

Česká společnost pro umělou inteligenci
a digitální inovativní technologie v medicíně
Česká lékařská společnost J. Evangelisty Purkyně

CSAIM



Využití AI v klinické praxi

doc. MUDr. Ondřej Volný, Ph.D., FESO

Brno

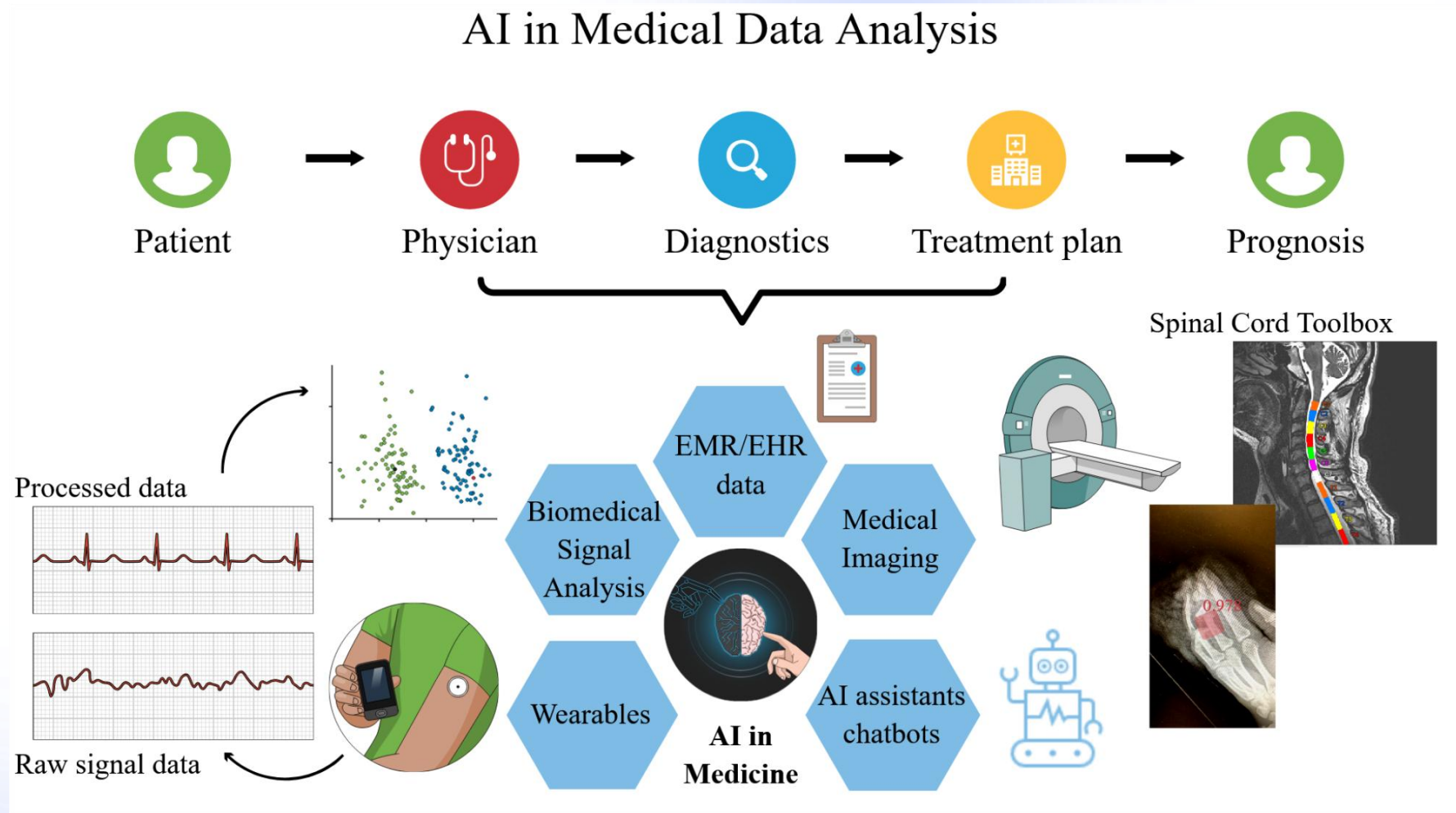


Osnova

- **Stručný úvod do umělé inteligence (AI)**
- **Výzvy**
- **Implementace AI a VR – příklady dobré klinické praxe v ČR**
- **Vzdělávání a AI gramotnost**



AI a analýza zdravotních dat





AI v medicíně v médiích

The Washington Post
Democracy Dies in Darkness



Opinion

Editorial Board

This year, be thankful for AI in medicine

The technology is making health care more accurate and less expensive.

November 27, 2024



AI ve zdravotnictví a výzkumu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

Log in

PubMed[®]

ai in healthcare

[Advanced](#) [Create alert](#) [Create RSS](#) [User Guide](#)

Sort by:

MY CUSTOM FILTERS

34,890 results Page of 3,489

RESULTS BY YEAR

| Year | Number of Results |
|------|-------------------|
| 1967 | ~10 |
| 2024 | 5,576 |

Ethical implications of AI and robotics in healthcare: A review.

1 Elendu C, Amaechi DC, Elendu TC, Jingwa KA, Okoye OK, John Okah M, Ladele JA, Farah AH, Alimi HA.
Cite Medicine (Baltimore). 2023 Dec 15;102(50):e36671. doi: 10.1097/MD.00000000000036671.
Share PMID: 38115340 **Free PMC article.** [Review.](#)

Integrating Artificial Intelligence (AI) and robotics in **healthcare** heralds a new era of medical innovation, promising enhanced diagnostics, streamlined processes, and improved patient **care**.
...This article navigates the complex ethical terrain surrounding ...



