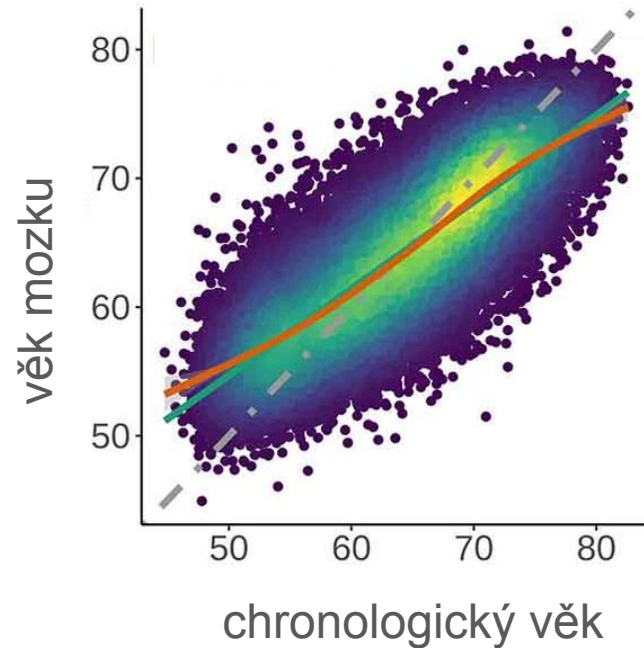


# JAK STARÝ JE VÁŠ MOZEK?



[oklempir@dnanexus.com](mailto:oklempir@dnanexus.com)

[klempond@fbmi.cvut.cz](mailto:klempond@fbmi.cvut.cz)



## Ondřej Klempír

DNAexus

Ph.D. Biomedicínská a klinická technika

*Analýza řeči  
Neurozobrazování  
Přesah do genomiky*

*Pharma, IBM, DNAexus*

## Klempir, Ondrej

 [Czech Technical University in Prague, Prague, Czech Republic](#)

 57195508277 

 <https://orcid.org/0000-0003-0773-5360>

224

Citations by **210 documents**

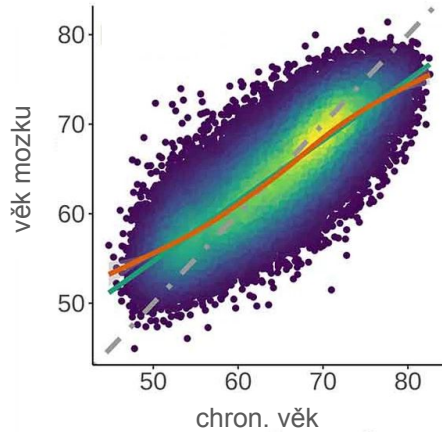
20

Documents

7

*h-index* [View h-graph](#)

[View all metrics >](#)



- ❑ *Jsme tak staří, jak se cítíme...?*
- ❑ Role “AI”
- ❑ *Brain-age* delta - odchýlení
- ❑ Zobrazovací techniky a algoritmy
- ❑ Biobanka
- ❑ Klasické metody regrese vs. učení
- ❑ Natrénujeme vlastní model

# Studie o stárnutí a hodnocení progresu onemocnění

## Stárnutí (ageing)

- ❑ Věk je hlavní faktor pro mnohá neurologická onemocnění
- ❑ brain-age delta vystupuje jako (bio)marker
- ❑ Starší mozek (než by měl být) může předurčovat horší průběh
- ❑ Rozdíly v pohlaví

[Cumplido-Mayoral et al., 2023](#)



## Parkinsonova nemoc

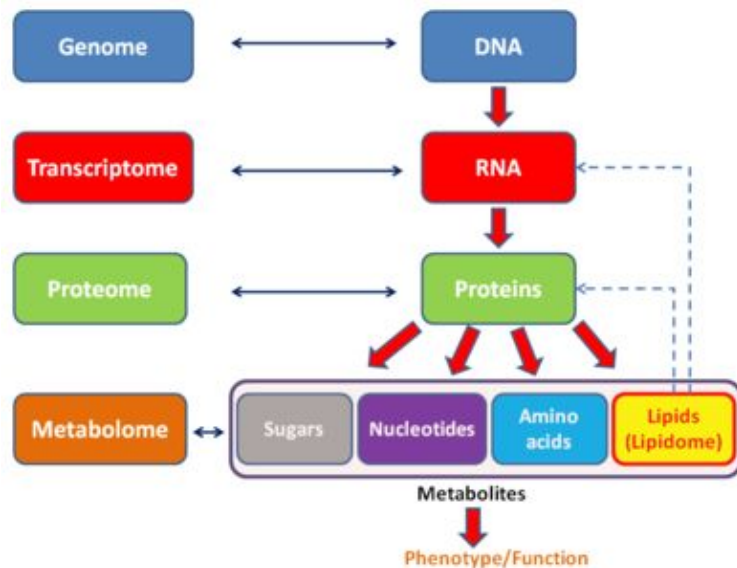
- ❑ Příznaky
  - ❑ Zamrznání
  - ❑ Poruchy řeči
  - ❑ Stuhlost
- ❑ Příklad studie
  - ❑ 2 kohorty (de-novo a chroničtí)
  - ❑ Významně vyšší věk mozku vs. chronologický
  - ❑ cca. 3 roky rozdíl
  - ❑ Korelace s trváním nemoci, a rovněž i s kognitivní i motorickou zátěží

