Umělá inteligence jako efektivní nástroj pro zefektivnění post-COVID léčby

Radim Burget, Anzhelika Mezina, Vojtech Myška

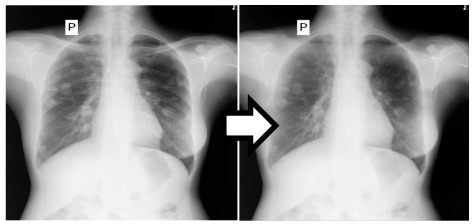
Samuel Genzor, Jan Mizera, Michal Štýbnar

Obsah prezentace

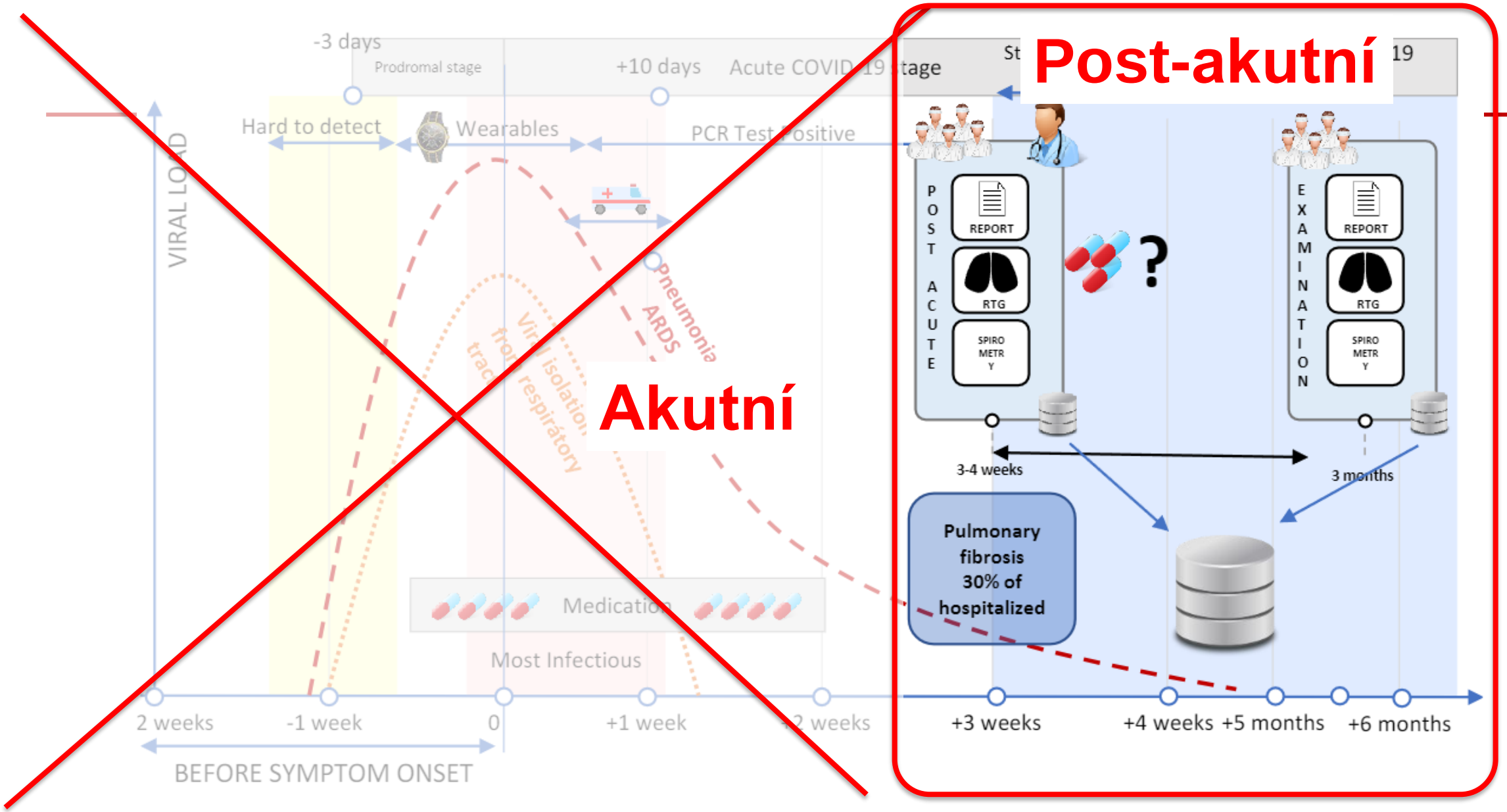
- Představení problému a trénovací množiny
- Výsledky dosažené na základě různých přístupů
  - Analýza z vyšetření
  - Analýza z RTG
  - Vše dohromady
  - Zjednodušený interpretovatelný model

- Ukázka integrace výstupů s IS FNOL

- Další související výstupy:
  - Rozpoznání infekce s pomocí nositelného zařízení v prodromální fázi
  - Umělá inteligence pro potlačení šumu v medicínských datech
  - Detekce nativní varianty SARS-COV-2 v RTG snímích



Post-akutní léčba COVID-19



Preventivní kortikoléčba ano či ne?

