



Oktatás, kutatás,  
gyógyítás: 250 éve az  
egészség szolgálatában

# Mesterséges intelligencia a kardiológiai képalkotásban

Dr. Maurovich Horvat Pál, PhD MPH  
az MTA doktora, igazgató, Orvosi Képző Klinika



CIRG  
MTA-SE "Lendület"  
Cardiovascular Imaging  
Research Group



ORVOSI  
KÉPALKOTÓ  
KLINIKA

Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

Orvosi Képző Klinika  
Radiológia Tanszék

1

## Vezérfonal

- Mesterséges intelligencia
- Képek rekonstrukciója
- Szegmentáció
- Fenotipizálás
- Automatizált mérések
- Diagnózis és prognózis
- Kockázatok



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

2

## A cél a képalkotás teljes folyamatának javítása



Siegersma et al. Neth Heart J (2019)



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

3

## Vezérfonal

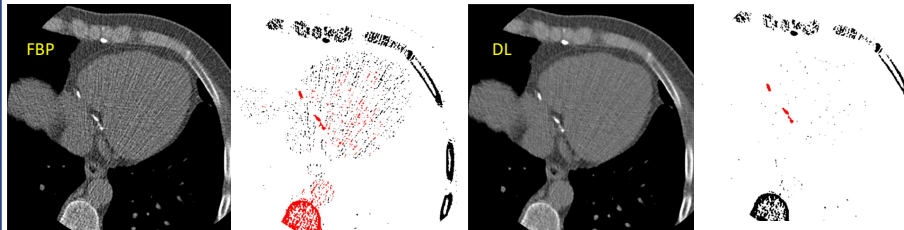
- Mesterséges intelligencia
- Képek rekonstrukciója
- Szegmentáció
- Fenotipizálás
- Automatizált mérések
- Diagnózis és prognózis
- Kockázatok



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

4

Estimate routine-dose CT images from low-dose CT images and hence reduce noise with the help of DL



CNNs generated images with an appearance similar to that of reference routine-dose CT images

Wolterink JM, et al. IEEE Trans Med Imaging. 2017;36(12):2536–45.



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

5

## Vezérfonal

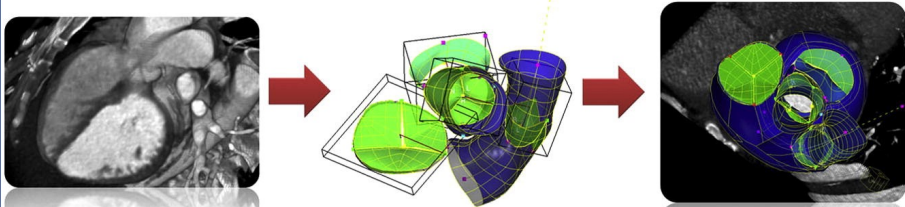
- Mesterséges intelligencia
- Képek rekonstrukciója
- Szegmentáció
- Fenotipizálás
- Automatizált mérések
- Diagnózis és prognózis
- Kockázatok



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

6


### Complete valvular heart apparatus model from 4D cardiac CT



4D Cardiac CT      Complete Heart Valves Model      Valves and Chamber Model

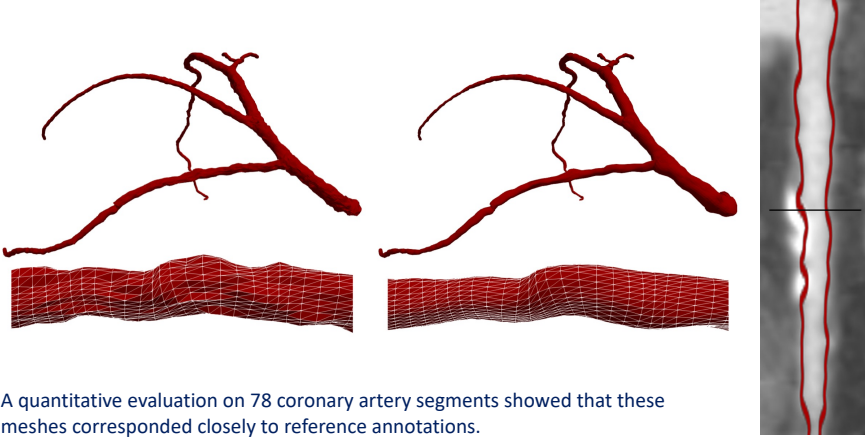
Learning-based framework efficiently estimated patient-specific valve parameters from cine images.  
The method enables automatic quantitative evaluation of the complete valvular apparatus.

Grbic et al. Medical Image Analysis 2012

 Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>


7

### Convolutional networks to predict coronary artery wall surface meshes for segmentation in CCTA



A quantitative evaluation on 78 coronary artery segments showed that these meshes corresponded closely to reference annotations.