[Eickhoff et al., 2021](#)

# Na základě čeho lze stanovit věk mozku?

- ❑ **Struktura (magnetická rezonance)**
  - ❑ **Naskenovat mozek**
- ❑ **Funkce (funkční magnetická rezonance)**
- ❑ **Řeč**
  - ❑ **Řečové promluvy**
- ❑ **“Novinka”**: Proteomika
  - ❑ Kompozice proteomu krve a CSF\*
  - ❑ Animální modely
  - ❑ Identifikace proteinů asociovaných s neurodegenerací

\*CSF = mozkomíšní mok



# Data z UK Biobank

- ❑ Celkově 0.5M+ subjektů
- ❑ Mozek, kardio, OCT ...
- ❑ Mozková data opravdu rozsáhlá
  - ❑ 50K+ dosud
- ❑ Projekce výsledků z menších laboratoří
  - ❑ Struktura biobanky se musí zohlednit



Peter,  
UK Biobank's  
**50,000th**  
imaged participant,  
explains why he took  
part in the world's  
**largest study**  
of it's kind








0:01 / 1:22

biobank

A note from UK Biobank's 50,000th scanned participant

YouTube

## Browse by Primary Category of Origin

[-]  Imaging	
[-]  Abdominal MRI	
Kidney MRI	
Liver MRI	
Pancreas MRI	
Abdominal composition	
Abdominal organ composition	
[-]  Brain MRI	
Scout images and configuration for brain MRI	
+  T1 structural brain MRI	
T2-weighted brain MRI	
Arterial spin labelling brain MRI	
Task functional brain MRI	
+  Diffusion brain MRI	
Resting functional brain MRI	
Susceptibility weighted brain MRI	
+  Heart MRI	
+  DXA assessment	

Field ID	Description
20227	Functional brain images - resting - NIFTI
20249	Functional brain images - task - NIFTI
20250	Multiband diffusion brain images - NIFTI
20251	Susceptibility weighted brain images - NIFTI
20252	T1 structural brain images - NIFTI
20253	T2 FLAIR structural brain images - NIFTI

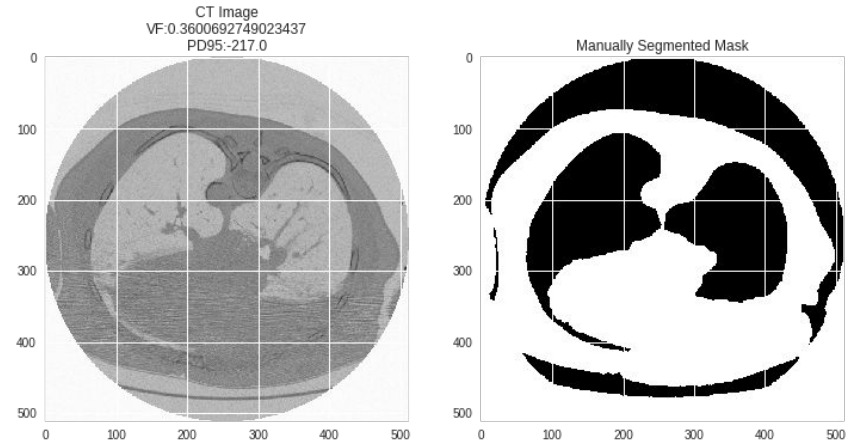
4
2
1451
6
1
28
682
14
18
40
145

### Dostupné formáty

- DICOM
- NIFTI

# Pár slov o formátu DICOM

- ❑ Digital Imaging and Communications in Medicine
  - ❑ Produkováno zobrazovacími systémy
  - ❑ Data a metadata
  - ❑ Vysoké rozlišení
  - ❑ pydicom - zpracování DICOM
- 
- ❑ 1D signály
  - ❑ X-ray skeny
  - ❑ CT
  - ❑ MRI (T1 vs. T2 vs. FLAIR)



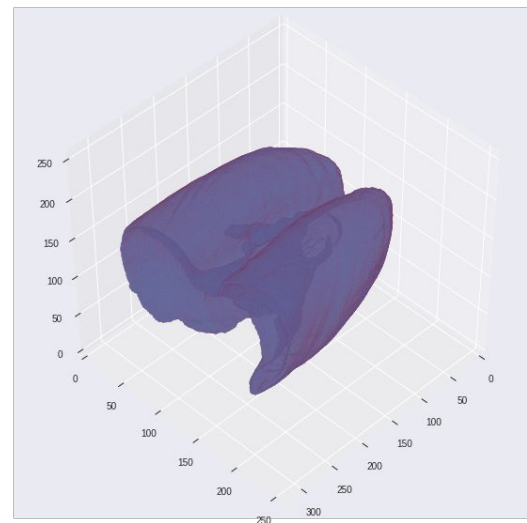
jeden soubor per řez (2D matice)