AI – zdravotnictví – Česko

Data o aktuálním stavu využívání AI nástrojů (zdroj: ČAUI data 2024)



~ 60 % českých nemocnic má zkušenosti s používáním AI nástrojů



45 % nemocnic používá alespoň jeden AI nástroj v klinické praxi



15 % respondentů uvedlo, že AI pro ně (zatím) neměla žádný zřetelný význam



Nejčastější specializace: radiologie, neurologie, kardiologie, patologie, dermatologie, atd.



Oslovená zdravotnická zařízení: univerzitní nemocnice, krajské nemocnice, městské nemocnice, ordinace praktických lékařů a specialistů



AI – zdravotnictví – Česko

Silné stránky:

- Dobrá **úroveň digitalizace** zdravotnické dokumentace
- Existující **infrastruktura pro sdílení zdravotnických dat** (eRecept, ...)
- Rostoucí počet **startupů** zaměřených na AI ve zdravotnictví
- **Výzkumná základna** v oblasti AI na českých univerzitách
- **Vysoká úroveň technického vzdělání a IT specialistů v České republice**
- **ČR se řadí mezi top 10 zemí v Evropě v přístupu k inovativním léčivům (EFPIA)**

Slabé stránky:

- **Fragmentace zdravotnických systémů a dostupnosti dat**
- Nedostatečná **standardizace** zdravotnických dat
- **Legislativní a jiné „bariéry“** pro využití AI ve zdravotnictví
- **Omezené finanční zdroje** pro implementaci AI řešení
- **Nízká úroveň digitální gramotnosti** u některých zdravotnických pracovníků a široké veřejnosti
- **Stárnoucí populace** – efektivita systému



Česká AI zdravotnická zařízení: Řešení certifikovaná podle MDR a implementace v nemocnicích

Příklady českých zdravotnických prostředků založených na AI certifikovaných podle MDR:

- **Aireen** (screening diabetické retinopatie)
- **Carebot** (CXR, kosti, MMG)
- **Kardi AI** (monitorování srdečního rytmu)
- **MAIA** (kolonoskopie)

Příklady úspěšných implementací:

- **Fakultní nemocnice Ostrava** – Carebot , Kardi AI, Pixyl (Francie), Brainomix Ltd. (Velká Británie)
- **Nemocnice Frýdek-Místek** – Carebot
- **AGEL Nemocnice Nový Jičín** – Aireen, Carebot, MAIA, Kardi AI



Výzvy I – implementace v nemocnici

Administrace VZ

- Časově nejnáročnější proces
- **Administrativa spojená s vyhlášením VZ je časově náročná od nastavení kritérií a podmínek pro produkt až po administraci zadávací dokumentace k VZ**

Běžné klíčové body jednání během revize smlouvy nemocniční správou, které mohou způsobit zpoždění:

- Porozumění nemocniční správě ohledně funkce/role zdravotnického prostředku poháněného AI pro podporu rozhodování – druhé stanovisko, přičemž odpovědnost za diagnózu zůstává na lékaři (*může být uvedeno ve smlouvě*)
- Smlouva o zpracování údajů – systém automatizuje zpracování dat a **údaje o pacientech může zpřístupnit pracovníkům poskytovatele systému**. Data (výhradně pseudonymizovaná) lze sdílet do cloudu pro externí revize mimo nemocnici.
 - např. definice subdodavatelů - Amazon Cloud
- Smlouva o kybernetické bezpečnosti – systém a jeho poskytovatel musí **splňovat přísné požadavky na kybernetickou bezpečnost**:
 - Definice požadovaných certifikací poskytovatele (např. ISO 27 001, Cyber Essentials/Plus apod.)
 - Úroveň zabezpečení systému (např. ochrana proti hrozbám, penetrační testování)



Výzvy II – zavádění systému

Zavádění systému

- **Obvykle rychlejší než uzavírání smluv**
- Vyžaduje **IT zdroje nemocnice, které nemusí být vždy dostupné v krátkém čase.**
- Nemocnice nemusí mít dostatek virtuálních zdrojů potřebných pro hosting systému na místě.
- Je potřeba **dodatečná smlouva** pro zajištění vzdáleného přístupu k administraci systému.

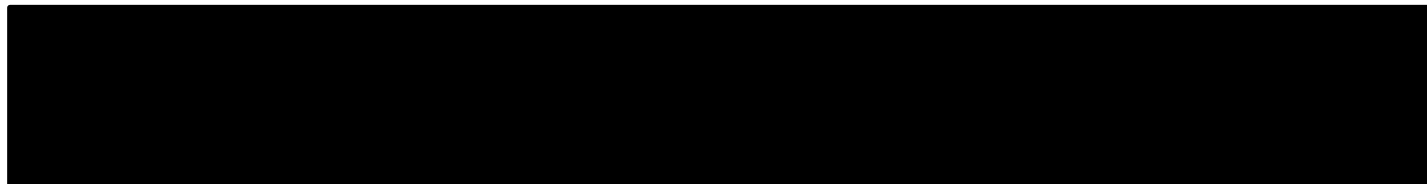
Hlavní technické výzvy, které se obvykle objevují během zavádění systému:

- **Definice pro hostitele systému** – poskytne nemocnice virtuální server (VM) nebo bude potřeba fyzický server?
 - Má poskytovaný VM **dostatečně alokované zdroje**? (např. rychlost zpracování může být ovlivněna)
 - Pokud VM není zajištěn, kdo poskytne fyzický server?
- **Integrace serveru do nemocniční sítě** – využití síťové mikrosegmentace pro zvýšení kybernetické bezpečnosti.
- **Propojení systému se stávajícími nemocničními systémy** - CT a/nebo MR modality a PACS jsou povinné



Výzvy III – vnitřní procesy nemocnice

SW AI [redacted] - aktuální stav



Doručená pošta

Hezké popoledni přeji. Ano, pro jisto posílám sumář historie.

