek egyik komponense az ágazat központi rendszereinek, illetve a regionális csúcspontoké a HIS rendszeréből fogad adatokat, míg a másik összetevőjét egy általános célú, konfigurálható űrlapkezelő rendszer képezi, amely lehetővé teszi az esetszintű űrlapokon tesztölgesen konfigurálható tartalmú egészségügyi adatok begyűjtését. Az utóbbi komponens a regiszter webes felületét is képezi, amely a [stroke.betegregiszter.hu](http://stroke.betegregiszter.hu) és az [affektiv.betegregiszter.hu](http://affektiv.betegregiszter.hu) URL-eken keresztül érhető el, és 90 intézmény szakorvosainak bekapcsolására méretezetten került kialakításra.

A rendszer adatfeldolgozási összetevői az egyes feldolgozási szintek közötti transzformációkat hozzák létre, amelyek erőforrásigénye igen széles skálán mozog, ezért különböző, az adott feladatra legoptimálisabbnak tartott technológiák integrációjával valósult meg.

A tisztított és feldolgozott adatok célzott exportjával az egy-egy kutatáshoz releváns adatkészletek egy szeparált adatpiacra kerülnek átadásra, amelyen – a rendszerünk beépített, paraméterezhető lekérdező-elemző modulja mellett – olyan üzletiintelligencia-elemző meg-



1. ábra A regiszterrendszer fő összetevői és feldolgozási folyamatai

API = alkalmazásprogramozási felület; EESZT = Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér; ETL = kinyerés-átalakítás-betöltés; HIS = Betegdokumentációs vagy Egészségügyi Informatikai Rendszer; NEAK = Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő

oldások is használhatók, mint a tavaly kialakított Power BI környezetünk (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

Az adatgyűjtést, -fogadást, -feldolgozást és adatpiac-kezelést végző komponensek egységes naplózási és felügyeleti környezetben működnek, ezáltal irányítópultok és jelentéskészítő rendszerelemek épülnek rájuk, amelyek célja a működés eredményességének nyomon követése és a hibakezelés támogatása (1. ábra).

### Adatfeldolgozási és -elemzési folyamat

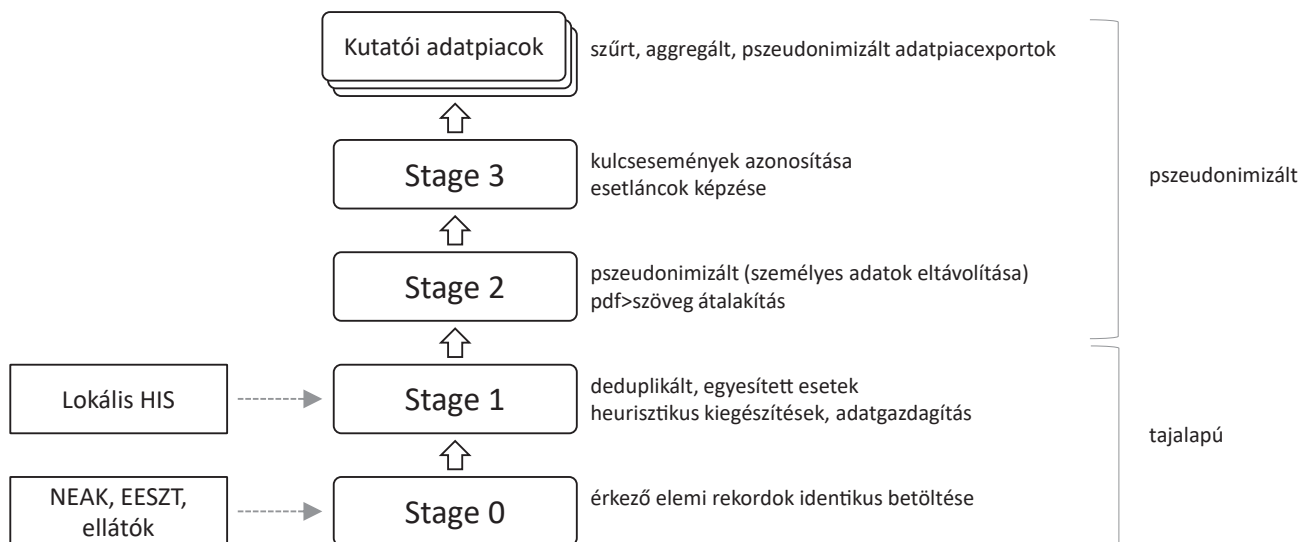
A két regiszterünk hatékonysága érdekében közös infrastruktúrát és azonos adatfeldolgozási folyamatot működtetünk, ám a rendszeren belül a két regiszterben levő egészségügyi adatok kezelése szigorúan elválasztott módon történik. A regiszterek egy összetett folyamat során dolgozzák fel a forrásokból érkező adatokat, amelyben a beérkező elemi adatok az első lépésekben tisztításra, majd ezt követően összekapcsolásra kerülnek. A lépéssorozat során az adatok egymástól elválasztott rétegekbe szerveződnek, annak érdekében, hogy az egyes szintek konszolidációs szintje egységesen tartható maradjon, illetve a jogosult hozzáférések igazodhassanak a feldolgozott adatok érzékenységéhez (2. ábra).