# Pár slov o formátu NIFTI - voxely

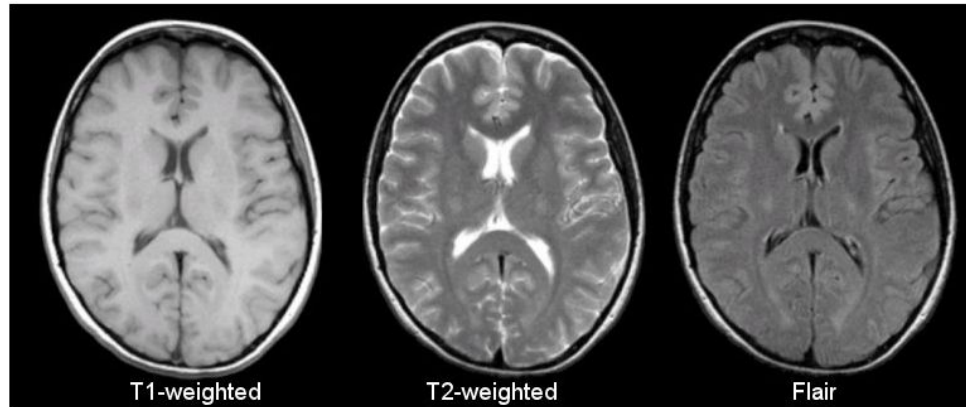
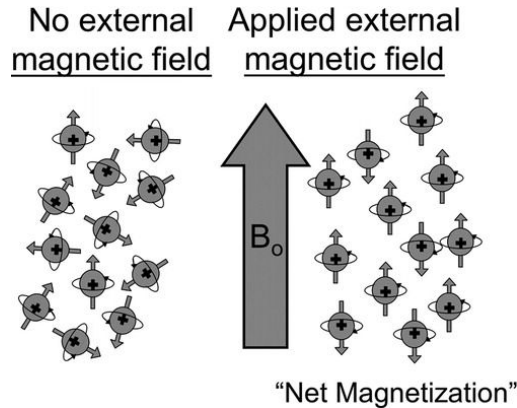
- ❑ Neuroimaging Informatics Technology Initiative
- ❑ NIFTI je 3D struktura (tensor)
- ❑ Typicky jeden soubor obsahuje 3D informaci
- ❑ Kompaktní
- ❑ Preferováno některými nástroji pro učení
- ❑ nibabel - zpracování NIFTI

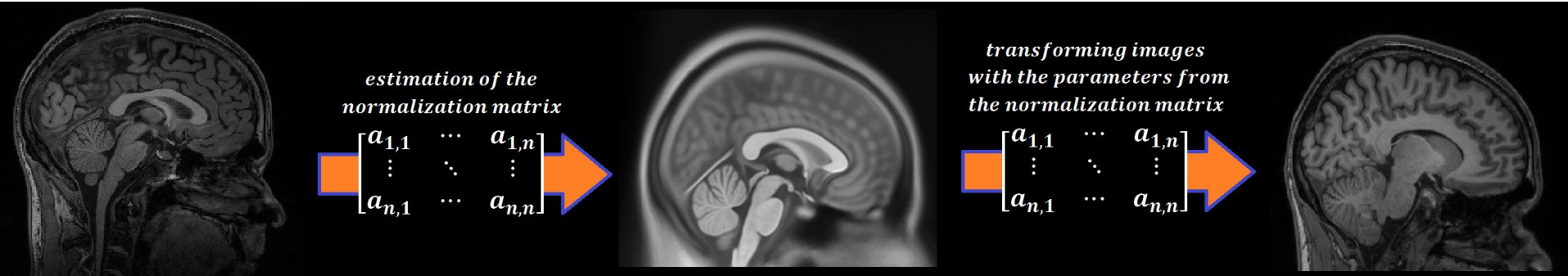
Příklad: MRI volumetrická data  
Dimenze: (šířka, výška, index řezu)  
Shape: (512, 512, 100)



# Zobrazení magnetickou rezonancí

- ❑ Zobrazení řezů skrze objekt - tomografie
- ❑ Výkonné magnety orientují jádra vodíku
- ❑ Kontrast a jas jsou určeny fyzikálními vlastnostmi tkáně
- ❑ T1 vs. T2 vs. FLAIR





