



MEDSOFT 2017

OBSAH

AKTUÁLNÍ TRENDY ROZVOJE BIOMEDICÍNSKÉ STATISTIKY V PODMÍNKÁCH LÉKAŘSKÝCH FAKULT V ČR

Běláček Jaromír 4

KNIHOVNY VE VIRTUÁLNÍM PROSTŘEDÍ – PROHLUBOVÁNÍ A OBNOVOVÁNÍ KVALIFIKACE LÉKAŘSKÉHO KNIHOVNÍKA

Helena Bouzková 19

INFORMAČNÍ ZDROJE VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ, VĚDECKÝCH LÉKAŘSKÝCH INFORMACÍ A VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ PRO OBLAST TRANSFERU ZNALOSTÍ

Jitka Feberová, Jan Polášek, Jiří Pavlík, Richard Papík 22

VÝBĚR RELEVANTNÍCH PRAVIDEL PRO PODPORU KLINICKÉHO ROZHODOVÁNÍ

Jan Kalina, Jana Zvárová 27

NEUROEDA – INTERAKTIVNÍ WEBOVÁ APLIKACE PRO HODNOCENÍ NEUROLOGICKÝCH DAT

Ondřej Klempíř, Laura Shala, Radim Krupička 30

BILANČNÍ POJETÍ ACIDOBAZICKÉ ROVNOVÁHY

Jiří Kofránek 34

NAPOJENÍ ZDRAVOTNICKÝCH SYSTÉMŮ NA ZÁKLADNÍ REGISTRY VEŘEJNÉ SPRÁVY: OCHRANA A KONTROLOVANÉ SDÍLENÍ OSOBNÍCH DAT

Jiří Kofránek, Ondřej Felix, Jiří Polák, Jiří Borej 57

MODEL CÍRKULACE JAKO VÝUKOVÁ POMŮCKA

Jiří Kofránek, Martin Tribula, Pavol Privitzer 64

INTERAKTIVNÍ WEBOVÉ PORTÁLY Z PRODUKCE ÚZIS ČR

Martin Komenda, Matěj Karolyi, Ivo Šnábl 70

MEDLIKE – SPOLEHLIVÉ INFORMACE O ZDRAVÍ A NEMOCI PRO OBČANA V NÁRODNÍ LÉKAŘSKÉ KNIHOVNĚ

*Eva Lesenková, Helena Bouzková, Adéla Jarolímková, Filip Kříž, Klára Mašková,
Lenka Maixnerová* 73

ROLE EXPERTA PŘI TVORBĚ SYSTÉMŮ PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ

*Lenka Lhotská, Vladimír Krajča, Hana Schaabová, Martin Macaš,
Václava Piorecká, Václav Gerla* 76

BIBLIOGRAPHIA MEDICA ČECHOSLOVACA SEDMDESÁTILETÁ

Lenka Maixnerová, Michal Záviška, Helena Bouzková 80

ELEKTRONICKÝ ZDRAVOTNÍ ZÁZNAM JAKO ZÁKLADNÍ STAVEBNÍ KÁMEN E-HEALTH ŘEŠENÍ – POHLED PRAKTICKÝ I LEGISLATIVNÍ

Jan Petřík 87

INSPECTLIFE JAKO NADSTAVBOVÝ MODUL PLATFORMY ZDRAVEL ZAMĚŘENÝ NA TELEMEDICÍNU

Jiří Potůček, Lukáš Roubík 92

REFLEXE STRATEGICKÝCH DOKUMENTŮ E-HEALTH (Z POHLEDU POSKYTOVATELE PÉČE)

Miroslav Přádka 96

STRUČNÉ PŘEDSTAVENÍ SNOMED CT

Libor Seidl 98

DATABÁZOVÁ CENTRA KOMERČNÍHO TYPU S PŘÍSTUPEM K MEDICÍNSKÝM A FARMACEUTICKÝM INFORMACÍM A ZPROSTŘEDKOVATELSKÁ ROLE LÉKAŘSKÝCH KNIHOVEN

Hana Skálová, Jitka Feberová, David Horváth, Richard Papík 102

STRUKTUROVANÁ A NESTRUKTUROVANÁ LÉKAŘSKÁ DOKUMENTACE

Michaela Stonová 107

VÝUKOVÝ PORTÁL – INTERAKTIVNÍ KARDIOLOGIE

Miloslav Táborský, Michal Štýbnar 110

SOFTWARE STATISTICA ANEB CO SE VYŽADUJE OD MODERNÍCH STATISTICKÝCH PROGRAMŮ

Miloš Uldrich, Tomáš Jurczyk 116

ELEKTRONIZACE A PODPORA KLASIFIKACÍ MKN A MKF A DOTAZNÍKU WHODAS 2.0

Miroslav Zvolský, Dalibor Slovák, Jitka Vašková, Petra Sládková 119

ÚVOD – HISTORIE A BUDOUCNOST BIOMEDICÍNSKÉ INFORMATIKY

Vítám Vás jménem organizačního výboru již na 29. semináři Medsoft pořádaném již poosmé za sebou v Roztokách u Prahy.

První seminář Medsoft proběhl v roce 1988 v Praze na Albertově a byl organizován RNDr. Josefem Círýnem na Fyziologickém ústavu a pobočkou Československé vědeckotechnické společnosti tehdejší Fakulty všeobecného lékařství UK. V té době patřila do biomedicínské informatiky především problematika matematického modelování, zdravotnických databází a diskutovalo se o umělé inteligenci. Probírán byl také biosignál a analýza obrazu. Začínaly fungovat první jednoduché zdravotnické informační systémy.

Čím je biomedicínská informatika charakterizovatelná dnes:

1. dobře fungujícími nemocničními a ambulantními informačními systémy dodávanými komerčními subjekty, kdy je téměř zbytečné je probírat na vědeckých konferencích.
2. dobře fungujícími systémy vědeckých informací, kde zůstává důležitý prostor pro uživatelské pohledy a referáty na konferencích.
3. obrovskou expanzí problematiky e-health a telemedicíny, kterou umožnily v posledních 20 letech internet, mobilní technologie a další technologie přenosu dat.
4. ústupem umělé inteligence. Je sporné, zda vůbec v medicíně nabude ještě významu.
5. přetrvávajícím zájmem o problematiku matematického modelování zejména v pedagogice.,
6. Stále novými pohledy na analýzu obrazu a biosignál

Zkusme si položit otázku, kam pospěje biomedicínská informatika za dalších 30 let tedy kolem roku 2050. Určitě bude běžnou součástí medicíny a uplatňovat se bude v každém zdravotnickém procesu diagnostickém, léčebném i preventivním. Určitě bude vévodit problematika e-health s dokonalým zabezpečením dat a bude vše, co se s pacienty odehrálo dokumentováno v dobře zabezpečených globálních informačních systémech. Určitě se ještě dále zvýší dostupnost vědeckých informací. To, že probíhají nějaké výpočty v oblasti analýzy obrazu, biosigmálu či dalších analýzách dat, už ani uživatel nepostřehne. Rozhodně se ale

zvýší možnosti monitorování pacientů ať již přístrojového nebo např. inteligentním prádlem či tzv. internetem věcí.

Za tu dlouhou dobu, co probíhají semináře Medsoft se v oboru biomedicínské informatiky změnilo a změní mnoho. Pokračovat bude určitě i výzkum v této oblasti ale u běžných lékařů se aplikace informatiky stanou běžnou součástí jejich práce a podobnější vzdělání v biomedicínské informatice nebude třeba.

Doufám, že Vás i letos Medsoft zaujme, a to jak v přehledových přednáškách, tak v původních sděleních. Přeji Vám hezké dva dny v Roztokách a děkuji jménem organizačního a programového výboru agentury Action M za tradičně vynikající přípravu semináře.

březen 2017

prof. MUDr. Štěpán Svačina, DrSc.
předseda programového a organizačního výboru

AKTUÁLNÍ TRENDY ROZVOJE BIOMEDICÍNSKÉ STATISTIKY V PODMÍNKÁCH LÉKAŘSKÝCH FAKULT V ČR

Běláček Jaromír

Anotace

Tento příspěvek vychází z ohlédnutí za desetiletou historii budování oddělení biomedicínské statistiky (BioStat) na 1. LF UK Praha, a to na poli odborném (z pohledu poskytovaných statistických služeb) i organizačním (z pohledu historicky nešťastné lokalizace oddělení pod ÚBI 1. LF UK). Cílem tohoto příspěvku je shrnout a poukázat na nejhodnotnější výsledky práce tohoto oddělení a pokusit se na tomto příkladě anticipovat pravděpodobný budoucí vývoj biomedicínské statistiky v ČR.

Vznik a pozdější vývoj BioStatu je zdokumentován ve „zprávách o činnosti“ periodicky připravovaných od roku 2007 pro kolegium děkana. Nedílnou součástí těchto zpráv byl každoroční seznam „spolupracujících zákazníků“ (z řad medicínských odborníků 1. LF UK a VFN), rámcový přehled řešených biomedicínských témat a návrhy na nezbytná organizačně technická opatření (platby za materiál, statistický SW a personální složení oddělení). Součástí zpráv byl rok od roku se rozrůstající seznam scientometricky měřených odborných publikací pracovníků BioStatu.

Největším problémem a brzdou práce biostatistiků byla všeobecně nízká úroveň znalostí statistiky a jejich základních principů ze strany lékařů a z toho plynoucí neschopnost vyššího i nižšího managementu odlišit skutečně profesionální práci „statistika-metodologa“ od „obslužného personálu statistického SW“. Právě tak představa, že vysoké školy v ČR produkují hotové absolventy v oboru biostatistika, je falešná.

Budoucí vývoj biostatistiky na lékařských fakultách bude tedy především záležet na tom, jakou pozornost bude lékařský management věnovat rozvoji profesionálních statistických pracovišť, právě tak jako profesionálně vedené výuce statistiky, která by dokázala propojit nezbytné teoretické znalosti se schopností studentů medicíny připravit si vlastní data pro výzkum a elementárně je statisticky vyhodnotit. Dlouhodobě praktikovaný model „biostatistiky podřízené informatice“ se vzhledem k prokazatelně vyššímu přínosu statistiky vědecké práci - a to i v kontextu uplynulého vývoje BioStatu - neosvědčil.

1 Úvod

Brzy po své inauguraci do funkce (3. září 2012) požádal nový děkan 1. LF UK Aleksi Šedo vedoucí pracovníky fakulty - I/ o specifikaci tří nejvýznamnějších výsledků dosažených na „svých“ pracovištích za pět posledních let; - II/ o formulaci tří nejzásadnějších cílů, k jejichž naplnění směřují v horizontu nadcházejících tří let; - III/ kde spatřujeme nejvážnější mezery a slabiny v činnosti „děkanátu“ či vedení VFN. Za oddělení biomedicínské statistiky (dále jen BioStat) lokalizované při Ústavu biofyziky a informatiky (dále jen ÚBI) obdržel 18. září 2012 přednosta ÚBI prof. J. Beneš od dvojice tehdejší dvou zaměstnanců BioStatu (RNDr. J. Běláček - Mgr. O. Pecha) následující teze (v doslovném znění):

Ad I - 1/ VYBUDOVÁNÍ ODDĚLENÍ BIOMEDICÍNSKÉ STATISTIKY (zahájení činnosti na podzim 2006), které dnes funguje jako konzultační, ad hoc zpracovatelské (pilotážní) i analytické středisko statistiky PRO ŘEŠENÍ PRAKTICKÝCH KLINICKÝCH VÝZKUMNÝCH ÚLOH; - 2/ ROZŠÍŘENÍ PŮSOBNOSTI ODBORNÉ SPOLUPRÁCE PRACOVNÍKŮ BioStatu na více než 50% ústavů či oddělení 1. LF UK resp. VFN Praha (aktivní participace na odborných publikacích zpracovávaných v rámci cca 10 GP i přímá formální spoluúčast na několika z nich); - 3/ STANDARDIZACE METODIKY STATISTICKÉHO ZPRACOVÁNÍ NEJTYPICHTĚJŠÍCH BIOMEDICÍNSKÝCH ÚLOH (parametrická i neparametrická „ANCOVA“, korelační analýzy a některé speciální metody analýzy přežití a senzitivity klinických markerů - včetně adekvátních grafických prezentací s možnostmi dalšího rozvoje metod vhodných pro hlubší aplikovanou analýzu).

Ad II - 1/ posílit podíl „prvních autorství“ pracovníků BioStatu na odborných publikacích (bez ztráty stávající průměrné roční hladiny „impact faktorů“); - 2/ převést praktické zkušenosti pracovníků BioStatu tzn. jmenovitě ty, na které máme v posledních DVOU letech množství pozitivních ohlasů, do praktické výuky statistiky na 1. LF UK resp. VFN Praha (tedy nikoli pouze na úroveň ÚBI); - 3/ získat možnost vedení METODOLOGICKY ZAMĚŘENÝCH ODBORNÝCH PRACÍ (na úrovni diplomových event. doktorských) v oboru „ZPRACOVÁNÍ STATISTICKÝCH DAT“ nebo příbuzných oborech.

Ad III - v případě, že se pracovník BioStatu angažuje NADSTANDARDNÍ STATISTICKOU SLUŽBOU (tzn. ve smyslu „nadstandardního“ časového vytížení z důvodů řešení netypické, z hlediska zadání složitěji strukturované nebo velkoobjemově dimenzované úlohy V RÁMCI NĚJAKÉHO GP/), blokuje ekonomické oddělení fakulty již po 2 roky pracovníkům BioStatu vyplácení faktur /pod záminkou údajného „střetu zájmů“, který ve skutečnosti neexistuje, neboť jde o „participaci na grantovém projektu“!/); řešení této situace by napomohlo, kdyby podíl konkrétního pracovníka BioStatu byl kalkulován v personálních nákladech projektu již v rámci žádosti o příslušnou grantovou podporu (toto se částečně daří na úrovni podání návrhů GP ze strany VFN - na grantovém oddělení 1. LF UK však žádný takový projekt dosud podán nebyl - a potom se musíme zabývat obstrukcemi popsány viz výše, protože vedoucí projektů často spoluprací se statistikem nutně potřebují).

Výše uvedený text nikdy nebyl postoupen vedení fakulty (ani projednán na kolegiu děkana, kde je každoročně projednávána Zpráva o činnosti BioStatu a projednávány „směry dalšího postupu v záležitostech BioStatu“), právě tak jako jeho autoři nikdy neobdrželi odpověď či zpětnou vazbu na úrovni kteréhokoli formálně nadřízeného článku vedení. Účelem tohoto textu je ověřit, zda esence a dikce výše uvedených návrhů (zejména z bodu II) zůstává i po 5 letech od jejich formulování stále jen naivním pokusem statistiků o chápavější komunikaci ze strany biomedicínského odborného prostředí

anebo již bylo dosaženo alespoň šance na prolomení dosavadního automatismu v myšlení lékařů, ekonomů a dalších zodpovědných pracovníků ve vedení fakulty, že opravdu profesionální statistiku stojí za to podporovat, a to i z hlediska potřeby rozvoje biomedicínské vědy samotné. Oba spoluautoři tezí ad I - III dnes již nejsou zaměstnanci BioStatu.

2 Materiál a metody

V kontextu výše stanoveného účelu je tento článek koncipován jako "přehledový článek (review)". Vychází z retrospektivního shrnutí desetiletého vývoje budování BioStatu (od prvopočátků v roce 2006 do poloviny roku 2016). Zkušenosti, které byly získány v průběhu tohoto vývoje, se ale vztahují nejen k odborné tzn. profesionálně statistické stránce, ale pro porozumění snaze o neustálé rozšiřování a zkvalitňování "reálně poskytovaných servisních služeb BioStatu" je zásadně důležité sledovat i vývoj personálního složení BioStatu a vnitřní hierarchizaci organizace práce, která se vytvořila nejprve v důsledku ochrany zpracovatelského know-how vůči jiným poskytovatelům statistických služeb a později vůči tlakům vedoucích pracovníků fakulty na různých úrovních vedení, kterým se za dlouhodobě setrvalého stavu "organizačního bezvládní" nakonec podařilo tuto vysoce efektivní organizační strukturu díky svojí nekompetenci a neznalosti odborné problematiky již víceméně rozložit.

Za materiál použitý pro přípravu tohoto textu můžeme považovat celý obsah interního virtuálního serveru (na lokální síti) BioStatu, který čítá asi 200 jmen kmenových zaměstnanců 1. LF UK nebo VFN. Řada z nich se na BioStat vracela opakovaně, takže ti nejvíce vytižení zaměstnanci BioStatu potřebovali pouze garantovat ze strany vedení "klid na práci". Za dobu uplynulých 10 let přišlo na BioStat s žádostí o konzultaci, o statistické zpracování dat anebo o metodickou či technickou pomoc s realizací svého projektu hrubým odhadem asi 500 odborných pracovníků, z nichž žádný nebyl a priori odmítnut.

Pod každým jménem v adresáři zákazníků se nachází obvykle několik desítek souborů, z nichž nejpodstatnější jsou datové soubory v Excelu, který slouží jako základní nosič dat a do něhož byly systematicky ukládány meziprodukty, dílčí i finální tabulkové či grafické sestavy, včetně kontrolních dopočtů a použitých vzorců. Do těchto adresářů byly zakládány též vstupní či finální textové soubory ve Wordu, PowerPointové prezentace a postery a v neposlední řadě množství programových segmentů vytvořených v rámci prostředí IBM SPSS, Dell STATISTICA a individuálně některých dalších (archivovaných v jazyce "R" nebo např. v MS Publisher).

Zejména standardizace práce pod modulem SPSS Base, tzn. když bylo zpracování pečlivě programově připraveno pro eventuální opakování a přepočítávání výsledků, umožnilo od počátku obsloužit až nečekaně vysoké procento žadatelů o základní statistické zpracování dat, a to i opakovaně třeba s odstupem několika let. Programový systém Dell STATISTICA jsme začali využívat na Biostatu cca o 2 roky později, zejména

se když při komunikaci se zákazníky potvrdila nezbytnost kvalitní vizualizace výsledků statistických analýz, především z hlediska dobrého porozumění vícefaktorovým modelům ANOVA.

Podmínky provozování stávajících pěti multilicencí IBM SPSS, t.č. dvě na 1. LF UK a tři ve VFN Praha, připravil na sklonku roku 2014 dr. Běláček (po dohodě s přednostou ÚBI prof. Benešem, náměstkem VFN MUDr. Břízou a distributorem IBM SPSS pro ČR fi. Acrea). Program Dell STATISTICA je licencován na 1. LF UK a administrován oddělením výpočetní techniky (OVT) při děkanátu.

3 Historie BioStatu

3.1 Počátky BioStatu (2006–8)

Počátky dnešního oddělení biomedicínské statistiky při Ústavu biofyziky a informatiky spadají de facto do r. 2006, kdy tehdejší děkan 1. LF UK prof. Zima akceptující návrh prof. Martana (GPK, člen kolegia děkana) požádal tehdejšího přednostu ÚBI doc. Špundu o možnost zabezpečení statistických konzultací pro doktorandy, a odborné a vědecké pracovníky 1. LF UK a VFN. Doc. Špunda se v té době obrátil na svého zaměstnance RNDr. J. Klaschku, PhD. (profesionální statistik, vedoucí lokální výuku statistiky při ÚBI, jinak též vědecký pracovník Ústavu informatiky AV ČR), který na podzim 2006 oslovil RNDr. J. Běláčka, CSc. (bývalý zaměstnec v témže roce zrušeného resortního ústavu IZPE při MZ ČR, rovněž profesionální statistik, se zkušenostmi s aplikacemi statistiky v biomedicině i v dalších oborech) a doporučil jeho přijetí do pracovního poměru s úvazkem 1,0. A jelikož 1. LF UK nechtěla v té době pro výkon této funkce hradit ze svých prostředků tento úvazek celý, dohodl se prof. Zima s tehdejším ředitelem VFN doc. Břízou na spolupodílnictví na tomto úvazku ve formě 0,5 + 0,5.

Dr. Klaschka předal dr. Běláčkovi pracovní sešit s rámcovým seznamem cca 25 osob, se kterými do té doby verbálně konzultoval a ještě v průběhu následujících dvou let byl dobrým odborným partnerem a konzultantem v záležitostech specifických pro statistiku v biomedicině a důležitých pro rozjezd budoucího oddělení. Co se týče organizace práce a dělby kompetencí, dr. Klaschka převzal do svojí osobní kompetence konzultační činnost pro doktorandy (v souvislosti s jeho tehdejší výukou statistiky pro studenty ÚBI a výpomoci při výuce informatiky pro další zapsané studenty z 1. LF UK); konzultační činnost pro všechny ostatní odborné pracovníky 1. LF UK a VFN spadala od okamžiku jeho přijetí do gesce dr. Běláčka.

Brzy se ale ukázalo, že samotné konzultace "o statistice" anebo "samotné, byť kvalifikované návrhy pro danou problematiku adekvátních metod" by nebyly pro lékaře takřka žádným přínosem, neboť lékaři potřebují za různým účelem profesionálně vyhodnotit data ze svých klinických výzkumů, což se svými nanejvýš elementárními znalostmi statistiky a obvykle nepřilíživými validními výpočetními zkušenostmi obvykle sami nebyli schopni. Proto byly standardní služby BioStatu dr. Běláčkem brzy rozšířeny o tzv. "ad hoc zpracování dat", kdy se "pro oficiální zákazníky BioStatu" provedla cca

do 1 týdne základní formální analýza datového souboru, a teprve poté se zákazníkovi navrhlo, co by se s daty mělo či dalo ještě dělat dál.

V 1. roce vykonávání těchto odborně statistických činností přicházelo ještě poměrně málo etablovaných "zákazníků". Ti se rekrutovali z blízkého okruhu zřizovatelů tohoto pracovního místa (prof. Tichý z KN, MUDr. Fischerová z GK, MUDr. Kryštofková z RK, MUDr. Šebesta z ÚLBKD). V této souvislosti je ale nezbytné podotknout, že již samotné ad hoc zpracovatelské aktivity byly vpravdě pionýrskou aktivitou, která byla vystavěna na zelené louce, tzn. navržené či ad hoc prováděné zpracovatelské činnosti vycházely ze zcela pragmatických potřeb řešení zcela konkrétních úloh či dílčích projektů, takže absolutně nezbýval čas na nějaké nadstandardní anebo experimentální analýzy. V průběhu roku 2007 však začali přicházet zákazníci další, a když byl dr. Běláček několikrát "přistižen při práci do pozdních večerních hodin", slíbil doc. Špunda vytvořit ještě doplňující pracovní pólůvazek další, na který na jaře 2008 nastoupil student 3. ročníku statistiky na VŠE V. Maroušek.

3.2 Vytváření standardů a technologií zpracování dat (2008–9)

V průběhu roku 2008 tzn. v průběhu jednohočinného pobytu V. Marouška na pracovišti, byly vytvořeny základy pro dnešní tzv. „standarty BioStatu“ (tedy ad hoc zpracovatelské služby nepřekračující časový objem cca 5 hod v jednom týdnu na jednoho „zákazníka“). V principu šlo o to, aby noví ale také již opakovaně přicházející zákazníci mohli být maximální měrou uspokojeni ve svých unikátních odborných požadavcích (při tehdejší kapacitě úvazků t.j. 1,5). V souladu s požadavky vedení byly vytvořeny (a na www stránkách publikovány) normativy pracovištěm standardně poskytovaných statistických SLUŽEB a METOD.

Spektrum služeb bylo orientováno variantně na několik dílčích nebo finálních produktů: přehledové prezentace popisných statistik (testy normality, parametrické i neparametrické t-testy resp. ANOVA, matice Pearsonových nebo Spearmanových korelačních koeficientů – výpočty provedené v SPSS převedené zpětně do Excelu; vše podbarveno "standardizovanými vysvětlujícími schémata" zvýrazňujícími statistické významnosti p-hodnot), podkladové nebo finální grafické prezentace (vytvořené v Excelu nebo v program STATISTICA), finální texty do odborných publikací lékařů "o použitých statistických metodách".

Zejména v oblasti statistických metod však nešlo ani náhodou o nějaký formálně vytvořený seznam, který by byl opsaný ze statistických učebnic nebo např. z wikipedie. Ve všech případech šlo jednoznačně o metody, které již byly na dřívějších datech zákazníků BioStatu experimentálně ověřeny a etablovány tak, aby jejich formální aplikace na data zákazníků nepřinesla oběma pracovníkům v principu větší zátěž než časový objem oněch 5 hod v jednom týdnu na jednoho „zákazníka“. V té době bylo také jasně vymezeno (a rovněž potvrzeno ze strany vedení), že čistě zpracovatelské nebo projektově orientované práce řádově překračující výše uvedený rozsah prací (a fyzických pracovních hodin) mohou být na pracovišti řešeny PO INDIVIDUÁLNÍ

DOHODĚ SE ZÁKAZNÍKEM – v praxi tedy pouze: „pokud na ně zbyde čas“, „po večerech“, „o sobotách a nedělích“ apod.

Ačkoli rozdíl mezi ad hoc (tedy standardním) a nadstandardním statistickým zpracováním úlohy nebyl neprofesionálním hodnotitelům nikdy zcela jasný a srozumitelný, díky zavedeným "standardům" nebyl až tak velký problém rozlišovat, které pracovní činnosti mohly být kvalifikovány jako "standardní servisní práce (tedy hrazené prostřednictvím standardního mzdového ohodnocení)", a za které mohla být požadována nějaká (nepříliš vysoká) finanční úhrada "navíc". Ve skutečnosti "zákazníci" obvykle sami nabídli ze svých grantových prostředků nějakou dílčí finanční úhradu, která však byla v řadě případů dokonce odmítnuta. V kontextu tohoto neustále na BioStatu probíhajícího procesu inovace (a posilování standardů) je ovšem zřejmé, že rozhodovat o množství a míře času, který na BioStatu budeme věnovat tomu či onomu zákazníkovi může pouze nej kvalifikovanější odborník-statistik, což prokázal i pozdější (ale vlastně i neaktuálnější) vývoj.

V únoru 2009 pozval pracovníky BioStatu k sobě do kanceláře prof. Zima, aby s nimi osobně komunikoval aktuální problémy. Vyslovil přání mít na 1. LF UK Praha exkluzivní statistické oddělení, slíbil HW i SW podporu a vytvoření ještě jednoho tj. v pořadí třetího statistického pólůvazku hrazeného z prostředků fakulty. Po konkurzním řízení zorganizovaném na podzim 2009 již ve spolupráci s novým přednostou ÚBI prof. Benešem byli přijati do pracovního poměru (na místo odstoupivšího V. Marouška): Ing. M. Novák (čerstvý absolvent VŠE oboru statistika) a Mgr. O. Pecha, Ph.D. (etablovaný jako statistik prostřednictvím kvalitní výuky statistiky na FTVS a na několika profesionálních graduačních kurzech v zahraničí). Od tohoto okamžiku byl BioStat posuzován jako oddělení s mimoústavní působností. Navýšené mzdové prostředky z děkanátu 1. LF UK měly být převedeny do mzdových prostředků ÚBI.

3.3 Zlatá éra BioStatu (2010–11)

S inovovaným personálním složením byla nastolena éra organizačně-technického zvládnání dříve nebývalého objemu požadovaných statistických služeb - při stále narůstajících počtech nových žadatelů o služby BioStatu a při zachování participace na několika již dříve založených dlouhodobějších projektech (s prof. J. Tichým, RNDr. Č. Štukou a dalšími odbornými pracovníky z klinik). Tyto pracovní aktivity bylo možné zvládat již pouze s neustále aktualizovanou "organizační tabulí" obsahující vedle seznamu aktuálně obsluhovaných zákazníků (na řádcích) ještě vyznačené fáze a plánované "normohodiny" uzavíratelných etap (ve sloupcích): 1/ příprava dat (zakončená načtením datové matice do SW SPSS); 2/ čištění dat (formální kontrola, testy normality, transformace a tvorba nových operativních proměnných); 3/ standardní analýza (do úrovně One-Way ANOVA, příprava korelačních matic); 4/ speciální analýzy a řešerše (regresní nebo ANCOVA modely, EFA, analýza přežití apod); 5/ další statistické služby (finalizované odborné texty, tabulky a grafy).

Z výše uvedeného vyplývá, že celá záležitost BioStatu, jakožto organizační jednotky při

ÚBI 1. LF UK, začínala být poměrně náročná na organizaci práce. Abychom uspokojili co největší množství zákazníků, muselo být každý týden v Po upravováno preferenční pořadí zákazníků. Klíčem k úspěšnému zvládnutí úloh bylo důsledné uplatňování principu tzv. Paretovy analýzy (viz zdánlivě nesouvisející histogram Paretova distribučního rozložení na obrázku níže). V praxi to znamenalo, že byly zásadně upřednostňovány zakázky, které slibovaly potencionálně co nejrychlejší zvládnutí úlohy. Všeobecně tedy (z pohledu úrovně složitosti) v rámcovém pořadí: 1/ konzultace; 2/ ad hoc analýza (standardní zpracování); 3/nadstandardní analýza (zpracování dat většího rozsahu, řekněme s počtem proměnných $K \geq 25$); anebo 4/ práce na projektu (s potřebou doplňujících řešerů, inovací metodik, případně systémově opakovaného zpracování dat).



U složitějších projektů je objektivně nutné počítat s nesrovnatelně vyššími časovými nároky spojenými s analýzou úlohy. A přestože naše práce byla doslova "podřízena sofistikovanému zpracovatelskému pragmatismu", v řadě speciálních případů nebyla optimální forma nebo způsob zpracování na první pohled vůbec zřejmá. V takových situacích je někdy složité vysvětlit časovou prodlevu při zpracování, zvláště když zákazník/zadavatel nemá ani rámcovou představu, kolik technické práce zpracování jeho úlohy obnáší. Na BioStatu se nikdy neřešily žádné tzv. "okrajové matematické" nebo "metodicky neprobádané" úlohy. Na druhé straně, se zvyšujícím se počtem zákazníků se "přirozeně urychovalo" technické zpracování standardních úloh, ale v rámci spektra paralelně zpracovávaných JINÝCH ÚLOH postupně vyvstávala možnost i potřeba kombinovat např. několik různých již standardizovaných metodických ošetření i v rámci řešení KAŽDÉ ÚLOHY.

Za příklady výše uvedeného mohou sloužit - a) paralelní aplikace parametrických i neparametrických alternativ t-testů nebo One-Way ANOVA (tedy testy Mann-Whitney nebo Kruskal-Wallisův pro nezávislé náhodné výběry anebo párový Wilcoxonův nebo Friedmanův test pro 2 nebo více závislých pozorování); - b) grafické prezentace ANOVA vytvořené v prostředí SW STATISTICA alternované standardním podbarvením p-hodnot post-hoc testů v Excelu; - c) modely polynomiální regrese (lineární, kvadratické, kubické ...) snadno dosažitelné v prostředí Excelovských grafů X-Y doplňované o statistickou významnost regresních parametrů odhadnutých v SW IBM SPSS. Kombinace alternativních forem zpracování předkládaných zákazníkovi "pro lepší srozumitelnost" se pak stala NOVÝM (UNIKÁTNÍM) STANDARDEM BioStatu, který samozřejmě "není standardně kopírovatelný" jakýmkoli jiným poskytovatelem statistických služeb.

V průběhu roku 2010 jsme si vytvořili prostor rovněž pro organizaci specializovaných odborných "seminářů BioStatu", kterých se do poloviny roku 2011 uskutečnilo osm. Semináře sestávaly z referenční přednášky následované buď specializovaným workshopem anebo panelovou diskusí k přednesené odborné problematice. Přes nepochybný odborný a společenský přínos těchto komorně laděných odborných akcí jsme na podzim 2011 rozhodli tyto diseminační aktivity ukončit. Důvody můžeme najít v přílišné časové náročnosti pro hlavní organizátory seminářů (Běláček, Pecha), v nízké účasti ze strany širší medicínské odborné veřejnosti (v průměru jsme měli cca 8 účastníků), ale zejména ve vyšší soustředěnosti na aktivity podporující odborný profil oddělení (zvýšený podíl zaměstnanců BioStatu na publikacích s impakt faktorem).

3.4 Organizační bezvládí (2012–14)

Na podzim 2010, tedy po ročním působení na BioStatu, odešel z oddělení Ing. M. Novák a na jeho úvazek (0,5) byla přijata Ing. N. Kaspríková, Ph.D. (s paralelním úvazkem ještě na katedře matematiky VŠE Praha). Tato zdánlivě formální substituce mohla mít za účel zvýšení produkce i odborné kvalifikace oddělení. Bohužel odborné zájmy nové zaměstnankyně a její představy o povaze statistické práce nebyly tehdy v souladu s již zavedenou standardizací prací BioStatu, takže poměrně brzy po svém nástupu si

Legenda ke Grafu 1: Modré sloupce představují histogram různých příčin pozdních přiletů (Provoz, Péče o děti, Veřejná doprava, Počasí, Zaspání, Stav nouze) seřazených zleva doprava od nejčetnějších po nejméně se vyskytujících. Levá (y-nová) osa ukazuje četnost výskytu jednotlivých příčin. Oranžová křivka reprezentuje kumulovaný součet výskytů jednotlivých příčin. Pravá (x-ová) osa ukazuje pravděpodobnost; kumulovaný součet z hodnoty 0 % postupně do 100 %. Zhodnocení výsledného grafu závisí na divákovi – lze například prohlásit, že poslední tři příčiny lze zanedbat, neboť se vyskytují přibližně v pouhých 20 % případech. Pokud x-ovou osu interpretujeme jako "časovou náročnost úlohy", spadalo do posledních 20 % právě nejmenší množství zákazníků, kteří v rámci každodenní činnosti BioStatu byli nuceni na statistické zpracování čekat nejdéle.

u přednosti ÚBI prosadila právo pracovat samostatně. Tato organizační nekonzistence byla ovšem ve značné míře umožněna skutečností, že oddělení nemělo po celou dobu svojí existence fakticky žádného legitimního vedoucího. Ve zprávách o činnosti BioStatu každoročně připravovaných pro kolegium děkana 1. LF UK byl jako oficiální vedoucí oddělení vykazován RNDr. J. Klaschka. Ten ale fakticky nebyl nikdy zaměstnancem tohoto oddělení, takže hlavní objemy konzultačních a ad hoc zpracovatelských prací se přenesly plně na bedra dvou zbývajících kmenových pracovníků (Běláček, Pecha).

Od samého počátku poskytování konzultačních a zpracovatelských služeb se tato činnost BioStatu prolínala s vědeckovýzkumnou činností na 1. LF UK a VFN. Ukázalo se, že neefektivnější spolupráce byly spojeny vždy s těmi medicínskými odborníky, kteří se na nás obrátili s žádostí o statistické zpracování dat shromážděných nebo vytvořených v rámci nějakého grantového projektu. Vedoucí pracovníci projektů byly zcela přirozeně zainteresováni na tvorbě publikací, které byly v optimálním případě akceptovány redakčními radami renomovaných časopisů s impact faktorem (IF). Samotná výše IF závisí samozřejmě na schopnosti každého jednotlivce svoji odbornou práci efektivně publikačně zhodnotit, ale variuje rovněž obor od oboru. Když se ukázalo, že nejvýše impaktivně hodnocené publikace vzházejí ze spoluprací s renomovanými odborníky z kliniky revmatologie, stálo samozřejmě za to orientovat naše aktivity tímto směrem. (Později se těžiště projektových spoluprací s BioStatem přesměrovalo ještě na kliniku pracovního lékařství, jmenovitě rovněž na systematické analýzy pacientů vzešlých z metanolové aféry v r. 2014; ale tyto spolupráce kulminovaly až v posledním sledovaném období.)

Vytvořené standardy BioStatu byly ovšem z hlediska metodických potřeb jednotlivých projektů obvykle nepostačující. Objevovala se nutnost inovačních metodických postupů pro rozsáhlejší datové struktury s akcentem na omezenější výběr použitelných metodik (např. speciální modely nelineární regrese, optimalizace multivariátních modelů, ordinální multinomická regrese, Coxův regresní model). Takové požadavky zákazníků BioStatu mohly být realizovány pouze za cenu nesrovnatelně větších časových nároků z důvodu nezbytnosti potřebné algoritmy nejprve pilotně ošetřit a teprve potom modely výpočetně verifikovat a mnohokrát opakovaně propočítat. Samozřejmě, že všechny tyto aktivity probíhaly nad rámec poskytovaných standardních služeb. V rámci projektových spoluprací v r. 2014 pracoval Mgr. Pecha již takřka výhradně ve prospěch publikací revmatologů s vysokými IF - to ale s plnou podporou dr. Běláčka, protože to odpovídalo strategickému konceptu dobudovat BioStat jako vědecké oddělení.

Každodenní, a někdy až rutinní práce měl tedy, byť samozřejmě i jakožto jediný zaměstnanec na Biostatě s plným úvazkem, na starosti pouze Běláček. V určitých frenetických obdobích (např. před vánoci nebo v období prázdnin) již nebylo možné držet některé dlouhodobé nebo příliš časově exponované projektové spolupráce. Například data generovaná automatickým e-záznamem pohybu končetin pacientů vyšetřovaných na laterality v rámci projektu prof. Tichého obsahovala řádově desítky tisíc hodnot anebo data požadovaná v rámci sociovýzkumu ve prospěch sexuologa

prof. Weise obsahovala více než 300 různých proměnných, které měly být navíc propojeny ještě s několika externími databázovými soubory. Když se odpovídající poukaz na tuto situaci promítl do Zprávy o činnosti BioStatu za rok 2013, snesla se na hlavu Dr. Běláčka ze strany vedení ÚBI nevybíravá kritika, doc. Špunda navrhl pro řešení "údajně neuspokojivé situace na BioStatu" nesmyslná, nefunkční a s nikým na BioStatu předem neprojednaná organizační opatření, která postulovala úplné vyloučení všech zaměstnanců oddělení z jakýchkoli oficiálních jednání o BioStatu ve vztahu k vedení fakulty.

Na podzim roku 2014 přijal Mgr. Pecha nabídku pracovního místa v TC AV ČR a rozvázal pracovní poměr s 1. LF UK. Po V. Marouškovi to byl již druhý odchod vysoce kvalifikované a dobře zapracované pracovní síly z oddělení. I v tomto případě byla analýza této situace navržena do připravované Zprávy o činnosti BioStatu, ale vedoucími pracovníky ÚBI byly příslušné sekvence z konečného znění zprávy vyškrtnuty. Jmenovitě šlo o konstatování, že ve statistice profesionálně kvalifikovaní pracovníci nemají na BioStatu možnost dalšího profesionálního růstu "ve svém vlastním oboru", tedy ani perspektivu budoucího kariérního postupu. Tato záležitost se samozřejmě týkala i vědeckých hodností nebo docentur, což bylo čelnými představiteli ÚBI dlouhodobě proklamováno a nabízeno; přirozená platforma pro vytvoření školícího pracoviště v oboru biostatistika byla v rámci každodenních aktivit na Biostatě vlastně již vytvořena. Ale v realitě se v této oblasti za celou dobu fungování BioStatu nezměnilo vůbec nic.

3.5 Deprofesionalizace BioStatu (2015–16)

Po odchodu Mgr. Pechy nastoupil na jeho místo Mgr. M. Komarc (t.č. ještě doktorand a tajemník katedry kinantropologie FTVS). Tento mladý perspektivní pracovník si ve velice krátké době osvojil standardy BioStatu (průměrná doba zaškolení nového pracovníka do každodenní rutinní práce BioStatu vyžadovala soustředěnou pozornost 3–6 měsíců ze strany některého ze zkušenějších pracovníků) a brzy začal v každodenní práci zhodnocovat svoje znalosti nabyté na FTVS i na zahraničních odborných seminářích. S jeho výraznou pomocí se podařilo udržet kontinuitu dosavadních servisních prací, ale udržet i řadu spoluprací s několika významnými projektově orientovanými zákazníky (reumatologie: prof. Vencovský, prof. Šenolt; pracovního lékařství a toxikologie: prof. Pelclová a MUDr. Zakharov) a zachovat tak množství participací na publikacích s vysokým IF.

Velké množství publikací, a hlavně participace na projektech byla však trnem v oku některým pracovníkům z managementu fakulty, kteří – nepřesně informováni o organizaci práce a skutečné činnosti tohoto oddělení – začali napadat profesionální práci oddělení s falešnou představou o výši „vedlejších příjmů plynoucích z projektů“ a „volat po racionalizaci práce BioStatu“. Ekonomové ve vedení fakulty nebyli schopni pochopit, že přestože se BioStat za dobu 10 let svojí existence vypracoval na jedno z předních aplikovaných statistických pracovišť v ČR, nijak se to nepromítalo do dosavadní kvalitní servisní činnosti oddělení. V období 2014–16 participovali zaměstnanci BioStatu

na více než 20 publikacích s IF ročně, což by v přepočtu na souhrnný úvazek cca 2,1 reprezentovalo jedno z čelných míst na fakultě (viz také v [2], str. 58). V přehledech klinik a ústavů jsou tyto statistiky však – bohužel – „zprůměrované“ na úrovni celého ÚBI, za který je vědecká činnost BioStatu vykazována, přestože se samotnou „biofyzikou“ nemělo toto metodické oddělení fakticky nic společného.

Bez ohledu na tyto nezpochybnitelné ukazatele vědecké práce se začaly i na ÚBI šířit názory (doc. Špunda), že činnost oddělení „již zcela neodpovídá původním záměrům vedení při jeho zřízení“ a že „1. LF UK žádné prospektivně metodické oddělení vlastně nepotřebuje“ (prof. Beneš). Jakoby si tito lidé nebyli schopni uvědomit, že před deseti lety byly zárodky tohoto oddělení doslova vytvořeny „na zelené louce“ a že dnešní nadstandardně vysoká úroveň poskytovaných statistických služeb je podmíněna především vysokým pracovním nasazením jeho klíčových zaměstnanců a vnitřně složitě strukturovanou hierarchií kompetencí a rozdělování práce. Že jediný zdaleka nezkušenější pracovník oddělení kontroluje cca 75% komunikačních linií se zákazníky, operativně rozhoduje o formě a postupu dalšího statistického zpracování úloh, že tento pracovník občas musí vykonávat i výstupní kontroly a osobně provádět ty technicky nejsložitější odborné práce. A že zbývající pracovníci oddělení nenesou fakticky žádnou finální zodpovědnost za množství a kvalitu provedené práce, protože jsou zaměstnáni pouze na dílčí úvazky.

V této podivné pracovní atmosféře a v podmínkách dlouhodobě přetrvávajícího organizačního bezvládní (od r. 2016 již ani dr. Klaschka neměl zájem figurovat jako formální vedoucí BioStatu) byly v rozpětí jednoho roku na návrh dr. Běláčka přijaty do pracovního poměru dvě další perspektivní vědecké pracovnice: Ing. J. Bartáková (biofyzička s odbornou orientací na screening štítné žlázy u žen dříve postižených samovolným potratem) a Ing. A. Kestlerová (reprodukční imunoložka specializovaná na problematiku preeklampsie). Smyslem jejich přijetí na BioStat mělo být posílení interdisciplinarity oddělení, což ovšem nebylo funkční bez detailnějšího proškolení těchto pracovníků v používání zaběhnutých standardů BioStatu. Pracovní úvazky (ve výši 0,3 pro každou z těchto doktorandek) podpořil prof. Beneš ze mzdových prostředků ÚBI. K důkladnému proškolení těchto pracovníků ve statistice (na reálných datech zákazníků BioStatu) však již nedošlo v důsledku následného hektického vývoje.

Na sklonku roku 2015 jednal přednosta ÚBI o situaci na Biostatu s užším vedením fakulty, aniž by k jednání přizval kteréhokoli do problematiky zasvěceného odborného pracovníka. Díky tomu nebyl schopen čelit nekonceptní i fakticky nepodložené argumentaci ze strany užšího vedení a zavázal se „racionalizovat“ činnost oddělení. Do funkce oficiálního vedoucího BioStatu jmenoval ve statistice i ve vědecké práci zcela dezorientovaného doc. Špundu (HI = 1), který neměl při nástupu do funkce ani ponětí o rozsahu a šíři spektra odborné činnosti oddělení, o vytvořených odborných kontaktech a za deset let optimalizované organizaci práce na oddělení.

Nový vedoucí začal zaměstnance zatěžovat nesmyslným administrativním výkaznictvím, v obdržených pracovních přehledech hledal „nelegitimně prováděné a vedením fakulty předem neschválené práce“ a začal vyhrožovat „důtkami“ za údajné porušení pracovních povinností (podle paragrafu §52 písm. g). A protože největší pracovní zátěž nesl po celých 10 let dr. Běláček, a jeho práce byla naplňována

a rozvrhována zcela jiným způsobem než u ostatních pracovníků, stal se přirozeným terčem pro pana vedoucího, který žil ve vlastních „představách o správném fungování servisního oddělení“. Po třech udělených důtkách obdržených od vedoucího oddělení během jediného měsíce se dr. Běláček dohodl s přednostou prof. Benešem na ukončení pracovního poměru na ÚBI k 30.6.2016.

Od tohoto data se BioStat nachází v redukováném personálním složení, trpí nedostatkem zájemců o statistické služby a na místo dalšího nezbytného funkčního metodického posunování vpřed se možná vrátí o několik let zpět, kdy jsme se učili hledat v dostupném statistickém SW „ta správná tlačítka pro výpočet t-testů nebo One-Way ANOVA pro normálně rozdělená data“. Dr. Běláček je zaměstnán s úvazkem 0,5 jako odborný referent statistiky Úseku pro vědu, výzkum a vzdělávání (ÚVVV) Všeobecné fakultní nemocnice v Praze, která aktuálně neprojevuje zájem o spolupráci s neprofesionálně vedeným statistickým oddělením.

4 Výsledky práce BioStatu

Za nejhodnotnější výsledky práce kmenových zaměstnanců BioStatu lze nepochybně považovat participace na řádově 100 odborných publikacích s impakt faktorem. Vývoj počtu těchto publikací za 10 let existence BioStatu lze nahlédnout z Grafu 2a („Published Items in Each Year“) vytvořeného ve standardní aplikaci nejvýznamnější světové citační databáze Web of Science (WoS), kde ovšem na konto bezprostředních spoluautorství na publikacích „zákazníků BioStatu“ spadá přibližně 90% (ty zbývající vzešly ze spoluprací ev. z vlastních prvních autorství na jiné platformě než BioStat). Z pohledu jednotlivých zaměstnanců není ovšem struktura počtu publikací zcela rovnoměrná: Běláček (33,6% publikací), Komarc (25,0%), Kaspříková (24,1%), Kestlerová (8,6%), Bartáková (8,6%). Do těchto statistik není ale aktuálně zahrnut někdejší zaměstnanec oddělení Mgr. O. Pecha (hrubý podíl počtu všech jeho publikací by jej dnes řadil přibližně na úroveň Mgr. Komarce nebo Ing. Kaspříkové), a RNDr. Klaschka, jehož statistiky od roku 2006 by byly v hrubém porovnání srovnatelné s RNDr. Běláčkem. (Klaschka t.č. s HI = 13 ovšem nikdy nebyl členem BioStatu a jeho publikace přísluší majoritně do provenience AV ČR.)

Trochu jinak vyhlíží dynamika i struktura citačních ohlasů kmenových zaměstnanců BioStatu - viz na Grafu 2b („Citations in Each Year“). Úhrnný počet citací 365 zde spadá již vesměs na konto participací s prvními autory rekrutovanými „ze zákazníků BioStatu“, neboť šanci na vyšší počty citací mají všeobecně především vědecktí pracovníci pohybující se v určitém profesním prostředí po dobu řádově 10 a více let. I z tohoto pohledu je struktura počtu citací ve WoS samozřejmě vychýlena ještě více ve prospěch služebně starších zaměstnanců BioStatu: Běláček (50,6% citací), Komarc (19,4%), Kaspříková (16,9%), Kestlerová (6,5%), Bartáková (6,7%). Souhrnně za BioStat (ve složení roku 2016) je dynamika vývoje celkového počtu citací na Grafu 2b zjevně progresivní - víceméně kopíruje dynamiku individuálních citačních ohlasů Dr. Běláčka a Mgr. Komarce. Dynamika citačních ohlasů u Mgr. Pechy anebo Dr. Klaschky v posledních 3 letech mírně stagnuje (ale to samozřejmě pouze v porovnání s dynamikou vývoje na Grafu 2b).



Legenda: Results found: 104; Sum of the Times Cited: 365; Sum of Times Cited without self-citations: 323; Citing Articles: 312; Citing Articles without self-citations: 286; Average Citations per Item: 3.51; h-index : 10

Vedle výše uvedených publikačních statistik lze výsledky práce BioStatu samozřejmě monitorovat prostřednictvím řady doplňujících kritérií, z nichž nejvýznamnějším zůstane asi již výše zmíněný počet cca 500 konzultačně nebo ad hoc zpracovatelsky obslužených zákazníků. V rámci takového množství se řádově 5 nebo možná 10 v minulosti "s něčím nespokojených zákazníků" (např. s tím, že nebyli obsluženi ihned, že práce trvala déle než se původně předpokládalo nebo když měl být široce překročen rámec standardně poskytovaných služeb, tak byly práce pozdrženy nebo do odvolání pozastaveny), jeví jako reziduální záležitost. K těmto situacím docházelo špiš v počátcích fungování BioStatu, např. v období dovolených, kdy dr. Běláček pracoval na BioStatu sám a nestihal dokončovat několik paralelně rozpracovaných termínovaných prací. Přestože třeba později již nic takového nehrozilo, po celou další dobu pobytu na ÚBI mu byly tyto dávno zákaznický promlčené resty vedoucími zaměstnanci ÚBI připomínány a předkládány.

Skutečně tvůrčí a originální výsledky práce byly ale na BioStatu vytvářeny v rámci řešení některých dlouhodoběji řešených projektů a byly prezentovány a publikovány ve formě "případových studií". Tyto příspěvky prezentované na tuzemských odborných seminářích a konferencích variabilní formou demonstrovaly metodologický posun technologií a způsoby zpracování dat zaváděných na BioStat v rámci řešení speciálních odborných problematik. Takovými byly v minulosti na tuzemských konferencích prezentovaná témata jako: 2008- "lateralita-rukost a mozečková dominance" (prof. Tichý, RNDr. Běláček - NK); 2009 - "sexuálně přenosné nemoci u osob s rizikovým

chováním" (doc. Kuklová, MUDr. Kojanová – DK); 2012 - "validizace testu geriatrické křehkosti seniorů v ČR" (prof. Topinková, MUDr. Berková – GK); 2014 - "testy znalostí SŠ fyziky u studentů lékařských fakult v ČR" (MUDr. Kyplová, RNDr. Běláček – ÚBI); 2015 - "analýza pacientů postižených metanolovou aférou v ČR v r. 2013" (MUDr. Zakharov, prof. Pelclová – KPL) aj. Některé z těchto publikací čeká – z důvodů efektivnější diseminace statistiky - ještě překlad do angličtiny.

Názor, že statistická oddělení na lékařských fakultách nepotřebují rozvíjet metodiku zpracování dat, vypovídá o tom, že lékařská komunita asi ještě nezačala brát vážně výsledky vlastních vědeckých výzkumů. V drtivé většině případů jsou rozsahy analyzovaných datových souborů velmi malé (v řádu N v rozpětí od 15 do 25 pacientů nebo případů ve skupinách). Ale pro validní statistické závěry je přednostně důležitá specifikace distribučních rozdělení naměřených veličin. Od toho se odvíjí korektnost závěrů z testování hypotéz o rovnosti nebo o rozdílnosti hladin ukazatelů na různých úrovních. Ale pro uvedené malé výběrové rozsahy N je korektní atestace normálního (Gaussova) nebo jiných rozdělení velice nespolehlivá a téměř nemožná. Ale při řešení každé dílčí úlohy se profesionální statistik MUSÍ operativně rozhodnout, které teoretické předpoklady pro použití té či oné metody hodlá respektovat, a které si může dovolit do jisté míry zanedbat (případ od případu). Častým rutinním opakováním "standardních metodických schémat", např. když testy hypotéz o rovnosti parametrů polohy systematicky alternujeme neparametrickými (pořadovými) testy, se pak přirozeně vytvoří prostor pro experimenty s jinými rodinami teoretických rozdělení.

Tak jsme se na BioStatu postupně dobrali poznání, že např. průtokovou cytometrií naměřené hladiny tvorby cytokinů in vitro, které dostáváme ze strany řešitelů imunologicky orientovaných projektů, jsme oprávněni před analýzou formálně logaritmovat, neboť jejich empirická distribuční rozdělení fitují nejlépe pro teoretické logaritmicke-normální rozdělení. Samozřejmě je toto spojeno s řadou ještě dalších komplikací, jako jsou nepřesně odhadované hodnoty v blízkosti "nekalibrovatelných nul" nebo u některých druhů cytokinů příliš vysoké procento hodnot useknutých shora v důsledku špatně kalibrovaného měřícího přístroje. Etablování inovované technologie a metodiky zpracování však stojí nesrovnatelně více času; a toho se v rámci běžné servisní činnosti pracovníkům BioStatu nikdy nedostávalo příliš. Lékař si postěžuje, že analýza jeho dat trvala příliš dlouho, že "si ten t-test může klidně spočítat sám" nebo "si zaplatit jiného zpracovatele dat". Tomuto návrhu by se ale žádný množstvím technických prací přehlcený zaměstnanec BioStatu nikdy nebránil. Problém je v tom, že výsledky analýzy založené na standardním předpokladu normálního rozdělení (využívající t-testy nebo normální ANOVA) se může v některých podstatných závěrech od nestandardní analýzy (vypočtené kupř. pro zmíněný předpoklad log-normálně rozdělených dat prostřednictvím tzv. zobecněných lineárních modelů) lišit a že výsledky alternativního postupu budou mít pravděpodobně vyšší spolehlivost (jmenovitě nižší chyby 2. druhu).

Výše popsané vyjadřuje ale de facto princip vědecké práce, jak by měla fungovat na

úrovni všech oborů, nikoli pouze na poli metodologickém, které reprezentuje statistika. Jakoby tento princip ale medicínští specialisté-lékaři někdy nechtěli chápat? V obvyklých případech je jediným zájmem lékařů pouze "okopírovat metodiku použitou některým z jejich zahraničních kolegů v již publikovaném článku", aniž by ze zabývali otázkou, zda použití dané metodiky je správné anebo proč profesionální statistik z BioStatu navrhuje metodu či metodiku jinou (pokud ji považuje za vhodnější). Cílem práce metodologa v biomedicínských aplikacích by ale mělo být VYTĚŽIT FORMÁLNÍ ANALÝZOU DAT MAXIMÁLNÍ MNOŽSTVÍ VALIDNÍ TZN. STATISTICKY VÝZNAMNÉ INFORMACE. A lékařům s pokročilejšími znalostmi statistiky UKÁZAT CESTU, JAK TYTO INFORMACE PROSTŘEDNICTVÍM JIM DOSTUPNÉHO STATISTICKÉHO SW ZÍSKAT eventuelně SAMI!

V počátcích zakládání BioStatu jsme museli věnovat největší pozornost tomu, jaké STANDARDNÍ metody budeme na BioStatu používat, v jakých optimalizovaných variantách je budeme se STANDARDNÍM a (později i pro lékaře) DOSTUPNÝM programovým vybavením prakticky používat a v jakých STANDARDIZOVANÝCH a co nejvíce SROZUMITELNÝCH sestavách je budeme lékařům předkládat. Při opakovaných úlohách a později i spolupracích na projektech jsme si vytvářeli prostor pro NADSTANDARDNÍ a HLUBŠÍ analýzy, pokud to umožnila vyšší dimenze datových souborů (zejména ve smyslu výběrového rozsahu N, nikoli počtu proměnných K). Teprve PAK JSME SE MOHLI DOBRAT K HODNOTNÝM SPOLEČNÝM VÝSLEDKŮM jako v následujících případech:

"svalový tonus na končetinách je objektivní alternativou měření rukosti (laterality) prostřednictvím sofistikovaných dotazníků" – viz [3–4], "leváci oproti pravákům se projevují jako přesnější a obratnější skupina" – viz [5]; "významné souvislosti mezi sexuálně přenosnými nemocemi (např. syfilis, neisseria, chlamydiální infekce a HIV/AIDS) a řadou charakteristik rizikového sexuálního chování lze formálně prokázat řadou běžných statistických postupů (chi-kvadrát testy homogeneity v kontingenčních tabulkách, EFA, ROC analýza, Spearmanovy koeficienty pořadové korelace" – viz [6–8]; "všechny položky testu geriatrické křehkosti SPPB (Short Physical Performance Battery) jsou vnitřně konzistentní a korelují statisticky nejvýznamněji s položkou 'pohyblivost/mobilita' testu MNA (Mini Nutritional Assessment)" – viz [9–11]; "pacienti s primárním hyperaldosteronismem (Dg E24) lze odlišit od pacientů s esenciální hypertenzí (Dg I10) jednoduchou formální analýzou 2D ultrazvukového záznamu společné karotidy" – viz [12]; "studenti medicíny přijatí do 1. ročníku studia na 1. LF UK mají prokazatelně nižší znalosti středoškolské fyziky než studenti přijatí na 2. LF UK" – viz [13–15]; "mezi osobami, které byli postiženi otravou methanolem, mají šanci na přežití pouze ti, kterým byla včas poskytnuta 'první pomoc ethanolem'" – viz [16–19]. Diseminace těchto výsledků do společnosti může být užitečná zlepšení života v řadě oblastí.

5 Závěry a doporučení

Ještě před třemi nebo více lety mohly být participace zaměstnanců BioStatu na odborných publikacích vnímány řekněme jako "laskavost zákazníků připsat zpracovatele

dat do seznamu spoluautorů". Do reality nezasvěcení "kritikové BioStatu" asi ale nevíš, že každodenní zodpovědná a metodicky systematicky zkvalitňovaná odborná práce ze strany erudovaných a pro svoji práci zaujatých statistiků BioStatu přepólovala tuto kauzalitu "do opačného směru": Většina našich zákazníků totiž začala stavět hlavní závěry ze svých výzkumů na skutečně statistikem empiricky verifikovaných zjištěních! A aniž bychom se v tom nějak aktivně angažovali, začali nám zcela legitimně posílat z konta svých disponibilních grantových prostředků nějakou, byť třeba nepříliš vysokou finanční částku "za kvalitně odvedenou práci". Tato skutečnost zůstává pro mnohé, zejména administrativní pracovníky fakulty, kteří se po celý život specializují "pouze na plnění příkazů nadřízených", asi nepochopitelná.

Ve většině periodických "Zprávách o činnosti BioStatu" bylo vyjadřováno, že „personální zajištění BioStatu je postačující resp. adekvátní". Z dlouhodobější zkušenosti je ale nutno konstatovat, že každodenní (až rutinní) práce BioStatu není pro opravdu kvalifikované statistiky až tak zajímavá. Přesto (nebo právě proto), že zaměstnanci BioStatu začali uplatňovali v rámci činností popsaných výše systematicky vypracované standardy, přinášela každá nově řešená resp. ad hoc předzpracovávaná medicínská problematika nutnost hlouběji pronikat (a vzdělávat se) v oborech, které se samotnou statistikou bezprostředně nesouvisejí. Toto klade jednak značné nároky na profesionální zkušenost a konfrontační schopnosti zpracovatelů dat; ale v podstatě to zpomaluje možnost rychlejšího odborného růstu mladých vědeckých pracovníků BioStatu v rámci jejich vlastního oboru (jmenovitě v oboru „aplikovaná statistika"). Přidáme-li k těmto faktorům pouze průměrné platové ohodnocení a zcela netransparentní možnost kariérního postupu, nelze se divit, že po určité době zapracování perspektivní mladší pracovníci z BioStatu odcházeli na lukrativnější či lépe platově ohodnocená pracoviště. Argumentace z vedení, že buď tuto práci prostě někdo dělat chce nebo nechce, je v kontextu výše uvedeného zřejmě nepostačující.

Jedním z nejzávažnějších omylů prezentovaných na jednáních s vedením fakulty je představa lékařů, že pracovníci bez osobních zkušeností se zpracováním dat mohou objektivně posoudit, kolik stojí ta či jiná práce vlastně času. Tuto záležitost lze demonstrovat již na úrovni samotné přípravy a načtení dat. Odhaduje se, že samotná příprava dat stojí zpracovatele výzkumu cca 90% veškerého času. Proto jsme se rozhodli v minulosti zejména tuto fázi zpracování minimalizovat. Profesionálně připravená data k analýze lze statistickým SW načíst řekněme za 5 minut. Ale za případ, kdy dr. Běláček odmítl napotřetí osobně opravovat pro zpracování nepoužitelná data, když se dvěma dalšími pracovníky BioStatu již dříve dvakrát data od téhož zákazníka za více než 15 hodin fyzické práce opravil, mu byla nově nastoupivším vedoucím udělena "třetí důtká". (?) Toto ale NENÍ A NEBYLO oficiální náplní práce žádného z pracovníků BioStatu.

Ještě v roce 2016 (za přítomnosti dr. Běláčka na pracovišti) musela být data podrobována všem dříve zavedeným standardům (testy normality, t-testy, korelační matice). Při počtu cca 20–30 proměnných zvládl V ZAVEDENÝCH STANDARDECH DOBRĚ PROŠKOLENÝ STATISTIK tuto práci za 5–10 hodin. V rámci řešení nějaké úlohy

bývá počet proměnných K i o něco vyšší. (V rámci jednorázového zpracování projektu prof. Vencovského z RÚ v r. 2014 jsme zvládli popasovat se i s databází čítající kolem $K=3000$ proměnných!) V takových případech je ale nutné přeuspořádat proměnné nejprve do skupin podle jejich společného typu (textové, nula-jedničkové, ordinální, spojitě či kategoriální indikátory), navrhnout a provést jejich transformace přibližující proměnné více k normálnímu rozdělení (na to v dřívějších letech vůbec nebyl čas), v pozdějších fázích analýzy atestovat struktury korelačních matic (např. s využitím EFA), často je nezbytné nějak se vypořádat s možstvím chybějících hodnot v datech (jinak by mohlo dojít k významné redukci rozsahu výběru N), u samotných t -testů by bylo čím dál potřebnější vyčíslovat chyby 2. druhu (což jakožto "nově etablovaný standard" kontroluje validitu p -hodnot při malých rozsazích výběrů). Ale služebně nejmladší pracovníci BioStatu nemají zažité ani dřívější již zavedené standardy a stávající vedoucí nemá ani ponětí, o co vlastně jde. V důsledku tohoto tedy BioStat jasně ztrácí náskok, kterým si právě vydobyl renomé na úrovni profesionálních statistických komunit (jako je např. Česká statistická společnost), a také v oblasti rychlosti i kvality statistického zpracování dat a pravděpodobně bude brzy pohlcen v konkurenci jiných aplikovaných statistických pracovišť, distributory profesionálního statistického SW (jako IBM SPSS, Dell Statistica) nevyjímaje.

S každodenní prací BioStatu měla souviset rovněž otázka výuky statistiky. Je až na podiv, s jakou lhostejností se vedoucí pracovníci ÚBI stavěli po celých 10 let zády k možnosti, aby metodická know-how, která byla poskytována individuálně zákazníkům BioStatu byla přenesena do výuky statistiky na fakultě. Ještě před 2 lety mohla být kombinovaná forma výuky statistiky (ve smyslu vyváženosti nezbytných teoretických znalostí a praktických dovedností) reálná i v rámci výuky informatiky. Je zcela zřejmé, že stávající systém výuky statistiky na 1. LF UK, který je ponechán zcela na individuální iniciativě a možnostech jednotlivých klinik a ústavů, neodpovídá aktuálním potřebám budoucích absolventů fakulty, ani budoucím požadavkům, které na ně bude klást jejich vlastní odborná a vědeckovýzkumná práce. Vypovídají o tom naše zkušenosti z každodenně opakovaných a znovu vysvětlovaných ZÁKLADŮ ELEMENTÁRNÍCH STATISTICKÝCH METOD při ad hoc prováděných analýzách. Věnovat se výkladům pokročilejších, řekněme mnohorozměrných statistických metod (např. poměrně žádaná optimalizace multivariálních regresních modelů – viz např. v [20], faktorová, seskupovací a diskriminační analýza, strukturální modelování nebo ROC analýza – viz např. v [21]), které jsou dnes již běžnou součástí profilu absolventů a metodických workshopů na zahraničních univerzitách, bude na lékařských fakultách zřejmě ještě po delší dobu patřit do oblasti Sci-fi.(?)

Prosadit základy statistiky do povědomí odborných kolegů-lékařů lze tedy pouze na bázi koncepčně pojaté výuky. Ta by ale neměla mít moc společného s dosavadní praxí výuky informatiky provozované při ÚBI. Tam byla doposud vyhrazena statistice jediná samostatná přednáška, což je z hlediska praktických potřeb budoucích profesionálních

lékařů – potenciálních vědců – naprosto nepostačující. Pravděpodobnost a statistika je samostatný vědní obor, který má v ČR nejvyšší profesionální statut na MFF UK Praha. Absolventi tohoto oboru získávají ty nejkompaktnější teoretické (matematické) základy a široký nadhled nad všemi standardně používanými statistickými metodami. Bohužel tito absolventi nejsou na MFF UK vychovávaní pragmaticky k jejímu každodennímu používání, takže jejich představy o budoucím uplatnění v praxi se s konceptem "rutinního statistického servisu pro laickou odbornou veřejnost" neztotožňují. Několik málo adeptů z MFF UK, kteří se v minulosti hlásili na post statistika na BioStat, po seznámení s perspektivou standardního platového ohodnocení okamžitě ztratilo o toto místo zájem.

Naopak studenti lékařských fakult a odborní pracovníci na klinických lékařských pracovištích by zřejmě uvítali možnost získání praktických zkušeností a dovedností při zpracování vlastních výzkumných dat. Bez jistých teoretických základů, které jim dokáže vysvětlit pouze statistický profesionál, se ale při manipulaci s dostupným statistickým SW snadno "ztratí". Existuje množství statistických učebnic, kde se přepisují a kopírují texty z již dávno vydaných učebnic renomovaných zahraničních a několika málo tuzemských autorů. Většina jejich autorů ale neměla každodenní zkušenosti s tak velkými objemy dat, které jsme museli konfrontovat a zpracovávat v uplynulých 10 letech na BioStatu. Bez dlouholetých praktických zkušeností s biostatistikou nelze vést výuku statistiky dostatečně efektivně a nelze ani připravit opravdu kvalifikované metodicky zaměřené odborné texty.

Pětice bývalých kmenových zaměstnanců BioStatu z roku 2016 má h -index aktuálně ve spektru hodnot 7–6–5–3–2. Opravdu se někdo racionálně smyšlející může domnívat, že ku zefektivnění práce tohoto vědeckého oddělení může dojít záměnou nejzkušenějšího vědeckého pracovníka (s $HI = 7$) za vedoucího oddělení, který za 25 let práce na ÚBI dosáhl $HI = 1$?