- Možné nežádoucí účinky
- Ne všichni pacienti profitují z léčby

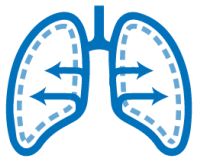
- Je možné předpovědět, kdo bude z léčby profitovat?

Trénovací databáze

2600+ pacientů
Včetně všech vyšetření

101+ pacientů kde je sporný výskyt fibrózy na plicích

RTG



Spirometrie

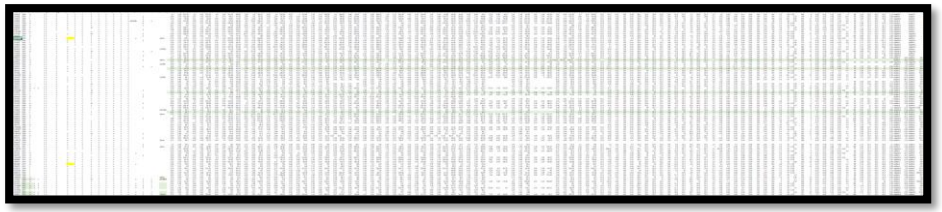
Krevní obraz

Anamnéza + demografické prvky

V současnosti největší množina na světě pro jednu z nejzávažnějších komplikací post-COVID léčby.

Demografické info

+ vyhodnocení změny stavu po 3 měsících



Mizera J, Genzor S, Sova M, Stanke L, Burget R, Jakubec P, Vykopal M, Pobeha P, Zapletalová J., The effectiveness of glucocorticoid treatment in post-COVID- 19 pulmonary involvement, *Penumonia*, 2024 AIS: Q1, IF:6.000

Provedené experimenty

- Fyzická vyšetření + anamnéza

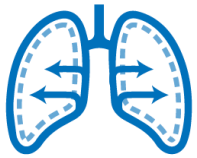
- Rentgenové snímky

- Kombinace Fyzická vyšetření + anamnéza + Rentgenové snímky

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

Analýza fyzických vyšetření



Spirometrie

Krevní obraz

Anamnéza + demografické prvky

Table 2

Performance comparison of selected machine learning algorithms.

Method	Accuracy	Balanced accuracy	ROC-AUC	F1	Precision	Recall
Logistic Regression	61.40%	61.30%	63.33%	59.26%	59.26%	59.26%
Multilayer Perceptron	70.18%	69.81%	72.10%	66.67%	70.83%	62.96%
Decision Tree	**73.68%**	**73.52%**	**74.69%**	**71.70%**	**73.08%**	70.37%
Random Forest	70.18%	70.00%	70.62%	67.92%	69.23%	66.67%
k-Nearest Neighbors	68.42%	68.15%	66.30%	65.38%	68.00%	62.96%
Support Vector Machine	63.16%	61.85%	70.37%	48.78%	71.43%	37.04%
AdaBoost	70.18%	70.37%	63.58%	70.18%	66.67%	**74.07%**
XGBoost	61.40%	61.11%	66.30%	57.69%	60.00%	55.56%
Light Gradient Boosting Machine	63.16%	62.59%	69.14%	57.14%	63.64%	51.85%

Zajímavá zjištění

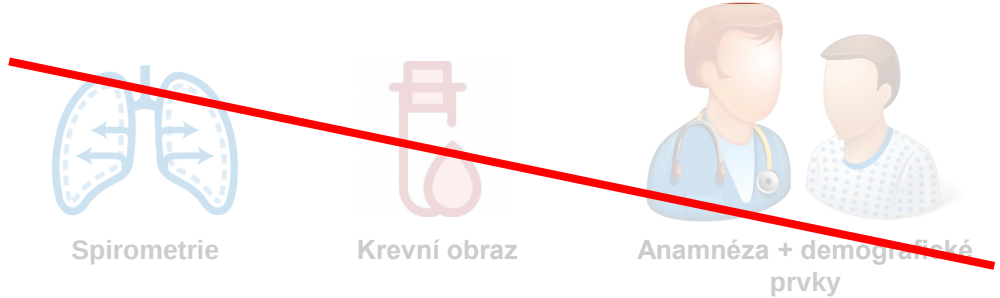
- Kuřáci mají významně méně často těžký průběh pro patogen SARS-CoV-2, s těžkým průběhem se kuřáci do post-COVID léčby dostali méně často
- Ztráta čichu + žaludeční problémy => velká pravděpodobnost lehkého průběhu
- Ženy mají častěji long-COVID