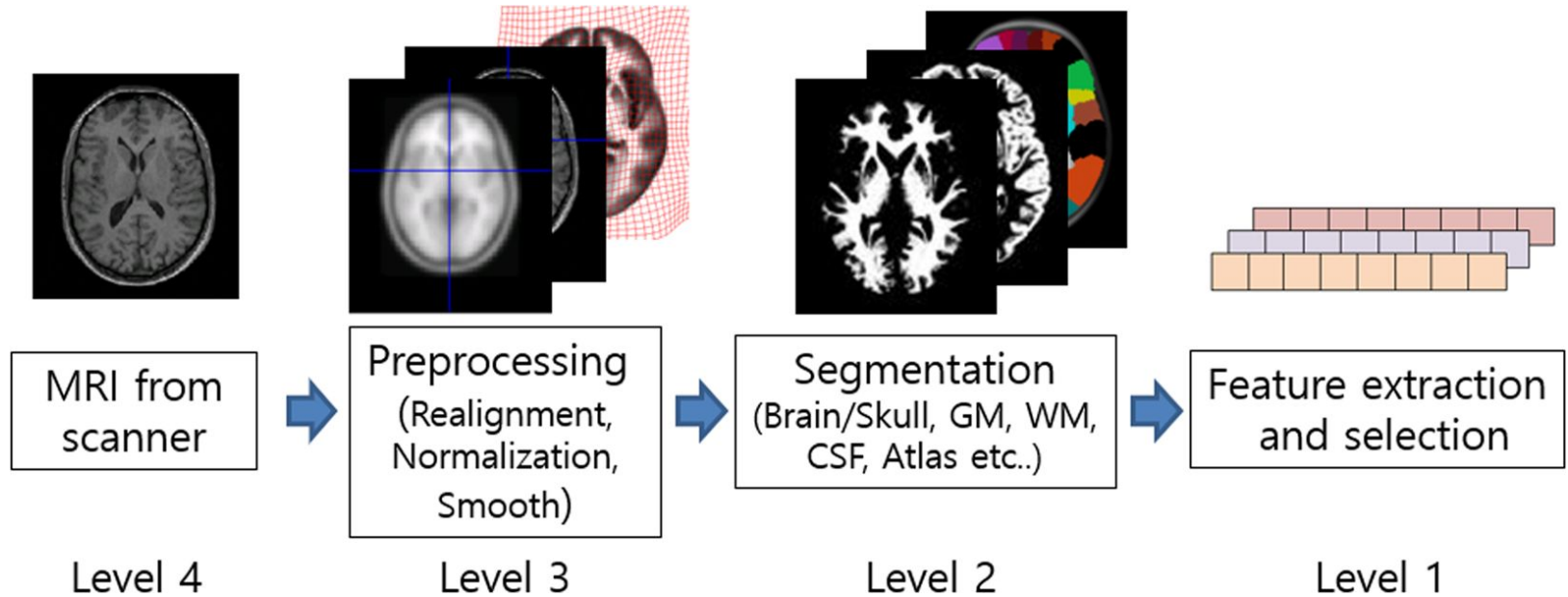
## Zodpovězení otázek typu:

Co jsme naměřili?

Jak zjistíte co vaše geniální metoda dělá na reálném vzorku?

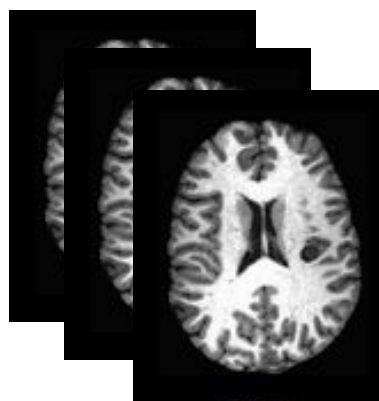
☐ Kontrola vizualizací

**Pro klinické použití:** manuální klasifikace / anotace kategorií / kvalita



[Oh et al., 2019](#)

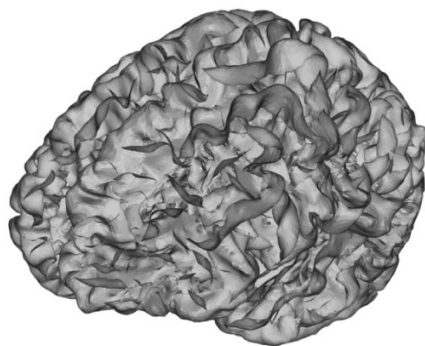
# Co se děje v UKB - schematicky



DICOM



konverze



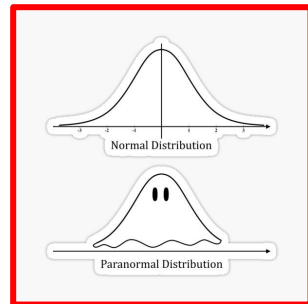
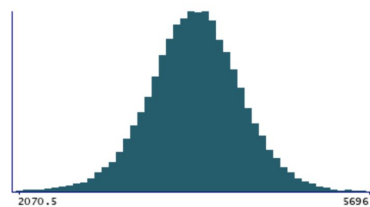
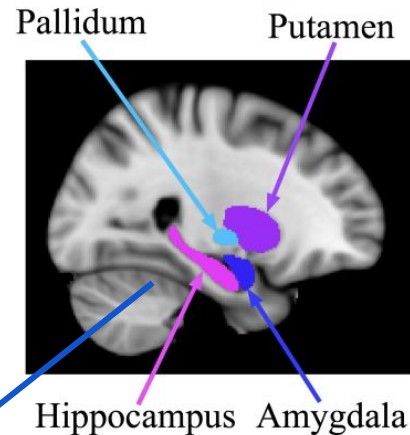
NIFTI



segmentace, registrace, *IDPs*

# Parametry odvozené z obrazu

- ❑ Image Derived Phenotype (IDP)
- ❑ Je to číslo ...
  - ❑ Skalární hodnoty odvozené z obrazu
  - ❑ Např. objemy jednotlivých oblastí ze strukturní MRI
- ❑ Vstup pro učící se systémy a analytiku
- ❑ Software vs. expertní přístup



## Data-Field 25020

Description: Volume of hippocampus (right)

Category: [Subcortical volumes \(FIRST\)](#)  [T1 structural brain MRI](#)  [Brain MRI](#)  [Imaging](#)  [Assessment centre](#)



[Nature](#). 2022; 604(7907): 697–707.

