

# Využití digitálních biomarkerů při diagnóze a monitorování neurodegenerativních onemocnění a neurovývojových poruch

Jiri Mekyska



**BDALab**  
Brain Diseases Analysis Laboratory

**SCiCAKE**

partneři





**BDALab**

## Developing interpretable and trustworthy digital biomarkers



voice



handwriting



sleep



wearables



mHealth

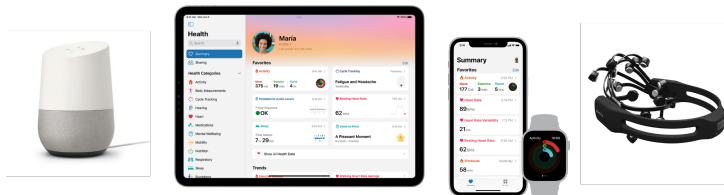


data science

- charakteristika (metrika) získaná pomocí digitální zdravotnické technologie, která je ukazatelem normálních biologických procesů, patogenních procesů, popř. reakcí na intervenci

## Příklady

- *dobrá trvání spánku a počet přerušení spánku* (měřeno pomocí aktigrafu) – podporují diagnózu poruch spánku
- *délka mezislovních pauz* (měřeno pomocí smartphonu) – podporuje diagnózu demence
- *délka kroku a variabilita délky kroku* (měřeno pomocí chytrých hodinek) – pomáhají predikovat pády





Co děláte ve svém volném čase?

## Studie

- predikce kognitivních deficitů v horizontu 2 let (ZK → MCI → D)
- kognitivní funkce hodnoceny pomocí Addenbrookského kognitivního testu

## Databáze

- 44 PN (14 žen, 30 mužů)

## Úlohy a biomarkery

- čtení, báseň, intonační vzory – 13 prozodických biomarkerů

## Výsledky

- pouze na základě počtu mezislovních pauz za minutu je možné u pacientů s PN predikovat kognitivní deficit se 73 % úspěšností
- při kombinaci s dotazníkem RBDSQ (REM sleep behavioral disorder screening questionnaire) se úspěšnost zvýšila na 80 %

Rektorova, I.; Mekyska, J.; Janousova, E.; et al. Speech prosody impairment predicts cognitive decline in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 2016, vol. 29, no. 1, p. 90-95. ISSN: 1353-8020.

## Regiony

- primární motorická oblast (10 Hz)
- pravý gyrus temporalis superior (1 Hz a 10 Hz)
- vertex (1 Hz a 10 Hz)

## Databáze

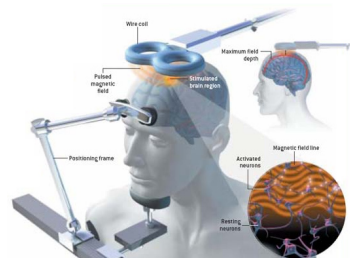
- pilotní studie: 16 PN (nahraných během MR)

## Úlohy a biomarkery

- 48 čtených vět – 4 biomarkery hodnotící intonaci, artikulaci a pauzování

## Výsledky

- 1 Hz rTMS pravého gyrus temporalis superior významně zlepšila artikulaci
- byl dokázán i dlouhodobý efekt



Brabenc, L., Klobusiakova, P., Barton, M., Mekyska, J., et al. (2019). Non-invasive stimulation of the auditory feedback area for improved articulation in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 61, 187–192.

Brabenc, L., Klobusiakova, P., Simko, P., Kostalova, M., Mekyska, J., & Rektorova, I. (2021). Non-invasive brain stimulation for speech in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Brain Stimulation*, 14(3), 571-578.

## Studie

- zjistit, jestli je možné pomocí digitálních řečových biomarkerů zachytit DLB v ranném stádiu

## Databáze

- 36 ZK, 61 preDLB

## Úlohy a biomarkery

- monolog, čtený text, prodloužená fonace, diadochokineze – 13 biomarkerů hodnotících fonaci, artikulaci a prozodii

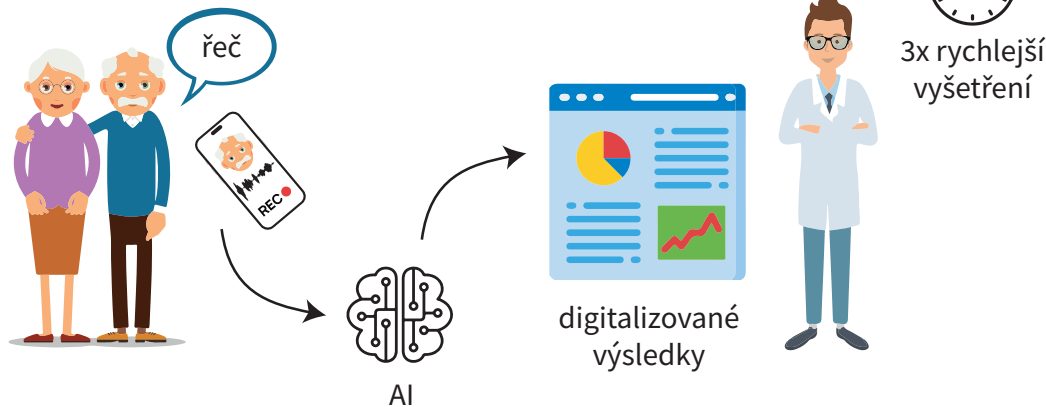


## Výsledky

- osoby s rizikem rozvoje DLB dělají delší mezislovní pauzy, hůře artikulují, mluví monotónně, neudrží dlouhou expiraci na jeden nádech, mají nižší počet vyslovených slabik za časový úsek
- automatizované hodnocení: senzitivita = 78 %, specificita = 63 %

