

3. Dáta a umelá inteligencia – čo nové nás naučila pandémia?

MATEJ MIŠÍK
Ministerstvo zdravotníctva SR, Inštitút zdravotných analýz

MARTINA ANTOŠOVÁ
Univerzitná nemocnica Martin

IMRICH BERTA
Agel

VLADIMÍR NOSÁL'
Jesseniova lekárska fakulta UK, Neurologická klinika / Univerzitná nemocnica Martin

MIROSLAV GAŠPÁREK
Sensible Biotechnologies / University of Oxford



Aké dáta sme nazbierali počas pandémie a čo hovoria o našej spoločnosti? Čo vieme na základe dát povedať o efektívite politických opatrení, ktoré sa v rôznom čase prijímali v rôznych štádiách pandémie? Ako využívali dáta iné krajiny? Ako zdravotnícke dáta a skúsenosť s ich zberom, spracovaním a zverejňovaním v pandémii vieme použiť v budúcnosti, aby sme reagovali lepšie ako naposledy? Ako ďaleko sme vo vývoji a praktickom používaní metód umelej inteligencie v spracovaní zdravotníckych dát? Črtajú sa v oblasti práce s dátami trendy, ktoré skúsenosť v pandémii urýchlila? Budú lekári v budúcnosti aj informatikmi alebo ich budú potrebovať pre svoju prácu?

Zhrnutie odporúčaní

- Urýchliť investície do digitalizácie zdravotníctva s jednotnými dátovými štandardmi v inštitúciách.
- Využiť zákonné možnosti na zriadenie „data emergency response unit“ a rozvoj kapacít štátu.
- Princíp transparentnosti a otvorenosti. Dostupnosť dát musí mať v kríze prednosť pred GDPR.
- Pravidelné kvalitatívne a kvantitatívne meranie nálad v spoločnosti. Adaptácia politík.
- Potrebujeme národnú stratégiu biologickej bezpečnosti: identifikovať riziká a koordináciu.

Ako sa dáta a AI využili počas pandémie na Slovensku?

Dáta a ich analýzy mohli a mali zohrávať prím v manažmente pandémie na Slovensku. Žiaľ, nebolo tomu tak. Domnievame sa, že v prípade vzniku novej krízy podobného charakteru, by sa situácia vzhľadom na absenciu systematických zmien aj v budúcnosti zopakovala. Hoci aj malé zmeny v prístupe či legislatíve, často finančne nenáročné môžu doceliť zásadné výsledky - pre pacienta a ich liečbu, pre ciele a minimalizáciu dopadov opatrení, pre obmedzenie dopadov na zdravotný systém a zdravotnícky personál. Cílené opatrenia navyše umožňujú ušetriť nemalých finančných prostriedkov z verejných zdrojov.

V dokumente prinášame analýzu chýbajúcich alebo chybných opatrení a zároveň aj návrhy opatrení, ktoré by viedli k podstatnému zlepšeniu manažmentu pandémie v budúcnosti. Základnou motiváciou vzniku tohto dokumentu je predpoklad, že vznik novej pandémie podobných či dokonca väčších rozmerov je možné v budúcnosti takmer určite

predpokladať, pričom nie je možné určiť časový rámec jej vzniku (môže sa vyskytnúť v blízkej, ale aj vzdialenejšej budúcnosti). Navyše, úpravou politik a prístupu aj vo využívaní analytiky a AI je možné spraviť systém poskytovania zdravotnej starostlivosti odolnejším a s kvalitnejším výsledkami aj dlhodobo udržateľnejším.

Tak ako bol dynamický priebeh pandémie, tak sa menil a vyvíjal aj prístup k využívaniu dát a analytických nástrojov. V krátkosti popisujeme 3 fázy, aby sme zachytili kľúčové výzvy a reakcie na tieto výzvy - v úvode pandémie, počas hlavnej fázy a na záver pandémie resp. aká je aktuálna situácia v úvode post-pandemického obdobia.

Úvod pandémie z pohľadu dát

Úvod pandémie (Jan 2020 - Jun 2020) bol, podobne ako inde na svete spojený s veľkou mierou neistoty a chýbajúcimi informáciami. Absencia predchádzajúceho systematického plánovania pre prípady nástupu pandémie a nedostatočná aktualizácia plánov s ohľadom na súčasné hrozby, spolu s absenciou dostupných pandemických plánov, viedla k fragmentácii rozhodovacieho procesu bez jasných zodpovedností. K návrhom riešení sa v situácii začínajúceho pandemického obdobia opakovane viedli konzultácie s vedeckými autoritami, avšak bez viditeľného dopadu na samotné politiky či opatrenia. Z pohľadu práce s dátami patria k charakteristikám úvodu pandémie predovšetkým nasledujúce pozorovania:

- Absencia komunikácie a koordinácie medzi krajinami
- Absencia relevantnej a koordinovanej komunikácie vo vnútri krajiny
- Chýbajúce: technické riešenia; know-how epidemiologického modelovania; prepojenie rôznych platforiem a subjektov (NCZI, poisťovne, EPIS, laboratória, ÚDZS); systematické kontroly kvality dát,
- Chaotický rollout rôznych riešení, bez koordinácie, založený na manuálnych, parciálnych a nesystematických zberoch dát,
- Pretrvávajúce problémy s kvalitou a dostupnosťou dát, kedy informácie o prípadoch sa zbierali z reportáží dobrovoľníkmi do zdieľaného Google Sheet dokumentu,
- Neochota využívať komerčné, alebo pro-bono riešenia, či absencia mechanizmov na ich podporu. Napr. telekomunikačné spoločnosti poskytli kvalitné dáta, ale nevytvoril sa proces na zber agregovaných štatistík mobility občanov (napr. na obce),
- Málo priestoru na experimentovanie a riešenia typu "pokús sa a omyl" - absencia rýchlych výziev, hackatlonov, testovaní "quick-wins" použitých v zahraničí - napr. práve v oblasti AI,
- Nedostatok koordinácie medzi civilným sektorom a ozbrojenými silami, nedostatočná zapojenosť akademického sektora.