- V době, kdy ještě nejsou pozorovatelné příznaky onemocnění se zvýší počet úderů srdce za minutu o cca 10%, obdobně u jiných virových onemocnění (chřipka)
  - Možné kontinuálně měřit pomocí nositelné elektroniky

- Živý organismus (nativní, delta, omikron,…), chování se vyvíjí

Analýza RTG snímků

RTG



Etapa 10: Výzkum a vývoj modulů pro identifikaci infikovaných pacientů

Termín splnění: 04-11 / 2022

Directly from RTG images

Přesnost

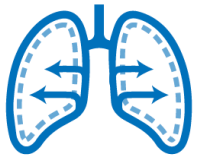
72.72%

Table 6
Results for classification of different last layers from NN with ML classifiers

	Accuracy	F1	Pecision	Recall	Balanced Acc	ROC-AUC
Last layer (-1) – Result 1						
Random Forest	0.7091	0.6923	0.6667	0.7200	0.7100	0.7240
MLP	0.6727	0.6250	0.6522	0.6000	0.6667	0.7093
Logistic Regression	0.5818	0.3030	0.6250	0.2000	0.5500	0.5387
Decision Tree	0.6364	0.6429	0.5806	0.7200	0.6433	0.6007
k-nearest neighbors	0.6727	0.5500	0.7333	0.4400	0.6533	0.6700
SVC	0.6000	0.5600	0.5600	0.5600	0.5967	0.5720
AdaBoost	0.5818	0.4889	0.5500	0.4400	0.5700	0.5780
Last layer (-2) – Result 2						
Random Forest	0.7091	0.6800	0.6800	0.6800	0.7067	0.6727
MLP	0.7091	0.6923	0.6667	0.7200	0.7100	0.7040
Logistic Regression	0.6727	0.6250	0.6522	0.6000	0.6667	0.6040
Decision Tree	0.5818	0.5818	0.5333	0.6400	0.5867	0.5647
k-nearest neighbors	0.6182	0.4878	0.6250	0.4000	0.6000	0.5833
SVC	0.6000	0.5217	0.5714	0.4800	0.5900	0.4380
AdaBoost	0.5818	0.4103	0.5714	0.3200	0.5600	0.6120
Last layer (-3) – Result 3						
Random Forest	**0.7273**	**0.7059**	0.6923	0.7200	**0.7267**	**0.7247**
MLP	0.6545	0.4571	**0.8000**	0.3200	0.6267	0.6413
Logistic Regression	0.6364	0.6154	0.5926	0.6400	0.6367	0.5987
Decision Tree	0.6000	0.6563	0.5385	**0.8400**	0.6200	0.6160
k-nearest neighbors	0.6545	0.6545	0.6000	0.7200	0.6600	0.6653
SVC	0.5818	0.4889	0.5500	0.4400	0.5700	0.4213
AdaBoost	0.5818	0.5490	0.5385	0.5600	0.5800	0.5407

Vše dohromady

RTG


Spirometrie

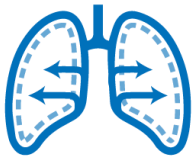
Krevní obraz

Anamnéza + demografické prvky

RTG

Přesnost

73.52%


Spirometrie

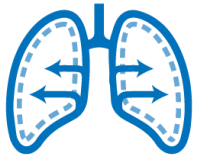
Krevní obraz

Anamnéza + demografické prvky

Přesnost

72.72%

RTG


Spirometrie

Krevní obraz

Anamnéza + demografické prvky

Přesnost

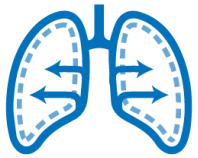
80.00%

Mezina, A., Genzor, S, Burget, R., Mizera, J. Ometov, A., Corticosteroid Treatment Prediction using Chest X-ray and Clinical Data, *Computational and Structural Biotechnology*, 2024 AIS: Q1, IF:6.800