2024

- 9.5. zaslán požadavek na nákup SW licence na IT [redacted]
- 14.5. Schůzka s [redacted] a zaslání cenové nabídky
- 18.6. [redacted]
- 23.6. [redacted] – pokyny pro podklady na VZ
- 31.8. dotaz doc. Volného na stav VZ – 2.9. odpověď I [redacted] že nemá od ÚNIT podklady
- 23.9. dotaz J [redacted] na stav VZ
- 7.10. dotaz I [redacted] na garanta
- 10.10. zaslání upřesnění specifikace (doc. Volný, [redacted] na IT
- 12.12. informace, že do konce roku 2024 budou kompletní podklady

2025

- 29.1. dotaz doc. Volného na stav VZ

Zdravím [redacted]





Příklady dobré klinické praxe – diagnostika cévní mozkové příhody



23 center pro léčbu cévní mozkové příhody používá AI systém pro klinické rozhodování a klinický výzkum v akademických projektech České národní sítě pro výzkum mrtvice (Stroczech)



Projekt běží od 08/2023: **19 638 zpracovaných akutních případů a 42 433 skenů!**



Komplexní centra pro léčbu mrtvice mají okamžitý přístup k výsledkům z primárních center prostřednictvím mobilní aplikace

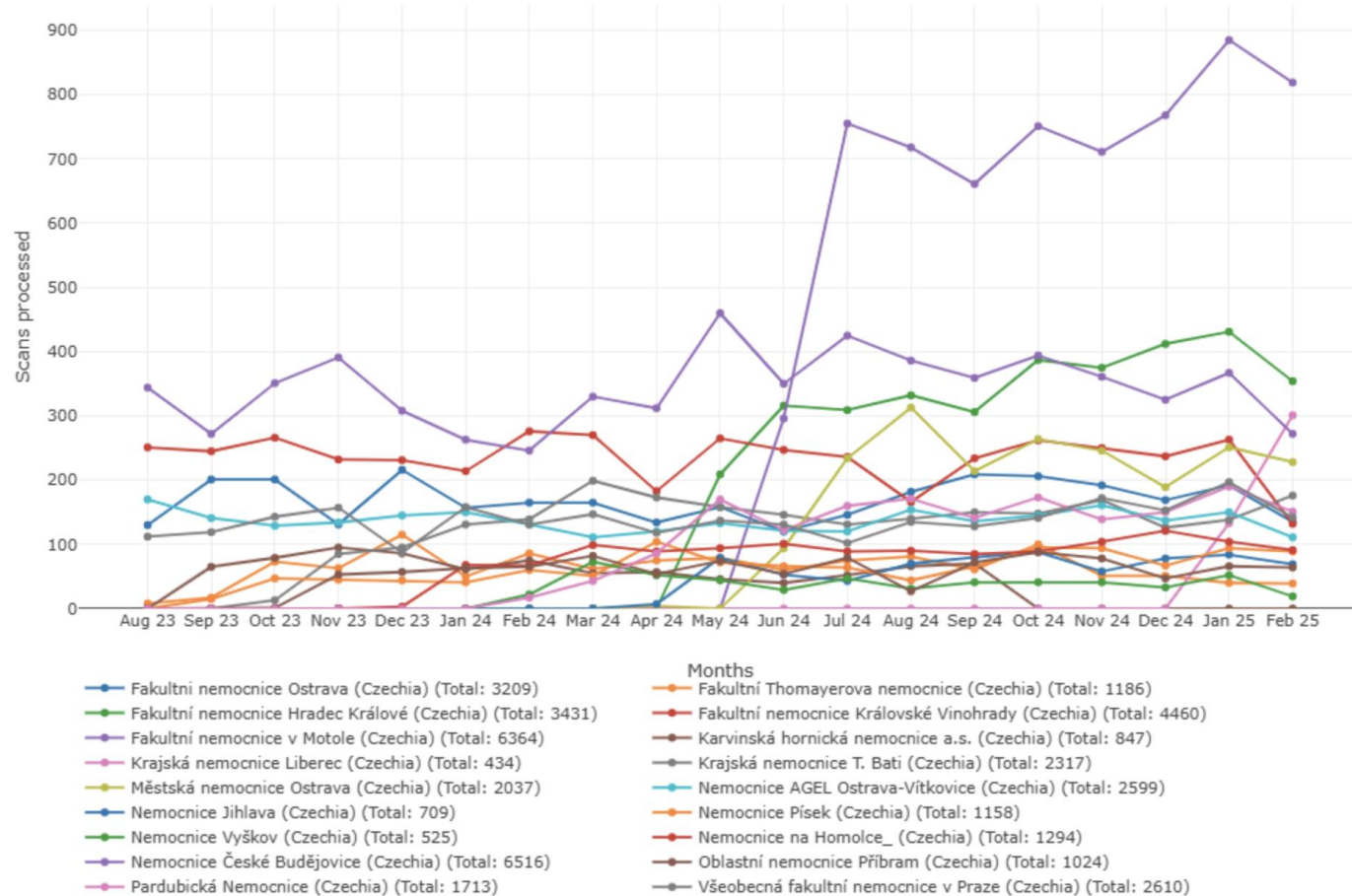


V mnoha centrech implementace AI nástrojů přispěla k aktivaci multimodálních zobrazovacích protokolů (CTP) a ovlivnila indikaci pacientů pro rekanalizační terapii



42 433 zprocesovaných skenů (CT, CTA, CTP, MRI)

Acute scans, Processed, Selected sites, By month, Include labels: STROCZECH, Modality: CT, CTA, CTP