PMCID: PMC9046077

Published online 2022 Mar 7. doi: [10.1038/s41586-022-04569-5](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04569-5)

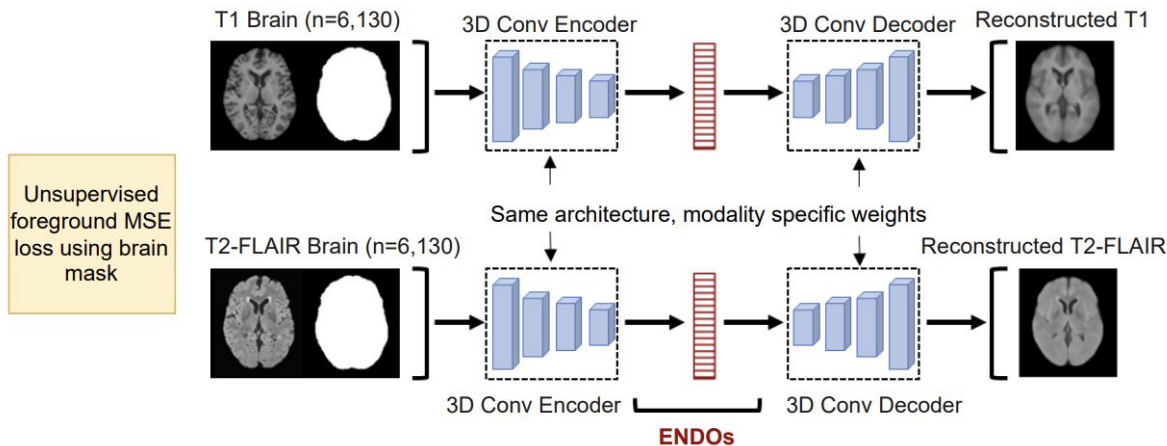
PMID: [35255491](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35255491/)

## SARS-CoV-2 is associated with changes in brain structure in UK Biobank

[Gwenaëlle Douaud](#),<sup>✉1</sup> [Soojin Lee](#),<sup>1</sup> [Fidel Alfaró-Almagro](#),<sup>1</sup> [Christoph Arthofer](#),<sup>1</sup> [Chaoyue Wang](#),<sup>1</sup> [Paul McCarthy](#),<sup>1</sup> [Frederik Lange](#),<sup>1</sup> [Jesper L. R. Andersson](#),<sup>1</sup> [Ludovica Griffanti](#),<sup>1,2</sup> [Eugene Duff](#),<sup>1,3</sup> [Saad Jbabdi](#),<sup>1</sup> [Bernd Taschler](#),<sup>1</sup> [Peter Keating](#),<sup>4</sup> [Anderson M. Winkler](#),<sup>5</sup> [Rory Collins](#),<sup>6</sup> [Paul M. Matthews](#),<sup>7</sup> [Naomi Allen](#),<sup>6</sup> [Karla L. Miller](#),<sup>1</sup> [Thomas E. Nichols](#),<sup>8</sup> and [Stephen M. Smith](#)<sup>1</sup>

# První pokusy o stanovení parametrů strojovým učením

- ❑ Nesupervizované hluboké učení (učí se reprezentace)
- ❑ 3D konvoluční autoenkodér
- ❑ 128-dimenzionální reprezentace
  - ❑ “endophenotypy” (ENDOs)