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

Zjednodušený model

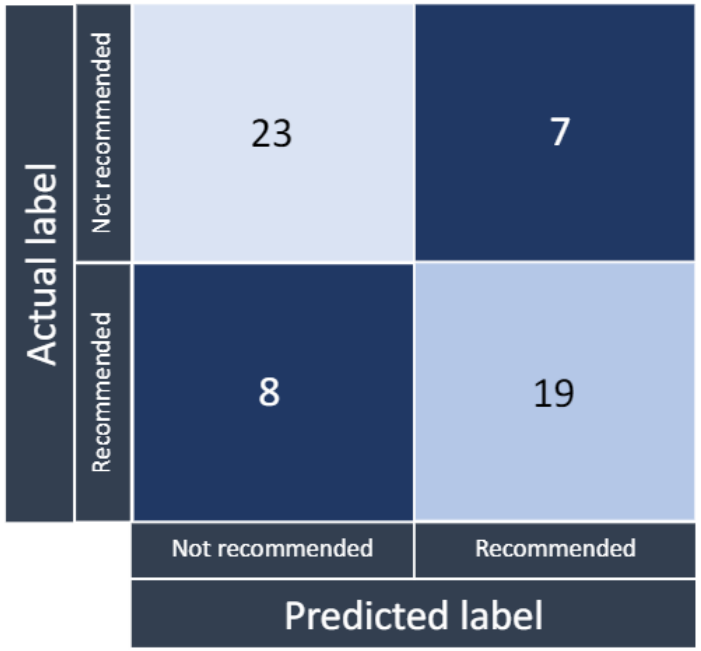


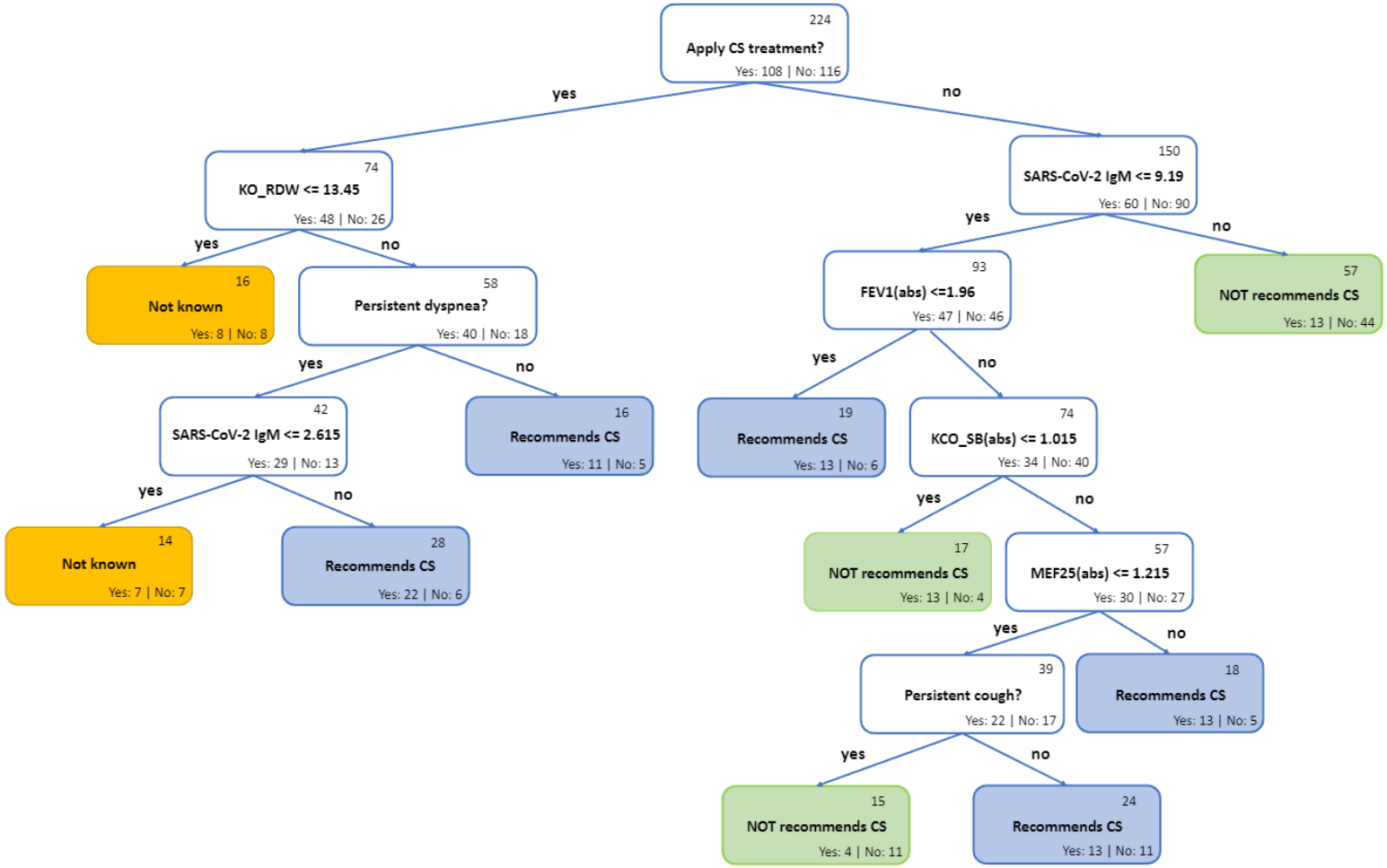
Spirometrie

Krevní obraz