Tieto faktory viedli k tomu, že neexistoval jeden zdroj "pravdy" o aktuálnej situácii, duplikovali sa činnosti a oblasť dát nemala jasného lídra či stratégiu. Chýbajúce vedomosti a nástroje sa útržkovito vytvárali bez jasnej koordinácie - takto vznikol aj prvý Slovenský epidemiologický model na Inštitúte zdravotnej politiky, nakoľko na Úrade verejného zdravotníctva chýbali skúsenosti s modelovaním priebehu epidémie. Publikovanie prvého modelu viedlo aj k vzniku spolupráce s akademickým sektorom - spolupráca na ďalšej iterácii modelu s fakultou Matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.

Hlavné vlny pandémie

Od jesene roku 2020 do polovice roku 2022 prebiehali akútne vlny pandémie. Aj toto obdobie je charakterizované dynamickým vývojom a pokrokom v oblasti diagnostiky, liečby, prevencie a s tým súvisiacej organizácie systému a verejných politik. Etablujú sa jasnejšie guidelines (klinické aj verejno-zdravotné) a aj v manažmente pandémie prichádza k jasnejšej, hoci stále v nedostatočnej miere, delbe kompetencií. Hlavnú vlnu pandémie charakterizovali nasledujúce aspekty:

- V dátach dochádza k posunu vpred, stále je však typický pracný zber (napr. denne nemocnice hlásia počet a charakteristiky Covid pacientov, či technických kapacít a materiálno technického zabezpečenia).

- Napriek kritickej situácii pretrváva neochota poskytovať a zdieľať dáta. Vytvárajú sa aj nejaké automatické toky dát, avšak rôznych vlastníkov, bez koordinácie aby boli prepojitelné. Naďalej chýba jasné líderstvo a kompetencie v oblasti dát.
- Zverejnené sú iba dáta vo vizuálnej podobe, veľmi obmedzené zverejnenie v strojovo spracovateľnej podobe (obmedzené OpenData iniciatívy).
- Naďalej chýba flexibilná a prepojená infraštruktúra, ktorá by sa rýchlo adaptovala na nové dátové požiadavky a umožňovala by aplikovať analytické postupy, či princípy strojového učenia a umelej inteligencie na kvalitne integrovaných dátach z rôznych zdrojov. Návrhy na zbieranie určitých typov dát pre precizovanie a zrýchlenie diagnostiky s využitím AI (napr. DICOM RTG, CT) boli opakovane ignorované.
- Na individuálnej úrovni jednotlivých pracovísk sa aplikovali možnosti AI na CT (výpočtová tomografia (angl. computed tomography), tieto pracoviská však o sebe nevedeli a nekooperovali.
- Absentuje ochota / záujem sa rozhodovať na politickej úrovni na základe princípov založených na dôkazoch - evidence based, akceptovať jasné odporúčania vedeckej a odbornej obce.

Napriek tomu vznikajú rozsiahle zbery dát, ktoré vnášajú do úplnej tmy úvodu pandémie isté svetlo. Je nevyhnutné stavať na týchto základoch a dané zbery v maximálnej miere prepájať a automatizovať. V tabuľke 1, zachytávame kľúčové dátové toky, ktoré boli využívané na úrovni tvorby politik, či na klinickej úrovni. Vznikli stovky indikátorov rôznej kvality a v rozličnej podobe zberu a zverejňovania, dáta boli roztrieštené v množstve entít, žiaľ bez pozitívneho príkladu úspešného prepojenia na úrovni jednotlivce osoby.

Tabuľka 1. Prehľad kľúčových dátových zdrojov, ich dostupnosť a potenciál kvalitnejšieho využitia.

OBLASŤ	DRŽITEĽ DÁT	POPIS	DOSTUPNOSŤ	POTENCIÁL LEPŠIEHO VYUŽITIA
Testovanie	ÚVZ držitel', NCZI spracovateľ	Výsledky PCR a Ag testov sa zbierali v dvoch rôznych systémoch. Napriek potrebe sa Ct hodnoty PCR testov začali zbierať až po mesiacoch a do dnes nie sú dostupné.	Agregované dáta sú v pracovné dni dostupné MZSR v podobe Excel extraktov a v dennom PowerBI reporte verejnosti. Chýba OpenData.	V prípade akéhokoľvek testovania by bolo vhodné hneď spustiť register, ktorý by bol jednotný a umožnil by hodnotiť dáta v reálnom čase - napr. prírastky positivity, opäť pri dostatočnej kvalite je možné aplikovať predikčný model AI
Sekvenácia	ÚVZ, CVTI, UK	Na základe sekvenačnej stratégie sa začalo sekvenovať určité percento vzoriek, resp. klinicky či anamnesticky cieleňá sekvenácia na identifikáciu variantu vírusu.	Webová aplikácia Univerzity Komenského s Google Data Studio vizualizáciou dostupná pre vybrané osoby ÚVZ, MZ SR.	Jednoznačná identifikácia infekčných reťazí v procese epidemiologického šetrenia. Pri včasnej sekvenácii personalizácia klinických postupov. Identifikácia subtypov/variant vírusu ako možná predikcia nastavenia opatrení pri predpokladoch správania sa konkrétneho variantu.