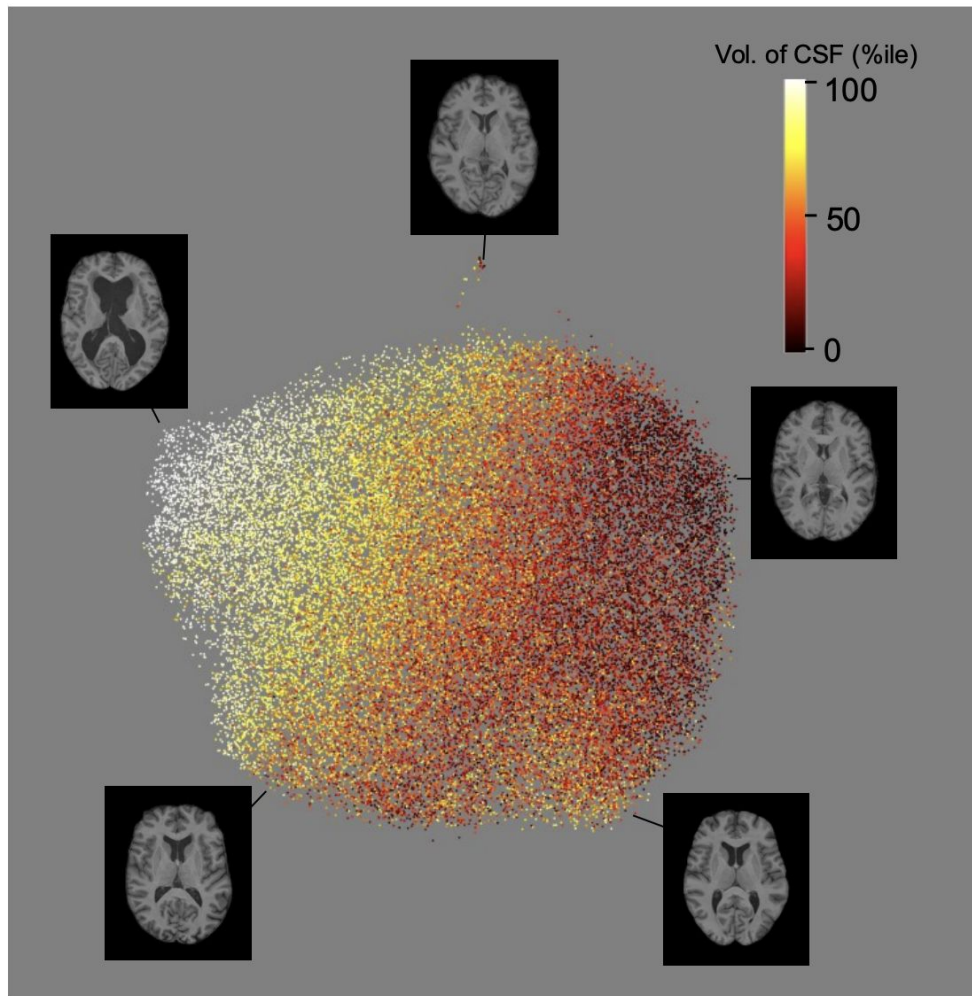


[Patel et al., 2022](#)



# UMAP: redukce dimenze

[Patel et al., 2022](#)



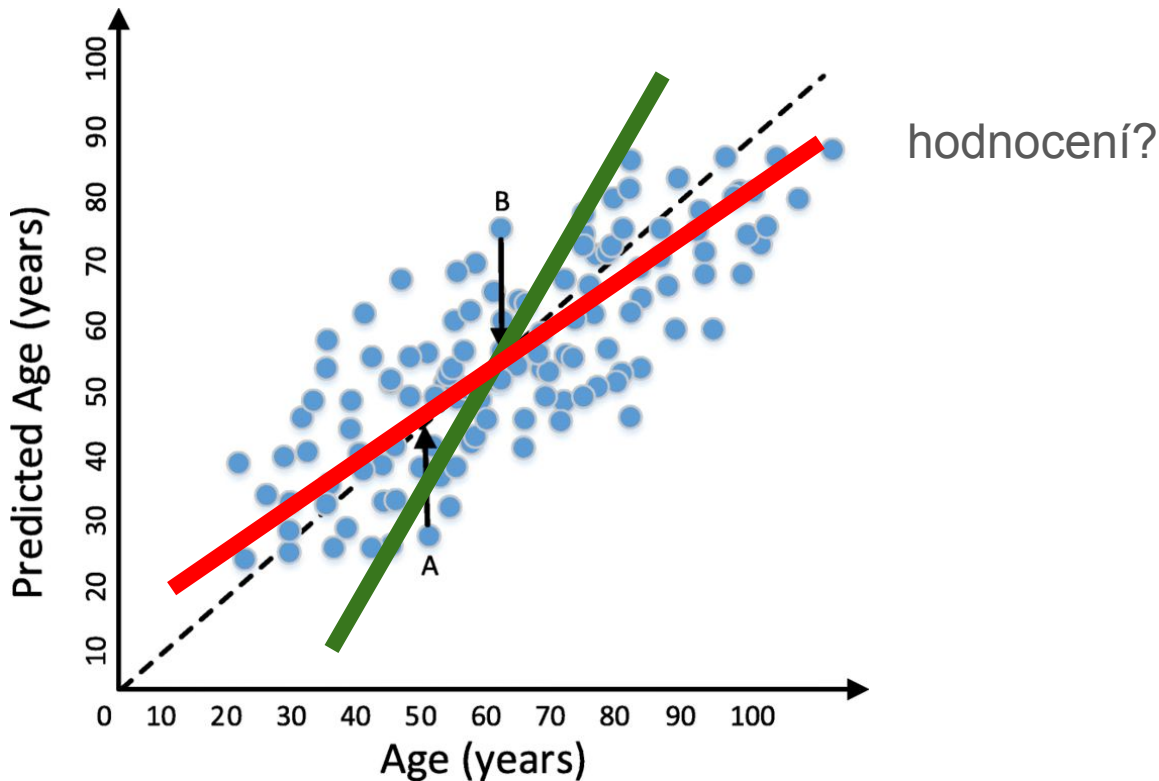
Máme parametry z obrazu, co dál?