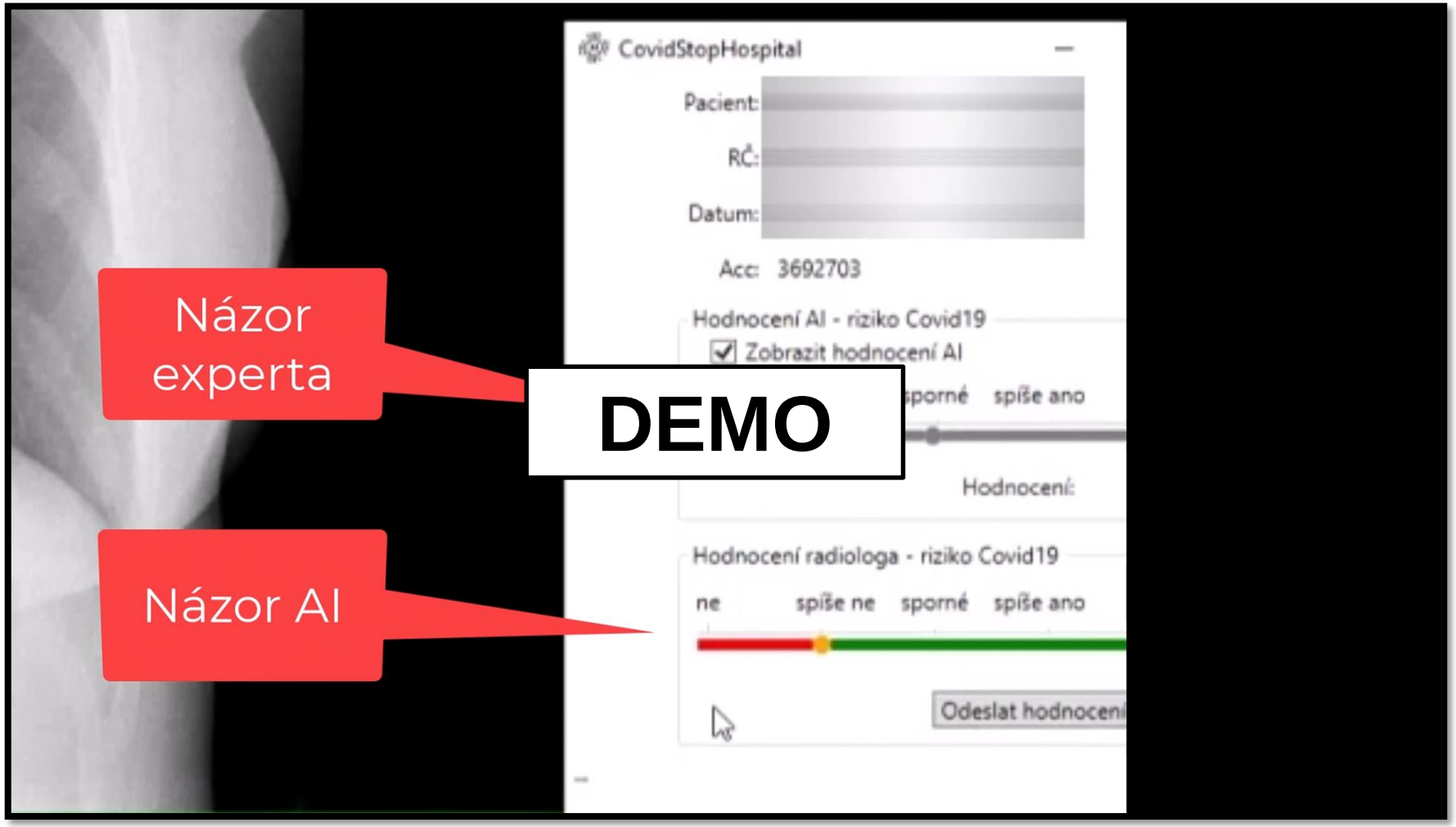
Anamnéza + demografické prvky

- Kontrola klinického významu
- Přesnost: 0,73 %





Video - detekce Covid-19 z RTG snímku plic



URL

Video - doporučení postupu léčby