CT mozku





AI nástroj – CMP

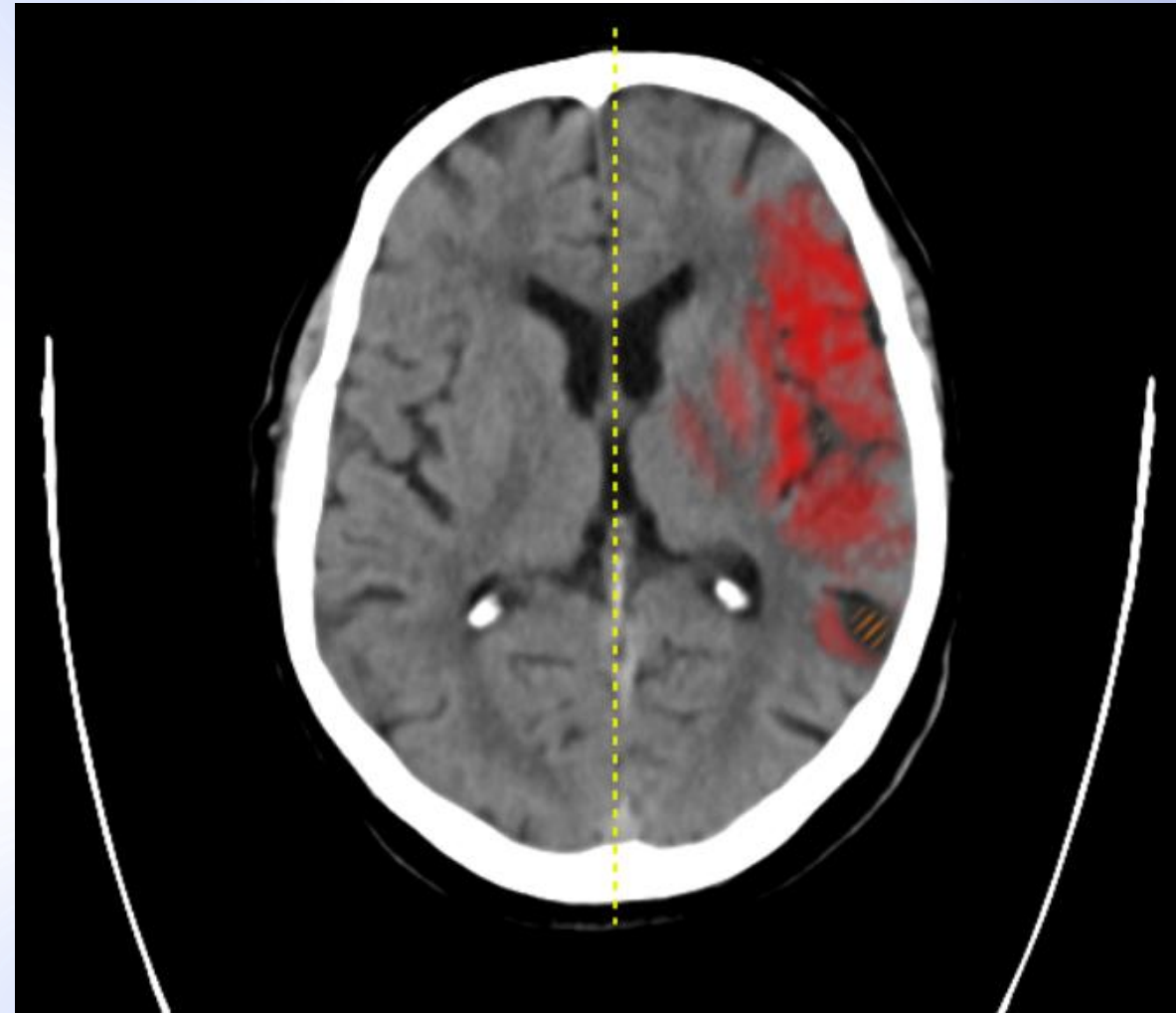
VOLUMES

■ 93 ml acute hypodensity (Right: 0 ml Left: 93 ml)

Show

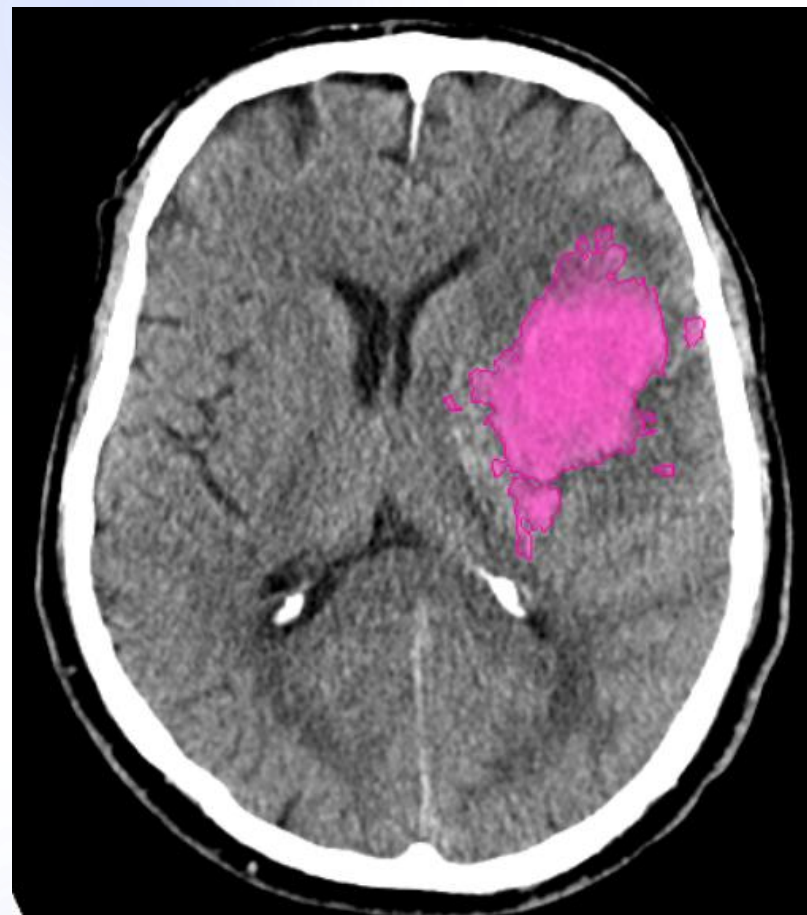
▨ 1 ml non-acute hypodensity (Right: <1 ml Left: 1 ml)