# Regrese

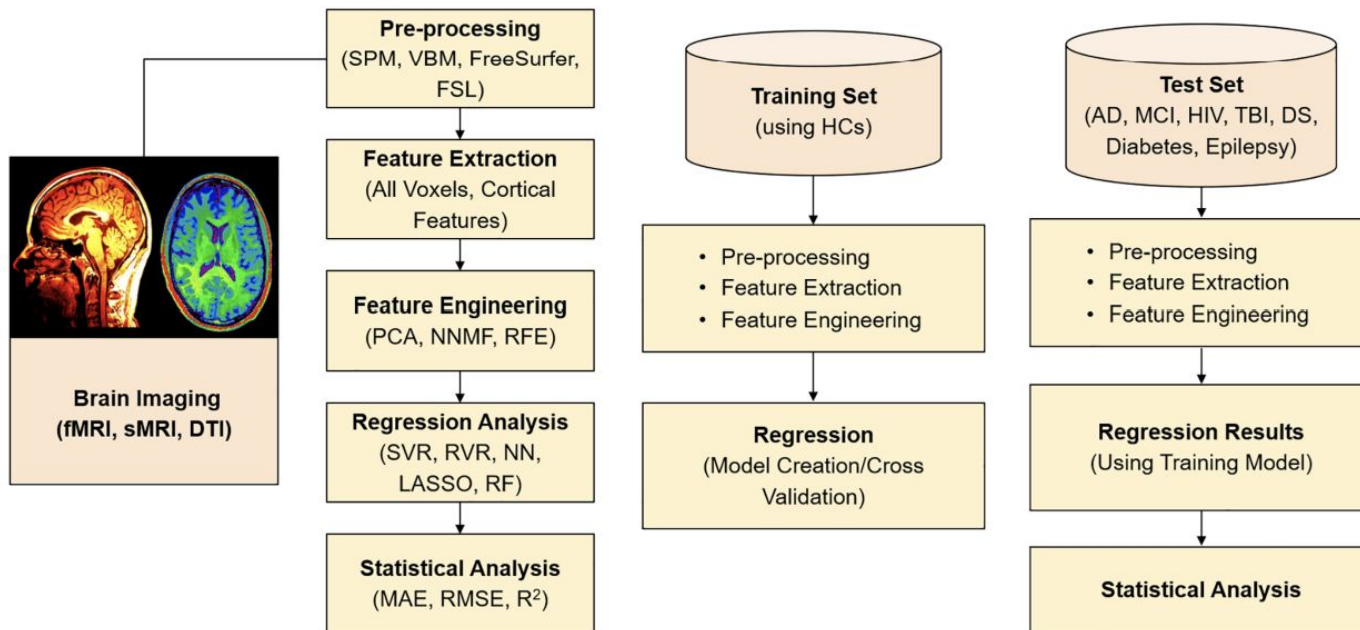
x: IDPs

y: věk



Lineární metody, např. lin. regrese, mohou dosahovat horších výsledků

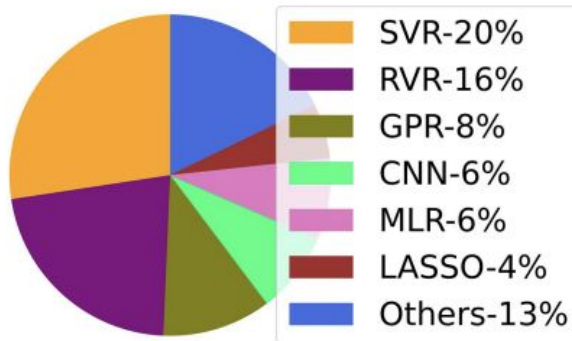
# Metody pro “brain-age” delta modelování



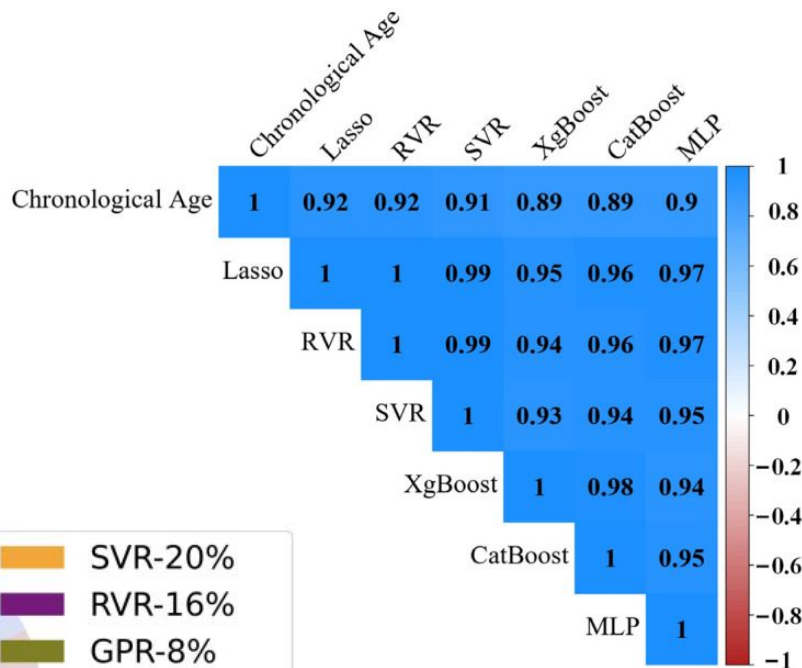
[Mishra et al., 2021](#)

# Algoritmy strojového učení

- ❑ Lasso (regularizace)
- ❑ RVR - bayes
- ❑ SVR - podpůrné vektory
- ❑ XgBoost
- ❑ CatBoost
- ❑ Neuron. síť