Literatura:

- [1.] Zprávy o činnosti Biostat 2007, ..., 2014. Návrhy: Běláček J. Korektoři: Klaschka J, Špunda M, Beneš J. Podklad pro hodnocení činnosti BioStatu na kolegium děkana 1. LF UK (do rukou prof. MUDr. A. Martana, DrSc.)
- [2.] Kolektiv autorů: Výroční zpráva 1. Lékařské fakulty UK Praha za rok 2015, 1. LF UK Praha
- [3.] Tichý J, Běláček J: Right-left handedness and Cross Food Preference. Testing of Laterality and Cerebellar Dominance. [Pravo/levorukost a preference druhostranné dolní končetiny. Testování laterality a mozečkové dominance.] *Cesk Slov Neurol N* 2008; 71/104(5): 552–558, [In Czech]
- [4.] Tichý J, Běláček J, Nykl M, Kaspříková N: Determination of cerebellar dominance from muscle tone of the limbs [Stanovení mozečkové dominance podle asymetrie svalového tonu končetin]. *Cesk Slov Neurol N* 75/3, 334–343, 2012, [In Czech]
- [5.] Tichý J, Nykl M, Běláček J, Kaspříková N: Right-left handedness: arrow throwing at the target as a performance-preference test [Pravo-levorukost; házení šipek do terče jako test upřednostňování a výkonnosti]. *Neurologie pro praxi* 2013, 14(3): 155–159, [In Czech]

- [6.] Běláček J, Kuklová I, Velčevský P, Pecha O, Novák M: Pacienti se sexuálně přenosnými nemocemi s rizikovým chováním v pražské populaci 2007–8 (průřezová studie). In (kolektiv autorů): Sborník příspěvků MEDSOFT 2010. Hotel Academic Roztoky, 30.-31.3.2010, vyd.: Creative Connections ve spolupráci s Zeithamlová Milena – Agentura Action M, Praha, ISSN 1803-8115, 2010, 9–14
- [7.] Kuklová I, Velčevský P, Kojanová M, Kaštančíková V, Trýzna R, Pánková R, Sedláčková K, Běláček J: Analýza příčin stoupající incidence syfilidy v pražské populaci. Čes-slov Derm, 2009, 84, No. 6, 350–355
- [8.] Kuklová I. (et al.): Projekt NS10292 – Vývojové trendy a prevalence syphilis, gonorey, chlamydiální infekce a HIV/AIDS u osob s rizikovým sexuálním chováním; behaviorální, klinické a epidemiologické charakteristiky pacientů STD centra (2009–20011, MZO/NS).
- [9.] Běláček J, Berková M, Mádllová P, Topinková E: K metodice porovnání výsledků testů MMSE, ADL, MNA a SPPB na výběrovém souboru geriatrických pacientů. In (kolektiv autorů): Sborník příspěvků MEDSOFT 2012. Hotel Academic, Roztoky u Prahy, 20.-21.3.2012, vyd.: Creative Connections ve spolupráci s Zeithamlová Milena – Agentura Action M, Praha, ISSN 1803-8115, 2012, 7–17
- [10.] Topinková E, Berková M, Mádllová P, Běláček J: 'Krátká baterie pro testování fyzické zdatnosti seniorů a její využití pro diagnózu geriatrické křehkosti v klinické praxi. Geriatrie a gerontologie 2(1), 2013, s. 43–49. ISSN: 1805-4684, MEDVIK
- [11.] Berková M, Topinková E, Mádllová P, Klán J, Vlachová M, Běláček J: The „Short Physical Performance Battery“ in the Czech Republic – The pilot and validation study in older persons [„Krátká baterie pro testování fyzické zdatnosti seniorů“ – pilotní studie a validizace testu u starších osob v České republice.] Vnitřní Lekarství 59(4), 2013, 256–263, ISSN: 0042-773X; 1801-7592 (elektronická verze), MEDVIK
- [12.] Běláček J, Majtan B, Maroušek V, Dušek J, Holaj R: Analysis of 2D ultrasound record of carotid by simple statistical methods [Analýza 2D sono-obrazu karotidy jednoduchými statistickými prostředky]. Unpublished paper, 2009 [In Czech]
- [13.] Běláček J, Komarc M, Kyplová J, Kvašňák E, Mornstein V, Kubeš Z, Sochorová H: The testing of knowledge from physics in 1st year for medical studium in the Czech Republic - practical use of methodology analysis of results. [Testování znalostí středoškolské fyziky u studentů 1.ročníků lékařských fakult v ČR – praktické využití metodiky analýzy výsledků.] In (kolektiv autorů): Sborník příspěvků MEDSOFT 2014. Hotel Academic, Roztoky u Prahy, 25.-26.3.2014, vyd.: Creative Connections ve spolupráci s Zeithamlová Milena – Agentura Action M, Praha, ISSN 1803-8115, 2014, s.7–19, MEDVIK
- [14.] Běláček J, Kyplová J, Zeman J, Sochorová H, Heřman P, Kubeš Z, Kvašňák E, Bartáková J, Komarc M: Testování znalostí SŠ fyziky u student lékařských fakult. Aktuální stav a návaznosti. Eds.: Beneš J., Kyplová J.: „Sborník abstrakt, XXXVIII. Dny lékařské biofyziky.“ Hotel Bezděz, Staré Splavy, 20.-22.5.2015“. ÚBI 1. LF UK v Praze, Vydavatelstvo Profess Consulting s.r.o., 2015, ISBN 978-80-7259-068-1
- [15.] Komarc M, Kyplová J, Kvašňák E, Mornstein V, Kubeš Z, Sochorová H, Heřman P, Zeman J, Harbichová I, Běláček J: Možnosti využití adaptivního testování znalostí středoškolské fyziky. In Králová E, Trnka M(ed): "Zborník abstraktov, XXXIX. Dni lekárskej biofyziky. Hotel Signál, Piešťany, 30.5.-1.6.2016". ÚLFBI LF UK v Bratislave, Vydavateľstvo UK, 2016, 40–40, ISBN 978-80-223-4105-9; PP prezentace k příspěvku
- [16.] Běláček J, Zakharov S, Komarc M, Pelcova D: Odhady rizika smrti a následků otrav pro pacienty vzešlé z České metanolové aféry v roce 2012. Sborník příspěvků MEDSOFT 2015. Hotel Academic, Roztoky u Prahy, 31.3.-1.4.2015, vyd.: Creative Connections ve spolupráci s Zeithamlová Milena – Agentura Action M, Praha, ISSN 1803-8115, 2014, s.7–21, MEDVIK
- [17.] Zakharov S, Pelcova D, Navratil T, Belacek J, Kurcova I, Komzak O, Salek T, Latta J, Turek R, Bocek R, Kucera C, Hubacek JA, Fenclova Z, Petrik V, Cermak M, Hovda KE: Intermittent hemodialysis is superior to continuous veno-venous hemodialysis/hemodiafiltration to eliminate methanol and formate during treatment for methanol poisoning. Kidney International, 86(1), 199–207, 2014
- [18.] Zakharov S, Pelcova D, Navratil T, Belacek J, Komarc M, Edleston M, Hovda KE: Fomepizole versus ethanol in the treatment of acute methanol poisoning: Comparison of clinical effectiveness in a mass poisoning outbreak. Clinical toxicology, 53(8), 797–806, 2015
- [19.] Zakharov S, Pelcova D, Urban P, Navratil T, Diblík P, Kurcova I, Belacek J, Komarc M, Edleston M, Hovda KE: Pre-hospital ethanol administration improves outcomes in mass methanol outbreaks. Clinical toxicology, 53(4), 247–248, Meeting Abstract: 30, 2015
- [20.] Kryšůfková O-Vallerskog T-Helmers SB-Mann H-Půtová I-Běláček J-Malmström V-Trollmo C-Vencovský J-Lundberg IE: Increased serum levels of B cell activating factor (BAFF) in subsets of patients with idiopathic inflammatory myopathies. Ann Rheum Dis [IF: 7.188] 68: 836–843, 2009
- [21.] Fischerova D, Cibula D, Stenhova H, Vondrichova H, Calda P, Zikan M, Freitag P, Slama J, Dundr P, Belacek J: Transrectal ultrasound and magnetic resonance imaging in staging of early cervical cancer. International Journal of Gynecological Cancer 18(4), 2008, 766–772

Seznam zkratek:

- BioStat – Oddělení biomedicínské statistiky;
VFN – Všeobecná fakultní nemocnice;
ÚBI – Ústav biofyziky a informatiky;
OVT – Oddělení výpočetní techniky;
GPK – Gynekologicko-porodnická klinika;
KN – Klinika neurologie;
GK – Geriatrická klinika;
RK – Revmatologická klinika;
ÚLDKB – Ústav laboratorní diagnostiky a klinické biochemie;
KPL – Klinika pracovního lékařství;
EFA – Explorativní faktorová analýza;
IF – Impact factor

Kontakt:

Jaromír Běláček, RNDr., CSc.
ÚVVV VFN Praha
Na Bojišti 1
120 00 Praha 2
e-mail: jaromir.belacek@vfn.cz

PROJEKCE BUDOUCÍ POTŘEBY A SPOTŘEBY ZDRAVOTNÍ PÉČE Z PERSPEKTIVY STÁRNUTÍ AMBULANTNÍCH PACIENTŮ ZZ AGEL 2012-14

Běláček Jaromír, Fiala Tomáš, Parma Martin, Michna Pavel, Lukeš Karel, Murtingerová Kateřina

Anotace

Předmětem našeho úsilí v r. 2015 (viz Běláček a kol.) bylo ověřit potenciál a možnosti propojení účelově vyříděných údajů z DB pacientů zdravotnických zařízení (ZZ) skupiny AGEL (nemocnice a polikliniky) s dostupnými údaji demografické statistiky v kraji Moravskoslezském, Olomouckém a v Praze. Aplikace projekčních koeficientů z demografické prognózy ČSÚ pro roky 2018, 2023 a 2028 nás dovedla k závěru, že stárnutí obyvatelstva v ČR bude mít ve specifických věkových skupinách zjevně ještě dramatictější odezvu na úrovni přesunů do vyššího věku ambulantně ošetřovaných pacientů než u populace jako celku.

Předmětem tohoto shrnutí je monitorovat budoucí potřebu zdravotnické péče podle nejvýznamnějších „civilizačních nemocí“ (identifikovaných podle MKN 10) ve srovnání s její narůstající spotřebou (agregace podle číselníku zdravotnických odborností). V rámci každé dostupné nemocnice či polikliniky byly vyříděny počty pacientů podle unikátního RČ, roku, věku, pohlaví, ambulantních pracovišť a unikátních hlavních diagnóz.

Z výsledků formálních analýz je zřejmé, které skupiny Dg a které skupiny zdravotnických odborností (na agregační úrovni) by měly nést v budoucnu největší zatížení z pohledu těch nejvíce exponovaných věkových skupin pacientů (konzistentně s již provedenou projekcí nemocnosti).

Příspěvek je sponzorován fi. AGEL Research, a.s.

Běláček J, Fiala T, Parma M, Foks R, Murtingerová K: Projekce nemocnosti v kontextu stárnutí obyvatelstva a poskytovaných zdravotních služeb v ČR 2012-14. Forum Statisticum Slovaca 4/2015, 120-128, SŠDS, Eds.: Chajdiak J, Luha J, Madarász Š, ISSN 1336-7420,

Klíčová slova:

Potřeba a spotřeba zdravotní péče, stárnutí populace, odvozené demografické projekce, civilizační nemoci, mezinárodní klasifikace nemocí (MKN 10), číselník zdravotnických odborností

1. Úvod

Stárnutí obyvatelstva v evropských zemích můžeme chápat jako sociálně-ekonomický proces, který lze s velkou věrohodností formálně modelovat prostřednictvím tzv. komponentních demografických projekcí. Vstupní parametry projekcí jsou intenzity úmrtnosti a plodnosti (ev. migrací) podle věku a pohlaví. Na úrovni krajů ČR (NUTS 3) se budoucí početní stavy obyvatelstva projektují z aktuálních regionálních věkových struktur žijících a na základě zkušeností s dlouhodobým vývojem intenzitních demografických měř v ČR a v sousedních evropských zemích. Pro horizont nadcházejících

15-25 let je tento vývoj víceméně determinován.

Obecně geografické vývojové tendence se samozřejmě promítají i do struktury pacientů ošetřovaných ve zdravotnických zařízeních (ZZ). Máme příležitost analyzovat nemocnost na základě počtů pacientů, kteří byli ambulantně ošetřeni v letech 2012-2014 v 13ti nemocnicích a poliklinikách společnosti AGEL a.s. lokalizovaných v kraji Moravskoslezském (6 ZZ), Olomouckém (6 ZZ) a v Hlavním městě Praze (1 ZZ). Formální aplikace projekčních koeficientů z demografické prognózy ČSÚ pro roky 2018, 2023 a 2028 (viz [1]) nás dovedla k závěru, že ve strukturách počtů ambulantně ošetřovaných pacientů budou mít přesuny do vyšších věkových skupin zjevně ještě dramatictější odezvu než věkové stárnutí u populace samotné (viz [2] resp. [3]). Na úrovni tohoto shrnutí monitorujeme potřebu zdravotnické péče podle nejvýznamnějších „civilizačních nemocí“ [4] a v souvislosti s její spotřebou agregovanou na základě speciálního číselníku zdravotnických odborností [5].

2. Materiál a metody

Ve spolupráci s Odborem plánování a controllingu společnosti AGEL, a.s. v Prostějově jsme za roky 2012-4 vytvořili agregátní pracovní databázi pacientů ambulantně ošetřených v nemocnicích a poliklinikách tohoto na českém trhu celoplošně nejvýznamnějšího poskytovatele zdravotnických služeb. V rámci studie [2] byly použity počty ambulantně ošetřených pacientů vyříděných podle unikátního rodného čísla, roku, věku a pohlaví (v rámci daného ZZ se každý ambulantně ošetřovaný pacient vyskytuje v třídění daného roku právě jednou; N=3315 vět pro celkový počet P=4234402 pacientů); toto třídění se nám jeví jako nejčistší pro komparativní geodemografická srovnání. Pro účely detailnějších analýz byla provedena ještě další speciální třídění – a) podle jednotlivých ambulantních pracovišť (N=49464; P=9125028); - b) podle ambulantních pracovišť a unikátních hlavních diagnóz číselníku MKN 10 (N=2831048; P=17621284); poslední třídění se rámcově nejvíce přibližuje počtům všech ambulantně ošetřených pacientů v každém ZZ.

Pro demografické přepočty jsme použili údaje o věkovém složení obyvatelstva v 5 letých skupinách podle pohlaví a demografickou prognózu ČSÚ z roku 2014 pro kraj Moravskoslezský, Olomoucký a pro Hlavní město Praha s horizonty 2018, 2023 a 2028. Počet pacientů P_x^t ve věkové skupině x ($x = 0, 5, \dots, 95+$) jsme projektovali pro rok t ($= 2018, 2023, 2028$) podle vzorc^e

$$P_x^t = P_x^{t-5} \cdot (S_x^t / S_x^{t-5}),$$

kde S_x^t značí střední stavy žijících osob ve věku x (k 30.6. daného roku t) a P_x^{t-5} značí počet pacientů (v rámci provedených třídění ad a-b) z předchozího období. Všechny přípravné výpočty a dopočty byly provedeny v programu SPSS (viz [6]) a v MS Excel.

3. Výsledky

3.1 Potřeba zdravotnické péče podle nejvýznamnějších civilizačních nemocí

Potřebu zdravotnické péče (ZP) můžeme na úrovni všeobecně dostupných „databázových markerů“ monitorovat klasifikací pacientů diagnostikovaných podle kódů mezinárodní klasifikace nemocí (MKN). Číselník MKN 10 (viz [7]) však obsahuje 22 kapitol (s počátečními písmeny A-Z); každá z nich je členěna do několika podkapitol, které obvykle agregují ještě množství velmi specifických diagnóz. V samotné databázi AGEL jsme na úrovni až šestiznakových identifikací našli za roky 2011-14 přes 15 tisíc unikátních kódů; při standardní redukci na tři počáteční znaky MKN 10 jsme reálně vytřídili 272 různých podskupin a 2056 specifických unikátních diagnóz. Přestože v populaci ambulantně ošetřených pacientů je zastoupení jednotlivých diagnóz (i jejich skupin) velmi nerovnoměrné, systematické řešení problému „reálné potřeby ZP“ vysoce překračuje možnosti tohoto publikačního shrnutí. V rámci tohoto článku se tedy omezujeme pouze na vybrané skupiny „civilizačních nemocí“, které v naší pracovní databázi pokrývají téměř 25% diagnóz v přepočtu na počet pacientů ambulantně ošetřených v ZZ AGEL.

Počty ambulantně ošetřených pacientů s diagnózou spadající do jedné z hlavních skupin civilizačních nemocí (podle [3]) jsou součástí Tabulky 1. Přestože podíl

Tabulka 1: Počty ambulantně ošetřených pacientů v 13 ZZ AGEL (na území kraje Moravskoslezského, Olomouckého a v Hl. m. Praze) v letech 2012-4 s Dg spadající do některé skupiny civilizačních nemocí (uspořádání podle významnosti).

Civilizační nemoci (kódy MKN 10)	2012	2013	2014	%2012-4
1: diabetes mellitus (E10-E14)	200655	190091	191123	5,9%
2: novotvary (C00-C97, D00-D48)	173738	181536	204330	5,7%
3: hypertenze (I10-I15, O10-O11, O13-O16)	185707	176417	179755	5,5%
4: infarkt myokardu (I20-I25)	112024	104754	99483	3,2%
5: mozkový infarkt (I60-I69)	32831	26267	25717	,9%
6: ateroskleróza (I70)	28195	27991	27695	,9%
7: duševní poruchy (F00, F40-F41, F43, G04-G05, G30, G93, R53)	17521	19346	19594	,6%
8: revmatické nemoci (I00-I07, M05-M06)	17851	16869	17189	,5%
9: obezita-otlylost (E66)	6954	8587	8553	,2%
10: předčasné porody, potraty aj. (O03-O08, O60-O62, Q00-Q07)	1301	1112	1123	,0%
agregace ostatních kódů (diagnóz) MKN10	2539267	2456919	2552305	76,6%
Total	3316044	3209889	3326867	100,0%

jednotlivých skupin se rok od roku trochu liší, za nejvýznamnější civilizační choroby můžeme považovat: diabetes mellitus (5,9 % pacientů), novotvary (5,7 %) a hypertenze (5,5 %) . Z etiologického hlediska bychom k hypertenzím mohli přiřadit ještě infarkt myokardu (3,2 %), mozkový infarkt (0,9 %) nebo i aterosklerózu (0,9 %). Každopádně však další skupiny, jako např. duševní poruchy (v rámci našeho výběru zahrnující jmenovitě: demence, anxiozní poruchy, reakce na stres, Alzheimerovu nemoc apod. – celkově 0,6 %), revmatické nemoci (0,5 %) nebo obezita (0,2 %) již nefigurují ve vztahu k třem nejvýše postaveným diagnózám jako významné. Nejnižší uvedenou skupinu, která zahrnuje „předčasné porody a potraty (včetně vrozených vývojových vad nervové soustavy novorozenců)“, již nelze považovat, s ohledem na jejich skutečně minoritní statistické zastoupení mezi pacienty, za skupinu civilizačních nemocí „v pravém slova smyslu“.

Reálné a do horizontů let 2018, 2023 a 2028 projektované pohlavně věkové struktury pacientů s některou z civilizační nemocí výše jsou zobrazeny na Grafech 1a-f). U diabetů, novotvarů a hypertenzí jsou do roku 2028 nejtypičtější zejména přesuny posilující ročníky 65-75letých. (Tento majoritní trend jsme sledovali již na úrovni celkových počtů pacientů v kraji Moravskoslezském, Olomouckém i v Praze v rámci studie [2].) U statisticky méně významných civilizačních onemocnění jsme ale zaznamenali specifitější vývojové trendy, v řadě případů ze značnými odlišnostmi podle pohlaví. Tak například počty mužských pacientů s aterosklerózou (viz Graf 1d) jsou projektovány cca 3-násobně vyšší než u žen, naopak u pacientů s revmatickými onemocněními (Graf 1f) je tomu naopak. Vyšší podíly žen jsou markantní rovněž v rámci skupiny „duševních nemocí“ (Graf 1e); těžiště věkového spektra u těchto chorob by se mělo ze stávajících 35 let věku podle projekce posouvat k věku 55 let.

3.2 Spotřeba zdravotnické péče podle lékařských odborností

Spotřebu zdravotnické péče monitorujeme počtem pacientů, kteří byli v rámci ZZ vyšetřeni v některém zdravotnickém oddělení (včetně laboratoří). K tomu jsme využili číselník zdravotnických odborností, který v databázi AGELu reálně saturuje 63 kódů odborností (z celkového počtu 116 možných). V agregaci do 7 relativně konzistentních skupin jsou počty ambulantních pacientů vyšetřených na odděleních ZZ AGEL v letech 2012-4 uvedeny v Tabulce 2. Téměř 50% všech ambulantních vyšetření se týká oddělení „komplementu“ tzn. zejména pracoviště klinické biochemie (23,0 %) ev. mikrobiologie, patologie a screeningu nádoru prsu (2,7 %), dále radiodiagnostiku a magnetickou rezonanci (8,5 %) a laboratoře (hematologie, alergologie, imunologie a genetiky – souhrnně 14,4 %). Ve vztahu k potřebě zdravotnické péče jsou pro nás ale zajímavější počty pacientů ambulantně ošetřených v rámci 26 interních (23,6 %) a 13 chirurgických oborů (18,8 %), v rámci „obvodu“ (praktičtí lékaři, první pomoc a stomatologie – v DB AGEL souhrnně 4,8 %) ev. i „nelékařských oborů“ (doprava raněných, nemocných a rodiček, pracoviště fyzioterapie, pracoviště klinické psychologie atd. – celkem 4,2 %).



Grafy 1a-f: Projektovaný vývoj pohlavně-věkové struktury ambulantně ošetřených pacientů v 13 ZZ AGEL lokalizovaných v r. 2013 na území kraje Moravskoslezského, Olomouckého a v Praze (poliklinika v Italské) v horizontech 2018, 2023 a 2028 podle nejvýznamnějších civilizačních onemocnění (agregace skupin Dg podle MKN 10 viz popisky v záhlaví).

Grafy 2a-f: Projektovaný vývoj pohlavně-věkové struktury ambulantně ošetřených pacientů v 13 ZZ AGEL lokalizovaných v r. 2013 na území kraje Moravskoslezského, Olomouckého a v Hl. m. Praze (poliklinika v Italské) v horizontech 2018, 2023 a 2028 podle lékařských odborností (výběr - viz popisky v záhlaví - v rámci číselníku odborností DB AGEL).

Tabulka 2: Počty ambulantně ošetřených pacientů v 13 ZZ AGEL (na území kraje Moravskoslezského, Olomouckého a v Hl. m. Praze) v letech 2012-4 podle lékařských odborností (agregace oddělení).

Lékařské odbornosti (agregace oddělení)	2012	2013	2014	%2012-4
1 obvod (PL, PP a stomatologie)	144966	160560	164450	4,8%
2 interní obory	759370	772937	793178	23,6%
3 chirurgické obory	600107	618267	637013	18,8%
4 rehabilitace a ošetrovatelství (nelékařské obory)	131043	138971	144044	4,2%
5 biochemie, mikrobiologie apod.	883653	813200	836449	25,7%
6 radio a fMRI	289021	257567	286657	8,5%
7 laboratoře (hematologie, alergologie, imunologie a genetika)	507884	448387	465076	14,4%
Total	3316044	3209889	3326867	100,0%

Na Grafech 2a-f) nalezneme projektované pohlavně věkové struktury pacientů pro 6 specificky vybraných odborností. Zatímco u pacientů vyšetřených na blíže nespécifikovaném „pracovišti interního lékařství“ (5,3 %) je věkové spektrum pacientů soustředěno sofistikovaně do rozpětí 60-80 let, u „pracoviště chirurgie“ (bez dalších specifikací 4,4 %) jsou ošetřováni pacienti rozloženi de facto do celého projektovaného věkového spektra (20-80 let). Asymetrie věkových struktur podle pohlaví ilustrují zejména Grafy 2c-d: „pracoviště klinické onkologie /bez radiační onkologie/“ (1,4 %) s výraznou dominancí žen a „pracoviště urologie“ (1,9 %) s převahou mužských pacientů. Obdobně na Grafech 2e-f u „praktického lékaře pro dospělé“ (3,1 %) v širším věkovém spektru s mírnou převahou mužů, a obdobně u „samostatného pracoviště fyzioterapeutů“ (1,8 %) s obdobně vyšší převahou žen.

4. Diskuse a závěry

Cílem tohoto příspěvku bylo stručně a schematicky ukázat, na základě jakých datových podkladů jsme dnes schopni využít regionální demografické prognózy pro účely objektivního stanovení trendů budoucího vývoje potřeby a spotřeby zdravotní péče v ČR. Tyto pokusy byly činěny již v rámci našich dřívějších analýz a návrhů na výběr sestav vhodných zdravotnických ukazatelů z oficiálních národních zdravotnických databází a registrů, které byly disponibilní v periodicitě ročních časových řad (viz [8-9]). V tomto případě však máme k dispozici univerzální systematicky uspořádané údaje z informačního systému aktuálně nejvýznamnějšího poskytovatele zdravotnických služeb v kraji Olomouckém a Moravskoslezském, takže naše výsledky můžeme považovat zejména v těchto lokalitách za zobecnitelné a reprezentativní.

Historicky vzniklé nerovnoměrnosti (zářezy) typické pro věkovou strukturu populace ČR se specifickým způsobem promítají i do jednotlivých regionů ČR a umožňují tak

posoudit i specifika některých tradičně rozvojově zpožděných destinací. Zdá se, alespoň podle předběžných analýz, že i toto je cesta, na základě které bychom mohli ještě lépe odhadovat budoucí vývoj nemocnosti a struktury služeb např. v Moravskoslezském kraji, který vnímáme z ekonomicko-sociálního hlediska tradičně jako vývojově zpožděný. Naše dřívější koncepty, které se týkaly rozvoje zdravotnických systémů na úrovni kraje (viz [10]) takto detailní specifika neobsahovala.

Bohužel mezi diagnózami a odbornostmi neexistuje vzájemně jednoznačná korespondence, takže bilanci mezi potřebou a spotřebou ZP umíme dosud komparovat zatím pouze na úrovni „podobnosti či nepodobnosti projektovaných věkově-pohlavních struktur“. (Diagnózy na Grafech 1a-f rámcově komparovatelné s Grafy 2a-f byly ovšem pro účely tohoto článku vybrány samozřejmě i za účelem zajímavé vizuální prezentace výsledků.) Předpokládáme však, že statisticky nejvýznamnější rozdíly při komparaci věkových struktur pacientů (podle pohlaví) nám pomohou identifikovat ještě formální nástroje mnohorozměrné analýzy dat (testy homogenity v kontingenčních tabulkách, metody seskupovací analýzy apod.)

5. Poděkování:

Práce na tomto příspěvku byly provedeny s laskavou pozorností a podporou vedení společnosti AGEL Research, a.s.

Literatura:

- [1.] <https://www.czso.cz/csu/czso/populacni-prognoza-cr-do-r2050-n-g9kah2fe2x>
- [2.] Běláček J, Fiala T, Parma M, Foks R, Murtingerová K: Projekce nemocnosti v kontextu stárnutí obyvatelstva a poskytovaných zdravotních služeb v ČR 2012-14. *Forum Statisticum Slovacum* 4/2015, 120-128, Slovenská štatistická a Demografická Spoločnosť, Eds.: Chajdiak J, Luha J, Madarász Š, Rev.: Chajdiak J, Luha J, Koróny S
- [3.] Běláček J, Fiala T, Parma M, Foks R: Civilizační nemoci, věkové stárnutí obyvatelstva a data o pacientech ZZ AGEL. IX. Symposium AGEL, Olomouc 1.-2.10. 2015, poster
- [4.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Civilizační_choroba
- [5.] Zdravotnická ročenka České republiky, ÚZIS, 2015; www.uzis.cz
- [6.] SPSS: 23.0 Command Syntax Reference, 2015, Chicago, IL 60606-6412
- [7.] Mezinárodní klasifikace nemocí: Desátá revize (k 1.4.2014). WHO, Geneva 2008; ÚZIS ČR, Praha 2013, ISBN: 978-80-904259-0-3
- [8.] Běláček J: K metodice analýzy „zdravotnických“ ukazatelů. Příspěvek do sborníku z 8. mezinárodní vědecké konference „Lidský kapitál a investice do vzdělání“ konané 20.-21.9.2005 v Praze. Praha: Vysoká škola finanční a správní (VŠFS), 2005, 125-136, ISBN 80-86754-50-2, www.morbidity.wz.cz
- [9.] Běláček J, Fiala T, Geryk E, Hrala P, Kokavec P: Analýza zdravotního stavu obyvatelstva v ČR – východiska pro řešení grantového projektu v r. 2006. In (kolektiv autorů): Sborník příspěvků MEDSOFT 2006. Nupaky, 21. - 22. 3. 2006, vyd.: Žeithamlová Milena – Agentura Action M, Praha, ISBN 80-86742-12-1, 2006, 23-30; www.morbidity.wz.cz
- [10.] Skalický R, Běláček J: Demografie a zdraví. Zdravotní a sociální důsledky budoucích demografických změn na úrovni kraje. *Zdravotnictví v ČR*, 2/2004, 64-75

Kontakty

Jaromír Běláček, RNDr., CSc.

ÚVVV VFN Praha; Na Bojišti 1, 120 00 Praha 2

e-mail: jaromir.belacek@vfn.cz

Tomáš Fiala, RNDr., CSc.

katedra demografie, Fakulta informatiky a statistiky VŠE nám. W.

Churchilla 4, 130 67 Praha 3

e-mail: tomas.fiala@vse.cz

Martin Parma, Ing.

odbor plánování a controllingu, AGEL a.s. Mathonova 291/1, 796

04 Prostějov

e-mail: martin.parma@agel.cz

Michna Pavel, Ing.

AGEL Research a.s.; Zalužanského 1192/15, 703 84 Ostrava

e-mail: pavel.michna@are.agel.cz

Lukeš Karel, MUDr., MBA

AGEL a.s.; Mathonova 291/1, 796 04 Prostějov;

e-mail: karel.lukes@npo.agel.cz

Kateřina Murtingerová, Ing., Mgr.;

AGEL Research a.s.; Zalužanského 1192//15, 703 84 Ostrava;

e-mail: katerina.murtingerova@are.agel.cz

KNIHOVNY VE VIRTUÁLNÍM PROSTŘEDÍ – PROHLUBOVÁNÍ A OBNOVOVÁNÍ KVALIFIKACE LÉKAŘSKÉHO KNIHOVNÍKA

Helena Bouzková

Anotace

Příspěvek informuje o Koncepti celoživotního vzdělávání (CŽV) knihovníkův ČR. Tato je součástí Konceptce rozvoje knihoven ČR na léta 2017–2020. Konceptce CŽV a její naplňování v praxi s možným zavedením systému akreditovaného celoživotního vzdělávání profesionálních knihovníků a informačních specialistů a uplatnění dalších nástrojů – Národní soustavy povolání a Národní soustavy kvalifikací, umožní zvyšovat odbornou úroveň pracovníků lékařských a dalších typů knihoven.

Klíčová slova

celoživotní vzdělávání, knihovnicko-informační služby, lékařské knihovny, lékařský knihovník, konceptce rozvoje knihoven

1 Úvod

Povolání knihovníka a informačního pracovníka vyžaduje schopnost pružně reagovat na změny, které jsou spojené zejména s vývojem informačních a komunikačních technologií a nástrojů a dalších okolností. Knihovníci a informační pracovníci ve zdravotnictví, kteří nejsou absolventy vysokých škol s lékařským či farmaceutickým vzděláním, se seznamují s oborem lékařství v průběhu praxe. Kompetence knihovníků, včetně lékařských, je nutno rozvíjet postupy, které jsou popsány v Koncepti celoživotního vzdělávání knihovníků v ČR a která je součástí Konceptce rozvoje knihoven v České republice na léta 2017–2020 [1].

2 Konceptce rozvoje knihoven v České republice na léta 2017–2020

Konceptce byla přijata Usnesením vlády České republiky ze dne 23.11.2016 č. 1032.

Obsahuje následující priority, které spolu souvisejí a jejich naplňování se týká knihoven, včetně lékařských, které jsou evidovány podle zákona 257/2001 Sb. (Zákon o knihovnách a podmínkách provozování veřejných knihovnických a informačních služeb):

- a) Knihovny ve virtuálním prostředí
- b) Knihovny jako otevřená vzdělávací, kulturní, komunitní a kreativní centra
- c) Budování knihovnických fondů a informačních zdrojů
- d) Trvalé uchování tradičních knihovnických dokumentů
- e) Výstavba knihoven, podpora infrastruktury ICT v knihovnách
- f) Systém hodnocení a marketing veřejných knihovnických a informačních služeb
- g) **Vzdělávání pracovníků knihoven**
- h) Knihovny jako vědecko-výzkumné instituce

Jednotlivé priority mají popsánu výchozí situaci, opatření a indikátory úspěšné realizace dané problematiky.

Šestá priorita v pořadí se týká Vzdělávání pracovníků knihoven. Konstatuje, že pracovníci knihoven musí být kvalifikovanými specialisty, kteří jsou schopni podporovat své uživatele. Všechny uvedené faktory kladou značný důraz na organizaci i náplň nejen formálního, ale i celoživotního vzdělávání pracovníků.

Indikátory stanovené pro příští období jsou následující:

- zvýšený podíl pracovníků knihoven s formálním oborovým vzděláním;
- zvýšený podíl pracovníků s neformálním certifikovaným oborovým vzděláním v knihovnách;
- aktualizace katalogu prací s vazbou na Národní soustavu povolání a národní soustavu kvalifikací;
- funkční systém celoživotního vzdělávání pracovníků knihoven.

3 Konceptce celoživotního vzdělávání knihovníků (CŽV)

Odborná knihovnická pozice je vymezena Katalogem prací ve veřejných službách a správě, díl 2.03.01. V prosinci 2016 byla konceptce přijata Ústřední knihovnickou radou.

Hlavním principem je, aby bylo dosaženo potřebné kvalifikace všech pracovníků na odborných knihovnických místech. Kvalifikací je míněno odborné vzdělání a praxe, tedy odborné znalosti a dovednosti, případně obecné a měkké dovednosti. Rozvoj osobnostních charakteristik do konceptce zahrnut nebyl. Pro získání odpovídajícího odborného vzdělání je cestou:

- absolvování oborové školy (střední, vyšší, vysoké);
- v případě dosažení adekvátního stupně jiného než oborového vzdělání pak absolvování rekvalifikace v akreditovaných kurzech CŽV;
- získání požadovaných kompetencí jiným způsobem (např. neformální vzdělávání, praxe) a jeho oficiální uznání (například v rámci Národní soustavy povolání, dále Národní soustavy kvalifikací). [2,3].

a) Doplnění (změna kvalifikace)

Konceptce otevírá otázku rekvalifikace, resp. prokázání oborové kvalifikace. Pro mnoho specializovaných knihoven, včetně lékařských, i pro řadu pozic v knihovnách univerzálního typu, je dvouoborové vzdělání výhodné. Knihovnické, případně další potřebné kompetence mohou získat pracovníci formou rekvalifikace. Cílem je dosáhnout ve stanovené době (návrh 10–15 let) plné kvalifikace na odborných knihovnických místech, tj. situace, kdy všichni pracovníci na místech odborných knihovníků, kteří nemají/neabsolvovali odborné knihovnické vzdělání, musejí absolvovat rekvalifikační vzdělání, případně prokázat, že toto vzdělání mají, ač ho nabyli jinou cestou (využití Národní soustavy kvalifikací).

b) Obnovování kvalifikace (inovace)

Pokud jde o inovaci kvalifikace, je nutno pravidelně ji obnovovat, a to v intervalu maximálně 5 let.

c) Prohlubování a rozšiřování kvalifikace

V této části se jako klíčová jeví otázka akreditace či jiného typu garance kvality specializačních kurzů. Jedním z dílčích cílů je zajištění přehledné struktury specializačních kurzů s garancí kvality.

Vzrůstající nároky na knihovnické profese související s rozvojem i změnami služeb knihoven představují tlak na rozšiřování a prohlubování množství kompetencí, často i o kompetence z jiných oborů, z oblasti informačních technologií aj. Kromě toho se také vyvíjejí knihovnické systémy a standardy. To vše vyžaduje další vzdělávání. Cílem je vytvořit a pravidelně aktualizovat strukturu doporučených/potřebných specializačních kurzů – akreditovaných – pro jednotlivé knihovnické pozice/specializace, včetně lékařského knihovníka.

d) Zvyšování kvalifikace

Záměrem je orientace na těsnější spolupráci oborových škol a praxe. Nutná je vzájemná informovanost a možnost ovlivňovat z praxe kurikula a obsahy vzdělávání na oborových školách.

4 Lékařský knihovník

Informační chování uživatelů ve zdravotnictví je podmíněno jejich profesí. Lékařští knihovníci se tedy setkávají se zdravotníky a jinými příbuznými profesemi na lékařských a ostatních fakultách, ve fakultních nemocnicích, v nemocnicích, v ostatních lůžkových zařízeních, v odborných léčebných ústavech, v hygienických stanicích, v lázních, na zdravotnických školách a v ostatních zařízeních.

Nemůžeme opomenout laickou veřejnost – občana – zajímajícího se o informace o zdraví a nemoci. V procesu kladení klinických otázek a hledání odpovědí na správnou účinnou prevenci nebo léčbu by měl hrát aktivnější roli ten, kterého se „uzdravování“ týká – tj. občan ve zdraví i nemoci. Proto k významné uživatelské skupině se specifickými potřebami a zájmy může patřit v lékařských knihovnách také občan (laik) zajímající se o otázky zdraví a nemoci.

Problematika specializace lékařského knihovníka [4] byla předmětem dvouoborového studia v ČR koncem 70.let. Od tohoto studia bylo ustoupeno. Knihovník a informační pracovník, nemá-li rozšířené specializované vzdělání, začíná chápat, co skutečně obor znamená a co se od něj vyžaduje, teprve tak po pětileté praxi. Medicína je vědeckou disciplínou. Jako jiné vědní obory užívá mezioborové spolupráce jako důsledek týmového výzkumu. Vzájemná mezioborová spolupráce v knihovnictví je nutná, protože s rozvojem nových disciplín vznikají i nové pojmy, které představují nový jazyk. V biomedicině je to např. molekulární genetika, biochemie, bioinformatika, ale i sama informatika [5].

Zkušenosti dobré praxe z veřejných informačních služeb ve zdravotnictví v ČR i zahraničí

ukazují, že úspěšná organizace vzdělávacího procesu je založena na hodnocení úrovně znalostí, dovedností a kompetencí pracovníků knihoven. Toto hodnocení se provádí individuálně a řídí se oficiálními standardy, které obsahují požadované kvalifikační minimum (tzv. Good Practice Toolkit). Výsledky hodnocení jsou pak analyzovány a je sestaven přehled témat pro další vzdělávání. Hodnocení se nezaměřuje pouze na knihovnicko-informační znalosti, ale také na přehled v dalších oborech, např. evidence-based healthcare, informační poradenství, informační technologie, management a vzdělávání.

Knihovníci a informační pracovníci ve zdravotnictví jsou z pohledu zdravotníka specialisté, kteří znají a užívají metodiku procesu zpřístupňování informací a disponují technologickými nástroji. Knihovnické informační systémy, přinášejí svou působností do skupiny systémů sloužících zdravotnickému vzdělávání, výzkumu a vývoji svými funkcemi přispívají ke zpřístupňování vědeckých zdravotnických informací.

Ve vzdělávání zdravotnických knihovníků a informačních pracovníků je možné navazovat na zkušenosti, které jsou s celoživotním profesionálním vzděláváním ve zdravotnických knihovnách v naší republice a v zahraničí. Například ve Spojených státech působí významná profesní asociace Medical Library Association (MLA) a ve Velké Británii Chartered Institut of Library and Information Professional (CILIP) se zájmovou skupinou „Health Libraries“. Zkušenosti ze systémů vzdělávání s návaznou certifikací mohou být inspirativní i pro European Association for Health Information and Libraries (EAHIL), která organizuje také v průběhu workshopů a konferenci kurzy kontinuálního vzdělávání.

Schopnost kvalifikovaně poskytnout uživateli – zdravotníkovi knihovnicko-informační službu při výkonu jeho profese vyžaduje volit specializované metody a postupy.

K tomu je třeba:

- získávání stále nových poznatků a využívání moderních technických prostředků v oboru knihovnictví a vědeckých informací;
- zvládnutí teoretických znalostí specializace lékařského knihovníka.

Zahraniční literatura uvádí následující **kompetence lékařských knihovníků** [6]:

- Znalost knihovnické a informační práce.
- Orientace v medicíně, terminologie oboru.
- Pokročilé vyhledávací metody informací.
- Identifikace relevantních informací.
- Vzdělávání uživatelů i knihovníků.
- Práce klinického knihovníka v týmu.
- Znalost a podpora Evidence Based Praxe.
- Znalost informačních a komunikačních technologií včetně mobilních.
- Znalost výzkumných, analytických metod, statistiky.
- Strategické plánování, marketing.
- Komunikace, prezentace.
- Management, ekonomika.

Podrobněji se týkají kompetence následujících témat:

veřejné zdravotnictví, informační systémy ve zdravotnictví, zdravotnické právo, lékařská angličtina, systém knihoven v ČR i zahraničí, jmenné a věcné zpracování, tezaurus Medical Subject Headings – MeSH, souborné katalogy, včetně národní oborové bibliografie Bibliographia Medica Czechoslovaca – BMC, digitální knihovny-jejich tvorba, repozitáře, katalogizace, knihovnicko-informační služby, informační zdroje tištěné a elektronické, rešeršní strategie, autorské právo, medicína založená na důkazu (EBM), open access, matavyhledávače, citační analýza, citační managery, marketing, sociální sítě, publikační činnost a další.

Mezi základní formy celoživotního vzdělávání lékařských knihovníků patří:

- samostudium (sledování odborné literatury)
- zvyšování kvalifikace (studiem – školy a vědecká příprava),
- konzultace s kolegy / experty,
- účast na vzdělávacích akcích (semináře, školení, workshopy, konference),
- e-learning (online kurzy, e-komunikace – web.2.0),
- účast při řešení projektů,
- publikační činnost,
- přednášková činnost.

V Národní lékařské knihovně proběhl v září 2016 „Průzkum vzdělanostní struktury knihovnických pracovníků v NLK“. Obsahoval 24 otázek. Zúčastnili se pracovníci NLK zařazení v Katalogu prací pro veřejné služby a práce pod číslem 2.03.01. – Knihovník.

Rozeslán byl 74 respondentům, odpovědělo 56 respondentů. Výsledky budou součástí odpovědi průzkumu, který bude v dubnu realizovat Národní knihovny ČR ve spolupráci s Ministerstvem kultury s názvem „Analýza mzdové, věkové a vzdělanostní struktury pracovníků knihoven v České republice 2016–2017. Této analýzy se zúčastní i lékařské knihovny. Výsledky budou podkladem pro rozpracování a naplňování úkolů Koncepce celoživotního vzdělávání knihovníků v ČR.

5 Závěr

Profese knihovníka vyžaduje odborné předpoklady, které jsou u lékařského knihovníka doplňovány dalšími kompetencemi. Koncepce rozvoje knihoven v ČR se mimo jiné věnuje problematice kvalifikační úrovně pracovníků knihoven s cílem adaptovat je na rychle se měnící odborné nároky jejich profese. Národní lékařská knihovna se podílí dlouhodobě na celoživotním vzdělávání lékařských knihovníků, kteří poskytují veřejné knihovnické a informační služby v síti veřejných informačních služeb ve zdravotnictví. Pracovníci knihovny se podílejí na tvorbě a implementaci koncepčních materiálů, které řeší tuto problematiku. Inspiraci čerpají v lékařských knihovnách v zahraničí, především v USA, Velké Británii a dalších evropských zemích, jejichž lékařští knihovníci jsou členy Evropské asociace lékařských knihoven (EAHIL).

Literatura

- [1.] *Koncepce rozvoje knihoven České republiky na léta 2017–2020.* [cit. 2017-02-19]: Dostupný na <http://ukr.knihovna.cz/koncepce-rozvoje-knihoven-cr-na-leta-2017-2020/>
- [2.] *Národní soustava kvalifikací.* [cit. 2016-03-08]. Dostupný na: <http://www.narodnikvalifikace.cz/vyber-kvalifikace/profesni-kvalifikace/skupiny-oboru-37>
- [3.] *Národní soustava povolání. Knihovník specialista.* [cit. 2016-03-08]: Dostupný na: http://katalog.nsp.cz/karta_p.aspx?id_jp=102206&kod_sm1=21
- [4.] *CEJPEK, Jiří. Obor vědeckých informací a knihovnictví-minulost, současnost a zárodky budoucnosti. In: Sborník prací 40 let katedry vědeckých informací a knihovnictví Filozofické fakulty Univerzity Karlovy. Praha:SKIP. 1991. s.9–36.*
- [5.] *ŠPÁLA, Milan. Rozhovor s doc. MUDr. Milanem Špálou o knihovnicích, vědeckých knihovnách a úvodu do lékařské vědy. In: Lékařská knihovna. Praha, č.3–4, 2010 [cit. 2017-02-19]. ISSN 1804–2031. Dostupný z [www: http://kramerius.medvik.cz/search/i.jsp?pid=uuid:bmc11007566-d942eb2f-f611-495d-af15-00d97e248a67](http://kramerius.medvik.cz/search/i.jsp?pid=uuid:bmc11007566-d942eb2f-f611-495d-af15-00d97e248a67)*
- [6.] *KRAFT, Michelle A.: A Day in the Life of a Medical Librarian. AMWA Journal vol. 28 (4), 2014,176–177.*

Kontakt

PhDr. Helena Bouzková

Ústav informačních studií a knihovnictví

Filozofická fakulta Univerzity Karlovy v Praze

158 00 Praha

U Kříže 8

e-mail: helenabouzkova@centrum.cz

INFORMAČNÍ ZDROJE VĚDEKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ, VĚDECKÝCH LÉKAŘSKÝCH INFORMACÍ A VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ PRO OBLAST TRANSFERU ZNALOSTI

Jitka Feberová, Jan Polášek, Jiří Pavlík, Richard Papík

Anotace

Transfer znalostí jako spojnice akademického prostředí s aplikační oblastí. Specifika a kategorizace informačních zdrojů pro danou tematiku. Propojení využívání informačních a knihovnických institucí a jejich zdrojů a výukových materiálů. Orientace na rešeršní a referenční služby, informační brokering a role informačního vzdělávání v dané oblasti.

Klíčová slova

informační zdroje, knihovny, vědeckotechnické informace, vědecké lékařské informace, e-learning, transfer znalostí

1 Úvod

Spojení informačních zdrojů vědeckotechnických, resp. také vědeckých lékařských, informací s knihovnami a dále výukových elektronických informačních zdrojů, není ojedinělým trendem v oblasti knihovnicko-informačních služeb. Informační zdroje sice požadují často hlubší znalost komunikace s databázemi a digitálními knihovnami (např. na úrovni dotazovacích jazyků a znalostí specifik ovládnání uživatelského rozhraní), kdy je často již potřeba zprostředkovatelská aktivita informačního pracovníka typu rešeršního specialisty, ale naprostá většina informačních zdrojů je přesto koncipována zejména v tzv. jednoduchých rozhraních k běžnému i mírně pokročilejšímu využívání ze strany koncového uživatele. Klíčová se tedy jeví role vyškolení a vzdělávání koncového uživatele a jeho jednotlivých kategorií. Některé kategorie uživatelů pak mají blízko i k tzv. oblasti transferu znalostí. Pro transfer znalostí nejsou zajímavé jen „ryzí“ databáze vědeckých informací (např. Web of Science, Scopus, Medline, EMBASE), ale i celé řady možnosti přístupů do specializovaných databází a agregačních informačních zdrojů faktografického nebo plnotextového charakteru (např. Micromedex, ProQuest, EBSCO a desítky dalších, které jsou v nabídce <http://pez.cuni.cz>) a které mají často aplikační vztah do praxe a mohou poskytnout nejen zajímavé asociace a nápady pro např. základní výzkum. Obsahují totiž mnoho informací spojených s firemní sférou a jsou často používány v průmyslu různého typu. Často se bohužel o nich neví, přestože v nabídce existují, ale nejsou známy jejich obsahové možnosti. Jinou kapitolou jsou pak možnosti zprostředkování k patentovým informačním zdrojům, nebo specializovaným databázovým centrům, kde se nachází obchodní a firemní informace včetně možností vyhledávání potenciálních investorů, což jsou otázky již strategické a připadající jiným strukturám univerzity. Efektivním nástrojem širokého použití v praxi jsou formy elektronického vzdělávání, které jsou dnes často nutné a žádoucí z důvodu globalizačních tendencí a spolupráce

týmů, které se nacházejí v rozdílných geografických polohách. Jeví se užitečné nástroje prvních generací elektronického vzdělávání, které jsou aktuální, ale i těch vyšších včetně využívání webinářových forem. Informační specialisté a knihovníci mohou pracovat formami např. tzv. informačního coachingu a uživatele nebo výzkumné a další týmy seznamovat se speciálními nástroji využití i v těch nejpokročilejších postupech (např. structure searching, vyhledávání ve faktografických databázích, využívání selekčních jazyků a klasifikačních soustav).

2 Transfer poznatků a technologií a možná zprostředkovatelská role knihoven a dalších informačních subjektů

Transferem poznatků, resp. poznatků a technologií se myslí aplikace z vědy a výzkumu do praxe, využití ze strany např. podnikové sféry. I v oblasti informační a knihovnické může jít o možnosti využívání informačních složek vysoké školy (univerzity) ze strany komerčních subjektů. Dále v textu je rozebírána z tohoto pohledu Ústřední knihovna Univerzity Karlovy, která má k oblastem vědeckých, vědeckotechnických či vědeckých lékařských informací blízko a zajišťuje v této oblasti řadu nezastupitelných služeb a procesů (např. akvizice informačních zdrojů, vytváření institucionálních depozitářů).

V oblasti transferu poznatků a technologií Ústřední knihovna Univerzity Karlovy v současné době nabízí služby ve třech oblastech. První oblastí je e-learning, který je podrobněji představen dále v textu. Druhou oblastí jsou služby s využitím Digitálního univerzitního repozitáře a služby k problematice dlouhodobé ochrany dokumentů. Třetí oblastí jsou e-knihy. Uvedené služby jsou prezentovány v Katalogu služeb UK, který vytváří Centrum pro přenos poznatků a technologií UK ve spolupráci s partnery z celé univerzity. Cílem katalogu je přehlednou formou představit univerzitní vědecké týmy, jejich znalosti, schopnosti, dostupné technologie pro spolupráci s firmami, organizacemi nebo úřady. Čtvrtou oblastí služeb, kterou Ústřední knihovna UK připravuje představit v Katalogu služeb UK, jsou informační gramotnost a špičkové rešeršní služby.

Ústřední knihovna UK disponuje řadou odborníků a technologií, o které mohou podnikové oblasti i další subjekty (např. neziskový sektor, státní správa) jevit zájem. Knihovny a informační instituce také často nahrazují komerční informační subjekty v této sféře (tzv. informační brokery) nebo mohou s komerčním prostředím spolupracovat. Ve světě i u nás bývá často u jednotlivých týmů k dispozici informační specialista, který pomáhá s identifikací informačních zdrojů a následně organizováním informací a znalostí pro potřeby jednotlivých expertů i týmů.

Přestože řadu služeb v oblasti transferu znalostí na UK zabezpečuje k tomu vytvořená složka Centrum pro přenos poznatků a technologií (CPPT), je zde velký prostor pro Ústřední knihovnu UK, která navíc v některých činnostech slouží i informačním

požadavkům a konzultacím pro CPPT, které mj. využívá databází v nabídce Ústřední knihovny UK (ÚK UK) nebo se orientuje na zdroje mimo UK (např. patentové databáze Úřadu průmyslového vlastnictví).

Velmi zajímavou a perspektivní rolí se jeví propojení aktivit knihovnicko-informačních s aktivitami vzdělávání, zejména pak aktivitami s využitím moderních technologií (e-learning, online learning apod.). Ústřední knihovna UK se angažuje v této oblasti samostatně (viz dále v textu), ale i u zmíněného CPPT jde o vstup do jejich rozsáhlého e-learningového kurzu Mament vědy a informací ze strany ústřední knihovny UK.

3 Čtyřsektorová kostka koncepce informační gramotnosti na Univerzitě Karlově

Strategie informační gramotnosti (informačního vzdělávání) je jedním ze současných cílů a významnou vizí Ústřední knihovny Univerzity Karlovy (UK), ačkoliv této problematice zatím nebyla věnována pozornost na centrální úrovni systému knihoven UK. Univerzita Karlova má však velmi decentralizovaný systém knihoven a podpora informační gramotnosti se může na různých fakultách velmi lišit. To není jednoduché pro jakoukoliv koncepci, která má být rychlá, účinná a přiměřeně levná. Informační vzdělávání (informační gramotnost) je žádoucí podmínkou a hlavně pobídkou současné výzkumné práce spojenou nejen s vědou, ale i pedagogickou činností. Koncepce Ústřední knihovny Univerzity Karlovy v této sféře míří do čtyř sektorů [1], [2], které jsou součástí modelu v podobě tzv. kostky informační gramotnosti ÚK UK (viz Obr. 1).

Všechny čtyři sektory jsou jistým způsobem propojeny, ale zároveň jsou i autonomní v přípravě a postupné realizace uvedené koncepce. Ústřední knihovna UK plánuje v současnosti položit základní kameny pro nastavení rámce pro vzdělávání v oblasti informační gramotnosti na celouniverzitní úrovni např. v podobě volitelného předmětu.

Z hlediska informačních zdrojů směřujících do oblasti tzv. transferu znalostí je nejzajímavější sektor 2, který se zaměřuje typem informační gramotnosti mj. na pedagogické a výzkumné pracovníky univerzity, kteří mohou své výsledky často nabídnout do praxe, resp. praxe může projevit o jejich práci zájem. Sektor 2 je v pojetí informační gramotnosti spíše všeobecný, ale sektor 3, který směřuje např. do možnosti poskytování speciálních vzdělávacích aktivit celých výzkumných a vývojových týmů, resp. také přípravy informačních pracovníků ze strany firem a dalších subjektů informačního průmyslu, může být již konkrétně směřovaný. Zde ÚK UK i jiné informační složky univerzity a fakult mohou poskytovat na míru připravené informační vzdělávací akce nebo i přímo informační obsluhu (např. rešeršní služby, referenční služby) šitou na míru jednotlivým uživatelům nebo týmům ve spojení s praxí, která univerzitní prostor obklopuje a je s ním i mnohdy propojena společnými aktivitami. Jisté perspektivní možnosti jsou i v oblasti sektoru 4, který míří vně univerzity a může jít právě nejen o informační vzdělávání např. středoškolských studentů, ale právě cílené přípravy na zakázku např. subjektů komerčního sektoru v oblasti práce s elektronickými informačními zdroji, konzultace při tvorbě digitálních knihoven a archivů, správě elektronických informačních služeb. Jsou také reálné další expertizní aktivity i případné výstupy studijně-rozborové činnosti, které

si subjekty působící v praxi objednají.

4 Spojení knihovnicko-informačního prostředí a výukových systémů je symbiotické

V roce 2015 bylo do Ústřední knihovny UK (dále jen ÚK UK) přesunuto Oddělení výukových systémů, které bylo od roku 1991 umístěno pod Ústavem výpočetní techniky.

S tímto oddělením přešly do ÚK UK nejen všechny nástroje, ale i centrální podpora e-learningu pro celou UK. Toto organizační opatření umožnilo mj. i lepší propojení informačních zdrojů s nástroji pro jejich tvorbu. Odkazy na všechny provozované nástroje a poskytované služby lze nalézt na rozcestníku na adrese <http://dl.cuni.cz>.

Ústřední knihovna je tedy nyní provozovatelem centrálních instalací LMS Moodle (http://dl.cuni.cz/?page_id=17), kde jsou provozovány kurzy většiny fakult UK. ÚK UK je administrátorem, metodickým centrem a centrem podpory koncových uživatelů. Díky tomu, že Moodle byl vytvořen pro akademické prostředí a je mu tak dobře přizpůsoben a dále, že podpora ÚK UK je v provozu prakticky nepřetržitě (24/7) a uživatelé se mohou na systém spolehnout, vzniklo v Moodle od začátku provozu tohoto systému (od roku 2004) již téměř 7 000 kurzů.

V rámci rektorátu UK bylo hostování kurzů a poskytování know-how k Moodle jedním z prvních transferů znalostí. Moodle pro hostování kurzů je na adrese <http://dlk.cuni.cz>. Cena za hostování je 40 Kč/účastníka/měsíc.

V Moodle byl dále zprovozněn plugin, který umožňuje propojení discovery systému UK (ukaz.cuni.cz) a LMS systému. Tento plugin umožňuje z prostřední Moodle prohledávat Discovery systém a vytvářet studentům seznamy doporučené literatury ke konkrétnímu tématu, dostupné přímo z Moodle.

LMS Moodle má vedle webového rozhraní také možnost používání aplikací pro mobilní zařízení, které lze do mobilních zařízení zdarma stáhnout.

ÚK UK intenzivně pracuje na zprovoznění systému pro MOOC (Massive Open Online Courses), který by umožnil vzdělávání veřejnosti prostřednictvím otevřených kurzů. Tento systém bude k dispozici i jiným akademickým subjektům, které budou o to mít zájem.

ÚK UK provozuje dále spolu s 1. LF UK streamovací server, který umožňuje zprostředkovávat audiovizuální materiály a systém Adobe Connect, který je určen k pořádání webinářů, případně zpřístupňování ozvučených PowerPointových souborů.

V roce 2015 byla pořízena webová knihovna eCUNI (ecuni.publi.cz) a ÚK UK se stala i (elektronickým) nakladatelstvím. Webová knihovna tak reaguje na současný trend ve zpřístupňování multimediálních výukových materiálů. Systém má vedle webového rozhraní také čtečky pro mobilní zařízení, které lze zdarma stáhnout na Google play a AppStore. Tyto čtečky umožňují stáhnout si publikaci do off-line režimu a při zachování plné funkčnosti zprostředkovat obsah i mimo připojení na internet. V rozhraní lze publikovat jak jednoduché pdf formáty, tak i složitější multimediální formáty. Pro multimediální formát je nutno publikaci naprogramovat v HTML formátu, který umožní vložit do publikace prakticky cokoliv. Cena za vytvoření jedné takové průměrné publikace

v HTML formátu se pohybuje kolem cca 40 tis. Kč. Cena za vlastní vystavení v knihovně je pro materiály v pdf formátu zdarma, vystavení publikace v HTML formátu pak stojí cca

4 tis. Kč. Publikaci je možno uživatelům zpřístupnit zdarma, nebo za poplatek, webová knihovna bude mít nasazenu platební bránu. Na základě návrhu licenční smlouvy dostane autor jedenkrát ročně 60% finančních prostředků, získaných prodejem jeho publikace.

Dalším zajímavým zdrojem výukových materiálů jsou wikiplatformy. Na UK neexistuje centrální platforma pro wiki, ale je zde řada oborových wiki, jakou jsou medicínská Wikiskripta, Wikisofia pro humanitní obory, IUS Wiki pro právníky, Enviwiki pro oblast životního prostředí a Wiki Pedf pro oblast pedagogiky.

ÚK UK pořídila jednoduchý mobilní systém pro nahrávání přednášek, který umožňuje

jednoduše zaznamenat prezentaci a zároveň i obraz přednášejícího. Po ukončení systém tyto dva záznamy zkombinuje do jednoho souboru. Pro vlastní záznam přednášejícího lze použít jak kameru, tak i např. mobilní telefon. Celé zařízení je umístěno ve dvou kufřících, schéma zapojení je dobře popsáno, celý systém ovládání je velmi jednoduchý a intuitivní. Výsledný záznam je pak možno vystavit na webu, streamserveru, umístit do LMS Moodle atp.

ÚK UK ve spolupráci s 2. LF je také správcem výukových aplikací pro síť lékařských fakult MEFANET (MEDical FACulties NETwork, <http://www.mefanet.cz>), kde spolupracují všechny lékařské fakulty v ČR a SR při zprostředkování nástrojů podpory tvorby elektronických výukových materiálů. V rámci této sítě jsou provozovány portály výukových materiálů jednotlivých fakult, centrální portál, kde jsou výukové materiály, které jsou dostupné pro všechny studenty lékařských fakult, streamovací server s multimediálním obsahem, wikiplatforma, LMS Moodle a systém pro zprostředkování interaktivních kazuistik.

Provoz a podpora e-learningových nástrojů pro tvorbu výukového obsahu by mohla

Literatura

- [1.] FEBEROVÁ, Jitka a Lucie KORHOŇOVÁ, Petr URVÁLEK, Richard PAPÍK. Information literacy and open access concept at Charles University. In: *Libraries V4 in the Decoy of Digital Age : proceedings of the 6th Colloquium of library and information experts of the V4+ countries held from 31st May – 1st June 2016 in Brno*. Brno : Moravian Library in Brno, 2016, s. 217–220. ISBN 978-80-7051-216-6.
- [2.] FEBEROVÁ, Jitka a Lucie KORHOŇOVÁ; Petr URVÁLEK; Richard PAPÍK. Souvislosti témat informační gramotnosti a témat otevřeného přístupu na Univerzitě Karlově. *Duha* [online]. 2016, roč. 30, č. 4 [cit. 2017-01-17]. Dostupný z WWW: <<http://duha.mzk.cz/clanky/souvislosti-temat-informacni-gramotnosti-temat-otvorenego-pristupu-na-univerzite-karlove>>. ISSN 1804-4255.

Kontakty

MUDr. Jitka Feberová, Ph.D.

(ředitelka ÚK UK)

e-mail: jitka.feberova@ruk.cuni.cz

Ing. Jan Polášek

(zástupce ředitelky ÚK UK)

e-mail: jan.polasek@ruk.cuni.cz

Ing. Jiří Pavlík

e-mail: pavlik@cuni.cz

doc. PhDr. Richard Papík, Ph.D.

e-mail: papikr@cuni.cz

Ústřední knihovna Univerzity Karlovy

José Martího 407/2,

162 00 Praha 6 – Veleslavín

tel.: +420 224 491 966, 732 164 469

Homepage: <http://knihovna.cuni.cz>

být zajímavým směrem vývoje činnosti knihoven. Knihovny by se tak mohly podílet nejen na zprostředkování a na tvorbě výukového obsahu ale především na organizaci tvorby výukového obsahu tohoto typu.

5 Závěr

Knihovny a informační instituce mají prostřednictvím vědeckých informací (vědec-kotechnických, vědeckých lékařských) možnost nabídnout významnou zprostředkovatelskou roli mezi akademickým prostředím a praxí. Může se tak dít prostřednictvím cílených informačních služeb, ale i vzděláváním na míru nebo také poskytnutí kapacit digitálních prostorů pro subjekty v praxi. Perspektivní se také jeví nové nakladatelské funkce Ústřední knihovny UK, které mohou posloužit také rolím transferu znalostí do praxe. Role informačního a dalšího vzdělávání je propojena s knihovnicko-informačním prostředím zcela přirozeně a s jistými přidanými hodnotami a je ve světě i u nás efektivním příkladem celá řada pracovišť, a to včetně Ústřední knihovny Univerzity Karlovy, na které jsou dané záměry dokumentovány a prezentovány v příspěvku.

VÝBĚR RELEVANTNÍCH PRAVIDEL PRO PODPORU KLINICKÉHO ROZHODOVÁNÍ

Jan Kalina, Jana Zvárová

Anotace

Systémy pro podporu klinického rozhodování jsou důležitými telemedicínskými nástroji se schopností pomáhat lékařům při procesu rozhodování při stanovení diagnózy, terapie či prognózy pacientů. Navrhli a implementovali jsme prototyp systému pro podporu diagnostického rozhodování, který má podobu internetové klasifikační služby. Specifikem tohoto systému je sofistikovaná statistická komponenta, která umožňuje pracovat i s velkým počtem příznaků. Optimalizuje totiž výběr těch příznaků, které jsou nejdůležitější pro určení diagnózy. Její chování jsme ověřili při analýze dat genových expresí z kardiovaskulární genetické studie. Článek diskutuje principy mnohorozměrného statistického uvažování a ukazuje obtíže analýzy vysoce dimenzionálních dat, kdy počet pozorovaných proměnných (příznaků) převyšuje počet pozorování (pacientů).

Klíčová slova

podpora rozhodování, mnohorozměrná statistika, extrakce pravidel, klasifikační analýza, redukce dimenzionality

1 Systémy pro podporu rozhodování

Klinické rozhodování chápeme jako proces výběru aktivity nebo posloupnosti aktivit mezi několika alternativami, přičemž se bere v úvahu i neurčitost jako jeden z aspektů ovlivňujících výsledek. Systémy pro podporu rozhodování pak lze charakterizovat jako velmi komplikované systémy vytvořené s cílem pomáhat lékaři při procesu klinického rozhodování.

Data a znalosti představují pro systémy pro podporu rozhodování hlavní zdroje pro získání informací, jsou schopné řešit řadu komplexních úloh, analyzovat různé informační komponenty, získat informaci různého typu a odvodit z nich závěry relevantní pro diagnózu, terapii nebo prognózu [8]. Porovnávají různé alternativy podle míry jejich rizika. V dnešní době již získaly své místo v řadě klinických oborů, přičemž existují specializované systémy v jednotlivých dílčích oborech medicíny nebo i systémy specializované na podporu při předepisování léků [7].

Vstupní komponenty systému pro podporu rozhodování obvykle obsahují rodinnou a osobní anamnézu, přehled symptomů, výsledky klinických a laboratorních vyšetření v různých podobách (včetně měření genových expresí), obrazovou informaci a signály i teoretické znalosti o nemocech a lécích. Už sama různost formátů představuje komplikaci pro následné statistické analýzy. Každopádně znalosti používané systémem pro podporu rozhodování v různých podobách mohou být převzaty z expertního systému vytvořeného nejlepšími experty z daného oboru, ale vždy by měly být současně validovány na reálných datech.

2 Statistická klasifikační úloha

Ze statistického úhlu pohledu je cílem systému pro podporu rozhodování naučit se na trénovacích datech (např. z klinické studie) klasifikační pravidlo, které umožní zařadit i nového pacienta do jedné z daných skupin. Například může jít o pacienta, který je vyšetřen na dálku a není součástí trénovací klinické studie. Určení diagnózy pak znamená zařadit daného pacienta do takové skupiny pacientů, kteří mají společnou konkrétní diagnózu. Ve většině případů se klasifikační pravidlo učí supervidovaným způsobem, tj. s využitím známé diagnózy u pacientů z trénovacích dat.

V medicíně se v poslední době čím dál více setkáváme s vysoce dimenzionálními daty, kdy je počet veličin (příznaků, proměnných) větší než počet pozorování [1], a to i výrazně větší. Takové situace jsou velmi časté v genetických studiích, protože počet genů v řádu desítek tisíc výrazně převyšuje počet pacientů, který ve většině takových studiích bývá jen v řádu desítek či stovek. Jiným příkladem může být analýza magnetické rezonance mozku [5].