OBLASŤ	DRŽITEĽ DÁT	POPIS	DOSTUPNOSŤ	POTENCIÁL LEPŠIEHO VYUŽITIA
Spracované prípady	ÚVZ	Spracované prípady v rámci epidemiologického šetrenia v systéme EPIS. Obsahuje detailné záznamy z epidemiologického šetrenia. Postupom pandémie nastala integrácia s laboratórnymi testami, ktoré zakladali nové prípady automaticky.	Anonymizovaný a oklieštený extrakt dostupný na týždennej báze počas hlavnej vlny pre IZA na MZ SR.	Prepojenie na klinické dáta pacienta pre kvalitnejší manažment pacienta.
Monitoring odpadových vôd	ÚVZ	Monitoring koncentrácie vírusových častíc PCR technikou v 62 čističkách odpadových vôd.	Týždenný .docx report zasielaný emailom z ÚVZ na IZA MZ SR.	Štandardizácia procesu, sekvenácia a rozšírenie na ďalšie patogény s uverejňovaním geograficky diferencovaných dát v spojení s inými zdrojmi dát by bol silný monitorovací nástroj na rozličné hrozby.
Zdravotnícke kapacity	NCZI	Lôžka, personál, materiálno technické zabezpečenie manuálne hlásené nemocnicami na dennej báze.	PowerBI report pre MZ SR.	Digitalizácia obsadenosti lôžok v reálnom čase má potenciál nielen zlepšiť kvalitu dát, ale aj napríklad zjednodušiť preklady pacientov a trasovanie ZZS.
Výjazdy ZZS	OS ZZS	Početnosť výjazdov po dňoch a krajoch ku Covid-19 suspektným pacientom.	Týždenný .xlsx report zasielaný emailom z OS ZZS na IZA MZ SR a publikovaný na GitHub.	Prepojenie na konkrétneho pacienta dotvára komplexný klinický obraz a pomôže predikovať typológiu pacientov vyžadujúcich výjazd v budúcnosti. Pri štandardizácii zadávania údajov je možné na predikovanie použiť algoritmy AI.
Hospitalizačné prípady	NCZI, ZP	Individuálne hospitalizačné prípady s Dg. Covid-19. Vzhľadom na absentujúcu legislatívu zber bez rodného čísla, navyše náročný manuálny zber.	Dostupnosť manuálneho zberu s pár denným omeškaním cez Excel extrakt pre MZ SR. Dáta od ZP s niekoľko mesačným omeškaním a bez detailu terapie.	Automatizovať proces generovania obdobných mimoriadnych registrov s úpravou umožňujúcou zber aj rodného čísla by odbremenil nemocnice a výrazne skvalitnil prognostické a AI možnosti.

OBLASŤ	DRŽITEĽ DÁT	POPIS	DOSTUPNOSŤ	POTENCIÁL LEPŠIEHO VYUŽITIA
Liečba a starostlivosť	NCZI, ZP	NCZI: zápis v eHealth (zdravotná dokumentácia). ZP a NCZI: V rámci dávok a DRG dávok informácie o poskytnutej a uhradenej zdravotnej starostlivosti.	eHealth úplne nedostupný. Dávky ZP dostupné pre MZSR s cca 3 mesačným oneskorením. DRG dávky aktuálne 1x / rok.	Lepšia štruktúrovanosť a hlavne legislatívna možnosť analytického využitia a aplikácie AI nad eHealth môže viesť k odporúčaniam v liečbe takmer v reálnom čase
Diagnostika DICOM/PACS	Jednotliví poskytovatelia	Výsledky CT/ digitálnych RTG boli individuálne zasielané do rôznych AI, dáta sa nekorelovali	Len pre vedecké účely, zlepšenie diagnostiky, postavené na osobnom záujme rádiológov a vedcov	Inegrácia medzi poskytovateľmi zlepši možnosti aplikovať rôzne AI prístupy
Lieky	NCZI eRecept	Dáta z eReceptu prostredníctvom dávok ZP (uhradené predpisové lieky, čiže bez nemocničných liekov a voľno predajných liekov).	Dostupné s cca 3 mesačným oneskorením.	Využívanie eRecept aj v nemocničnom prostredí na alokáciu liekov na pacienta by umožnilo vyhodnocovať takmer v reálnom čase real-world evidenciu účinnosti v konkrétnom prostredí.
Vakcinácia	NCZI, ZP	Na mieru vytvorený systém NCZI na záznamy o očkovaní. Zároveň zber cez ZP ako alternatívny zdroj.	Denný reporting na detailnej úrovni vďaka zabezpečenému prístupu k NCZI databáze. Príklad dobrej praxe s dostatočnou flexibilitou.	Prepojenie na dáta zo sociálnej oblasti by umožnilo lepšie porozumieť vážnym postojom a prípadným intervenciám na ich redukciu.
Nežiaduce účinky	ŠÚKL	Nežiaduce účinky liekov (NÚL) zbiera ŠÚKL a ďalej ich reportuje aj do EÚ databáz EMA.	Pravidelné reporty na web stránke ŠÚKL a zasielanie sumáru aj s dátovým podkladom na MZ SR.	Pri pandémie sa veľa diskutovalo o rôznych liekoch, menej o ich nežiaducich účinkoch, bolo by vhodné využívať tieto dáta v edukácii - napr. aké NÚL môžu spôsobiť neindikované lieky
Spoločnosť a nálady	SAV	Prieskum "Ako sa máte Slovensko?" zbiera nálady v spoločnosti a postoje k aktuálnym témam.	Verejne dostupné.	Systematický zber spoločenských nálad k aktuálnym témam počas kríz by mal vo výraznejšej miere formovať verejné politiky a ich komunikáciu pre vyššiu akceptáciu.