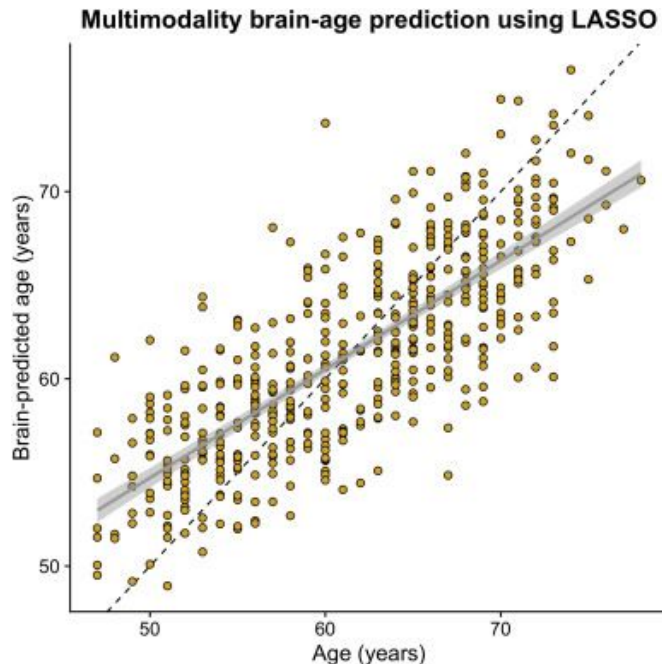
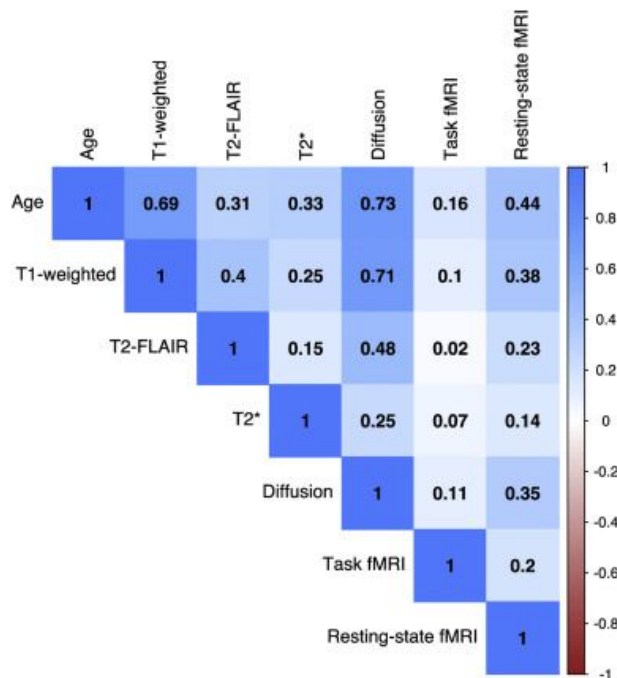


[Mishra et al., 2021](#)



[Xiong et al., 2023](#)

# Jak přispívají jednotlivé modality a příklad modelu



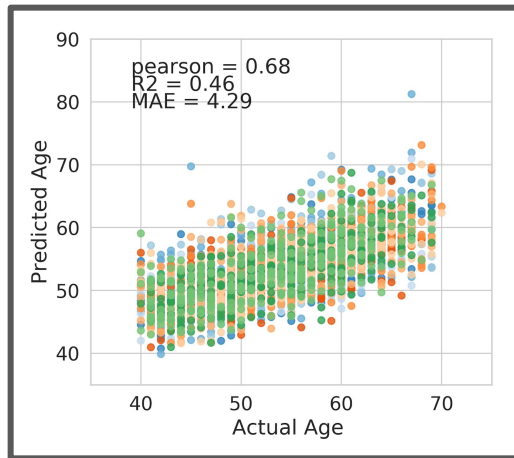
+ leave-one-modality-out scénář

[Cole, 2020](#)

# Infrastructure Challenges: Machine Learning in the Cloud as a Future Oriented Solution Using UK Biobank

<https://medium.com/dnanexus/infrastructure-challenges-machine-learning-in-the-cloud-as-a-future-oriented-solution-using-uk-6e10bedb995a>

```
Total volume of white matter hyperintensities (from T1 and T2_FLAIR images) | Instance 3    0.38
Total volume of white matter hyperintensities (from T1 and T2_FLAIR images) | Instance 2    0.35
Volume of white matter | Instance 2                                                       -0.14
Volume of white matter | Instance 3                                                       -0.16
Volume of hippocampus (left) | Instance 2                                                  -0.23
Volume of hippocampus (right) | Instance 2                                                 -0.24
Volume of brain, grey+white matter | Instance 2                                           -0.26
Volume of brain, grey+white matter | Instance 3                                           -0.27
Volume of white matter (normalised for head size) | Instance 2                           -0.29
Volume of hippocampus (left) | Instance 3                                                  -0.29
Volume of hippocampus (right) | Instance 3                                                 -0.29
Volume of Hippocampus (left hemisphere) | Instance 2                                     -0.32
Volume of Hippocampus (right hemisphere) | Instance 2                                    -0.32
Volume of white matter (normalised for head size) | Instance 3                            -0.34
Volume of Hippocampus (left hemisphere) | Instance 3                                     -0.36
Volume of Hippocampus (right hemisphere) | Instance 3                                    -0.37
Volume of brain, grey+white matter (normalised for head size) | Instance 2                -0.54
Volume of brain, grey+white matter (normalised for head size) | Instance 3                -0.57
dtype: float64
```



# praktická část - příklad

[https://github.com/dnanexus/UKB\\_RAP/tree/main/brain-age-model-blog-seminar](https://github.com/dnanexus/UKB_RAP/tree/main/brain-age-model-blog-seminar)



DĚKUJI MOC, ŽE JSTE PŘIŠLI!



**DNAnexus**<sup>®</sup>



Materiály pro tuto přednášku vznikly v rámci UK Biobank Application **46926**.  
Děkujeme všem účastníkům UK Biobank za poskytnutí dat!