Systémy pro podporu rozhodování by měly být schopny umožnit konstruovat klasifikační pravidla i z vysoce dimenzionálních dat. Tím umožní lékařům i jejich analýzu, kterou by jinak museli provádět v jiném softwaru se všemi komplikacemi, které s tím souvisí, zejména s opětovným zadáním dat nebo jejich přenosem. Při analýze dat v rámci systému pro podporu rozhodování není třeba, aby lékař jako uživatel systému jako celku rozuměl principům jednotlivých statistických metod. Jednotlivé kroky analýzy dat by ale těžko lékař prováděl bez specializovaného softwaru, protože kupř. analýza genových expresí nového pacienta musí vždy začít posloupností transformací dat, které musejí zahrnovat vhodnou normalizaci nebo detekci odlehklých pozorování.

Analýza vysoce dimenzionálních dat je složitá i v situaci, že všechny pozorované proměnné jsou číselné. Standardní metody mnohorozměrné statistiky se totiž nehodí pro analýzu vysoce dimenzionálních dat, protože trpí tzv. prokletím dimenzionality. Možné postupy pro jejich analýzu zahrnují (1) redukci dimenzionality pomocí analýzy hlavních komponent (PCA) nebo jiných metod, které hledají vhodné lineární kombinace proměnných [2], (2) redukci dimenzionality pomocí selekce nejdůležitějších proměnných, a (3) analýzu pomocí speciálních statistických metod ušitých na míru pro vysoce dimenzionální data [1].

Statistická analýza vysoce dimenzionálních dat nicméně zůstává komplikovaná i z toho důvodu, že je obtížné ověřit předpoklady, na kterých jsou jednotlivé metody vybudovány. Někdy jde o značně technické předpoklady. Ověření statistických předpokladů zůstává imperativem i pro metody strojového učení (umělé neuronové sítě nebo metoda SVM), přestože se toto v literatuře většinou nepřiznává a v praxi je zvykem to ignorovat. Oproti metodám strojového učení vyžadují statistické metody obvykle silnější předpoklady nebo více specifické určení modelu, což můžeme

považovat za konkrétnější specifikaci apriorních znalostí [2]. Dodejme ještě, že zejména pro komplikované nebo ohrožené případy pacientů se nehodí metody strojového učení pro absenci jasné interpretace, proč je pacient klasifikován právě do určité skupiny.

Další komplikací statistické analýzy představuje tendence běžných klasifikátorů k přeučení, kdy míry kvality modelu (reliabilita, validita) vedou k falešně optimistickým závěrům. Zejména pro malé počty pozorování se mohou i úplně náhodné modely zdát prediktivní se schopností vysvětlit diagnózu pacientů. Řešením jsou různé verze křížové validace, které odhadují chování klasifikačního pravidla na nezávislých datech.

Rámec tohoto článku přesahují tzv. robustní statistické metody, kterým se v poslední době věnuje značná pozornost, zejména při analýze mnohorozměrných a vysoce dimenzionálních dat. Jde o metody pro řešení různých statistických úloh, které jsou odolné vůči přítomnosti odlehlých (příp. chybně naměřených) hodnot v datech. Do tohoto kontextu zapadají práce [4,5] o regularizované lineární diskriminační analýze, která je oproti klasické lineární diskriminační analýze (LDA) spolehlivá i pro vysoce dimenzionální data a současně nabízí i jednoduchou interpretaci výsledků.

3 Systém SIR

Podíleli jsme se na návrhu a implementaci prototypu systému pro podporu klinického rozhodování. Tento prototyp jsme označili jako SIR zkratkou z anglického názvu System for selecting relevant Information for decision support.

SIR představuje snadno použitelnou webovou službou k podpoře rozhodování. Současně má důmyslně propracovanou komponentu ke sběru dat. SIR dokáže importovat celý soubor dat z klinické studie automaticky spolu s datovým modelem. Data následně představují tréninkovou množinu systému, na níž se nejprve provádí selekce proměnných a následně se konstruuje optimální klasifikační pravidlo pro řešení uvažovaného problému. SIR je navržen k použití zejména mezi praktickými lékaři v primární péči, ale je schopen zpracovat data z libovolné oblasti medicíny. Podrobněji jsme SIR z informatického hlediska popsali v [6]. Nyní se už soustředíme jen na jeho sofistikovanou statistickou komponentu.

Prvním krokem statistické analýzy uvnitř systému SIR je čištění dat, které využívá např. kontroly, zda hodnoty importovaných kvantitativních proměnných nepřekročily hranice dané datovým modelem. Dalším krokem analýzy dat z klinické studie je redukce dimenzionality. Konkrétně jde o selekci nejdůležitějších proměnných z celé sady měřených symptomů nebo laboratorních měření. Tento krok, kdy se pro další analýzu vybere jen malá sada relevantních příznaků, je nutný zejména pro vysoce dimenzionální data naměřená v genetických studiích. Provádí se dopřednou procedurou, která postupně vybírá jednotlivé příznaky způsobem optimálním pro výsledné rozhodovací kritérium. Tu nyní popíšeme.

Přínos každé (spojité i kategorizované) proměnné k vysvětlení variability odezvy (tj. k odlišení jednotlivých skupin pacientů) je vyčíslen pomocí Shannonovy informace. Konkrétně je jako první proměnná vybrána ta, která má největší hodnotu Shannonovy

informace mezi všemi proměnnými. Je tudíž nejvíc relevantní z hlediska klasifikační úlohy, která je cílem analýzy. Následně metoda postupně vybírá do množiny již vybraných proměnných tu nejvíce relevantní. Tuto statistickou závislost měříme pomocí podmíněné verze Shannonovy informace, která je vyčíslena jako přínos statistické informace podmíněně vzhledem k informaci v dosud již vybraných proměnných. Nakonec se pro následné analýzy vyberou jen ty nejdůležitější proměnné, jejichž celkový přínos k vysvětlení variability odezvy dosahuje alespoň 90 %.

Proces učení klasifikačního pravidla v SIRu má schopnost automaticky zvolit některou z možných klasifikačních metod. Kritérium optimality je adaptivně vybíráno tak, aby se minimalizovalo riziko chybné klasifikace v důsledku speciálních vlastností dat a velikosti vzorku. Použité metody zahrnují lineární diskriminační analýzu (LDA), což je metoda mnohorozměrné statistiky, která odděluje skupiny pomocí lineární funkce, přičemž v každé skupině je předpokládána stejná kovarianční struktura. Jiným přístupem implementovaným v systému SIR je empirický bayesovský mechanismus, který minimalizuje aposteriorní bayesovské riziko přes všechny skupiny vzorků.

Systém současně umožňuje i kvantifikovat vliv přidané další proměnné, tj. přidanou hodnotu dalšího vyšetření, na diagnostické rozhodnutí. Kromě toho může procedura pro redukci dimenzionality přihlížet i k finančním nákladům na získání každého jednotlivého klinického nebo laboratorního měření. Další specialitou systému SIR je možnost kombinovat při konstrukci klasifikačního pravidla data a medicínské znalosti. Konkrétně může lékař zasahovat ručně do systému s cílem vložit do něj dodatečné odborné znalosti založené na vzdělání, zkušenosti nebo intuici; může také např. pro specifickou kombinaci symptomů a znaků odstranit některou diagnózu, pokud jejich společný výskyt má nulovou pravděpodobnost.

Když je klasifikační pravidlo hotové, k systému se může připojit lékař, který má za cíl stanovit diagnózu nového pacienta, jenž není součástí klinické studie a jehož vyšetření mohlo proběhnout na vzdáleném místě. Do systému SIR zadá lékař všechny proměnné, které byly získány procedurou výběru proměnných. Vstup do systému může být proveden prostřednictvím automaticky generovaného rozhraní z elektronického zdravotního záznamu nebo zdravotního informačního systému, nicméně ruční zadání vstupních dat je také možné. Je výhodou, že lékař jako uživatel systému nemusí rozumět pozadí metod, ale stačí mu výsledek ve formě nejpravděpodobnější diagnózy pro daného pacienta, příp. doplněný i pravděpodobností správnosti takového výsledku.

4 Validace systému SIR na kardiiovaskulární genetické studii

Chování prototypu systému SIR jsme ověřovali na datech naměřených v rámci kardiiovaskulární genetické studie Centra biomedicínské informatiky v Praze. Cílem této studie z let 2006–2011 bylo najít sadu genů, které souvisejí se vznikem kardiiovaskulárních onemocnění v české populaci. Mikročipová technologie byla využita na změření genových expresí všech genů, což zahrnovalo 20 701 transkriptů napříč celým genomem. Celkem jsme pracovali s 59 pacienty s infarktem, 45 pacienty s cévní

mozkovou příhodou (CMP) a 77 kontrolními (zdravými) jedinci. Jde tedy o klasifikační úlohu do tří skupin.

Systém SIR vybral z celkové množiny genů 300 nejdůležitějších a sestavil klasifikační pravidlo, které využívá pouze tyto vybrané geny. Klasifikační správnost pak dosahuje 0,82. To znamená, že když se naučené klasifikační pravidlo použilo pro zařazení všech 181 jedinců z dané studie, pak pro 82 % dává správný klasifikační výsledek. Při vybrání pouhých 10 nejvíc relevantních genů se klasifikační správnost snížila na 0,65.

Je třeba si uvědomit, že sestavení klasifikačního pravidla na daných datech je obtížná úloha z různých důvodů. Například nelze ani spočítat klasickou LDA kvůli příliš velkému počtu pacientů. Dalším důvodem je, že klasifikace do tří skupin může být i výrazně obtížnější než řešení klasifikačních úloh do dvou skupin. Konečně je důvodem nutnost založit klasifikační pravidlo na poměrně velkém počtu genů v řádu stovek (rozhodně ne desítek).

Pro porovnání jsme použili i redukci dimenzionality přes PCA. Zde bylo potřeba dát pozor na to, že ne všechny její implementace jsou vhodné pro vysoce dimenzionální data [3]. V první řadě jsme zjistili, že skupina několika prvních hlavních komponent není schopna výrazně pomoci při budování spolehlivého klasifikačního pravidla pro určení diagnózy pacientů z trénovací množiny dat. Proto analýza na 10 hlavních komponentách dává klasifikační správnost 0,52 a na 300 hlavních komponentách pak 0,85, ovšem za cenu obtížné interpretace i potřeby pozorovat exprese na všech 20 701 transkriptech.

Celkově systém SIR umožňuje podporu diagnostického rozhodování pro jedince, kteří zatím neprodělali infarkt ani CMP, ale jsou jejich manifestací ohroženi v nejbližší době. Tak mohou být pacienti se zvýšeným rizikem dalšího infarktu monitorováni nebo efektivněji a bezpečněji léčeni nebo začleněni do preventivního programu.

5 Závěry

Článek je věnován systémům pro podporu klinického rozhodování, a to zejména jejich statistické úloze konstruovat klasifikační pravidlo pro zařazení nového pacienta do jedné z předem daných skupin. Vysvětluje, jaké obtíže vyvstávají při analýze vysoce dimenzionálních dat, na něž se v medicíně naráží čím dál častěji. Navrhli a implementovali jsme prototyp systému SIR, který v tomto článku rozebíráme systém SIR ze statistického hlediska, aniž bychom se soustředili na popis jeho technických parametrů.

Systém SIR je vybaven procedurou pro výběr nejvíce relevantních proměnných (tj. relevantní informace) z naměřených dat. Ty jsou vybírány způsobem, který je optimální pro konstrukci klasifikačního pravidla. Systém jsme následně ověřili na reálných datech z kardiovaskulární genetické studie. Selektace proměnných nabízí srozumitelnou interpretaci. Celý článek tak slouží jako ilustrace toho, jaké úlohy se řeší v mnohorozměrné (bio)statistice a jaké jsou principy statistického uvažování při analýze vysoce dimenzionálních medicínských dat.

Poděkování

Práce vznikla s podporou grantu 17-012515 "Metaučení pro extrakci pravidel s numerickými konsekventy" Grantové agentury České republiky.

Literatura

- [1.] Kalina, J. (2014). *Classification methods for high-dimensional genetic data. Biocybernetics and Biomedical Engineering*, vol. 34, 10–18.
- [2.] Kalina, J. (2015). *Statistical challenges of big data analysis in medicine. International Journal on Biomedicine and Healthcare*, vol. 3, 24–27.
- [3.] Kalina, J., Duintjer Tebbens, J. (2014). *Metody pro redukci dimenze v mnohorozměrné statistice a jejich výpočet. Informační bulletin České statistické společnosti*, vol. 25, 13–29.
- [4.] Kalina, J., Hlinka, J. (2016). *On coupling robust estimation with regularization for high-dimensional data. Studies in Classification, Data Analysis and Knowledge Organization. Přijato.*
- [5.] Kalina, J., Hlinka, J. (2016). *Implicitly weighted robust classification applied to brain activity research. Biomedical Engineering Systems and Technologies, Communications in Computer and Information Science. Přijato.*
- [6.] Kalina, J., Seidl, L., Zvára, K., Grünfeldová, H., Slovák, D., Zvárová, J. (2013). *System for selecting relevant information for decision support. Studies in Health Technology and Informatics*, vol. 186, 83–87.
- [7.] Kalina, J., Zvárová, J. (2016). *Decision support for mental health: Towards the information-based psychiatry. In Psychology and Mental Health: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications, 1–14. IGI Global, Hershey.*
- [8.] Zvárová, J., Zvára, K. (2011). *e3 Health: Three main features of modern healthcare. In Moutzoglou, A., Kastania, A. (ed.), E-health systems quality and reliability: Models and Standards, 18–27. IGI Global, Hershey.*

Kontakty

RNDr. Jan Kalina, Ph.D.,

(1) Ústav informatiky AV ČR
Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8
(2) Ústav teorie informace a automatizace AV ČR
Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8
tel: 266 053 099
e-mail: kalina@cs.cas.cz
<http://www2.cs.cas.cz/~kalina>

Prof. RNDr. Jana Zvárová, DrSc.,

Ústav informatiky
AV ČR, Pod Vodárenskou věží 2
182 07 Praha 8
e-mail: zvarova@cs.cas.cz

NEUROEDA – INTERAKTIVNÍ WEBOVÁ APLIKACE PRO HODNOCENÍ NEUROLOGICKÝCH DAT

Ondřej Klempíř, Laura Shala, Radim Krupička

Anotace

Využití metod průzkumové analýzy dat (exploratory data analysis, EDA) je při hodnocení klinických dat v medicíně klíčovou fází. Vizualizační principy, modely poukazující na trendy vývoje či např. znázornění potenciálních závislostí, pomáhají k lepší interpretaci měření a v diagnostickém rozhodování. Počet dostupných moderních EDA balíčků pro vývojáře v posledních letech roste v souvislosti s rozvojem oboru Data Science.

NeuroEDA je interaktivní webová aplikace pro hodnocení biomedicínských dat. Aplikace byla naprogramována ve statistickém jazyce R, v rámci reaktivního paradigmatu frameworku Shiny. Je dále rozvíjena a využívána Katedrou biomedicínské informatiky FBMI ČVUT ve spolupráci s Neurologickou klinikou 1. LF UK a VFN v Praze, především pro hodnocení pacientů s dystoniemi a Parkinsonovou nemocí. Zpracování uživatelských dat v tabulkové formě (.csv, excel) probíhá v serverové části.

Kromě základních popisných statistik, průzkumových grafů a shlukové analýzy, které jsou vhodné i pro hodnocení velkých dat, nabízí aplikace metody pro robustní a neparametrickou analýzu. Ty jsou v neurologii obzvláště vhodné. Typicky z důvodu malých počtů a vlivných pozorování. Dále kvůli častému nesplnění dalších statistických předpokladů.

Mezi její výhody patří snadná rozšiřitelnost o nové R balíky a rychlá odezva ve webových prohlížečích. Uživatelské interaktivní prostředí umožňuje práci s funkcemi jazyka R bez znalosti skriptování.

Klíčová slova

průzkumová analýza dat, analýza biomedicínských dat, neuroinformatika, jazyk R, Shiny

1 Úvod

Průzkumová analýza dat (EDA, exploratory data analysis) je jako pojem systematicky studována od doby statistika Johna W. Tukeyho. V jeho knize (1977) byla EDA definována jako soubor statistických metod a postupů pro hledání zajímavých hypotéz a vztahů v datech [1]. Jednalo se tehdy především o grafické techniky reprezentace dat: krabicové grafy, histogramy, bodové grafy, případně ručně vypočtenou analýzu hlavních komponent aj. Mnoho základních popisných i pokročilých počítačových technik patřících pod EDA bylo v průběhu času adaptováno do data miningu a analytiky velkých dat. Důkladná analýza stavu vyplněnosti a rozptýlů hodnot, korelačních vztahů a např. diskriminativnosti skupin v datech hraje naprosto klíčovou roli pro předzpracování a následnou tvorbu popisných a predikčních modelů. V medicíně je význam EDA ještě vyšší, typicky z důvodu malých počtů či vlivných pozorování.

Výzkum a aplikace metod EDA se neustále rozvíjí a tento rozvoj se odráží i v prudkém nárůstu důležitosti oblastí spojených s počítačovou analýzou dat a datovou vědou

obecně (Obr. 1). Počet vědeckých článků napříč všemi oblastmi vědy v citační službě Web of Science každým rokem roste. Z grafu je patrné, že s tímto růstem souvisí i zvyšování počtů článků přímo spojených s tematikou analýzy dat za posledních 10 let. Jako medicínské příklady rozvoje EDA v poslední době lze uvést aplikaci pro elektronické medicínské záznamy [2], text mining v porodnictví [3], nebo jako metodiku v neurovědách [4].

I přes matematickou povahu a doporučované postupy je moderní EDA jistou formou umění a kreativity autora/analytika [5]. Kreativitu autorů a jejich přínos v podobě různých balíčků, nástrojů a knihoven lze zakomponovat do prací programátorů biomedicínského softwaru. Vytvoření přehledného, snadno interpretovatelného grafu/dashboardu je v mnoha případech užitečnější než induktivní analýza založená na uvádění p-hodnot. Současné statistické studie poukazují na nadbytečné či zautomatizované problémové používání statistické významnosti dle p-hodnot v oblasti medicíny a psychologie [6, 7, 8, 9]. Důkladná vizuální analýza (visual mining) se tudíž zdá být dobrou alternativou k induktivní statistice [10].

Příspěvek představuje interaktivní webovou aplikaci NeuroEDA, která moderní balíčky pro EDA a tvorbu modelů implementuje a využívá je pro hodnocení neurologických dat. Katedra biomedicínské informatiky FBMI ČVUT při analýze heterogenních neurologických dat dlouhodobě spolupracuje s Neurologickou klinikou 1. LF UK a VFN v Praze (např. data z měření blízkou infračervenou spektroskopii (NIRS), transkraniální magnetickou stimulací (TMS), kamerovými systémy či mikroelektrodových záznamů (MER)).

2 Aplikace NeuroEDA

Aplikace vznikla z důvodu potřeby integrujícího prostředí, s novými statistickými metodami, pro hodnocení biomedicínských dat KBI FBMI ČVUT. Byla naprogramována v open source programovacím jazyce R, který je významným zástupcem na poli statistických výpočtů. Jádro tvoří framework Shiny, který je založen na paradigmatu reaktivního programování [11, 12]. Reaktivní programování bylo především navrženo jako způsob, jak zjednodušit tvorbu interaktivních uživatelských rozhraní. Aplikace Shiny se skládá ze dvou základních částí, uživatelské (ui.R) v podobě webové stránky, a serverové (server.R). V Shiny je reaktivita zprostředkována reaktivními vstupy a výstupy. Typickým vstupem je uživatelský požadavek ve webovém rozhraní. Například výběr z několika možností formuláře, vyplnění hodnoty textového pole nebo kliknutí na tlačítko. Tyto akce nastaví hodnoty, na které aplikace okamžitě reaguje v podobě výstupu (zobrazení grafu, operace s tabulkou aj.). Lze ji spustit na lokálním serveru a pracovat ve webovém prohlížeči. Uživatel aplikaci ovládá pomocí uživatelského rozhraní a tím dává požadavky serverové části, která provádí výpočty a aktualizuje zobrazení výsledků.

2.1 Načítání dat a základní operace s datasetem

Aplikace umožňuje importovat data uživatele ve formátu .csv. Výběr souboru probíhá ze souborového systému. Lze volit mezi typem oddělovače (středník/čárka/tabulátor) a zobrazením hlavičky. Po nahrání datasetu se reaktivně zobrazí základní informace o souboru. Uživatel se může přepnout do zobrazení shrnujících statistik o jednotlivých atributech, případně se zaměřit na data jako tabulku s možnostmi stránkování, řazení, filtrování dat a vyhledávání (Obr. 2).

2.2 Průzkumové metody

Pro průzkumovou analýzu datasetů bylo implementováno několik metod:

- oddíl grafů prostřednictvím balíku „ggplot2“: krabicový graf (boxplot), histogram, bodový graf (scatter plot),
- interaktivní korelační analýza + odhad jádrové hustoty rozdělení prostřednictvím balíku „ggally“,
- k-means algoritmus pro hledání přirozených kompaktních shluků v datech,
- jednoduchá regresní analýza s vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou dle metody nejmenších čtverců,
- lokálně váhovaná vyhlazovací regrese (LOESS) prostřednictvím balíku „ggplot2“ – dokáže zachytit nelineární trend, vhodné pro detekci rychlých poklesů či jiných intervencí,
- robustní regrese prostřednictvím balíku „robust“ – menší citlivost na odlehlá pozorování, lineární modely s menším počtem pozorování reprezentuje lépe než odhad metodou nejmenších čtverců.

3 Klinické využití

Aplikace byla testována na několika veřejně dostupných datasetech různých rozměrů (např. iris, mtcars z balíku „datasets“). Dále byla použita pro průzkumovou analýzu klinického neurologického datasetu z měření kamerovým systémem. Jedná se o záznamy parametrů periodického pohybu ruky, neboli finger tappingu (FT). Jde o opakované spojení palce a ukazováku s následným maximálním oddálením, nejrychleji jak subjekt dokáže. Měřeno bylo ve skupině zdravých (N = 59) a nemocných s Parkinsonovou nemocí (N = 55). Přehled vybraných zaznamenaných parametrů je uveden v tabulce (viz Tab.1).

název parametru	význam
GROUP	příslušnost do skupiny: = 1 (nemocný)
SEX	pohlaví: = 1 (žena)
VT	hodnota expertního posouzení
FRQ	průměrná frekvence kmitání prstů [Hz]
FRQSTD	směrodatná odchylka FRQ
AMPDEC	pokles amplitudy oddálení prstů
AMPMEAN	průměrná amplituda oddálení prstů
AMPSTD	směrodatná odchylka amplitudy
VELO	rychlost otvírání prstů

Tabulka 1 – Název a popis vybraných parametrů z měření finger tappingu

Možnosti práce s neurologickým datasetem v aplikaci NeuroEDA jsou znázorněny procesní mapou. Z obrázku je např. dobře patrné, že na základě parametrů FRQ a VELO lze poměrně spolehlivě automaticky odlišit zdravé a nemocné algoritmem k-means (viz Obr. 3).

Praktický význam má příklad vizuálně nalezené hypotézy regresními metodami. Bylo zjištěno, že existuje rozdíl ve skupině zdravých vs. nemocných při uvážení následujícího regresního modelu (Obr. 4):

vysvětlovaná proměnná (y): VT

vysvětlující proměnná (x): FRQ

Parametr frekvence tappingu (FRQ) má ve skupině nemocných podstatně větší vliv na to, jak rater (expert – hodnotitel) ohodnotí stav pacienta. Jinými slovy, u nemocných se rater mnohem více zaměřuje na pousouzení frekvence finger tappingu než ve skupině zdravých (u zdravých hodnotí pravděpodobně podle jiného parametru než FRQ). Z lineární a robustní regrese je zřejmé, že u nemocných má odhad směrnice modelové přímky zápornou hodnotu (tzn. existuje nějaký negativní vztah). Rater tudíž ohodnotí větší číslem, pokud je FRQ menší. Ve skupině zdravých je však směrnice přímky prakticky nulová.

4 Další vývoj

Aplikace je stále ve fázi alfa verze a v současné době se pracuje na implementaci dalších funkcí a jejich testování. Kromě načítání dat ze souborového systému, uvažujeme o přímém napojení do databáze uchovávající data o různorodých neurofyziologických vyšetřeních, která je rovněž na KBI FBMI ČVUT vyvíjena. K modulu analýzy tabulkových dat připravujeme modul pro analýzu časových řad. Mezi hlavní funkce bude patřit výpočet frekvenčního spektra na pohyblivém okně, stanovení informačních příznaků a dalších funkcí dle potřeb nově naměřených signálů a lékaři specifikovaných hypotéz. Aplikace bude nasazena na dostupný webový server, ke kterému se bude možné připojit pomocí webového prohlížeče. Díky tomu lze pracovat s aplikací nejen v laboratorním počítači, ale i na tabletech či mobilních zařízeních bez nutnosti instalace na lokální stanici a v případě povolených bezpečnostních politik pracovat i vzdáleně mimo laboratoř.

5 Závěr

V práci jsme představili možnost tvorby biomedicínského softwaru pro klinické využití. Byla vytvořena webová aplikace, která implementuje celou řadu metod pro explorační analýzu dat. Velkou výhodou je rozšiřitelnost dle dostupných balíčků pro skriptovací jazyk R. Aplikace disponuje rychlou odezvou i v případě většího datového souboru. Testována byla také funkčnost v aktuálních verzích webových prohlížečů (Google Chrome, Safari, Mozilla Firefox, Internet Explorer). Hlavní předností aplikace je robustní regrese, která standardně nebývá zahrnuta v dostupných komerčních statistických programech a v medicíně je velice potřebná. Uživatelské interaktivní prostředí umožňuje práci s funkcemi jazyka R bez znalosti skriptování, nabízí se tudíž využití netechnickými zaměstnanci klinik. Aplikace je v současné době aktivně využívána pro hodnocení heterogenních neurologických dat.

Poděkování

Tato práce byla podpořena grantem AZV č. 16-28119A: Analýza pohybových poruch pro studium mechanismů postižení u extrapyramidových onemocnění pomocí „motion capture“ kamerových systémů. 28119A

Literatura

- [1.] TUKEY, John Wilder. *Exploratory data analysis*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., c1977. ISBN 0201076160.
- [2.] HUANG, Chih-Wei, Richard LU, Usman IQBAL, et al. A richly interactive exploratory data analysis and visualization tool using electronic medical records. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2015, 15(1). DOI: 10.1186/s12911-015-0218-7. ISSN 1472-6947.
- [3.] TAGAWA, Miki, Yoshio MATSUDA, Tomoko MANAKA, Makiko KOBAYASHI, Michitaka OHWADA a Shigeki MATSUBARA. Exploratory analysis of textual data from the Mother and Child Handbook using a text mining method (II): Monthly changes in the words recorded by mothers. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*. 2017, 43(1), 100–105. DOI: 10.1111/jog.13178. ISSN 13418076.
- [4.] MORI, Etsuro, Manabu IKEDA, Kenya NAKAI, Hideaki MIYAGISHI, Masaki NAKAGAWA a Kenji KOSAKA. Increased plasma donepezil concentration improves cognitive function in patients with dementia with Lewy bodies: An exploratory pharmacokinetic/pharmacodynamic analysis in a phase 3 randomized controlled trial. *Journal of the Neurological Sciences*. 2016, 366, 184–190. DOI: 10.1016/j.jns.2016.05.001. ISSN 0022510x.
- [5.] PENG, Roger. *The Art of Data Science*. lulu.com, 2016. ISBN 978-1-365-06146-2.
- [6.] Any Forward Progress on p-Values? [online]. 2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <https://www.r-bloggers.com/any-forward-progress-on-p-values/>
- [7.] VIDGEN, Bertie a Taha YASSERI. P-Values: Misunderstood and Misused. *Frontiers in Physics*. 2016, 4. DOI: 10.3389/fphy.2016.00006. ISSN 2296-424x.
- [8.] The problem with p-values. AEON [online]. 2016 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <https://aeon.co/essays/it-s-time-for-science-to-abandon-the-term-statistically-significant>
- [9.] Experts issue warning on problems with P values. *Sciencenews.org* [online]. 2016 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <https://www.sciencenews.org/blog/context/experts-issue-warning-problems-p-values>
- [10.] WU, Chunshan, Yongqiang WENG, Qiaowei JIANG, Wenming GUO a Cong WANG. Applied research on visual mining technology in medical data. In: 2016 4th International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS). IEEE, 2016, s. 229–233. DOI: 10.1109/CCIS.2016.7790259. ISBN 978-1-5090-1256-5.
- [11.] Garrett Grolemond, *The Shiny Cheat sheet*, 2014, <http://shiny.rstudio.com/articles/cheatsheet.html>
- [12.] Shiny – Reactivity paradigm. *Shiny – R Studio* [online]. 2016 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <http://shiny.rstudio.com/articles/reactivity-overview.html>

Kontakt

Ondřej Klempíř

Laura Shala

Radim Krupička

Katedra biomedicínské informatiky

Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT nám. Sítňá 3105

27201 Kladno

e-mail: ondrej.klempir,laura.shala,radim.krupicka@fbmi.cvut.cz

BILANČNÍ POJETÍ ACIDOBAZICKÉ ROVNOVÁHY

Jiří Kofránek

Abstrakt

Bilanční pojetí acidobazické rovnováhy nahlíží na regulaci acidobazické rovnováhy jako na regulaci toků CO_2 a $\text{H}^+/\text{HCO}_3^-$ propojených přes bikarbonátový pufr. Propojení těchto toků přes bikarbonátový pufr umožňuje respiračnímu systému korigovat metabolické poruchy acidobazické rovnováhy a ledvinám korigovat respirační poruchy. Poruchy těchto bilancí vedou k respiračním a metabolickým poruchám acidobazické rovnováhy. Všudypřítomný bikarbonátový pufr v tělních tekutinách zachycuje vodíkové ionty ze silných kyselin a vytváří v extracelulární tekutině koncentrační gradient bikarbonátů. Toky protonů jsou ekvivalentní tokům bikarbonátů. Metabolickou bilanci acidobazické rovnováhy proto můžeme vyjádřit prostřednictvím toků bikarbonátů. Při pozitivní bilanci bikarbonátových toků (metabolických alkalózách) se bikarbonáty akumulují v pufracích systémech (s příslušným posunem pH, změnou hodnot BB a SID), při negativní bilanci (metabolických acidózách) jsou pufracní systémy zdrojem bikarbonátů (s posunem rovnováhy v pufracích systémech a následnými změnami pH, BB a SID). Protože jakékoliv přesuny přes membrány jsou vždy v bilanci elektroneutrální, jsou toky $\text{HCO}_3^-/\text{H}^+$ vždy provázeny komplementárními toky ostatních iontů, což dává možnost diagnostikovat příčiny deplece či retence bikarbonátů ve vnitřním prostředí, a odhalit tak příčiny metabolických acidóz a alkalóz. Bilanční pojetí acidobazické rovnováhy tak propojuje klasické pojetí dánské školy se Stewartovým pohledem na acidobazickou regulaci, přičemž umožňuje kauzálně (nikoli jen fenomenologicky) vysvětlit patogenezi jednotlivých acidobazických poruch.

Klíčová slova

acidobazická rovnováha, klinické hodnocení, klasický přístup, Stewartův přístup, bilanční přístup

1 Úvod

Acidobazickou rovnováhu organismus řídí ovlivňováním dvou bilancí – bilance toku oxidu uhličitého (řízením respirace) a bilancí mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin (regulací acidifikace moči). Oba toky jsou propojeny přes pufracní systémy, tlumícími výchyly pH tělních tekutin. Svoji tlumivou úlohu hrají i buňky, které mohou vyměňovat sodíkové a draselné ionty za vodíkové ionty, pufrované uvnitř buněk nitrobuněčnými nárazníky. Při dlouhodobých acidémiích dochází i k vymývání NaHCO_3 , KHCO_3 a později i CaCO_3 a CaHPO_4 z minerální hmoty kostí.

Z klinického hlediska je důležitým indikátorem stavu acidobazické rovnováhy pufracní systém v arteriální krvi. Retence či deplece CO_2 při změnách bilance oxidu uhličitého nebo retence či deplece $\text{H}^+/\text{HCO}_3^-$ při změnách bilance mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin se projevívá v posunu chemické rovnováhy v pufracním systému tvořeném bikarbonátovým a nebikarbonátovým pufrům.

Porozumění dynamických souvislostí patofyziologie a klinické fyziologie acidobazické rovnováhy napomáhají simulační modely. Jedním z nich je výukový model acidobazické rovnováhy plazmy (Obr. 1), který je součástí námi vytvářeného interaktivního Atlasu fyziologie a patofyziologie (viz <http://www.physiome.cz/atlas>) (45).

Poruchy acidobazické homeostázy vnitřního prostředí jsou často provázány i dalšími poruchami homeostázy (iontové, objemové, osmotické, cirkulační aj.). Proto pro modelování reálných klinickofyziologických situací nestačí jen modelovat acidobazickou homeostázu, model musí zahrnovat i další fyziologické subsystémy.

Hlavním přínosem těchto komplexních modelů je pochopení toho, jak organismus jako hierarchický, složitě regulovaný systém pracuje jako celek, jakým způsobem se projeví jednotlivé poruchy, které jsou podkladem projevu nejrůznějších onemocnění, a jakým způsobem se uplatní příslušná terapie. Jedním z nejrozsáhlejších modelů fyziologie člověka je model HumMod, obsahující více než 5 000 proměnných, který je výsledkem více než čtyřicetiletého úsilí pracoviště v Mississippi University (1, 30), s nímž dlouhodobě spolupracujeme (www.hummod.org). Struktura modelu (rovnice a proměnné) je popsána ve stovkách souborů ve speciálním jazyce XML. My jsme tento model implementovali v novém modelovacím jazyce Modelica, což vedlo k mnohem větší přehlednosti modelu (42, 43, 50). To nám umožnilo v modelu odhalit drobné

chyby, modifikovat ho a rozšířit zejména v oblasti subsystému přenosu krevních plynů a acidobazické rovnováhy (viz www.physiomodel.org). Využili jsme přitom naše bilanční pojetí regulace acidobazické homeostázy (40, 44, 52);, propojující klasický přístup tzv. „dánské školy“ (62, 64, 66–71) a moderní postup hodnocení acidobazické regulace dle Stewarta (21, 74, 76) později rozpracovaný Fenclem a spoluautory (15–17, 19–23).

2 Klasický přístup „dánské školy“ k hodnocení poruch acidobazické rovnováhy

V letech 1952–53 postihla Dánsko těžká epidemie poliomyelitidy, která vedla k nutnosti umělé plicní ventilace u řady pacientů, zejména a dětí. V té době se pro umělou plicní ventilaci využívaly poměrně těžko ovladatelné „železné plíce“ (82). Nutnost řídit ventilaci vyžadovalo stanovovat $p\text{CO}_2$ v arteriální krvi. V té době existovaly poměrně přesné elektrody na měření pH, avšak elektrody, které přímo měřily $p\text{CO}_2$ v plazmě vyšetřovaného vzorku krve ještě neexistovaly. Pro stanovení $p\text{CO}_2$ byla k dispozici poměrně pracná metoda, kterou zavedl van Slyke (29, 80, 81), spočívající ve vytěsnění CO_2 z vyšetřovaného vzorku krve do vakua a následného stanovení celkového množství CO_2 v krvi (tzv. „alkalické rezervy“ – zahrnující rozpuštěné CO_2 , CO_2 vázané na hemoglobin a CO_2 ve formě bikarbonátu). Tato metoda se dala využít pro výzkumné účely, avšak pro rutinní klinickou praxi byla stěží využitelná.

Pod tlakem nutnosti řídit umělou plicní ventilaci mnoha nemocných dánský lékař Paul Astrup vypracoval klinicky rutinně využitelnou metodu měření parciálního tlaku oxidu uhličitého. Její princip spočívá v ekvilibraci krve s různými parciálními tlaky CO_2 které vedou ke změnám pH. Pokud titrační křivku změn $p\text{CO}_2$ a pH vyjádříme v semilogaritmických souřadnicích, pak v rozmezí se životem slučitelných hodnot pH se tyto titrační křivky prakticky blíží přímkám. Metoda stanovení $p\text{CO}_2$ podle Astrupa (4) spočívala v tom, že ve vyšetřovaném vzorku krve se nejdříve změnilo pH, potom se tento vzorek krve automaticky ekvilibroval se směsí O_2/CO_2 , v níž se mohla přesně nastavit hodnota $p\text{CO}_2$. Vzorek krve se nejprve ekvilibroval s plynou směsí s vysokým $p\text{CO}_2$, po ekvilibraci se změnilo pH, a pak se krev ekvilibrovala se směsí s nízkým parciálním tlakem oxidu uhličitého a rovněž se změnilo pH (Obr. 2). Obdržené body se propojili na semilogaritmickém grafu přímkou a na ní se podle původně změněného pH odečetla odpovídající hodnota $p\text{CO}_2$.

Vynález $p\text{CO}_2$ elektrody záhy umožnil hodnotu $p\text{CO}_2$ měřit přímo, nicméně v klinické hantýrce se dodnes užívá pro vyšetření acidobazické rovnováhy termín „změřit Astrupa“, i když se v současnosti ekvilibrační metoda již dávno nevyužívá.

Koncept Buffer Base, jako sumární koncentrace všech pufracích bází tedy bikarbonátů i nebikarbonátových bází – $[\text{Buf}^-]$:

$$\text{BB} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{Buf}^-]$$

zavedený Singerem a Hastingsem (72) byl v šedesátých letech dále rozveden dánským lékařem, klinickým biochemikem Siggaard-Andersenem (62, 64, 69), který jako klinicky relevantní faktor zavedl pojem rozdíl hodnoty Buffer Base (BB) od její

normální hodnoty - Normal Buffer Base (NBB):

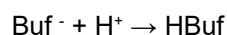
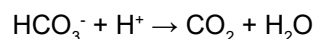
$$BE = BB - NBB$$

Pro vyhodnocování acidobazických poruch podle BE a pCO_2 je důležité, že **vzestup či pokles pCO_2 nemá vliv na celkovou koncentraci pufrčních bází (BB) ani na hodnotu BE**. Při vzestupu pCO_2 stoupne hladina kyseliny uhličitě, která disociuje na bikarbonát a vodíkové ionty, které jsou však prakticky úplně navázány na nebikarbonátové pufrční báze [Buf⁻], a proto přírůstku hladiny bikarbonátů odpovídá stejný pokles hladiny nebikarbonátových pufrů, celková koncentrace $[HCO_3^-] + [Buf^-]$ a tedy BB i BE se

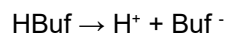
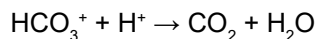
prakticky nemění. Hodnoty BB a BE v plazmě (stejně jako hodnota SID dle Stewartovy koncepce) jsou tedy (uvažujeme-li plazmu in vitro) nezávislé na hodnotě pCO_2 (Obr. 3).

V celé krvi je to poněkud složitější, protože při titraci oxidem uhličitým dochází k přesunům bikarbonátů mezi plazmou a erytrocytem (Obr. 4). V plazmě tak při změnách hladiny CO_2 dochází ke změnám plazmatických hodnot BB, BE a SID. Nicméně, uvažujeme-li hodnotu BB pro celou krev jako součet všech (bikarbonátových a nebikarbonátových) pufrčních bází v krvince a v plazmě, pak při změnách pCO_2 se hodnota BB pro celou krev nemění (obdobná úvaha platí i pro BE – viz Obr. 4). BE a BB jsou tedy v krvi nezávislé veličiny na hladině pCO_2 .

Za normálních okolností je hodnota BE (pro krve s jakoukoli koncentrací hemoglobinu) nulová. Mění se při pufrční reakci s přidanou silnou kyselinou nebo silnou bází. Přidáme-li k litru plazmy (nebo k litru krve) 1 milimol silné kyseliny, jsou prakticky všechny přidané vodíkové ionty vyvážány pufrčními bázemi (tj. bikarbonátem a nebikarbonátovými pufrčními bázemi), a jejich sumární koncentrace tedy hodnota BB (a stejně tak i hodnota BE) klesne o 1 mEq/l.:



Obdobně, vzestup BB (a BE) o definovanou hodnotu může vyvolat přidání bikarbonátů (pokles hladiny přidaných bikarbonátů, který je odpufrován na CO_2 a vodu je kompenzován ekvimolárním vzestupem hladiny nebikarbonátových bází):



Nezávislost hodnot BE (a BB) na pCO_2 a zvýšení (nebo snížení) hodnot BE a BB o hodnotu odpovídající definovanému množství přidávané silné kyseliny nebo bikarbonátů Siggaard-Andersen využil k vytvoření nomogramu pro stanovení hodnoty BE a BB při klinickém vyšetřování acidobazické rovnováhy (62, 69).

Vyšel z toho, že při různých koncentracích hemoglobinu je za normálních okolností hodnota BE nulová. Při titraci plazmy i krve s různým hematokritem budou ekvilibrační titrační křivky (a v semilogaritmických souřadnicích $\log \text{pCO}_2/\text{pH}$ titrační přímky) procházet za normálních okolností bodem $\text{pCO}_2 = 40 \text{ mm Hg}$ (5,3 kPa) a $\text{pH} = 7.4$ (budou se tedy v tomto bodě protínat).

Siggaard-Andersen ke vzorkům krve s různým hematokritem nejprve přidával

definované množství silné kyseliny nebo bikarbonátu – a tím způsobem měnil jejich BE. Potom tyto vzorky krve ekvilibroval s měnícím se pCO_2 (měněním poměru O_2 a CO_2 v plynné směsi, s níž vzorky krve ekvilibroval) a výsledky vynášel do souřadnic $\log \text{PCO}_2/\text{pH}$. Titrační křivky (v semilogaritmických souřadnicích prakticky přímky) vzorků krve s různým hematokritem ale stejnou hodnotou BE se protínaly vždy ve stejných bodech (Obr. 5). Tím v semilogaritmických souřadnicích experimentálně získal nomogram, který umožnil při vyšetřování acidobazické rovnováhy krve dle Astrupa z ekvilibrační přímky vyšetřované krve pacienta odečíst hodnotu BE. Obdobně vytvořil křivku BB kde se mu v definovaných bodech protínaly krve se stejnou hodnotou BB. Hodnoty BB počítal z hodnoty BE a hodnoty NBB lineárně závislé na koncentraci hemoglobinu:

$$BB = BE + NBB = 41,7 + 0,42 \text{ cHb}$$

kde cHb je koncentrace hemoglobinu v g/dl a hodnotu normální plazmatické koncentrace BB = 41,7 mmol/l převzal ze staré práce Singera a Hastingsse z roku 1948 (72).

Tím v semilogaritmických souřadnicích získal nomogram s křivkami BE a BB, které umožnily při vyšetřování krve ekvilibrační metodou podle Astrupa stanovit hodnoty BE

a BB ve vyšetřovaném vzorku krve.

Po zavedení přímo měřící pCO₂ elektrody Siggaard-Andersen přeměnil křivkový nomogram na spojnicový (64), který umožnil odečíst hodnotu BE z přímo měřených hodnot pH, pCO₂ a z koncentrace hemoglobinu (Obr. 6).

Nomogram byl experimentálně vytvořen při titraci krve směsí CO₂ a O₂, přičemž parciální tlak kyslíku byl dostatečně vysoký, že krev byla kyslíkem plně saturována. Protože ale deoxygenovaný hemoglobin má větší afinitu k protonům než oxygenovaný hemoglobin (a v oxygenované krvi se proto objevuje zdánlivě větší koncentrace nebikarbonátových nárazníkových bází), závisí celková koncentrace nárazníkových bází BB (a tedy i BE) také na saturaci hemoglobinu kyslíkem. Hodnoty BB a BE odečtené z nomogramu se proto musejí korigovat na saturaci hemoglobinu kyslíkem (SO₂):

$$BE = BE_{ox} + 0,2 \text{ cHb} (1 - SO_2)$$

kde BE_{ox} je hodnota BE odečtená z nomogramu (odpovídá vzorku krve plně saturovaného kyslíkem) a cHb je koncentrace hemoglobinu v g/100 ml (pokud je koncentrace hemoglobinu vyjadřována v mmol/l, pak je místo koeficientu 0,2 koeficient 0,3).

Vyšetřování acidobazické rovnováhy se stalo rutinním klinickým vyšetřením, vyžadujícím minimální množství krve, a moderní laboratorní automaty Siggaard-Andersonův nomogram mají v sobě zabudován v digitalizované podobě.

Nezávislost $p\text{CO}_2$ a hodnot BE (resp. BB) umožnila nahlížet na acidobazickou rovnováhu jako na proces bilancí dvou toků propojených přes bikarbonátový pufrací systém – toků oxidu uhličitého a toků $\text{H}^+/\text{HCO}_3^-$ (viz Obr. 7). Změna hladiny rozpuštěného CO_2 v plazmě (vyjádřená jako $p\text{CO}_2$) charakterizuje bilanci toku oxidu uhličitého a změna hodnoty BE vystihuje bilanci mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin. Hladina $p\text{CO}_2$ tedy charakterizuje respirační složku acidobazické rovnováhy a hodnota BE složku metabolickou. Byly definovány acidobazické poruchy – **respirační acidóza a alkalóza** jako poruchy bilance mezi tvorbou a vylučováním CO_2 vedoucí ke změnám $p\text{CO}_2$ a **metabolická acidóza a alkalóza** jako porucha bilance mezi toky vodíkových iontů a bikarbonátů projevující se změnou BB a BE (retence HCO_3^- hodnoty BE a BB zvyšuje, retence H^+ BE a BB snižuje a naopak (85).

Z kvantitativního hlediska hodnota BEox vyjadřuje množství mEq H^+ nebo HCO_3^- které je třeba přidat k litru krve, aby se při daném $p\text{CO}_2$ dosáhlo hodnoty $\text{pH}=7.4$. To ale platí pouze pro izolovanou krev (in vitro). Pro odhad změn BE na bilanci $\text{H}^+/\text{HCO}_3^-$ v organismu byl zaveden pojem standardizované hodnoty BE (SBE), který vyjadřuje hodnotu BE pro extracelulární tekutinu (tj. kvantitativně odpovídá na otázku, kolik mEq H^+ nebo HCO_3^- k litru extracelulární tekutiny (ECT) je potřeba přidat, aby se dosáhlo při dané hodnotě $p\text{CO}_2$ hodnoty $\text{pH}=7.4$). Chování SBE zhruba odpovídá chování krve s hodnotou hemoglobinu 5 g/dl (65).

Ukázalo se také, že nezávislost $p\text{CO}_2$ a hodnot BE (BB) platí jen pro izolovanou krev. V organismu, kde je krev ekvilibrována s intersticiální tekutinou je vzestup $p\text{CO}_2$ doprovázen mírným poklesem BE (12). Intersticiální tekutina má méně nebikarbonátových pufrů než krev, při vzestupu $p\text{CO}_2$ proto dojde v intersticiu k menšímu vzestupu bikarbonátů než v plazmě a díky koncentračnímu gradientu pak část bikarbonátů uniká z plazmy do intersticia s následným mírným poklesem BE v krvi (7).

Pro klinické využití hodnot pH , $p\text{CO}_2$ a BE v diagnostice acidobazické rovnováhy byly vytvořeny tzv. **komenzační diagramy** (Obr. 8–9) vyjadřující vliv adaptačních odpovědí respiračního systému a ledvin na poruchy acidobazické rovnováhy (7, 25, 28, 65, 66). U nás komenzační diagramy zavedl do rutinního vyšetřování v roce 1972 Engliš (13)).

2 Nedostatky dánské školy

Výsledky vyšetřování acidobazické rovnováhy, založené na využití Siggaard-Andersonova nomogramu spolu s komenzačními diagramy byly velkou pomůckou pro posouzení rozsahu komenzačních odpovědí jednotlivých poruch acidobazické rovnováhy. Umožnily charakterizovat některé smíšené poruchy acidobazické rovnováhy, a byly i pomocníkem pro odhad dávkování infuzní terapie. Komenzační diagramy vcelku dobře odrážejí situaci, pokud se jedná o jednoduchou poruchu. Umožňují odhalit smíšené poruchy tam, kde nejsou obě poruchy protichůdné (např. respirační acidóza kombinovaná s metabolickou acidózou). Pokud se ale jedná o smíšenou poruchu působící ve dvou směrech – např. metabolická acidóza + metabolická alkalóza,

pak se vliv na parametry acidobazické rovnováhy vzájemně vyrušuje a vyšetřované acidobazické parametry mohou být dokonce i téměř normální. Pro klinické hodnocení acidobazických poruch proto samotné výsledky vyšetřování nestačí. Komenzační diagram sám o sobě vypovídá pouze o stavu pufracích systémů a rozsahu adaptačních odpovědí, pro objasnění příčin acidobazických poruch je nutno spojit hodnocení změn acidobazických parametrů s ionty.

Tak například metabolická acidóza, může být způsobena akumulací silných kyselin (např. laktátová acidóza, ketoacidóza, renální acidóza) nebo také ztrátou bikarbonátů při průjmech, kdy bikarbonáty se ztrácí ve stolici a místo nich se v extracelulární tekutině akumulují chloridy. Ve všech těchto případech vyšetření acidobazické rovnováhy vykáže snížení BE a pokles hladiny bikarbonátů a neodhalí příčinu acidobazické poruchy. Proto se v klasické teorii při posuzování příčin metabolické acidózy užívá také rozdíl mezi koncentrací hlavních kationtů a aniontů extracelulární tekutiny: sodíku, chloridů a bikarbonátů, tzv. aniontové okno – **anion gap (AG)**:

$$\text{AG} = [\text{Na}^+] - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$$

Někdy se používá i druhá varianta, počítající s koncentrací draslíku (viz Obr. 11):

$$\text{AG} = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$$

V případě acidózy při průjmech, kdy jsou ionty bikarbonátů směňovány za ionty chloridů se hodnota AG nemění, na rozdíl od acidóz, způsobených akumulací akumulací silných kyselin, kdy se hodnota AG zvyšuje.

Siggaard-Andersenův nomogram (vyjádřený ve formě aproximačních rovnic) se stal základem vyhodnocovacích algoritmů v řadě laboratorních automatů pro měření acidobazické rovnováhy krve. Určitým problémem je to, že experimentální měření při konstrukci Siggaard-Andersenova nomogramu byla prováděna při teplotě 38°C (62, 69). Dnešní přístroje pro měření acidobazické rovnováhy krve (přímo měřící hodnoty $p\text{CO}_2$, pH a $p\text{O}_2$) poskytují obvykle údaje naměřené při teplotě vzorku krve 37°C . Sám Siggaard-Andersen (66) tvrdí, že rozdíl hodnot mezi 37°C a 38°C je vzhledem k citlivosti měření zanedbatelný. Přepočtení dat z 38°C na 37°C a vytvoření Siggaard-Andersonova nomogramu pro 37°C (40) ukazuje, že rozdíly jsou jen pro extrémní hodnoty BE.

Závažnějším problémem, než teplotní posuny, je však to, že titrace při tvorbě experimentálního nomogramu (62, 69) byla prováděna s krví, která měla **normální koncentraci plazmatických bílkovin** (72 g/l) a normální osmolaritou. V případech, kdy je koncentrace plazmatických bílkovin nižší (což u kriticky nemocných pacientů nebývá nijakou vzácností), budou body na nomogramu posunuty a veškeré klinické výpočty podle tohoto nomogramu budou tedy chybné.

Siggaard-Andersen později publikoval i určité korekce, uvažující různé koncentrace plazmatických bílkovin (67, 68, 70, 71), do rutinní klinické praxe však tyto korekce zřejmě pronikly nedostatečně.

Protože experimenty, na jejichž základě byl sestaven Siggaard-Andersonův

nomogram byly prováděny a krev s normální osmolaritou a normálním složením elektrolytů, hodnocení acidobazického stavu podle nomogramu **selhává** také i při **hemodiluci** nebo **hemokoncentraci**.

Tyto problémy vedly k tomu, že v oblasti studia acidobazických stavů se pozornost obrátila k metodám popisu fyziologické reality na základě matematického popisu fyzikálně chemických vztahů, které by nahradily experimentálně získané empirické závislosti Siggaard-Andersenova nomogramu.

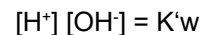
3 Stewartův – Fenclovův přístup

V klinice se často pro popis acidobazických poruch využívá přístup, který navrhl kanadský fyziolog Peter Stewart (75, 76) a který dále rozvinul Fencel, Jabor, Kazda, Figge a další (5, 6, 8, 10, 15–23, 34, 55, 79).

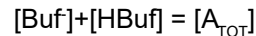
Na rozdíl od Siggaard-Andersena se Stewartův popis omezuje pouze na krevní plazmu, je však schopen přesně popsat hypo- a hyperalbuminémie, diluční acidózy i koncentrační alkalózy.

Stewartovy kalkulace vycházejí z kombinace fyzikálně chemických rovnic. Původní Stewartovy kalkulace vycházejí z následujících jednoduchých předpokladů:

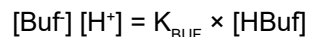
- 1. Musí platit iontová rovnice vody:



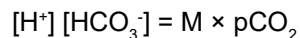
- 2. Stálost součtu koncentrací slabých (netěkavých) kyselin (Buf), a jejich disociovaných pufracích bází (Buf), tvořících nebikarbonátový pufr. V případě plazmy jsou nebikarbonátové pufrы tvořeny albuminem a fosfáty:



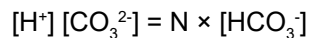
- 3. Disociační rovnováha soustavy nebikarbonátového pufru:



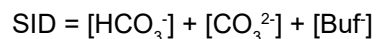
- 4. Disociační rovnováha soustavy bikarbonátového pufru:



- 5. Disociační rovnováha mezi bikarbonátem a karbonátem:



- 6. Elektroneutralita: Součet všech disociovaných kationtů a aniontů se musí rovnat. Pokud od všech koncentrací plně disociovaných kationtů odečteme všechny koncentrace plně disociovaných (chemicky nereagujících) aniontů dostaneme součet nábojů pufracích bází všech bikarbonátových a nebikarbonátových pufrů:



Tento rozdíl koncentrací Stewart nazval jako tzv. „**strong ion difference**“ - **SID** (v češtině se mu někdy říká „reziduální anionty“).

Kombinací výše uvedených rovnic dostaneme algebraickou rovnici čtvrtého stupně, z níž lze vypočítat koncentraci vodíkových iontů v závislosti na SID, celkové koncentraci slabých kyselin a jejich pufracích bází $[\text{A}_{\text{TOT}}]$ a $p\text{CO}_2$ (v rovnici je závislá proměnná označena podtržením, nezávislé proměnné jsou vyznačeny tučně a konstanty proložené):

$$[\text{H}^+]^4 + (\text{SID} + K_{\text{BUF}}) \times [\text{H}^+]^3 + (K_{\text{BUF}} \times (\text{SID} - [\text{Buf}_{\text{TOT}}]) - K'w - M \times p\text{CO}_2) \times [\text{H}^+]^2 - (K_{\text{BUF}} \times (K'w^2 + M \times p\text{CO}_2) - N \times M \times p\text{CO}_2) \times [\text{H}^+] - K'w \times N \times M \times p\text{CO}_2 = 0$$

Řešením této rovnice dostaneme koncentraci vodíkových iontů, která je závislá na třech na sobě nezávislých parametrech: (1) na respirační složce acidobazické rovnováhy – tj. $p\text{CO}_2$, (2) na hodnotě SID a (3) na celkové koncentraci nebikarbonátových bází a kyselin $[\text{A}_{\text{TOT}}]$:

$$\text{pH} = \text{funkce}(p\text{CO}_2, \text{SID}, [\text{A}_{\text{TOT}}])$$

Celková koncentrace nebikarbonátových bází a kyselin $[\text{A}_{\text{TOT}}]$ souvisí s celkovou koncentrací plazmatických hladiny bílkovin, resp. albuminu a celkové koncentraci fosfátů.

Kvantifikace vlivu albuminu a fosfátů bylo výsledkem řady studií, viz např. (15, 18, 21, 31, 56, 67, 68, 70, 71, 83, 88–91). Byly také publikovány rozsáhlé modely acidobazické a elektrolytové rovnováhy na úrovni celého organismu (86, 87). Nicméně pro klinické uvažování se v praxi je podle Stewartovy-Fenclovoy teorie podstatná závislost pH plazmy (a od ní odvozená koncentrace plazmatických bikarbonátů, viz Obr. 10) na vzájemně nezávislých hodnotách SID, $p\text{CO}_2$, a na celkových koncentracích albuminů $[\text{Alb}_{\text{TOT}}]$ a celkových koncentracích fosfátů $[\text{Pi}]$ v plazmě:

$$\text{pH} = \text{funkce}(p\text{CO}_2, \text{SID}, [\text{Alb}_{\text{TOT}}], [\text{Pi}])$$

Hodnota SID v podstatě představuje v mEq/l vyjádřenou hodnotu BB v plazmě (51, 52, 68, 70). Siggaard-Andersen pro její výpočet bere její normální hodnotu jako konstantu (41.7 mmol/l, nebo přesněji mEq/l) k níž musí přičíst hodnotu BE v plazmě:

$$\text{BB} = 41.7 + \text{BE}$$

Stewart pro její výpočet (bez znalosti BE) potřebuje znát koncentraci všech plně disociovaných kationtů a aniontů:

$$\text{SID} = [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] - [\text{Cl}^-] - [\text{UA}^-]$$

Koncentrace iontů sodíku, draslíku a chloridů v plazmě je běžným klinickým vyšetřením, stanovení hodnot koncentrací ionizovaného vápníku a draslíku (nenavázaných na albumin) není tak zcela běžným vyšetřením, pro klinické výpočty se zde někdy bere jako konstanta 3 mmol/l (14). Skutečným problémem je stanovení tzv. neměřených aniontů (unmeasurement anions) označených zde jako $[\text{UA}^-]$. Tato hodnota označuje souhrnnou koncentraci aniontů silných kyselin (např. SO_4^{2-}) a také i aniontů organických kyselin (laktát, ketolátek a dalších), které jsou při hodnotě plazmatického pH prakticky

plně disociovány (Obr. 11). Pokud stanovujeme SID bez znalosti neměřených aniontů, dostaneme vyšší hodnotu, jedná se o hodnotu tzv. zdánlivého SID (SID_{app}):

$$SID_{app} = [Na^+] + [K^+] + [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] - [Cl^-]$$

Fencl a spol. pro výpočet hodnoty SID navrhli obrácený postup (15, 16). Vyšli z toho, že součástí SID jsou bikarbonáty a karbonáty, jejichž koncentrace lze z pCO_2 a pH spočítat podle Henderson-Hasselbachovy rovnice (často se karbonáty a bikarbonáty slučují do jedné hodnoty označené jako tzv. zdánlivá koncentrace bikarbonátů (63). Zbytek hodnoty SID tvoří anionty nebikarbonátových pufrů (označovaných zde jako $[Buf^-]$), kam patří vazebná místa pro navázání protonů na anorganických fosfátech $[P_i^{Y-}]$ a na plazmatických bílkovinách – zejména na albuminu $[Alb^x]$, které pro běžné klinické potřeby lze vypočítat z celkové koncentrace anorganického fosfátu $[P_{TOT}]$ (v mmol/l) a z celkové koncentrace albuminů $[Alb_{TOT}]$ v (g/l) podle empirické rovnice (takto vypočtená hodnota SID bývá někdy nazývána jako efektivní SID - SID_{eff}):

$$SID_{eff} = [HCO_3^{2-}] + [Buf^-] = [HCO_3^{2-}] + [P_{TOT}^{Y-}] + [Alb^x] = 1.8 [P_{TOT}] + 0.28 [Alb_{TOT}]$$

V přesnějším vyjádření se bere v úvahu ještě pH [9]:

$$SID_{eff} = [HCO_3^{2-}] + [Buf^-] = [HCO_3^{2-}] + (0.309 \text{ pH} - 0.469) [P_{TOT}] + (0.148 \text{ pH} - 0.818) [Alb_{TOT}]$$

Pokud známe hodnotu SID, pak můžeme vypočítat i hodnotu koncentrace neměřených aniontů $[UA^-]$ (viz Obr. 11). Klasický přístup pro odhad akumulace aniontů silných kyselin $[UA^-]$ využívá hodnotu aniontového okna (anion gap - AG), tato hodnota se ale mění při změnách hladiny albuminů. Stewartův přístup umožňuje tuto hodnotu vypočítat přímo jako tzv. Strong Ion Gap (SIG):

$$[UA^-] = SIG = SID_{app} - SID_{eff} = [Na^+] + [K^+] + [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] - [Cl^-] - SID_{eff}$$

Někteří autoři (37, 38) při výpočtu SID_{app} od silných kationtů ještě odpočítávají koncentraci laktátu, pak hodnota SIG odpovídá hodnotě neměřených aniontů silných kyselin bez laktátu.

Hodnoty pCO_2 , SID, koncentrace sodíku, chloridů, neměřených aniontů, celková koncentrace fosfátů a albuminu ($[Na^+]$, $[Cl^-]$, $[Alb_{TOT}]$, $[P_{TOT}]$ a $[UA^-]$) pak slouží podkladem pro nové rozdělení primárních poruch acidobazické rovnováhy (viz tab. 1). Respirační poruchy jsou chápány stejně jako v původním pojetí „dánské školy“. Rozdíl je v definici metabolických poruch acidobazické rovnováhy, kde metabolická acidóza a alkalóza se dělí podle změny hodnot SID a koncentrací jednotlivých iontů (15, 16, 53).

Při změněných hodnotách SID jsou důležité koncentrace neměřených aniontů, chloridů a sodíku – pro zachování elektroneutality pokles SID může být provázen vzestupem koncentrace neměřených aniontů $[UA^-]$, nebo vzestupem koncentrace chloridů (hyperchloremická acidóza, např. jako důsledek průjmů), naopak, vzestup SID je spojen s poklesem chloridů, jedná se o hypochloremickou alkalózu (např. po zvracení).

Stewartův-Fenclův přístup dovoluje také odhalit poruchy acidobazické rovnováhy způsobené zředěním nebo zahuštěním vnitřního prostředí (diluční acidóza a kontrakční alkalóza). V obou případech se hodnota SID změní (u diluční alkalózy se sníží a u kontrakční acidózy zvýší). Důležitým vodítkem jsou poměry koncentrací $[Na^+]$ a $[Cl^-]$ – pokud vzestup nebo pokles sodíku bude odpovídat analogický vzestup nebo pokles chloridů, pak příčinou změn acidobazické poruchy je diluce nebo zakoncentrování vnitřního prostředí, pokud ne, pak příčinu acidobazické poruchy je nutno hledat jinde. K posouzení jsou dobrým pomocníkem diagramy vztahů mezi koncentracemi chloridů a sodíku (32, 35), které zřetelně dovolují rozlišit stavy způsobené zředěním nebo zahuštěním vnitřního prostředí od hypochloremické alkalózy a hyperchloremické acidózy a odhalit i kombinace těchto poruch (obr 12). Kombinované poruchy pomáhá odhalit přepočtení koncentrace chloridů $[Cl^-]$ a koncentrace neměřených aniontů $[UA^-]$ na aktuální obsah vody podle podílu měřené koncentrace $[Na^+]$ k normální hodnotě $[Na^+]_{norm}$. Takto korigované hodnoty $[Cl^-]_{kor}$ a $[UA^-]_{kor}$ pak nejsou ovlivněny zředěním nebo zkoncentrováním vnitřního prostředí (14):

$$[Cl^-]_{kor} = ([Cl^-] \cdot [Na^+]_{norm}) / [Na^+]$$

$$[UA^-]_{kor} = ([UA^-] \cdot [Na^+]_{norm}) / [Na^+]$$

Metabolická acidóza a alkalóza se rozvíjí i u stavů, kdy se hodnota SID nemění, ale mění se koncentrace albuminu nebo fosfátů (viz tab. 1). Metabolická alkalóza u akutní hypoalbuminémie byla právě jedním z podnětů, který vedl k rozpracování nového fyzikálně chemického přístupu k hodnocení acidobazické rovnováhy. Vliv hypoalbuminémie na pH plazmy (při nezměněné hodnotě SID) byl prokázán v řadě klinických studií (2, 9, 20, 22, 55, 57, 84) a také při experimentech s plazmou in vitro (60).

Acidobazické poruchy	Acidóza	Alkalóza
I. Respirační	$\uparrow p\text{CO}_2$	$\downarrow p\text{CO}_2$
II. Nerespirační (metabolická)		
1. Abnormální SID		
a) převodnění	$\downarrow \text{SID} (= \downarrow [\text{Na}^+])$	
b) ztráta vody		$\uparrow \text{SID} (= \uparrow [\text{Na}^+])$
c) hyperchlorémie	$\downarrow \text{SID} (= \uparrow [\text{Cl}^-])$	
d) hypochlorémie		$\uparrow \text{SID} (= \downarrow [\text{Cl}^-])$
c) vzestup $[\text{UA}^-]$	$\downarrow \text{SID} (= \uparrow [\text{UA}^-])$	
2. Změny $[\text{A}_{\text{tot}}]$		
a) hyperalbuminémie	$\uparrow [\text{Atot}] (= \uparrow [\text{Alb}])$	
b) hypoalbuminémie		$\downarrow [\text{Atot}] (= \downarrow [\text{Alb}])$
c) hyperfosfatémie	$\uparrow [\text{Atot}] (= \uparrow [\text{Pi}])$	
d) hypofosfatémie		$\downarrow [\text{Atot}] (= \downarrow [\text{Pi}])$

Tabulka 1 – Klasifikace poruch acidobazické rovnováhy dle Stewart-Fenclova přístupu (14). $[\text{Na}^+]$, $[\text{Cl}^-]$, $[\text{Alb}]$, $[\text{Pi}]$ - změřené sérové koncentrace sodíku, chloridů, albuminu a fosfátů, $[\text{UA}^-]$ - sérová koncentrace aniontů, které běžně nestanovujeme (tj. laktátu, ketokyselin, dalších organických kyselin, sulfátů či exogenních aniontů), $[\text{A}_{\text{tot}}]$ - sérová koncentrace nebikarbonátových pufrů (tj. albuminu a fosfátů).

4 Nevýhody Stewartova-Fenclova přístupu

Stewartův přístup, díky tomu, že umožňuje přesněji popsat některé patofyziologické stavy (vliv hypo- a hyperalbuminémie na acidobazickou rovnováhu, diluční acidózu a koncentrační alkalózu) na první pohled dává klinikům lepšího vhledu do příčin acidobazické poruchy pacienta. K určení „nezávislých proměnných“ z nichž se vypočítávají další acidobazické parametry, je totiž třeba explicitně změřit koncentrace fosfátů, Na^+ , Cl^- , HCO_3^- a jiných iontů, se kterými klinik pracuje ve své diagnostické rozvaze.

Naproti tomu, k nevýhodám Stewartovy teorie patří to, že pracuje pouze s krevní plazmou.

Rozdělení **metabolických acidobazických poruch** podle tabulky 1 je **fenomenologické**, podle plazmatických hodnot SID, hladin chloridů, sodíku, fosfátů a albuminu, mezi nimiž se příčinné souvislosti bez dalších vysvětlení hledají obtížně. Ve snaze najít logické příčinné souvislosti někteří následovníci Stewarta, fascinováni tím, že acidobazické parametry - pH (a příslušné koncentrace bikarbonátů, karbonátů, nebikarbonátových kyselin) lze vypočítat z nezávislých proměnných ($p\text{CO}_2$, SID, $[\text{Alb}_{\text{TOT}}]$, $[\text{P}_{\text{TOT}}]$) nezřídka docházejí v jejich interpretaci k věcně nesprávným názorům.