OBLASŤ	DRŽITEĽ DÁT	POPIS	DOSTUPNOSŤ	POTENCIÁL LEPŠIEHO VYUŽITIA
Mobilita	Google, Apple	Dáta z pohybu mobilných telefónov na regionálnej úrovni poskytujú proxy pre interakcie a pohyb spoločnosti počas krízy.	Verejne dostupné s niekoľkodňovým oneskorením.	V prípade trasovania a vyhľadávania kontaktov či monitoringu karantény
Sociálna starostlivosť	Sociálna poisťovňa	Vyplatené PN, OČR	Neboli dostupné pre manažment pandémie ani na vedecké účely	Flexibilnejšia a adresnejšia tvorba politik a opatrení
Zamestnanosť	MPSVaR	Úroveň zamestnanosti	Neboli dostupné pre manažment pandémie ani na vedecké účely	Flexibilnejšia a adresnejšia tvorba politik a opatrení
Úmrtia	ÚDZS, Štatistický úrad	Zber dát z práce patológie a súdneho lekárstva ÚDZS. Informácie na úrovni miesta úmrtia, veku, pohlavia a príčiny úmrtia. Oficiálne spracovanie na strane ŠÚSR.	ÚDZS denne poskytoval emailom dáta pre MZSR, na týždennej báze detailnejšiu databázu pre IZA MZSR.	Elektronizácia hlásení o úmrtí by znížila administratívnu náročnosť a zvýšila preprijateľnosť dát.
Hospodárstvo	Finančná správa	Dáta z eKasa o tržbách po jednotlivých sektoroch.	Dostupné v detailnej podobe pre MFSR, poskytované v podobe agregovaných reportov.	Flexibilnejšia a adresnejšia tvorba politik a opatrení
Školstvo	MŠVVaŠ	Počty zatvorených tried a škôl.	Dostupné pre samosprávy, avšak neboli dostupné pre manažment pandémie ani na vedecké účely	Flexibilnejšia a adresnejšia tvorba politik a opatrení
Marginalizované komunity	Zdravé regióny	Terénny monitoring výskytu prípadov, hospitalizácií a úmrtí po jednotlivých marginalizovaných komunitách.	PowerBI report vypracovaný Zdravými regiónmi a pravidelný report poskytovaný krízovým zložkám MZ SR.	Prepojenie by mohlo viesť k inkluzívnejším politikám
Monitoring vyhľadávania	Google Trends	Trendy vo vyhľadávaní kľúčových slov na vyhľadávači Google.	Verejne dostupné takmer v reálnom čase.	Implementovanie vyhľadávaných slov do AI riešení v kombinácii s inými zdrojmi dát

Napriek týmto už rozsiahlejším zberom pretrvávali mnohé dátové problémy:

- Nedostatočný záujem štátu o kvalitatívne dáta, robenie rozhodnutí bez kvalitných analýz.
- Nedostatočný záujem štátu o používanie automatizácie a pokročilých štatistických metód, využívanie AI pri spracovaní rôzneho typu a rôzneho množstva dát.
- Postupné porozumenie pre potrebu mikro dát a nielen celonárodného pohľadu "priemeru" s väčšou orientáciou na potreby jednotlivých okresov, nemocníc. Avšak naďalej minimálna orientácia na marginalizované komunity.

- Limitované "štatistické" využitie dát na hodnotenie situácie a plánovanie opatrení. Snaha o transparentné a automatické zavádzanie opatrení na základe merateľných ukazovateľov pri tzv. Covid Automat (systém regionálneho zavádzania rôznej prísnosti / zloženia opatrení na zamedzenie šírenia Covid-19).
- Epidemiologické modely a obmedzené porozumenie politickej obce v limitácii modelovania infekčného ochorenia, ktoré sa zásadne s každým novým variantom menilo.
- Digitalizácia niektorých riešení iba z medzinárodného donútenia - príklad EÚ GreenPass s následnou adaptáciou do aplikácií zdravotných poisťovní.
- Dáta do zahraničia (ako ECDC) boli častokrát pracne manuálne agregované do potrebnej podoby a zasielané bez automatizácie.
- Odporúčania pre pacientov boli často plošné, bez rozlíšenia v rizikivosti.
- Digitálne riešenia ako eRecept preukázali nie len svoju efektivitu či komfort, ale stali sa vyslovene nevyhnutné pre poskytovanie starostlivosti. Ale aj v prípade eReceptu by implementácia v nemocničnom prostredí umožnila digitálne vyhodnocovať efektivitu liečby ako real-world evidence v strojovo spracovateľnej podobe. Práve absencia obdobnej digitalizácie v prípade laboratórných vyšetrení viedla k potrebe narychlo vyvíjať jednorázové riešenia na tok dát z laboratórnej PCR diagnostiky.
- Slabé využitie potenciálu dát na boj s dezinformáciami.
- Absentovala podpora dátových a AI iniciatív vo vede výskume a inováciach - neexistovali výzvy na Covid (mali byť jednoduché a rýchle) pričom sa využívali kapacity vedeckých laboratórií.
- Nedostatočná komunikácia v rámci využívania AI so zahraničím - napriek snahám rôznych európskych partnerov sa Slovensko počas Covidu nezapojilo do žiadnej takejto iniciatívy.
- Chýbajúci monitoring efektivity novozavedenej liečby - napr. použitie a efekt monoklonálnych protilátok, s výnimkou niektorých klinických skúšaní.
- V ambulantnom sektore nedostatočné využívanie dát pre zjednodušenie práce ambulantných lekárov, absencia komunikačného kanálu so štátom (v prípade Covid-19 to bolo chýbanie plošného informovania lekárov o spôsobe interpretácie antigénových a PCR testov), inkompatibilita s telemedicínskymi pomôckami.