Show





Nástroj s AI pro intracerebrální krvácení



VOLUMES

■ 64 ml hyperdensity [Show](#)

Acute hypodensity results suppressed

Non-acute hypodensity results suppressed



Okamžitý přístup k výsledkům vyhodnocení a komunikaci



Okamžitý a pohodlný přístup k výsledkům odkudkoliv prostřednictvím **mobilní aplikace**



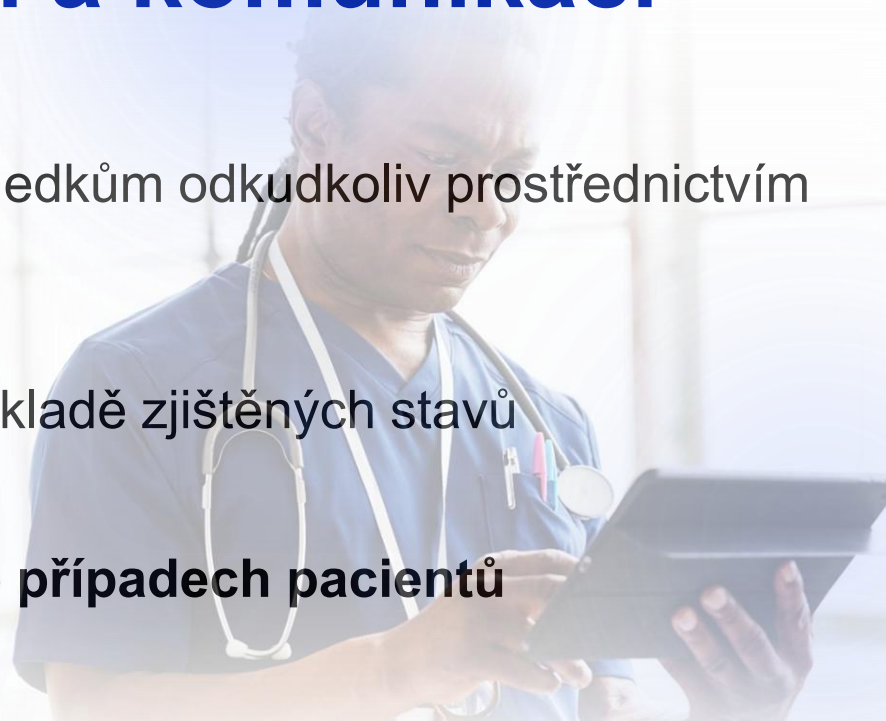
Automatizovaná oznámení na základě zjištěných stavů



Bezpečná textová komunikace o případech pacientů



Funkce „Označit k léčbě“ upozorňuje kolegy na případy potenciálně vhodné pro intervenční zákrok





Příklady dobré klinické praxe – rehabilitace ve VR

Rehabilitace ve virtuální realitě (VR) v subakutní fázi mrtvice

- probíhající akademická studie – zahájena v roce 2024
- společný projekt s českou start-up společností **VR Vitalis Pro** a jednou **českou pojišťovnou**







Příklady dobré klinické praxe – rehabilitace v RAGT



ORIGINAL PAPER

PŮVODNÍ PRÁCE

doi:10.4149/nrl.2021.01101

Studijní protokol – robotická terapie chůze pomocí přístroje Lokomat Pro FreeD u pacientů v subakutní fázi ischemické cévní mozkové příhody

Study protocol – robot-assisted gait therapy using Lokomat Pro FreeD in patients in the subacute phase of ischemic stroke

Recenzní rada potvrzuje, že nálepis práce odpovídá obsahu. Kritéria pro publikaci splněna do biomedicínských časopisů. The Editors Board declares that the manuscript meets the JAMA "uniform requirements" for journal articles.

I. Fiedorová^{1,2}, I. Chmelová¹, P. Hanzlíková¹, P. Eliáš¹, D. Šalounová¹, M. Bar¹, R. Ličeník^{1,3}, O. Volný^{1,4}

¹Klinika rehabilitace a neurofyziologie lékařské fakulty FN Ostrava
²Ústav epidemiologie a hygieny, LF OU, Ostrava
³Ústav radiodiagnostiky, FN Ostrava
⁴Katedra matematických metod v lékařské a stomatologické fakultě VŠB – Technická univerzita Ostrava
⁵Neurologická klinika LF OU a FN Ostrava
⁶České národní centrum evidence-based medicíny a Knowledge Translation, LF MU, Brno
⁷North West Anglia NHS Foundation Trust, Peterborough City Hospital, Department of neurology and Stroke, Peterborough, Velká Británie

klíčová slova
chůze – subakutní mozková ischemie – exoskelet – Lokomat – neurorehabilitace