Nezávislost výchozích proměnných pro výpočet pH, především SID je totiž při výpočtu míněna **nikoli v kauzálním**, ale ve **striktně matematickém slova smyslu**. Z možnosti výpočtu pH ze tří na sobě nezávislejších proměnných neznámá, že organismus řídí pH regulací hodnot těchto proměnných. Ovšem v klinicko-fyziologické praxi se na to zapomíná, což často vede k **nesprávnému výkladu kauzálního řetězce příčin acidobazických poruch**. Kauzalita matematického výpočtu (kdy se ze závislých proměnných počítají nezávislé proměnné) se zaměňuje s kauzalitou patofyziologických vztahů. Z věcně správných matematických vztahů se pak vyvozují nesprávné kauzální příčiny.

Někteří autoři např. vyvozují, že jednou z prvotních kauzálních příčin acidobazických poruch jsou změny v hodnotách SID. Tak např. Sirker a spol. (73) tvrdí, že „pohyb vodíkových iontů přes membrány (skrze vodíkové kanálky) nemá vliv na jejich aktuální koncentraci. Přímé odstranění H^+ z jednoho kompartmentu nezmění hodnotu žádné nezávislé proměnné a tudíž i hodnotu koncentrace $[H^+]$... rovnovážná disociace vody vyrovnává jakékoli fluktuace v koncentraci $[H^+]$ a slouží nevyčerpatelným zdrojem nebo výlevkou pro ionty H^+ “.

Představa, že SID (jako matematický konstrukt, nikoli fyzikálně-chemická vlastnost) určitým mechanistickým způsobem ovlivňuje koncentraci $[H^+]$ aby udržel elektroneutralitu, postrádá racionální vysvětlení – jakékoliv pufrční reakce přece jsou pouze posuny chemických rovnováh a sami o sobě (bez membránových přesunů) elektroneutralitu nemohou nijak ovlivnit.

Dle Stewartovy koncepce **regulaci acidobazické rovnováhy zajišťují ledviny řízením hodnoty SID** a játra (Obr. 13) řízením hodnoty celkové koncentrace nebikarbonátových pufrů $[A_{tot}]$, tedy zejména albuminu. Z hlediska struktury regulačního systému by regulace acidobazické rovnováhy prostřednictvím řízení koncentrace silných iontů

a hladiny albuminu byla neefektivní a velmi citlivá na přesnost - malé regulační odchylky by se hned projevíly acidobazickou poruchou. Tak se regulační systémy živých organismů nechovají. To by bylo v rozporu s běžně pozorovanou stabilitou biologických regulací, získanou díky dlouhé evoluční selekci.

5 Jsou oba přístupy k hodnocení acidobazické rovnováhy odlišné?

Ze vzrušených debat, které vedou příznivci klasického přístupu dánské školy a Stewartova přístupu ve světovém odborném tisku, např. (3, 5, 6, 10, 11, 24, 26, 34, 36, 37, 39, 46, 48, 49, 61, 78) by se na první pohled mohlo zdát, že obě teorie jsou naprosto odlišné.

Ve skutečnosti se obě teorie **doplňují**.

Pokud jsou dodrženy obdobné podmínky jejich platnosti (tj. uvažujeme pouze plazmu s normální koncentrací albuminů a fosfátů), jsou výsledky prakticky shodné. V opačném případě dospějeme k různým výsledkům. Tak např. snížená hladina plazmatických bílkovin neodpovídá podmínkám, pro které byl experimentálně stanoven Siggaard-Andersenův nomogram, a pokud podle tohoto nomogramu u pacientů s hypalbuminemií vyhodnotíme hodnotu BE podle nekorigovaného Siggaard-Andersenova nomogramu, dostaneme nesprávné hodnoty. Použití Stewartovy metody v tomto případě může uchránit před nesprávným diagnostickým závěrem.

Při rozdílných koncentracích albuminu a fosfátů však musíme proto uvažovat korigovaný přístup stanovení BE nikoli podle Siggaard-Andersenova nomogramu, ale podle Van Slykovy rovnice [29, 30], která počítá s různou koncentrací fosfátů a albuminu.

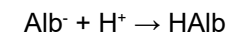
Na druhé straně však Stewart nekalkuluje s vlivem tak význačného krevního pufru, kterým je hemoglobin v krvinkách.

Vliv hemoglobinu na změnu hodnot SID např. kvantifikuje model acidobazické rovnováhy krve (40), dostupný na <http://physiome.cz/acidbase>.

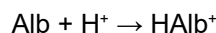
Stewartův přístup mnoho nepomůže v kalkulacích množství infuzních roztoků pro korekci acidobazické poruchy a ani nám nepomůže posoudit stupeň její respirační a renální kompenzace. Při diagnostickém uvažování u lůžka nemocného je vhodné zvažovat obě teorie a uvědomovat si jejich výhody a omezení (37).

Jak souvisí SID a BB?

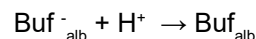
BB dle „dánské školy“ představuje počet vazebných míst pufrčních bází pro vodíkové ionty. Z hlediska Stewart-Fenclovy teorie SID vyjadřuje počet negativních nábojů na pufrčních bázích v litru plazmy. U bikarbonátů a karbonátů (pokud jejich koncentraci vyjádříme v mEq/l) to stejné hodnoty. Často se (u obou přístupů) hladina karbonátů zanedbává a jejich hodnota se zahrnuje se do „zdánlivé koncentrace bikarbonátů“. U nebikarbonátových bází je to složitější. V albuminu se vodíkové ionty neváží jen na negativně nabitá vazebná místa:



Vazba vodíkových iontů na nenabitá imidazolová jádra postranních řetězců vytváří pozitivní náboj, a tím snižuje celkový negativní náboj molekuly albuminu:



Protože za podmínek se životem slučitelných hodnot pH je celkový náboj albuminu negativní, zdánlivě to pak vypadá, jakoby se vodíkové ionty vázaly na negativně nabitá vazebná místa molekuly albuminu:



Oba přístupy vyjádření koncentrací albuminu (vyjádřené v mEq/l) jsou číselně stejné. Proto hodnoty BB a SID jsou (teoreticky) stejné.

V klinické praxi se ale hodnoty SID a BB mírně liší. Souvisí to s tím, že se liší výchozí normální hodnoty SID a BB pro plazmu s normální koncentrací plazmatických bílkovin. Siggaard-Andersen tuto hodnotu vzal jako konstantu ze starší práce Singera a Hastingse (72), která se však mírně liší od hodnoty SID vypočítané pro normální koncentraci plazmatických bílkovin (resp. albuminu). Krom toho, číselně se liší i hodnoty SID stanovované různými metodikami.

Je ale možno ukázat (40, 41, 51, 52), že (bez ohledu na celkové hodnoty SID a BB) je změna SID vždy stejná jako změna BB. Tato změna v obou přístupech vyjadřuje změnu množství vodíkových iontů navázaných na pufrací báze v litru plazmy.

Obdobně, jako normální hodnotu BB (NBB) je možno charakterizovat jako hodnotu BB pro danou koncentraci hemoglobinu, albuminu a fosfátů, je možno definovat i **normální hodnotu SID (NSID)** jako hodnotu SID v plazmě pro danou koncentraci plazmatických bílkovin, albuminu a fosfátů a změnu SID (**DSID**) obdobně jako BE: DSID = SID-NSID. V tomto případě pak v plazmě platí že DSID = BE.

Změnu hodnot BB od hodnoty při normálních podmínkách ($p\text{CO}_2=40$ torr, $\text{pH}=7.4$) Siggaard-Andersen nazval BE. Protože právě změny úhrnné koncentrace pufracích bází v plazmě (nebo v krvi) jsou experimentálně vyvolané titrací plazmy (krve) silnou kyselinou nebo silnou **zásadou od normálních hodnot (při $\text{pH}=7.4$, a $p\text{CO}_2 = 40$ torr při neměnné hodnotě saturace hemoglobinu kyslíkem)**, Siggaard-Andersen navrhl [SA??] nahradit BE tzv. „koncentrací titrovatelného vodíkového iontu“ (concentration of titratable hydrogen ion) – ctH^+ . Podle této koncepce:

$$\text{ctH}^+ = -\text{BE}.$$

V klinické praxi se však tato změna neujala a nadále se užívá BE.

Je možné odvodit také vztahy mezi hodnotou BE, počítanou podle Van-Slykovy rovnice (67, 70) a hodnotou SID (15).

Pro potřeby klinické praxe je výhodné v klinických informačních systémech propojit kompenzační diagramy dle „dánské školy“ s klinicko-fyziologickými ukazateli spočítanými na základě Stewartova-Fenclovy koncepce (14).

Pro pochopení patofyziologických souvislostí obou přístupů hodnocení acidobazické rovnováhy je nutné uvažovat acidobazickou regulaci nikoli samostatně, ale jako jednu ze součástí regulace vnitřního prostředí jako celku.

6 Bilanční pojetí regulace acidobazické rovnováhy vnitřního prostředí

Klíčem k pochopení patofyziologických souvislostí acidobazické rovnováhy je pojetí homeostázy vnitřního prostředí jako výslednice regulace bilancí toků látek.

Acidobazická rovnováha je výsledkem dvou bilancí propojených přes pufrací systémy - bilancí mezi metabolickou tvorbou oxidu uhličitého a jeho eliminací respiračním traktem a bilancí mezi tvorbou silných kyselin a jejich vylučováním prostřednictvím ledvin. Ledviny za každý exkretovaný vodíkový iont (navazovaný v tubulech na fosfáty nebo amoniak) do extracelulární tekutiny generují iont bikarbonátu. Při vyrovnané bilanci tok bikarbonátů, generovaných ledvinami vyrovnává přítok vodíkových iontů z metabolické tvorby silných kyselin.

Toky bikarbonátů a vodíkových iontů vždy souvisí i s propojenými toky dalších látek, a acidobazickou bilancí je proto nutno vždy uvažovat v souvislosti s bilancemi dalších látek (např. s bilancí aniontů silných kyselin a aniontů organických kyselin, s bilancí chloridů při acidobazických poruchách spojených s gastrointestinálním traktem aj.). Acidobazickou rovnováhu ovlivňují i bilance látek tvořících součást pufracích bází plazmy – fosfátů a plazmatických bílkovin.

V našem bilančním pojetí acidobazické regulace vnitřního prostředí (viz Obr. 14–16) souvislosti toků bikarbonátů a vodíkových iontů s toky dalších látek kauzálně vysvětlují patogenezi acidobazických poruch a vzájemné vztahy mezi hodnocením acidobazické rovnováhy dle Stewart-Fenclova přístupu a hodnocením dle „dánské školy“.

Vycházíme z několika základních fyziologických principů.

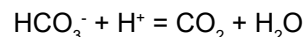
1. Veškeré přesuny přes membrány probíhají v ustáleném stavu vždy elektroneutralně.

Toky iontů probíhají sumárně tak, že nemění potenciál membrány (součet nábojů procházejících iontů v obou směrech musí být nulový). Pouze ve vzrušivých tkáních (nervech a svalech) nerovnoměrnost sumárního náboje iontových toků vede ke změně napětí na membráně a generování akčního potenciálu, v ustáleném stavu a v ostatních tkáních, se potenciál membrány nemění s toky všech elektricky nabitých látek musí být vyrovnané. Vytvářejí-li například jaterní buňky negativně nabitý albumin, musí jeho transport do krve být provázen tokem kladně nabitých iontů (nebo tokem záporně nabitých aniontů v opačném směru) – jinak by při vytváření albuminu játra fungovala jako „baterie“. Přesun elektrolytů mezi jednotlivými kompartmenty tělních tekutin je tedy z kvantitativního hlediska elektroneutralní. Přesuny vodíkových iontů a bikarbonátů mezi oddíly tělesných tekutin jsou proto vždy provázeny přesunem komplementárních iontů. Tak třeba při metabolické tvorbě silných kyselin je vodíkový iont provázen aniontem (např. sulfátem) silné kyseliny – a tento aniont (na Obr. 14 označený jako UA) je v rovnovážném stavu ledvinami vylučován z organismu, zatímco místo něj do extracelulární tekutiny přichází bikarbonát, vygenerovaný ledvinami při acidifikaci moči. Při poruše metabolické bilance díky zvracení se v extracelulární tekutině hromadí bikarbonát, (generovaný v parietálních buňkách žaludku při sekreci kyseliny solné) a ztrácí se

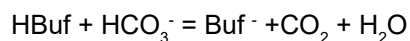
ekvimolární množství chloridových iontů – důsledkem je hypochloremická alkalóza, při průjmech se naopak z extracelulární tekutiny ztrácí bikarbonáty vyměňované za chloridy důsledkem je hyperchloremická acidóza.

2. Při biochemických reakcích v lidském organismu se nemění elektroneutralita.

Puфраční reakce jsou vždy elektroneutrální. Vznik nebo zánik bikarbonátů v puфраční reakci nemůže být vyvolán z důvodů udržení elektroneutrality vnitřního prostředí (proto také úvahy o acidobazických poruchách z důvodů zachování elektroneutrality nemají kauzální zdůvodnění). V puфраční reakci se záporně nabitý iont HCO_3^- váže s kladně nabitým vodíkovým iontem, uvolněným z vazby na protein, fosfát, nebo hemoglobin, kdy vzniká nebikarbonátová puфраční báze (zde označenou jako jako Buf):



Pokles koncentrace bikarbonátů v puфраční reakci proto odpovídá vzestupu koncentrace nebikarbonátových puфраčních bází a naopak. Puфраční reakce proto neovlivňují elektroneutralitu.



V průběhu metabolických dějů v buňkách vznikají, a také jsou spotřebovávány vodíkové ionty. Pokud chceme stanovit, zda jsou vodíkové ionty v chemických metabolických reakcích spotřebovávány nebo produkovány, je vhodné vycházet z toho, že veškeré metabolické chemické reakce v organismu jsou ve svém důsledku vždy elektroneutrální.

Protože všechny metabolické reakce jsou elektroneutrální, existují dvě základní pravidla pro určení, zda dochází k metabolické tvorbě nebo spotřebě vodíkových iontů:

- Metabolická produkce H^+ provází metabolickou přeměnu neutrálních látek na anionty.
- Metabolická spotřeba H^+ doprovází metabolickou konverzi aniontů na neutrální produkty.

Pro určení bilance H^+ v metabolických procesech stačí tedy spočítat valenci všech substrátů a produktů. Pokud součet valencí všech substrátů a produktů je stejný, není žádná produkce anebo spotřeba vodíkových iontů. Pokud produkty metabolických procesů jsou negativnější než substráty, pak jsou tyto procesy doprovázeny generováním (kladných) vodíkových iontů – hovoří se o tzv. proton-produkčních reakcích. Příkladem je třeba glukóza v anaerobní glykolýze přeměněná na laktát a vodíkový iont). A naopak, pokud jsou substráty v nějakém metabolickém procesu negativnější než jejich substráty (třeba kompletní oxidace laktátu na CO_2 a vodu), pak se H^+ ionty při této reakci spotřebovávají (proton konsumpční reakce).

Spotřebovávány vodíkové ionty mohou být snadno získávány z CO_2 a vody, výsledkem je to, že proton-konsumpční reakce provází tvorba bikarbonátů.

- Proton konsumpční reakce jsou tedy zároveň bikarbonát-produkční.
- Obdobně, vodíkové ionty vznikající při metabolických dějích jsou díky přítomnosti bikarbonátového pufru v tělních tekutinách navazovány na bikarbonáty a proto proton-produkční reakce jsou zároveň bikarbonát-konsumpční.

3. Acidobazická rovnováha závisí na bilancích toků CO_2 a toků protonů a bikarbonátů propojených přes bikarbonátový systém.

V bilančním pojetí se vracíme ke klasickému rozdělení acidobazických poruch jako poruch bilancí mezi tvorbou a vylučováním CO_2 vedoucí ke změnám pCO_2 (respirační acidóza a alkalóza) a mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin, tj. mezi toky vodíkových iontů a bikarbonátů projevující se změnou BB a SID (metabolická acidóza a alkalóza). Rozlišujeme tedy pojmy acidóza a alkalóza jako patofyziologický proces a acidémie a alkalémie jako charakteristiku momentální hodnoty pH.

Propojení toků metabolické produkce CO_2 a produkce silných kyselin přes bikarbonátový pufr dává možnost respiračnímu systému korigovat metabolické poruchy acidobazické rovnováhy a ledvinám korigovat respirační poruchy.

Na rozdíl od klasického pojetí ale uvažujeme toky bikarbonátů a protonů vždy v souvislostech s doprovodnými toky dalších iontů vyrovnávajících elektroneutralitu.

4. Hodnoty SID a BB v plazmě vyjadřují stejné entity, počítané různým způsobem, změny hodnot změny hodnot SID a BB (BE) jsou totožné a charakterizují bilanci toků protonů a bikarbonátů.

Hodnoty BB a SID vyjadřují sumární náboj puфраčních bází. Změna těchto hodnot odpovídá změně množství vodíkových iontů navázaných na puфраční báze v litru plazmy – přidání 1 mEq protonů k litru plazmy sníží jak SID tak BB o jeden mEq/l, přísun 1 mmol (resp. mEq) bikarbonátů k litru plazmy tyto hodnoty zvýší o jeden mmol (resp. o 1 mEq/l). Změny hodnot SID a BB (BE) proto charakterizují metabolickou složku acidobazické rovnováhy.

Hodnoty SID a BB se mohou také měnit při zředění nebo zakonzentrování vnitřního prostředí, které změní koncentraci bikarbonátů a nebikarbonátových puфраčních bází. Pro odlišení od změn vyvolaných posunem metabolické bilance acidobazické rovnováhy od změn vyvolaných dilucí nebo zahuštěním vnitřního prostředí je vhodné porovnat změny SID a BB se změnami koncentrací ostatních iontů (obdobně jako to např. hodnotí Jabor a Kazda (14, 32, 35).

Hodnoty SID a BB v plazmě jsou nezávislé na pCO_2 , což ale platí pouze tehdy, uvažujeme-li plazmu odděleně – v celé krvi dochází k při změnách pCO_2 k přesunům bikarbonátů mezi plazmou a krvinkou, výměnou za chloridy, k opačným přesunům při změnách hladiny pCO_2 dochází mezi plazmou a intersticiální tekutinou.

5. Všudypřítomný bikarbonátový systém ($\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$) v tělních tekutinách lidského organismu zachycuje protony a toky protonů jsou tedy ekvivalentní tokům bikarbonátů.

Difúze závisí na rozdílu koncentrací – koncentrace bikarbonátů je o šest řádů vyšší než koncentrace vodíkových iontů – proto uvnitř tělních tekutin jsou difúzní toky bikarbonátů větší než toky H^+ . Tak například, aby bylo dosaženo byl koncentračního gradientu H^+ mezi buňkou a kapilárou 0,1 mmol/l musela by na jednom konci difúzní dráhy koncentrace H^+ stoupnout na 10^{-4} mol/l, což by odpovídalo pH4. Proto difúzní tok zjišťuje bikarbonát - vodíkové ionty se váží s ionty bikarbonátu, jeho hladina se na jednom konci snižuje, až se postupně vytvoří koncentrační gradient bikarbonátů potřebný pro difúzi.

Bikarbonátový systém tedy může zachycovat nebo produkovat ionty H^+ , a toky H^+ se tak nahradí toky HCO_3^- . Přítok vodíkových iontů tedy odpovídá spotřebě bikarbonátů, a opačně – odtok vodíkových iontů z intersticiální tekutiny přes membránu buněk se projeví přítokem bikarbonátů (Obr. 15). Protože metabolická tvorba CO_2 (16–20 000 mmol/den) je více než o dva řády větší než metabolická tvorba silných kyselin (cca 60 mmol/den) bude mít spotřeba nebo tvorba CO_2 v pufrálních reakcích na hladinu CO_2 minimální vliv (hladinu CO_2 v tkáních ovlivňuje respirace a perfúze).

6. Pufrální systémy jsou „zásobárnami/odkladisti“ při nerovnováze bilance toků bikarbonátů – s příslušnými změnami acidobazické rovnováhy.

Metabolickou bilanci acidobazické rovnováhy můžeme vyjádřit prostřednictvím bilancí toků bikarbonátů, provázenou toky doprovázejících iontů zajišťujících elektroneutralitu. Prostřednictvím toků bikarbonátů můžeme vyjádřit metabolickou bilanci acidobazické rovnováhy. Pokud je bilance toků bikarbonátů negativní, chybějící bikarbonáty poskytují pufrální systémy, v opačném případě se se přebytek bikarbonátů v pufrálních systémech akumuluje (s příslušným posunem acidobazických rovnováh, které se mimo jiné projeví příslušnou změnou hodnot BB a SID). Pufrální systémy tak plní roli tlumiče při nerovnováhách toků bikarbonátů.

7 Bilanční toky acidobazické rovnováhy

7.1 Bilanční tok respirační složky acidobazické rovnováhy

Tok oxidu uhličitého se v klidu pohybuje kolem 16 – 21 000 mmol/den. Rychlost jeho tvorby souvisí se spotřebou kyslíku a respiračním kvocientem, závisí na energetické spotřebě a zejména se zvyšuje při tělesné námaze. Hladina CO_2 se liší v arteriální a ve venózní krvi. Protože krev odtékající z alveolů je ekvilibrována s alveolárním vzduchem (jehož složení závisí na alveolární ventilaci), hladina CO_2 v arteriální krvi bude ovlivňována respirací. To má význam pro regulaci dýchání prostřednictvím signalizace přes chemoreceptory. Regulace dýchání tím zajišťuje **stálost hladiny oxidu uhličitého v arteriální krvi**.

Při normální hladině kyslíku je dýchání regulováno přes oxid uhličitý, při poklesu pO_2 – třeba při výškové hypoxii, převládne stimulační vliv snížené hladiny kyslíku a arteriální krev je hypokapnická.

Pro regulační odpověď ventilace na metabolické poruchy acidobazické rovnováhy

má význam mozkomíšní mok. Oxid uhličitý prochází přes hematoencefalickou bariéru mnohem rychleji než bikarbonát. Metabolické poruchy acidobazické rovnováhy vedou ke směnám hodnot BB a SID, s poklesem (při acidóze) nebo vzestupem (při alkalóze) hladiny bikarbonátů v krvi, s následným vznikem koncentračního gradientu mezi krví a mozkomíšním mokem. Následné pomalé přestupy bikarbonátů přes hematoencefalickou bariéru vedou ke změnám pH mozkomíšního moku a ovlivnění respiračního centra. Důsledkem je kompenzační respirační odpověď na metabolickou acidózu a alkalózu. Kompenzační odpověď respirace na metabolickou acidózu je větší než na metabolickou alkalózu v důsledku toho, že snížení ventilace by vedlo nejen k vzestupu pCO_2 ale i k poklesu pO_2 , a pokles pO_2 stimuluje dýchání. Proto pokles alveolární ventilace při metabolické alkalóze není velký.

Venózní krev odtékající z tkání je ekvilibrována s intersticiální tekutinou. **Hladina CO_2** v tkáních ale nezávisí jen na respiraci, pCO_2 v tkáních a ve venózní krvi je závislá i na perfúzi.

Označíme-li celkovou koncentraci oxidu uhličitého (tj. rozpuštěné CO_2 , CO_2 ve formě bikarbonátu a CO_2 navázané na hemoglobin jak karbaminohemoglobin) v arteriální a venózní krvi jako CaCO_2 a CvCO_2 , rychlost metabolické tvorby CO_2 jako VCO_2 a průtok jako Q pak podle Fickova zákona musí v ustáleném stavu platit:

$$\text{VCO}_2 = (\text{CvCO}_2 - \text{CaCO}_2) Q$$

Z toho vyplývá, že celková koncentrace CO_2 ve venózní krvi bude:

$$\text{CvCO}_2 = \text{CaCO}_2 + \text{VCO}_2/Q$$

A protože krev odtékající z tkáňových kapilár je ekvilibrována s intersticiální tekutinou v tkáních, bude pCO_2 ve venózní krvi a v tkáních závislé na respiraci a také i na průtoku. Perfúze v různých tkáních (jakož i metabolická tvorba CO_2) může být různá, a proto venózní pCO_2 v různých vlnách se může lišit (na rozdíl od arteriální krve, kde je pCO_2 všude stejné).

Hypoperfúze proto vede k hyperkapnické (respirační) acidóze v tkáních (se vzestupem pCO_2 v odtékající venózní krvi) i v případě, kdy je arteriální pCO_2 v mezích normy. Nebezpečná je při tom vazba vodíkových iontů na bílkoviny v buňkách, která vede k poškození funkčnosti příslušných enzymů (33).

7.2 Bilanční toky metabolické složky acidobazické homeostázy

Bilanční toky metabolických poruch acidobazické rovnováhy lze vyjádřit jako bilanci toků bikarbonátů provázenou komplementárními toky dalších iontů (obr 14).

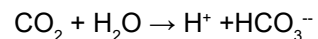
Za normálních podmínek v ustáleném stavu je metabolická tvorba silných kyselin v rovnováze s jejich vylučováním v ledvinách.

Přísun aniontů silných kyselin do intersticiální tekutiny odpovídá jejich renálnímu vylučování.

Spotřeba bikarbonátů při neutralizaci metabolického toku vodíkových iontů je v rovnováze s přísunem bikarbonátů z ledvin v důsledku acidifikace moče (Obr. 16).

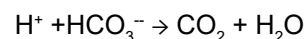
Při acidifikaci moče se bikarbonáty v ledvinách tvoří dvojím způsobem.

V tubulárních buňkách jsou bikarbonáty spolu s H^+ ionty vytvářeny z CO_2 a vody:

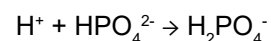


H^+ ionty jsou secernované do tubulů a bikarbonáty přecházejí do intersticiální tekutiny.

V proximálním tubulu se H^+ ionty váží na bikarbonát profiltrovaný do glomerulárního filtrátu (a tím zajišťují jeho zpětnou resorpci):

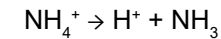


Ve vzestupné části Henleho kličky a ve sběrných kanálkách se secernované H^+ váží na fosfáty a na anionty některých organických kyselin (případně i na zbytky bikarbonátů):

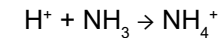


Profiltrované bikarbonáty jsou prakticky úplně resorbovány. Množství vodíkových iontů navázaných na fosfáty a další organické anionty (např. ketolátky) lze stanovit titrací hydroxidem sodným (moč se odtitruje se do pH glomerulárního filtrátu, které je stejné jako v plazmě), proto se nazývá jako tzv. titrovatelná acidita, která za normálních podmínek představuje 10–30 mmol/24 hodin. Tomu odpovídá i množství bikarbonátů generovaných do vnitřního prostředí.

Další porce bikarbonátů ledviny vytvářejí v proximálním tubulu z glutaminu – z jedné molekuly glutaminu se v buňkách proximálního tubulu vytvoří dva ionty NH_4^+ , secernované do tubulu a dva molekuly HCO_3^- , které přecházejí do intersticia ledvin a do krve. V dřeni ledvin v Henleho kličky se NH_4^+ částečně rozpadá na amoniak a H^+ :



Amoniak se dostane přes dřeu ledvin do sběrných kanálků, kde se váže na vodíkový iont secernovaný alfa-buňkami sběrných kanálků:



Tím se zabezpečí, aby pH moči nebylo příliš nízké. Množství NH_4^+ vytvořeného z glutaminu a vyloučeného močí se pohybuje mezi 30–50 mmol/24 hodin (tomu odpovídá odpovídající ekvimolární množství bikarbonátů).

Celkové množství ledvinami vyloučených vodíkových iontů vázaných na fosfáty nebo na amoniak (a odpovídající ekvimolární množství navíc vytvořených bikarbonátů) se dá určit změřením tzv. efektivního vylučování kyselin (**net acid excretion**) – **NAE**. K tomu potřebujeme znát titrovatelnou aciditu (TA), exkreci amoniaku ($\text{U}_{\text{NH}_4^+}$) a exkreci bikarbonátů v moči ($\text{U}_{\text{HCO}_3^-}$):

$$\text{NAE} = \text{TA} + \text{U}_{\text{NH}_4^+} - \text{U}_{\text{HCO}_3^-}$$

Jako regulační odpověď na acidobazické poruchy jsou ledviny schopny zvýšit nebo snížit acidifikaci moči a tím zvýšit nebo snížit přísun bikarbonátů do vnitřního prostředí. Maximální odpověď ledvin na acidobazickou poruchu se vyvíjí pomalu, během 3 – 5 dní (nejprve se mění titrovatelná acidita, a později především vylučování NH_4^+). Ledviny tak jsou např. schopny kompenzovat respirační acidózu zvýšenou acidifikací moče a vytvořením pozitivní bilance bikarbonátů posunout v pufrčních systémech rovnováhu a méně kyselou stranu.

Při regulační odpovědi ledvin na alkalózu ve sběrných kanálkách alkalizují moč (a okyselují intersticiu ledvin prostředí) beta-interkalární buňky. Na rozdíl od alfa-interkalárních buněk, secernujících do tubulárního lumen H^+ ionty a do ledvinného intersticia bikarbonáty, beta-interkalární buňky do lumen tubulu secernují bikarbonáty výměnou za chloridy, a do intersticia ledvin dodávají H^+ ionty (které se váží na bikarbonáty v ledvinném intersticiu). Tyto buňky jsou aktivovány alkalickým pH , zvyšují vylučování HCO_3^- do moči a celkově snižují přísun bikarbonátů z ledvin do krve. Předpokladem zapojení beta interkalárních buněk do regulační odpovědi na alkalózu je ale dostatek

chloridů v tubulární tekutině. Proto například při hypochloremické alkalóze po zvracení beta-interkalární buňky moč nealkalizují, naopak, u takto postižených pacientů pozorujeme tzv. paradoxní acidifikaci moči.

Za normálního stavu tvorba bikarbonátů ledvinami odpovídá spotřebě bikarbonátů při neutralizaci metabolického toku vodíkových iontů.

Při metabolických acidózách je rovnováha přísunu a spotřeby bikarbonátů porušena ve prospěch převahy spotřeby bikarbonátů. Ztráty bikarbonátů jsou nahrazovány z pufracích systémů s následným posunem rovnováhy na kyselu stranu a poklesem BB, BE a SID. Ledviny během 3–5 dní korigují metabolickou acidózu zvýšenou acidifikací moči (zvýšením titrovatelné acidity a exkrecí NH_4^+) provázenou zvýšenou tvorbou bikarbonátů do vnitřního prostředí. Zvýšená acidifikace je obvykle provázena snížením zpětné resorpce chloridů – zvýšení toku bikarbonátů z ledvin je proto zpravidla provázeno ekvimolárními ztrátami bikarbonátů.

Zvýšení acidifikace moči - zvýšení sekrece H^+ a NH_4^+ do tubulů bývá spojeno se snížením resorpce chloridů (a naopak). Regulační odpověď ledvin na acidózu vede ke zvýšení přísunu bikarbonátů do ECT provázenou zvýšením ztrát chloridů.

Dalším zdrojem bikarbonátů při acidifikaci vnitřního prostředí je **výměna vodíkových iontů v buňkách** (kde jsou vodíkové ionty pufovány intracelulárními nárazníky) **za ionty draslíku a sodíku**. Výstup draslíku z buněk výměnou za vodíkové ionty je provázen zvýšením kalémie (proto také pásmo normální hladiny draslíku se stoupá s klesajícím pH), a také zvýšenou ztrátou draslíku v ledvinách, což při dlouhotrvajících acidémiích vede k snížení zásob draslíku v buňkách (Obr. 17).

Nebezpečná je pak rychlá alkalizace vnitřního prostředí (např. infúzemi bikarbonátů), která může vyvolat opačný proces (nasávání draslíku do buňky výměnou za H^+), ohrožující pacienta na životě nebezpečným poklesem hladiny extracelulárního draslíku. Při dlouhodobých acidózách (zejména renálního původu) se jako akceptorem vodíkových iontů může sloužit základní hmoty kostí (uvolňuje se HCO_3^- spolu s kalcium a fosforečnany).

Metabolická alkalóza posouvá bilanci bikarbonátů na stranu jejich akumulace. Bikarbonáty jsou nejprve akumulovány v pufracích systémech s následným posunem acidobazické rovnováhy na alkalickou stranu (a vzestupem hodnot BB, BE a SID). Alkalózu může částečně kompenzovat spotřeba bikarbonátů při výměně vodíkových iontů za ionty draslíku a sodíku přes buněčnou membránu (deplece draslíku třeba při hyperaldosteronismu, s následnou výměnou H^+ za K^+ v buňkách může ale být i vyvolávající příčinou metabolické alkalózy).

Rozsah korekční odpovědi ledvin na metabolickou alkalózu spočívající ve snížení acidifikace moče (a následném snížení přísunu bikarbonátů z ledvin do vnitřního prostředí v ledvinách) je omezen nutností zabránit přílišné alkalizace moči (z důvodů možné tvorby kalciových konkrementů).

Ledviny mají proto ještě další možnost regulační odpovědi spočívající v **ovlivnění zpětné resorpce aniontů organických kyselin** v proximálním tubulu. Při normálním

v rovnováze s jejich **spotřebou** - odsunem z ECT. Anionty organických kyselin jsou produkovány a spotřebovávány spolu s vodíkovým iontem (jako kyseliny). Proto příjem solí organických kyselin potravou působí alkalizačně - aniont organické kyseliny se vstřebává spolu s vodíkovým iontem což vede k pozitivní bilanci bikarbonátů (viz Obr. 18).

Obdobně alkalizačně působí rychlá utilizace většího množství organických kyselin (ketolátek, laktátu), která je provázena vznikem bikarbonátů (proto anionty organických kyselin působí jako tzv. potenciální hydrogenuhličitan).

Při dlouhodobých acidózách, zejména renálního původu, se jako kompenzační mechanismus uplatňuje ještě vazba vodíkových iontů na základní hmotu kostí, výměnou za uvolňované bikarbonáty, karbonáty, fosfáty, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} . (27, 47).

V gastrointestinálním traktu je sekrece chloridů a vodíkových iontů do žaludku (a bikarbonátů do ECT) v bilanční rovnováze se vstřebáváním chloridů výměnou za secernované bikarbonáty do střeva. K narušení této bilance dochází za patologických stavů s následnou hypochloremickou alkalózou při zvracení, nebo hyperchloremickou acidózou při průjmech nebo střevních píštělích.

pH jsou anionty organických kyselin téměř zcela reabsorbovány, při vzestupu pH je zpětná resorpce utlumena. V ustáleném stavu metabolismus organické kyseliny (tj. jak organický aniont, tak i vodíkový iont) vytváří a zase metabolizuje (rychlost jejich tvorby a zániku je v ustáleném stavu konstantní, proto se nemění jejich koncentrace v krvi). Jestliže při alkalóze se začíná ledvinami ztrácet jejich aniont, vodíkový iont zůstává ve vnitřním prostředí, váže bikarbonát a tím napomáhá korigovat pozitivní bilanci bikarbonátů.

Metabolická **produkce organických kyselin** do ECT je za normálních okolností

8 Patogeneze acidobazických poruch dle bilančního přístupu

Dle klasické teorie se poruchy acidobazické rovnováhy dělí na respirační způsobené poruchou bilance CO_2 projevující se změnou pCO_2 a metabolické, k nimž vede primární porucha bilance $\text{HCO}_3^-/\text{H}^+$ projevující se změnou hodnot BB resp BE. Stewartův-Fenclovův přístup vychází z principu, že pH (a návazně i koncentraci bikarbonátů) ovlivňují tři nezávislé proměnné - pCO_2 , SID a celková koncentrace nebikarbonátových pufrů (označovaných jako A_{tot}) - tj. konkrétně hladiny albuminů a fosfátů (Obr. 19). Poruchy acidobazické rovnováhy proto dělí na respirační, projevující se změnou pCO_2 (v tom se shoduje s klasickou teorií) a metabolickou, kterou způsobuje změna SID nebo změna A_{tot} (viz tab. 1).

Bilanční přístup nahlíží na poruchy acidobazické bilance, obdobně jako klasická teorie, jako na poruchy bilance toků CO_2 a toků $\text{H}^+/\text{HCO}_3^-$. Jak bylo zmíněno výše, bilance toků H^+ je možno převést na bilanci toků bikarbonátů - proto metabolické poruchy jsou poruchy bilancí bikarbonátů.

Kauzální příčinou respiračních poruch acidobazické rovnováhy v klasickém a Stewartově-Fenclově přístupu je primární změna hladiny pCO_2 která v arteriální krvi závisí na alveolární ventilaci.

Z hlediska bilančního přístupu stojí za připomenutí, že arteriální krev (ekvilibrovaná s alveoly v plicích) má všude stejné složení krevních plynů a stejné acidobazické poměry, zatímco žilní krev, (ekvilibrovaná s tkáněmi), má složení krevních plynů a pH závislé také na perfúzi. V hypoperfundované tkáni, díky dysbalanci mezi metabolickou tvorbou CO_2 a tkáňovou perfúzí vždy vzniká vedle hypoxie i hyperkapnická acidóza (dle klasického názvosloví tedy "respirační" acidóza) i když v arteriální krvi může být pCO_2 normální.

Uvažování extracelulární tekutiny a s ní propojené intracelulární tekutiny jako homogenních kompartmentů (jak to činí např. (86, 87)) proto není zcela přesné.

Acidobazické poměry intersticiální tekutiny - a s ní ekvilibrované odtékající venózní krve, se v různých tkáních liší. Tyto rozdíly se obzvláště projeví při ohrožení objemu cirkulující krve, kdy po redistribuci krve jsou některé tkáně hypoperfundované (a trpí hypokapnickou acidózou), zatímco jiné mohou být z hlediska acidobazické rovnováhy intaktní. Míchání krve odtékající z hypoperfundovaných a z normálně perfundovaných tkání vede k tomu, že hladiny krevních plynů v centrální žilní krvi nemusejí odpovídat tíži hypoxické a hyperkapnické acidózy v postižených periferních tkáních.

Při metabolických acidózách jsou v pufracích systémech pufrů akumulované vodíkové ionty (pufrů jsou zdrojem bikarbonátů při deficitu bilance bikarbonátů). Pokud je v důsledku ohrožení objemu cirkulující krve a následné vazokonstrikci ve svalové tkáni omezen průtok (a kde také stoupá hladina pCO_2), snižuje se tím i kapacita extracelulárních i intracelulárních pufrů svalové tkáně. To vede k tomu, že do pufrování se nuceně více zapojují i další tkáně (např. mozek), což může vést k jejich poškození. Dobrou indikací tohoto nebezpečného stavu je porovnání pCO_2 z arteriální a venózní brachiální krve. Kamel a Halperin upozorňují, že pokud je arteriovenózní rozdíl větší

8.1.1 Patogeneze diluční acidózy a kontrakční alkalózy

Dle Stewartovy rovnice pH závisí na nezávisle proměnných SID, $p\text{CO}_2$ a hladině nebikarbonátových pufrů (tj. albuminu a fosfátu), a při diluci, která proporcionálně sníží jak SID tak i celkové koncentrace albuminu a fosfátů vypočtené pH se sníží. To zní trochu komplikovaně, avšak vysvětlení příčin tohoto jevu je ale prosté (8) - zředíme-li pufr, snížíme jeho pufrací kapacitu, avšak neměníme jeho pH (vlastnost pufrů udržování pH nezávisle na ředění se široce využívá v chemii a v experimentální biologii). Příčinou tohoto jevu je to, že při zředění klesne koncentrace jak pufrací báze [Buf] tak i slabé kyseliny [HBuf] stejnoměrně. Označíme-li si diluční (nebo koncentrační) koeficient jako "k", pak nová koncentrace pufrací báze a pufrací kyseliny bude $k\text{Buf}$ a $k[\text{HBuf}]$. Koncentrace vodíkových iontů $[\text{H}^+]$ (závislejší na disociační konstantě K_{dis}) se nezmění:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{dis}} (k[\text{HBUF}]) / (k[\text{Buf}]) = K_{\text{dis}} [\text{HBUF}] / [\text{Buf}]$$

Budeme-li ředit (nebo zakoncentrovávat) plazmu in vitro změníme koncentrace koncentrace jak pufracích bazí, tak i slabých kyselin (tedy i CO_2 a H_2CO_3) - a pH se nezmění. In vivo je však situace jiná - respirace udržuje v arteriální krvi hladinu CO_2 na konstantní úrovni (v závislosti na hodnotě alveolární ventilace), po zředění (nebo zakoncentrování) se nezmění. Ve venózní krvi (a v tkáních) bude hladina CO_2 záviset ještě i na průtoku - nezmění-li se průtok, také se nezmění hladina CO_2 . Změní se však koncentrace pufracích bazí - a to vede k posunu rovnováhy v pufracích systémech směrem doprava a k vzestupu $[\text{H}^+]$ při diluci a k posunu doleva a alkalémii při hemokoncentraci (viz Obr. 20).

8.1.2 Patogeneze hyperchloremické acidózy

Jedná se o metabolickou acidózu kdy deficit bilance bikarbonátů je provázen akumulací chloridů v ECT - za ztracený bikarbonát je do ECT akumulován chlorid.

Typickým příkladem je acidóza při akutních průjmech. V tlustém střevě při vstřebávání sodíku a chloridů působí dvě pumpy - NHE pumpa vstřebává z lumina střeva sodík výměnou za vodíkový iont, druhá AE pumpa vstřebává chloridy výměnou za iont bikarbonátů. Za normálních okolností do střeva secernované bikarbonáty a vodíkové ionty jsou v stechiometrickém poměru a žádná porucha acidobazické rovnováhy nenastává. Problém však vznikne při akutních průjmech, když střevo musí čerpat velkou nálož obsahu - maximální kapacita NHE pumpy je menší, než je AE pumpy vyměňující bikarbonáty za vstřebávané chloridy. V tomto případě se v ECT hromadí chloridy a deficit bilance bikarbonátů vede k acidóze. Krom toho dochází ke střevním ztrátám draslíku, s následnou hypokalémií, ztráta hypoosmotické tekutiny může vést k ohrožení objemu a hyperosmotické dehydrataci.

Druhým příkladem klinického stavu, kdy negativní bilance bikarbonátů je provázena akumulací chloridů je renální proximální tubulární acidóza - snížení acidifikace moči vede k deficitu bilance bikarbonátů, bikarbonáty, které se z proximálního tubulu sníženě vstřebávají jsou nahrazovány pasivně resorbovanými chloridy. Ztracené

než 6 mmHg je nutno u pacientů s acidózou se nejprve postarat o restituci objemu cirkulující krve pomocí náhradních roztoků, dokud se tento rozdíl se nesníží (33).

V klasickém přístupu je primární příčinou metabolických poruch acidobazické rovnováhy změna metabolické komponenty vyjádřená hodnotou BB a BE: snížení nastává při metabolické acidóze, zvýšení při alkalóze. Příčinou metabolických poruch dle Stewartova-Fenclova přístupu jsou změny dvou z trojice nezávislých proměnných: SID a celkové koncentrace nebikarbonátových pufrů - tedy albuminu a fosfátů. Z toho vyplývá i klasifikace metabolických acidobazických poruch. Kauzální řetězce vzniku těchto poruch jsou často zatemňovány odkazem na fyzikálně-chemické vztahy. Bilanční přístup patologie těchto poruch (při platnosti všech fyzikálně-chemických vztahů) vysvětluje názorněji.

8.1 Patogeneze metabolické acidózy a alkalózy způsobená změnou SID.

Změna hodnoty SID může nastat při převodnění nebo ztrátě vody, které vedou k diluční alkalóze nebo kontrakční acidóze. SID se dále může snížit tím, že složky jednotlivé složky SID (tedy především bikarbonáty) se sníží a jejich místa zaujmou zvýšené chloridy - u pacientů diagnostikujeme hyperchloremickou acidózu. Může nastat i obrácená situace - SID vzroste a koncentrace chloridů se sníží - důsledkem je alkalizace vnitřního prostředí při metabolické alkalóze. Snížení SID, s následnou acidózou, může být také provázeno zvýšením koncentrace aniontů plně disociovaných kyselin, které běžně nestanovujeme (laktátu, ketokyselin, sulfátů apod.) - viz Obr. 19.

bikarbonáty jsou nahrazeny akumulovanými chloridy, deficit bilance bikarbonátů vede k metabolické acidóze. K obdobným důsledkům vede podávání acetazolamidu, diuretika, který blokuje zpětné vstřebávání bikarbonátů v proximálním tubulu.

K hyperchloremické acidóze vede také podávání NH_4Cl , - chlorit se akumuluje v ECT, amonný iont je metabolizován na močovinu a vodíkový iont - resp. spotřebovávány bikarbonát.

8.1.3 Patogeneze hypochloremické alkalózy

Acidózu vyvolává pozitivní bilance bikarbonátů provázená deficitem chloridů - za akumulovaný bikarbonát se z ECT ztrácí chlorid. Typickým projevem je metabolická

acidóza po zvracení nebo odsávání žaludeční šťávy. Acidózu způsobuje bikarbonát, který se vytvořil při sekreci ztracené žaludeční šťávy výměnou za chloridy.

K hypochlorémie vzniká když ztráty chloridů jsou bez odpovídajících ztrát sodíku jako např. při primárním nebo sekundárním hyperaldosteronismu i řadě renálních tubulopatií - např. Bartterovu syndromu, Gittelmanovu syndromu. U těchto stavů je také tendence k pozitivní bilanci bikarbonátů. Aldosteron zároveň působí na alfa-interkalární buňky a zvyšuje acidifikaci moči (a vede k pozitivní bilanci bikarbonátů). Deficit draslíku vede k přesunům draslíku z buněk, výměnou za vodíkové ionty, což vede k pozitivní bilanci bikarbonátů v ECT.

K hypochloremické alkalóze může také vést podávání infúzí a léků kdy příjem sodíku výrazně převyšuje příjem Cl^- , např. NaHCO_3 , Na-laktátu, Na-acetátu, sodných solí léků nebo při aplikaci krevních derivátů s citrátem sodným. Důsledkem je hypochlorémie - organické anionty (laktát, acetát, citrát) se vstřebají jako kyseliny spolu s vodíkovým iontem což vede k pozitivní bilanci bikarbonátů a následné metabolické alkalóze (viz obr 18).

8.1.4 Patogeneze acidózy ze zvýšení silných neměřených aniontů

Neměřené anionty jsou anionty silných kyselin (např. SO_4^{2-}) a také i anionty organických kyselin (laktát, ketolátek a dalších), které jsou při hodnotě plazmatického pH prakticky plně disociovány. Příčinou acidózy nejsou tyto neměřené anionty, ale vodíkové ionty provázející tyto anionty při jejich vstupu do ECT. Důsledkem je negativní bilance bikarbonátů, která vede k příslušným posunům v pufráčních systémech: tj. poklesu pH, snížení hladiny bikarbonátů, snížení SID a BB - pokles SID a BB odpovídá přírůstků hladiny neměřených aniontů.

Jedná se o např. o laktátovou acidózu, ketoacidózu, nebo o acidózu v důsledku tvorby silných kyselin z metabolizovaných exogenních látek - např. po podávání penicilinu. salicylátů aj.

8.2 Patogeneze metabolické acidózy a alkalózy způsobená změnou koncentrace nebikarbonátových pufrů (albuminu a fosfátů)

K nebikarbonátovým pufrům patří albumin a fosfáty. V čistém stavu tato porucha není spojena se změnou SID. V reálných situacích se často jedná o hypoalbumineckou alkalózu, která je ale často skryta jinými acidifikujícími ději. Dále do této skupiny patří hyperfosfatemická acidóza z retencí endogenních fosfátů.

Fosfáty i albumin jsou pufrů, jejichž pufráční kapacita je vzhledem k pufráční kapacitě bikarbonátů velmi malá a vlastní pufráční síla těchto pufrů sama o sobě nemůže vysvětlit příčinu skutečně pozorovaných acidobazických poruch při změně koncentrace těchto pufrů. Hypoalbuminemická alkalóza bývá v klinice nezdědka pozorována (i když často bývá překryta jinými acidobazickými poruchami) (54, 55, 84). Z rovnic fyzikálně-chemických modelů acidobazické rovnováhy jasně vyplývá, že při neměnných hodnotách pCO_2 a SID snížení hladiny albuminu vede k vzestupu pH. Alkalizace byla

prokázána také experimenty in vitro - při neměnném SID pokles hladiny albuminu vede skutečně k vzestupu pH (60). Nicméně někteří autoři koncept hypoalbuminemické alkalózy zpochybňují (46, 70). Bilanční přístup nabízí jasné kauzální vysvětlení fenoménu hypoalbuminemické alkalózy.

8.2.1 Patogeneze hypoalbuminemické alkalózy

Acidobazickou rovnováhu ovlivňuje bilance **tvorby a degradace albuminu**. Negativně nabitý albumin tvořený v játrech je provázen sekrecí vodíkového iontu do ECT (a následnou spotřebou bikarbonátů), a katabolismus albuminu je provázen spotřebou vodíkových iontů (přísunem bikarbonátů do ECT). Za rovnovážného stavu je tvorba a zánik albuminu v rovnováze a neovlivňuje acidobazickou rovnováhu.

Pokud ale dojde k poruše mezi tvorbou a degradací albuminu - výsledkem je porucha bilance. Pokud převáží katabolismus nad produkcí - důsledkem je pozitivní bilance bikarbonátů a hypoalbuminémie. Protože pokles kumulativního náboje albuminů je provázen novotvorbou bikarbonátů, celkové SID se nemění. Příčinou hypoalbuminemické alkalózy v akutních stavech tedy je to, že negativní bilance albuminu je provázena pozitivní bilancí bikarbonátů (Obr. 21).

Příčinou může být snížení syntézy albuminu (kdy rychlost degradace převáží sníženou rychlost syntézy), nebo zvýšené ztráty albuminu ledvinami (při nefrotickém syndromu) - v kyselém pH moči albumin váže více vodíkových iontů než v krvi.

U pacientů s hypoalbuminemickou alkalózou pozorujeme kladnou hodnotu BE, alkalické pH a neměnnou hodnotu SID (15, 55, 77). In vitro pokusy imitovat hypoalbuminemickou alkalózu spočívaly v tom, ve vzorky plazmy s různou hladinou plazmatických bílkovin byly připravovány tak, aby se neměnila hodnota SID (60). Patogenetickou příčinou hypoalbuminémie je potřeba hledat v odpovědi na otázku proč se při hypoalbuminemické alkalóze nemění SID - ekvimolární snížení náboje albuminu je provázeno akumulací bikarbonátů. Pokud trvá hypoalbuminémie delší dobu, regulační mechanismy (ledvinná odpověď) mohou původní metabolickou alkalózu, způsobenou náloží bikarbonátů v důsledku dočasné převahy degradace albuminu nad syntézou korigovat. To je i příčinou proč (zejména chronická) hypoalbuminémie nebývá vždy provázena metabolickou alkalózou (46).

Obdobnou patogenезu má hypofosfatémická alkalóza a hyperfosfatémická acidóza.

8.2.2 Patogeneze hyperfosfatémické acidózy

Tento stav pozorujeme při rozvinutém renálním selhání s výraznou hyperfosfatémií, kdy vzestup fosfatémie (provázené výraznou acidózou) není zanedbatelný. Příčinou acidózy jsou vodíkové ionty provázející vzestup fosfátů. Váží se na bikarbonáty a proto vzestup fosfátů je provázen poklesem bikarbonátů bez změny SID. V reálných situacích však tyto stavy souvisejí ještě i s retencí dalších silných kyselin díky závažné poruše acidifikační schopnosti ledvin při ledvinném selhání, což vede k poklesu SID a vzestupu koncentrace neměřených aniontů.

9 Závěr

Bilanční pojetí acidobazické rovnováhy propojuje klasické pojetí dánské školy se Stewartovým pohledem na acidobazickou regulaci a umožňuje kauzálně (nikoli jen fenomenologicky) vysvětlit patogenезi jednotlivých acidobazických poruch.

Fyzikálně-chemický přístup k popisu acidobazických rovnováh poměrně dobře popisuje chemické rovnováhy v provázaných pufracích systémech plazmy, erytrocytů, intersticiální tekutiny a buněk, jakož i fyzikálně chemické rovnováhy mezi jednotlivými kompartmenty tělních tekutin. Nicméně se zdá, že sám o sobě nestačí (58, 59). Stačí si například uvědomit, že intersticiální tekutina v tkáních je ekvilibrována s odtékající

(venózní) krví a tuto rovnováhu ovlivňuje mimo jiné i perfúze. Ta se ale v různých tkáních liší a navíc je regulována - nelze tedy pro modelování acidobazické a iontové rovnováhy uvažovat intersiciální tekutinu jako jeden homogenní kompartment, jak je to implementováno v některých celotělových modelech acidobazické rovnováhy.

Proto model acidobazické bilance musí uvažovat i cirkulaci a přenos krevních plynů a respektovat nehomogenitu tělesných tekutin v různých tkáních. Uvažování bilancí látkových toků patří k jedním ze základních přístupů k modelování.

Tvorba a validace klinicky využitelných modelů acidobazické bilance je naším dalším cílem.

Literatura

- [1.] Abram SR, Hodnett BL, Summers RL, Coleman TG, Hester RL. Quantitative Circulatory Physiology: an integrative mathematical model of human physiology for medical education. *Adv Physiol Educ* 31: 202–210, 2007.
- [2.] Adrogué HJ, Gennari FJ, Galla JH, Madias NE. Assessing acid–base disorders. *Kidney Int* 76: 1239–1247, 2009.
- [3.] Aiken CGA. History of medical understanding and misunderstanding of Acid base balance. *J Clin Diagn Res* 7: 2038–2041, 2013.
- [4.] Astrup P. A simple electrometric technique for the determination of carbon dioxide tension in blood and plasma, total content of carbon dioxide in plasma, and bicarbonate content in "separated" plasma at a fixed carbon dioxide tension (40 mm Hg). *Scand J Clin Lab Invest* 8: 33–43, 1956.
- [5.] Berend K. Acid-base pathophysiology after 130 years: confusing, irrational and controversial. *J Nephrol* 26: 254–265, 2013.
- [6.] Berend K, de Vries APJ, Gans ROB. Physiological Approach to Assessment of Acid–Base Disturbances. *N Engl J Med* 371: 1434–1445, 2014.
- [7.] Dell RB, Winters RW. A model for the in vivo CO₂ equilibration curve. *Am J Physiol* 219: 37–44, 1970.
- [8.] Doberer D, Funk G-C, Kirchner K, Schneeweiss B. A critique of Stewart's approach: the chemical mechanism of dilutional acidosis. In: *Applied Physiology in Intensive Care Medicine 1*, edited by Pinsky MR, Brochard L, Hedenstierna G, Antonelli M. Springer Berlin Heidelberg, 2012, p. 71–78.
- [9.] Doweiko JP, Nompleggi DJ. Reviews: Role of Albumin in Human Physiology and Pathophysiology. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 15: 207–211, 1991.
- [10.] Dubin A, Estenssoro E. Acid-base balance analysis: misunderstanding the target. *Crit Care Med* 35: 2471–2472, 2007.
- [11.] Dubin A, Meneses MM, Masevicius FD, Moseinco MC, Kutscherauer DO, Ventrice E, Laffaire E, Estenssoro E. Comparison of three different methods of evaluation of metabolic acid-base disorders. *Crit Care Med* 35: 1264–1270, 2007.
- [12.] Engel K, Kildeberg P, Winters RW. Quantitative Displacement of Blood Acid-Base Status in Acute Hypocapnia. *Scand J Clin Lab Invest* 23: 5–17, 1969.
- [13.] Engliš M. Smíšené poruchy acidobazického metabolismu. *Praktický lékař* 52: 558–560, 1972.
- [14.] Engliš M, Jabor A, Kubáč P, Červinka I. Příspěvek k hodnocení metabolické složky poruch acidobazického metabolismu podle Stewartovy a Fenclovy koncepce. *Klin Biochem Metab* 14: 225–227, 2006.
- [15.] Fencel V, Jabor A, Kazda A, Figge J. Diagnosis of Metabolic Acid–Base Disturbances in Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med* 162: 2246–2251, 2000.
- [16.] Fencel V, Leith DE. Stewart's quantitative acid-base chemistry: applications in biology and medicine. *Respir Physiol* 91: 1–16, 1993.
- [17.] Fencel V, Rossing TH. Acid-base disorders in critical care medicine. *Annu Rev Med* 40: 17–29, 1989.
- [18.] Figge J. The Figge-Fencel Quantitative Physicochemical Model of Human Acid-Base Physiology (Version 3.0) [Online]. Figge-Fencel.org - Figge-Fencel Quantitative Physicochemical Model of Human Acid-Base Physiology: 27 October, 2013. <http://www.figge-fencel.org/model.html> [22 Jun. 2016].
- [19.] Figge JJ. The Figge-Fencel Quantitative Physicochemical Model of Human Acid-Base Physiology (Version 3.0) [Online]. figge-fencel.org: October 8, 2012; updated on October 27, 2013. www.FiggeFencel.org [1 Jun. 2016].
- [20.] Figge J, Jabor A, Kazda A, Fencel V. Anion gap and hypoalbuminemia. *Crit Care Med* 26: 1807–1810, 1998.
- [21.] Figge J, Kellum JA, Elbers P. Role of the non-volatile weak acids (albumin, phosphate and citrate). *Stewart's Textbook of Acid Base*. .
- [22.] Figge J, Mydosh T, Fencel V. Serum proteins and acid-base equilibria: a follow-up. *J Lab Clin Med* 120: 713–719, 1992.
- [23.] Figge J, Rossing TH, Fencel V. The role of serum proteins in acid-base equilibria. *J Lab Clin Med* 117: 453–467, 1991.
- [24.] Gezer M, Bulucu F, Ozturk K, Kilic S, Kaldirim U, Eyi YE. Effectiveness of the Stewart Method in the Evaluation of Blood Gas Parameters. *Turk J Emerg Med* 15: 3–7, 2015.
- [25.] Goldberg M, Green SB, Moss ML, Marbach CB, Garfinkel D. Computer-based instruction and diagnosis of acid-base disorders: a systematic approach. *Crit Care Med* 1: 279, 1973.
- [26.] Gomez H, Kellum JA. Understanding Acid Base Disorders. *Crit Care Clin* 31: 849–860, 2015.
- [27.] Green J, Kleeman CR. The role of bone in the regulation of systemic acid-base balance. *Contrib Nephrol* 91: 61–76, 1991.
- [28.] Grogono A, Byles P, Hawke W. An in vivo representation of acid-base balance. *Lancet* 308: 499–500, 1976.
- [29.] Harington CR, Van Slyke DD. On the determination of gases in blood and other solutions by vacuum extraction and manometric measurement. II. *J Biol Chem* 61: 575–584, 1924.
- [30.] Hester RL, Brown AJ, Husband L, Iliescu R, Pruett D, Summers R, Coleman TG. HumMod: A Modeling Environment for the Simulation of Integrative Human Physiology. *Front Physiol* 2: 12, 2011.
- [31.] Jabor A, Kazda A. Modelling of acid-base equilibria. *Acta Anaesthesiol Scand* 39: 119–122, 1995.
- [32.] Jabor A, Kazda A. Evaluation of relations between sodium and chloride ions with respect to acid-base status. In: *Proceedings of the 15th IFCC FESCC European Congress of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine : EUROMEDLAB 2003, Barcelona, Spain, June 1 - 5, 2003*, edited by De Gruyter W. 15th IFCC-FESCC European Congress of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine Euromedlab 2003. Monduzzi, Bologna; 2003, 2003, p. 491 – 493.
- [33.] Kamel KS, Halperin ML. *Fluid, Electrolyte and Acid-Base Physiology: A Problem-Based Approach*. Elsevier Health Sciences, 2016.
- [34.] Kaplan L. Acid-base balance analysis: a little off target. *Crit Care Med* 35: 1418–1419, 2007.
- [35.] Kazda A, Jabor A. Hodnocení vztahů mezi ionty Natria a chloridů při posuzování nálezů acidobazické rovnováhy. *Klin Biochem Metab* 9: 199–201, 2001.
- [36.] Kellum JA. The Acid base pForum [Online]. University of Pittsburgh School of Medicine, Department of Critical Care Medicine Website: 2003. <http://www.ccm.pitt.edu/acid-base-phorum> [22 Jan. 2017].
- [37.] Kellum JA. Clinical review: reunification of acid-base physiology. *Crit Care* 9: 500, 2005.
- [38.] Kellum JA, Kramer DJ, Pinsky MR. Strong ion gap: a methodology for exploring unexplained anions. *J Crit Care* 10: 51–55, 1995.

- [39.] Kishen R, Honoré PM, Jacobs R, Joannes-Boyau O, De Waele E, De Regt J, Van Gorp V, Boer W, Spapen H. Facing acid-base disorders in the third millennium - the Stewart approach revisited. *Int J Nephrol Renovasc Dis* 7: 209–217, 2014.
- [40.] Kofránek J. Komplexní model acidobazické rovnováhy krve. In: MEDSOFT 2009, edited by Zeithallová M. MEDSOFT. physiome.cz, 2009, p. 23–60.
- [41.] Kofránek J. Complex model of acid-base balance. M. Zeithamlová (Editor), MEDSOFT 2009. .
- [42.] Kofránek J. Integrated models of physiological systems as a theoretical foundation for medical training Simulators. Inaugural Lectures of Czech Technical University in Prague 2011: 27, 2011.
- [43.] Kofránek J, Mateják M, Privitzer P, Tribula M, Kulhánek T, Silar J, Pecinovsky R. HumMod-Golem Edition: large scale model of integrative physiology for virtual patient simulators. In: Proceedings of the International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods (MSV). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2013, p. 1.
- [44.] Kofránek J, Matoušek S, Andrlík M. Border flux ballance approach towards modelling acid-base chemistry and blood gases transport. In: Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, <http://www.physiome.cz/references/ljubljana2007.pdf>, edited by Zupanec VB, Karba S, Blažič S. Ljubljana: University of Ljubljana., 2007, p. CD Rom Proceedings: TU–1–P7–4: 1–9.
- [45.] Kofranek J, Matousek S, Rusz J, Stodulka P, Privitzer P, Matejak M, Tribula M. The Atlas of Physiology and Pathophysiology: Web-based multimedia enabled interactive simulations. *Comput Methods Programs Biomed* 104: 143–153, 2011.
- [46.] Kurtz I, Kraut J, Ornekian V, Nguyen MK. Acid-base analysis: a critique of the Stewart and bicarbonate-centered approaches. *Am J Physiol Renal Physiol* 294: F1009–31, 2008.
- [47.] Lemann J Jr, Bushinsky DA, Hamm LL. Bone buffering of acid and base in humans. *Am J Physiol Renal Physiol* 285: F811–32, 2003.
- [48.] Magder S, Emami A. Practical approach to physical-chemical acid-base management. Stewart at the bedside. *Ann Am Thorac Soc* 12: 111–117, 2015.
- [49.] Masevicius FD, Dubin A. Has Stewart approach improved our ability to diagnose acid-base disorders in critically ill patients? *Pediatr Crit Care Med* 4: 62–70, 2015.
- [50.] Mateják M, Kofránek J. Physiomodel - an integrative physiology in Modelica. In: 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). 2015, p. 1464–1467.
- [51.] Matousek S, Handy J, Rees SE. Acid–base chemistry of plasma: consolidation of the traditional and modern approaches from a mathematical and clinical perspective. *J Clin Monit Comput* 25: 57–70, 2010.
- [52.] Matousek S, Kofranek J, Rees SE. Independence of Variables in Stewart’s Model of the Acid-Base Chemistry of the Blood Plasma. *IFAC Proceedings Volumes* 42: 246–250, 2009.
- [53.] Matoušovic K, Martínek V, Kvapil M. Acidobazická rovnováha tělesných tekutin a její kvantitativní fyzikálně–chemické hodnocení. *Aktual Nefrol* 4: 150–156, 2002.
- [54.] Mavromatidou P, Sotirakopoulos N, Tsitsios T. Acid-base disorders in patients with hypoproteinemia [Online]. BANTAO. https://www.researchgate.net/profile/Dontscho_Kerjaschki/publication/241604658_Kerjaschki_D_Lymphatic_neoangiogenesis_in_human_neoplasia_and_transplantation_as_experiments_of_nature_BANTAO_J_4_60-61/links/5655e70608aeafc2aabed83c.pdf#page=105.
- [55.] McAuliffe JJ, Lind LJ, Leith DE, FencI V. Hypoproteinemic alkalosis. *Am J Med* 81: 86–90, 1986.
- [56.] Morgan TJ. Partitioning standard base excess: a new approach. *J Clin Monit Comput* 25: 349–352, 2011.
- [57.] Nicholson JP, Wolmarans MR, Park GR. The role of albumin in critical illness. *Br J Anaesth* 85: 599–610, 2000.
- [58.] Ring T, Kellum JA. Strong Relationships in Acid-Base Chemistry - Modeling Protons Based on Predictable Concentrations of Strong Ions, Total Weak Acid Concentrations, and pCO₂. *PLoS One* 11: e0162872, 2016.
- [59.] Ring T, Nielsen S. Whole-body acid-base modeling revisited. *Am. J. Physiol. Renal Physiol.* .
- [60.] Rossing TH, Maffeo N, FencI V. Acid-base effects of altering plasma protein concentration in human blood in vitro. *J Appl Physiol* 61: 2260–2265, 1986.
- [61.] Seifter JL. Integration of Acid–Base and Electrolyte Disorders. *N Engl J Med* 371: 1821–1831, 2014.
- [62.] Siggaard-Andersen O. The pH-log pCO₂ blood acid-base diagram revised.pdf. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* .
- [63.] Siggaard-Andersen O. The first dissociation exponent of carbonic acid as a function of pH. *Scand J Clin Lab Invest* 14: 587–597, 1962.
- [64.] Siggaard-Andersen O. Blood Acid-Base Alignment Nomogram: Scales for pH, pCO₂, Base Excess of Whole Blood of Different Hemoglobin Concentrations, Plasma Bicarbonate, and Plasma Total-CO₂. *Scand J Clin Lab Invest* 15: 211–217, 1963.
- [65.] Siggaard-Andersen O. An acid-base chart for arterial blood with normal and pathophysiological reference areas. *Scand J Clin Lab Invest* 27: 239–245, 1971.
- [66.] Siggaard-Andersen O. The acid-base status of the blood. Munksgaard., 1974.
- [67.] Siggaard-Andersen O. The van Slyke equation. *Scand J Clin Lab Invest Suppl* 146: 15–20, 1977.
- [68.] Siggaard-Andersen O. Acid-base balance [Online]. *Encyclopedia of respiratory medicine*. <http://www.siggaard-andersen.dk/AcidBaseBalance.pdf>.
- [69.] Siggaard-Andersen O, Engel K. A new acid-base nomogram. *Scand J Clin Lab Invest* 12: 177–186, 1960.
- [70.] Siggaard-Andersen O, Fogh-Andersen N. Base excess or buffer base (strong ion difference) as measure of a non-respiratory acid-base disturbance. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 107: 123–128, 1995.
- [71.] Siggaard-Andersen O, Wimberley PD, Fogh-Andersen N, Gøthgen IH. Measured and derived quantities with modern pH and blood gas equipment: Calculation algorithms with 54 equations. *Scand J Clin Lab Invest* 48: 7–15, 1988.
- [72.] Singer RB, Hastings AB. An improved clinical method for the estimation of disturbances of the acid-base balance of human blood. *Medicine* 27: 223–242, 1948.
- [73.] Sirker AA, Rhodes A, Grounds RM, Bennett ED. Acid-base physiology: the “traditional” and the “modern” approaches. *Anaesthesia* 57: 348–356, 2002.
- [74.] Stewart PA. How to Understand Acid-base: A Quantitative Acid-base Primer for Biology and Medicine. Edward Arnold, 1981.
- [75.] Stewart PA. How to understand acid-based. Elsevier, 1981.
- [76.] Stewart PA. Modern quantitative acid-base chemistry. *Can J Physiol Pharmacol* 61: 1444–1461, 1983.
- [77.] Story DA, Kellum JA. Acid-base balance revisited: Stewart and strong ions. *Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain* 24: 9–16, 2005/3.
- [78.] Tanis J, Nrp JED, Friedman D. Acid-Base Balance Understanding is Critical to Treat Patients. *JEMS* 41: 38–42, 2016.
- [79.] Tuhay G, Pein MC, Masevicius FD, Kutscherauer DO, Dubin A. Severe hyperlactatemia with normal base excess: a quantitative analysis using conventional and Stewart approaches. *Crit Care* 12: R66, 2008.
- [80.] Van Slyke DD. An Apparatus for Determination of the Gases in Blood and Other Solutions. *Proc Natl Acad Sci U S A* 7: 229–231, 1921.
- [81.] Van Slyke DD, Neill JM. The determination of gases in blood and other solutions by vacuum extraction and manometric measurement. I [Online]. *J. Biol. Chem.* <http://www.jbc.org/content/61/2/523.short>.