Mivel a regiszterek adatkezelését meghatározó jogszabályok definiálják azokat a diagnózisokat, amelyek alapján az érintett esetek bevonásra kerülnek, a NEAK – az erre vonatkozó megállapodás alapján – negyedévente, biztonságos adatsatornán keresztül adatot szolgáltat az

érintett esetekről. Az ellátás típusától függően, esetenként 12 és 40 közötti elemi adat átadása történik. Hasonlóképpen, negyedéves gyakorisággal, elektronikus csatornán adja át az Országos Mentőszolgálat az érintett betegkör mentési lapjainak mentésenként 145 db adatát.

Ugyan a regisztereink felé irányuló külső adatátadások negyedévente, kötegelten zajlanak, a leképezett időszak résmentes, az ellátások teljes folyamatát reprezentálja, abban minden releváns esemény adata szerepel. Ettől eltérően, a működtető szerv HIS rendszeréből származó adatok napi, illetve havi gyakorisággal kerülnek a rendszerbe, de ez esetben is automatizált és résmentes adatszolgáltatás valósul meg. Valamennyi adatátadás előre specifikált és átadásonként állandó adatszerkezettel történik, ami lehetővé teszi az adatszolgáltatások gépesített feldolgozását. A forrásadatok automatizált beolvasásával és feldolgozásával minden feldolgozási ciklusban bővül a személyazonosított adatokat tartalmazó legalsó („stage 0”) adatbázisréteg, amely a forrásrendszerekből érkező adatokat egy-egy relációjú rekordokban képezi le.

Az előfeldolgozás során elvégzésre kerül a redundáns adatok kiszűrése, amelyek az átlapoló lekérdezési időintervallumokból, a korrekciós adatszolgáltatásokból és a különböző adatforrásokban párhuzamosan megjelenő esetadatokból fakadnak. Az utóbbi esetekben megtörténik a kapcsolatot teremtő azonosítók megjelölése, hogy ezáltal a különböző helyekről (például a NEAK-tól és az egészségügyi ellátótól) érkező információk összekapcsolódhassanak. Bizonyos adatforrások esetén egy ellátási eseményhez több rekord tartozik (például EESZT),



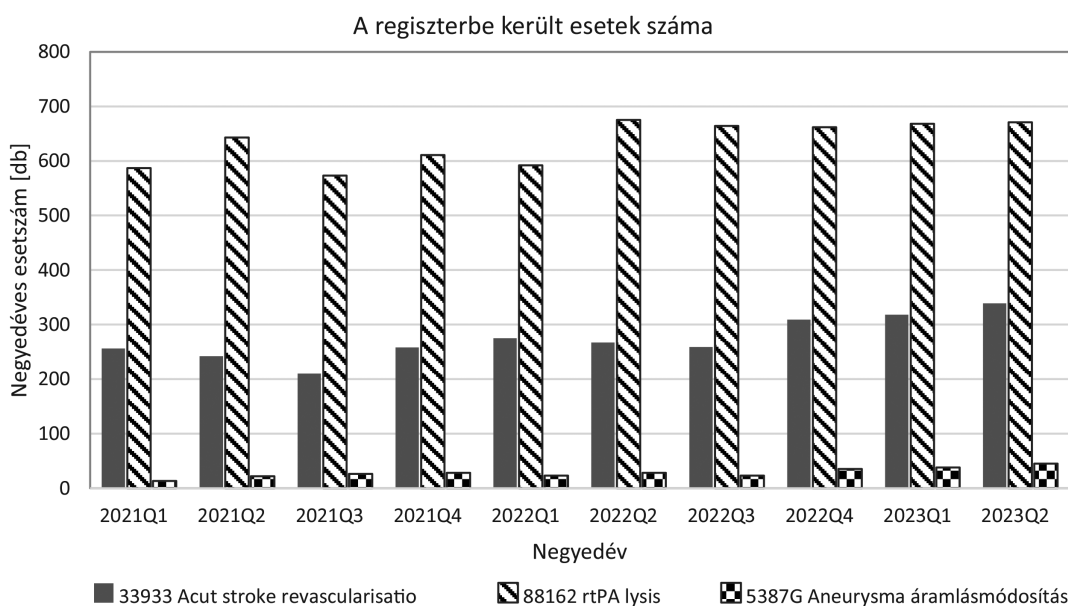
2. ábra | A regiszter-adatbázis rétegződése