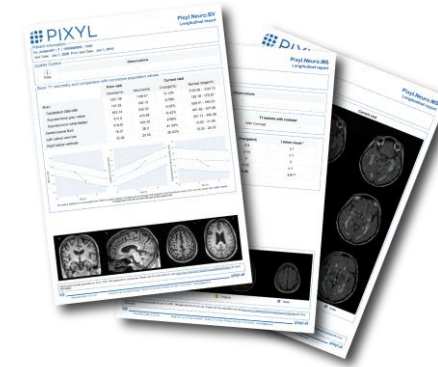
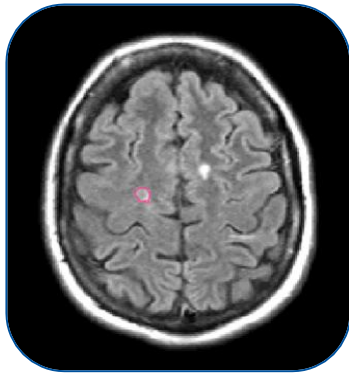
Key words
gait – subacute stroke – exoskeleton – Lokomat – neurorehabilitation

Souhrn

Cíl: Roboticky asistovaná trénink chůze představuje moderní koncept neurorehabilitace u pacientů po CMP. Cílem naší randomizované intervenční studie je zhodnotit přídavný efekt robotické rehabilitace chůze u pacientů v subakutní fázi ischemické CMP a porovnání s kohortou pacientů absolvujících standardní (protokolovou) ústavní rehabilitaci. Primárními sledovanými parametry je úroveň funkční kategorizace chůze. Sekundárními sledovanými parametry jsou časové parametry chůze (10metrový test chůze, 1 míst tip and tap), změny tělesného složení, modifikovaná Rankinova škála, index Barthelové, balíční škála Bergové a dotazník Subjektivní hodnocení únavy z pádi. Radiologická studie sleduje dynamiku vývoje mikrovaskulárních změn a změny mozkové tkáně pomocí MRI. Metody: Prospektivní randomizovaná otevřená monocentrická studie zahrnuje pacienty do 6 týdnů od první ischemické CMP. Konvenční rehabilitační fyzioterapie, ergoterapie a meliorační terapie jsou léčby obě skupiny po dobu 50 min 5x týdně, celkem 15x po dobu 3–4 týdnů (celkem 1 200 min). Intervenční skupina navíc absolvuje roboticky asistovaný trénink chůze pomocí přístroje Lokomat, 20–30 min 5x týdně, celkem 15x po dobu 3–4 týdnů (celkem 1 800 min). Sběr dat probíhá ve čtyřech časových obdobích: před zahájením intervence (T0), v polovině intervence (T1, 8. den), hodnocení po ukončení rehabilitace (T2, 15. den) a 3 měsíce po ukončení (T3).

Abstract

Aim: Robot-assisted gait training represents a modern concept of neurorehabilitation in stroke patients. Our randomized interventional study aims to assess the additive effect of robot-assisted gait rehabilitation in subacute ischemic stroke patients and to compare its effect with patients undergoing standard institutional protocol-defined rehabilitation. The primary endpoint is the functional ambulation category. The secondary endpoints include gait time parameters (10 Meter Walk Test, Timed Up and Go), changes in body composition, modified Barthel index, Berg balance scale, and a questionnaire Fatigue Scale. International Radiological subsudy evaluates the dynamics of brain structural changes and atrophy using MRI methods. This is a prospective randomized open monocentric study enrolling patients within 6 weeks from the onset of the first ischemic stroke. Both groups are treated with conventional rehabilitation (physiotherapy, occupational therapy and meliora therapy) for 50 min 5 times a week, a total of 15 times for 3 to 4 weeks (a total of 1,200 min). The Lokomat group undergoes robot-assisted gait training using the interventional exoskeleton for 20–30 minutes 5 times a week for a total of 15 times for 3 to 4 weeks (a total of 1,800 min). Data collection takes place over four time periods: pre-intervention (T0, mid-intervention (T1, day 8), post-rehabilitation assessment (T2, day 15), and 3 months post-intervention (T3).



Využití AI analýzy MRI obrazů u pacientů s roztroušenou sklerózou (Pixyl)

**K. Žondra Revendová, P. Hanzlíková, J. Havelka, P. Kušnierová, K. Švub,
O. Pelíšek, R. Bunganič, M. Pomaki, J. Bugaj, D. Vilímek, J. Horáková,
J. Veřmiřovská, Z. Zipsová, P. Hradílek, O. Volný**

Neurologická klinika, FN Ostrava, Ostrava

Katedra klinických neurověd, LF OU, Ostrava

Ústav radiodiagnostický, FN Ostrava a LF OU, Ostrava

Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství, VŠB-TUO, Ostrava



Metodika

Pixyl.Neuro.MS

- 3D FLAIR
- Léze dle ROI (počet a objem)
- Výskyt nových nebo zvětšujících se lézí dle ROI – koregistrace s předchozími skeny

PIXYL Pixyl.Neuro.MS
Longitudinal report

Patient Information
Name: Jane Doe | Sex: F | Born in: 1975 | ID: MS-18 Flair only
Visit Date: Jun 8, 2020, Prior Visit Date: Jan 1, 2019

Quality Control
Pass Observations -

THIS AUTOMATED REPORT DOES NOT REPLACE A MEDICAL EXPERTISE.
PLEASE REFER TO THE RADIOLOGIST REPORT.

Disease Activity

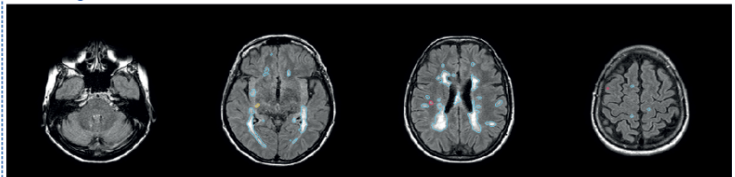
| T2 FLAIR lesions | | | T1 lesions with contrast | | |
|------------------|----|-----------|--------------------------|---------------|---|
| New | 11 | Enlarging | 1 | With Contrast | - |

Lesion Load

| | Volume(ml) | Change(ml) | Lesion count * |
|-----------------|------------|------------|----------------|
| Periventricular | 42.33 | 8.6 | ≥ 1 |
| Juxtacortical | 5.79 | -0.15 | ≥ 1 |
| Infratentorial | 0 | 0 | 0 |
| Deep WM | 0.15 | -0.02 | ≥ 1 |
| Whole Brain | 48.27 | 8.26 | ≥ 9 ** |

* The lesion count is based on the 2017 revision of the McDonald criteria.
** The Barkhof MRI criteria for MS diagnosis includes at least 9 lesions on T2-weighted images.