pacientů s vážnými následky po onemocnění Covid-19

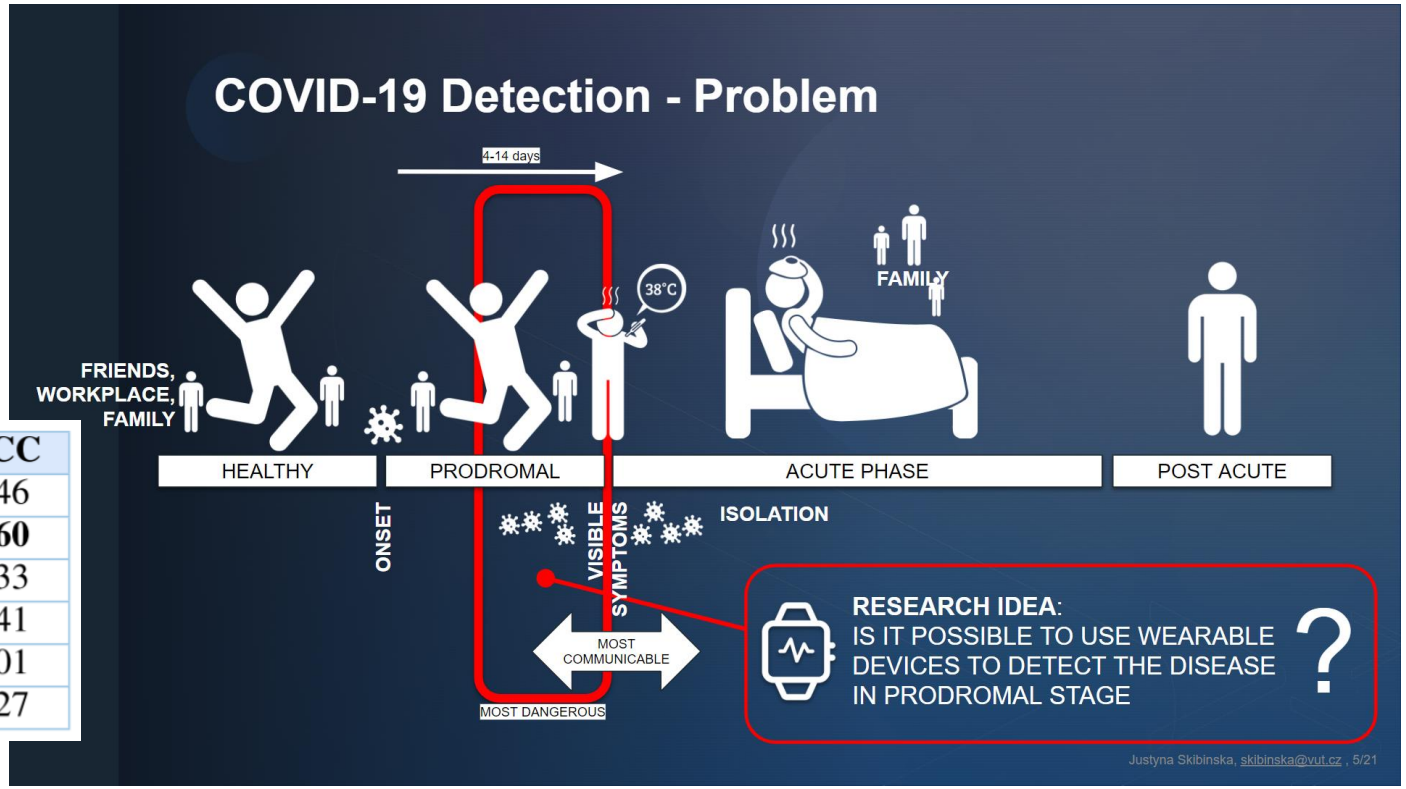
URL

Rozpoznání infekce v prodromální fázi

78 % přesnost předpovědi infekce

(zlepšení SOTA o 10%)