EESZT = Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér; HIS = Betegdokumentációs vagy Egészségügyi Informatikai Rendszer; NEAK = Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő

ezért szükséges ezek egyesítése egy eseményobjektumban. Az előfeldolgozás eredményeképpen előálló („stage 1”) rétegben minden ellátási eseményt már csak egy objektumpéldány képez le, amely összegyűjti, konszolidálja az elemi rekordok adatait. Mivel a HIS rendszerekben ez az aggregációs szint már adott, a HIS felől érkező adatok ebbe a rétegbe kerülnek becsatornázásra. A rétegben egy komplex transzformációs folyamat keretében megtörténik az egyes információs egységeknek egységes adatmodellbe szervezése. Az adatmodell kialakítása során a nemzetközi gyakorlatban széles körben elterjedt OMOP felépítését vettük alapul [21, 22].

A következő („stage 2”) rétegbe történő transzformáció során megvalósul az álnevesítés, amely egyben minden, a beteg visszaazonosíthatóságát lehetővé tevő strukturált információ maszkolását vagy törlését is elvégzi. A transzformáció része a szöveges orvosi adatok átalakítása pdf-formátumról ASCII szöveges formátumra, majd a kapott szövegek nyelvtechnológiai eszközökkel történő elemzése, amelynek során az azonosító adatok (nevek, címek stb.) törlődnek, illetve lecserélődnek.

Az ezt követő („stage 3”) szintbe az esetszintű álnevesített adatok úgy kerülnek átadásra, hogy közben azonosításra kerülnek azok a kulcsesemények (például mecha-



3. ábra | A népegészségügyi szempontból kiemelt jelentőségű beavatkozások negyedéves alakulása a Stroke Regiszterben (2021–2023Q3 )

nikus thrombectomia), amelyek köré az egyes ellátási események láncolata szerveződik, illetve közös azonosítóval összekapcsolódnak az ellátási lánchoz tartozó egyes ellátási események.