FLAIR Segmentation



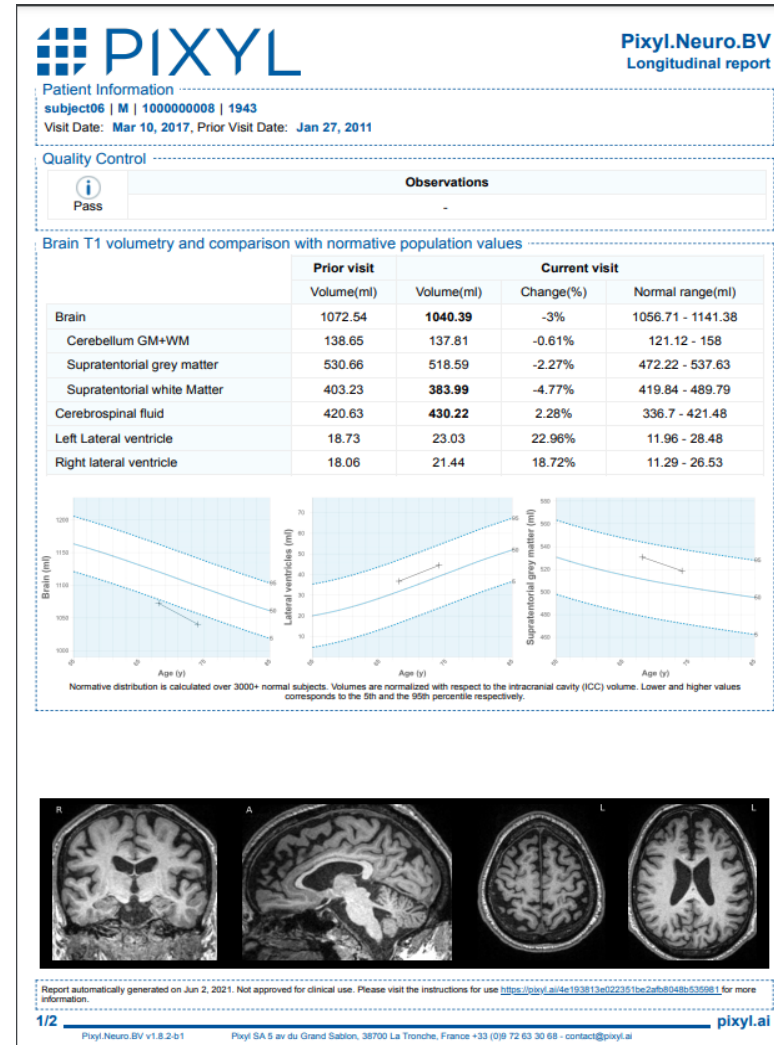
Report automatically generated on Oct 7, 2021. Not approved for clinical use. Please visit the instructions for use <https://pixyl.ai/070a966178b02e26c32a58cde9079d11> for more information.

1/9 Pixyl.Neuro.MS v1.6.3-b3 Pixyl SA 5 av du Grand Sablon, 38700 La Tronche, France +33 (0)9 72 83 30 68 - contact@pixyl.ai pixyl.ai