Kvalitné vstupné dáta umožňujú kvalitné predikcie a naopak. Parciálne sa počas hlavných vln Covid-19 implementovali užitočné postupy a preberali sa inšpirácie zo zahraničia. Ako sme ale vyššie ukázali pri detailnejšom pohľade tieto riešenia neboli dotiahnuté, vznikali zásadne implementačné nedostatky a nedbalo sa na prepojenosť a využiteľnosť dátových riešení. V mnohých prípadoch zlyhanie nastalo v implementačnej fáze.

Post-pandemická doba

Mnohé vyššie popísané zdroje sú v post-pandemickej dobe sun-set (utlmené, ukončené), nakoľko boli postavené na mimoriadnych manuálnych zberoch, čo poukazuje na potrebu systémových a automatizovaných riešení. Ich vykazovanie bolo veľmi pracné a zaťažujúce. Naďalej chýba datový vlastník témy Covid-19 (zber, tok a vyhodnotenie dát na jedno miesto) a teda v prípade novej obdobnej krízovej situácie z pohľadu dát sa budú opakovať popísané nedostatky. V používaní inovácií ťahá Slovensko naďalej za kratší koniec, nevyužila sa možnosť katalyzovať inovačný potenciál Slovenska.

Dáta počas pandémie v zahraničí, čo mohlo byť inak?

Prediktívne riadenie kapacít

Príklad na inovatívne využitie celonárodných zdravotníckych dát počas pandémie je bližšie, než by sa očakávalo. ÚZIS v Českej republike využil svoje dáta z dávok zdravotného poistenia na vytvorenie prediktívneho modelu, ktorý vypočítal riziko hospitalizácie pre každého jednotlivca v populácii. Výsledky získané výpočtom boli real-time integrované s údajmi získanými z testovacích centier s cieľom predvídať pravdepodobné množstvo hospitalizácií v rôznych regiónoch Českej republiky.

V štátnej zdravotnej poisťovni, ktorá s dominantným postavením na Slovensku disponuje dátami a mala by mať motiváciu na tvorbu modelov personalizovaného rizika, nie je interný konsenzus na tvorbu a využitie týchto modelov v praxi.

Optimalizácia očkovacej stratégie

Jedným z príkladov využitia rizikového modelu je prioritizácia distribúcie vakcín - Covid-19 Vaccine Priority Index, ktorý vyvinuli výskumníci z East Carolina University. Index využíva údaje o faktoroch, ako je vek, povolanie, príjem a základné zdravotné komplikácie, na určenie priority očkovania rôznych skupín obyvateľstva.

V apríli 2021 bol skupinou autorov (Nosal a spol.) vytvorený návrh optimalizácie očkovacej stratégie. Hlavnou motiváciou vytvorenia stratégie bolo umožnenie cieleného (personalizovaného) očkovania tej časti populácie, ktorá bola najrizikovejšia z hľadiska vážnych komplikácií ochorenia Covid-19. Stratégia zároveň umožnila čo najoptimálnejšiu distribúciu vakcín, ktorých dostupnosť bola v tom čase limitovaná. V stratégii boli zohľadnené tie zdravotné rizikové faktory, ktoré viedli k hospitalizácii či smrti pacientov. V dokumente autori ukázali ako je možné prakticky využiť existujúce dáta NCZI alebo zdravotných poisťovní. Návrh uvedeného riešenia vznikol počas niekoľkých dní a nevyžadoval prakticky žiadne finančné prostriedky. Napriek tomu, že bol dokument voľne dostupný a predstavoval unikátne riešenie aj v rámci celého európskeho priestoru nebol štátnymi ako aj zdravotníckymi autoritami reflektovaný.

Podobne projekt založený na výpočte personalizovaného rizika pre poddiagnostikované chronické ochorenie obličiek pomocou strojového učenia, a za ktorý získali analytici zo štátnej zdravotnej poisťovne cenu spoločnosti AstraZeneca na European Healthcare Hackathon, nezískal schválenie z právneho odboru z dôvodu nedostatočného právneho a interného konsenzu o implementácii personalizovaného rizikového skóre.

Úspešné aplikácie AI v zdravotníctve

Pandémia potvrdila, že rýchle klinické využívanie systémov AI v rádiológii môže byť nesmierne dôležité pri rozhodnutiach súvisiacich s diagnostikou a liečbou pacientov s Covid-19. Hovoríme však o tzv. vysvetliteľnej a interpretovateľnej AI, t.j. AI, ktorú dokáže jednoducho a rýchlo pochopiť rádiológ – praktik. V začiatkoch pandémie sa AI používala najmä na diferenciaciu snímok covidových pneumónií od „iných“ pneumónií, neskôr, v súvislosti s pravidelným kolektovaním dát na regionálnych úrovniach začala byť používaná v predikcii rizika nežiaducich klinických udalostí ako napr. zhoršenie klinického obrazu, readmisia na JIS či dokonca predikciu úmrtnosti. Jedinečnú aplikáciu na hodnotenie Covid-19 v tejto oblasti vytvoril napr. Zhang a kol., ktorý využil kvantitatívne znaky lézií na pľúcach a klinické metadáta na konštrukciu prognostických klasifikátorov. Táto aplikácia bola neskôr doplnená ešte o hodnoty rizika, vplyv aplikovanej liečby na lézie i klinické dáta. To bol obrovský prelom, kedy AI už nepomáhala len v diagnostike, ale aj v liečbe – teda o tom, ako by sa mal ktorý pacient liečiť, a ktorý liek by mal byť použitý (Fuhrman et al. 2022; Giuste et al., 2023; Zhang et al., 2020).