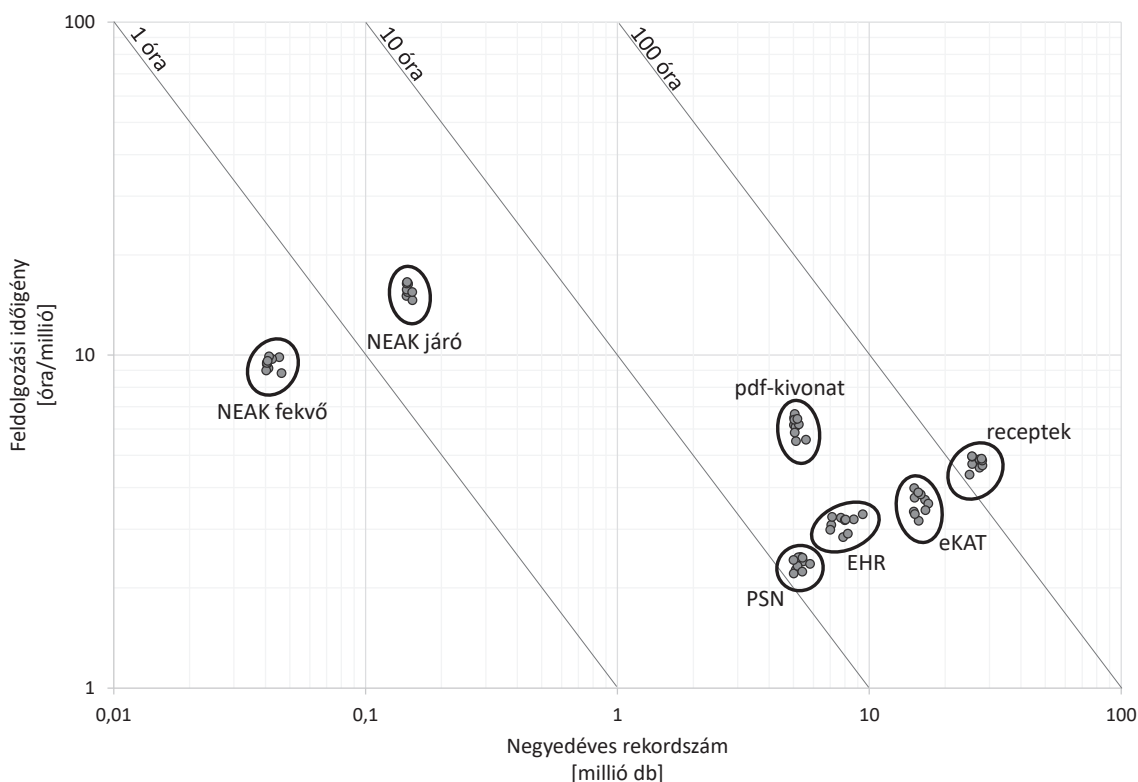
A rendszer fenti, 2021 elejétől megújított adatgyűjtési módszertanának alapján az utolsó, 2023 harmadik negyedévéig tartó adatátadási ciklusok során összesen 241 335 affektív, valamint 463 709 stroke-megbetegedéssel jelzett osztályos eset került be a regiszterekbe. A teljes finanszírozási (tehát az egy-egy ellátóintézményen belüli áthelyezésektől megtisztított) esetek száma az Affektív Betegségek Regisztere esetén 111 305, míg a Stroke Regiszter esetén 160 589. A Stroke Regiszter adathalmaza azonban a 49/2018. (XII. 28.) EMMI rendelet [3] pontatlan betegségdefiníciója miatt nem tud teljes körű lenni, mivel a jogszabály nem hatalmazza fel a működtető szervet az I65 és I66 (a praecerebralis, illetve pontosabban meghatározott éren levő elzáródást kódoló) BNO-kódcsoportokkal kódolt esetek gyűjtésére, noha jól ismert, hogy részben a kellő fedezet elérése érdekében a neurointervenciós ellátások kódolása ország-szerte jelentős arányban ezekkel történik.

A regiszterek tartalmazzák az egyes ellátási esetek során elvégzett beavatkozások kódjait is, ami lehetővé teszi – a fenti korlátozó tényező figyelembevételével – a nép-egészségügyi szempontból kiemelt jelentőségű ellátási formák nyomon követését (3. ábra).

A feldolgozási folyamatok során az alkalmazott műveletek igen eltérő számítási kapacitást igényelnek, amely meghatározza a transzformációkhoz használt eszköz-készletet (hardver- és szoftverösszetevőket), illetve a negyedévenkénti feldolgozási ciklusok időzítését. A jelenlegi környezetben a legnagyobb erőforrásigénnyel a járóbeteg-események betöltési és tisztítási műveletei (átlag: 20,6 művelet/s, SD: 0,73), míg a legalacsonyabbal a pszeudonimizációs műveletek (átlag: 126,3 művelet/s, SD: 5,07) jártak (4. ábra).

A feldolgozási folyamatok sorrendisége kötött, ezért a műveleteket az üzemeltetők egy meghatározott függőségi gráf alkalmazásával – és a lépéseket visszajelző semaforok figyelemmel kísérése mellett – hajtják végre, emellett külön eljárásrend került kidolgozásra minden lépés hibaágára vonatkozóan. Ennek kiemelt jelentősége van a megfelelő adatminőség elérésében, hiszen az igen nagy számú adatszolgáltatótól sokszor késve vagy utólag korrigálva érkező adatok befogadásakor azokat át kell vezetni az egyes aggregációs („stage”) szinteken, hogy az adatrendszer konzisztenciája fenntartható legyen.