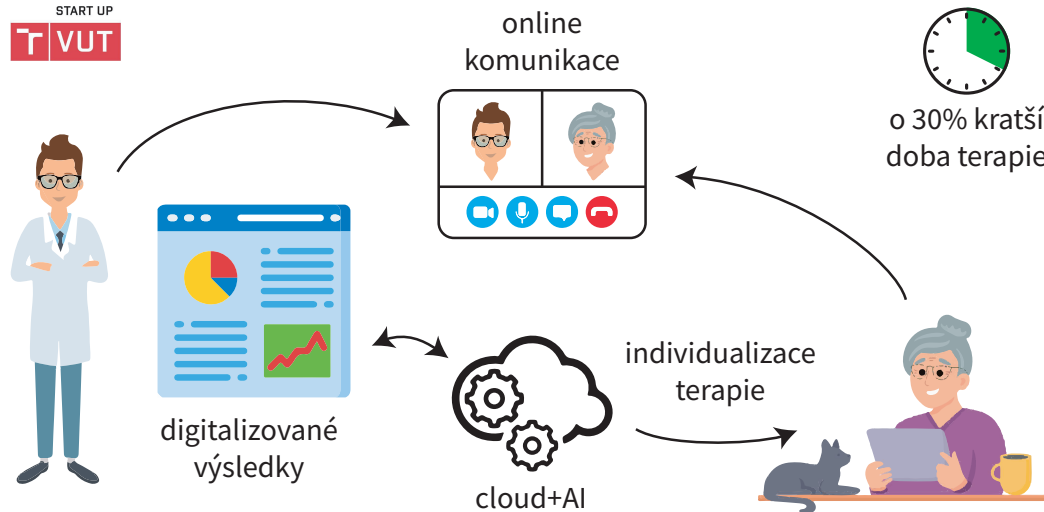


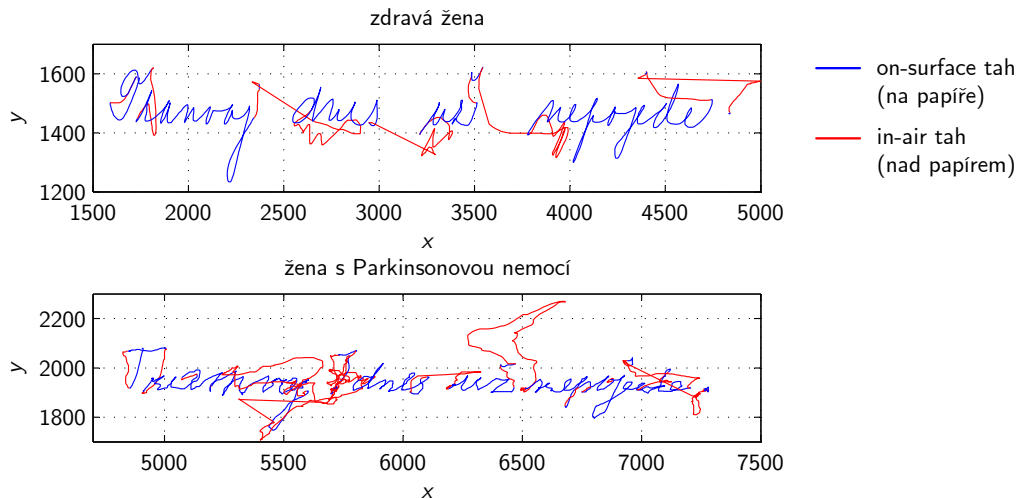




## SCICAKE

START UP





Drotár, P., Mekyska, J., et al. (2016). Evaluation of handwriting kinematics and pressure for differential diagnosis of Parkinson's disease. *Artificial intelligence in medicine*, 67, 39–46.

## Studie

- 38 ZK, 37 pacientů s PN; senzitivita = 89,47 %, specificita = 91,89 %
- největší diskriminační sílu má in-air pohyb

Drotár, P., Mekyska, J., et al. (2014). Decision support framework for Parkinson's disease based on novel handwriting markers. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 23(3), 508–516.