Umelá inteligencia sa môže použiť na predpovedanie, u ktorých pacientov je po prepustení najvyššie riziko komplikácií a opätovného prijatia do nemocnice. To môže nemocniciam pomôcť zamerať intervencie a domáce monitorovanie na tých, ktorí ich najviac potrebujú, a znížiť celkové náklady na zdravotnú starostlivosť. Jedným z dôležitých spôsobov využitia predikcie je informovanie pacientov o cielených intervenciách, ktoré môžu zabrániť re-hospitalizácií. Doterajšie štúdie naznačujú, že niektoré intervencie po prepustení môžu znížiť počet re-hospitalizácií a ušetriť pridružené náklady (Davis et al., 2022).

Využívanie umelej inteligencie a NLP (natural language processing) na extrakciu štruktúrovaných premenných z veľkého množstva nemocničných údajov vo forme voľného textu môže zvýšiť efektívnosť a presnosť analýzy klinických údajov, a poskytnúť nové údaje pre predikčné algoritmy a riadenie nemocnice. Štátne aj súkromné nemocnice sa snažia analyzovať medicínsku spotrebu na jednotlivých oddeleniach a často musia vychádzať len zo sumárnych účtovných údajov pretože chýba odpis liekov a zdravotníckeho materiálu na pacientov. Údaje o spotrebe na jednotlivých pacientov sa ale nachádzajú v nemocničnom informačnom systéme ako voľný text. Extrakciu údajov pomocou algoritmov vedia nemocnice získať kľúčové informácie, sledovať efektívnosť liečby jednotlivých diagnóz, porovnávať liečebné postupy, a kontrolovať dodržiavanie štandardov (Tang & Yixuan, 2019).

Neštruktúrované údaje z nemocničných informačných systémov sú potenciálne bohatým zdrojom údajov na vývoj lepších nástrojov umelej inteligencie (AI), najmä v prípade zdravotných stavov, ako je sepsa, kde sú skoré príznaky

nejednoznačné a ťažko rozpoznateľné. Sepsa je život ohrozujúca reakcia na infekciu spôsobujúca zápal a zlyhanie orgánov, ktorá sa bežne vyskytuje v nemocniciach. Väčšina ľudí sa zotaví z miernej sepsy, ale úmrtnosť na septický šok je približne 30 % až 40 %. Viaceré štúdie poukazujú na veľký potenciál využitia umelej inteligencie na zlepšenie včasnej predpovede a diagnostiku sepsy. Podľa najnovších štatistík sa odhaduje, že každý rok v Európe zomrie na sepsu 680 000 ľudí. Algoritmus predpovedajúci rozvoj ochorenia v skorej fáze by lekárom poskytol niekoľko-hodinový náskok a pomohol predísť mnohým úmrtiam. Nezávislý test najlepšieho prediktívneho algoritmu dosiahol vysokú prediktívnu presnosť 12 hodín pred začiatkom symptomatickej sepsy (AUC 0,94, senzitivita 0,87 a špecifická 0,87) (Goh et al., 2021).

Návrhy a príležitosti pre Slovensko v oblasti dát a AI

Dáta, analytika a umelá inteligencia majú potenciál s minimálnymi nákladmi zásadne zvýšiť odolnosť a zlepšiť výsledky pri budúcich krízových situáciách, ale aj v bežnom poskytovaní zdravotnej starostlivosti. Vyššia miera využitia týchto možností je nevyhnutná vzhľadom na demografické procesy, ale zároveň aj pre potenciál zásadne zlepšiť kvalitu poskytnutej zdravotnej starostlivosti či pre hospodársky potenciál inovatívnych riešení postavených na otvorenejšej dátovej politike v zdravotníctve. Posun je nevyhnutný v plnom spektre poskytovania zdravotnej starostlivosti - od zmeny verejných politík, až po vzdelávanie a skúsenosti jednotlivých lekárov a lekároch. Prinášame čiastkový pohľad na odporúčania pre zmeny verejných politík.

Dátová infraštruktúra pre 21. storočie - technická, legislatívna, personálna

Predpokladom všetkých odporúčaní je základná infraštruktúra pre prácu s dátami a to nie len v technickej rovine, ale nemenej v personálnej a legislatívnej.

Technická infraštruktúra - kvalitná, škálovateľná a flexibilná dátová infraštruktúra

- Prioritizovať a urýchliť investície do digitalizácie procesov v zdravotníctve s jednotnými dátovými štandardami.
- Vyžadovať a podporovať interoperabilitu dát medzi inštitúciami v rámci krajiny ako aj s inštitúciami mimo (ECDC, EK, WHO, OECD...).
- Dátový sklad - Po vzore UK Biobank - môže sa využiť aj Digibiobanka na Žilinskej univerzite (obrazové dáta): Zdravotné aj sociálne dáta; Prepojenie na Štatistický úrad; Umožnenie prístupu vedcom a analytikom.

Personálna infraštruktúra - budovanie a rozvoj analytických kapacít štátu

- Jasný data ownership a prístup ku všetkým dátam, napríklad využiť zákonné možnosti Štatistického úradu na zriadenie Data Emergency Response Unit aj s Data Room pre schválené vedecké skupiny.
- Vytvorenie analytického tímu na Úrade verejného zdravotníctva pre podporu rozhodnutí na báze dôkazov, zvyšovanie dôvery spoločnosti v inštitúciu, ktorá zásadne zasahuje do životov občanov v prípade Public Health Emergency.
- Kvalitné a pravidelné vzdelávanie nielen štátnych analytikov v oblasti spracovania dát, štatistiky a komunikácií analytických zistení.