Classifier	Accuracy	Sensitivity	Specificity	MCC
XGBoost	0.71	0.72	0.71	0.46
k-NN	**0.78**	**0.77**	**0.80**	**0.60**
SVM	0.65	0.66	0.65	0.33
Logistic Regression	0.69	0.69	0.69	0.41
Decision Tree	0.50	0.52	0.49	0.01
Random Forest	0.62	0.59	0.66	0.27



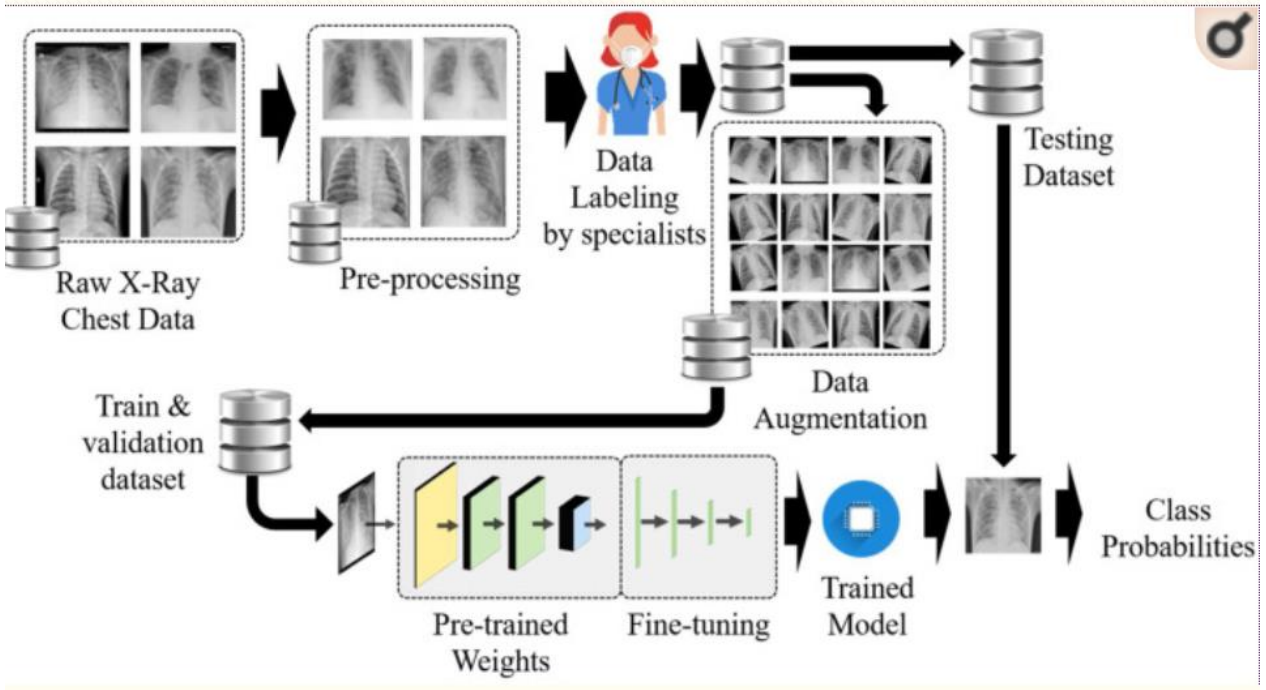
Skibinska, J., Burget, R., Channa, A., Popescu, N., & Koucheryavy, Y. (2021). COVID-19 diagnosis at early stage based on smartwatches and machine learning techniques. *IEEE Access*, 9, 119476-119491. AIS: Q2. IF: 3.476

Analýza RTG pro detekci COVID-19

99.81% přesnost (nativní + delta)