Wolterink et al. arXiv:1908.05343 (2019)

 Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

8



## Vezérfonal

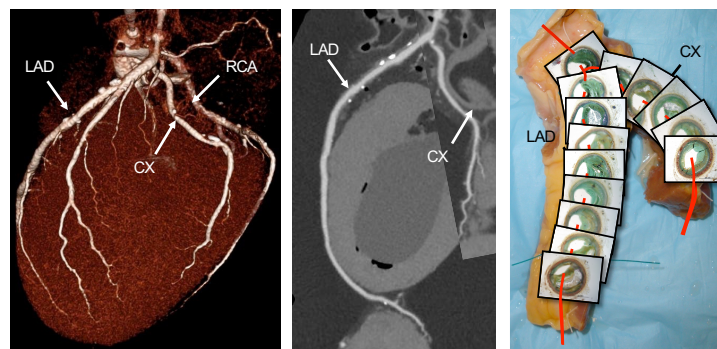
- Mesterséges intelligencia
- Képek rekonstrukciója
- Szegmentáció
- Fenotipizálás
- Automatizált mérések
- Diagnózis és prognózis
- Kockázatok



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

9

## Plakkmorfológia vizsgálata, új adverz plakk-jellegzetesség keresése



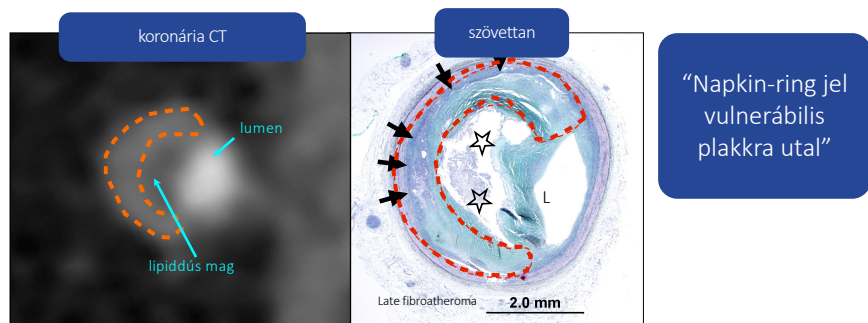
Maurovich-Horvat et al., Radiology 2012



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

10

## Plakk attenuációs mintázat



Limitált reprodukálhatóság!

Maurovich-Horvat et al., JACC Img 2012

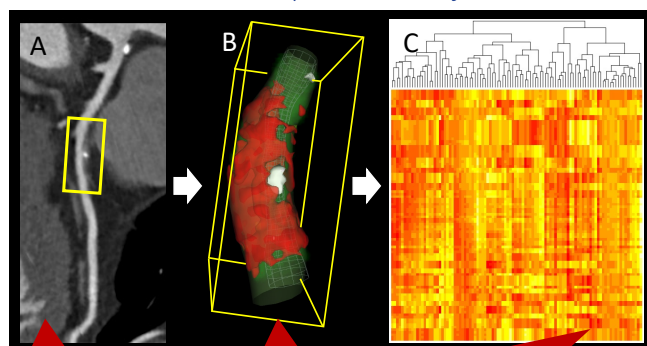


Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

11

## Radiomika

„Radiomika a kép egy területéből származó kvantitatív adatokat alakítja át big data adathalmazokká és egy-egy eltérést több száz vagy több ezer numerikus paraméterrel jellemez”



plakk azonosítása

3D szegmentálás

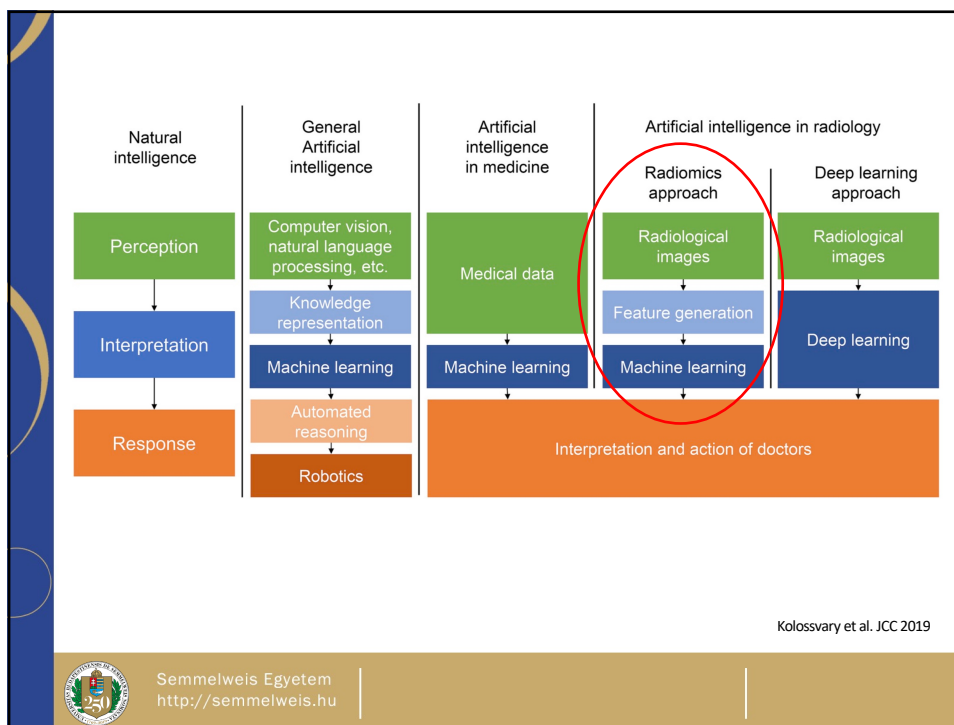
numerikus paraméterek (big data)