## Další možnosti využití

- prodromální (včasná) diagnóza onemocnění s Lewyho tělísky<sup>1</sup>
- hodnocení kognitivních deficitů<sup>2</sup>
- podpůrná diagnóza Alzheimerovy nemoci a dalších druhů demence, Huntingtonovy nemoci, deprese atd.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Galaz, Z., Mekyska, J., Mucha, J., et al. (2022, June). Prodromal Diagnosis of Lewy Body Diseases Based on the Assessment of Graphomotor and Handwriting Difficulties. In *International Graphonomics Conference* (pp. 255–268). Cham: Springer International Publishing.

<sup>2</sup>Brabenec, L., Klobusiakova, P., Mekyska, J., & Rektorova, I. (2022). Shannon entropy: A novel parameter for quantifying pentagon copying performance in non-demented Parkinson's disease patients. *Parkinsonism & Related Disorders*, 94, 45–48.

<sup>3</sup>Faundez-Zanuy, M., Mekyska, J., & Impedovo, D. (2021). Online handwriting, signature and touch dynamics: tasks and potential applications in the field of security and health. *Cognitive Computation*, 13, 1406–1421.

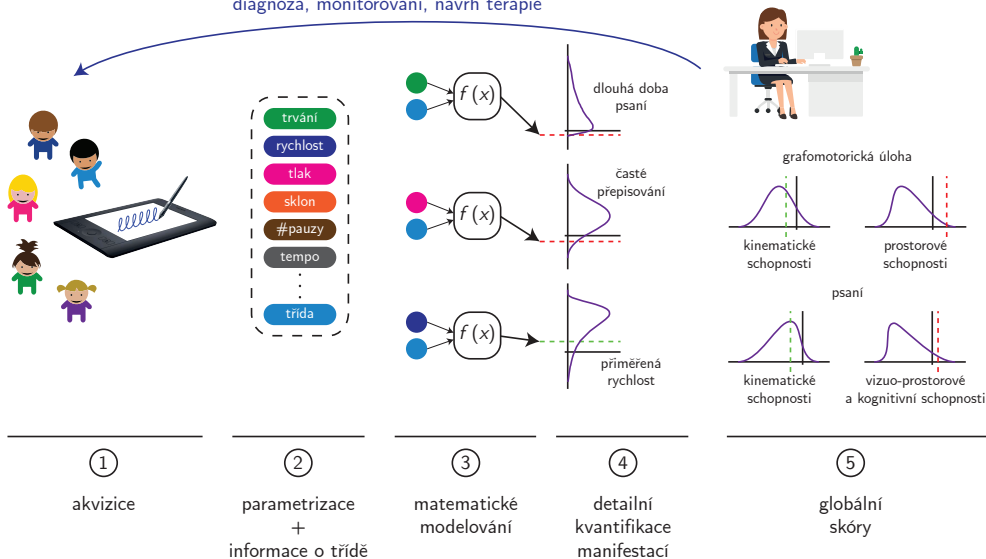
Prvky levého jarma.  
Horní část již křivá.  
Láďa a hlava saneky.

- shoda mezi hodnotiteli je cca 64 %
- produkt vs. proces
- 2 dysgrafické děti mohou mít různé manifestace (nelze diagnostikovat binárně)

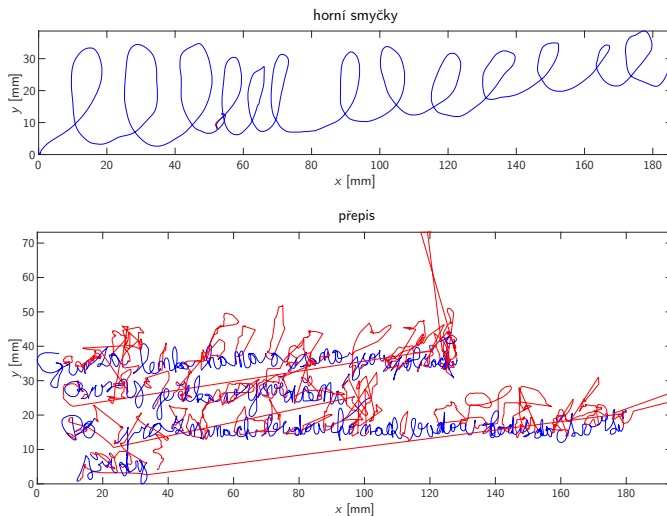
Mekyska, J., Galaz, Z., Safarova, K., et al. (2023). Assessment of Developmental Dysgraphia Utilising a Display Tablet. In *International Graphonomics Conference* (pp. 21–35). Cham: Springer Nature Switzerland.

Galáž, Z., Mucha, J., Zvončák, V., Mekyska, J., et al. (2020). Advanced parametrization of graphomotor difficulties in school-aged children. *IEEE Access*, 8, 112883–112897.

diagnóza, monitorování, návrh terapie



- chlapec, 3. třída: neschopnost udržet smyčky v rovině, malé rozdíly ve výšce písmen, neschopnost provádět delší tahy, časté přepisování







**SCICAKE**

[mekyska@vut.cz](mailto:mekyska@vut.cz)

[bdalab.utko.feec.vutbr.cz](http://bdalab.utko.feec.vutbr.cz)

[scicake.com](http://scicake.com)