- [82.] Wagkers GL. *Modern anaesthesiological principles for bulbar polio: manual IPPR in the 1952 polio-epidemic in Copenhagen. Acta Anaesthesiol Scand* 38: 420–431, 1994.
- [83.] Watson PD. *Modeling the effects of proteins on pH in plasma. J Appl Physiol* 86: 1421–1427, 1999.
- [84.] Wilkes P. *Hypoproteinemia, strong-ion difference, and acid-base status in critically ill patients. J Appl Physiol* 84: 1740–1748, 1998.
- [85.] Winters RW, Engel K, Dell RB. *Acid base physiology in medicine: a self-instruction program. London Co., 1967.*
- [86.] Wolf MB. *Whole body acid-base and fluid-electrolyte balance: a mathematical model. Am J Physiol Renal Physiol* 305: F1118–31, 2013.
- [87.] Wolf MB. *Comprehensive diagnosis of whole-body acid-base and fluid-electrolyte disorders using a mathematical model and whole-body base excess. J Clin Monit Comput* 29: 475–490, 2015.
- [88.] Wooten EW. *Analytic calculation of physiological acid-base parameters in plasma. J Appl Physiol* 86: 326–334, 1999.
- [89.] Wooten EW. *Calculation of physiological acid-base parameters in multicompartment systems with application to human blood. J Appl Physiol* 95: 2333–2344, 2003.
- [90.] Wooten EW. *Science review: Quantitative acid–base physiology using the Stewart model. Crit Care* 8: 448, 2004.
- [91.] Wooten EW. *The standard strong ion difference, standard total titratable base, and their relationship to the Boston compensation rules and the Van Slyke equation for extracellular fluid. J Clin Monit Comput* 24: 177–188, 2010.

Kontakt

Doc. MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky

Ústav patologické fyziologie 1. LF UK

U nemocnice 5,

121 53 Praha 2

tel: +420 777 686868

e-mail: kofranek@gmail.com

NAPOJENÍ ZDRAVOTNICKÝCH SYSTÉMŮ NA ZÁKLADNÍ REGISTRY VEŘEJNÉ SPRÁVY: OCHRANA A KONTROLOVANÉ SDÍLENÍ OSOBNÍCH DAT

Jiří Kofránek, Ondřej Felix, Jiří Polák, Jiří Borej

Abstrakt

Propojení zdravotnických informačních systémů na základní registry veřejné správy umožní chránit i kontrolovaně sdílet citlivá osobní data. V článku je popsán princip tohoto propojení, které umožní nahrazení rodného čísla jako klíče k citlivým datům sadou tzv. agendových identifikátorů fyzické osoby (AIFO klíčů). Tím se zajistí bezpečnost citlivých dat a umožní se jejich kontrolované sdílení. Je zdůrazněna důležitost mezioborové spolupráce lékařů – informatiků a legislativců při budování informačních systémů veřejné správy.

Klíčová slova

ehealth, eGovernment, ochrana dat, základní registry, zdravotnické informační systémy

1 Úvod – sdílet a chránit

Zdravotnictví patří k oborům založeným na týmové spolupráci zdravotnického personálu. To vyžaduje oběh značného množství sdílených informací uvnitř nemocnic a poliklinik (vedení chorobopisu, indikovaná terapie, výsledky laboratorních a konziliárních vyšetření atd.) tak i mezi jednotlivými zdravotnickými zařízeními (lékařské zprávy, recepty, žádanky a výsledky vyšetření, záznamy do nejrůznějších specializovaných zdravotnických registrů aj.) i mimo zdravotnictví (lékařské informace, které dostává v písemné či elektronické formě pacient, nejrůznější zdravotnické výkazy pro statistiku, výkazy pro pojišťovny, ekonomické ukazatele aj.). Oběh elektronických dokumentů vyžaduje zabezpečit kompatibilitu přenášených dat. Zároveň se ale jedná o **sdílení vysoce citlivých osobních dat, které kladou vysoké požadavky na jejich ochranu** [2].

Pokud jsou tyto informace předávány a uchovávány v bezpečném síťovém prostředí nemocničních informačních systémů, je ochrana osobních dat zajištěna vlastním síťovým prostředím nemocnice a o zabezpečení kompatibility ukládaných a přenášených formátů dat se stará výrobce příslušného nemocničního informačního systému.

Složitější situace vzniká v případě, kdy chceme zdravotnické (a příslušné návazné ekonomické) informace přenášet mimo toto prostředí. Pak je kompatibilita datových formátů a především **ochrana citlivých osobních dat** ve zdravotnických informačních systémech nezbytnou podmínkou jejich funkčnosti. Proto například není možné sdílet lékařské informace na webových serverech bez zabezpečení ochrany před neoprávněným přístupem.

S problematikou sdílení a zároveň bezpečné ochrany dat se setkáváme např. v internetovém bankovníctví – bankovní účet chceme mít přístupný přes internet, zároveň ho chceme dostatečně chránit. K tomu, abychom se do spravování svého účtu dostali, potřebujeme v internetovém bankovníctví ověřit svoji identitu a s ní spojená práva

k ovládnutí bankovního účtu – v závislosti na internetovém bankovníctví k tomu používáme různé prostředky – (pin, čipovou kartu, mobilní telefon apod.). Představa, že k ověření naší identity k účtu v bance by v internetovém bankovníctví stačilo rodné číslo, je absurdní – hrozba zneužití by zřejmě byla neadekvátně vysoká. Ve zdravotnictví je však rodné číslo dosud často používaným identifikátorem pro přístup k údajům ve zdravotnických databázích.

Program, který s námi v internetovém bankovníctví komunikuje – se v informatické hantýrce nazývá „front office“, celé složitá struktura asistenčních služeb, která na pozadí ověřuje naši identitu, nastavuje práva k účtu a podle nich zprostředkuje nástroje k manipulaci s účtem, se nazývá „back office“.

Obdobně, ve zdravotnických informačních systémech za nejrůznějšími „front office“ programy komunikujícími s lékaři a dalšími zdravotnickými pracovníky stojí na pozadí „back office“ – asistenční služby, které zařizují ověření identity a podle přístupových práv bezpečnou manipulaci s daty. Je zřejmé, že obdobně jako v internetovém bankovníctví, ve zdravotnických informačních systémech rodné číslo jako univerzální identifikátor do budoucna nestačí.

2 Citlivá a „necitlivá“ data

Rozvoj informačních technologií, možnosti sdílení a propojování údajů v internetu, široké používání sociálních sítí, vyhledávacích služeb a na nich napojené zacílené reklamy vede k tomu, že z informačních sítí lze vhodnými vyhledávacími algoritmy získat i mnoho zneužitelných nedostatečně chráněných citlivých osobních dat. Proto v celé Evropské unii se stále více ozývají požadavky na zpřísnění ochrany osobních údajů. Proto bylo v dubnu přijato nařízení GDPR (General Data Protection Regulation) podstatně zpřísnující ochranu osobních dat v informačních systémech. Týká se všech firem, institucí, jednotlivců a online služeb, které zpracovávají data uživatelů, s cílem dát evropským občanům větší kontrolu nad tím, co se s jejich daty děje. Toto nařízení začíná platit od 25. května 2018. Přináší přísná pravidla, která budou velmi nekompromisně vymáhána i za cenu astronomických pokut za jejich porušení. Tato nová přísná pravidla proto musí být důsledně implementována zejména v informačních systémech pracujících s citlivými zdravotnickými údaji pacientů.

Kdy jsou ve zdravotnických informačních systémech zapotřebí osobní údaje? Zdaleka ne vždy.

Existuje řada situací, kdy při zpracování zdravotnických dat citlivé údaje nejsou zapotřebí. Pokud např. zpracováváme údaje ze zdravotnických databází za účelem statistických šetření, výzkumu, ekonomických analýz, zdravotnického výkaznictví apod., pak si vystačíme s anonymizovanými údaji, kde **pacient je zastoupen bezvýznamovým**

identifikátorem, tj. nějakým jedinečným číslem, kterým tohoto pacienta identifikujeme, ale z kterého nelze bezprostředně určit jeho totožnost.

Jiná situace nastává, pokud provádíme **klinické vyšetření pacienta**. V těchto případech nám bezvýznamový identifikátor nestačí, protože potřebujeme ze zdravotnických databází vyhledat a do nich ukládat údaje o jeho zdravotním stavu, výsledcích vyšetření a zvoleném léčení. K tomu ale potřebujeme **jednoznačný identifikátor pacienta**.

Co ale má být tímto jednoznačným identifikátorem? Má jim být rodné číslo, číslo pojistěnce, číslo občanského průkazu nebo pasu, číslo sociálního pojištění nebo nějaký jiný identifikátor? Nic podobného! Klíčem k citlivým chráněným datům uloženým ve zdravotnických databázích musí být opět **bezvýznamový identifikátor pacienta**, tj. číslo, které ho jednoznačně identifikuje, ale které **bez dalších nástrojů nelze ztotožnit s daným pacientem**.

Nástrojem, který umožní ztotožnit číslo, které slouží v dané zdravotnické databázi identifikátorem pacienta, s jeho jménem, příjmením, datem narození, rodným číslem apod. – tedy s jednoznačným identifikátorem pacienta, slouží asistenční služby (tzv. „back office“) **eGovernmentu**, tvořený základními registry veřejné správy. Propojení zdravotnických databází se základními registry eGovernmentu umožní jak **ochranu** tak i **kontrolované sdílení** citlivých osobních dat o zdravotním stavu [1, 3, 4].

3 Jádro eGovernmentu – základními registry veřejné správy

Každá státní správa v té či oné formě vede tři základní údaje – o svých obyvatelích, o registrovaných právnických osobách (podnicích, institucích apod.) a o pozemcích a budovách, zkrátka o nemovitostech. Jádro eGovernmentu proto také tvoří databáze, které obsahují údaje o obyvatelích, právnických osobách a nemovitostech (Obr. 1).

První databází je **Registr obyvatel**. Obsahuje údaje o fyzických osobách – všech občanech ČR i všech cizincích s povolením k pobytu, azylantech nebo cizincích, kterým byla udělena doplňková ochrana, případně i údaje o dalších fyzických osobách, o kterých vedení v registru nařídí nějaký další právní předpis. Registr obyvatel tedy vede údaje o všech obyvatelích České republiky. A to žijících i mrtvých (registr obyvatel dnes obsahuje cca 16 miliónů údajů o zemřelých).

Druhou databází je **Registr osob** sloužící k evidenci právnických osob a jejich organizačních složek, organizací, institucí a organizačních složek státu i podnikajících fyzických osob – jinak řečeno všech těch entit, kterým bylo přiděleno IČO. Protože fyzické osoby mohou být majiteli či statutárními zástupci příslušných právnických osob či institucí, je Registr osob vzájemnými odkazy propojen s Registrem obyvatel.

Každá fyzická či právnická osoba má nějaké bydliště či adresu, případně může vlastnit nějakou nemovitost. Proto třetím základním registrem veřejné správy je **Registr územní identifikace, adres a nemovitostí**. Slouží k evidenci údajů o územních prvcích, údajů o územně evidenčních jednotkách, adresách, územní identifikaci a dalších údajích o územních prvcích, např. o tzv. „technickoekonomické atributy“ budov (počet podlaží, výměra, připojení na plyn, kanalizaci, vodu, způsob vytápění aj.).

Registr obyvatel, Registr osob a Registr územní identifikace, adres a nemovitostí jsou propojeny **vzájemnými odkazy**, což umožňuje vést základní údaje o fyzických osobách, právnických osobách a institucích, adresách a nemovitostech **na jednom místě**. Změna příjmení, změna adresy či třeba založení živnosti nějakou fyzickou osobou se projeví ve všech propojených odkazech, jak uvnitř základních registrů veřejné správy, tak i ve všech informačních systémech se základními registry propojených.

Protože k základním registrům veřejné správy jsou připojeny i další informační systémy, je nutno pečlivě hlídat i přístupová práva k údajům v nich obsažených. Proto existuje

Na informační systém základních registrů jsou **připojeny** další informační systémy – tzv. **agendové informační systémy**, které řeší nejrůznější agendy veřejné správy.

Toto uspořádání má tu výhodu, že základní data o obyvatelích, právnických osobách a institucích, adresách a nemovitostech i přístupových právech jsou **uloženy na jednom místě** a jakákoliv **změna** údajů (změna příjmení nebo narození či úmrtí fyzické osoby, změna adresy fyzické či právnické osoby apod.) se v informačních systémech **zapíše jen jednou** na příslušném místě, a všechny **ostatní propojené systémy** o tom **ihned vědí**. Občan nebo příslušná instituce (třeba matrika) tak např. může sám iniciovat změnu údajů v základních registrech (např. přestěhování, svatba apod.) a právně příslušný editor daného informačního systému pak provede změnu, která se okamžitě projeví ve všech propojených informačních systémech.

V informačních systémech veřejné správy je nutno zajistit nejen **sdílení a propojení** uložených dat, ale také i důslednou **ochranu osobních údajů**. K tomu slouží jednoduchý princip.

Každé fyzické osobě informační systém ORG vygeneruje **sadu klíčů**. Každá fyzická osoba pak má pro každý k základním registrům připojený agendový informační systém (ale i pro samotný Registr obyvatel) vygenerovaný různý klíč – tzv. **Agendový identifikátor fyzické osoby (AIFO)**.

Používání **rodného čísla** jako univerzálního identifikátoru fyzické osoby je tedy **nahrazeno sadou bezvýznamových identifikátorů – klíčů AIFO**, tj. čísel, které slouží jako identifikátory fyzické osoby v jednotlivých agendových informačních systémech (viz Obr. 1).

Podstatné je, že **AIFO klíče** se budou **pro jednotlivé agendy nebo skupiny agend lišit**, a neumožní tak při znalosti jednoho identifikátoru vyhledávat údaje o fyzické osobě v agendě jiné. Jediným místem, kde budou všechny tyto identifikátory uloženy, je právě Informační systém ORG.

Systém ORG provádí (v souladu s přístupovými údaji v Registru práv a povinností) **převod AIFO** jednoho informačního systému (např. Registru obyvatel) na AIFO jiného informačního systému – a tím **umožňuje řídit přístupy i propojování jednotlivých agendových informačních systémů**. Zároveň umožňuje **monitorovat** tyto přístupy a díky „paměťovým stopám“ v Registru práv a povinností registrovat „kdo, kde, kdy a proč“ se díval nebo měnil nějaké údaje v příslušném informačním systému.

Podstatné je, že v systému **ORG převodníku** ale **nejsou uloženy žádné další údaje fyzických osob**, takže ani znalost všech identifikátorů neumožňuje Úřadu ochranu osobních údajů (ani nikomu jinému) zjistit jejich přiřazení jednotlivým fyzickým osobám. Touto cestou může tedy realizace projektu základních registrů výrazně přispět k ochraně osobních údajů občanů.

Důležité je, že systém základních registrů veřejné správy jako jádro propojených agendových informačních systémů **není jen koncept, ale již fungující informační systém**. Do března minulého roku bylo např. přiděleno více než 262 milionů různých AIFO klíčů,

čtvrtý základní registr – **Registr práv a povinností**. Tento registr slouží jako zdroj údajů pro řízení přístupu uživatelů k údajům v jednotlivých základních registrech i k údajům v zvnějšku propojených informačních systémech. To znamená, že kdykoliv se někdo pokusí získat z registrů nějaký údaj, nebo ho dokonce změnit, bude systém posuzovat, zda to bude dovolené a jestli má na to právo ze zákona. V Registru práv a povinností jsou uchovávány záznamy, tzv. „digitální stopy“ o provedených transakcích. Díky tomu bude mít každý občan možnost se dozvědět, **kdo, kdy a za jakým účelem** data o něm vedená v základních registrech měnil nebo upravoval (viz Obr. 2).

4 Klíče k osobním údajům – sada AIFO klíčů

Každá fyzická osoba, která je uvedena v Registru obyvatel, má přidělen jednoznačný identifikátor – tzv. **Zdrojový identifikátor fyzické osoby (ZIFO)**. Tento univerzální klíč ale není součástí Registru obyvatel. Zaslouhuje si tu nejpřísnější ochranu. Proto je ukryt ve speciálním informačním systému – tzv. **ORG převodníku (převodníku identifikátorů)**. Org převodník spravuje Úřad pro ochranu osobních údajů a klíč ZIFO v něm pečlivě chrání. Odnikud zvnějšku (mimo Org převodník) není klíč ZIFO přístupný. ORG převodník není přímo napojen na základní registry – komunikuje s nimi pouze přes informační systém základních registrů.

nyní odhadem to bude o více než sto miliónů více.

5 Propojení zdravotnických informačních systémů se základními registry eGovernmentu

Ukažme si (s určitým zjednodušením), jak budovaný Národní zdravotnický informační systém bude spolupracovat se základními registry veřejné správy.

Pokud zdravotnický pracovník, např. nějaký lékař či lékařka bude potřebovat pracovat s nějakým agentovým zdravotnickým registrem, nejprve musí prokázat, že k práci s daným zdravotnickým informačním systémem má právo přístupu (Obr. 3). Použije svůj přístupový identifikátor – třeba občanský průkaz s čipem – a **Národní identitní autorita zdravotnického pracovníka** identifikuje a nalezne jeho příslušný záznam v Národním registru zdravotnických pracovníků.

Národní registr zdravotnických pracovníků bude budován jako agendový informační systém – tj. každý zdravotnický pracovník v něm bude mít jedinečný AIFO klíč, a tento

AIFO klíč – AIFO(NRZP), bude poslán do informačního systému základních registrů.

Registr práv a povinností zjistí, že lékař/lékařka má k příslušnému agendovému zdravotnickému registru **právo přístupu** a poté ORG převodník pro tohoto zdravotnického pracovníka **vyhledá další AIFO klíče**. Jeden AIFO klíč je určen pro agendový zdravotnický registr – AIFO(ZR), a druhý AIFO klíč – AIFO(RO) je určen pro registr obyvatel.

AIFO klíč pro zdravotnický registr zdravotnickému pracovníku tento registr **zpřístupní**, a AIFO klíč pro registr obyvatel **vyhledá příslušné jméno a příjmení zdravotnického pracovníka v registru obyvatel**.

Nyní se musí zjistit identifikátor pacienta (obr 4). Pacient má např. u sebe kartičku pojištěnce – a podle čísla pojištěnce (nebo případně i z rodného čísla) v **Centrálním registru pojištěnců** (který bude také vybudován jako agendový registr) se zjistí agendový identifikátor pacienta pro centrální registr pojištěnců. Tento agendový identifikátor – AIFO(CRP) bude poslán do informačního systému základních registrů a na informační systém základních registrů připojený ORG převodník **vyhledá dva AIFO klíče pacienta – AIFO klíč pro zdravotnický registr – AIFO(ZR) a AIFO klíč pro registr obyvatel – AIFO(RO)**. První klíč bude identifikátor pro vyhledávání záznamů o daném pacientovi ve zdravotnickém registru, druhý identifikátor vygeneruje jméno, příjmení, rodné číslo pacienta (eventuálně, s využitím propojeného agendového systému občanských

průkazů i fotografií pacienta).

Podle AIFO(ZR) pacienta se ve zdravotnickém registru **vyhledají záznamy o minulých vyšetřeních a léčbě pacienta** a také **agendový identifikátor ošetřujícího lékaře AIFO(ZR)**, který provedl záznam (viz Obr. 5).

Aby se zjistilo jméno a příjmení ošetřujícího lékaře, musí se v ORG registru podle AIFO(ZR) **vyhledat jeho identifikátor pro registr obyvatel – AIFO(RO)**. V registru obyvatel se podle tohoto identifikátoru nalezne **jméno a příjmení ošetřujícího lékaře**. Je nutno poznamenat, že registr obyvatel obsahuje záznamy i o zemřelých osobách, takže pokud ošetřující lékař již není na živu, z registru obyvatel nezmizí.

Pokud zdravotnický pracovník provede **další záznam do registru** (např. o provedených vyšetřeních a léčbě pacienta) – a tento záznam chce uložit jako **novou položku** do zdravotnického registru, **klíčem** k tomuto záznamu bude opět **AIFO(ZR) pacienta**, a jako **ošetřující lékař** bude v registru zdravotnický pracovník zapsán svým **AIFO(ZR) identifikátorem** (viz Obr. 6).

Ve zdravotnickém registru budou **pacienti i ošetřující lékaři zaznamenáni pouze jako čísla** – bezvýznamové identifikátory. Citlivá data budou tedy **anonymizována** – budou bez identifikace fyzické osoby. Vlastní zdravotnický registr tedy nebude obsahovat žádné citlivé osobní údaje (viz Obr. 7). Identifikovat pacienta (i ošetřujícího lékaře)

bude možné pouze při propojení s informačním systémem základních registrů, a toto propojení bude umožněno pouze oprávněným osobám. Toto oprávnění bude řízeno s využitím registru práv a povinností a přístup registru bude monitorován.

Propojení zdravotnických informačních systémů na základní registry eGovernmentu tedy umožňuje data zároveň **chránit proti zneužití i kontrolovaně sdílet**.

Národní zdravotnický systém je v současné době ve stádiu projektu a budování. **Základní registry eGovernmentu jsou však již dnes funkční systém.**

6 Nezbytný předpoklad: legislativa

Pro občana platí, že činnosti, které nejsou legislativně upraveny, je dovoleno vykonávat libovolným způsobem. Ve veřejné správě je to naopak. Veřejná správa může vykonávat jen to, co jí zákon umožňuje. Ve veřejné správě je nutné veškerou činnost mít ošetřenou **legislativně** (veřejná správa může dělat jen ty činnosti, která má popsány v zákonech a nařízeních). Proto je důležité, že struktura i funkce základních registrů a jejich propojení na agendové informační systémy je **legislativně ošetřeno** zákonem č. 111/2009 Sb. pozdějšími předpisy.

Národní zdravotnický informační systém, napojený na základní registry eGovernmentu je zatím v projektu – **technologicky je napojení na jádro eGovernmentu vyřešeno**, toto napojení však musí být s dostatečnou přesností a jednoznačností popsáno i v legislativě,

a v nejbližší budoucnosti bude nutno stávající legislativu upřesnit.

Napojení na základní registry eGovernmentu není zamýšleno jen pro státem vytvářený Národní zdravotnický informační systém.

Služeb základních registrů budou moci využívat i **soukromí budovatelé zdravotnických informačních systémů** – jako poskytovatelé zdravotních služeb.

Projekt Národního informačního systému počítá i se službami pro soukromě budované zdravotnické informační systémy.

Podrobný aktuální popis funkce základních registrů je popsán v portálu správy základních registrů (<http://www.szrcr.cz>). Portál správy základních registrů [5] obsahuje mimo jiné i **podrobný popis pro správce a vývojáře informačních systémů** využívajících základní registry.

Vlastní technologie napojení zdravotnických informačních systémů na základní registry eGovernmentu však není závažným problémem. Hlavní problém při tvorbě Národního zdravotnického systému je **mezioborová komunikace**.

Zdravotnické informační systémy mají ulehčit práci zdravotníkům. Prvním problémem je mezioborové porozumění mezi zdravotníky a informatiky. Informační systémy musí vznikat v neustálém vzájemném dialogu. Bez určitého překryvu znalostí se to ale neobejde. Informatici musí pochopit potřeby zdravotníků a nabídnout efektivní informatické řešení jejich potřeb, zdravotníci musí pochopit možnosti a způsob fungování navrhovaného informatického řešení.

Národní zdravotnický systém musí být legislativně ošetřen – **to ovšem vyžaduje také mezioborové porozumění i mezi informatiky, zdravotníky a legislativci**, a konec konců i mezi **politiky**. Legislativci musí dobře pochopit strukturu a funkci navrhovaného informatického řešení a na základě tohoto pochopení legislativně dostatečně

jednoznačně popsat procesy zaručující kontrolované sdílení i ochranu osobních údajů v budovaném národním zdravotnickém informačním systému. Zde jsou zatím bohužel ještě velké problémy.

Z **nedostatečné vzájemné komunikace a částečného nepochopení vznikají problémy**, které nakonec vedou i ke zbytečným sporům na půdě Poslanecké sněmovny i Senátu.

7 Závěr

1. Podstatné je, že **základní struktura eGovernmentu v ČR není jen koncept, ale fungující systém**, kde, obrazně řečeno, mozem jsou registry veřejné správy, srdcem je legislativa, oběhem je komunikační infrastruktura veřejné správy a prsty jsou kontaktní místa veřejné správy s občany. Jedním z těchto míst jsou i zdravotnická zařízení a eGovernment, lze rozšířit i pro eHealth.
2. **Rodné číslo** je dobrý a v naší zemi tradiční koncept, který umožní **jednoznačně identifikovat občana jedním číslem**. Rodné číslo používáme v nejrůznějších dokladech – v občanském průkazu, pasu, řidičském průkazu, průkazu pojištěnce i jinde. Používání rodného čísla jako klíče k citlivým osobním datům je nebezpečné, protože podporuje možnost zneužití. Rodné číslo je totiž snadno získatelné, není chráněným údajem, a proto ho nelze používat jako univerzální klíč k osobním datům. Je možné i nutné ho **nahradit sadou AIFO klíčů**.
3. Při propojení agentových informačních systémů k informačnímu systému základních registrů je **přístup k osobním datům monitorován**. Proto je možné **zodpovědnost za eventuální úniky dat** snadno dohledat.
4. Díky monitorování můžeme dohledat informace o zacházení s osobními údaji konkrétní fyzické osoby – **zjistit „co, kdo, kdy a proč“** – což dává možnost, aby fyzická osoba (pacient) snadno získala informace o zacházení s jeho osobními údaji, v daném případě tedy o všech záznamech ve zdravotní dokumentaci a s nimi spojených vykazovaných nákladech.
5. Od 25. května 2018 začne v Evropské unii platit **nařízení GDPR** (General Data Protection Regulation) zpřísňující pravidla zacházení s osobními údaji. Propojení zdravotnických informačních systémů na základní registry eGovernmentu a příslušná legislativa, která toto propojení specifikuje, **umožní tato zpřísňená pravidla bez problémů splnit**.
6. **Klíčovým** pro další rozvoj zdravotnických informačních systémů je **vzájemná komunikace a multidisciplinární porozumění mezi informatiky, zdravotníky a legislativci**.

Literatura

- [1.] Felix, O. (2012). *Základní registry z pohledu architekta celého řešení*. Informační bulletin, Úřad pro ochranu osobních údajů. vol. 13, 2012 (1), str. 2–6.
- [2.] Kasal, P., Svačina, Š., Kofránek, J. (2008). *Teze rozvoje eHealth v České republice*. In MEDSOFT 2008, (Milena Ziehamlová, Ed.) Praha: Agentura Action M, Praha 2008, s. 23–35. ISBN 978-80-86742-22-9.
- [3.] Kofránek, J. (2012). *Jak propojit informační systémy veřejné správy a nevytvořit „velkého bratra“*. Informační bulletin, Úřad pro ochranu osobních údajů. vol. 13, 2012 (1), str. 25–30.
- [4.] Kofránek, J. (2013) *Jak informatizovat zdravotnictví a nevytvořit přitom velkého bratra*. In MEDSOFT 2013, (Milena Zeithamlová, Ed.) Praha: Creative Connections, Praha 2013, s. 55-63, ISSN 1803-8115, dostupné z http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2013/Medsoft_2013_Kofranek.pdf
- [5.] *Správa základních registrů*. (2017) [online]. Dostupné z <http://www.szrcr.cz> [cit. 14.3.2017]

Kontakt

Doc. MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky, ÚPF 1.

LF UK

Praha U nemocnice 5, 128 53 Praha 2

tel: 777686868

e-mail: kofranek@gmail.com

Ing. Ondřej Felix, CSc.

Digital Champion Czech Republic

Odbor Hlavního architekta eGovernmentu

Ministerstvo vnitra ČR Ministerstvo vnitra

nám. Hrdinů 1634/3, 140 21 Praha 4

tel: 974 817 402

Email: ondrej.felix@me.com

Ing. Jiří Polák, CSc.

výkonný ředitel České asociace manažerů informačních
technologií (CACIO)

Vltavská 14 150 00

Praha 5

tel: 267 053 400

Email: jiri.polak@cacio.cz

ing. Jiří Borej

koordinátor Národní strategie elektronického zdravotnictví

Ministerstvo zdravotnictví ČR

Palackého nám. 4

128 01 Praha 2

MODEL CÍRKULACE JAKO VÝUKOVÁ POMŮCKA

Jiří Kofránek, Martin Tribula, Pavol Privitzer

Abstrakt

Vytvořili jsme velmi jednoduchý model hemodynamiky, který je možno spustit ve webovém prohlížeči. Navenek je model realizován jako interaktivní obrázek. I přes jeho jednoduchost se v praxi ukázalo jeho dobré pedagogické uplatnění pro vysvětlování patogeneze cirkulačního selhávání a šoku.

Klíčová slova

cirkulace, patofyziologie, simulace, výuka

1 Úvod

Simulační modely ve výuce medicíny jsou účinnou výukovou pomůckou, která umožní názorně, pomocí simulační hry s modelem vysvětlit dynamické souvislosti regulace fyziologických dějů v normě i v patologii a přispět tak k pochopení patogeneze řady chorob. Častým objektem pro výukové modely v medicíně je cirkulační systém. Již koncem sedmdesátých let Guyton využíval ve výuce budoucích lékařů svůj klasický integrativní model návaznosti cirkulačního systému (5), Coleman v roce 1983 tento model rozšířil speciálně pro potřeby výuky nejen cirkulačního systému a pod názvem HUMAN jej

nabízel ve formě zdrojového textu ve Fortranu (2). Speciálně pro výukové účely byl potom vyvinut rozsáhlý integrativní model pod názve Quantitative Circulatory Physiology (QCP) (1), který byl základem současného nejrozsáhlejšího modelu lidské fyziologie HumMod (6, 9, 10) (viz www.hummod.org). V současné době autoři HumModu vyvinuli (placenou) nadstavbu pro využití tohoto rozsáhlého modelu ve výuce s názvem „Just Physiology“ (<http://justphysiology.com>).

2 Méně někdy znamená více

Pro pochopení fyziologických procesů je velmi podstatné chápat návaznosti jednotlivých fyziologických systémů, například souvislosti cirkulačního systému, regulace objemu a osmolarity, regulace krevních plynů, regulace acidobazické a iontové homeostázy, regulační úloha respirace a ledvin – to vše spolu úzce souvisí a právě integrované modely fyziologických systému mohou dynamické souvislosti mezi těmito fyziologickými subsystémy názorně demonstrovat.

Využívat rozsáhlé a komplikované celotělové modely integrativní fyziologie pro výuku se stovkami proměnných je však náročné jak pro vyučujícího tak i pro studenty. V minu-

losti jsme se pokoušeli ve výuce patofyziologie použít rozsáhlý model QCP (předchůdce HumModu), ale právě díky složitosti ovládnání s nevalným pedagogickým úspěchem.

Větší pedagogický efekt pro studenty medicíny než rozsáhlé integrativní modely mají podle našich zkušeností modely jednotlivých fyziologických systémů.

Pro výuku cirkulační fyziologie a patofyziologie existuje řada ve výuce dobře uplatitelných modelů. Pro výuku fyziologie a patologie EKG se nám ve výuce osvědčil (volně šiřitelný) model holandských autorů (3) ECGSIM (<http://www.ecgsim.org>). Pro porozumění cirkulační mechaniky je vynikajícím nástrojem (volně šiřitelný) model dalších holandských autorů z Maastrichtu (8) nazvaný CircAdapt (<http://www.circadapt.org>).

Nicméně, k našemu překvapení, ve výuce patofyziologie cirkulace se nám dobře osvědčuje začít s nejjednodušším modelem cirkulačního systému založeném na několika velmi jednoduchých rovnicích.

3 Nejjednodušší model hemodynamiky

Nejjednodušší model hemodynamiky je tvořen instancemi tří komponent. Těmito komponenty jsou:

1. **Odpor** – průtok (Q) je dle Ohmova zákona úměrný tlakovému gradientu mezi vtokem (Pin) a výtokem (Pout):

$$Q = (P_{in} - P_{out})/R$$

2. **Elastické kapacitní cévy** – jejich chování je zobrazeno na Obr. 1. Pokud objem cév (V) bude menší než reziduální objem (V0), pak transmuranální tlak v cévě bude nulovým. Když bude větší, pak tlak bude úměrný elastickému objemu (V-V0) a elasticitě (e) (tj. tuhosti) cévy a nepřímo úměrný poddajnosti (c). Tedy:

Když $V > V_0$, pak:

$$P = e \cdot (V - V_0) = (1/c) \cdot (V - V_0)$$

jinak:

$$P = 0.$$

Vliv kontrakce hladké svaloviny v kapacitních cévách na krevní tlak znázorňuje Obr. 2. Změnou reziduálního objemu (a mírným zvýšením elasticity, resp. mírným snížením poddajnosti) můžeme modelovat zvýšení tonu kapacitních cév.

3. **Srdeční pumpa** – je modelována tím nejjednodušším způsobem jako pumpa jejíž průtok (Q) je úměrný tlaku krve (P) na jejím vstupu:

$$Q = k P$$

Tímto způsobem se modeluje Starlingova křivka – tj. závislost minutového objemu srdečního na plicním tlaku. Ve skutečnosti je tato křivka nelineární – a zde je pro jednoduchost nahrazena přímkou. Čím větší je koeficient „k“ tím výkonnější je pumpa – zvýšením hodnoty koeficientu „k“ modelujeme vliv sympatiku na frekvenci srdeční

a inotropii srdce, poklesem koeficientu „k“ můžeme simulovat insuficienci. Srdeční výdej je tady závislý pouze na preloadu (navíc pouze lineárně), tlak v arteriálním řečišti (afterload) na výkon srdce v tomto modelu se neuvažuje.

Struktura modelu sestává z dvou odporů (plicního a celotělového systémového), čtyř bloků elastických kapacitních cév (systémových arterií, systémových žil, plicních arterií a plicních žil), a dvou srdečních pump. Dále je v modelu uvažován celkový objem krve a celkový neelastický reziduální objem krve (součet objemů čtyř bloků elastických kapacitních cév).

Model byl implementován v Modelice a prostřednictvím naší technologie popsané v (7) byl implementován jako Silverlightová aplikace jako součást našeho Atlasu fyziologie a patofyziologie (<http://physiome.lf1.cuni.cz/SimpleCirculation>). Změna politiky Microsoftu a ukončení širší podpory pluginů Silverlightu v nových internetových prohlížečích přinesla jisté potíže pro bezproblémové spuštění tohoto modelu – model lze

nyní bez problému spustit v Internet Exploreru, avšak v prohlížeči Google Chrome ho už nespustíte. Proto jsme se věnovali upgradu tohoto programu s cílem umožnit jeho spouštění jako aplikace pro Windows.

4 Simulace fyziologie a patofyziologie cirkulace v nejjednodušším modelu hemodynamiky

Pro představu o možnostech modelu uvádíme na Obr. 3–12 některé simulační výukové hry s modelem.

Model byl implementován jako interaktivní obrázek (Obr. 3). Můžeme v něm interaktivně nastavovat důležité parametry – sklony Starlingových křivek (Obr. 4), periferní a pulmonární rezistence, poměr neelastického a elastického objemu náplně cév, poddajnosti arterií a vén a také celkový objem krve.

Model záměrně nemá implementované fyziologické řízení. Cílem simulačních her s tímto modelem je ozřejmit si vliv parametrů hemodynamiky (inotropie a frekvence srdce, odporů, poddajností, svalového tonu velkých cév a následné změny elastického a neelastického objemu, i objemu cirkulující krve), které jsou v organismu řízeny a pochopit tak význam regulačních zásahů.

Model umožňuje nahradit srdce krevními pumpami. Pokud nahradíme jak levé tak i pravé srdce externími krevními pumpami, pak se snadno přesvědčíme, že malé rozdíly v nastavení průtoku levého a pravého srdce vedou k akumulaci objemu krve v malém

nebo velkém oběhu a následnými prudkými změnami tlaků. Pokud externí pumpu umístíme jenom do jedné poloviny srdce, pak se zbývající srdeční komora přizpůsobí nastavenému minutovému objemu a průtok levým a pravým srdcem bude stejný. Když např. pumpa umístěná místo pravého srdce zvýší srdeční minutový objem, pak se v plicních žilách bude hromadit krev. Tím ale stoupne plicní tlak pro levou komoru a důsledkem bude (podle Starlingova zákona) že minutový objem levé komory se zvýší a vyrovná se nastavenému minutovému objemu pravé komory. Pokud naopak průtok srdeční pumpy v pravém srdci snížíme, do plicního oběhu bude vtékat méně krve než z něj vytékat, náplň plicních žil – a tudíž i plicní tlak pro levé srdce se sníží. Díky posunu po Starlingově křivce se sníží i minutový výdej levé komory na úroveň, kterou jsme nastavili v čerpadle pravé komory. Proto můžeme nastavením průtoku pravostranné srdeční pumpy regulovat minutový objem i levé komory. Pokud čerpadla vyměníme, můžeme na modelu sledovat, že i pravé srdce se přizpůsobí podle nastavení minutového průtoku

externím čerpadlem levé komory. Z těchto simulačních experimentů je pak jasné, že význam Starlingova zákona – že srdeční výdej závisí na plnicím tlaku – spočívá v tom, že umožňuje přizpůsobení jedné srdeční komory druhé. Z toho mimo jiné také vyplývá, že při insuficienci pravého srdce, a v důsledku toho sníženém minutovém průtoku, dojde i ke snížení minutového průtoku levé komory (a obráceně).

Model umožňuje zkoumat vlivy které řídí žilní návrat a v simulačním experimentu vytvářet křivky venózního návratu (Obr. 5–9).

Pomocí simulačních her s modelem můžeme zkoumat vývoj srdečního selhání a význam a uplatnění jednotlivých adaptačních faktorů při selhávání oběhu (Obr. 10–12).

Model využíváme šířeji než je demonstrováno na obrázcích 3–12. Na modelu např. demonstrujeme specifické rysy, kterými jsou charakterizovány jednotlivé druhy šoku (např. ukazujeme, jak se při různých druzích šoku posouvají Starlingovy křivky a křivky venózního návratu).

Model cirkulace je hraničně jednoduchý – avšak vystihuje základní parametry, které integrálně charakterizují cirkulační systém jako celek. Je zajímavé, že obdobný model se dá využít i v klinice – například skupina ve Vědeckém kardiologickém centru A. N. Bakuleva v Moskvě používá obdobný model, jehož parametry individuálně identifikuje s klinickými daty konkrétních pacientů (11).

4 Závěr

Na příkladu jednoduchého modelu cirkulace se ukazuje, že jednoduché a přehledné modely bez implementovaných fyziologických regulací mají význam pro pochopení základních vztahů ve studovaném fyziologickém subsystému. Tím, že v simulačních experimentech můžeme experimentovat s jednotlivými proměnnými, které jsou ve fyziologickém systému regulované, můžeme pochopit význam těchto regulací.

Pro pedagogický dopad má význam i způsob prezentace – interaktivní animované obrázky řízené modelem mají pro pochopení větší význam než pouhá sada křivek průběhů jednotlivých proměnných.

Ale i sebezřejší model ztrácí svou pedagogickou hodnotu, pokud není prezentován ve výuce pedagogem, který v interakci se studenty je schopen pomocí modelu vysvětlit složitou látku. Dokonce by se dalo říci, že uplatnění simulátorů ve výuce klade větší nároky na učitele než klasická výuka.

Budoucnost mají modely propojené s výkladem ve formě interaktivní učebnice – díky mobilním technologiím a rozvoji tabletů totiž vzniká nový druh učebnic, které nejsou

- research purposes. In: 2010 Computing in Cardiology. *ieeexplore.ieee.org*, 2010, p. 841–844.
- [3.] Guyton AC. The venous system and its role in the circulation. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 27: 483–487, 1958.
- [4.] Guyton AC, Coleman TG, Granger HJ. Circulation: overall regulation. *Annu Rev Physiol* 34: 13–46, 1972.
- [5.] Hester R, Brown A, Husband L, Iliescu R. HumMod: a modeling environment for the simulation of integrative human physiology [Online]. *Frontiers in*. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2011.00012>.
- [6.] Kofránek J, Mateják M, Privitzer P. Web simulator creation technology. *MEFANET report* 3: 32–97, 2010.
- [7.] Lumens J. Creating your own virtual patient with CircAdapt Simulator. *Eur Heart J* 35: 335–337, 2014.
- [8.] Pruett W, Husband L, Hester R. Understanding variation in salt sensitivity in HumMod, a human physiological simulator (857.11) [Online]. *The FASEB Journal* 28, 2014. http://www.fasebj.org/content/28/1_Supplement/857.11.abstract.
- [9.] Wu K, Chen J, Pruett WA, Hester RL. Hummod browser: An exploratory visualization tool for the analysis of whole-body physiology simulation data. In: 2013 IEEE Symposium on Biological Data Visualization (BioVis). *ieeexplore.ieee.org*, 2013, p. 97–104.
- [10.] Лищук, В. А, Газизова Д. Ш, Шевченко Г. В, Сазыкина Л. В. Технология индивидуальной терапии. Газизова Д., Ш., 2016.

Kontakt

Doc. MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky

ÚPF 1. LF UK

Praha U nemocnice 5,

128 53 Praha 2

tel: 777686868

e-mail: kofranek@gmail.com

jen do elektronické formy převedené tištěné učebnice. Tak např. Daniel Burkhoff vydal učebnici kardiovaskulární fyziologie a patofyziologie určené pro tablety firmy Apple, kde se snoubí text, interaktivní animace řízené modelem a velký kardiovaskulární model <http://www.pvloops.com>.

Cesta propojení animací, modelů a výukového textu pro vysvětlení složitých patofyziologických dějů je i směr naší další práce.

Poděkování

Vývoj modelů pro výuku byl podporován grantem GAUK č. 198416.

Literatura

- [1.] Abram SR, Hodnett BL, Summers RL, Coleman TG, Hester RL. Quantitative Circulatory Physiology: an integrative mathematical model of human physiology for medical education. *Adv Physiol Educ* 31: 202–210, 2007.
- [1.] Coleman TG, Randall JE. HUMAN. A comprehensive physiological model. *Physiologist* 26: 15–21, 1983.
- [2.] van Dam PM, Oostendorp TF, van Oosterom A. ECGSIM: Interactive simulation of the ECG for teaching and

INTERAKTIVNÍ WEBOVÉ PORTÁLY Z PRODUKCE ÚZIS ČR

Martin Komenda, Matěj Karolyi, Ivo Šnábl

Anotace

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR produkuje dlouhodobě velké množství hodnotných analýz, reportů a publikací, které jsou zaměřeny na širokou veřejnost, zástupce krajské správy a poskytovatele zdravotní péče. Primárním cílem sdělení je přehledově představit sadu nově implementovaných interaktivních webových portálů, které prezentují klíčové výstupy vybraných projektů a aktivit.

Klíčová slova

webový portál, zpracování dat, interaktivní vizualizace, ÚZIS ČR

1 Úvod

V dnešní době je Internet primárním zdrojem při vyhledávání odpovědí na dotazy uživatelů. S ohledem na množství dat, které Internet nabízí, je stále obtížnější nalézt relevantní, objektivní, validní a přehledné informace. Pro širokou veřejnost je však tento komunikační kanál či médium zcela nezbytnou součástí a proto by měly veřejné i soukromé subjekty věnovat kontinuální pozornost svým webovým prezentacím, kde zveřejňují důležitá sdělení a výstupy. Výjimkou není ani Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky¹ (ÚZIS ČR), organizační složka státu, jejímž zřizovatelem je Ministerstvo zdravotnictví ČR. ÚZIS ČR je správcem Národního zdravotnického informačního systému, který shromažďuje a zpracovává data ze základních registrů orgánů veřejné správy, ministerstev a od poskytovatelů zdravotních služeb.

Podle typu výstupů, které mají být publikovány uživatelům na webu, je často zcela klíčové rozhodnutí směřující k formátu výsledné prezentace dat. ÚZIS ČR jakožto součást státní statistické služby publikuje široké spektrum výsledků zahrnující například edukační metodiky, souhrnné reporty, závěrečné zprávy a detailní analýzy. Objem a samotná povaha dat vždy primárně určují vhodný koncept, jak data uživateli představit v jednoduché a srozumitelné podobě. Tvorba webových prezentací pod záštitou ÚZIS ČR je založena na konceptu ÚZISweb, který poskytuje systematické řešení založené na obecné sadě povinných a volitelných komponent webu. Z technického pohledu ÚZISweb přináší robustní framework popisující výčet různorodých prvků použitelných při grafickém návrhu, přípravě prototypu i následné implementaci.

2 Koncept ÚZISweb

Zcela zásadní roli představuje obsah, který je v rámci navrhovaného webového portálu dostupný uživatelům. Informace mohou být cílově skupině prezentovány v různé podobě podle toho, jaký účel mají splňovat. Souhrnné reporty, závěrečné zprávy a metodické materiály, které jsou většinou určeny odborné veřejnosti z klinické praxe, mají většinou statickou formu (HTML text, PDF dokument). Oproti tomu prezentaci statistických

a analytických výstupů je žádoucí obohatit prvky interaktivity a umožnit tak snadnou práci při vlastním procházení obsahu. Koncept ÚZISweb si klade za cíl definovat základní prvky včetně jejich uspořádání tak, aby si zadavatel (garant obsahu) uvědomil, jaké požadavky na něj budou při specifikaci zadání nové webové prezentace směřovány. Obecně lze říci, že tento přístup udává na jedné straně určité hranice a omezení, na straně druhé ale poskytuje dostatečnou variabilitu při návrhu vizuálního stylu a výběru vhodných komponent webu. Na obrázku 1 je znázorněn zjednodušený model, který je základem pro další zpracování na straně grafického a vývojového týmu. Jedná se o náhled definující požadované rozvržení a obsah webových stránek sloužící primárně pro celkové pochopení zadání. Samotný proces grafického zpracování musí nutně respektovat formát definovaných stavebních bloků, nicméně současně poskytuje dostatek prostoru pro kreativitu a celkovou originální vizuální interpretaci.

ÚZISweb zahrnuje různé kombinace a uspořádání jednotlivých bloků. Kupříkladu navigační prvek stránky v podobě primárního a sekundárního menu (navigation bar) může být realizován prostřednictvím horizontální i vertikální statické varianty nebo rozšířené o rozbalovací funkci (drop down menu). Podobně jako další části je výběr závislý především na celkové představě o návrhu webu, která musí být podložena obsahem.

¹ <http://uzis.cz>

3 Webové prezentace

ÚZIS ČR je kontinuálně věnuje sběru a analýze širokého spektra zdravotnickým dat. Postupně vznikají v rámci konkrétních projektů původní webové portály, kde uživatel najde potřebné informace o projektových aktivitách a generovaných výstupech. Stále častěji je implementován interaktivní prohlížeč dat, který umožňuje prezentovat agregovaná data ve formě grafových a tabelárních výstupů včetně konfigurace pohledu na data s využitím filtrů nad dostupnými datovými strukturami.

3.1 Systém hlášení nežádoucích událostí

Národní portál pro Systém hlášení nežádoucích událostí² (SHNU) představuje komunikační odborně orientovanou platformu pro spolupracující poskytovatele zdravotních služeb v identifikaci rizik spojených s poskytováním zdravotních služeb, prevenci nežádoucích událostí, jejich rozpoznání a klasifikaci, a jednotném posouzení na lokální úrovni, které umožní sledování a hlášení na centrální úrovni. Portál poskytuje oporu ke zveřejňování metodických materiálů, posiluje jednotlivé edukační procesy a přispívá ke vzájemnému sdílení zkušeností. Z technické perspektivy se jedná o statickou webovou

prezentaci s interní sekci zabývající se podporou kvality péče od jednotlivých poskytovatelů zdravotních služeb a diskusním fórem.

3.2 Národní datová základna paliativní péče

Portál Národní datové základny paliativní péče³ zahrnuje statické a interaktivní výstupy o problematice závěru života a přispívá tak k práci zdravotníků snažících se o zmírnění utrpení a zlepšení kvality života desetitisíců umírajících ročně. Kromě standardního statického obsahu je zde implementován také interaktivní prohlížeč (Obr. 3). Tyto moderní

² <http://shnu.uzis.cz>

³ <http://www.paliativnidata.cz>

pohledy obsahují grafy zobrazující analytické reporty nad mortalitními daty a tabulkové výpisy zdrojových dat použitých pro daný graf. Kombinace předdefinovaných filtrů (kraj, diagnóza, pohlaví, věková skupina, rok úmrtí a jiné) nabízí uživateli možnost, jak snadno a rychle specifikovat, jaká data chce ve vizualizaci vykreslit. Pro interaktivní vizualizaci bylo použito in-house řešení založené na volně dostupné javascriptová grafové knihovně D3.js⁴.

3.3 Regionální zpravodajství NZIS

Portál regionálního zpravodajství Národního zdravotnického informačního systému poskytuje údaje o zdravotnictví a zdravotní situaci v České republice, jednotlivých krajích a vybraných městech. Informace jsou podle způsobu zpracování rozděleny do tří sekcí: (i) Souhrnné přehledy nabízí uživateli základní ukazatele charakterizující daný region; (ii) Statistické výstupy poskytují zpravodajství, které svým rozsahem navazuje na Zdravotnickou ročenku České republiky a krajů a Kardexy vydávané ÚZIS ČR; (iii) Analýzy a publikace obsahují komentované reporty vybraných témat zdravotnické problematiky a indikátorů zdraví a zdravotní péče. Obr. 4 zobrazuje úvodní rozcestník portálu, kde si uživatel volí region, nad kterým jsou vypracovány sady analýz a reportů.

Ukázkou variability použití grafových, tabelární a mapových vizualizací může být například sekce Demografické a socioekonomické ukazatele, kde je touto formou připravena analýza pohybu obyvatelstva (Obr. 5 demonstruje narození podle vitality v krajích ČR).

4 <https://d3js.org>

4 Závěr

Příspěvek popisuje nový přístup, který je na ÚZIS ČR používán pro návrh, vývoj a implementaci webových prezentací. Základ tvoří jednotné rozhraní pro systematické znázornění všech potřebných stavebních bloků webu se zásadním důrazem na obsah a jeho přehlednou interpretaci uživateli. Pro ukázkou reálných výstupů byly vybrány tři projekty s dopadem na celou Českou republiku.

Kontakt

RNDr. Martin Komenda, Ph.D.

Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky

Palackého nám. 4

P. O. BOX 60

128 01 Praha

tel.: +420 725 714 940

e-mail: martin.komenda@uzis.cz

<http://uzis.cz/>

MEDLIKE – SPOLEHLIVÉ INFORMACE O ZDRAVÍ A NEMOCI PRO OBČANA V NÁRODNÍ LÉKAŘSKÉ KNIHOVNĚ

Eva Lesenková, Helena Bouzková, Adéla Jarolímková, Filip Kříž, Klára Mašková, Lenka Maixnerová

Anotace

Národní lékařská knihovna (NLK) patří mezi veřejné specializované knihovny v oblasti medicíny a příbuzných oborů. Její fondy a služby jsou přístupné všem uživatelům. Posláním NLK je nejen rozvíjet a zlepšovat přístup k vědeckým zdravotnickým informačním zdrojům, ale také účinně podporovat informačně zdravotní gramotnost občana.

V rámci nové webové prezentace je vytvářena speciální nabídka informačních služeb pro občany. Jedná se o soubor spolehlivých informačních zdrojů o zdraví a nemoci (MedLike), jenž se může vyvinout v portál. Pro vymezení obsahu MedLike je vytvářena metodika, která určuje postupy jak vybírat, zpracovávat, ukládat a také vyhledávat informační zdroje. Systematickou selekcí vytipovaných spolehlivých zdrojů pro laiky a jejich doporučením a zpřístupněním se NLK zapojí do podpory zvýšení zdravotní gramotnosti občana.

Klíčová slova

zdravotní gramotnost, informačně – zdravotní gramotnost, veřejné knihovny, knihovnicko-informační služby

1 Úvod

Informačně-zdravotní gramotnost je vymezena jako soubor schopností, které jsou nezbytné pro rozpoznání informační potřeby zdravotnické informace. Součástí této gramotnosti je dovednost identifikovat vhodné informační zdroje a využít je pro vyhledání relevantních informací, zhodnotit kvalitu informací a jejich využitelnost pro danou situaci, analyzovat tyto informace, porozumět jim a využít je ke správnému rozhodnutí o svém zdraví [1].

Využívání medicínských zdrojů a databází občany napomůže k lepší informovanosti a zlepšení postojů ke zdraví a zdravotní péči. Významnou roli v nabídce důvěryhodných informací tak mohou hrát veřejné knihovny, stejně jako důvěryhodná média, nabízející vědecky podložené informace.

Národní lékařská knihovna také v rámci zvýšení zainteresovanosti občana na péči o vlastní zdraví, pořádá anketu o vyhledávání informací o zdraví a nemoci. Otázky monitorují vyjma četosti vyhledávání informací hlavně preference občanů v typech zdrojů. Výsledky ankety pomohou přesněji vymezit informační obsah MedLike.

2 Kvalita informací

S narůstajícím využíváním internetu se již od 90. let objevují snahy o hodnocení kvality informací. Z mnohých existujících zahraničních metodik v oblasti informací o zdraví a nemoci je nejznámější HON Code Criteria. Z dalších uvádíme JAMA (WM Silberg et al.), Criteria for Assessing the Quality of Health Information on the Internet (Health In-

formation Technology Institute), DISCERN (D Charnock et al.), Assessing the Quality of Internet Health Information (Health Summit Working Group), eEUROPE: Quality Criteria for Health related Websites, EQIP (Ensuring Quality Information for Patients, B Moulton) a The Minervation validation instrument for healthcare websites (LIDA).

Souborů hodnotících kritérií existuje celá řada. Na sestavování těchto kritérií se podílí také lékařští knihovníci, kteří mají dlouhodobé zkušenosti práce s informačními zdroji a s vyhledáváním kvalitních informací. Specializovaný zdravotnický knihovník, nejlépe ve spolupráci se zdravotníkem, se tak může podílet na třídění informačních zdrojů jednak podle kritérií kvality a také podle typu zdroje. Podílí se i na přípravě vyhledávacích strategií s cílem usnadnit zdravotníkovi či laikovi vyhledávání.

Metodika posuzování kvality získávaných dokumentů v NLK se vyvíjí s přihlédnutím k publikovaným zahraničním zkušenostem a na základě odborných knihovnických zkušeností z praxe. Skupinou pracovníků Národní lékařské knihovny byl navržen vlastní soubor posuzovacích kritérií, „Rádce pro hodnocení kvality informačních zdrojů“. Vzniklo tak doporučení osmi zásadních kritérií, které je zveřejněno na webové stránce NLK a může pomoci laikovi usnadnit výběr kvalitního zdroje.

3 Metodika

Specializovaný informační soubor MedLike je v počáteční fázi vytvářen jako samostatná webová stránka. Současně jsou analyzovány požadavky na chování výsledného systému, které určují, co by měl systém dělat jako odpověď na určité podněty. Probíhá specifikace požadavků, které popíší cíle a úkoly uživatelů systému a stanoví, co bude systém dělat a jak bude integrovat s uživatelem. [2]

V první fázi uživatel na webové stránce nalezne rubriku „nemoci“ a výhledově rubriku „podpora zdraví“. Obsah rubrik „nemoci“ je určen výběrově podle mezinárodní klasifikace nemocí ze statistických ročenek vydávaných ÚZIS a Evropského výběrového šetření o zdraví (EHIS) 2014 [3,4,5].

3.1 Typologie informačních zdrojů

Pod rubrikou „nemoci“ bude možné nalézt podrubriky, ve kterých jsou jednotlivé nemoci dále tříděny podle výše uvedených určených typů informačních zdrojů. Z širokého spektra dokumentů, které se nachází ve fondech NLK a v internetových zdrojích, jsme na základě zahraničních zkušeností [6] vytypovali některé kategorie dokumentů vhodných pro informovanost laika v medicíně:

Knihy · Články · Definice · Doporučené postupy · Klinické studie · Weby · Vide a audia

3.1.1 Knihy

Knížní tituly budou vybírány z fondu Národní lékařské knihovny podle stanovených kritérií: populární charakter, autorství, důvěryhodnost, aktuálnost, nakladatelství/vydavatelství, nekomerční charakter. Téma nemoci je v bibliografických záznamech vyjádřeno deskriptory tezauru MeSH. Publikace vhodné (doporučené) pro laickou veřejnost budou opatřeny příznakem, který umožní v kombinaci s deskriptorem MeSH jejich vyhledání. Záznam knihy na webu bude obsahovat název, autora, obálku knihy, přístup k obsahu a anotaci.

3.1.2 Články

Nejvíce problematickou kategorií jsou články. Z hlediska uživatelských preferencí patří mezi nejžádanější, avšak obtížné se jeví udržování aktuálnosti informací, a také možnost přístupu k plnému textu. Zajištění snadného přístupu k plnému textu je prioritou naší služby, proto bude dána přednost odkazům na elektronické články. U obsahu článků budou preferovány výběry podle obecnějšího charakteru sdělení a s co nejmenší odborností s ohledem na srozumitelnost a aktuálnost informací. Články, kde je podrobněji popsána léčba, účinné látky apod., lze považovat za sporné s přihlédnutím k zákonu o regulaci reklamy a o změně a doplnění zákona č. 468/1991 Sb., o provozování rozhlasového a televizního vysílání, ve znění pozdějších předpisů.

3.1.3 Definice

V současné době probíhá diskuze o výběru vhodného zdroje pro převzetí definice nemocí. Jedním ze zdrojů by mohly být Wikiskripta, psaná pro studenty, pro laika však

obtížně srozumitelná. Vhodnější by bylo přebírat definice ze zdrojů určených primárně pro laiky, případně z výkladových slovníků.

3.1.4 Klinické studie

Termín klinická studie (slouží k prokázání bezpečnosti, účinnosti nebo jakosti nových léků) není u široké veřejnosti příliš znám. Z těchto důvodů u odkazu na probíhající studie bude vhodné uvádět krátkou charakteristiku objasňující tento typ zdroje. Odkaz povede na stránky O lécích.cz, které spravuje SÚKL, kde uživatel přímo získá výsledky vyhledávání provedené NLK.

3.1.5 Doporučené postupy

Národní lékařská knihovna má ve svých fondech kolem 59 doporučených postupů (DP) vydaných v edici „Doporučené postupy pro praktické lékaře“ nakladatelstvím Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře ČLS JEP. Existuje mnohem větší množství doporučených postupů, vydávaných lékařskými společnostmi a to pouze elektronicky. Pro jejich zachování do budoucna, z hlediska vývoje doporučených postupů pro určitou problematiku, bude NLK bibliograficky zpracovávat i tyto postupy. Elektronická verze DP bude stažena do Digitální knihovny NLK, pro archivní účely bude vytvořena i jedna tištěná kopie do fondu NLK. Doporučené postupy budou bibliograficky zpracovány tak jako ostatní zdroje podle mezinárodních knihovnických standardů ve formátu MARC 21 podle katalogizačních pravidel RDA (Resource Description and Access). Věcné zpracování bude ošetřeno deskriptory českého překladu tezauru MeSH (Medical Subject Headings).

3.1.6 Weby

Vyhledávány by měly být weby týkající se nemocí na základě kritérií NLK pro hodnocení kvality. Ne vždy však i u předpokládaných kvalitních webových zdrojů (např. VZP) jsou splněna všechna kritéria (například chybí datum publikování nebo není uveden autor). Výběr proto musí být prováděn pečlivě nejen podle formálních hledisek, ale i s ohledem na posouzení kvality obsahu.

3.1.7 Vide a audia

Video a audio zdroje mohou být embedovány přímo na webových stránkách MedLike nebo je lze odkázat na webovou stránku, kde jsou videa/audia umístěna. Výhodou odkazů je, že se u samotného videa může nacházet i doplňující text.

4 Závěr

Knihovníci NLK jsou schopni s pomocí národních a mezinárodních platných knihovnických standardů a protokolů, která upravují pravidla popisu, metadatové formáty, identifikátory, výměnné protokoly nebo webové standardy, založit a dále rozvíjet speciální informační soubor MedLike.

NLK se tak zapojí do podpory zvyšování zdravotní gramotnosti a to systematickou

selekcí vytypovaných spolehlivých zdrojů pro laiky s použitím vytvořené metodiky a zpřístupňováním těchto zdrojů. Navrhované stránky budou odkazovat na spolehlivé informační zdroje s garancí validity a důvěryhodnosti předávaných informací.

S metodikou vyhledávání spolehlivých informačních zdrojů o zdraví a nemoci budou seznamováni ve speciálních klasických i elektronických školeních i ostatní knihovníci tak, aby oni sami byli schopni efektivně najít požadovanou a ověřenou zdravotní informaci a předat tyto dovednosti svým uživatelům.

Literatura

- [1.] Medical Library Association. Health information literacy: definitions [Internet] Chicago, IL: The Association; [cit. 2010-09-25]. Dostupné z: <http://www.mlanet.org/resources/healthlit/define.html>
- [2.] LAUESEN, S. 2003. Task descriptions as functional requirements. IEEE Software : building the community of leading software practitioners [online]. Mar/Apr 2003, 2, [cit. 2010-09-21], s. 58–65. Dostupný komerčně z WWW: . ISSN 0740-7459
- [3.] Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR: ÚZIS ČR. Ukončené případy pracovní neschopnosti pro nemoc a úraz [online]. Praha: ÚZIS ČR, 2010- [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/katalog/zdravotnicka-statistika/ukoncene-pripady-pracovni-neschopnosti-pro-nemoc-uraz>
- [4.] Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR: ÚZIS ČR. Zemřelí [online]. Praha: ÚZIS ČR, 2010- [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/katalog/zdravotnicka-statistika/zemreli>
- [5.] Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR: ÚZIS ČR. Výběrová šetření o zdraví [online]. Praha: ÚZIS ČR, 2010- [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/ehis/hlavni-vysledky>
- [6.] MedlinePlus: Trusted Health Information for You [online]. Bethesda: U.S. National Library of Medicine, 2017 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://medlineplus.gov/>

Kontakty

PhDr. Helena Bouzková

Národní lékařská knihovna
Sokolská 54, 121 32 Praha 2
tel.: 296335943
e-mail: bouzkova@nlk.cz

PhDr. Eva Lesenková, Ph.D.

Národní lékařská knihovna
Sokolská 54, 121 32 Praha 2
tel.: 296335932
e-mail: lesenkov@nlk.cz

Mgr. Adéla Jarolímková Ph.D.

Národní lékařská knihovna
Sokolská 54, 121 32 Praha 2
tel.: 296335932
e-mail: jarolimk@nlk.cz

Mgr. Filip Kříž

Národní lékařská knihovna
Sokolská 54, 121 32 Praha 2
tel.: 296335932
e-mail: kriz@nlk.cz

Mgr. Lenka Maixnerová

Národní lékařská knihovna
Sokolská 54, 121 32 Praha 2
tel.: 296335932
e-mail: maixnero@nlk.cz

Klára Mašková

Národní lékařská knihovna
Sokolská 54, 121 32 Praha 2
tel.: 296335932
e-mail: maskova@nlk.cz

ROLE EXPERTA PŘI TVORBĚ SYSTÉMŮ PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ

Lenka Lhotská, Vladimír Krajča, Hana Schaabová, Martin Macaš, Václava Piorecká, Václav Gerla

Anotace

Cílem příspěvku je ukázat výhody zapojení experta do tvorby znalostního obsahu systému pro podporu rozhodování nejen v klasickém pojetí formalizace znalostí experta do báze znalostí, ale i poněkud méně tradičním způsobem. Tento přístup se začal v nedávné době nazývat „human/expert-in-the-loop“. Základní myšlenkou je využít znalosti experta, které nemusejí být obsaženy v datech, jejichž analýzu chceme provádět, ale které mohou významně zlepšit kvalitu rozhodovacího procesu. Často je možné v rámci tohoto kroku integrovat znalosti více expertů. Pokud se takové přístupy využívají přímo v metodách strojového učení, označují se také jako aktivní učení. Na několika případových studiích z různých oblastí medicíny ukážeme, v jakých fázích procesu vývoje může expert vhodně do procesu zasáhnout.

První případová studie je věnována porovnání výsledků získaných pomocí znalostního systému, jehož báze znalostí byla vytvářena manuálně formalizací slovně popsaných znalostí, a pomocí metod strojového učení, konkrétně rozhodovacího stromu, naučeného na větším souboru dat. Následně byla báze znalostí porovnána s rozhodovacím stromem a doplněna o vybraná pravidla z tohoto stromu. Takto upravená báze znalostí poskytovala lepší rozhodnutí než původní. Další dvě případové studie jsou zaměřené na úlohu klasifikace v dlouhodobých záznamech biologických signálů, konkrétně elektroencefalografických a polysomnografických. U této úlohy je klíčové nalézt vhodný poměr mezi zobecněnými metodami, použitelnými na záznamy všech pacientů, a metodami nastavenými na konkrétního pacienta (jedna z možností personalizace). Motivací pro takové řešení je velká interpersonální variabilita, a u řady diagnóz i intrapersonální variabilita. Možnost interaktivního vstupu experta do procesu analýzy záznamů může přispět ke zvýšení kvality a konzistence hodnocení.