A regiszterbe kerülő adatok feldolgozása – akár automatizáltan, tetszőleges gyakoriságra állítottnak – lefutatható riportokkal, illetve az aktuális szakmai kérdéseknek megfelelően célzottan és riportokkal történik. A korábbi érettségi szakaszban már megindult a stroke-ellátási folyamatok elemzési eredményeinek közzélé [17, 18, 23],



4. ábra

Az egyes feldolgozási folyamatokban megjelenő rekordszámok és -feldolgozási idők. A diagonális skála a negyedéves feldolgozások effektív időigényét ábrázolja

EESZT = Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér; EHR = EESZT ellátási dokumentumok; eKat = EESZT ellátási események; NEAK = Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő; PSN = pszeudonimizáció (álnevesítés)

ám az új eszközök jelenleg történő kiterjesztése a közeljövőben várhatóan sokkal szélesebbre fogja megnyitni a szakirodalmi megjelenés lehetőségét.

## Adatminőség

*Arts és mtsai* összefoglalták a regiszterek adatminőségét rontó tényezőket, és azokat szisztematikus és véletlen csoportba sorolták [8]. Hazai tapasztalataink is alátámasztják azt a szakirodalmi megállapítást, hogy az olyan szisztematikus hibák mellett, mint a HIS rendszerek programozási és működési hibái vagy a nómenklatúra intézményenként, orvosonként eltérő alkalmazása, jelen vannak azok a véletlenszerű hibák, amelyek az adatbevitel hiányosságából vagy éppen elmaradásából fakadnak. Noha egy teljesen hiba- és hiánymentes regiszter létrehozása irreálisnak tűnik, a minél jobb adatminőség eléréséhez biztosítani kell az adatfeldolgozási folyamat minden lépésének szabályozott és ellenőrzött működését [24]. Ennek támogatására regisztereink esetén folyamat-, illetve adatkontroll-mechanizmusokat működtetünk. *Sørensen és mtsai* kiemelik azokat a tényezőket, amelyek az adatgyűjtés és -feldolgozás, valamint az adatok kódolási gyakorlata és szemantikai használata kapcsán befolyásolják a regiszterek adatminőségét [25]. A tapasztalatokra építve, regisztereinkben a folyamatkontroll legfontosabb elemeit a szabályozottság, a részletes dokumentáltság, a műveletek egységes naplózása, a szerepkörök és a jogosultságok egyértelmű meghatározása és betartatása, míg az adatkontrollt többek között az automatizációs mechanizmusok vagy az adatforgalmat és -feldolgozási lépéseket felügyelő automatikus irányítópult ('dashboard') felületei is szolgálják. Rendszer szintű adatminőségi kontrollt képez, hogy az egyes adatforrásokból (elsősorban az ellátóintézményektől az EESZT-n át, illetve a NEAK-tól) érkező esetszintű adatok automatikusan összevezetésre kerülnek, ami lehetővé teszi a működtetők számára az adathiányok vagy alapadatok tekintetében észlelt eltérések gépesített és automatizált azonosítását. A betöltési és feldolgozási folyamatok legfontosabb mérőszámait a nem vagy nem teljesértékűen végrehajtott tranzakciók abszolút száma és aránya képezi.

## Információbiztonság

Általánosan elfogadott tény, hogy az egészségügyi adatok kiemelt célpontjai az információbiztonsági támadásoknak, amelyek a rendkívüli, például 100 millió rekordot meghaladó méretű adatrendszerek esetén is értek el eredményt [26, 27]. A személyes adatok kezelésére vonatkozó felhatalmazás lehetővé tette, hogy a különböző adatforrásokból érkező adatok összekapcsolásával különösen nagy tömegű és mélységű adatmennyiség jöjjön létre, emiatt azonban még inkább kiemelt jelentőséget kapott a kutatási hozzáférések megfelelő adatvédelmi óvintézkedésekkel való lehatárolása.

A hazai Stroke Regiszter nemzetközi összehasonlításban is rendkívüli adatvagyonot képez, hiszen míg az egyik legnagyobb, 98 ország több mint 2500 kórházának részvételével működő RES-Q regiszter is csak alig több beteget tartalmaz, annak 3 hónapos követéséhez képest hazai regiszterünk 5 éves időablakban követi a betegek valamennyi ellátási eseményét [28].

Mivel a regiszterekben kezelt adatok jellege és mennyisége még az egészségügyön belül is kiemelt súlyosságú kockázat kezelését igényli, a GDPR 24. és 32. cikke szerint a működtetőnek arányos technikai és szervezési intézkedéseket kell megvalósítania, beleértve a specifikus adatvédelmi szabályok és eljárások kidolgozását [5].