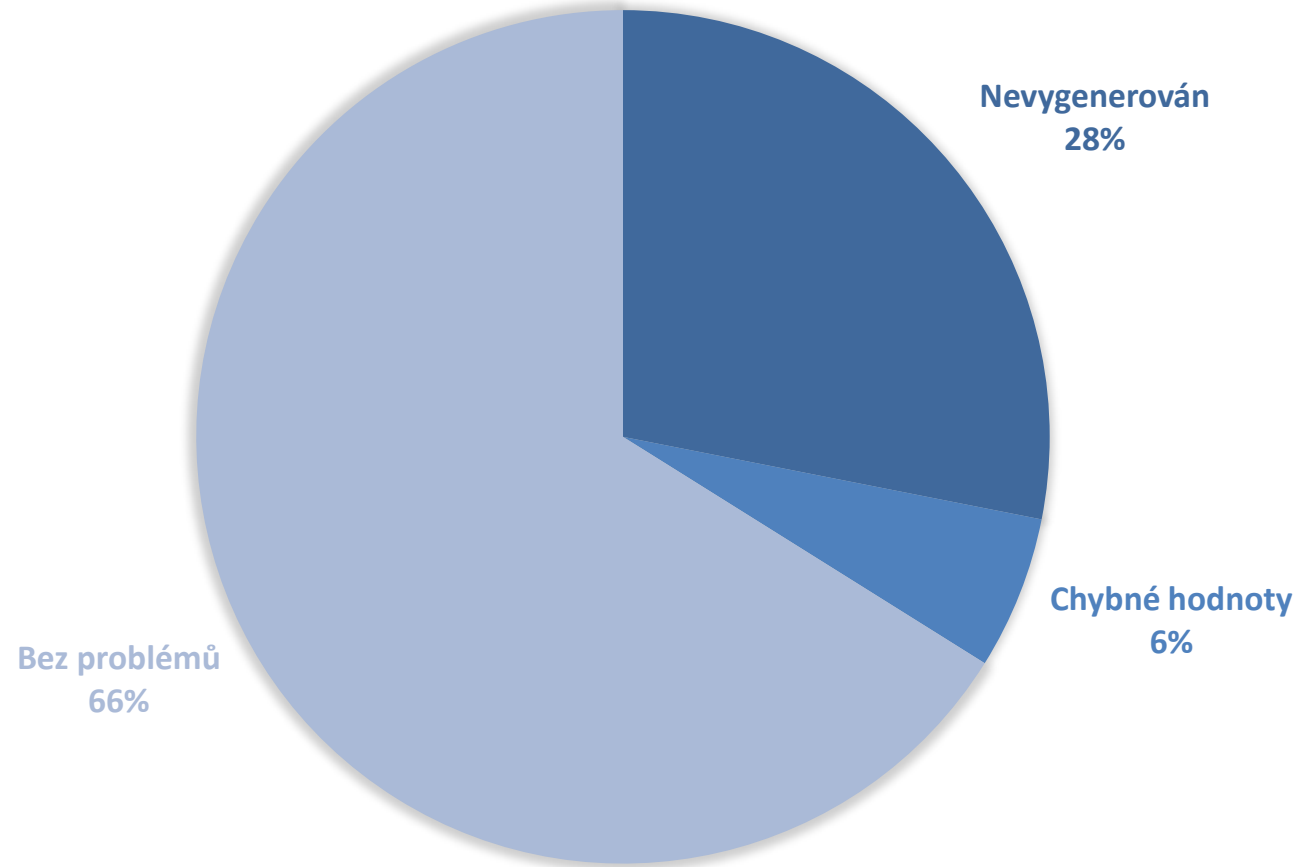
Metodika

Pixyl.Neuro.BV

- T1W snímky (MPRAGE)
- Zhodnocení objemu struktur (ml)
- Změna od předchozí návštěvy (%)



Reporty



Spearmanova korelace mezi objemy mozkových struktur, EDSS, SDMT a koncentrací sGFAP

| | EDSS (n = 121) | SDMT (n = 121) | sGFAP (n = 63) |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mozek | -0,06 | 0,12 | -0,19 |
| Supratentoriální GM | -0,07 | 0,14 | -0,16 |
| Supratentoriální WM | -0,01 | 0,08 | -0,20 |
| Mozeček | -0,15 | -0,01 | 0,02 |
| Levá postranní komora | 0,18 | -0,34* | 0,23 |
| Pravá postranní komora | 0,13 | -0,35* | 0,22 |
| Levý frontální kortex | -0,06 | 0,13 | -0,16 |
| Pravý frontální kortex | -0,06 | 0,11 | -0,11 |
| Levý temporální kortex | -0,05 | 0,09 | -0,09 |
| Levý hippocampus | -0,05 | 0,09 | 0,03 |
| Pravý temporální kortex | 0,02 | 0,04 | -0,08 |
| Pravý hippocampus | 0,01 | 0,07 | 0,01 |

* p<0,05



Význam AI pro budoucnost českého zdravotnictví



AI má potenciál snížit administrativní zátěž



Chytrá diagnostika - snížení diagnostických chyb až o 20 %



Integrace AI nástrojů do preventivních programů a screeningu již probíhá



Personalizovaná léčba – individuální léčebné plány



Efektivnější práce a řízení a monitorování léčby s podporou AI



Kam směřujeme v oblasti AI ve zdravotnictví?

- **"Boom" integrace AI do klinické praxe** – lépe informovaná rozhodnutí
- **Adaptivní systémy v reálném čase** – schopné upravovat své modely na základě aktuálních dat
- **AI v genomice a personalizované medicíně** – tvorba individuálních léčebných plánů pro specifická onemocnění; kombinace dat – genetika, prostředí, životní styl, ...
- **Integrace AI do nositelných technologií** - propojení s chytrými hodinkami, biosenzory a sběr i analýza dat v reálném čase
- **Zlepšení kvality a dostupnosti zdravotní péče** – ekonomické dopady atd.



Vzdělávání a gramotnost v oblasti AI

- **Diagnostičtí asistenti s AI na lékařských fakultách** – studenti se učí pracovat s diagnostickými systémy využívajícími AI
- **Školení v oblasti AI gramotnosti ve zdravotnictví** – akreditované kurzy pro lékaře a sestry zaměřené na praktické nástroje AI, zkreslení, ochranu dat a etiku
- **Integrace klinické informatiky** – začlenění strojového učení a zpracování lékařských dat do postgraduálních programů
- **Simulační školení s podporou AI** – procvičování klinických dovedností s personalizovanou zpětnou vazbou
- **Interdisciplinární výzkum v oblasti AI** – společné výzkumné projekty mezi lékařskými, IT a biomedicínskými fakultami zaměřené na vývoj a ověřování AI systémů



Mezinárodní AI konference

AdvanceMed
Moderní technologie ve zdravotnictví

SANOPHARM CZ, FN Ostrava a LF OU
si Vás dovoluji pozvat na odbornou konferenci

AdvanceMed2025

3. – 4. 4. 2025 Dolní Vítkovice, Ostrava advancemed.cz

Pořadatel:

SANOPHARM CZ v odborné spolupráci s Fakultní nemocnicí Ostrava a LF Ostravské univerzity

Hlavní oborové zaměření:

Neurologie | Radiologie | Kardiologie | Gastroenterologie | Management

Primární technologické zaměření:

AI (umělá inteligence) | VR (virtuální realita) | Robotika

Cílové skupiny:

Lékaři a ostatní specializovaný zdravotnický personál | Management zdravotnických zařízení
Zástupci technologických společností a start-upů

Česká společnost pro umělou inteligenci
a digitální inovativní technologie v medicíně
Česká lékařská společnost J. Evangelisty Purkyně

CSAIM



doc. MUDr. Ondřej Volný, Ph.D., FESO

Email: ondrej.volny@fno.cz

Předseda CSAIM ČLS JEP

Neurologická klinika FN Ostrava a LF OU