Klíčová slova

strojové učení, aktivní učení, expertní hodnocení, multidimenzionální data, kontext dat, EEG

1 Úvod

V minulosti byla velká snaha vytvářet nástroje pro plně automatickou klasifikaci dat. Do značné míry jsou tyto systémy úspěšné v oblastech, kde vlastní klasifikace není závislá na dalších informacích, které nejsou obsaženy v datech, nebo kde není významná variabilita ve vstupních datech. Velkou odlišností lékařských úloh je interpersonální variabilita v patientských datech a v některých úlohách i dokonce intrapersonální variabilita. Pak plně automatické metody mají nižší úspěšnost a mohou dokonce selhat a klasifikovat chybně. Proto jsme se zaměřili na výzkum metod semiautomatické klasifikace, v nichž má nezastupitelnou roli člověk – expert. Jeho úlohou však není vytvořit na začátku plně ohodnocenou trénovací množinu, ale vhodným způsobem zasahovat v různých

fázích zpracování dat. Na několika případových studiích z různých oblastí medicíny tuto interakci ukážeme. První případová studie je věnována porovnání výsledků získaných pomocí znalostního systému, jehož báze znalostí byla vytvářena manuálně formalizací slovně popsaných znalostí, a pomocí metod strojového učení, konkrétně rozhodovacího stromu, naučeného na větším souboru dat. Následně byla báze znalostí porovnána s rozhodovacím stromem a doplněna o vybraná pravidla z tohoto stromu. Takto upravená báze znalostí poskytovala lepší rozhodnutí než původní. Další dvě případové studie jsou zaměřené na úlohu klasifikace v dlouhodobých záznamech biologických signálů, konkrétně elektroencefalografických a polysomnografických. Zde je klíčovou úlohou nalézt vhodný poměr mezi zobecněnými metodami, použitelnými na záznamy všech pacientů, a metodami nastavenými na konkrétního pacienta (jedna z možností personalizace).

2 Metody

Pro výše zmíněné typy úloh se s výhodou využívají různé metody a algoritmy umělé inteligence. Nejčastějšími jsou expertní systémy, strojové učení a výpočetní inteligence. V našich případových studiích jsme využili expertní systém s pravidlovou reprezentací znalostí a několik metod strojového učení a výpočetní inteligence (rozhodovací stromy, neuronové sítě, genetické algoritmy a simulované žhání).

V první případové studii byl využit námi vyvinutý expertní systém FEL-Expert [1] a algoritmus C4.5 pro tvorbu rozhodovacího stromu [2]. Systém FEL-Expert využívá pro reprezentaci znalostí formu pravidel. Pravidla jsou vytvářena na základě slovního vyjádření znalostí experta. Rozhodovací strom je generován z dat trénovací množiny. Jeho výhodou je explicitní vyjádření ve formě grafové struktury, kterou lze snadno převést do pravidel, podobných těm pro expertní systém.

Další dvě popisované studie z oblasti zpracování dlouhodobých záznamů EEG využívají více na sebe navazujících metod [3], [4]. Metodami předzpracování signálů (filtrace, segmentace) a extrakcí příznaků se zde podrobně zabývat nebudeme. V obou studiích byla využita kombinace metod učení bez učitele a učení s učitelem. Jako metoda učení bez učitele byla zvolena shluková analýza, s jejíž pomocí byly na základě zvolených příznaků získány shluky podobných segmentů. Již v této fázi může expert zkontrolovat, zda ve shlucích nejsou segmenty, které by mohly patřit do jiných shluků. Pokud takové nalezneme, může manuálně shluky opravit. Tak vznikne trénovací množina. Dalším krokem je naučení algoritmu na vytvořené trénovací množině. Trénovací množinu můžeme ještě upravit a zredukovat. Vytvoříme tzv. etalony pro každý shluk, resp. klasifikační třídu. Tyto etalony potom reprezentují jednotlivé třídy. Při tvorbě etalonů opět do procesu vstupuje interaktivně expert.

psychické zátěži. Expertní systém s touto bází znalostí dosáhl úspěšnost 70 procent u diagnózy neuroticismu a 68 procent pro rizikové osoby podle Bortnerovy stupnice. Celková úspěšnost expertního systému byla 60 procent.

Vzhledem k tomu, že úspěšnost této báze znalostí nebyla vysoká, jsme vyvinuli další bázi znalostí s využitím algoritmu strojového učení. Vstupy byly průměrné hodnoty srdeční frekvence, elektromyografických potenciálů, kožního odporu a krevního tlaku (systolický a diastolický), doplněné o anamnestické údaje. Cílové hypotézy byly diagnóza neuroticismu a rizikové chování. Úspěšnost této báze znalostí je 93,8 procenta u diagnózy neuroticismu a 82,79 procenta pro druhu rizikového chování podle Bortnerovy stupnice. Celková úspěšnost expertního systému s touto bází znalostí báze je 81 procent.

Získaná vstupní data pokusných subjektů jsme využili jako vstup pro klasifikační algoritmus. Zvolili jsme algoritmus pro tvorbu rozhodovacího stromu C4.5. Úspěšnost vytvořeného rozhodovacího stromu byla 79 procent. Výsledky získané jednotlivými metodami se výrazně neliší. Odlišnosti jsou způsobeny rozdíly ve znalostech a zpracování dat. Výhodou strojového učení je, že rozhodovací strom je generován pomocí

3 Případové studie

Případové studie, které jsme zvolili pro ilustraci role experta v procesu tvorby systému pro podporu rozhodování, vznikaly postupně za účasti členů řešitelského týmu. Každá studie má poněkud jiný charakter a pracuje s jinými konkrétními algoritmy. Nejvíce se odlišuje první studie, ve které mají vstupní data charakter diskretních numerických hodnot a slovních popisů. Zbývající studie pracují s dlouhodobými signálovými daty, která musejí být pro účely klasifikace ještě předzpracována a rozdělena do kratších segmentů. Z nich se následně teprve vypočítávají numerické příznaky, sloužící jako vstupní data pro klasifikační algoritmy.

3.1 Případová studie 1 – Kombinace expertního systému a strojového učení

V první studii byla cílem identifikace jednotlivých osob na základě naměřených fyziologických veličin v klidu a při psychické zátěži (srdeční frekvence, systolický a diastolický krevní tlak, elektromyografické potenciály a kožní odpor) a dat z anamnestického dotazníku (káva, alkohol, spotřeba cigaret, aktuální zdravotní problémy, užívané léky a pohybová aktivita). Výzkum byl proveden s osobami trpícími neuroticismem nebo s rizikovým chováním a osobami, které nemají žádný z těchto příznaků. Klasifikace byla provedena pomocí expertního systému, strojového učení a s využitím kombinace expertního systému a strojového učení.

V případě klasifikace s využitím expertního systému jsme vyvinuli dvě báze znalostí. První z nich používá jako vstupní informace reakci srdeční frekvence, svalové aktivity, kožní galvanické reakce, systolického a diastolického krevního tlaku v klidu a při

pouze naměřených dat a dat z anamnestického dotazníku. Není nutné mít k dispozici odborné znalosti. Nicméně tyto znalosti jsou nutné pro tvorbu báze znalostí. Použitý typ expertního systému je plně založen na odborných znalostech a teoretických **3.2 Případová studie 2 – interaktivní úprava trénovací množiny**

Cílem popisované práce bylo vyvinout systém pro automatizovanou klasifikaci speciálních typů záznamů EEG, jako jsou komatické stavy, spánkové EEG nebo novorozenecké EEG [6]. EEG je analyzováno jak v časové, tak ve frekvenční oblasti. Pro segmentaci byla použita kombinace neadaptivní a adaptivní segmentace. Metody byly testovány na reálném spánkovém EEG. Jádrem vyvinutého systému je trénovací množina, obsahující 319 segmentů klasifikovaných do 10 tříd. Byla použita pro klasifikaci dvouhodinového záznamu spánkového EEG pomocí algoritmu nejbližšího souseda (k-NN) a neuronové sítě s radiální bázovou funkcí (RBF). Je dobře známo, že kvalita učení u metod učení s učitelem do značné míry závisí na trénovací množině. Proto jsme se v naší práci soustředili na přípravu trénovací množiny, kdy byly netradičním způsobem využity znalosti experta.

Jednotlivé fragmenty byly získány ze spánkového EEG, které je velmi podobné komatickému EEG. Základní kroky je možné popsat následovně:

1. Uložili jsme celkem 453 osmisesekundových intervalů 18-elektrodeového spánkového EEG, u kterých byla klasifikace do stupňů 1 až 10 (poskytnutá prof. MUDr. Milošem Matouškem).
2. Protože vytvořená trénovací množina vykazovala nepříjemnou krosvalidační chybu, bylo nutné modifikovat trénovací množinu do akceptovatelné podoby.
3. Segmenty nevhodné pro další zpracování, např. ty, které obsahují artefakty, byly vyloučeny z trénovací množiny. Počet segmentů se snížil na 436.
4. Jádro trénovací množiny bylo vygenerováno pomocí shlukové analýzy. Do jádra byly zahrnuty pouze ty segmenty, jejichž klasifikace pomocí shlukové analýzy souhlasila s původní klasifikací profesora Matouška. Při opakovaném shlukování jsme hledali takovou metriku prostoru příznaků, která by vyústila ve shodnou klasifikaci pro co nejvyšší počet segmentů. Jádro trénovací množiny vygenerované tímto způsobem obsahuje 184 segmentů.
5. Pomocí klasifikace nejbližšího souseda a současně vizuální kontroly výsledků byly některé dříve vyřazené segmenty znovu přidány do trénovací množiny, ale často byla jejich klasifikace změněna o 1 až 2 stupně. Výsledná trénovací množina má 349 segmentů.
6. Pro výpočet krosvalidační chyby byla použita RBF neuronová síť. Data byla náhodně rozdělena v poměru 1:1 do trénovací a testovací množiny. RBF síť se naučila na trénovací množině a chyba byla vypočtena s využitím testovacích dat. Tato procedura byla opakována několikrát pro různá náhodná rozdělení trénovací a testovací množiny. Výsledná chyba byla vypočtena jako průměrná chyba těchto rozdělení. Opakovaně nesprávně klasifikované segmenty ve druhé fázi výpočtu byly vyřazeny z výsledné trénovací množiny.
7. Výsledná trénovací množina obsahuje 319 segmentů klasifikovaných do stupňů komatu 1 až 10. Průměrná krosvalidační chyba vypočtená s využitím RBF neuronové sítě nepřekročila 3%.

Jedním z nejdůležitějších aspektů systémů pro klasifikaci EEG je spolehlivá analýza záznamů EEG, která umožňuje identifikaci významných hodnot na měřeném signálu. Tato analýza je nezbytnou podmínkou pro správnou klasifikaci. Je nutné zdůraznit, že

nejen výběr metody předzpracování je velmi důležitým krokem v dolování dat, zejména v oblasti spojitých signálů, ale také pečlivé generování trénovací množiny. V takových složitých úlohách, jakou je klasifikace záznamů EEG, může zkušenost experta, který např. modifikuje trénovací množinu vygenerovanou shlukovou analýzou, významně přispět k úspěšnější klasifikaci.

3.3 Případová studie 3 – interaktivní úprava trénovací množiny

Základním cílem této studie bylo navrhnout takový nástroj, který se bude co nejvíce blížit způsobu práce lékaře při hodnocení dlouhodobého vícekanálového záznamu EEG [4]. Jde o semiautomatickou analýzu EEG grafoelementů s využitím neuronové sítě jako klasifikátoru. Byl použit vícevrstvý perceptron, který je inicializovaný pomocí simulovaného žihání a jehož váhy jsou optimalizovány pomocí genetického algoritmu. Neuronová síť se příznaky naučí ze souboru etalonů (prototypů), které jsou vytvořeny pomocí nového semiautomatického procesu, jenž kombinuje shlukovou analýzu (konkrétně algoritmus K-means) s následnou manuální verifikací/doplněním/editací etalonů expertem. Pro tuto činnost má expert k dispozici zobrazení segmentů v časové oblasti s barevným odlišením jejich příslušnosti do shluků.

Celá analýza záznamů vícekanálového EEG se skládá z vícekanálové adaptivní segmentace, následuje extrakcí příznaků ze segmentů, poloautomatický proces extrakce etalonů a klasifikace pomocí neuronové sítě. Výsledkem je barevně odlišené zobrazení segmentů dle příslušnosti do tříd v původním záznamu EEG a časových profilech (viz Obr. 1).

Semiautomatická extrakce etalonů je novinkou ve zpracování EEG. Značně přispívá k efektivitě celého procesu. Expert nemusí všechny etalony vytvářet manuálně. Semi-automatický přístup nabízí rychlejší tvorbu etalonů. Proto může být použit v individualizovaném módu pro každého pacienta. To přispívá k eliminaci negativního dopadu interpersonální variability, která často snižuje úspěšnost klasifikace příliš zobecněného klasifikátoru. Obrázek 2 ilustruje použití interaktivního módu při tvorbě etalonů. U vybraného segmentu se zobrazí všechny jeho vypočítané příznaky.

4 Závěr

Ukázali jsme, že expert může být do procesu tvorby systému pro podporu rozhodování zapojen v různých fázích a různým způsobem. Některé z těchto postupů se ad hoc využívaly i v minulosti, ale v poslední době dostávají ucelený systematický rámec. Využívají se při vytváření metod pracujících s kontextovou informací, s variabilními daty, případně s informacemi, které nejsou součástí vstupních dat. Expert tak může vhodně eliminovat problémy způsobené přílišnou variabilitou v datech či neočekávanými artefakty, které mohou být v automatickém režimu mylně vyhodnoceny jako užitečná data. Příkladem jsou léky, které pacient užívá. Expert tuto informaci má, tudíž dokáže rozhodnout, zda je segment artefakt, či specifický grafoelement, jehož tvar je změněn působením léku. Dále expert vidí širší kontext zaznamenaných dat, včetně prostorových a časových sou-

vislostí, které stávající metody klasifikace také nedokáží vyhodnotit.

Budoucí práce budou zaměřeny na výzkum dalších možností interakce experta se systémem, návrh nových vizualizací vybraných etalonů ve vztahu k původním shlukům a optimalizaci výběru příznaků s využitím znalosti experta o původu dat.

Poděkování

Práce byla podporována projektem GA ČR č. 17-20480S „Časový kontext v úloze analýzy dlouhodobého nestacionárního vícerozměrného signálu“.

Literatura

- [1.] Lhotská, L., Mařík, V., Vlček, T.: *Medical Applications of Enhanced Rule-Based Expert Systems. International Journal of Medical Informatics*. 2001, vol. 63, no. 1–2, p. 61–75. ISSN 1386-5056.
- [2.] Quinlan, J. R. *C4.5: Programs for Machine Learning*. Morgan Kaufmann Publishers, 1993
- [3.] Gerla, V. *Automated Analysis of Long-Term EEG Signals*. Prague: 2012. PhD thesis. Czech Technical University in Prague
- [4.] Schaabová, H. et al. *Application of Artificial Neural Networks for Analyses of EEG Record with Semi-Automated Etalons Extraction: A Pilot Study*. In: *Engineering Applications of Neural Networks (EANN) 2016*, Aberdeen, 2016-09-02/2016-09-05. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 94–107.
- [5.] Šorf, M., Lhotská, L., Janků, L., Eck, V.: *Application of AI Approaches to Personality Type Classification*. In: *Proceedings of the IASTED Inter. Conference MIC*. Calgary: IASTED, 2001, pp. 403–408. ISBN 0-88986-316-4.
- [6.] Rieger, J., Lhotská, L., Krajča, V., Matoušek, M.: *Application of Quantitative Methods of Signal Processing to Automatic Classification of Long-Term EEG Records*. In *Biological and Medical Data Analysis*. Berlin: Springer, 2004, p. 333–343. ISBN 3-540-23964-2.

Kontakty

Lenka Lhotská

ČVUT FBMI a ČVUT CIIRC
Zikova 4, 166 36 Praha 6
tel.: 224354199
e-mail: lhotska@cvut.cz
<http://ciirc.cvut.cz>

Vladimír Krajča

ČVUT FBMI
Sítná 3105, 272 01 Kladno
tel.: 224359896
e-mail: vladimir.krajca@fbmi.cvut.cz
<http://www.fbmi.cvut.cz>

Hana Schaabová

ČVUT FBMI, Sítná 3105, 272 01 Kladno
tel.: 224359896
e-mail: hana.schaabova@fbmi.cvut.cz
<http://www.fbmi.cvut.cz>

Martin Macaš

ČVUT CIIRC, Zikova 4, 166 36 Praha 6
tel.: 224354199
e-mail: mmacas@seznam.cz
<http://ciirc.cvut.cz>

Václava Piorecká

ČVUT FBMI, Sítná 3105, 272 01 Kladno
tel.: 224359896
e-mail: vaclava.piorecka@fbmi.cvut.cz
<http://www.fbmi.cvut.cz>
a Národní ústav duševního zdraví

Václav Gerla

ČVUT CIIRC, Zikova 4, 166 36 Praha 6
tel.: 224354199
e-mail: vaclav.gerla@cvut.cz
<http://ciirc.cvut.cz>

BIBLIOGRAPHIA MEDICA ČECHOSLOVACA SEDMDESÁTILETÁ

Lenka Maixnerová, Michal Závíška, Helena Bouzková

Anotace

Bibliographia medica Čechoslovaca (BMČ) je národní registrující bibliografie z biomedicínských oborů. BMČ je vytvářena v Národní lékařské knihovně (NLK) již od roku 1947. Jejími zakladateli byli knihovník Karel Růžička a psychiatr doc. MUDr. Svetozár Nevole. První vydání v knižní podobě bylo uskutečněno v r. 1949 a registrovalo literaturu vydanou v r. 1947. První ročník obsahoval cca 2 500 bibliografických citací. Excerptní základna i zpracování a zpřístupnění BMČ prošlo během 70 let řadou významných změn. V roce 1978 bylo zpracování BMČ již plně automatizované s využitím počítačů. Věcné téma v záznamech MeSH bylo zachyceno znaky Mezinárodního desetinného třídění (MDT), které bylo v roce 1978 nahrazeno deskriptory českého překladu amerického tezauru Medical Subject Headings (MeSH). Od roku 1988 jsou do BMČ systematicky doplňovány i práce českých autorů publikovaných v zahraničí.

Od roku 2008 se snaží NLK při vytváření BMČ spolupracovat s nakladateli odborných periodik. Přibližně 1/3 titulů získává v plnotextové podobě a uživatelé mají tak přístup z bibliografického záznamu přímo do plného textu. Od některých nakladatelů NLK získává metadata záznamů ve strukturované podobě ve formátu XML.

Databáze BMČ je pro uživatele volně dostupná v portálu Medvik na adrese www.medvik.cz. Plné texty dokumentů jsou ukládány do Digitální knihovny NLK kramerius.medvik.cz, provozované v systému Kramerius. V roce 2017 je do databáze excerptováno přibližně 250 odborných českých periodik a roční přírůstek činí okolo 20 000 bibliografických záznamů. Od r. 2001 NLK pracuje na převodu tištěných verzí BMČ do elektronické strukturované podoby. V letošním roce jsou v elektronické podobě ročníky 1947–49, 51–56, 58, 61 až do současnosti. Databáze BMČ obsahuje nyní přes 900 000 bibliografických záznamů.

BMČ je vytvářena v systému DaWinci/Medvik ve formátu MARC 21 podle pravidel velkých databázových center. Věcné zpracování se řídí metodikou databáze Medline.

NLK chce prohlubovat spolupráci s nakladateli odborných periodik a zajistit odborné posouzení z řad knihovníků, lékařů a zdravotníků.

Klíčová slova

bibliografie jako téma, lékařská bibliografie, národní bibliografie, dokumentace

1 Úvod

Bibliographia medica Čechoslovaca (BMČ) je národní bibliografie, která registruje veškerou bohemikální tiskovou produkci v biomedicínských oborech. Místo dřívějšího označení bibliografie se dnes spíše používá označení bibliografická databáze, protože bibliografické citace se zaznamenávají ve strukturované podobě do databáze. Databáze BMČ [1] v současné době (2/2017) obsahuje přibližně 900 000 bibliografických záznamů.

V letošním roce BMČ slaví významné výročí, a to 70 let od jejího vzniku. Její historie

je pevně spjatá s Národní lékařskou knihovnou (NLK) [2], která je jejím producentem a tvorba BMČ je jednou z hlavních činností knihovny. Během 70 let existence BMČ NLK změnila několikrát vlastní název instituce: původní název NLK byl Ústřední lékařská knihovna (ÚLK), v r. 1949 se přejmenovala na Státní lékařskou knihovnu (SLK), v r. 1961 se sloučila s Ústavem pro zdravotnickou dokumentaci (ÚZD) ve Státní ústav pro zdravotnickou dokumentační a knihovnickou službu (SÚZDKS), v r. 1977 byl název změněn na Ústav vědeckých lékařských informací (ÚVLI). Od r. 1992 je oficiální název Národní lékařská knihovna (NLK).

2 Historie

Nejstarší pokusy o vytvoření lékařské bibliografie se v naší zemi objevují již na přelomu 19. a 20. století. Jedním z prvních pokusů byla „Slovanská bibliografie lékařská“, jejímž pořadatelem byl MUDr. Jan Semerád (1866–1926), a která vycházela jako zvláštní číslo Časopisu lékařů českých (ČLČ) v letech 1900–1902. Do bibliografie byly excerptovány všechny vědecké práce, které vyšly ve slovanských časopisech, a které se podařilo získat do redakce ČLČ. První sešit vyšel s předmlouvou: „Máme čest poslati Vám na ukázkou a darem 1. sešit Slovanské bibliografie lékařské. Dílo značně nedokonalé plné mezer v ruské literatuře a nedostatků. Dílo slabé malé, ale myslíme, že zdravé, a schopné růsti.“

Třetí bolestí naší práce jsou nedostatečné přehledy starší i současné literatury, čili: nemáme dosud českou lékařskou bibliografii. Bylo učiněno několik náběhů a pokusů, které se brzy zastavily a od té doby není nikde nic a nová literatura roste a přitom slyšíme nářky »Bohemica non leguntur!« Čtla by se, kdyby se vědělo, že už na ten a ten námět někdo před 5, 20, 30 lety psal. Jak se má mnohý mladší lékař dopídit této práce, když při nejlepší vůli nemá čas, aby prolistoval desítky ročníků Časopisu lék. čes., Sborníku lék., Praktického lék., o jiných odbornějších, po případě již zaniklých, ani nemluvě. Vždyť je nenajde pořádně pohromadě ani v jedné knihovně! Máme sice Scharitzovu bibliografii prvních ročníků Čas. lék. čes., máme Semerádovu Slovanskou bibliografii, Hněvkovského slibný pokus, otorhinolaryngologové mají svou bibliografii, ale to nám nemůže stačit, potřebujeme soustavnou a podrobnou českou lékařskou bibliografii všech oborů, každoročně za minulé rok doplňovanou (viz podnik švýcarské Akademie lékařských věd a švýcarské zemské knihovny v Bernu, r. 1944 započatý).

Obrázek 1 – Ukázka z článku: Hornof, Z., Schmid, L. Několik slov o našem písemnictví. Časopis lékařů českých, roč. 1945, č. 2, s. 63–64.

Stále rostoucí vědecká produkce, množství publikací chrlených jako lavina z celého světa, popřává badatelům stále méně a méně možnosti, aby obsáhl literaturu i jen svého vlastního, byť i stále úžeji a úžeji vymezovaného oboru. A tu je mu pomocí jediné řádná a dobře organizovaná služba bibliografická, jež mu umožňuje vyznat se v této záplavě písemnictví. Velké národy tento samozřejmý požadavek již dávno pochopily a vydávají pravidelně své bibliografie. Leč u nás zůstává, bohužel, stále jen při zbožných přáních a dlouho se marně volá po lepší organizaci naší vědy. Jsme tu pak odkázáni na bibliografie jinojazyčné — dosud to byly nejvíce bibliografie německé — kde ovšem naše práce jsou na úkor cizích opomíjeny.

*) Jest žalostné, jak nejen širší publikum, ale bohužel i samotní vědci se někdy dívají na knihovníka. Knihovník je jim v knihovně asi tím, čím je řekněme ve škole — školník; anebo ani to ne. Prostě zřizovatel sázející knihy do polí. Slyšeli jsme nedávno, jak se jeden učenec s úsměskem pozastavil nad tím, že knihovnici potřebují chodit do té své školy dva roky! Když mají i jinak skutečně vzdělání lidé takovýto názor na poslání a funkci tak důležitého kulturního a pro organizaci vědecké práce významného činitele, jakým je vědecký knihovník, nelze se diviti, že ztrácíme občas odborné bibliotékaře, kteří mají opravdové nadšení pro vědecké knihovnictví, tím spíše, že i o hmotné zabezpečení těchto pracovníků není dobře postaráno.

Obrázek 2 – Ukázka z článku: Nevole, S. Za lepší organizaci naší vědecké činnosti, zvláště za uspořádání řádné vědecké bibliografie. *Časopis lékařů českých*, 1946, č. 7, s. 243–244.

Cílem redakce ČLČ bylo, aby bibliografie byla co nejkompletnější, proto se snažili získat české, polské, ruské, bulharské a srbochorvatské odborné lékařské časopisy výměnou za vydání ČLČ. [3]

Dalším významným pokusem byla „Bibliographia medica czechoslovaca“, jejímž pořadatelem a vydavatelem byl prof. MUDr. Otakar Hněvkovský (1901–1980). Bibliografie vycházela v letech 1935–1939 a excerpovala tituly vycházející v letech 1932–1935. Po celou dobu provázely tuto bibliografii technické a finanční problémy, proto bylo její vydávání v roce 1939 ukončeno.

Ve 40. letech 20. století již československá lékařská bibliografie odborné veřejnosti scházela natolik, že se v odborném tisku objevuje řada článků, které tento fakt kritizují. [4,5]

Od roku 1946 začaly probíhat přípravy na zpracování lékařské oborové bibliografie pod vedením Československého komitétu pro vědeckou organizaci a nově vzniklé Československé dokumentační společnosti (ČsDS). Při ČsDS vznikla Lékařská komise, jejímž cílem bylo vytvoření oborové bibliografie a založení Zdravotnického dokumentačního střediska (ZDS). Zakladateli současné BMČ byli Karel Růžička a doc. MUDr. Svetozár Nevole. [6]

Karel Růžička (1911–1994) byl středoškolský učitel a knihovník, který od roku 1938 pracoval v Ústřední lékařské knihovně a od roku 1945 jako její vedoucí. Byl spoluzakladatelem a ředitelem Ústavu pro zdravotnickou dokumentaci. Kromě vydávání lékařské bibliografie redigoval „Přehledy zdravotnické literatury“ a založil „Referátové výběry“. [7]

Doc. MUDr. Svetozár Nevole (1910–1965) byl psychiatr, psychopatolog a lékařský psycholog. Karel Růžička ho označoval za nadšeného, pilného knihovníka a bibliografa. [8] Spolu s Karlem Růžičkou byl zakladatelem Ústavu pro zdravotnickou dokumentaci a vždy se intenzivně o práci ústavu zajímal. Na tvorbě BMČ se podílel do své předčasné smrti. Vytváření bibliografií považoval za jednu z nejdůležitějších činností knihoven: „Te-

Obrázek 3 – Článek od S. Nevoleho v ČLČ, 1946 [9]

prve řádnou bibliografií knihovny ožívají, mrtvý papír promluví a dovede nám teprve pak poskytnouti celé ono bohatství, jež v sobě tají. Kolik zbytečně ztracených hodin, dní i neděl se tím ušetří vědeckým pracovníkům, kolik zbytečně námahy! A kolik se tím získá času i sil k další produktivní práci!“ [5]. Na svoji dobu byl velice pokrokový, zasazoval se nejenom o vytvoření oborové zdravotnické bibliografie, ale i o vytvoření společného katalogu monografií na fakultách, centrální evidenci zahraničních časopisů a řadu dalších činností. Neustále též vyzdvihoval práci knihovníků.

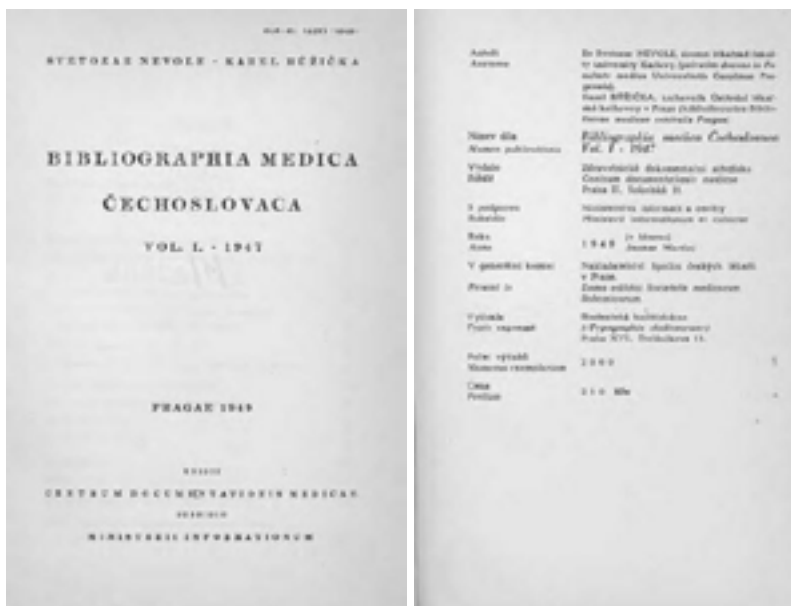
K. Růžička a S. Nevole vytvořili menší pracovní skupinu z pražských lékařů a začali se věnovat vytváření zdravotnické bibliografie ze zdrojů ÚLK. ZDS zahájilo činnost začátkem roku 1947, pracovali v něm dobrovolníci pod vedením K. Růžičky a S. Nevoleho. Lékařská komise podala Ministerstvu zdravotnictví koncem roku 1947 návrh na vybudování ZDS. Ministerstvo návrh odsouhlasilo a 13. 12. 1949 vzniká ZDS, jehož hlavní náplní bylo zpracování československé literární produkce z lékařství a zdravotnictví. ZDS sídlilo v Lékařském domě, na adrese Sokolská 31, Praha 2 a úzce spolupracovalo s ÚLK, mělo 2 vedoucí (lékaře a knihovníka) a 6 písařů. V roce 1952 bylo ZDS nahrazeno ÚZD. [10]

Práce na bibliografii byly zahájeny již v roce 1947. První vydání bibliografie v knižní podobě vyšlo v roce 1949 pod názvem „Bibliographia medica Czechoslovaca“ a registrovalo literaturu vydanou v roce 1947. Přestože bibliografie byla pojmenovaná téměř shodně jako bibliografie O. Hněvkovského, domníváme se, že se nejedná o přímé pokračování této bibliografie.

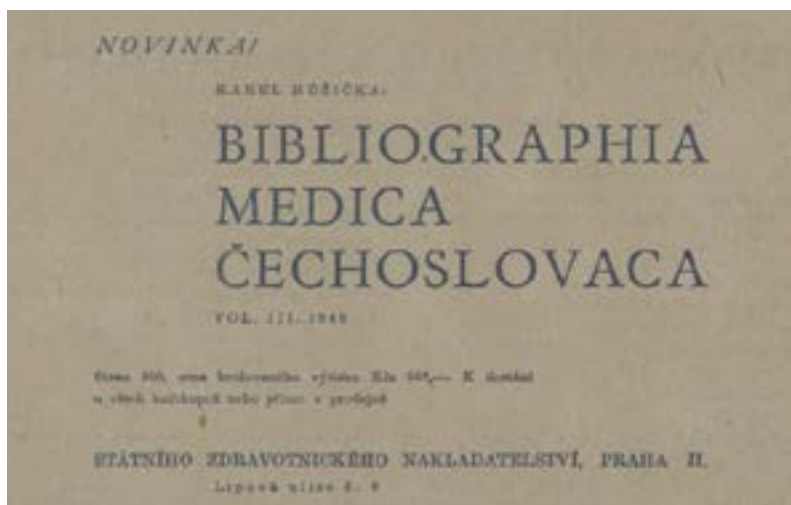
Vydání prvního ročníku bylo finančně zajištěno díky Ministerstvu informací a osvěty, vyšlo v nákladu 2 000 kusů a stálo 210 Kčs. Druhý ročník byl financován Ministerstvem zdravotnictví, vyšel v nákladu 2 200 kusů a stál 300 Kčs.

3 Excerptní základna

Obsahem prvního vydání BMČ byly bibliografické záznamy článků z cca 51 odborných českých a slovenských časopisů, záznamy článků z lékařských sborníků a záznamy



Obrázek 4 a 5 – Titulní strana a tiráž 1. ročníku BMČ



Obrázek 6 – Inzerce na BMČ v Časopisu lékařů českých v r. 1953

monografií vydaných na území ČSSR, celkem to bylo asi 2 500 záznamů. Snahou bylo podchytit i práce československých autorů v zahraničí, ale to se tehdy ukázalo jako technicky nemožné. Systematicky byly doplňovány do BMČ až po více než čtyřiceti le-

tech od roku 1988 s využitím databáze Medline.

Slovenské tituly byly do BMČ excerpovány až do r. 2000, kdy začala vycházet slovenská lékařská bibliografie „Bibliographia medica Slovaca“.

V prvních ročnících byly do BMČ excerpovány i veterinární časopisy, ale postupně byly vypuštěny. Postupným vývojem stoupá počet excerpovaných titulů a tím i počet bibliografických záznamů na 10 tisíc a později na 20 tisíc záznamů. V současné době je do BMČ excerpováno přibližně 250 titulů odborných periodik a roční přírůstek se pohybuje okolo 20 000 záznamů.

V prvních ročnících byly do BMČ excerpovány i články populárního charakteru, které vycházely v denících a populárních časopisech a týkaly se zdraví a zdravotnictví. Od této praxe bylo později upuštěno.

Od roku 2012 jsou do BMČ na analytické úrovni výběrově zpracovávány i kolektivní monografie.

4 Zpracování BMČ

BMČ byla zpracovávána klasickým ručním postupem. Pracovníci NLK se v 70. letech snažili o zkrácení doby mezi vydáním primárního dokumentu a vydáním BMČ, která byla způsobena několika faktory: pracné ruční sestavování rejstříků, neúměrně dlouhé dodací lhůty tiskáren a duplicitní práce při sestavování BMČ a výběrové řady „The Annual of Czechoslovak Medical Literature“. V NLK byl připraven a řešen v letech 1974–1978 projekt „Automatizovaný informační systém – Bibliographia medica Českoslovaca (AISZ-BMČ)“, který měl navrhnout automatizaci zpracování BMČ s využitím počítačů 3. generace a moderní organizační a reprografické techniky. V rámci projektu byla navržena nová koncepce BMČ:

1. BMČ zůstane i nadále národní (česká a slovenská) registrující oborová bibliografie,
2. dojde k navýšení zpracování bibliografických záznamů BMČ,
3. základním pořádacím prvkem bude odvětvový tezaurus Medinform (Mezinárodní odvětvový systém vědeckých lékařských informací – byl subsystémem Mezinárodního systému vědeckých technických informací členských zemí RVHP. Byl budován na principech rovnoprávné a vzájemně výhodné kooperace se zeměmi socialistického společenství. Hlavním úkolem byla socialistická dělba práce při sběru a zpracování informací a výměně materiálů a údajů. [11]),
4. snaha o maximální využití automatizace při zpracování BMČ včetně minimalizace jejich nevýhod (např. včas upozornit uživatele BMČ na některé jeho nedostatky, které se týkaly zejména chybějící diakritiky). [12]

Automatizované zpracování BMČ bylo zahájeno v roce 1978 ve spolupráci s ÚVTEI-ÚTZ (Ústředí vědeckých, technických a ekonomických informací – Ústřední technická základna). Pro uživatele vycházela BMČ v tištěné podobě a pro mezinárodní využití na magnetických páskách. Obě verze byly bez diakritiky, což bylo způsobeno tehdejší použitou výpočetní technikou v ÚVTEI-ÚTZ, která neobsahovala úplnou českou abecedu. [13]

V 90. letech došlo ke zkvalitnění vydávání BMČ zavedením nového produkčního a zpracovatelského systému, který byl navržen v NLK a realizovaného ve spolupráci se soukromými programátorskými firmami. Záznamy BMČ jsou tedy od prvního čísla ročníku 1992 s diakritikou a s řazením podle pravidel české abecedy. [14] V 90. letech byly publikovány 4 výstupy BMČ: tištěná verze BMČ, BMČ-ISIS, BMČ v hypertextu (INFO-systém) a BM-Golem. Pořizování dat probíhalo ve speciálně upraveném programu T602, který byl v r. 2004 nahrazen XML editorem a v r. 2008 se stává součástí AKIS (automatizovaný knihovní systém) NLK DaWinci/Medvik. Databáze BMČ je od r. 1995 distribuována na CD Bibliomedica (později nahrazeno DVD Bibliomedica) ve spolupráci s firmou Albertina Icome Praha.

Z praktických důvodů došlo v r. 2006 k oddělení zpracování na monografické a seriálové úrovni od analytické úrovně do 2 samostatných databází. Monografická a seriálová úroveň je zpracovávána společně s ostatní zahraniční produkcí v databázi Medvik, analytická úroveň (články) v databázi BMČ. V portálu Medvik je možné samostatně prohledávat pouze BMČ-články, ostatní typy dokumentů je nutné filtrovat přes zemi vydání. BMČ, kde jsou společně záznamy jak na monografické, seriálové, tak analytické úrovni, je dostupná pouze na DVD Bibliomedica.

Při vytváření bibliografických záznamů článků BMČ se NLK snaží minimalizovat ruční přepis a tím omezit vznik překlepů. Zápis ve formátu MARC 21 probíhá 4 způsoby:

- a) přebírání strukturovaných metadat ve formátu XML přímo od nakladatelů – ca 30 titulů,
- b) kopírování z elektronických obsahů nebo plných textů,
- c) ruční přepis – zejména sborníky a kolektivní monografie,
- d) stahování bibliografických záznamů přes protokol Z39.50 – např. MEDLINE, Bibliographia medica Slovaca, ANL (Články v českých novinách, časopisech a sbornících),
- e) automatizované přebírání záznamů z databází – PubMed.

Při vytváření BMČ NLK spolupracuje s nakladateli/vydavateli odborných periodik. Spolupráce se týká zejména předávání bibliografických metadat do databáze BMČ a poskytování plných textů do Digitální knihovny NLK [15].

5 Obsah a struktura bibliografických citací/záznamů článků

Původní obsah bibliografických citací článků byl:

- autorské údaje, v různých obdobích se uváděl jiný max. počet autorů (nejčastěji max. 3),
- názvové údaje, v některých ročnících BMČ doplněny knihovníkem i o anglický, ruský a francouzský překlad,
- citace zdrojové dokumentu ve zkrácené podobě.
Struktura záznamu byla podle normy ISBD (International Standard Bibliographic Description). Dnešní podoba obsahuje mnohem více údajů:
- jazyk dokumentu, jazyk abstraktu, pokud se liší od jazyka dokumentu,
- země vydání dokumentu,
- autorské údaje, zapisují se všichni uvedení autoři (z technických důvodů uvádíme max. 100 autorů),

- názvové údaje včetně názvů v jiných jazycích,
- pracoviště u všech autorů, pokud je uvedeno,
- deskriptory českého překladu tezauru MeSH, případně klíčová slova pokud není možné vyjádřit téma dokumentu prostřednictvím deskriptorů,
- abstrakta ve všech dostupných jazycích, existují-li,
- citace zdrojového dokumentu (název, rok vydání, ročník, číslo, stránky),
- odkaz na plný text pokud je volně dostupný, u dokumentů, které mají plný text v Digitálně knihovně NLK, se odkaz generuje pouze virtuálně,
- signatura NLK zdrojového dokumentu, pokud je zdrojový dokument ve fondu NLK,
- identifikátory: BMCID, PubMed PMID, ID projektu IGA MZ ČR, MeditorialID, DOI, ID zdrojového dokumentu MedvikID,
- poznámkové údaje, pokud existují a je vhodné je zaznamenat.

Záznamy jsou vytvářeny ve strukturované podobě ve formátu MARC 21. Zaznamenané údaje umožní vyhledat záznam podle různých kritérií. Řada údajů se zapisuje ve standardizované podobě:

- Jazyk a země vydání podle kódovníků MARC 21,
- autorské údaje podle Souboru národních jmenných autorit (v záznamech se tvar jména uvádí 2x: 1x jak je uveden v dokumentu, 1x ve standardizované podobě podle jmenných autorit),
- název zdrojové dokumentu z databáze Medvik,
- deskriptory tezauru MeSH.

Přebírání standardizované podoby údajů zamezuje vytváření překlepů a pravopisných chyb.

6 Věcné zpracování BMČ

V prvních 30 ročnících bylo věcné téma v bibliografických záznamech BMČ zaznamenáno pomocí znaků MDT. ZDS vypracovalo a pro vlastní účely upravilo francouzské vydání tabulek MDT. [16] Od ročníku 1962 výběrové řady „The Annual of Czechoslovak Medical Literature“ se pro sestavování věcného rejstříku použil tezaurus Medical Subject Headings (MeSH). [17] Použití MDT jako jediného prvku věcného pořádku se postupně ukázalo jako nevyhovující (ačkoliv veškerá dostupná literatura použití MDT v BMČ naopak vychvaluje). [18] V 70. letech se řada lékařských knihoven potýkala s nevyhovující klasifikací MDT pro lékařské obory. Např. ve Švédsku provedli konkordaci termínů z MDT a tezauru MeSH z hlediska notace, hierarchie a syntaxe. Vybrané srovnávané termíny byly především z kategorie anatomie a patologie. Výsledkem bylo, že naprosto nevyhovující je pro obor lékařství zkrácené a středně velké vydání MDT (MDT má 3 druhy vydání: úplné, střední a zkrácené). Odhalili řadu vážných nedostatků zejména v kategorii patologie. Výhodu v používání tezauru MeSH viděli zejména v tom, že je mladší a má stálou kontrolu slovníku specialisty. [19] Od r. 1973 začal být tezaurus MeSH postupně překládán i do českého jazyka a v BMČ začal být využíván od ročníku 1978/1979. Zvo-

lení MeSH jako hlavního prvku věcného pořádku BMČ nebylo pravděpodobně úplně žádoucí (možná z politických důvodů). V projektu „Prováděcí projekt automatizovaného informačního systému – Bibliographia medica Čechoslovaca“ [20] se uvádí, že věcný popis v BMČ bude zastoupen:

- a) rubrikátory mezinárodního systému Medinform,
- b) deskriptory MeSH v českém překladu, které budou nahrazeny v další etapě deskriptory systému Medinform,
- c) znaky MDT.

Z dostupné literatury není úplně jasné ukončení používání MDT a systému Medinform v BMČ. MDT se již nevyskytuje v ročníku 1978.

Český překlad tezauru MeSH je pro zpracování BMČ využíván od ročníku 1978 až do současnosti, jeho použití se řídí metodikou databáze Medline. [21,22]

7 Tištěné výstupy

Bibliografie byla sestavována ručně a od začátku ji provázely problémy s její tištěnou podobou. Čtvrtý ročník za rok 1950 vyšel až v r. 1955, pátý a šestý ročník, který registroval literaturu za roky 1951/1952, byl vydán dohromady až v r. 1960 a vydala jej Matice slovenská v Martině (předchozí vydání vyšly ve Zdravotnickém nakladatelství v Praze). Je zajímavé, že v r. 1951 vyšel v ČLČ článek od K. Růžičky, kde vychvaloval spolupráci se Zdravotnickým nakladatelstvím, skutečnost však pravděpodobně byla opačná. [23] Ročníky 1953–56 a 1968 nebyly nikdy vydány a zůstaly pouze ve formě lístkové kartotéky. V odborném tisku byl velký skluz ve vydávání značně kritizován. [24]

Kromě základní řady BMČ byly souběžně vydávány i 2 doplňující řady: „The Annual of Czechoslovak Medical Literature“ (ACML) a „Zdravotnictví a právo“. ACML byl anglickou verzí BMČ, která sloužila pro mezinárodní výměnu mezi knihovnami, jednalo se o výběr prací ze základní řady BMČ (ca ½ záznamů z BMČ) s přeloženými názvy do anglického jazyka někde i s přidanými anglickými anotacemi. ACML začal vycházet v roce 1958 a obsahoval záznamy z roku 1956. Od ročníku 1969 (vydaného v r. 1972) byla BMČ s ACML sloučena v 1 ročenku: „The Annual of Czechoslovak Medical Literature. Bibliographia medica Čechoslovaca“. Ročník 1973 vychází již opět samostatně jako dvě díla. Poslední tištěný ročník ACML vyšel v r. 1978 (registroval literaturu z r. 1974), ostatní ročníky vycházely již pouze na mikrofiších. [25] „Zdravotnictví a právo“ obsahovalo bibliografický výběr právních předpisů, článků a knih z právnické a zdravotnické literatury, publikovaných v ČSSR a zahraničí od roku 1969 [26]. Vydávání „Zdravotnictví a právo“ skončilo v r. 1990 odchodem jeho hlavního redaktora JUDr. Pavla Holečka do důchodu. [27]

V r. 1973 začala ročenka BMČ vycházet formou sešitů 4x ročně, postupně se rozšířila až na 12 sešitů ročně. Tištěné vydávání BMČ bylo ukončeno v r. 1999.

Kvalita tisku byla v průběhu vydávání tištěných verzí velice různorodá. První ročníky byly sázeny klasickou knižní sazbou a jednalo se o velice kvalitní, dobře čitelný tisk. Kvalita tisku se však postupně zhoršovala, viz též obrazová dokumentace.

Všechny tištěné výstupy BMČ se v roce 2016 podařilo zdigitalizovat a jsou volně dostupné v Digitální knihovně NLK.

Obrázek 7 – Ukázka bibliografické citace – ročník 1947

Obrázek 8 – Ukázka bibliografické citace – ročník 1959/60 (velice drobné písmo)

Obrázek 9 – Ukázka bibliografické citace – ročník 1970

Obrázek 10 – Ukázka bibliografické citace – ročník 1973

Obrázek 11 – Ukázka bibliografické citace – ročník 1980

Obrázek 12 – Ukázka bibliografické citace – ročník 1997

8 Časový záběr

BMČ nemá žádné časové omezení, snahou je, aby veškerá produkce z oboru byla v BMČ podchycena.

Počet článků podle roku vydání je vidět v grafu č. 1.

Nižší počet záznamů okolo roku 1970 a 1992 souvisí pravděpodobně se společenskou situací. Pokles od roku 2015 souvisí s pozastavením excerptce sborníků abstrakt.

9 Geografický záběr

Do BMČ jsou zařazovány všechny práce z oboru lékařství a zdravotnictví, které byly publikovány na území ČR a práce českých autorů publikovaných v zahraničí. U článků je podle provenience 85 % článků vydaných na území ČR, 9 % na území SR a 5 % z ostatních zemí.

10 Jazykový záběr

Jazykové hledisko se u BMČ neuplatňuje. U článků v tabulce je vidět, že nejvíce jsou články psány v češtině, angličtině a slovenštině.

Jazyk	Počet článků
Český jazyk	67 %
Anglický jazyk	18 %
Slovenský jazyk	13 %
Německý jazyk	1 %
Ruský jazyk	1 %

Tabulka 1 – Rozdělení článků podle jazyka

11 Typy dokumentů

Podle typologie jsou do BMČ zařazovány monografie, seriály, šedá literatura (závěrečné zprávy z projektů, vysokoškolské kvalifikační práce, konferenční materiály, výukové materiály, atestační práce). Monografie a seriály zařazované do BMČ jsou jak odborného tak populárního charakteru. Na analytické úrovni se zpracovávají články, abstrakta, recenze z odborných časopisů a sborníků, výběrově kapitoly z kolektivních monografií. Přestože původní záměr byl do BMČ zařazovat i články, které byly publikovány v denících a populárních časopisech, tak nyní do BMČ zařazovány nejsou. Dokumenty mohou být v tištěné i elektronické podobě.

12 Zpřístupnění

Od r. 2000 je databáze BMČ volně dostupná prostřednictvím internetu, nejdříve v sys-

tému Aleph, nyní v portálu Medvik [28], který vytváří a spravuje NLK. Portál Medvik je otevřený pro indexační roboty vyhledávacích služeb typu Google, uživatelé tak mají přístup k záznamům BMČ prostřednictvím jejich oblíbeného vyhledávače. Databáze je dále součástí DVD Bibliomedica vydávaného AiP Beroun. Záznamy BMČ jsou též dostupné v Centrálním portálu knihoven [29].

13 Retrokonverze

Od roku 1992 jsou záznamy BMČ vytvářeny ve strukturované databázové podobě. NLK v letech 2001–2005 převedla přepisem katalogizačních lístků všechny starší záznamy monografické a seriálové úrovně taky do této podoby. Bibliografická data BMČ pořízená již na počítačích v letech 1977–1991 byla také zkonvertována do databázové podoby. Lístkové kartotéky BMČ, ročníky 1953–1956 a 1968, které nikdy nevyšly v tištěné podobě, byly naskenovány a poté převedeny do databázové podoby. Ostatní tištěné ročníky BMČ jsou postupně přepisovány do databáze BMČ. V databázi BMČ jsou již kompletně dostupné ročníky 1947–49, 51–56, 58, 61 až do současnosti (chybí tedy ročníky 1950, 1957 a 1959/60). Předpokládá se, že kompletní přepis bude ukončen během roku 2017. Poté budou starší roky vydání časopisů (do r. 1946) excerpovány do BMČ po jednotlivých titulech (nejdříve budou zpracovány základní odborné lékařské a zdravotnické tituly).

14 Dostupnost plných textů

NLK se dlouhodobě snaží, aby byl uživateli zajištěn co nejsnazší přístup k plnému textu článku. U řady nových článků v BMČ existuje možnost zobrazení plného textu formou URL odkazu na stránky nakladatele nebo prostřednictvím Digitální knihovny NLK. Pro tyto účely má NLK s řadou českých nakladatelů/vydavatelů uzavřenou licenční smlouvu o poskytování a zpřístupňování elektronických verzí periodik. Celkem 108 540 záznamů článků má archivovaný plný text v Digitální knihovně NLK. NLK nejenomže získává plný text článků většinou ve formátu PDF přímo od nakladatelů, ale zároveň digitalizuje starší ročníky periodik do Digitální knihovny NLK. Dokumenty starší 70 let od vydání jsou v souladu s autorským právem volně dostupné, ostatní jsou přístupné pouze z počítačové sítě NLK. U všech záznamů článků BMČ si může uživatel objednat tištěnou kopii dokumentu, případně i elektronickou prostřednictvím služby VPK (Virtuální polytechnická knihovna) [30].

15 Diskuze

Bibliografie BMČ prošla za 70 let bohatým vývojem. Původní koncepce se téměř daří plnit. Oproti prvním plánům se do BMČ nezařazují systematicky populární práce z oboru lékařství a zdravotnictví na analytické úrovni, částečně se daří doplňovat práce českých autorů publikovaných v zahraničí. Nedaří se standardizovat zápis autorských

afliací, přestože by to velice napomohlo při vyhledávání. V portálu Medvik lze samostatně prohlížet pouze záznamy na analytické úrovni (BMČ-články), ostatní je nutné filtrovat pomocí země vydání, což nemusí být vždy pravda (řada monografií od českých autorů i českých seriálů vychází v zahraničí). Na monografické úrovni jsou zařazovány do BMČ pouze dokumenty, které NLK získá do fondu, snahou NLK je zajistit všechny dokumenty vydané v České republice, ale vzhledem k tomu, že NLK není příjemcem povinného výtisku, není to reálné v úplnosti.

V roce 2016 přestaly být do BMČ excerpovány sborníky abstrakt, ze kterých se ročně vytvořilo přibližně 5–6 tisíc záznamů. Zpracování těchto sborníků bylo časově náročné. Sborníky abstrakt jsou nyní v NLK digitalizovány a uloženy v Digitální knihovně NLK, kde je umožněno jejich plnotextové prohledávání.

16 Závěr

Databáze BMČ patří mezi kvalitní informační zdroje z oboru lékařství a zdravotnictví. Nespornou výhodou BMČ je nepřerušovaná kontinuita její tvorby od roku 1947. V knihovnické obci je označována za jednu z nejkvalitnějších oborových bibliografií vytvářených v České republice. K jejímu rozvoji je potřeba koncepčního přístupu, který bude zohledňovat současné trendy a požadavky uživatelů a hledat softwarové nástroje, které usnadní její zpracování. Dále prohlubovat spolupráci s nakladateli/vydavateli odborných publikací a zajistit odborné posouzení z řad knihovníků, lékařů a zdravotníků.

Literatura a odkazy:

- [1.] <http://www.medvik.cz/bmc/>
- [2.] <https://nlk.cz/>
- [3.] Pelnář, J. (1900). Slovánská bibliografie lékařská a přehled redakci zaslaných časopisův. *Časopis lékařů českých*, vol. 39, no. 41, 1134–1138.
- [4.] Hornof, Z. and Schmid, L. (1945). Několik slov o našem písemnictví. *Časopis lékařů českých*, vol. 84, no. 2, 63–64.
- [5.] Nevole, S. (1946). Za lepší organizaci naší vědecké činnosti, zvláště za uspořádání řádné vědecké bibliografie. *Časopis lékařů českých*, vol. 85, no. 7, 243–244.
- [6.] Nepustil, B. (1953). Ústav pro zdravotnickou dokumentaci. *Časopis lékařů českých*, vol. 92, no. 35, 953–956.
- [7.] Zítka, M. (1961). Padesátiny význačného dokumentaristy. *Časopis lékařů českých*, vol. 100, no. 37, 1184.
- [8.] Růžička, K. (1965). Docent MUDr. Svetozár Nevole zemřel. *Zdravotnická dokumentace*, vol. 4, no. 5–6, 3541–3542.
- [9.] Nevole, S. (1946). Za lepší organizaci naší vědecké činnosti, zvláště za uspořádání řádné vědecké bibliografie [II. část]. *Časopis lékařů českých*, vol. 85, no. 15, 525–526.
- [10.] Nevole, S. (1949). Zdravotnické dokumentační středisko. *Dokumentace a desetinné třídění*, vol. 1, no. 2, 17–18.
- [11.] Helbich, J. and Beránková, N. (1980). Odvětvový systém vědeckých informací ve zdravotnictví: technický projekt P 18-335-232-01/34. *Ústav vědeckých informací, Praha*.
- [12.] Votípková, M. (1980). Strojové zpracování československé lékařské a zdravotnické bibliografie. *Zdravotnická*

dokumentace, vol. 19, no. 3–4, 141–148.

- [13.] Pinkas, O. (1978). Uzlový technologický bod v ÚVLI. *Zdravotnická dokumentace*, vol. 17, no. 3–4, 209–223.
- [14.] Anon. (1992). Úvod. *Bibliographia medica Čechoslovaca*, vol. 46, no. 1, II–III.
- [15.] <http://kramerius.medvik.cz/>
- [16.] Nevole, S. (1947). O mezinárodním třídění desetinném a o jeho použití v lékařství. *Časopis lékařů českých*, vol. 86, no. 22, 680–683.
- [17.] Blehová, E. and PEŠKA, J. (1972). Zkušenosti s používáním rejstříku Medical Subject Headings (MeSH) a s přípravou jeho české verze. *Zdravotnická dokumentace*, vol. 11, no. 2, 58–63.
- [18.] Růžička, K. (1950). Lékaři a mezinárodní desetinné třídění. *Lékařské listy*, vol. 5, no. 13, 395–397.
- [19.] Míkyška, J. (1972). Srovnání hesláře Index Medicus s příslušnými tříděními Mezinárodního desetinného třídění. *Zdravotnická dokumentace*, vol. 11, no. 3, 15–35.
- [20.] Peška, J., Blehová, E., Pinkas, O. and Kovářiková, Z. (1977). Prováděcí projekt automatizovaného informačního systému – *Bibliographia medica Čechoslovaca*. *Ústav vědeckých lékařských informací, Praha*.
- [21.] Blehová, E. (1979). Thesaurus deskriptorů automatizovaného informačního systému zdravotnictví *Bibliographia medica Čechoslovaca*. *Zdravotnická dokumentace*, vol. 18, no. 3–4, 241–242.
- [22.] Principles of MEDLINE Subject Indexing. National Library of Medicine – National Institutes of Health, 2017 [online]. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <https://www.nlm.nih.gov/bsd/disted/meshtutorial/principlesofmedline/subjectindexing/principles/>
- [23.] Růžička, K. (1951). Zdravotnické nakladatelství spolupracuje s dokumentací. *Časopis lékařů českých*, vol. 90, no. 33, 1003.
- [24.] Hornof, Z. (1962). Bohemica non leguntur? *Časopis lékařů českých*, vol. 101, no. 11, 348–349.
- [25.] Blehová, E. (1974). Bibliografické oddělení. *Zdravotnická dokumentace*, vol. 13, no. 4, 416–420.
- [26.] Anon. (1970). Úvod. *Zdravotnictví a právo*, vol. 1, 3–4.
- [27.] Holeček, P. (1990). Rozloučení odborného redaktora. *Zdravotnictví a právo*, vol. 21, no. 5–6, 391–392.
- [28.] <http://www.medvik.cz/>
- [29.] <https://www.knihovny.cz/>
- [30.] <https://www.techlib.cz/cs/2892-virtualni-polytechnicka-knihovna>

Kontakty

Mgr. Lenka Maixnerová
Národní lékařská knihovna
Sokolská 54, 121 32 Praha 2
Tel. 296 335 925
email: maixnerova@nlk.cz

Bc. Michal Závíška

PhDr. Helena Bouzková

ELEKTRONICKÝ ZDRAVOTNÍ ZÁZNAM JAKO ZÁKLADNÍ STAVEBNÍ KÁMEN E-HEALTH ŘEŠENÍ – POHLED PRAKTICKÝ I LEGISLATIVNÍ

Jan Petřík

Anotace

Existuje mnoho cest, jak realizovat digitalizaci procesů, které jsou absolvovány ve zdravotnictví. Čas ukáže, která z nich byla nejefektivnější a nejlepší pro všechny účastníky péče o zdraví – tedy lékaře, ostatní zdravotnické pracovníky, zdravotní pojišťovny, ale především pro občany, o jejichž zdraví, případně léčbu, zde jde. My věříme, že základem pro stavbu účinného systému je databáze tzv. electronic health record, tedy elektronických zdravotních záznamů. Pouze nad takovými databázemi mohou vznikat skutečně účinná nadstavbová řešení, jako například telemedicína, personalizovaná medicína, nebo řízená zdravotní péče. Možná je překvapivé, že legislativa už dnes umožňuje vznik i realizaci mnohých eHealth řešení a není nutné čekat na složitý legislativní proces.

Klíčová slova

elektronické zdravotnictví, EHR, Electronic health record, elektronický zdravotní záznam, Elektronická zdravotní knížka, Národní strategie elektronického zdravotnictví, IZIP, Zdravel, legislativa

1 Úvod

Dnešní svět se vyznačuje silným tlakem na regulaci všech možných oblastí lidské činnosti zdravotnictví nevyjímaje. Všechny státy Evropské unie, včetně České republiky, zažily během posledních let exponenciální nárůst právních předpisů všech úrovní. Právní předpisy se dnes snaží popsat a regulovat všechny aktivity a činnosti, kterými se člověk, resp. společnost zabývá.

Touto snahou byrokraticky popsat a zaznamenat všechno graduje ve společnosti i dějinný konflikt státní moci a občanů daného státu. Růstem právní agendy totiž adekvátně roste i ingerence státu do soukromí občanů. V článku 2 odst. 3 Ústavy ČR je totiž stanoveno, že státní moc slouží všem občanům a lze ji uplatňovat jen v případech, v mezích a způsoby, které stanoví zákon. Pokud tedy není určitá pravomoc pro stát ukotvena zákonem, státní moc v této oblasti nemá co pohledávat. V této oblasti pak mohou naopak občané činit všechno, co jim zákon nezakazuje.

Jde o spojené nádoby dvou právních zásad, které se v právu neustále vývojem společnosti kontrolují a regulují. Takzvané zásady enumerativnosti veřejnoprávních pretenzí a zásady legální licence. Zásada enumerativnosti veřejnoprávních pretenzí vyjadřuje, že veřejnou moc lze uplatňovat jen v případech, mezích a způsoby, které stanoví zákon. Zásada legální licence, jež je opakem zásady enumerativnosti veřejnoprávních pretenzí, pak vyjadřuje, že každý může činit vše, co zákon nezakazuje, a naopak není povinen činit nic, co mu zákon neukládá.

Jinými slovy, vznikne-li ve společnosti jakákoliv nová oblast činnosti, stát, aby co nejrychleji vyrovnal hladiny těchto spojených nádob, reaguje obvykle legislativní změnou

a doplněním zákonů tak, že takovou činnost zreguluje, vytvoří na ni kolonku, statistické označení, definuje úředníka, jeho pravomoci, možnosti kontrol a samozřejmě i sankcí. Tím ovšem vzniká dosti kazuistická změř zákonných a podzákonných norem, které jenom v závěsu reagují na lidskou činnost a kreativitu, navzájem spolu nekomunikují a mnohdy jsou ve své snaze regulovat a kontrolovat vše ve vzájemném konfliktu.

Velmi trefně toto vystihl v nedávné době v rozhovoru pro Aktuálně.tv předseda Nejvyššího správního soudu ČR JUDr. Josef Baxa, který dokonce tvrdí, že s růstem právní regulace ubývá svoboda. Doslova k tomu uvedl, že: „**Přibývá právní regulace, všechny předpisy, které přibývají a mění se, tak ukrajují kousek svobody, je to byrokratická setrvačnost, které bychom se měli bránit.**“ Podle JUDr. Baxy společnost navíc příliš spoléhá na to, že stát se o ni postará.

Nejenže se stát o společnost automaticky ve všem nepostará, ale dokonce lze pochybovat, že se stát postará o společnost dobře, pokud tak učiní. V devadesátých letech se v ČR dokonce ustálilo rčení, že stát je nejhorší hospodář. To pak bylo hlavní silou ekonomické privatizace, kdy stát otevřeně přiznával, že nemusí a ani nechce kontrolovat všechno. Je tomu nyní jinak? Zjistil stát, že je pro něj naopak lepší a vhodnější kontrolovat a dohlížet na všechny oblasti lidské činnosti a kreativity? A nyní i zásadní otázka pro oblast elektronizace zdravotnictví. Je eHealth třeba nejdříve detailně popsat, dostat jej do legislativy a také regulovat? Je třeba s vývojem a implementací eHealth čekat na zákonodárce a byrokratický státní aparát? Autor tohoto článku je bytostně přesvědčen, že nikoli.

2 Elektronický zdravotní záznam neboli EHR podle Národní strategie elektronického zdravotnictví

EHR je ve schválené Národní strategii elektronizace zdravotnictví (NSEZ) popsán na mnoha místech. Jedna ze základních definic je pak následující:

„Osobní elektronický zdravotní záznam (EHR/PHR) bude obsahovat vybrané zdravotní údaje, lékové záznamy a výsledky vybraných vyšetření. Záznamy budou prostřednictvím indexu okamžitě dostupné oprávněným poskytovatelům zdravotních služeb i pacientovi. Minimální rozsah sdílených zdravotních údajů (elektronického zdravotního záznamu), povinnosti poskytovatelů zdravotních služeb a pravidla přístupu k nim, práva a povinnosti správců, budou stanoveny legislativně.

Osobní zdravotní záznam umožní trvale ukládat vybrané zdravotní údaje, lékové záznamy a výsledky vybraných vyšetření. Záznamy budou prostřednictvím indexu zdravotnické dokumentace okamžitě dostupné oprávněným poskytovatelům zdravotních služeb i pacientovi a popř. dalším subjektům (lékaři lékařské posudkové služby pracující v resortu práce a sociálních věcí, lékárníci, nebo revizní lékaři zdravotních pojišťoven). Záznamy budou dostupné jak z prostředí webového rozhraní, tak pro přímý přístup z informačních systémů poskytovatelů zdravotních služeb (pokud dodavatelé tento

přístup do svých systémů implementují). Minimální rozsah sdílených zdravotních údajů (elektronického zdravotního záznamu), povinnosti poskytovatelů zdravotních služeb a pravidla přístupu k nim, práva a povinnosti správců, budou vycházet z platné legislativy a budou realizovány v souladu s cíli národní strategie elektronického zdravotnictví. Systém umožní také zápisy informací pacientem v pro něj vyhrazené části seznamu.

S dostatečným předstihem je vhodné reagovat na potřebu sdílet vybrané informace i pro sociální služby, což je mj. budoucnost v podobě integrace služeb. Integrované zdravotní a sociální služby nelze ve velkém měřítku efektivně zavádět bez sdíleného PHR (nebo EHR) se sociálními službami. Toto budoucí sdílení však musí mít legislativní oporu.“

Výše uvedený popis je komplexní a vyčerpávající. Shrnuto:

- (a) **EHR je dlouhodobým záznamem o zdravotních údajích a zdravotní péči jednoho konkrétního pacienta.**
- (b) **Do EHR zapisuje data zdravotnický pracovník a případně i pacient.**
- (c) **EHR je dostupný on-line oprávněným poskytovatelům zdravotních služeb i pacientovi.**
- (d) **Z kontextu NSEZ je zřejmé, že EHR není zdravotnickou dokumentací pacienta, ale spíše jejím souhrnem.**
- (e) **Na několika místech se objevuje volání po potřebě legislativních změn.**

NSEZ zároveň obsahuje velmi zajímavé kapitoly pojednávající o EHR v jiných zemích a využití tohoto systému.

Studie Overview of the national laws on electronic health records in the EU Member States and their interaction with the provision of cross-border eHealth services (Milieu Ltd – time.lex) sledovala specifická pravidla pro výslovný souhlas pacienta s ukládáním a zpracováním jeho dat v rámci elektronických zdravotních záznamů. V Německu, Francii, Chorvatsku a Itálii je uplatněn princip opt-in; zatímco v Rakousku, Lucembursku, Švédsku a Anglii je pak možné implicitní souhlas s vedením EHR odvolat (princip opt-out). Česká republika patří mezi země, kde pacient musí výslovně souhlasit s vedením a zpracováním dat mimo poskytovatele zdravotních služeb, Národní strategie elektronického zdravotnictví prosazuje princip opt-out.

Ve 14 zemích je pro identifikaci pacientů pro eHealth využívána ID karta; ve 13 zemích je to pak číslo zdravotního pojištění. Specifický identifikační kód pro eHealth není zaveden v žádné zemi.

Ve 13 zemích je zakotveno právo pacienta nahlížet / kopírovat data ze sdíleného elektronického zdravotního záznamu; v 11 zemích jsou implementovány mechanismy auditovaného přístupu, které umožňují pacientovi zjistit údaje o přístupech k jeho záznamům.

V 5 zemích je pacientovi dána možnost modifikovat / vymazat data ze svého zdravotního záznamu, která byla vložena jiným subjektem. Jakkoliv je tedy ve většině zemí zřejmé, že data patří pacientovi, nesmí se ve většině z nich k datům chovat jako sku-

tečný vlastník s právem je měnit a mazat. To je samozřejmě z hlediska ochrany zdraví a efektivity systému vhodné a logické.