Információbiztonsági szempontból kiemelt fontosságú a rendszernek a jogosulatlan adathozzáférések előli elzárása, amely mind fizikai, mind logikai szinten gondos tervezéssel valósul meg. A rendszer izolációját részben fizikailag elkülönülő hálózati szegmensek, részben VLAN-ok biztosítják, illetve a kritikus adatbázisokat önálló tűzfalak védik, míg a logikai szeparáció érdekében az egyes komponensek felhasználóazonosítása leválasztásra került a központi intézményi címtárra épülő egységes bejelentkezési rendszerről. Az intézmény informatikai rendszere 2022-ben teljes körű, részletes, a Nemzeti Kibervédelmi Intézet által elvégzett auditon esett át, amelynek eredményeképpen a felfedezett, egyébként csak kisebb jelentőségű – például a mentési visszaállítási folyamatra vagy a fizikai biztonsági zónákra vonatkozó – eltérések is ütemezetten tökéletesítésre kerültek.

Az adatvédelmet szolgálja a rendszer személyazonosított adatrétegének és a kutatói-elemzői rétegnek külön adatbázisba helyezése, a két réteg között átnyúló lekérdezések akadályozása és a két szint elkülönülő felhasználói hozzáférése.

Regisztereink nagy tömegű és szenzitivitású adatai miatt szükséges a GDPR 4. cikkének 5. pontjában meghatározott álnevesítés, valamint a betegek jogainak védelméhez szükséges garanciák beépítése az adatkezelés folyamatába [5].

A személyazonosított adatokat tartalmazó réteghez való hozzáférés rendkívül korlátozott, és csak a technikai üzemeltetést szolgálja. Ennek a rétegnek a működtetését biztosító munkatársaink specializált titoktartási nyilatkozattal rendelkeznek, illetve az ehhez a réteghez kapcsolódó adatfeldolgozásba – információbiztonsági szabályozásunk szerint – külső adatfeldolgozó cég bevonására nem kerülhet sor. Az eggyel magasabb, a GDPR 25. cikkében is előírt álnevesítéssel előállított rétegben a beteg visszaazonosítása még számottevő kockázatú [29], azért ennek elérhetősége a feldolgozási folyamatok elvégzése érdekében csak az adatszerző munkatársak számára adott, külső adatfeldolgozó céget itt sem lehet bevonni. A kutatói hozzáférések egy fizikailag szeparált szerveren történnek, ahova a kutatáshoz szükséges mértékben leszűkített, illetve aggregált adatok adatpiacok formájában kerülnek exportálásra. Jóllehet az álnevesített adatokra épülő, a kutatás frontvonalában levő, mesterségesintelligencia-alapú



prediktív vagy éppen döntéstámogatási modellek egyre nagyobb segítséget tudnak nyújtani a cerebrovasculáris megbetegedések terén is [30], kutatási környezetünk jövőbeli finomhangolása során figyelembe kell vennünk az új technológiáknak a visszaazonosíthatósági kockázatokkal kapcsolatos egyre növekvő és ma még pontosan fel nem mérhető képességeit – azaz kockázatait – is.

## Következtetés

A regiszterek a nemzetközi tapasztalatok szerint is a betegellátás minőségének és eredményességének egyik legkiválóbb mérési eszközei, amelyekhez azonban csak egy rendszerszemléletben kialakított eszköz- és folyamatrendszer tud megbízható és kellő mélységű adatokat szolgáltatni. A neurovasculáris és mentális betegségek két, jogszabályban meghatározott regisztere esetén az elmúlt két évben egy olyan megújult, egységes megoldás létrehozása kezdődött meg, amely komplexitásában, adattudományi megalapozottságában és a kezelt adatok mennyisége tekintetében nemzetközi szinten is kiemelkedő. Ugyanakkor komoly kihívást jelent az összetett adatmodell informatikai kezeléséhez szükséges szakértelem és a klinikai szakmai kutatási igény megfogalmazása közötti hasadék eredményes kezelése, amely kulcsfontosságú az adatvagyron hatékony és a tényleges klinikai kérdésekre választ adó kiaknázásában. A létrehozott rendszer alapvető újdonságai közé tartozik az EESZT útján elérhető, rendkívüli mennyiségű információ egységes kezelési technikájának kidolgozása, az adatbiztonságot és a hatékonyságot szolgáló rétegstruktúra, ezen belül az álnevesítési transzformációk kialakítása, valamint a mesterséges intelligenciát felhasználó feldolgozási módszerekre való előkészítés.