Legislatívna infraštruktúra

- Podporovať spätnú dostupnosť dát zdravotníckym pracovníkom na ďalší výskum a analytiku. Jasné a plošné definovanie použiteľnosti zdravotníckych dát vo výskume a vývoji.
- Podporovať sekundárne využitie zdravotných dát na vedu, výskum a tvorbu politík, podporovať a implementovať myšlienky EHDS (European Health Data Space).

- Maximálna transparentnosť a otvorenosť dát (a metadát) pre zvýšenie kvality a dôvery v dáta. OpenData a Open Analytics by mali byť norma tak pri zdravotníckych ako aj iných dátach.
- Dostupnosť dát v krízových situáciách musí mať prednosť pred absolútnym princípom GDPR, resp. umožniť dočasné výnimky v nevyhnutnom rozsahu.

Pravidelné kvalitatívne a kvantitatívne meranie nálad v spoločnosti obzvlášť pri krízových situáciách a adaptácia politik na tieto nálady.

Podpora inovatívnych riešení, participatívny prístup

Slovensko zásadne zaostáva za svojim inovačným potenciálom, čo malo aj na priebeh pandémie zásadný dopad. Je nevyhnutné nie len proklamatívne zaradiť podporu inovácií na popredné miesta záujmu verejných politik.

- Podstatné zlepšenie podpory (vrátane finančnej) vedy a výskumu vo všetkých oblastiach týkajúcich sa pandémie, obzvlášť v úvodných fázach pandémie. Zaradenie ako priority v každom rezorte, obzvlášť v zdravotníctve.
- Rýchla a včasná podpora inovatívnych nápadov založenej na vzájomnej dôvere pomocou inovačných fondov, ako napr. vytvorením systematického inovačného fondu v zdravotníctve po vzore Nemecka.
- Harmonizácia so zahraničím a maximalizácia synergií v inovatívnom priestore regiónu a EÚ.

Umelá inteligencia a využitie AI v štátnych a súkromných nemocniciach

Covid ako aj nasledujúca utečenecká kríza potvrdzujú potrebu a príležitosti na zásadné zlepšenie vo využití potenciálu dátovej analýzy a umelej inteligencie. V krízovej situácii je táto potreba zvýraznená a viditeľnejšia, avšak nižšie uvedené návrhy predstavujú príležitosť aj v business-as-usual scenári. Aktívnejšie využitie dát a umelej inteligencie má potenciál zvýšiť efektivitu opatrení, adresnosť opatrení, zvýšiť bezpečnosť zdravotníckych pracovníkov ako aj znížiť hospodársku a spoločenskú záťaž.

Hlavné výzvy nemajú podstatu v technickej či finančnej náročnosti, ale v úspešnej implementácii zmien politik a regulácií ako aj v zvýšení úrovne a kvality spolupráce. Skúsenosti zo Slovenska ukazujú, že samotný zber dát nie je problém po procesnej ani technickej stránke, problémom je ochota a legislatívna možnosť tieto dáta zdieľať, spájať a analyzovať.

Prehnane konzervatívne prístupy k ochrane osobných údajov môžu výrazne brániť inováciám a stáť krajinu cenné roky života občanov. Platí to najmä v zdravotníctve, kde sú zdieľanie a analýza údajov kľúčové pre vývoj život zachraňujúcich algoritmov, intervencií a moderných politik. Obmedzením prístupu k údajom o zdravotníctve obmedzuje schopnosť výskumných pracovníkov odhaľovať nové poznatky a vyvíjať inovatívne riešenia. Okrem toho obavy o ochranu súkromia môžu viesť k oneskoreniu diagnostiky a liečby, čo môže mať v konečnom dôsledku za následok stratu rokov života. Preto je dôležité nájsť rovnováhu medzi ochranou súkromia a zdieľaním údajov, aby sme ako krajina dosiahli lepšie výsledky pre pacientov a celú spoločnosť.

Odporúčame aktívne sa zapojiť do iniciatív, ktoré riešia prácu so zdravotníckymi dátami a hľadajú optimálny model pre zdieľanie a využívanie dát nielen v rámci svojej krajiny, ale naprieč Európou (napr. EHDS). Vieme že sa to dá, je však k tomu pristúpiť proaktívne. Zároveň je potrebné lídrovať túto tému ako cestu k optimalizácii a transformácii viacerých neefektívnych procesov v zdravotníckom systéme.

Potreba prípravy národnej politiky biologickej a epidemickej bezpečnosti

Slovensko potrebuje národnú stratégiu biologickej bezpečnosti z mnohých dôvodov. V prvom rade je dôležité mať pripravený efektívny plán na riešenie prípadných biologických hrozieb, ako sú pandémie, nákazy či útoky biologickými zbraňami - svet sa už posúva od uvažovania nad prírodnými biologickými katastrofami k príprave na biologické hrozby zámerne vytvorené ľuďmi. Na Slovensku chýbajú bazálne plány týkajúce sa rámcovej prípravy civilnej aj vojenskej časti spoločnosti na biologické hrozby.

Ako sme toho svedkami v prípade pandémie Covid-19, rýchle a účinné reagovanie na takúto situáciu je kľúčom k ochrane obyvateľstva a zabezpečeniu sociálnej a ekonomickej stability krajiny. Národná stratégia biologickej bezpečnosti by pomohla identifikovať hlavné riziká a zabezpečila koordináciu medzi rôznymi inštitúciami a odvetvami, čo by umožnilo efektívnejšiu prevenciu, detekciu a následnú reakciu na biologické hrozby.