Národní strategie elektronického zdravotnictví příliš nehovoří o výhodách EHR a sdílení. Je to logické. Jde o strategický dokument, který nemá sloužit jako promotérská aktivita v rámci elektronizace, ale nastavovat základní klíčové cíle a metody jejich dosažení. Zároveň je zřejmé, že výhody EHR jsou jasně čitelné a logické i bez jejich výslovného shrnutí. Dají se shrnout do dvou základních pilířů. Mnohé z nich lze zároveň označit za výhody elektronického zdravotnictví obecně.

Základní výhody:

a) Zapojení pacienta

- **Prevence, zvyšování zdravotní gramotnosti.** Jde o notorietu, která je již obecně akceptována. Prevence je v důsledku pro systém levnější než následná péče. Pomáhá odhalovat nemoc v raném a často léčitelném stádiu. Zdravotní gramotnost oproti tomu vede k prodloužení zdravé fáze života. Zdravotní gramotnost jako nástroj příznivě ovlivňuje schopnost lidí ovlivňovat svůj životní a zdravotní osud. Bývá nepříjemné si přiznat, že je statisticky prokázáno, že skupiny s nízkou zdravotní gramotností nejvíce čerpají zdravotní služby, nevyužívají prevenci a systém nejvíce zatěžují.
- **Technologické trendy.** Lidé obecně nyní tíhnou k čím dál většímu používání technologických novinek. Nástup mobilních telefonů, internetu, počítačů a chytré (smart) technologie je čím dál rozšířenější. Systémy jsou jednodušší, rychlejší a srozumitelnější.
- **Elektronická identita.** Lidé jsou v rámci dobrého elektronického systému identifikovatelní. Mohou jeho prostřednictvím činit úkony, včetně úkonů právních a mohou systém využívat k jednodušší komunikaci.
- **Efektivní a levná komunikace.** Komunikace prostřednictvím elektronických systémů je rychlá, levná a má všechny předpoklady, aby byla i efektivní.
- **Pacient určuje přístup a sdílení.** Občan (pacient) je osobou, která si v systému opt-in nebo opt-out určí, zda chce být jeho součástí a jakým způsobem se mají jeho zdravotní data sdílet. Osoby s respektem k sdílení mohou nebyť v systému, nebo limitovat sdílení svých dat. Je statisticky prokázáno i v rámci ČR, že většina osob nemá problém se sdílením svých zdravotních záznamů¹.

b) Zlepšení zdravotní péče

- **Přístup odkudkoliv.** Přístup k EHR má být realizován z jakéhokoli externího prostředí, kde je k záznamu potřeba přistoupit (např. ordinace, terén).
- **Podpora pro rozhodování.** EHR je jako základní informace o pacientovi nejrychlejší možnou podporou pro rozhodování lékaře. V současné době je zdrojem dat pacient, což v případě EHR zůstává, ale tento zdroj je doplněn informacemi z EHR, na které již pacient mohl zapomenout. EHR může být zdrojem informací i v případě, že pacient nekomunikuje (např. bezvědomí).
- **Rychlost.** V případě on-line sdílení jde zatím o nepřekonanou a asi i těžko překonatelnou rychlost posunu informací mezi jednotlivými body.

¹ Například v systému Elektronické zdravotní knížky EZK souhlasilo s nejšířší možností sdílení osobních zdravotních záznamů 83 % osob.

- **Koordinace péče.** Sdílením základních informací v rámci EHR mezi jednotlivými profesemi může dojít k zásadnímu zvýšení efektivity koordinace péče. Nejzákladnějším příkladem, který by potřeboval efektivní komunikaci prostřednictvím EHR je řetězec praktik – specialista – laboratoř – lékárna.
- **Nadstavbové systémy.** Nad systémem EHR lze budovat takřka nekonečné množství nadstavbových modulů a využívat jejich funkcí. Příkladem jsou moduly snižující administrativu, telemedicína, disease management, umělá inteligence atd.

Lze shrnout, že NSEZ popisuje základní strategii ohledně EHR vhodným způsobem, ačkoliv nedefinuje katalog jeho přínosů. NSEZ ovšem volá po zásadních legislativních změnách, které by definovaly jednak obsah EHR a zároveň parametry jeho sdílení. Otázka je opět nasnadě. Jsou tyto legislativní změny nutné. Je třeba s rozjezdem EHR systému vyčkávat a implementovat je až svou práci odvede zákonodárny sbor?

3 Práva občana (pacienta)

Odpověď lze částečně nalézt v legislativě ohledně práv pacienta, jak tato existuje nyní. Postavení pacienta je nyní v legislativě v zásadě rovnocenné (rovné, svobodné a občanskoprávní) s postavením zdravotnického pracovníka. Úprava dvou zásadních kodexů regulujících vztahy, tj. občanského zákoníku a zákona o poskytování zdravotních služeb tento rovnocenný vztah jenom podtrhuje. V praxi je pacient často označován za klienta lékařů, jakkoliv tento termín může být zavádějící. Důležité je ovšem to, že pacient má podstatným způsobem definováno právo na informace o svém zdravotním stavu již nyní. Základní definici tohoto práva lze rozdělit na právo ústavní neboli právo „jednoduché“ a právo dané zákonem a podzákonými předpisy.

3.1 Ústavní předpisy ČR a mezinárodní smlouvy

Listina základních práv a svobod

Článek 31 Listiny stanoví, že: „Každý má právo na ochranu zdraví. Občané mají na základě veřejného pojištění právo na bezplatnou zdravotní péči a na zdravotní pomůcky za podmínek, které stanoví zákon.“ Článek 17, který je v části politických práv, pak pojednává o právu na informace tak, že právo na informace jsou zaručeny a každý má právo svobodně vyhledávat informace. Jde o práva politická, a tak je jejich propojení s článkem 31 sporné, ale nikoli nemožné.

Úmluva o lidských právech a biomedicíně, kterou ČR ratifikovala a vyhlásila ve sbírce č. 96/2001

Tato úmluva o právu na informace hovoří už zcela jasně. Dle čl. 10 této mezinárodní smlouvy má každý právo na ochranu soukromí ve vztahu k informacím o svém zdraví s tím, že **každý je oprávněn znát veškeré informace shromažďované o jeho zdravotním stavu.** Nicméně přání každého nebyť takto informován je nutno respektovat. Pokud je to v zájmu pacienta, může ve výjimečných případech zákon omezit uplatnění práv pacienta na informace.

Uvedené „jednoduché“ právo tak stanoví jasný rozsah toho, co má každý právo po systému požadovat. Slova jako „veškeré informace shromažďované o jeho zdravotním stavu“ a „ochrana zdraví“ nedovolují jiný výklad než ten, že **každý občan ČR má nárok na to, aby:**

a) dostal informace o svém zdravotním stavu a zároveň

b) dostal informace, které o jeho zdravotním stavu „systém“ shromažďuje.

3.2 Zákon o zdravotních službách

Ještě zajímavější je popis informací, které má právo pacient znát podle zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách. Tento zákon je v popisu práv již detailnější, což může svádět k tomu, že platí pouze to, co je v něm definováno, ovšem pravda to není. Pokud zákon nepopisuje detailně právo stanovené ústavním předpisem, či na takové právo zapomíná, je nutné použít úpravu jednoduchého – ústavního práva a práva pacienta číst jeho optikou.

Práva pacienta ve vztahu k informacím

Ustanovení § 28 zákona stanoví: (1) Zdravotní služby lze pacientovi poskytnout pouze s jeho svobodným a **informovaným souhlasem**, nestanoví-li tento zákon jinak. (...) (3) Pacient má při poskytování zdravotních služeb dále právo (...) b) zvolit si poskytovatele oprávněného k poskytnutí zdravotních služeb, které odpovídají zdravotním potřebám pacienta, a zdravotnické zařízení (...), c) vyžádat si konzultační služby (...), d) být seznámen s vnitřním řádem zdravotnického zařízení (...).

Informace o zdravotním stavu pacienta a o navržených zdravotních službách

Ustanovení § 31 zákona shrnuje informace, které má pacient dostat při přijetí do péče a jindy, je-li to účelné. Jakkoli ustanovení směřuje k situaci, kdy je pacient už „pacientem“, první část jasně hovoří ještě o zdravotním stavu a pokrývá samozřejmě i situace, kdy zdravotní stav nevyžaduje detailní informace dle odst. 2 tohoto ustanovení nebo vyžaduje jenom jejich část.

Poskytovatel je podle tohoto ustanovení povinen zejména zajistit, aby byl **pacient srozumitelným způsobem v dostatečném rozsahu informován o svém zdravotním stavu** a o navrženém individuálním léčebném postupu a všech jeho změnách. Informace o zdravotním stavu pak obsahuje zejména údaje o: (a) příčině a původu nemoci (...), (b) informace k navrhovaným zdravotním službám (obsah, přínosy, rizika atd.), (c) jiných možnostech zdravotních služeb, (d) další potřebné léčbě, (e) omezeních a doporučeních ve způsobu života a (f) možnosti vzdát se podání informace o zdravotním stavu, určit jiné osoby nebo vyslovit zákaz o podávání informací o zdravotním stavu.

Nahlížení do zdravotnické dokumentace, pořizování jejích výpisů nebo kopií

Ustanovení § 65 zákona pak komplexním způsobem upravuje možnost nahlížení do zdravotnické dokumentace a možností pořizovat si z ní kopie nebo výpisy. Do zdravot-

nické dokumentace vedené o pacientovi mohou v přítomnosti zaměstnance pověřeného poskytovatelem nahlížet, pořizovat si její výpisy nebo kopie samozřejmě pacient, zákonný zástupce nebo opatrovník pacienta, ale i osoby určené pacientem. Postupy nahlížení nesmí narušit poskytování zdravotních služeb.

Bez souhlasu pacienta pak mohou nahlížet do zdravotnické dokumentace třetí osoby jenom za přesně určených podmínek. Musí to být v zájmu pacienta nebo potřebné pro účely vyplývající ze zákona nebo jiných právních předpisů. Nahlížení musí proběhnout jenom v nezbytném rozsahu. Nahlížení pak může provést jenom přesně definovaný okruh osob, kdy se jedná zejména o osoby se způsobilostí k výkonu zdravotnického povolání a jiní odborní pracovníci v přímé souvislosti s poskytováním zdravotních služeb nebo osoby podílející se na výkonu působnosti příslušného správního orgánu.

V ustanovení § 66 pak zákon definuje způsob pořízení kopie a výpisu, lhůty a další parametry této již velmi podrobně popisované činnosti.

Zajímavé je, že je-li zdravotnická dokumentace vedena pouze v elektronické podobě, má pacient nebo jiná osoba oprávněná podle § 65 zákona právo nahlížet dálkovým přístupem nebo na pořízení její kopie na technickém nosiči dat, který si určí, nebrání-li tomu technické možnosti poskytovatele. Zákon zde již hovoří jasně o elektronizaci nahlížení do zdravotnické dokumentace. Mohlo by se zdát, že slova jako „pouze“ a „technické možnosti“ limitují tento postup. Pravda je taková, že má-li k nahlédnutí nebo pořízení kopie dojít, jeví se elektronická cesta opět jasně jako nejvhodnější a nejefektivnější.

Uvedená práva jsou pak detailně popisována i podzákonými předpisy a dále na různých informačních webech ministerstva zdravotnictví (viz. http://www.mzcr.cz/kvalita-bezpecni/obsah-prava-pacienta_2401_18.html), na stránkách Ministerstva práce a sociálních věcí (viz. <http://www.mpsv.cz/cs/840>), <http://www.pravnilinka.cz/bezplatna-pravni-poradna-zdarma-prava-pacienta.html>, <http://ferovanemocnice.cz>, webech nemocnic, poliklinik atd. Zdrojů je skutečně dost.

4 Od zákonů k EHR a k pacientovi

Pacient a občan má ve světle výše uvedeného již poměrně dost široká práva na informace o svém zdravotním stavu. Připomeneme-li si ještě charakter postavení pacienta a lékaře, který má být v zásadě rovnocenný, lze dojít k možnosti, že si tyto subjekty mohou nad rámec zákona ještě mnohé dohodnout smluvně, a to jak ústně, tak písemnou formou.

Čím nižší právní předpis v tomto směru zkoumáme, tím složitější úpravu najdeme a větší komplikace si tím způsobíme.

Zajímavé vodítko v tomto směru definuje zákon č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů. Osobní údaj vypovídající o zdravotním stavu patří mezi citlivé osobní údaje subjektu údajů a jeho zpracování se řídí podmínkami upravenými zejména v § 9 zákona o ochraně osobních údajů. V citovaném ustanovení zákon o ochraně osobních údajů očekává, že ke zpracování citlivých osobních údajů správcem nebo zpracovatelem může docházet za podmínky, že subjekt údajů dal ke zpracování výslovný souhlas. Sou-

hlas subjektu údajů musí být dán subjektem údajů a musí z něho být zřejmé, k jakým údajům je dáván, jakému správci údajů, k jakému účelu, na jaké období a kdo jej poskytuje. Souhlas může subjekt údajů kdykoliv odvolat. Správce je povinen předem subjekt údajů o jeho právech poučit.

V návaznosti na uvedené lze tedy učinit několik závěrů:

- a) Občan má právo na informace o svém zdravotním stavu
- b) Občan má právo dostat informace, které o jeho zdravotním stavu systém shromažďuje
- c) Občan má uvedená práva bez ohledu na to, zda je nemocný či zdravý
- d) Občan má právo dát souhlas se správou a zpracováním informací o jeho zdravotním stavu
- e) Občan má právo určit k jakým účelům lze jeho zdravotní informace zpracovávat.

Skutečně zásadní otázka tedy nyní zní: „Je podle stávajících právních předpisů možné, aby občan souhlasil se shromažďováním, správou a zpracováním informací o svém zdravotním stavu za účelem realizace databáze EHR a jsou poskytovatelé zdravotních služeb povinni mu takovou možnost shromažďování a zpracování informací umožnit?“ Podle všeho ano.

5 Existující databáze EHR v ČR

Výše uvedené právní shrnutí není v českém prostředí úplnou novinkou. Databáze zdravotních záznamů již v ČR existují a jsou pořizovány v rámci stejné nebo podobné právní úvahy, jako je uvedena shora. Zatím největší stopu na trhu v ČR zanechal projekt IZIP Elektronická zdravotní knížka, který byl provozován stejnojmennou společností již od roku 2001 převážně pro klienty Všeobecné zdravotní pojišťovny. Projekt zažil některé vrcholy i útlumy. V českém i evropském kontextu však šlo o projekt zcela jedinečný, který možná tak trochu předběhl svou dobu. Stávající stav projektu je takový, že společnost IZIP se přejmenovala na společnost ZDRAVEL, a.s., která je nyní v soukromých rukou investiční skupiny, jež provoz EZK zafinancovala z vlastních zdrojů a provoz databáze znovu obnovila.

V přehledné tabulce lze shrnout stav projektu IZIP/ZDRAVEL následovně:

V přehledové tabulce jsou vidět základní údaje ke stavu databáze ZDRAVEL. Počet uživatelů demonstruje počet fyzických osob, které se do systému registrovaly. Podepsaly souhlas se shromažďováním, zpracováním a sdílením svých zdravotních záznamů ve smyslu kapitoly 3 výše. Podpis tohoto souhlasu byl ověřen buď oficiálně dle právních předpisů (notář, Czech Point atd.) nebo lékařem, který měl s IZIP, a.s. uzavřenou smlouvu a který za přihlášku pacienta dostával odměnu od VZP. Historicky největší podíl registrovaných osob do systému ZDRAVEL zajistili právě lékaři. Lze konstatovat, že v ČR neexistuje databáze sdílení zdravotních informací s větší základnou, než je právě ZDRAVEL.

nezávisle na sobě, ale budou si schopné předávat data, protože bude definována jejich struktura. Dosažení vzájemné interoperability dosavadních řešení elektronického zdravotnictví je i ochranou investic a využitím současného potenciálu fungujících aplikací.”

Jedná se o velmi prozíravé řešení. Vždyť je zjevné, že například výše uvedená databáze ZDRAVEL je velkou historickou investicí připravena na to, aby se některé náklady nemusely utrácet znovu. **Má-li pak databáze ZDRAVEL nějaké parametry, jsou to tyto:**

- Je postavena na bázi právních předpisů popsanych výše a je tedy plně legální.
- Díky vysoké historické investici do Elektronické zdravotní knížky EZK **reprezentuje EHR databáze ZDRAVEL cca 1/4 obyvatel České republiky** s 230 mil. zdravotních záznamů.
- Databáze **nabízí extrémní možnost úspor v nákladech**. Jeden registrovaný člověk stál v nákladech IZIP 200,- až 300,- Kč. Je tedy možné hovořit o úsporách v řádech stovek milionů korun a dosahujících až tři čtvrtě miliardy Kč.
- Projekt byl neregionální a je tedy rozšířen po celé ČR a díky migraci pojištěnců již nyní **nezahrnuje jenom pojištěnce VZP**, ale i dalších pojišťoven.

6 Závěr

Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že již dnešní právní předpisy umožňují vznik EHR databází, jak je definuje Národní strategie elektronického zdravotnictví. Zákony sice nyní ještě nedefinují přesný obsah EHR, strukturu a parametry sdílení, ale umožňují, aby občané dávali souhlas se sdílením svých základních zdravotních informací za účelem dosažení výhod EHR. Databáze EHR tedy mohou vznikat a působit v ČR a následné regulaci a legislativním změnám, které Národní strategie elektronického zdravotnictví předpokládá se postupně přizpůsobovat.

Národní strategie elektronického zdravotnictví je zároveň vizionářská a lze ji chválit v tom, že její prioritou je využití stávajících řešení v elektronickém zdravotnictví. Proto a díky tomu lze realizovat mnohé úspory, které by v případě využití stávajících projektů mohly dosahovat stovek milionů korun, případně i řádů miliard Kč.

Literatura

- [1.] Ústavní systém České republiky, 5. Vydání, Gerloch Aleš, Hřebejk Jiří, Zoubek Vladimír, vydavatel Aleš Čeněk, s.r.o. <https://video.aktualne.cz/josef-baxa/l-i:i:keyword:31293/>
- [2.] Národní strategie elektronického zdravotnictví ČR, 11.10.2016 schváleno ministrem zdravotnictví ČR, 28.11.2016 schváleno vládou ČR, www.nsez.cz
- [3.] Prof. MUDr. Jan Holčík, Role zdravotní gramotnosti v péči o zdraví, 2009
- [4.] Šustek P., Holčapek T. a kol., Zdravotnické právo, Praha: Wolters Kluwer ČR, 2016 852 str.

Kontakt

Mgr. Jan Petřík

ředitel Institutu pro elektronizaci zdravotnictví

z.ú. se sídlem Českomoravská 2408/1a

Libeň, 190 00 Praha 9

e-mail jan.petrik@nordic-investors.com

www.zdravel.cz

Registrovaná zdravotní zařízení a zdravotničtí pracovníci jsou pak profesionálové, kteří mají se ZDRAVEL, a.s. uzavřenou smlouvu o zpracování osobních údajů v systému. Smlouva upravuje způsob nakládání s daty ze strany zdravotnických profesionálů, jejich vkládání, nahlížení do nich a další parametry spolupráce. I v tomto směru jde o největší smluvní agendu v rámci sdílení patientských dat.

Poslední jsou pak v tabulce uvedeny jednotlivá data ve strukturované podobě. Systém obsahuje cca 230 mil. zdravotních záznamů v různé podobě. Jsou zde anamnézy, laboratorní výsledky, předepsané i vydané léky a další informace. I v tomto směru jde o jednu z největších evropských databází sdílených patientských dat typu EHR.

NSEZ obsahuje ve svém textu následující klíčovou deklaraci: „**Stát nebude vytvářet žádný megalomanský centralistický projekt**, ale zajistí základní stavební kameny elektronizace, které umožní postupný vznik a realizaci účelných dílčích projektů, sladěných se strategickými záměry a stanovenými principy uvedenými v této strategii.“ V dalším textu pak NSEZ uvádí: “**Prioritním záměrem strategie je maximální využití existujících informačních systémů** za podmínky, že splní kvalitativní, bezpečnostní a další požadavky na interoperabilní systémy elektronického zdravotnictví, tedy zejména požadavky na vstupní/výstupní formát dat a modularitu, tj. jednotlivé informační systémy mohou vznikat

INSPECTLIFE JAKO NADSTAVBOVÝ MODUL PLATFORMY ZDRAVEL ZAMĚŘENÝ NA TELEMEDICÍNU

Jiří Potůček, Lukáš Roubík

Anotace

Komplexní systém elektronického zdravotnictví a především elektronický zdravotní záznam pacientů (EHR) otevírá nové možnosti pro poskytování personalizovaných zdravotních služeb a management prevence a léčby občanů v ČR prostřednictvím různých nadstavbových modulů nad EHR. Může se jednat o preventivní aplikace určené ke zvýšení zdravotní gramotnosti, moduly zaměřené na primární prevenci a lifestyle, aplikace určené pro kondiční i vrcholové sportovce, ale i o moduly zaměřené na disease management a systémy pro podporu klinického rozhodování jako je personalizovaná farmakoterapie a telemedicína, případně různé asistivní technologie s přesahem do sociálních služeb. Právě nadstavbový modul systému ZDAVEL, platforma InspectLife, je první rozsáhlý a certifikovaný systém telemedicínských služeb v ČR. Poskytované služby zahrnují oblasti dálkového monitoringu krevního tlaku, glykémie, EKG, tělesné hmotnosti, saturace kyslíku v krvi a snímkování a další asistivní služby jako dohled a dotazníky. V současné době dochází k pilotnímu testování dalších inovativních telemedicínských služeb.

Klíčová slova

telemedicína, InspectLife, Zdravel, telemonitoring, telecare, telehealth, asistivní technologie

1 Úvod a historie

Jednou z hlavních aplikací rozvoje ICT ve zdravotnictví jsou tradičně telemedicína a asistivní technologie. Pomocí různých technických prostředků lze dnes již poměrně snadno přenášet širokou škálu nejrůznějších obrazových, grafických, číselných, textových informací i videí a sdílet tyto informace mezi lékařem a pacientem, případně mezi více různými lékaři (např. praktik a specialista), poskytovateli zdravotní péče, zdravotnickou záchrannou službou, pojišťovny apod. Tyto služby jsou v západní a severní Evropě a severní Americe již dlouhou dobu dobře etablovány a vyčerpávající definici telemedicíny koncipovala jak Světová zdravotnická organizace (WHO): „*Souhrnné označení pro zdravotnické aktivity, služby a systémy, provozované na dálku cestou informačních a komunikačních technologií za účelem podpory globálního zdraví, prevence a zdravotní péče, stejně jako vzdělávání, řízení zdravotnictví a zdravotnického výzkumu.*“, tak i Evropská Komise (EK): „*Rychlý přístup ke sdíleným a vzdáleným lékařským odborným posudkům prostřednictvím telekomunikačních a informačních technologií bez ohledu na to, kde se pacient nebo příslušná informace nachází.*“

Přestože skutečný rozvoj celého oboru telemedicíny a především dálkového monitoringu pacientů umožnil až rozvoj internetu v 90. letech a zejména chytrých telefonů a mobilních aplikací v uplynulém desetiletí, není jisté bez zajímavosti, že historie celého

oboru je mnohem starší. Název telemedicína definoval již v roce 1906 samotný W. Einthoven v časopise „Archives of International Physiology“, kde ve svém článku o Tele-EKG poprvé vyslovil myšlenku vzdálené zdravotní péče a pojmenování tohoto způsobu předponou „Tele“. K prvnímu skutečnému distančnímu přenosu zdravotnické informace došlo už o 30 let později ve Lvově na Ukrajině v roce 1936. Profesor Marian Frank a profesor Witold Lipinski přenesli záznam signálu EKG v rámci areálu nemocnice na vzdálenost 500 m pomocí speciálních kabelů. Následně se telemedicína rozvíjela spíše v superspecializovaných oborech jako byl vesmírný výzkum a vojenský průmysl. V roce 1957 se povedl první dálkový přenos fyziologických hodnot z vesmíru na Zem (EKG, pneumogram, krevní tlak a tep psa Lajky). Dalšími aplikacemi bylo dálkové sledování a komunikace pomocí satelitních projektů s vědci a lékaři v odlehlých oblastech (např. na Antarktidě, aljašských vesnicích). Samozřejmě, že právě velké vzdálenosti byly hlavním hybatelem rozvoje telemedicíny a tak první specializovaná telemedicínská centra a služby pro pacienty začaly vznikat v 80 letech 20. století v Norsku, Kanadě a dalších zemích.

2 Současná role telemedicíny v EU a v ČR

Současné postavení telemedicíny a asistivních technologií ve 21. století v EU a v ČR již zdaleka nesusouví s velkými vzdálenostmi mezi pacientem a specializovaným lékařem, příp. pracovištěm. Současné uplatnění a rozvoj telemedicíny odráží především demografický vývoj ve vyspělých zemích, tedy zejména problematiku stárnoucí populace, epidemii chronických neinfekčních onemocnění (zejména metabolická a kardiovaskulární onemocnění), ale i klesající podíl práceschopného obyvatelstva v kontrastu s neustále se zvyšujícími náklady na systémy zdravotní péče prakticky ve všech státech EU. Postoje různých institucí (např. Evropská komise, Americká telemedicínská asociace) ilustrují, že právě telemedicína a asistivní technologie jsou celosvětově vnímány jako jeden z účinných nástrojů, jak zajistit management zdravotních služeb především pro stárnoucí a chronicky nemocné skupiny obyvatel, eventuálně v indikovaných případech podstatně zkrátit doby hospitalizace a přesunout některé pacienty z lůžkové péče a častých ambulantních návštěv zdravotnických profesionálů do domácího prostředí za využití ICT nástrojů a telemedicínských a dohledových služeb. S tím souvisí i rostoucí požadavek na co nejvyšší nákladovou efektivitu léčby při rostoucí kvalitě a bezpečnosti léčby.

Hlavním důvodem pro rozvoj telemedicíny v ČR a většině zemí západní a střední Evropy tedy nade vše pochybnost není vysoká vzdálenost mezi pacientem a specialistou (např. lékařem diabetologem) jako je tomu např. v severských zemích, ale hlavně zajištění rovnoměrné dostupnosti zdravotních služeb a další zvyšování kvality a bezpečnosti léčby pacienta (např. intenzifikované dálkové monitorování fyziologických hodnot z domácí-

ho prostředí), snížení čekacích dob a zkrácení doby nebo frekvence hospitalizace (např. opakované re-hospitalizace pacientů s chronickým srdečním selháním). Do budoucna snad můžeme i u nás v ČR doufat díky telemedicině a asistivním technologiím v lepší propojení zdravotních a sociálních služeb. Zároveň je nejen evropskou ale i tuzemskou legislativou dlouhodobě posilována aktivní role pacienta při péči o vlastní zdraví nejen z hlediska primární prevence, ale i z důvodu lepší adherence k léčbě, příp. sekundární prevence. Dále také roste požadavek na zvyšování zdravotní gramotnosti obyvatelstva a samotní pacienti začínají díky snadné dostupnosti ICT technologií a mobilnímu internetu tyto moderní aplikace telemedicíny a asistivních technologií sami vyžadovat a zvolit si vhodnou službu dle individuálních preferencí (čas, místo, kvalita). Stejně tak roste význam telemedicíny ve smyslu televzdělávání prostřednictvím life-stylových a wellness aplikací a aplikací se sociálními funkcemi pro specifické skupiny pacientů. Na tuto rostoucí celospolečenskou poptávku dlouhodobě reaguje společnost Mediware a.s., která vyvíjí telemedicínské a dohledové služby jako nadstavbové moduly elektronické zdravotní knížky systému ZDRAVEL. Tyto služby umožňují dálkový monitoring a dohled pacientů s nejrozšířenějšími a epidemiologicky nejzávažnějšími chorobami jako je např. diabetes mellitus 1. typu a gestační DM, dálkový monitoring pacientů s hypertenzí, poruchami srdečního rytmu, pacientů s obezitou, otoky apod. Součástí jsou i dohledové služby především pro sledování a komunikaci se seniory v domácím prostředí.

3 Platforma InspectLife jako nadstavbový modul ZDRAVEL

Z výše uvedených důvodů celospolečenské závažnosti demografického a epidemiologického vývoje v ČR bylo zařazení služeb InspectLife jako samostatného nadstavbového modulu ZDRAVEL logickým krokem. Celá platforma telemedicínských a dohledových služeb InspectLife je první komplexní službou na území ČR, která byla v roce 2014 validována a certifikována dle platných norem v ČR i v EU. Celá platforma je otevřený systém, ke kterému lze připojit nová koncová zařízení podle vývoje v oblasti osobních EKG přístrojů, glukometrů (i neinvazivních) tlakoměrů, oxymetrů a podobně. Navíc je koncipována pro doplnění prvků umělé inteligence např. využitím řešení třetích stran (více viz telemonitoring EKG). Služby InspectLife nabízí dálkový monitoring celé řady fyziologických hodnot jako je EKG, krevní tlak a puls, glykémie, tělesná hmotnost a teplota a saturace krve kyslíkem. Dohledové služby zahrnují možnosti snímkování (např. hojení ran), specializovaných dotazníků (např. hodnocení vývoje zdravotního stavu, možnost hodnocení relapsu duševních onemocnění atd.) a dálkové videokonzultace. Tím se otevírají nové léčebné možnosti především v monitoringu a léčbě **kardiovaskulárních chorob** – např. pacienti po cévní mozkové příhodě, pacienti s chronickým srdečním selháním, s hypertenzí, s poruchami srdečního rytmu apod.; **metabolických chorob** – dálkový monitoring pacientů s diabetem (DM 1. typu, gestační DM), vysokým stupněm obezity či pacienti s otoky; a **dalších aplikací** např. u pacientů v transplantacích programech, monitoring plicních onemocnění (PAH, COPD), dálkový monitoring pooperačních ran v jednodenní chirurgii a řada dalších.

Popis služby InspectLife

Služba InspectLife Diabetes se skládá ze sestavy HW a SW prostředků, která zahrnuje různé zdravotnické prostředky dodávané jiným výrobcem s rozhraním pro komunikaci s mobilním telefonem (bluetooth) a komunikační aplikaci v mobilním telefonu na straně pacienta a zobrazovacího software InspectLife na straně lékaře a provozovatele systému. Pacienti si měří fyziologické hodnoty podle schématu určeného jejich lékařem, který naměřené hodnoty dálkově sleduje a v případě potřeby konzultuje s pacienty úpravu léčebného schématu. Aplikace tak neslouží k dálkovému monitorování životně důležitých funkcí, ale je určena pouze jako moderní náhrada pro přenos informace od pacienta k lékaři dosud prováděný v rámci standardní péče jediné tak, že pacient docházel ambulantně do ordinace lékaře. Díky tomu řešení:

- Eliminuje chyby v zápisu fyziologických hodnot (např. glykemií) vzniklé přepisem,
- méně zatěžuje pacienta a tím umožňuje častější měření,
- předpokládá se zlepšení kompenzace primární diagnózy a snížení počtu extrémních hodnot fyziologických veličin (např. hypoglykemií a hyperglykemií),
- umožňuje elektronickou konzultaci v případech, kdy pacient(ka) se nemůže ke svému lékaři dostavit pro velkou geografickou vzdálenost (např. zhoršení obtíží na dovolené),
- naměřené hodnoty jsou ve stanovených mezích a neukazují na potřebu osobní návštěvy.

Popis vybraných služeb InspectLife:

Telekonzultace snímkováním

Modul je součástí sestavy, která se na straně pečovatelky (terénní pracovník pečující o pacienty v jejich domácnostech) skládá ze sw instalovaného na mobilním telefonu nebo tabletu s kamerou pro pořizování fotografií a jejich zaslání lékaři, a na straně lékaře z programu InspectLife s modulem Konzultace snímkováním. Modul Konzultace snímkováním slouží k zobrazení a archivaci fotografií pořízených na straně pacienta. Aplikace neslouží k monitorování životních funkcí ve smyslu vyvolání akce v okamžiku ohrožení pacienta. Je určena jako moderní náhrada osobních návštěv pacienta u ošetřujícího lékaře a k vzdálenému posuzování zdravotního stavu lékařem.

Telemonitoring krevního tlaku

Modul je součástí sestavy, která se skládá na straně pacienta z měřiče krevního tlaku umožňujícího přenos dat přes mobilní telefon a na straně lékaře z programu InspectLife s modulem pro krevní tlak. Modul Krevní tlak slouží ke zobrazení a archivaci hodnot tlaku naměřených na straně pacienta. Aplikace neslouží k monitorování životních funkcí ve smyslu vyvolání akce v okamžiku ohrožení pacienta. Je určena jako moderní náhrada přenosu informací od pacienta k lékaři, která nahrazuje osobní návštěvy v ordinaci lékaře a občasné měření nevypovídající o reálném stavu pacienta. Jedná se o nástroj sloužící k zachycení hypertenze v domácím prostředí, kterou je obtížné zaznamenat v ordinaci lékaře, a k přenosu informací lékaři. Aktivita je vždy na straně pacienta.

Telemonitoring EKG

Modul je součástí sestavy, která se skládá na straně pacienta z 12 svodového EKG dodávaného jiným výrobcem. EKG má rozhraní pro připojení k mobilnímu telefonu (bluetooth). Mobilní telefon slouží k přenosu zpracovaného signálu do systému InspectLife, modulu EKG na straně lékaře. Modul slouží pouze k zobrazení křivky EKG a nemá žádnou validní měřicí nebo vyhodnocovací funkci. Aplikace neslouží k monitorování životních funkcí ve smyslu vyvolání akce v okamžiku ohrožení pacienta. Je určena jako moderní nástroj k zachycení srdečních poruch v domácím prostředí, které je obtížné zaznamenat v ordinaci lékaře, a k přenosu informací lékaři. Modul EKG je navíc doplněn službou automatické diagnostiky EKG, která je v případě potřeby propojena s tísňovou péčí ve spolupráci s řešením Cardiologs (<https://cardiologs.com/>). Jak bylo zveřejněno, 13. 12. 2016 se poprvé díky tomuto řešení dostal pacient do nemocnice již v raném stadiu infarktu myokardu po upozornění, které systém automaticky vygeneroval a zachránil tak lidský život.

Telemonitoring glykémie

Modul je součástí sestavy, která se skládá z glukometru dodávaného jiným výrobcem s rozhraním pro mobilní telefon (Bluetooth) na straně pacienta, komunikační aplikace v mobilním telefonu na straně pacienta a zobrazovacího software InspectLife na straně lékaře. Aplikace neslouží k monitorování životních funkcí, je určena pouze jako moderní náhrada pro přenos informace od pacienta k lékaři dosud prováděný tak, že pacient si zapisoval naměřené hodnoty a při návštěvě ordinace je předával lékaři.

Telemonitoring tělesné hmotnosti

Modul je součástí sestavy, která se skládá z komerční váhy s rozhraním pro mobilní telefon (bluetooth) na straně pacienta, komunikační aplikace v mobilním telefonu na straně pacienta a vyhodnocovacího modulu, který je součástí software InspectLife, na straně lékaře. Aplikace neslouží k monitorování životních funkcí, je určena pouze jako podpůrná k ostatním aplikacím.

Zobrazovací software na straně pacienta i lékaře

Naměřené výsledky pacientů/pacientek jsou kontrolovány lékařem či zdravotní sestrou prostřednictvím zobrazovacího software, který je kompatibilní se všemi běžně dostupnými internetovými prohlížeči po přihlášení do systému vzdáleně přes uživatelské rozhraní řešení InspectLife na internetové adrese. Tato Webová aplikace na serveru InspectLife s nepřetržitým provozem 24/7 je postavena na architektuře klient-server, kde klientem je webový prohlížeč a serverem je webový server InspectLife. Klienti komunikují se serverem pomocí protokolu HTTP. Uživatelské rozhraní je optimalizováno pro běžné internetové prohlížeče na zobrazovacím zařízení osobního počítače nebo notebooku.

Cílem platformy InspectLife je zejména:

1. Snížit frekvenci návštěv pacientů v ordinacích (moduly EKG, Tlak, Diabetes, Hmotnost) a tím
 - a) Snížit výskyt nozokomiálních infekcí
 - b) Snížit zátěž lékaře v ordinacích hodinách
2. Zvýšit počet a věrohodnost měření (moduly Kardio, Tlak, Diabetes, Hmotnost), která má lékař u pacienta k dispozici tím, že se
 - a) sníží pracnost měření ze stany pacienta (odpadá zápis)
 - b) zvýší věrohodnost tím, že odpadá chyba při přepisu, případně úmyslné zkreslení výsledků
3. Umožnit textovou konzultaci „na dálku“ (moduly EKG, Krevní tlak, Diabetes, Tělesná hmotnost)
 - a) v případě, kdy se pacient nemůže ke svému lékaři dostavit pro velkou geografickou vzdálenost (např. zhoršení obtíží na dovolené)
 - b) v případě, kdy naměřené hodnoty neukazují na potřebu osobní návštěvy
4. Poskytnout informace indikující možný atypický stav u pacientů v domácí péči, stacionářích, LDN apod. (modul Konzultace snímkováním)

Společnost Mediware a.s., prohlašuje vlastním jménem a na vlastní odpovědnost, že služby InspectLife jsou jako aktivní zdravotnické prostředky třídy I (software) ve shodě s požadavky přílohy 7 direktivy EU 93/42/EC (Nařízení vlády ČR 336/2004 Sb.). Byla ověřena vzájemná kompatibilita sestavených zdravotnických prostředků podle pokynů jejich výrobců a provedena operace pro provoz podle těchto pokynů.

- Při posouzení shody byly použity následující harmonizované normy:
- EN 1041:2009 Informace poskytované výrobcem zdravotnických prostředků

- EN ISO 14971:2012 Zdravotnické prostředky – Aplikace řízení rizika na zdravotnické prostředky
- EN ISO 62304:2007 Software lékařských prostředků – Procesy v životním cyklu softwaru
- EN ISO 13485:2012 Zdravotnické prostředky – Systémy managementu jakosti – Požadavky pro účely předpisů

4 Závěr

Jak správně říká Národní strategie elektronického zdravotnictví pro oblast Telemedicine a mhealth, *pro efektivní aplikaci telemedicínských řešení do běžné praxe je nezbytné definovat oblasti k aplikaci výkonů telemedicine, specifikovat indikační skupiny pacientů a onemocnění, technické podmínky jejich poskytování, ověřit jejich účinnost a stanovit výši a způsob úhrady nákladů*. Rozvoj telemedicínských služeb tedy jde ruku v ruce s postupným rozvojem EHR a elektronizace zdravotnictví v ČR. Nicméně, už za stávajících podmínek byla realizována celá řada pilotních telemedicínských projektů s využitím služeb InspectLife jako např. komerčně velmi úspěšný projekt DiaBetty pro sledování pacientek s gestačním diabetem pojištěných v Oborové zdravotní pojišťovně ve spolupráci s pojišťovnou Vitalitas. V současné době probíhá další velice zajímavý pilotní projekt s využitím služby InspectLife Telekonzultace snímkováním pro chronicky nemocné pacienty s onemocněním lymfatického systému a otoky a dermatologickými problémy. Služby InspectLife jsou také neustále aktualizovány a inovovány, a proto v současné době probíhá i pilotní testování prvního neinvazivního glukometru ve spolupráci s Českou diabetologickou asociací. Napojení služeb InspectLife jako nadstavbového modulu platformy ZDRAVEL je logickým krokem, který povede k většímu zájmu občanů ČR o vlastní zdraví, k vyšší dostupnosti zdravotních služeb pro chronicky nemocné pacienty napříč regiony a k mnohem vyšší míře personalizace léčby a výběru těch zdravotních služeb a takového léčebného režimu, které danému pacientovi vyhovují nejvíce.

Literatura

- [1.] Dumansky. V et al., *Atlas of the telemedicine history, Donetsk 2013, ISBN 978-617-579-596-5*
- [2.] *European Commission, ICT for Societal Challenges, Luxembourg, 2012, ISBN: 978-92-79-27933-1*
- [3.] Anne G. Ekeland, Alison Bowes, *Signe Flottorp Effectiveness of telemedicine: A systematic review of reviews International Journal of Medical Informatics, Volume 79, Issue 11, November 2010, p. 736–771*
- [4.] *Národní strategie elektronického zdravotnictví ČR, 11.10.2016 schváleno ministrem zdravotnictví ČR, 28.11.2016 schváleno vládou ČR, www.nsez.cz*
- [5.] *Asistenční dohledová služba InspectLife, <http://www.dohled.inspectlife.cz>*
- [6.] *Telemonitoring InspectLife, <http://www.inspectlife.cz/>*

Kontakty

Ing. Jiří Potůček, CSc.

Mediware, a.s., Evropská 655/116
160 00 Praha 6 – Dejvice
e-mail: jiri.potucek@mediware.cz

Ing. Lukáš Roubík

CECG, a.s., Evropská 655/116
160 00 Praha 6 – Dejvice
e-mail: lukas.roubik@zdravelplus.cz

REFLEXE STRATEGICKÝCH DOKUMENTŮ E-HEALTH (Z POHLEDU POSKYTOVATELE PÉČE)

Miroslav Přádka

Anotace

Existence strategických dokumentů e-Health vytváří prostor pro postupné koordinované zavádění jednotlivých funkcionalit. Z pohledu poskytovatele péče pak vzniká příležitost pro individuální implementaci vhodných funkcionalit s očekávaným synergickým efektem. Aktuální možnosti pak lze zohlednit i do implementačního harmonogramu technologického upgrade.

Klíčová slova

e-Health, strategie, priorita, implementace

1 Úvod

Aktuálně přijatá Národní strategie elektronického zdravotnictví [1] (NSeZ) jednak vytváří prostor pro koordinovanější implementaci funkcionalit e-Health v České republice a jednak ukončuje předchozí období charakterizované často chaoticky zaváděnými a někdy dokonce nákladově nepřiměřenými tematickými projekty. Představuje však existence schválené strategie jednoznačný impuls k systematictějšímu a efektivnějšímu přístupu zavádění e-Health na úrovni poskytovatelů péče?

2 Konstantní faktory

Lze předpokládat, že značná část strategií garantovaných implementací bude zaváděna již nezávisle na názoru poskytovatelů. Zejména u funkcionalit e-Health, které jsou součástí eGovernmentu, dojde k jejich zavádění a zájem/povinnosti poskytovatelů bude poskytnout data především pro:

- plánované databáze a registry;
- geoinformační systémy;
- ostatní funkcionality eGovernmentu.

V této oblasti plnění strategie neposkytne poskytovatelům péče individuální stupeň volnosti a dojde k tvorbě především systémových nástrojů vybavených informacemi v předepsaném rozsahu.

3 Proměnlivé faktory

Přirozená soutěž mezi poskytovateli péče znamená také hledání konkurenčních výhod, mezi nimiž může efektivita práce s informacemi a dosažená míra informatizace podniku sehrát významně pozitivní roli. Právě zde může prostor garantovaný přijatou strategií poskytnout jednotlivým poskytovatelům zázemí pro individuální rozvoj funkcionalit e-Health, které mohou být využity například v oblastech:

- zvyšování kvality, dostupnosti a bezpečnosti poskytovaných služeb;
- snižování rizik;

- facilitace obchodních vztahů;
- zákaznické komunikace.

Z pohledu poskytovatelů však zůstává imperativem nákladová přiměřenost jednotlivých funkcionalit a především návratnost vložených finančních prostředků.

4 Pilotní projekty a jejich reflexe

Pokud odhlédneme od některých dřívějších projektů elektronizace zdravotnictví nespĺňující ani základní kvalitativní požadavky či obecné nároky na nákladovou přiměřenost, pak v ČR již existují také projekty, jejichž výstupy jsou spíše pozitivní a lze je považovat za kvalitní zdroje zkušeností využitelné i pro další plánované implementace. Poměrně výrazné místo zde doposud představuje projekt elektronického receptu, který, ač často kritizován mnoha aktéry (lépe viz parties prenantes) v systému zdravotnictví, zůstává příkladem spíše úspěšného projektu.

Úvodní nevýhodou implementace zmiňovaného e-Receptu byla pravděpodobně i chybějící nákladová rozvaha, neboť zavádění projektu probíhalo za nejasně definovaných podmínek, a tím došlo ke srovnávání projektu e-Receptu s jinými, po stránce řízení nákladů zcela nevyhovujícími projekty. Je však zapotřebí trvat na skutečnosti, že provést analytickou nákladovou rozvahu v dynamickém prostředí lze; viz např. [2].

I přes často málo artikulovanou a velmi nespécifickou kritiku projektu e-Receptu doprovázenou vršícími se požadavky na další rozšiřování jeho funkcionality doprovázené i legislativními změnami směřujícími k povinnosti jeho používání, lze výsledně konstatovat, že e-Recept je stále funkční a poskytuje zdravotníkům, farmaceutům, pacientům či široké veřejnosti důkaz o možných přínosech projektů elektronizace zdravotnictví.

Hlavními úkoly do budoucna tak v případě projektu e-Receptu, za předpokladu upuštění od řešení jeho regulačních funkcí (viz např. [3]), v podstatě zůstávají:

- zavedení plně elektronické formy přenášených informací;
- realizace lékového záznamu.

5 Možnosti individuálních implementací a závěr

U vědomí skutečnosti, že NSeZ obsahuje jednak prvky, které jsou z pohledu poskytovatelů péče jednoznačně dané, a jednak prvky, které mohou být individualizovány a může z nich vyplynout pro podnik konkurenční výhoda, lze dále, za situace, kdy v ČR již existují úspěšně sofistikované implementace e-Health projektů (např. e-Recept), vytvářet individualizované podnikové strategie elektronizace korespondující se strategickým zakotvením e-Health. Takové individualizované přístupy se stanou firemním know-how a mají za cíl posílit konkurenceschopnost.

Aktuálně se lze na podnikové úrovni v oblasti e-Health zabývat především oblastmi:

- Hodnocení kvality (interní i externí)

- Indikátory kvality
- Vybrané dílčí funkcionality mHealth
- Dílčí funkcionality e-Preskripce
- Bezpečný přenos dat, autorizace vzdáleného přístupu
- Podpora dodavatelsko-odběratelských vztahů
- Řízení nákladů – dílčí funkcionality
- Snižování rizik
- Portálové aplikace

Lze předpokládat, že ve vazbě na realizaci centrálních projektů odvozených od NSeZ se budou každoročně zpracovávaná témata v rámci podniku aktualizovat. Dopady individuálních projektů včetně vyplývajících nákladů se pak zapracovávají do příslušných plánů včetně investičních.

5.1 Závěr

NSeZ definuje základní průřezové priority e-Health ve vazbě na postup implementace eGovernmentu v ČR. Existuje však i prostor pro individualizovaná řešení na úrovni poskytovatelů péče.

Byl zpracován individualizovaný implementační harmonogram vybraných funkcionalit e-Health pro období let 2016–2017. Další aktualizace budou reflektovat krátkodobé akční plány odvozené od NSeZ.

Literatura

- [1.] MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Národní strategie elektronického zdravotnictví. Verze 1.00.* Praha, 2016. Licencováno pod CC BY 4.0, licenční podmínky dostupné z: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.
- [2.] Ivlev, I., Vacek, J., Kneppo, P. (2015). Multi-criteria decision analysis for supporting the selection of medical devices under uncertainty. *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH* 247(1): 216–228. July 2015.
- [3.] Přádka, M. (2013). *Coniunctio oppositorum aneb o elektronickém receptu v nemocnici s certifikátem ČLK.* *TEMPUS MEDICORUM*, No. 4, 2013, 37, ISSN 1214–7524.

Kontakt

Miroslav Přádka
Ben Labor s.r.o.
Chittussiho 1001/9
710 00 Ostrava
e-mail: miroslav.pradka@seznam.cz

STRUČNÉ PŘEDSTAVENÍ SNOMED CT

Libor Seidl

Anotace

Přehledový článek seznámí v přiměřeném detailu s řízenou klinickou terminologií SNOMED CT, se souvisejícími přístupy, postupy, principy a technologiemi. Hlavními tématy jsou terminologický obsah, logický model, principy a možnosti pre- a post-koordinace a využití SNOMED CT v grafickém uživatelském rozhraní klinického informačního systému. Článek odkazuje na klíčové zdroje o SNOMED CT a tak může posloužit jako výchozí studijní materiál pro hlubší seznámení se a detailní studium SNOMED CT.

Klíčová slova

klinická terminologie, SNOMED-CT, logický model, post-koordinace, grafické uživatelské rozhraní (GUI)

1 Úvod

Zavedení řízené klinické terminologie SNOMED CT do praxe v českých podmínkách je jedním z vytyčených cílů nově schválené Národní strategie elektronického zdravotnictví[1]. Účelem tohoto přehledového článku je tedy předložit čtenáři přiměřeně detailní vhled na SNOMED CT a související přístupy, postupy a technologie otevírající nové možnosti při sběru, uložení a zpracování klinických informací o pacientovi. Přestože momentálně jsme v České republice velmi vzdáleni českému překladu SNOMED CT, tak přístupy, implementační postupy i benefity jsou zřetelné i při použití anglické verze. Navíc následný přechod na českou verzi je spíše formální, než technologicky složitý krok.

Česká republika je prostřednictvím KSRZIS a nyní UZIS členem sdružení SNOMED International (původně IHTSDO – International Health Terminology Standards Organisation). Toto členství přináší možnost používat SNOMED CT na území České republiky prakticky bez omezení. Z pohledu autorského práva je ovšem potřeba SNOMED CT považovat za databázové dílo, které všeobecně požívá nejvyšší autorské ochrany a smí být použito pouze vyjmenovaným způsobem¹. Provádění a vydávání národního překladu je tak vyhrazeno pouze státem určené autoritě (tzv. National Release Center), firemní či lokální rozšíření je možné realizovat pouze v samostatných (a předem zaregistrovaných) modulech, použití mimo členské země podléhá registraci a poplatku, a doporučuje se registrovat každou organizaci užívající SNOMED CT v systému MLDS pro automatizované získávání pravidelných aktualizací. Aktuální verzi SNOMED CT je možné získat po registraci na <https://mlds.ihtsdotools.org/#/landing/CZ?lang=en>.

2 Terminologický obsah SNOMED CT

SNOMED CT je kontrolovanou klinickou terminologií, tedy její obsah je centrálně řízen v podobě schvalovacího procesu a následného přidělení unikátního identifikátoru

¹ [2], konkrétně § 90 – Obsah zvláštního práva pořizovatele databáze a § 91 – Omezení zvláštního práva pořizovatele databáze.

SCTID pro každý nový koncept. Termíny v jazykových mutacích jsou pak kontrolovány jednotlivými NRC.

Lednová edice 2017 SNOMED CT obsahuje celkem 326734 aktivních konceptů, okolo 1,2 milionu anglických popisků (Terms či Descriptions) a přes 700 000 definovaných vztahů mezi koncepty. Všechny koncepty SNOMED CT jsou uspořádány do celkem 19ti větví, kde vztah podřazenosti je ve významu vyššího detailu a užšího významu (anglicky „is a kind of“). Obsah každé větve tvoří striktní klasifikaci, takže koncepty umístěné hlouběji se typicky vyskytují pod několika obecnějšími koncepty. Tato struktura umožňuje uživatelům více přístupů či pohledů ke stejné problematice, což je typické pro způsob vyjadřování i uvažování, avšak znesnadňuje to statistické zpracování (např. ve srovnání s ICD10).

Jedenáct větví SNOMED CT je čistě klinických:

- Body structure (body structure),
- Clinical finding (finding),
- Observable entity (observable entity),
- Organism (organism),
- Pharmaceutical / biologic product (product),
- Procedure (procedure),
- Qualifier value (qualifier value),
- Situation with explicit context (situation),
- Specimen (specimen),
- Stages and scales (staging scale),
- Substance (substance),

Pět větví utváří kontext pacienta i celého výrazu:

- Environment or geographical location (environment / location),
- Event (event),
- Physical force (physical force),
- Physical object (physical object),
- Social context (social concept),

A dále tři větve pracují s doménou informačních technologií a propojují ji s klinickým obsahem:

- Record artifact (record artifact),
- SNOMED CT Model Component (metadata),
- Special concept (special concept).

Vzhledem k neexistenci českého překladu uvádím anglické názvy základních větví.

V závorce je vždy uveden tzv. sémantický tag uváděný u všech konceptů z dané větve.

Zatímco zejména klinické větve jsou předmětem intenzivního výzkumu, třídění a re-strukturování, jiné větve (např. „Physical object“) sdružují pouze koncepty nutné např. pro mapování na ICD10 a nejsou výrazně strukturovány. Obsah SNOMED CT je možné procházet v SNOMED CT Browsersu [3], případně i v jiných nástrojích (ART-DECOR, Web NLM aj.)

3 Logický model

Logický model SNOMED CT představuje datovou strukturu umožňující popis celého obsahu SNOMED CT. Vedle datového modelu se zároveň jedná o definici datového formátu pro vydávání SNOMED CT (tzv. Release Format ver. 2) a taktéž se jedná o jednu z možných datových struktur pro uchování SNOMED CT v relační databázi.

Logický model SNOMED CT je vyjádřen na obrázku 1 jako class diagram. Ústřední třídou je *Component* nesoucí identifikátor (SCTID), datum počátku platnosti a příznak zneplatnění. Hlavními komponentami SNOMED CT jsou koncept reprezentující klinickou myšlenku, *popisek* (Description) přiřazený ke konceptu, kterému udává název a popis; a *jednosměrná vazba* (Relationship) propojující dva koncepty vazbou typu „is_a“, případně jiným typem.

Aby se logický model vyhnul různým číselníkům definujícím sémantiku modelu (např. typy vazeb, typy popisů, nebo definiční status konceptu), používá logický model u těchto atributů datový typ SCTID a referenci na existující koncepty definované ve SNOMED CT ve větvi „Model Component“. Národní jazyková verze tak automaticky poskytuje i překlad pro jednotlivé hodnoty atributů a tedy i pro celou sémantiku logického modelu.

Referenční množiny (Refsety) jsou zvláštní třídou logického modelu, která umožňuje definovat paralelní množiny k základní hierarchii 19 větví zmíněných výše. Prostá

referenční množina (Simple Refset) je vyjmenování konkrétních komponent (tj. nejen konceptů), které dohromady tvoří smysluplný celek. Typickým příkladem je seskupení všech konceptů pro seznam alergenů. S tímto seznamem pak umí informační systémy lehce pracovat. Jiným příkladem je seskupení všech *Descriptions* pro konkrétní jazyk nebo dialekt.

Refsety různých typů mají své vlastní datové modely, aby mohly nést dodatečné informace pro konkrétní účel. Například Refset pro mapování SNOMED CT do/z externího číselníku potřebuje uvést kód z tohoto číselníku (tedy pravděpodobně jako String).

4 Pre / Post-koordinace

Každý koncept ve SNOMED CT reprezentuje unikátní klinickou myšlenku [5]. Přestože popis konceptu (název) spolu se sémantickým tagem je pravděpodobně pro klinika jednoznačným identifikátorem takové myšlenky, počítač tomuto popisku nerozumí a musí se opírat o formální popis konceptu pomocí zatřídění vazbami „is_a“ k nadřazeným konceptům a definičními vazbami na další koncepty.

Pokud je klinická myšlenka přímo zastoupena ve SNOMED CT konceptem, říkáme, že koncept je pre-koordinovaný. Pokud je zároveň přítomna úplná definice pomocí vazeb na další koncepty, pak je tento koncept označen za úplně definovaný (Fully Defined Concept).

Vyjmenování všech klinických myšlenek ve SNOMED CT by vedlo v kombinatorickou explozi, nadměrný počet konceptů a praktickou nepoužitelnost celé terminologie. Navíc mnoho kombinací je nesmyslných, a mnoho funkčních kombinací stejně nemá v klinické praxi výstižné jméno a jsou vždy opisovány větou vedlejší, ukazovacím zájmenem či jinak. Z toho důvodu je i ve SNOMED CT zavedena gramatika (Compositional Grammar)[6]. Výrazem podle této gramatiky lze doplnit (resp. dodefinovat) již stávající koncept o nové detaily. Taková nová klinická myšlenka (např. doplnění levo/pravostrannosti orgánu) se označuje jako *post-koordinovaný koncept*.

Pokud se náhodou v některé z následujících verzí SNOMED CT objeví tato klinická myšlenka jako plně definovaný pre-koordinovaný koncept, lze následně spočítat, zda dříve post-koordinovaný koncept není ekvivalentní s touto novou definicí. Historická data založená na post-koordinaci tak mohou být udržována v homogenním stavu i k novějším verzím SNOMED CT.

Příklad post-koordinace pomocí Compositional grammar, převzato z [7]:

```
=== 56265001 |Heart disease (disorder)| :
{ 363698007 |Finding site (attribute)|
= 58095006 |Interatrial septum structure (body structure)|,
116676008 |Associated morphology (attribute)|
= 49755003 |Morphologically abnormal structure (morphologic
abnormality)|
}
```

5 Použití SNOMED CT v grafickém uživatelském rozhraní

Jednotlivé popisky (Descriptions) pre-koordinovaných konceptů ve SNOMED CT mohou být přímo použity v grafickém uživatelském rozhraní (GUI). Výhodou je nejen případný automatický překlad zobrazovaných dat do jazyka uživatele, či apriorní volba správných pojmů z terminologie, ale i možnost využít oficiálních či vlastních refsetů pro omezení nebo zkrácení výběrových seznamů (tzv. listboxů, comboboxů, roletových menu atp.). Tyto seznamy mohou být navíc filtrovány podle klinické relevance odvozené z kontextu aktuálního zobrazení a tak ještě více usnadňovat a zefektivňovat práci klinika s počítačem.

Novou a zajímavou možností je využití principu postkoordinace konceptu v GUI a následného přepočtu na případnou pre-koordinovanou hodnotu. Na následujícím obrázku jsou vyobrazeny tři přístupy pro zadání diagnózy, všechny vedou na stejnou hodnotu uloženou do databáze. Zvýšený komfort pro uživatele je zde zcela neoddiskutovatelný.

6 Přizpůsobení terminologie lokálnímu použití

Jak bylo již výše zmíněno, popisky (Descriptions) k jednotlivým konceptům jsou seskupeny do jazykového RefSetu. Volbou tohoto refsetu lze prakticky za chodu přepínat mezi jazyky, kterými jsou data ve SNOMED CT reprezentována.

Za splnění určitých administrativních náležitostí je ale možné vytvořit si vlastní jazykový refset obsahující zkratky, preferované slangové výrazy a jiné jazykové zvláštnosti konkrétního kraje, konkrétního zařízení, nebo dokonce konkrétního nemocničního oddělení či uživatele. Jedna datová věta z informačního systému tak může být i v rámci tohoto informačního systému zobrazena dvěma uživatelům odlišně, respektující jejich preferovanou sadu zkratk a slangových výrazů. To samozřejmě platí i pro veškeré ostatní GUI, včetně vkládání nových klinických údajů a rozpoznávání volného textu.

Tento přístup silně popírá dnešní zavedenou praxi při certifikaci nemocnic, kdy se

požaduje unifikovaný seznam užívaných zkratk ve zdravotnické dokumentaci[8], který je následně závazný pro veškerý personál. Zvýšený komfort pro uživatele je zde opět neoddiskutovatelný.

Závěr

Řízená klinická terminologie může přispět k rozvoji strukturovaného klinického záznamu v informačních systémech. To umožní automatizaci některých administrativních procesů, automatizaci statistického zjišťování nebo automatizaci vykazování zdravotním pojišťovnám. Mezi významné přínosy patří také efekty plynoucí z využití SNOMED CT v grafickém uživatelském rozhraní, kde umožňuje personalizaci zobrazení, i zadávání dat rozličným způsobem, avšak při udržení konzistence výsledných hodnot uložených v databázi.

Aby se SNOMED CT dostal do běžné praxe, bude nutné nejen zajistit prvotní překlad do češtiny a následné průběžné rozšiřování a udržování (úloha pro National release center), ale také inovace další infrastruktury vně poskytovatelů zdravotní péče nezbytné pro podporu výpočetních úkonů nad strukturovanou zdravotnickou dokumentací. Mezi tyto inovace bezesporu patří:

- formální popis zákonných požadavků na obsah zdravotnické dokumentace,
- algoritmická definice položek statistického zjišťování ze strany UZIS,
- algoritmická definice položek sazebníku zdravotní pojišťovny (mapování mezi povinným obsahem zdravotnické dokumentace a konkrétní položkou sazebníku),

a v neposlední řadě také algoritmizace klinických doporučených postupů a alertů na straně odborných společností.

Literatura

- [1.] MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Národní strategie elektronického zdravotnictví*. Verze 1.00. Praha, 2016. Licencováno pod CC BY 4.0, [cit. 2017-02-23]. Dostupné z: http://www.nsez.cz/dokumenty/schvalena-narodni-strategie-elektronickeho-zdravotnictvi-na-obdobi-2016-2020_13051_3558_31.html
- [2.] Zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)
- [3.] SNOMED International. *SNOMED CT Browser*, [online], Dostupné z: <http://browser.ihtsdotools.org/>
- [4.] ELC: IHTSDO. *SNOMED CT E-Learning Center*, [online], Dostupné z: <http://doc.ihtsdo.org/elearning.html>
- [5.] IHTSDO. *SNOMED CT Starter Guide*, 2016 [online] [cit. 2016-09-22], Dostupné z http://snomed.org/sq_gb.pdf.html
- [6.] IHTSDO. *SNOMED CT Technical Implementation Guide*, 2016 [online] [cit. 2016-09-22], Dostupné z: http://snomed.org/tig_gb.pdf.html
- [7.] Wikipedia contributors. *SNOMED CT / Precoordination and Postcoordination*, Wikipedia, *The Free Encyclopedia* [online] [cit. 2016-09-22], Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/SNOMED_CT#Precoordination_and_postcoordination.
- [8.] *Spojená akreditační komise o.p.s. Akreditační standardy pro nemocnice*, 3. vydání, 2013 [online], ISBN 978-80-87323-04-05, Dostupné z: http://www.sakcr.cz/get_file.php?file=/admin/upload/download/sak-standardy-nemocnice-2014.pdf

Kontakt

Libor Seidl

Ministerstvo zdravotnictví České republiky

Palackého nám. 4

128 01 Praha 2

tel: +420 224 97 2608

e-mail: libor.seidl@mzcr.cz

DATA BAZOVÁ CENTRA KOMERČNÍHO TYPU S PŘÍSTUPEM K MEDICÍNSKÝM A FARMACEUTICKÝM INFORMACÍM A ZPROSTŘEDKOVATELSKÁ ROLE LÉKAŘSKÝCH KNIHOVEN

Hana Skálová, Jitka Feberová, David Horváth, Richard Papík

Anotace

Světová databázová centra se svými databázemi jsou často pro běžného uživatele hůře dostupná ne z důvodu jejich komerčního charakteru, ale že o nich uživatel nemá povědomí. Přehled databázových center, která mají ve své nabídce lékařské nebo farmaceutické databáze, často unikátní a specializované. Role lékařské knihovny ve zprostředkování přístupu k těmto databázím.

Klíčová slova

databázová centra, databáze, elektronické informační zdroje, medicínské databáze, farmaceutické databáze

1 Úvod

Databáze používané pro řešení informačních potřeb v lékařských a souvisejících oborech jsou uživatelské základně relativně již dobře známy. Jde o takové stěžejní systémy, jako jsou databáze Medline (resp. PubMed) nebo EMBASE (ten je ale znám méně uživateli, kteří využívají elektronické informační zdroje spíše jen občasně). Tyto zdroje jsou přístupny pro uživatele povětšinou a výhradně přes volný internet v případě databáze Medline, nebo přes knihovny a střediska či ústavy vědeckých informací institucí (např. univerzitní pracoviště, Národní lékařská knihovna ČR, knihovny řady nemocnic) se vztahem k vědeckým lékařským informacím v případě ostatních databází (lze zmínit za všechny např. znovu EMBASE, dále International Pharmaceutical Abstracts, EBM Reviews, Biological Abstracts a mnoho dalších včetně i jednotlivých přístupů k elektronickým časopisům a knižním monografiím či učebnicím). Přístup ke zdrojům mimo PubMed, např. k seriálovým publikacím nebo knižním publikacím, se děje většinou v modelu platby předplatného, který řeší v České republice řada účelových "konsorcií". Existují však zajímavé přístupy v modelu platby, která se odvíjí od doby pobytu v databázi nebo od zobrazení záznamu (případně oběho plus platby ještě za další úkony při vyhledávání informací). Tyto přístupy jsou výhodné z více důvodů, ale uživatelé většinou nemají prostředky na jejich úhradu a knihovny a střediska vědeckých informací mohou nést takové náklady jen omezeně a ne pro běžného uživatele.

2 Zařazení databázových center do struktur informačního průmyslu

Proces vyhledávání informací, rešeršní proces, je úzce spjat se základními subjekty **informačního průmyslu**, který se formoval v polovině 60. let minulého století nejprve ve Spojených státech amerických, aby později tento rozvoj přešel i do vyspělých evropských zemí a do dalších asijských zemí, jako např. do Japonska. Pro výklad základních vztahů mezi těmito subjekty se většinou používá následující, základní schéma se třemi

následujícími prvky [PAPÍK, 2011 a 2014]:

- producenti a tvůrci informací a informačních systémů, informačních zdrojů,
- zprostředkovatelé a poskytovatelé informačních zdrojů,
- uživatelé informací a informačních systémů, informačních zdrojů.

V praxi jsou však vztahy mezi těmito subjekty často složitější a některé role se mohou překrývat, sdružovat a zase účelově oddělovat. Dnes je velmi často producent informací zároveň i poskytovatelem, což je častý případ poskytování databázových zdrojů v oblasti státní správy, kdy např. Národní lékařská knihovna Spojených států amerických (U.S. National Library of Medicine) naplňuje i provozuje portál medicínských informací **PUBMED**, (<http://www.pubmed.gov>), jehož součástí je i databáze **MEDLINE**. Databáze **MEDLINE** je ale zároveň součástí desítek databázových center a institucí, často komerčních (např. stačí jmenovat *STN International*, <http://www.stn-international.de>, *DIMDI*, <http://www.dimdi.de>, *OVID*, <http://www.ovid.com>) a desítek dalších poskytovatelů. Schopnost zpřístupnit elektronický informační zdroj pro velké množství uživatelů najednou, např. pro mnoho tisíc v jednom momentě, vyžaduje speciální počítačové a telekomunikační možnosti, které na straně producenta informačního zdroje nemusí být [PAPÍK, 2014].

3 Příklady databázových center z historie do současnosti

Pro přiblížení a představu databázových center a jejich dynamického vývoje od 60. let až po zánik, nebo naopak přeskupení do velkých holdingových struktur světových hráčů současného informačního průmyslu dnes (např. ProQuest, EBSCO) je zajímavé uvést výběrově něco málo z historie některých subjektů informačního průmyslu. Některé subjekty již zanikly nebo se transformovaly do jiných struktur. Pohled na historii však umožňuje pochopit vývoj informačního průmyslu v souvislostech. Výběrově jsou zmíněny i některé specializované služby, které dosud nebyly adekvátně nahrazeny (např. u bývalého centra Dialog).

MDC

MDC (*Mead Data Central, Inc.*) je databázovým centrem, které sídlí poblíž města Dayton v Ohiu, a v současnosti má po celém světě 50 poboček. Jeho počátky spadají do 1. pol. 60. let, kdy se nezisková společnost OBAR (*Ohio Bar Automated Research*) pokusila společně s výrobcem softwaru *Data Corporation* o počítačové zpracování registrace americké legislativy.