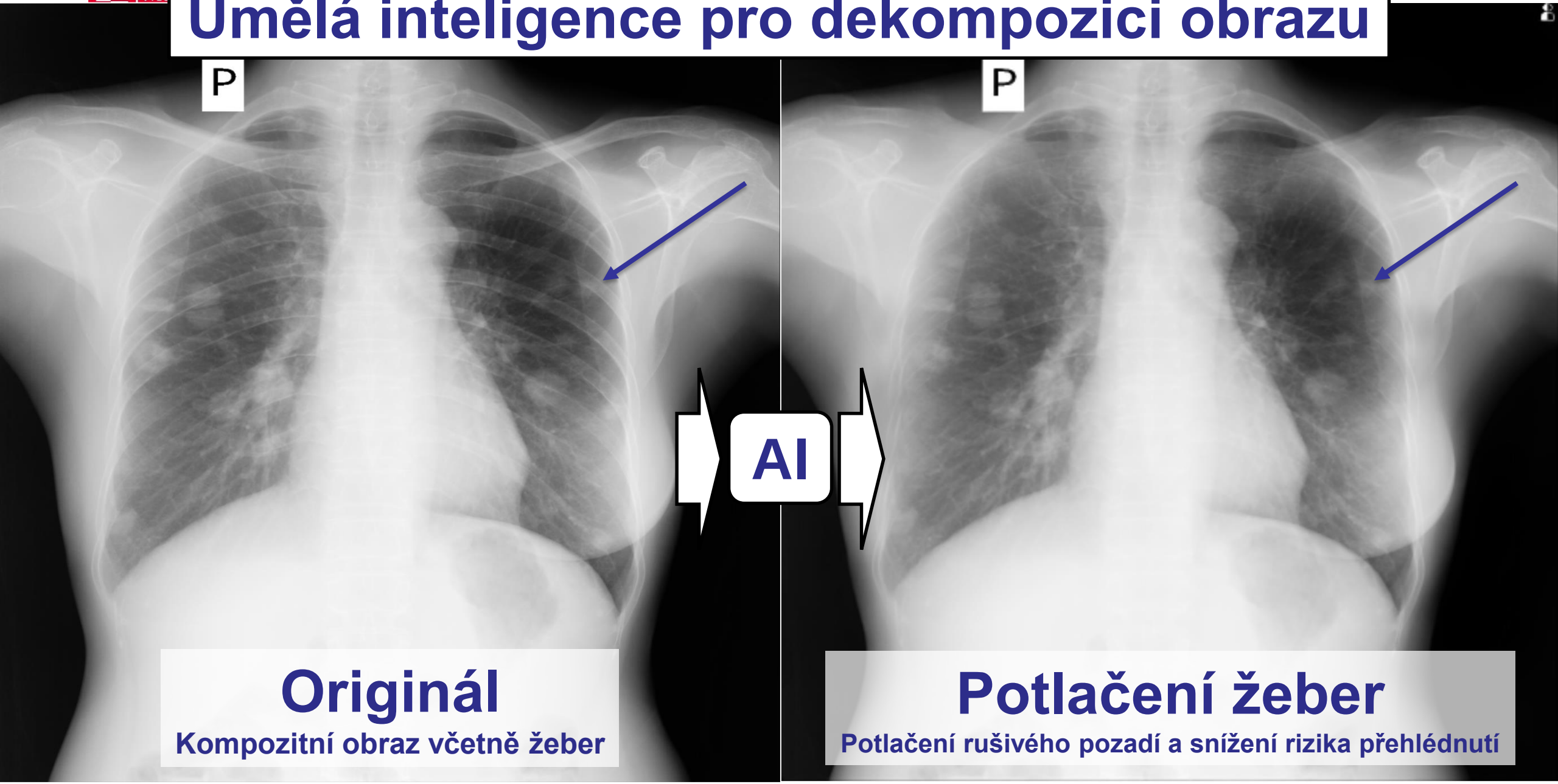
X dnešní varianty jsou méně agresivní

Ground Truth \ Predicitions	COVID-19	Normal	Bacterial Pneumonia	Viral Pneumonia	Total	Precision
COVID-19	187.8	1.6	0.2	4.4	194	98.842%
Normal	0.2	556.4	1.4	25	583	85.547%
Bacterial Pneumonia	1.2	52.4	1004.2	714.2	1772	91.175%
Viral Pneumonia	0.8	40	95.6	356.6	493	32.412%
Total	190	650.4	1101.4	1100.2	3042	
Recall	96.804%	95.437%	56.670%	72.333%		



Joshi, Rakesh Chandra, et al. "A deep learning-based COVID-19 automatic diagnostic framework using chest X-ray images." *Biocybernetics and Biomedical Engineering* 41.1 (2021): 239-254. Q2, IF: 5.687 (52 citací)

Umělá inteligence pro dekompozici obrazu



* Publikace v přípravě, významným způsobem překonává SOTA

Děkuji za pozornost

2x Q1
2x Q2
+ v přípravě
2x SW

Radim Burget, Anzhelika Mezina, Vojtech Myška

Samuel Genzor, Jan Mizera, Michal Štýbnar