Od klasifikácie výziev v oblasti biologickej bezpečnosti, cez prípravu monitorovania, rýchlu detekciu, zber dát, komunikáciu naprieč reťazcom velenia, tvorbu síl rýchlej reakcie, až po rozvoj logistických schopností a dodávateľských reťazcov kľúčových biologických a chemických agentov - toto všetko by mala takáto stratégia zahŕňať. Okrem toho by národná stratégia biologickej bezpečnosti mala posilniť aplikovaný vedecký výskum a vývoj v oblasti biotechnológií, čím by sa zlepšila schopnosť krajiny riešiť budúce biologické problémy.

Taktiež je potrebné podporovať medzinárodnú spoluprácu s verejným aj súkromným sektorom, keďže mnohé politiky sú v krajinách ako Spojené štáty úspešne rozvinuté. Výmena informácií s inými krajinami a medzinárodnými organizáciami by prispela k zvyšovaniu globálnej úrovne biologickej bezpečnosti. Vytvorenie a aplikovanie národnej stratégie by tak zabezpečilo, že Slovensko bude pripravené čeliť rastúcim biologickým hrozbám a zvýši svoju odolnosť voči nim, čím prispeje k zabezpečeniu zdravia a prosperity svojich občanov.

Referencie

Chen J, See K Artificial Intelligence for Covid-19: Rapid Review J Med Internet Res 2020;22(10):e21476 URL: <https://www.jmir.org/2020/10/e21476> DOI: 10.2196/21476

Davis, S., Zhang, J., Lee, I. et al. Effective hospital readmission prediction models using machine-learned features. BMC Health Serv Res 22, 1415 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08748-y>

Fahy, N. & Williams, G. A. (Eds.) 2021. Use of digital health tools in Europe: before, during and after Covid-19. Policy Brief 42. European Observatory on Health Systems and Policies, 37 p., ISBN: 1997-8073

Fuhrman JD, Gorre N, Hu Q, Li H, El Naqa I, Giger ML. A review of explainable and interpretable AI with applications in Covid-19 imaging. Med Phys. 2022 Jan;49(1):1-14. doi: 10.1002/mp.15359. Epub 2021 Dec 7. PMID: 34796530; PMCID: PMC8646613.

Giuste F, Shi W, Zhu Y, Naren T, Isgut M, Sha Y, Tong L, Gupte M, Wang MD. Explainable Artificial Intelligence Methods in Combating Pandemics: A Systematic Review. IEEE Rev Biomed Eng. 2023;16:5-21. doi: 10.1109/RBME.2022.3185953. Epub 2023 Jan 5. PMID: 35737637.

Goh, K.H., Wang, L., Yeow, A.Y.K. et al. Artificial intelligence in sepsis early prediction and diagnosis using unstructured data in healthcare. Nat Commun 12, 711 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-20910-4>

Kearney, G., Jones, K., Park, Y. M., Howard, R., Hylock, R., Wall, B., Clay, M. & Schmidt, P. 2021. Covid-19: A Geo-Spatial Public Health Tool for Identifying High Risk Groups and Areas for Rapid Immunization in North Carolina. Scientific White Paper, ECU Brody School of Medicine, ENC Health, 13 p.

Lee, P., Bubeck, S., & Petro, J. (2023). Benefits, Limits, and Risks of GPT-4 as an AI Chatbot for Medicine. New England Journal of Medicine, 388(13), 1233-1239.

Nosal V, Smatana M, Suster M. Možnosti optimalizácie očkovacej stratégie. DOI: 10.13140/RG.2.2.28110.18249/1

Pourhomayoun, M., & Shakibi, M. (2021). Predicting mortality risk in patients with Covid-19 using machine learning to help medical decision-making. Smart Health, 20, 100178.

Tang, Yixuan, et al. „Detecting adverse drug reactions in discharge summaries of electronic medical records using Readpeer.“ International journal of medical informatics 128 (2019): 62-70.

Tille, F., Van Ginneken, E., Winkelmann, J., Hernandez-Quevedo, C., Falkenbach, M., Sagan, A., ... & Cylus, J. (2022). Perspective: Lessons from Covid-19 of countries in the European region in light of findings from the health system response monitor. Frontiers in public health, 10.

Van Ginneken, E., Webb, E., Maresso, A. & Cylus, J. (Eds.) 2022. Lessons learned from the Covid-19 pandemic. Health Policy, Volume 126, Issue 5, Pages 347-484 (May 2022)

Zhang K, Liu X, Shen J, Li Z, Sang Y, Wu X, Zha Y, Liang W, Wang C, Wang K, Ye L, Gao M, Zhou Z, Li L, Wang J, Yang Z, Cai H, Xu J, Yang L, Cai W, Xu W, Wu S, Zhang W, Jiang S, Zheng L, Zhang X, Wang L, Lu L, Li J, Yin H, Wang W, Li O, Zhang C, Liang L, Wu T, Deng R, Wei K, Zhou Y, Chen T, Lau JY, Fok M, He J, Lin T, Li W, Wang G. Clinically Applicable AI System for Accurate Diagnosis, Quantitative Measurements, and Prognosis of Covid-19 Pneumonia Using Computed Tomography. Cell. 2020 Jun 11;181(6):1423-1433.e11. doi: 10.1016/j.cell.2020.04.045. Epub 2020 May 4. Erratum in: Cell. 2020 Sep 3;182(5):1360. PMID: 32416069; PMCID: PMC7196900.