Hlavní databáze *LEXIS* a *NEXIS* poskytují svůj plnotextový obsah zhruba 650 000 uživatelům skrze 5 000 různých databázových rozhraní. *LEXIS* se zaměřuje na právní problematiku – konkrétně vychází z podstaty americké soudní praxe, ale také inseruje úplné pokrytí legislativy např. Austrálie, Kanady či Velké Británie. *NEXIS* poskytuje informace obchodního charakteru a zároveň umožňuje přístup do plných textů novin a časopisů. Součástí MDC byla ještě databáze *MEDIS*, která se orientovala na lékařskou obec. Tato databáze však splynula s databází *LEXIS* a určitou dobu vytvářela elektronickou knihovnu z oblasti medicíny a práva.

Dialog

Počátky databázového centra Dialog sahají do roku 1964, kdy firma *Lockheed Missiles and Space Company* se sídlem v Palo Alto v Kalifornii za účasti jeho zakladatele Rogera Summita založila tzv. Vědecko-technickou laboratoř, která měla za úkol vytvořit plně automatizovaný systém zpracování informací. Tento systém s původním názvem BEST se později transformoval do jednoho z nejvíce využívaných databázových systémů na světě s jednoduchým názvem *Dialog*.

Dialog aktivně vytvářel pro své uživatele nové služby a nová rozhraní. Mezi nejdůležitější služby patřily např. oborově orientované *Dialog Business Collection* či *Dialog Medical Connection*, navigační *Dialindex* s možností prohledání všech dostupných zdrojů, *Bluesheets* s dokumentačními podklady k databázím, rejstříkové *Finder Files* s možností dohledání konkrétního časopisu, společnosti nebo produktu apod. Mezi nejpoužívanější rozhraní patřily *Dialog Web* (první webové rozhraní Dialogu), *Dialog Select* (webové rozhraní pro méně zkušené uživatele) a *Dialog Classic* (webové rozhraní pro informační profesionály).

V roce 1993 *Dialog* odkoupil švýcarské databázové centrum *Data-Star*. K portfoliu

stávajících 500 databází tak přidal 250 databází *Data-Staru* a zařadil se mezi největší poskytovatele informací v celosvětovém měřítku. V roce 2008 byl *Dialog* zakoupen společností *ProQuest*, která jeho obsah přemístila na platformu *ProQuest Dialog*. Z této nové platformy je možný získat přístup až k 1 000 databázím. Provoz samotného *Dialogu* i *Data-Staru* byl ukončen v roce 2012.

Questel

Databázové centrum *Questel* vzniklo roku 1994 spojením systému *Orbit*, vyvinutého americkou firmou SDC (*Systems Development Corporation*) v roce 1962, a původního systému *Questel*, který na konci 80. let provozovala francouzská společnost BRS (*Bibliographical Retrieval Software*). Počátky BRS nicméně sahaly do roku 1978, kdy systém *Questel* vznikl jako součást *Francouzského Télécomu*.

Orbit byl v 80. letech jedním z největších konkurentů *Dialogu*. Zpřístupňoval kolem 100 databází se zaměřením na patenty, chemii, vědu, techniku a zdravotnictví. *Questel* měl oproti tomu širokou základnu databází zaměřených na vědeckotechnickou a společenskovední literaturu (známé byly převážně databáze *Pascal* a *Francis*). Vedení *Questelu* se také orientovalo na videotextové služby v Holandsku, Španělsku a Velké Británii.

V současnosti databázové centrum *Questel* nabízí přístup k 250 databázím převážně technického, chemického a patentového charakteru. Jeho pobočky se nacházejí ve 30 světových metropolích a jeho služeb využívá přes 3 000 společností a 100 000 individuálních zákazníků. Řada užitečných nástrojů v databázi pokrývá převážně oblast intelektuálního vlastnictví.

Ovid

Americké databázové centrum *Ovid* se vyvinulo z tehdejšího centra ORS (*Online Research Systems*) a nyní je spravováno holandskou společností *Wolters Kluwer*. Nabízí přístup k více než 100 databázím přes jednotné databázové rozhraní. Nejčastějšími databázemi zastoupenými v *Ovidu* jsou takové, které se zaměřují na obory klinické medicíny (včetně medicíny založené na důkazu) nebo farmakologie, biologie a veterinářství. Portfolio *Ovidu* je však stejně rozmanité jako portfolio společnosti *Wolters Kluwer*, která se nespécializuje pouze na zdravotnictví, ale i na daně, účetnictví, finanční služby, právo a vzdělávání.

Počátky *Ovidu* jsou zajímavou kapitolou v historii světového informačního průmyslu. *Ovid* byl totiž vyvinut v roce 1984 Markem Nelsonem pro účely propojení počítačů největších databázových center (primárně pro BRS), které provozovaly interní vyhledávače určené pro *Medline*. Databázová centra však na poslední chvíli z kompetitivních důvodů odmítla přístup do *Ovidu* a Nelson se tedy pokusil sestavit vyhledávací rozhraní pro databázi *Medline* sám. Jím vytvořené rozhraní umožnilo uživatelům lepší orientaci v rozsáhlé taxonomii databáze a správnou volbu rešeršních dotazů, navíc bylo přizpůsobeno prostředí online.

Na základě těchto atributů byl *Ovid* v roce 1994 zakoupen společností CDP Technolo-

gies (ta také odkoupila databázové centrum BRS) a začal konkurovat Dialogu převážně biomedicínskými databázemi a levnějšími poplatky za jejich využívání. Během 90. let se zprovoznily různé pokročilé hypertextové a multimediální technologie, např. *Journals@Ovid* (plné texty vědeckých, technických a medicínských časopisů), *Books@Ovid* (plné texty knih z medicíny), které fungují dodnes.

Genios

Německé databázové centrum *Genios*, na rozdíl od německého *Dimdi*, je zaměřeno výhradně na ekonomické a obchodní informace. Jeho hlavní databází byla v 90. letech databáze *PROMT (Predicts Overview of Markets and Technology)*, která obsahovala plné texty článků z obchodních a finančních časopisů.

Milníkem pro fungování celého databázového centra se po 20 letech stal rok 2005, kdy se centrum sloučilo s konkurenční službou *GBI (German Business Information)*. Touto fúzí vznikla společnost *GBI-Genios Deutsche Wirtschaftsdatenbank GmbH*, která německému obchodnímu informačnímu trhu v současné době dominuje. Společnost se zaměřuje hlavně na domácí informace z firemního prostředí, nicméně zdroje pokrývají i Evropu a další kontinenty. Centrum *Genios* v současné době nabízí přístup k 1 300 databázím, 20 000 e-knihám, k více než 1 000 periodikům a zároveň umožňuje přístup ke 140 mil. profilů právnických osob a k 3 mil. profilů fyzických osob.

4 Představení vybraných center s orientací na medicínské a farmaceutické informace

Centrum *STN International*, <http://www.stn-international.de>

Patří ke klíčovým subjektům informačního průmyslu. Skládá se ze tří národních subsystémů (americký CAS, německý FIZ Karlsruhe a japonský JAICI), ale záběr, zejména

vědeckých informací, je celosvětový. Z hlediska nabídky informačních zdrojů – databází pro lékařské a farmaceutické obory – jde o rozsáhlý rezervoár vědeckých, vědeckotechnických, ale i obchodních informací. Nejen akademické instituce, ale naopak převážně komerční instituce, využívají unikátní databáze tohoto centra, kdy je možno doplnit o patentové informační zdroje (např. WPI, pro znalce stačí zmínit bývalý Derwent) nebo lze použít i speciální nadstavbové specializované služby typu ANAVIST, což je analytická automatizovaná a softwarová služba s možností vizualizace informací a která může sloužit ke strategickým rozhodnutím.

Zejména farmaceutické firmy mají zájem o speciální databáze komplexních a často faktografických informací. Mnoho databází je plnotextových. Vazby na chemické data-

báze jsou velkou konkurenční výhodou. Řada chemických databází je faktografických a je umožněno např. je využít při návrhu nových léčiv.

Bohatá je nabídka databází v tzv. clusteru pro medicínské informační zdroje (viz Obr. 3 a 4).

Centrum DIMDI, <http://www.dimdi.de>

Databázové centrum DIMDI patří sice mezi subjekty informačního průmyslu zaměřené na německý informační trh, ale jeho záběr je v podstatě také celosvětový v nabídce celé řady databází. Navíc pohled na německý sektor medicínských a farmaceutických



Obrázek 5 – Ukázka nabídky německého databázového centra DIMDI

informací je více než zajímavý z hlediska vědeckého i obchodního partnerství s německy mluvícími zeměmi (Německo, Rakousko, případně Švýcarsko). Obr. 5 dokresluje nabídku databází a dalších online produktů v německém jazyce, které nejsou sehnatelné nikde jinde, než právě v DIMDI.

5 Závěr

Knihovny a informační instituce se vztahem k vědeckým lékařským informacím a farmaceutickým informacím jen občasné využívají služeb databázových center, které byly výše v textu uváděny. Je pravděpodobné, že jejich využití ze strany akademických center bude spíše občasné, ale pokud si uživatel zvykne na jejich využívání, může získat vysoce relevantní, úplné a přesné informace, a je-li z komerčního sektoru, tak i konkurenční výhodou. To platí i pro problematiku tzv. transferu znalostí v případě akademických institucí. V databázových centrech lze provádět celou řadu zajímavých rešeršních úkonů, jako je např. křížové vyhledávání, lze provádět speciální nadstavbové analýzy (již zmíněný, byť velmi drahý ANAVIST) a vidět informace v souvislostech na základě prohledávaných vícero informačních zdrojů. Sofistikované dotazovací jazyky to umožňují.

Knihovny a centra vědeckých informací by měly umět poskytnout aspoň referenční služby k těmto významným zdrojům informací a orientovat uživatele na informačního brokera, který má licencovaný přístup k těmto zdrojům v databázových centrech. Lze řešit také formami speciální informační gramotnosti. Databázová centra nezankla ani s příchodem optických disků, ani s příchodem internetu, který umožnil producentům se dostat lépe k uživateli, ale naopak pomohl jim v době menší přehlednosti informačních zdrojů a informačního přehlcení uživatelů. Velkou výhodou je komplexnost informací na jednom místě. Uživatel si může sám nebo s pomocí rešeršního specialisty vytvářet díky dotazovacím jazykům, které mají desítky zajímavých příkazů, skutečně pokročilé analytické rešerše.

Literatura

- [1.] About Questel Company. In: Questel [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.questel.com/support/about/company/>
- [2.] BOURNE, Charles P. a Trudi Bellardo HAHN. A History of Online Information Services: 1963–1976. Cambridge, MA: MIT Press, 2003. ISBN 9780262025386.
- [3.] Databases on Ovid. In: Ovid [online]. © 2016 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.ovid.com/site/catalog/databases/index.jsp>
- [4.] Databáze. In: Ústav vědeckých informací 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze [online]. © 2017 [2017-02-15]. Dostupné z: <http://uvi.lf1.cuni.cz/e-zdroje/databaze>
- [5.] DERDAK, Thomas a Paula KEPOS. International Directory of Company Histories. Streamwood: St. James Press, 1995. Gale Virtual Reference Library, sv. 10. ISBN 9781558623255.
- [6.] FABIÁN, Ondřej. Databázová centra. In: WikiKnihovna [online]. Edit. 25. 11. 2013 v 13:30 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: http://wiki.knihovna.cz/index.php/Datab%C3%A1zov%C3%A1_centra#cite_note-datastar-0
- [7.] HORVÁTH, David. Analýza vývoje databázového centra Dialog v kontextu světového informačního průmyslu. Praha, 2008. Rigorózní práce. Univerzita Karlova, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví. Vedoucí práce doc. PhDr. Rudolf Vlasák.
- [8.] O firmě. In: Wolters Kluwer [online]. © 2017 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.wolterskluwer.cz/cz/o-firme/wolters-kluwer-kdyz-si-musite-byt-jisti.c-14.html>
- [9.] Ovid Technologies. In: Wikipedia: The Free Encyclopedia [online]. Last modif. on 1 May 2016, at 10:24 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Ovid_Technologies
- [10.] PAPÍK, R. Strategie vyhledávání informací a elektronické informační zdroje. 1. vyd. Praha: Velryba, 2011. 192 s. ISBN 978-80-85860-22-1.
- [11.] PAPÍK, Richard. Rešeršní strategie a rešeršní služby III.: subjekty producent – poskytovatel v rešeršním procesu. Duha [online]. 2014, roč. 28, č. 2 [cit. 2017-02-27]. Dostupný z WWW: <<http://duha.mzk.cz/clanky/resersni-strategie-resersni-sluzby-iii-subjekty-producent-poskytovatel-v-resersnim-procesu>>. ISSN 1804-4255.
- [12.] Über GENIOS. In: Genios [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://www.genios.de/info/ueber_genios#startStaticContent
- [13.] VLASÁK, Rudolf. Světový informační průmysl. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 9788071848409.

Kontakty

PhDr. Hana Skálová

(přednostka Ústavu vědeckých informací 1. LF UK a VFN)

e-mail: hana.skalova@lf1.cuni.cz

MUDr. Jitka Feberová, Ph.D.

(ředitelka Ústřední knihovny UK)

e-mail: jitka.feberova@ruk.cuni.cz

PhDr. David Horváth

(Ústav vědeckých informací 1. LF UK a VFN)

e-mail: david.horvath@lf1.cuni.cz

doc. PhDr. Richard Papík, Ph.D.

(Ústřední knihovna UK)

e-mail: papikr@cuni.cz

Ústav vědeckých informací 1. LF UK a VFN

U Nemocnice 4

121 08 Praha 2

web: <http://uvi.lf1.cuni.cz/>

Ústřední knihovna Univerzity Karlovy

José Martího 407/2,

162 00 Praha 6-Vešelavín

web: <http://knihovna.cuni.cz>

STRUKTUROVANÁ A NESTRUKTUROVANÁ LÉKAŘSKÁ DOKUMENTACE

Michaela Stonová

Anotace

Zdravotnické zařízení je schopno vyprodukovat značné množství dat. Denní přírůstek může dosahovat až několika gigabytů. Nemocniční informační systém (dále také „NIS“) vytváří a shromažďuje data nejen v textové podobě, ale i v různých multimediálních formátech. Objem dat, jejich různorodost a požadavek na online zpracování a analýzu je činí předmětem problematiky BIG DATA.

Tento příspěvek se zaměřuje na rozdělení dat v NIS, optimalizaci metod pro jejich zpracování a nalezení nejvhodnějších postupů pro jejich analýzu. Primárním nositelem informace je textová lékařská dokumentace ve strukturované i nestrukturované podobě. Zvláštní zřetel je proto věnován odlišnostem obou forem při jejich obsahové analýze.

Klíčová slova

BIG DATA, nestrukturovaná data, NLP, obsahová analýza textu, strukturovaná data

1 Úvod do problematiky

Rozvoj zdravotnické techniky a systémů velmi blízce sleduje exponenciální trend nárůstu výpočetních technologií. Nejedná se sice o přesnou kopii De Moorova zákona, ale vzhledem ke skutečnosti, jak je nyní medicína silně provázána se světem počítačů, mnohdy za touto exponenciální křivkou nezaostává. V minulém století lékařské záznamy představovala pouze jedna papírová karta pacienta – v některých případech obohacená o přiložený rentgenový snímek nebo sjetinu z EKG. V současnosti je většina záznamů v digitalizované podobě. Rentgenové snímky či další výstupy ze zobrazovacích metod (MRI, CT, PET) jsou již distribuovány online nebo pomocí datových nosičů. Díky stále se zvyšující kvalitě technologií, umožňující velmi vysoké rozlišení (např. HRCT), může obrazová část dokumentace jednoho pacienta dosahovat i několika gigabytů. Oproti tomu textová část se vůči minulosti téměř nezměnila. Celkově nepřekročí pár desítek kilobytů a je tak z objemového hlediska zanedbatelná. I přes svoji mnohem menší velikost je však textová část primárním nositelem informace o pacientovi.

V nemocničním informačním systému proto můžeme nalézt velmi různorodou množinu dokumentů – velkoobjemové snímky, laboratorní výsledky, operační protokoly, propouštěcí zprávy, klasické záznamy z ambulancí nebo podklady pro pojišťovny a správu sociálního zabezpečení. Záznamy jednoho pacienta tak mohou obsahovat až několik desítek různých typů souborů o celkovém objemu dosahujícím řádu gigabytů. V případě uceleného nemocničního informačního systému můžeme hovořit o terabytech. Takto značný objem spolu s výše popsanou různorodostí zařazuje NIS do oblasti tzv. BIG DATA. Tento termín označuje hromadné zpracování dat v takovém objemu, že je výsledku obtížné dosáhnout tradičními metodami v reálném (či přiměřeném) čase.

Výzvou jsou v tomto případě i běžné úlohy, jakými jsou načítání a ukládání dat nebo jejich sdílení a prohlížení. Z tohoto důvodu je nutno i tyto běžné úlohy řešit pomocí specializovaných HW a SW nástrojů (vysoce dostupná datová úložiště, výkonné výpočetní severy, robustní databáze apod.). Za „neběžné úlohy“ je následně považována obsahová analýza dat.

2 Strukturovaná data

Strukturovaná data tvoří v obvyklých informačních systémech maximálně 20 % objemu. V počátcích hromadného zpracování dat představovala strukturovaná data jedinou možnost pro alespoň částečnou analýzu. Strukturovaná data jsou jasná a přesná. Velmi zřídka svádějí k dezinterpretaci. Striktně vymezená terminologie u strukturovaných dat umožňuje jejich snadné statistické zpracování a předurčuje je tak ideálně k analýze. Na druhou stranu jejich informační vydatnost je limitována omezenou množinou povolených výrazů. Z tohoto důvodu strukturovaná data nikdy nedosáhnou takové informační kvality jako nestrukturovaná forma [14].

V oblasti zdravotnictví jsou obecně za strukturovaná data považovány dokumenty, v nichž jsou údaje o pacientovi zaznamenány pomocí předem dané formy – tj. např. záznamy ze strukturované části databáze (věk, diagnóza, pohlaví, provedené výkony, předepsaná léčiva apod.) nebo formalizované výsledky z laboratoře.

Strukturovaná data nutí lékaře zapisovat určité údaje do přesně vymezených kolonek. V případě, že se jedná o údaje typu, jméno, pohlaví, rodné číslo, MKN-10 kód nemoci, není situace kritická. Navíc většina těchto informací může být vyplněna někým jiným. V okamžiku, kdy je však lékař povinen např. všechny druhy anamnézy psát do zvláštních kolonek a k tomu ještě zaškrtnat desítky políček typu – zda je pacient kuřák, kolikrát týdně cvičí, zda pije alkohol, požívá drogy, je na něco alergický, má diabetes, jaké je jeho BMI, tlak krve, cholesterol, je výsledek opačný. Vyžadovat po přepracovaném lékaři činnost, která jej časově zatěžuje a nevidí v ní smysl, je naprosto kontraproduktivní. Pouze velmi malé procento lékařů bude ochotno akceptovat tuto povinnost. Zbylá většina bude v lepším případě vymezené kolonky ignorovat a sveřepě psát informace i nadále do volného nestrukturovaného textu. V horším případě bude tuto část vyplňovat nepravdivě.

3 Nestrukturovaná data

Řešením je buď lékaře motivovat (vysvětlit smysl tohoto počínání) nebo zavést metodu, která bude schopna analyzovat nestrukturovaný text bez jejich nezbytného zásahu. Co se smyslu týče, tak ten je nezpochybnitelný. Obsahová analýza nestrukturované lékařské dokumentace může např. v rámci výzkumu napomáhat:

- odhalovat nežádoucí reakce na nová léčiva a postupy,
- nalézat chyby v lékařské dokumentaci,

- odhalovat chyby ve stávajících doporučeních (tzv. guidelines) a stanovovat nové,
- upřesňovat nežádoucí účinky kouření, alkoholu na určité skupiny pacientů (dle věku, pohlaví, onemocnění, komorbidit),
- stanovovat diagnózu vzácných onemocnění a nalézat nevhodnější postupy jejich léčby apod.

Je však tento přínos natolik velký, že bude takto motivován i lékař, který se na daném výzkumu aktivně nepodílí? Dále se nabízí otázka, co se stane v okamžiku, když se rozhodneme zkoumat věc, která se až doteď nalézala v nestrukturované části dokumentace?

Odpověď: Bude muset být vytvořen zcela nový formulář/struktura, pomocí kterého však budou analyzována pouze nová data.

Tímto krokem se připravujeme o značné množství vstupních dat. Toto je zvláště kritické u onemocnění s nižší četností. Zde by bylo pro získání relevantního vzorku naopak ideální propojit všechna lékařská zařízení v České republice. Jak ale zajistit, aby byla všechna zařízení mezi sebou kompatibilní, tj. aby všechna zařízení byla schopna lékaře přinutit vyplňovat stejné kolonky?

Odpověď: Velmi obtížně.

4 Analýza nestrukturovaných dat

Pro tyto případy se vyvíjejí nové metody pro obsahovou analýzu dat. Nedosahují sice takové přesnosti jako analýza strukturovaných dat, ale jsou zcela nezávislé na vstupním formátu, lze analyzovat i zpětně a především není potřeba interakce ze strany lékaře. Jejich úspěšnost se odvíjí od schopnosti stroje zvládnout tzv. zpracování přirozeného jazyka (NLP). V případě česky psané lékařské dokumentace tedy nejen na dovednosti porozumět významu česky psaného textu (rozpoznávat slovní druhy, určovat větné členy apod.), ale i na pochopení specifické lékařské terminologie.

Na základě této metody byl vybudován český model NLP pro obsahovou analýzu nestrukturovaných lékařských záznamů. Model byl otestován na záznamech z ambulancí, kde byla jeho úlohou:

- identifikace kuřáků/nekuřáků/exkuřáků,
- kvantitativní zhodnocení, kolik cigaret je denně pacientem vykouřeno.

Lékařské záznamy vztahující se ke kouření byly následně ručně vyhodnoceny. Automatizovaný klasifikační systém se od lidského hodnotitele lišil v prvním případě o 1,25 %, ve druhém o 1,99 %. Tento výsledek byl přijatelný, zvláště s uvážením, že v prvním úkolu sám hodnotící někdy obtížně stanovoval, do které kategorie jednotlivý záznam náleží [12].

Na stejném modelu byly dále otestovány možnosti identifikace předepsaných léčiv, hodnoty BMI, stanovení výše krevního tlaku či určení, zda pacient ošetřený v ambulanci byl pod vlivem alkoholu (v návaznosti na diagnózu). Vše s obdobnou chybovostí do maximální hodnoty 4 % [13].

Takto vytvořený model je možno i nadále zpřesňovat. Čím více ale bude model upra-

vován pro konkrétní oblast, tím více bude klesat jeho univerzalita. Zároveň začne od určité úrovně (zhruba na hranici 1% chybovosti) poskytovat falešné záchyty. Tuto mez již nelze za současného stavu poznání snížit. Je třeba si uvědomit, že takto vybudovaný model nikdy nebude schopen dosáhnout stejné přesnosti jako analýza strukturovaných dat. Na druhou stranu, tento postup nepotřebuje aktivní účast lékaře, dokáže pracovat s jakýmkoliv textovým vstupem, a to i zpětně do minulosti.

4.1 Praktické doporučení pro analýzu nestrukturovaných dat

Pokud se buduje model pro nestrukturovanou lékařskou dokumentaci, tak je koncepční vytvořit jeden obecný robustní model pro celý NIS a postupně jej dopřesňovat pro jednotlivé kliniky. Tento postup je ze začátku náročnější na podchycení všech specifík zahrnutých součástí. Umožňuje ale sledovat průchod pacienta různými odděleními a analyzovat tak nejen pacienta, ale i samotné zdravotnické zařízení jako celek.

Opačným přístupem je vytvořit jeden extrémně přesný model pro jednu konkrétní kliniku, často i pro jeden konkrétní výzkumný záměr. Výsledky jsou ze začátku přesnější a počáteční investice vícenásobně nižší. Toho je však dosaženo za cenu, že lékaři musejí bezpodmínečně dodržovat přesný semistrukturovaný zápis dokumentace. Nelze jej proto použít jinde v rámci NIS, pokud nebudou tato pravidla plně dodržována i tam.

5 Shrnutí

Analýza lékařské dokumentace z nemocničního informačního systému je nástavbovou úlohou v rámci tzv. BIG DATA. Ať již se jedná o analýzu strukturovaných či nestrukturovaných dat, je potřeba mít stále na paměti následující zásady. V případě, že máme požadovanou informaci k dispozici ve strukturované formě, tak je její analýza vždy jednodušší, přesnější a levnější. Naopak analýza nestrukturovaných dat je informačně mnohem vydatnější a obecnější – nemůže však dosáhnout stejně vysoké přesnosti. Dále pokud provádíme hromadnou obsahovou analýzu nestrukturovaného textu z více oblastí NIS, tak nejprve budujeme obecný model – nikoliv naopak. A v neposlední řadě, nezapiše-li lékař podstatnou informaci do dokumentace, tak i sebelepší systém si s tímto opomenutím neporadí.

Literatura

- [1.] Bastida G, Beltrán B. Ulcerative colitis in smokers, non-smokers and exsmokers. *World J Gastroenterol* 2011; 17: 2740–7.
- [2.] Bláha M, Janča D, Klika P, Mužík J, Dušek L. Project ICOP – Architecture of Software Tool for Decision Support in Oncology. *Data and Knowledge for Medical Decision Support. Proceedings of the EFMI Special Topic Conference*. 2013; 130–134
- [3.] Calabrese E, Yanai H, Shuster D, et al. Low-dose smoking resumption in exsmokers with refractory ulcerative colitis. *J Crohns Colitis* 2012; 6: 756–62.
- [4.] Cochrane Collaboration. Dostupné na: <https://www.cochrane.org>.
- [5.] Hartzband P, Groopman J. Untangling the Web – Patients, Doctors, and the Internet. *N Engl J Med* 2010; 362:1063–1066.

- [6.] Holzinger A, Stocker C, Ofner B, Prochaska G, Brabenetz A, Hofmann-Wellenhof R. Combining HCI, Natural Language Processing, and Knowledge Discovery – Potential of IBM Content Analytics as an Assistive Technology in the Biomedical Field. *Human-Computer Interaction and Knowledge Discovery in Complex, Unstructured, Big Data*. 2013; 7947: 13–24.
- [7.] Johnson SB, Bakken S, Dine D, Hyun S, Mendonça E, Morrison F, Bright T, Van Vleck T, Wrenn J, Stetson P. An electronic health record based on structured narrative. *J Am Med Inform Assoc*. 2008; 15(1): 54–64.
- [8.] Klimeš D, Šmíd R, Kubásek M, Vyzula R, Dušek L. DIOS – Database of Formalized chemotherapeutic Regimens. *Data and Knowledge for Medical Decision Support. Proceedings of the EFMI Special Topic Conference*. 2013; 165–169.
- [9.] Project UIMA, Apache UIMA, Dostupné na : <https://uima.apache.org/>.
- [10.] Regulární výrazy. Dostupné na: <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/util/regex/Pattern.html>.
- [11.] Schiff GD, Bates DW. Can Electronic Clinical Documentation Help Prevent Diagnostic Errors *NEJM* 2010; 362: 1066–1069.
- [12.] Stonová M. Smoker identification in narrative medical records. *Semantic Interoperability in Biomedicine and Healthcare. IJBH* 2016; 2(1): 31–34.
- [13.] Stonová M. Unstructured Data in Evidence-based Medicine and Healthcare. *Semantic Interoperability in Biomedicine and Healthcare. IJBH* 2015; 2(1): 47–49.
- [14.] Stonová M. Unstructured Data in Healthcare. *Semantic Interoperability in Biomedicine and Healthcare. IJBH* 2014; 2(1): 34–36.
- [15.] Walsh KE, Gurwitz JH. Medical abbreviations: writing little and communicating less. *Arch. Dis. Child* 2008; 93: 816–817.
- [16.] Zvolský M. Automating the Use of Clinical Practice Guidelines in the Health Information Infrastructure. *Semantic Interoperability in Biomedicine and Healthcare. IJBH* 2014; 2(1): 51–52.

Kontakt

Michaela Stonová
1. LF Univerzita Karlova
Kateřinská 32
121 08 Praha 2
email: Michaela.Stonova@lf1.cuni.cz

VÝUKOVÝ PORTÁL – INTERAKTIVNÍ KARDIOLOGIE

Miloš Táborský, Michal Štýbnar

Anotace

Cílem projektu je vytvoření interaktivní elektronické učebnice kardiologie a následná inovace výuky vybraných předmětů, které jsou vyučovány na půdě UPOL. Inovace bude dosaženo prostřednictvím vytvoření dosud v oblasti kardiologie neexistujícího formátu výukové pomůcky s množstvím videosekvencí z praxe, testů, výkladových částí, ilustrací, funkcemi sociální sítě pro vytvoření komunity atd. Nová výuková platforma bude semestr pilotně zkoušena a dle zpětných vazeb účastníků finálně implementována do výuky. Její koncept umožní neustálé aktualizování. Do inovace výuky se zapojí odborníci z lékařské praxe z celé ČR i ze zahraničí. Konečný výstup bude vytvořen i v anglické verzi, který může najít své uplatnění i v zahraničí.

Klíčová slova

interaktivní kardiologie, kardioučebnice, kardiologie, Univerzita Palackého, Lékařská fakulta, inovace výuky, eCardio.cz

Úvod

Vzdělávání a jeho podpora pomocí využití informačních a komunikačních technologií se stalo v posledních letech nepostradatelným nástrojem. V současné digitální době, kdy se internet stal všudypřítomným zdrojem informací, vznikají nejrůznější výukové platformy, které mohou pomoci při výuce i na lékařských fakultách. Myšlenka zhotovení elektronické učebnice vznikla v reakci na dynamicky se měnící postupy v medicíně a potřeby neustále aktualizovat výukové materiály tak, aby byly dostupné všem studentům a zároveň splňovaly nejvyšší měřítko kvality. Inspirací byl např. výukový portál MEFANET, který slouží jako publikační prostředí pro zveřejňování recenzovaných elektronických výukových materiálů a jeho rozvoj byl podporován v rámci projektu Standardizace a sdílení vzdělávací platformy mezi lékařskými fakultami. V rámci tohoto projektu bylo zajištěno zveřejnění multimediálních výukových materiálů administrátory portálu a jeho technickým týmem. Součástí portálu je také archivační systém lékařské dokumentace, který slouží jako pracovní pomůcka pro vytváření osobní dokumentace obrazových informací, určených ke vkládání do obrazové galerie výukového portálu. Z těchto základních principů se vycházelo i při tvorbě eCardio učebnice. Vzhledem k tomu, že obor kardiologie je velice obsáhlý, bylo rozhodnuto, že elektronizace výuky bude zaměřena, oproti Mefanetu, pouze na jednu oblast a tou je právě kardiologie. Důležitou funkcionalitou, kterou elektronická učebnice kardiologie obsahuje, je elearning a zejména využití obrazové dokumentace, která zachycuje dynamické děje, nebo využití videosekvencí.

Elektronická učebnice kardiologie

Cílem tohoto projektu bylo vytvoření interaktivní elektronické učebnice kardiologie a následná inovace výuky vybraných předmětů, které jsou vyučovány na půdě UPOL. Inovace bylo dosaženo prostřednictvím vytvoření dosud v oblasti kardiologie neexistujícího formátu výukové pomůcky s množstvím videosekvencí z praxe, testů, výklado-

vých částí, ilustrací, funkcemi sociální sítě pro vytvoření komunity atd.

Nová výuková platforma byla semestr pilotně zkoušena a dle zpětných vazeb účastníků finálně implementována do výuky. Její koncept umožňuje neustálé aktualizování. Do inovace výuky se zapojují odborníci z lékařské praxe z celé ČR i ze zahraničí. Konečný výstup byl vytvořen i v anglické verzi, která může najít své uplatnění i v zahraničí.

Cílové skupiny

- studenti lékařských oborů (jak všeobecného lékařství, tak doktorandské studium)
- studenti nelékařských oborů (všeobecná sestra, ošetrovatelství, fyzioterapie, radiologický asistent) na všech stupních vysokoškolského studia UPOL
- akademičtí pracovníci UPOL, kteří se podílejí na výuce a odborné přípravě studentů

Klíčové aktivity

- Sběr a příprava podkladů se zapojením českých i zahraničních odborníků z praxe;
- Tvorba odborného obsahu nové výukové platformy – textová část;
- Tvorba odborného obsahu nové výukové platformy – audiovizuální záznamy z lékařské praxe (IKEM, FNOL);
- Grafické a technické zpracování nové výukové platformy včetně vytvoření mutace v anglickém jazyce;
- Inovace studijních programů – zavedení platformy do pilotní výuky a následné finální úpravy;
- Zapojení cílových skupin.

Studenti během celého studia měli možnost pracovat s unikátním interaktivním učebním materiálem a účastnili se pilotní výuky a jejího hodnocení. Akademičtí pracovníci se podíleli na tvorbě jednotlivých součástí výukové pomůcky a byli v kontaktu se zahraničními odborníky, účastnili se zahraničních kongresů, seminářů a dalších odborných setkání a poznatky následně využívali během přípravy na tvorbu kardioučebnice a výuku vnitřního lékařství.

Přínos projektu kardioučebnice

Přínos výstupů projektu svým způsobem znamená menší revoluci ve výuce kardiologie. V ČR zatím obdobná výuková pomůcka neexistuje. Výstupy projektu zefektivnily a zkvalitnily vzdělávání studentů i akademických pracovníků a umožňují zvýšit jejich informovanost o aktuálních novinkách v oblasti kardiologie. Hlavním benefitem vyplývajícím z povahy projektu byla možnost obou cílových skupin účastnit se tvorby velmi unikátní výukové pomůcky.

Hlavním cílem projektu kardioučebnice je inovace výuky předmětů vyučovaných na I. interní klinice – kardiologické v rámci magisterských a postgraduálních studijních programů – General Medicine and Internal Medicine.

Podstata tohoto projektu spočívá zejména ve zpracování a průběžné aktualizaci klíčové výukové pomůcky, kterou je Interaktivní kardiologická výuková platforma eCardio a v jejím provázání s výukou jednotlivých předmětů z oblasti kardiologie, resp. vnitřního lékařství.

Tato platforma je pro studenty po registraci volně dostupná přes webové rozhraní www.eCardio.cz, nebo v anglické mutaci www.eCardio.eu.

Metodologie vzniku

Metodologie vzniku učebnice byla následující:

- Zpracování architektonického návrhu interaktivní výukové platformy včetně definice funkcionality
- Komplexní zajištění kameramanských, střihačských, animátorských, programátorských a grafických služeb
- Komplexní zajištění IT služeb – naprogramování výukové webové platformy, zpracování grafiky, optimalizace, propojení s dalšími aplikacemi
- Koordinace kompletního zpracování zakázky po formálně – technické stránce, zajištění redakčních a editorských prací a korektur textu.
- Programátorské práce na e-learningových modulech
- Zpracování audiovizuálního obsahu pro e-learningové moduly (obrázky, grafika, animace, videa)

Výuková pomůcka eCardio je výstupem tříletého projektu financovaného z Operational Programme Education for Competitiveness číslo projektu CZ.1.07/2.2.00/28.0148. Příjemcem podpory byla Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, I. interní klinika – kardiologická a poskytovatelem podpory bylo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Doba realizace projektu byla od 1.1. 2012 do 31.12.2014 a odborným garantem projektu byl Prof. MUDr. Miloš Táborský, CSc., FESC, MBA – přednosta I. interní kliniky – kardiologické a předseda České kardiologické společnosti.

Partnery projektu byli:

- Fakultní nemocnice Olomouc
- Institut klinické a experimentální medicíny
- Společnost pro právní a ekonomické vzdělávání, o. s.

V rámci zpracování eCardio se vycházelo z aktuálních trendů ve tvorbě interaktivních výukových pomůcek a vzdělávání v lékařských oborech. Mezi klíčové silné stránky výukové pomůcky eCardio zejména patří:

- Vysoce kvalifikovaný kolektiv odborných garantů, recenzentů a autorů.
- Možnost udržovat výukové texty a audiovizuální obsah stále aktuální v porovnání např. s klasickými tištěnými publikacemi.
- Interaktivita celé výukové pomůcky, tj. možnost on-line testování včetně zpětné vazby, přehrávání audiovizuálního obsahu, využívání 3-D modelů a animací, individualizace výukového prostředí dle potřeb studenta na základě osobních profilů,

- Dvojazyčnost – možnost využití jak v českých, tak v anglických výukových programech.
- On-line přístup a možnost studia na různých zařízeních – osobní počítač, tablet nebo mobilní telefon.
- Provázanost kapitol s výukou na pregraduálním i postgraduálním stupni studia.
- Moderní grafický design, sdílení obsahu, diskuse apod.

Učebnice je dostupná přes webové rozhraní internetového prohlížeče a funguje na operačních systémech Windows i Mac. K použití učebnice je potřeba se nejprve zaregistrovat a po schválení registrace administrátorem učebnice je možné se přihlásit. Každý uživatel se registruje pod svoji emailovou adresou a zadáním hesla, které následně slouží pro přihlášení do učebnice. Během registrace jsou dále vyžádána povinná pole jméno a příjmení, bez jejichž vyplnění nelze dále pokračovat. Součástí registrace jsou i osobní informace a informace o aktuální pozici, které jsou nepovinné – viz následující obrázek:

Celkem učebnice obsahuje 62 kapitol, kde je shrnuta problematika od např. Národní-

ho kardiovaskulárního programu, dějiny kardiologie, zobrazovací metody v kardiologii, jednotlivá onemocnění srdce, ale také problematika transplantace srdce, sportovní medicína, klinické studie nebo základy statistických analýz dat. Přehled všech kapitol je na následujícím obrázku:

Prohlížení kapitol

Po kliknutí na příslušnou kapitolu se otevře její obsah. Na začátku každé kapitoly je jméno autorů s možností zobrazení jejich vizitky a souhrn kapitoly v rámečku. V levé části se nachází stromová struktura článků, kde jsou odkazy na jednotlivé kapitoly -> toto menu je plovoucí, tzn. i při rolování v textu je stále možnost prolinku na předchozí/další podkapitolu. Pod stromovou strukturou se nachází seznam eLearningových testů, pokud ke kapitole existují. Opět je možné si pomocí kliknutí na tento odkaz test zobrazit.

Procházení textu

V textu se nacházejí odkazy na jednotlivé elementy – obrázky, videa, tabulky a zdroje literatury. Po kliknutí na odkaz obrázku/tabulky/video se text rozroluje až k umístění konkrétního elementu. Při kliknutí na odkaz literatury se zobrazí celý název odkazovaného zdroje.

Galerie obrázků

Po kliknutí na obrázek v dané kapitole, se v novém okně automaticky otevře galerie se všemi obrázky z kapitoly. Pomocí posuvníku je možné se v této galerii pohybovat a zobrazit si kterýkoliv obrázek. Po kliknutí na video se toto automaticky otevře v novém okně. Video jsou přehrávány v nekonečné smyčce – je možné si jej pomoci akčních

tlačítek pozastavit.

Galerie videí

Po kliknutí na video v dané kapitole, se v novém okně automaticky otevře video pře-

Pomocí tlačítka Tisk na konci každé kapitoly (pod vypsányi zdroji literatury), je možné si danou kapitolu vytisknout (bez hlavičky a stromové struktury).

eLearning

Ke konkrétnímu eLearningovému testu je možné se dostat pomocí kliknutí na konkrétní text ve stromové struktuře či kliknutím na konkrétní test v seznamu eLearningu na hlavní stránce.

hrávač. Video jsou přehrávána v nekonečné smyčce – je možné si jej pomocí akčních tlačítek pozastavit.

Tisk kapitoly

Po kliknutí na tlačítko vyhodnotit se v levé přehledové tabulce zobrazí, které otázky byly zodpovězeny správně, a které špatně. Zároveň je možné na otázku v tabulce kliknout a zobrazit si ji. U otázky se zeleně zobrazují správné odpovědi, červeně odpovědi špatné. V dolní části tabulky je uvedena informace o dosažených %, % nutných pro splnění testu, délky trvání testu atd.

Učebnice dále obsahuje uživatelské funkce, které si spravuje sám uživatel. Nabídka uživatelských funkcí obsahuje informace o historii prohlížení, možnost úpravy profilu nebo uložené poznámky uživatele k jednotlivým kapitolám.

Po kliknutí na Historie prohlížení v uživatelském menu, se zobrazí kompletní historie prohlížení daného uživatele v přehledné tabulce. Historie se rozděluje dle sekcí na historii prohlížení kapitol a vyplněných eLearningových testů. Po kliknutí na Upravit profil v uživatelském menu, se zobrazí informace zadané uživatelem při registraci. Tyto údaje je možné libovolně měnit či např. nahrát fotografii.

Bookmark – poznámky

Pokud při prohlížení článku klikne uživatel do textu, zobrazí se akční ikony pro tisk a poznámku. Po kliknutí na ikonu hvězdy se zobrazí okno, kde je možné zapsat text. Po jeho uložení se rovněž celý odstavec označí žlutou barvou. Po kliknutí do žlutě označeného odstavce, a kliknutí na žlutě označenou ikonu bookmarku (hvězda) je možné si

poznámku opět prohlédnout. Zároveň veškeré uložené poznámky jsou viditelné v sekci Poznámky uživatele, kde jsou uvedeny v přehledné tabulce.

Obsah z kardioučebnice je možné sdílet pomocí sociálních sítí, jako jsou:

- Facebook
- Twitter
- LinkedIn
- Google+

Kardioučebnice se stala účelným nástrojem při výuce nejen studentů lékařských

fakult, ale při výuce postgraduální nebo v oboru biomedicínského inženýrství, ale i v dalších zdravotnických oborech. Během tvorby učebnice vznikly vize do budoucna, které spočívají v pravidelném upgradu kapitol ze strany autorů z důvodu dlouhodobé udržitelnosti, rozšiřování o nejnovější poznatky z oblasti kardiologie a také dosáhnout maximálního počtu tuzemských i zahraničních registrovaných uživatelů.

Kontakt

Prof. MUDr. Miloš Táborský, Ph.D., FACC, FESC, MBA

Fakultní nemocnice Olomouc

I. Interní klinika – kardiologická

I. P. Pavlova 6

779 00 Olomouc

Tel.: (+420) 588 442 211

Fax: (+420) 588 442 500

e-mail: milos.taborsky@seznam.cz

Mgr. Michal Štýbna

Fakultní nemocnice Olomouc

Národní telemedicínské centrum

I. P. Pavlova 6

779 00 Olomouc

Tel.: (+420) 588 443 713

e-mail: stybna@ntmc.cz

SOFTWARE STATISTICA ANEB CO SE VYŽADUJE OD MODERNÍCH STATISTICKÝCH PROGRAMŮ

Miloš Uldrich, Tomáš Jurczyk

Anotace

Rostoucí množství sbíraných dat a vývoj nových technologií s sebou přináší změny v přístupu k datům. Mění se i pohled na samotné softwary, jež s daty pracují.

Obstojí tradiční přístupy k vyhodnocení dat? Jaké jsou současné trendy v oblasti nástrojů pro zpracování dat? A co bude dál?

Trendy v oblasti nástrojů pro analýzu dat Vám ukáže přímo v softwaru konzultant analytické platformy Statistica – Ing. Miloš Uldrich.

To vše se zaměřením na analýzu dat v oblasti medicíny.

Klíčová slova

pracovní workflow, vizualizace dat v reálném čase, kolektivní inteligence, Big Data

Úvod

Rostoucí množství sbíraných dat a vývoj nových technologií s sebou přináší změny v přístupu k datům. Mění se i pohled na samotné softwary, jež s daty pracují. Stejně tak, jako se mění operační systémy, nástroje na sdílení a úpravu obrázků, webové aplikace, se kterými pravidelně pracujete, mění se i softwary na zpracování dat. Dalo by se namítnout, že pokud využívám statistické techniky, které jsou pořád stejné, tak změna není nutná, nebo je dokonce spíše nežádoucí.

Statistické přístupy (například v oblasti regresních metod, zpracování časových řad apod.) prochází stále vývojem a vznikají upravené a lépe použitelné metody.

Velký význam pro modely typu „Co se stane, když...“ mají analytické přístupy založené na umělé inteligenci, které umožňují počítačovému softwaru učit se z historických dat. Jsou to zejména algoritmy založené na strojovém učení, které jsou v posledních letech velmi oblíbené a prochází též neustálým vývojem.

Velmi oblíbené jsou i výpočetní modely inspirované chováním lidského mozku – Neuronové sítě.

Řada přístupů, zejména v oblasti testování statistických hypotéz, se ale nemění. Rozsáhlé softwarové balíky, které jsou na trhu řadu let, se proto nemění revolučně, jako někteří jejich nepřímí „kolegové“ z oblasti softwaru, ale mění se evolučně. Přidávají nové funkce a možnosti, ale pokud někdo potřebuje (nebo vzhledem k typu dat musí) používat „tradiční“ přístupy, má je tam.

Nároky uživatelů na software však změnou prochází a to i u uživatelů, kteří využívají statistiky, u jejichž zrodu stála jména jako: Carl Pearson, Frank Yates, Francis Galton, Carl Friedrich Gauss, Jacob (Jacques) Bernoulli a mnoho dalších. Pojďme se na aktuální trendy v oblasti analytických software podívat.

Pracovní workflow

Rozhraní softwarových nástrojů se neustále vyvíjí. Hlavním trendem není již pouze

přívětivé a přehledné „klikací“ rozhraní, ale možnost si celý pracovní postup srozumitelně zaznamenat. Dříve se tento postup realizoval pomocí skriptovacího jazyka, který konkrétní software nabízel (ať už to byl jazyk vlastní nebo standardní). Dnešní moderní analytické platformy obvykle obsahují pracovní plochu, která umožní analytický proces i bez znalosti programovacího jazyka definovat, spravovat a jednoduše spouštět. Tato myšlenka není nijak nová, ale v posledních letech je velmi aktuální, neboť potřeba data zpracovávat (načítat, agregovat, čistit a analyzovat) je stále větší.

V analytických rozhraních softwarů na zpracování dat jsou k dispozici objekty (též nazývané jako uzly), které vynášíme na plochu. Každý uzel reprezentuje nějakou metodu, graf, datovou transformaci, prostě funkcionalitu software. Uzly spojujeme v pořadí, v jakém bychom logicky analýzu prováděli, začínáme od zdroje dat, poté řešíme transformace čištění a spojování dat z různých zdrojů, nakonec využíváme statistické metody pro získání důležitých informací z dat. Celé pracovní workflow je následně uloženo a pojmenováno. Celý proces lze kdykoliv jednoduše spustit a získat automaticky výsle-

dek. Hlavní přednost je v úspoře času, pokud se data na vstupu mění, ale také ve snadné správě, například při drobné změně v nějakém uzlu (přidání kritéria, změna proměnné) máme k dispozici okamžitě všechny výsledky, které bychom jinak museli všechny „proklikat“ znovu. Poslední předností je srozumitelnost, dobře vytvořené a popsané workflow bude srozumitelné (na rozdíl od skriptu) i po delší době a navíc i pro uživatele, kteří sami workflow nevytvořili. Odpadá tak problém, kdy ve firmě je jeden specialista, který umí programovat, ale ostatní nedokáží jeho skript spravovat, opravovat nebo rozšiřovat.

Vizualizace dat v reálném čase

Vizualizace výsledků nebo vstupních měření je s analýzou dat úzce spjata. Zde je na první pohled znát vývoj posledních let nejvíce. Vzhled grafů prošel značným vývojem, stejně jako vzhled většiny obsahu internetu. Trendem posledních několika let je bouřlivý rozvoj modulů pro vizualizaci dat v reálném čase. Grafy se v moderních analytických platformách sdružují v tzv. Kontrolních panelech (Dashboard) a jsou interaktivní. Lze tedy do nich klikat a interaktivně řídit, co se bude zobrazovat.

Mnoho organizací dnes požaduje, aby aktuální data a výsledky analýz byly dostupné uživatelům v reálném čase a pracovníci mohli vidět aktuální vývoj a rozhodovat se

na základě skutečně aktuálních dat. Jednoduše, rychlé rozhodnutí bez nutnosti čekat dlouhou dobu na výsledek zadané analýzy může poskytnout společnosti konkurenční výhodu. Tento přístup se od tradičních statických analytických výstupů liší. Vše, co na výstupech kontrolních panelů uvidíte, je skutečný aktuální pohled na data, pokud změníte (v databázi, nebo Excel tabulce) jednu hodnotu, na grafech se to okamžitě projeví. Výstavba těchto grafů není těžká a rozhraní fungují zpravidla na principu „Táhni a pusť“. Na panelech se kombinují různé grafické a sumarizační techniky najednou. To umožňuje na jednom monitoru vidět současně mnoho úhlů pohledu a odhalit trendy a odlehlé hodnoty, které by jinak zůstaly skryty. Právě kombinace mnoha úhlů pohledu na jednom „obrázku“ je velkým přínosem poslední doby.

Dalším krokem v evoluci analýz v reálném čase je pak nejen zobrazení dat v reálném čase, ale i výpočet predikcí a modelů v reálném čase. Jako příklad takovéto analytiky uveďme reálný případ University of Iowa, kde přímo na operačním sále pomáhá operátorovi analytický predikční model, který na základě průběhu operace předpovídá pravděpodobnost pooperačních potíží a poskytuje doporučení, jak se těmto potížím vyhnout. Nutno poznamenat, že takováto aplikace přímo zachraňuje životy a šetří obrovské náklady na pooperační komplikace. Ano, i takto může vypadat analýza dat.

Kolektivní inteligence

Pojem Kolektivní inteligence je obecně definován jako schopnost skupiny najít větší množství, anebo kvalitnější řešení nějakého problému, než její jednotliví členové. S rostoucím množstvím dat, které můžeme sledovat prakticky všude, vznikají nároky na hardware, výpočetní algoritmy, ale (ačkoli to na první pohled nemusí být zcela zřejmé) je zde tlak také na množství analytiků, tedy specialistů, kteří budou z dat získávat informace. Cílem firem a moderních analytických softwarů je tedy také co největší zjednodušení práce a kooperace těchto specialistů, včetně zapojování lidí, kteří nejsou nutné specialisty na analýzu dat, ale data znají dobře. Další cestou pak může snaha využívat znalosti (například modely) z externích zdrojů.

Je vidět, že tyto požadavky se již netýkají analytických či statistických metod, týkají se spíše organizace práce a otevřenosti a flexibility analytické platformy, kterou firma používá. Nutností bývají funkcionality jako centrální serverové uložení všech dat, analýz a modelů, možnost nastavit přístupová oprávnění k jednotlivým objektům (zaměstnanec na pobočce banky jistě nesmí mít přístup k modelu, který slouží ke skórování klientů, kteří za ním přijdou) nebo třeba „verzování“ a záloha dokumentů.

Hodí se jistě také rozhraní, které pomůže sdílení postupů mezi uživateli (například ideální je zmíněné prostředí pracovní plochy s jednotlivými funkcionalitami v podobě uzlů). Analytik může také předpřipravit analýzy nebo celé aplikace pro manažery a konzumenty výstupů z analýz, kteří se potřebují podle výsledků rozhodovat, ale nemusí se již zabývat tím, co je na pozadí výpočtu. Zde je nutné mít jakýsi obal nad analytickými postupy, který zpřístupní uživatelům jen několik málo nastavení a zbytek zůstane skryt – i třeba vůči možným úpravám.

ných záznamů, máme k dispozici datový soubor, který je již použitelný pro další analýzu.

Dnešní softwary musí umět víc než jen překódovat tabulku a identifikovat odlehle hodnoty. Největší výzvou pro analytické softwary je aktuálně reagovat na všechny nově vznikající datové zdroje. Řešení musí být schopna načíst data z nových moderních datových zdrojů, sloučit je, provést jejich čištění a uložit je zpět do databáze. Druhou velkou výzvou posledních let je objem dat, který v některých oblastech diametrálně narostl a v budoucnu bude narůstat dále.

Big Data, Cloud

Schopnost analyzovat tzv. „Velká data“ (Big Data) je dnes základním argumentem pro nákup komerční analytické platformy. Velká data jsou dnes prakticky ve všech oblastech včetně medicíny. Moderní softwary se díky novým technologiím zvládnou připojit na strukturovaná, částečně strukturovaná i nestrukturovaná data z libovolných zdrojů jako jsou například NoSQL DB, Big Data úložiště založená na Hadoop a různá Cloud úložiště. Informace z blogů, webových článků, lékařských systémů a dalších zdrojů se kombinují s demografickými a regionálními daty. Analytické softwary dnes musí být schopné z těchto nových zdrojů získat data a přeměnit je na informace, které mají pro zadavatele hodnotu.

Analytika přímo v datových zdrojích (Edge analytics)

Dovoluťe zmínit také důležitý trend velkých dat a to analytiku přímo v datových zdrojích nebo na místě, kde jsou data sbírána (například v datovém zdroji Hadoop nebo v místě kudy proudí data například ze senzorů). Místo přesouvání dat z datových zdrojů jsou data analyzována přímo v datových zdrojích, což má výhodu nejen v tom, že náročné přesouvání dat odpadá, ale je zde i aspekt bezpečnosti.

Typickým zjednodušením práce je také možnost využívat v rámci jedné platformy i další programovací jazyky (typicky se používají jazyky R, Python, C). Zjednodušení je v tom, že specialista na analýzu dat pracuje v tom, co je mu blízké nebo co je nevhodnější, může také využít skripty, které naprogramoval v jiných jazycích (můžete si to představit tak, že tento specialista vytvoří v pracovní ploše uzel založený na těchto jiných programovacích jazycích). Uživatel se tedy nemusí přeučovat či přizpůsobovat.

V dnešní době již existují tržiště s předpřipravenými modely pro konkrétní úlohy, které si můžete koupit a poté používat pro vaše účely. Výhodou je, že nemusíte mít ve své firmě specialistu, který bude modely složitě vyvíjet, využijete tedy expertní znalosti z externího zdroje, což bude s rostoucím množstvím dat čím dál častější praxe. Dalším směrem vývoje analytické platformy je tedy i komunikace s těmito tržišti v rámci jedné platformy. Jak můžete vidět, už dávno nejsou moderní analytické platformy pouze o metodách a algoritmech.

Příprava analytického souboru

Příprava dat je nezbytná součástí analytické práce. Data v syrové podobě nemusí mít takovou vypovídací hodnotu. Prvním krokem před vlastní analýzou je zajištění přesnosti záznamu, kde se snažíme zkontrolovat (validace dat) správnost jednotlivých dat. Sleduje se počet chybějících hodnot, duplicitní záznamy, kontrolují se jednotlivé varianty znaku, srovnatelnost jednotlivých proměnných v různých tabulkách apod. K odhalení těchto nepřesností v datovém souboru slouží celá řada technik, jež mají analytické softwary implementovány. Po aplikaci vhodných technik, překódování a odstranění chyb-

Kontakty

Ing. Miloš Uldrich

e-mail: milos.uldreich@quest.com

Mgr. Tomáš Jurczyk, Ph.D.

Autoři jsou odbornými konzultanty softwaru Statistica (QUEST software).

Web: <http://statistica.io>

ELEKTRONIZACE A PODPORA KLASIFIKACÍ MKN A MKF A DOTAZNÍKU WHODAS 2.0

Miroslav Zvolský, Dalibor Slovák, Jitka Vašková, Petra Sládková

Anotace

Světová zdravotnická organizace vytváří pro popis zdravotního a funkčního stavu pacienta mezinárodně standardizované klasifikace – mimo jiné jsou to MKN, MKF a dotazník WHODAS 2.0 – a nástroje pro jejich použití zahrnující browsery, e-learningové materiály a další elektronické nástroje. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR jako organizace využívající mezinárodní klasifikace pro sběry dat ve zdravotnictví realizuje podporu těchto klasifikací v ČR zahrnující překlady, publikace těchto překladů a vytváření českých verzí (nejen) elektronických nástrojů usnadňujících implementaci zmíněných klasifikací do klinické praxe.

Klíčová slova

klinické klasifikace, Mezinárodní klasifikace nemocí, Mezinárodní klasifikace funkčních poruch, klinický dotazník, e-learning

1 Správa českých verzí mezinárodních klasifikací pro zdravotnictví

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (dále ÚZIS ČR) dlouhodobě působí v oblasti přejímání mezinárodních klasifikačních standardů v oblasti zdravotnictví. Důvodem je, že výstupy zdravotnické statistiky používané pro mezinárodní srovnání musí nutně splňovat mezinárodní standardy z hlediska zařazení a označení jednotlivých případů a agregovaných výstupů.

Ve vytváření mezinárodních standardů se intenzivně angažuje Světová zdravotnická organizace (World Health Organisation, WHO) a další odborné instituce a společnosti, například Union for International Cancer Control (UICC). ÚZIS ČR dlouhodobě překládá jednotlivé verze Mezinárodní klasifikace nemocí (dále MKN, podrobněji kapitola 2), Mezinárodní klasifikace nemocí pro onkologii (MKN-O) a klasifikačního systému zhoubných novotvarů TNM. I u dalších klasifikací akceptovaných jako mezinárodní standard nebo vyvinutých či upravených pro použití v ČR se pokoušíme přinášet dostupné informace a rozvíjet jejich podporu.

Více informací o přeložených nebo publikovaných zdravotnických klasifikacích v ČR a jejich podpoře naleznete na <http://www.uzis.cz/category/edice/publikace/klasifikace>.

2 Mezinárodní klasifikace nemocí

Mezinárodní klasifikace nemocí (plným názvem „Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů“, v anglickém originále International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, ICD) je v 10. revizi (MKN-10) klíčovým nástrojem pro zařazování a kódování diagnóz pro potřeby statistických sběrů dat v oblasti nemocnosti (Národní zdravotnický informační systém) a úmrtnosti (List o prohlídce zemřelého) a pro vykazování poskytnuté zdravotní péče.

MKN-10 se skládá ze tří částí:

- 1) Tabeleárního seznamu, ve kterém jsou jednotlivé položky řazeny do hierarchické struktury z pohledu topografie nebo etiologie
- 2) Instrukční příručky, která popisuje pravidla používání MKN-10
- 3) Abecedního seznamu, který obsahuje řazení položek dle abecedního pořádku termínů, které je v běžné řeči označují

Český překlad MKN-10 spravuje Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS ČR). MKN-10 je používána v ČR od roku 1994. Pro její efektivní užití jsou důležité průběžné aktualizace, které odstraňují chyby a přinášejí změny v souladu s vývojem medicínského poznání, například vznik nových nosologických jednotek. Tyto aktualizace probíhají na mezinárodní úrovni s periodou jeden (drobné chyby a překlepy), resp. tři roky (větší chyby, novotvorba nebo rušení položek). V ČR byly aktualizace MKN-10 realizovány v letech 2008, 2012, 2013, 2014. Nová aktualizace by měla vyjít v letošním roce s platností od 1. 1. 2018. Dalšími prvky podpory metodická podpora, vytváření kontrolních vazeb, pravidel pro kódování a vývoj elektronických nástrojů.

Všechny tři díly (svazky) MKN-10 jsou volně stažitelné ve formátu Portable Document Format (PDF) z webových stránek ÚZIS ČR [1]. Elektronická prezentace tabelárního seznamu MKN-10 existuje na samostatné stránce také ve formátu HTML [2], jejíž výhodou je provázanost prostřednictvím vzájemných hypertextových odkazů v hierarchické struktuře a mezi jednotlivými kódy. Protože současné řešení již technicky zaostává, záměrem ÚZIS ČR je zrealizovat novou podobu interaktivního browseru po vzoru mezi-

národní verze publikované WHO, která umožňuje procházení tabelárního i abecedního seznamu, fulltextové vyhledávání a změnu verze podle platností hlavních aktualizací [3].

ÚZIS ČR publikoval v roce 2016 Tabelární seznam MKN-10 ve formátu ClaML (Classification Markup Language) [4], který je standardně používán WHO pro strukturovanou elektronickou publikaci klasifikačních stromů. Soubor s aktuálním obsahem je dostupný na adrese <http://www.uzis.cz/zpravy/aktualni-verze-mkn-10-cr>. Dalším krokem je v budoucnu strukturovaná elektronická publikace abecedního seznamu MKN-10.

Podpora uživatelů MKN-10 v ČR se ovšem neomezuje jen na publikaci této klasifikace. Důležitým a doposud spíše opomíjeným aspektem je nutnost aktivního vzdělávání uživatelů. Prvním nyní realizovaným krokem je překlad a připravovaná publikace české verze e-learningového nástroje ICD-10 Training Tool [5].

3 Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví

Podobně velký potenciál, jaký má MKN v kódování diagnóz a zdravotního stavu, má v oblasti popisu a kódování funkčního stavu pacienta Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví (MKF). Stejně jako první jmenovanou vyvíjí i MKF Světová zdravotnická organizace.

MKF byla přeložena do češtiny v roce 2008 panem profesorem Pfeiferem a paní docentkou Švestkovou [6]. Jedním z limitujících faktorů pro širší využití byla doposud absence elektronické verze a efektivních nástrojů pro její použití. ÚZIS ČR na podzim roku 2016 publikoval MKF v elektronickém strukturovaném formátu (ClaML a CSV) a v lednu 2017 také jednoduchý standardizovaný klinický formulář ICF Checklist pro vyplnění základní sady parametrů z MKF [7], prozatím pouze jako formulář k vyplnění ve formátu

MS Office, nebo k vytištění a ručnímu vyplnění. ICF Checklist na rozdíl od využití celé velmi podrobné a komplexní klasifikace MKF používá jen standardizovaný omezený počet vybraných kategorií s obecnějším využitím a umožňuje tedy snazší (i když méně podrobný) popis funkčního stavu pacienta.

Dále pracujeme na implementaci tzv. Core-Setů, tedy základních sad kódů MKF specifických pro danou diagnózu nebo klinických stav. Tyto nástroje spolu s možnou integrací do klinických informačních systémů by mohly usnadnit a zpřístupnit práci s MKF klinickým pracovníkům bez zvýšení jejich administrativní zátěže [9].

4 Dotazník WHODAS 2.0

Další možností objektivizace funkčních schopností pacienta je použití dotazníku Světové zdravotnické organizace k hodnocení disability (WHODAS 2.0), který ÚZIS ČR na základě licence WHO publikoval včetně vyhodnocovacích tabulek na svých webových stránkách v lednu 2017. Formulář je prozatím k dispozici ve formátu PDF k vytištění a ručnímu vyplnění nebo ve formátu MS Office k vyplnění na počítači. Připravuje se elektronická verze ve formátu HTML, která umožní elektronické zadání a další automatizované zpracování výsledků.

Dotazník přeložil tým expertů kolem paní doktorky Petry Sládkové z Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze. Formulář objektivizuje funkční schopnosti pacienta v doménách: porozumění a komunikace; mobilita; sebeobsluha; vztahy s lidmi; životní aktivity (domácnost, práce, škola); účast (participace) ve společnosti. Součástí

dotazníku jsou tabulky ve formátu MS Excel, které umožní automatický výpočet celkového skóre.

K dotazníku WHODAS 2.0 byl v rámci podpory publikován manuál vysvětlující použití tohoto nástroje.

5 Závěr

ÚZIS ČR se angažuje v tvorbě překladů a publikaci, metodické podpoře v tvorbě elektronických nástrojů usnadňujících implementaci mezinárodních klasifikací pro použití ve zdravotnictví. Zaměřuje se především na klasifikace vyvíjené Světovou zdravotnickou organizací, mezi které patří Mezinárodní klasifikace nemocí, Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví a dotazník WHO pro určení disability WHO-DAS 2.0. Elektronizace klasifikací a jejich začlenění do klinických informačních systémů a procesů v klinické praxi usnadní jejich využívání v klinické praxi a standardizuje a posílí datovou základnu českého zdravotnictví.

Literatura

- [1.] Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů, 10. decenální revize. České vydání. ÚZIS 2014. Citováno dne 22. 2. 2017. <http://www.uzis.cz/katalog/klasifikace/mkn-mezinarodni-statisticka-klasifikace-nemoci-pridruzenych-zdravotnich-problemu>
- [2.] Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů, 10. decenální revize. České vydání. Interaktivní verze Tabelárního seznamu. ÚZIS 2014. Citováno dne 22. 2. 2017. <http://www.uzis.cz/cz/mkn/index.html>
- [3.] ICD-10 on-line browser Version: 2016. Světová zdravotnická organizace. Citováno dne 22. 2. 2017. <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en>
- [4.] Health informatics -- Syntax to represent the content of healthcare classification systems -- Classification Markup Language (ClAML). ISO 13120:2013
- [5.] ICD-10 Interactive Self Learning Tool. Světová zdravotnická organizace. Citováno dne 22. 2. 2017. <http://apps.who.int/classifications/apps/icd/icd10training/>
- [6.] Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví. Světová zdravotnická organizace, Národní rada osob se zdravotním postižením ČR. Praha 2008. Citováno dne 22. 2. 2017. <http://www.uzis.cz/publikace/mezinarodni-klasifikace-funkcnich-schopnosti-disability-zdravi-mkf>
- [7.] ICF Checklist, klinický formulář určený k zaznamenání funkčního stavu pacienta pomocí kódů MKF, Světová zdravotnická organizace, ÚZIS ČR. 2016. Citováno dne 22. 2. 2017. <http://www.uzis.cz/publikace/mezinarodni-klasifikace-funkcnich-schopnosti-disability-zdravi-mkf>

[8.] ICF Core Sets. ICF Based Documentation Form. ICF Research Branch, WHO. Citováno dne 22. 2. 2017. <http://www.icf-core-sets.org/>

Kontakty

MUDr. Miroslav Zvolský

Oddělení klinických klasifikací DRG
Ústav zdravotnických informací a statistiky České Republiky
Palackého nám. 4
128 01
e-mail: miroslav.zvolsky@uzis.cz

Mgr. Dalibor Slovák

Oddělení klinických klasifikací DRG
Ústav zdravotnických informací a statistiky České Republiky
Palackého nám. 4
128 01
e-mail: dalibor.slovak@uzis.cz

MUDr. Jitka Vašková

Oddělení klinických klasifikací DRG
Ústav zdravotnických informací a statistiky České Republiky
Palackého nám. 4
128 01
e-mail: jitka.vaskova@uzis.cz

MUDr. Bc. Petra Sládková

Ph.D., Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze
Albertov 7
128 08 Praha 2
e-mail: petra.sladkova@vfn.cz

MEDSOFT 2017, sborník příspěvků

vydání první

formát A5

232 stránek

vydal Creative Connections s. r. o., Krasnojarská 14, 100 00 Praha 10

ve spolupráci s Ing. Zeithamlová Milena – Agentura Action M, Vršovická 68, 101 00 Praha 10

actionm@action-m.com

<http://www.action-m.com>

zpracoval kolektiv autorů

grafická úprava, sazba

Bc. Veronika Sýkorová, DiS

Klára Ulčová, DiS

bez jazykové a redakční úpravy

vytisklo Art D – Grafický ateliér Černý, s.r.o., Žirovnická 3124, 106 00 Praha 10

<http://www.art-d.com/cz/>

ISSN 1803-8115

ISBN 978-80-86742-47-2

ISBN 978-80-906004-9-2