Továbbra is megoldatlan a rendszerek egyre nagyobb erőforrásigénye, és hogy a kellő pénzügyi keret – különösen a korszerű szövegfeldolgozási technológiák hardverigényének költségessége miatt – a működtető intézmények számára egyre fokozódó terhet jelentő fenntartási feladatokhoz évről évre rendelkezésre álljon.

A közleményben szereplő kutatásokat az Egészségügyi Tudományos Tanács (TUKÉB) Tudományos és Kutatás-etikai Bizottsága jóváhagyta (ETK TUKÉB BM/5968-3/2024).

*Anyagi támogatás:* A szerzők a közlemény megírásáért és a közlemény alapját képező ismeretek összegyűjtéséért, összeállításáért anyagi támogatásban nem részesültek.

*Szerzői munkamegosztás:* H. L.: Irodalomkutatás, információk szintetizálása, a kézirat szövegezése, ábrák, táblázatok szerkesztése, a kézirat szövegének véglegesítése. Zs. G.: Adatfeldolgozás.

*Érdekltségek:* A szerzőknek nincsenek a cikkel kapcsolatos anyagi érdekltségeik.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak *Nagy Zoltán*, *Szikora István*, *Németh Attila* és *Jánosi András* professzor uraknak sok évtizedes szakmai munkájukért és támogatásukért, amely megalapozta és lehetővé tette a korszerű regiszterek létrejöttét, valamint *Eröss Loránd* professzor úrnak, akinek vezetése alatt az intézetben az adatvezérelt technológiák fejlesztése és alkalmazása új szintre léphetett.

## Irodalom

- [1] Solomon DJ, Henry RC, Hogan JG, et al. Evaluation and implementation of public health registries. *Public Health Rep.* 1991; 106: 142–150.
- [2] Horváth L. Present and future of medical patient registries. [Betegregiszterek jelene és jövője.] *IME* 2012; 11: 40–47. [Hungarian]
- [3] Ministry of Human Resources. Decree 49/2018. (XII. 28.) on the list of diseases with special or otherwise significant burden on public health, the designation of the body responsible for recording the disease, and the detailed rules for reporting and recording these diseases. [49/2018. (XII. 28.) EMMI rendelet a népességügyi szempontból kiemelt jelentőségű vagy egyébként jelentős költségteherrel járó megbetegedések köréről, a megbetegedéseket nyilvántartó betegregisztert vezető szerv kijelöléséről, valamint ezen megbetegedések bejelentésére és nyilvántartására vonatkozó részletes szabályokról. *Magy Közl.* 2018; 215: 37332–37337. [Hungarian]
- [4] Alexin Z. Hungary's unorthodox approach to personal privacy. *Health Technol.* 2017; 7: 423–440.
- [5] Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). [Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet) (EGT-vonatkozású szöveg).] Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679> [accessed: Apr 25, 2024].
- [6] Newton JN, Garner SE. Disease registers in England. Institute of Health Sciences. University of Oxford, 2002; pp. 13–14.
- [7] Cadilhac DA, Kim J, Lannin NA, et al. National stroke registries for monitoring and improving the quality of hospital care: a systematic review. *Int J Stroke* 2016; 11: 28–40.
- [8] Arts DG, De Keizer NF, Scheffer GJ. Defining and improving data quality in medical registries: a literature review, case study, and generic framework. *J Am Med Inform Assoc.* 2002; 9: 600–611.
- [9] Horváth L. Development of national ehealth infrastructure in Hungary. *Port J Public Health* 2018; 36(Suppl 1): 19.
- [10] Wall D, Irvine AD, O'Brien E. Planning a registry. In: Zalatel M, Kralj M. (eds.) *Methodological guidelines and recommendations for efficient and rational governance of patient registries.* National Institute of Public Health, Ljubljana, 2015; pp. 83–106.
- [11] Gliklich RE, Leavy MB, Dreyer NA (eds.) *Registries for evaluating patient outcomes. A user's guide.* 4th ed. Available from: <https://effectivehealthcare.ahrq.gov/sites/default/files/pdf/registries-evaluating-patient-outcomes-4th-edition.pdf> [accessed: March 14, 2024].
- [12] Joint Action to Support the eHealth Network. Discussion paper on: Policies regarding interoperability of electronic professional registries. Available from: [https://health.ec.europa.eu/system/files/2018-02/ev\\_20171128\\_co03\\_en\\_0.pdf](https://health.ec.europa.eu/system/files/2018-02/ev_20171128_co03_en_0.pdf) [accessed: March 11, 2024].

- [13] Tanne D, Koton S, Bornstein NM. National stroke registries: what can we learn from them? *Neurology* 2013; 81: 1257–1259.
- [14] Asplund K, Hulter Asberg K, Norrving B, et al. Riks-stroke – a Swedish national quality register for stroke care. *Cerebrovasc Dis.* 2003; 15(Suppl 1): 5–7.
- [15] Nagy Z, Jávora A, Harcos P, et al. Hungarian stroke program: 1988–2006. *Int J Stroke* 2006; 1: 240–241.
- [16] Óváry C, Szegedi N, May Z, et al. Comparison of stroke ward care versus mobile stroke teams in the Hungarian stroke database project. *Eur J Neurol.* 2007; 14: 757–761.
- [17] Vassányi I, Kovács T, Surján Gy, et al. Analysis of patients in acute stroke care. In: Bari F. (ed.) *Medical Informatics. Proceedings of XXXI Neumann Colloquium.* [Betegutak elemzése az akut stroke ellátásban. In: Bari F, Ráosi F. (szerk.) *Orvosi Informatika 2018. XXXI. Neumann Kollokvium konferenciakiadványa.*] Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 2018. Budapest, 2018 ; pp. 54–58. [Hungarian]
- [18] Szikora I, Kovács T, Vassányi I, et al. Statistical evaluation of domestic acute stroke care: coding anomalies. [A hazai akut stroke-ellátás statisztikai értékelése: kódolási anomáliák.] *Ideggyógy Szle* 2021; 74: 45–47. [Hungarian]
- [19] Dreyer NA, Garner S. Registries for robust evidence. *JAMA* 2009; 302: 790–791.
- [20] Szikora I, Magyar B, Pápai Gy, et al. Artificial Intelligence based nationwide centralised decision supporting system for improving stroke case efficiency in Hungary. *J NeuroIntervent Surg.* 2023; 15(Suppl 2): A1–A9.
- [21] Park K, Cho M, Song M, et al. Exploring the potential of OMOP common data model for process mining in healthcare. *PLoS ONE* 2023; 18: e0279641.
- [22] Biedermann P, Ong R, Davydov A, et al. Standardizing registry data to the OMOP common data model: experience from three pulmonary hypertension databases. *BMC Med Res Methodol.* 2021; 21: 238.
- [23] Erőss L. The OMIII Stroke register and its importance in the organization of national stroke care. In: *Proceedings of XXXV Conference of Hungarian Hospital Association.* [Az OMIII Stroke regiszter és jelentősége az országos stroke ellátás szervezésében. In: Magyar Kórházszövetség XXXV. Kongresszusa konferenciakiadványa.] Budapest, 2023; p. 12. [Hungarian]
- [24] World Health Organization. WHO Technical Reports Series No. 850. Guidelines for good clinical practice (GCP) for trials on pharmaceutical products. Annex 3. WHO, Geneva, 1995.
- [25] Sørensen ST, Kristensen FP, Troelsen FS, et al. Health registries as research tools: a review of methodological key issues. *Dan Med J.* 2023; 70: A12220796.
- [26] Kabir UY, Ezekekwa E, Bhuyan SS, et al. Trends and best practices in health care cybersecurity insurance policy. *J Healthc Risk Manag.* 2020; 40: 10–14.
- [27] Pool J, Akhlaghpour S, Fatehi F, et al. A systematic analysis of failures in protecting personal health data: a scoping review. *Int J Inform Manag.* 2024; 74: 102719.
- [28] European Stroke Organisation. Registry of Stroke Care Quality (RES-Q). Available from: <https://eso-stroke.org/projects/eso-east/registry-of-stroke-care-quality-res-q/> [accessed: Apr 25, 2024].
- [29] Alexin Z. There are risks in anonymizing health data. [Kockázatokot rejt az egészségügyi adatok anonimizálása.] *IME* 2014; 13: 68–72. [Hungarian]
- [30] Su PY, Wei YC, Luo H, et al. Machine learning models for predicting influential factors of early outcomes in acute ischemic stroke: registry-based study. *JMIR Med Inform.* 2022; 10: e32508.

(Horváth Lajos dr.,  
Budapest, Amerikai út 57., 1145  
e-mail: horvath.lajos@semmelweis.hu)

„A józan ész nem ajándék, hanem büntetés,  
mert meg kell küzdened azokkal,  
akik nem rendelkeznek vele.” (Albert Einstein)

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID\_1)