Kolossváry / Maurovich-Horvat et al. *Jour Thor Img.* 2018

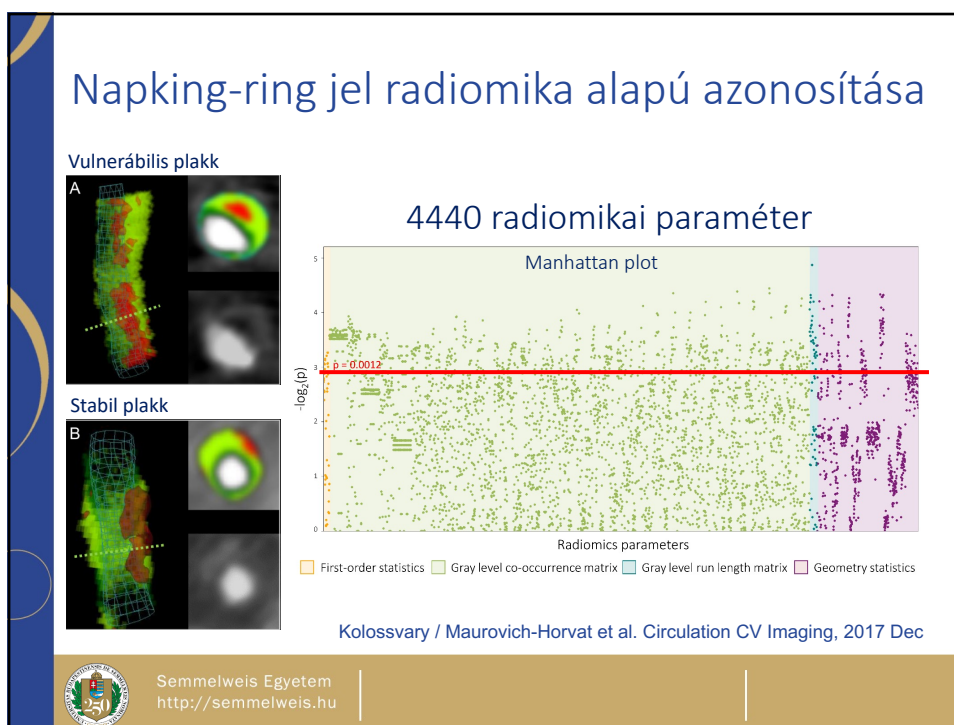


Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

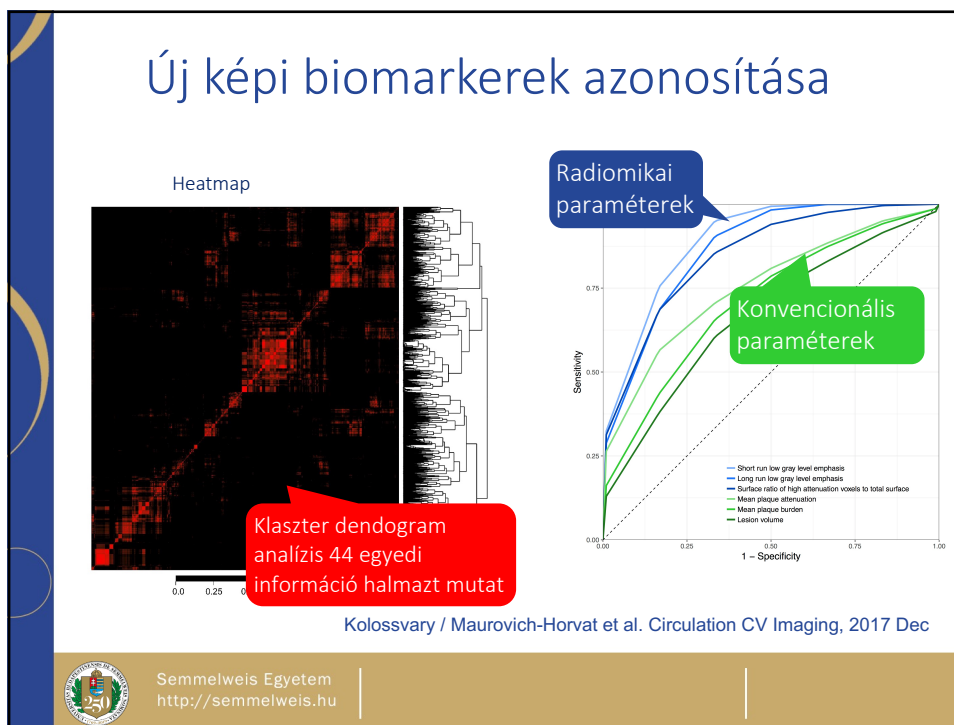
12



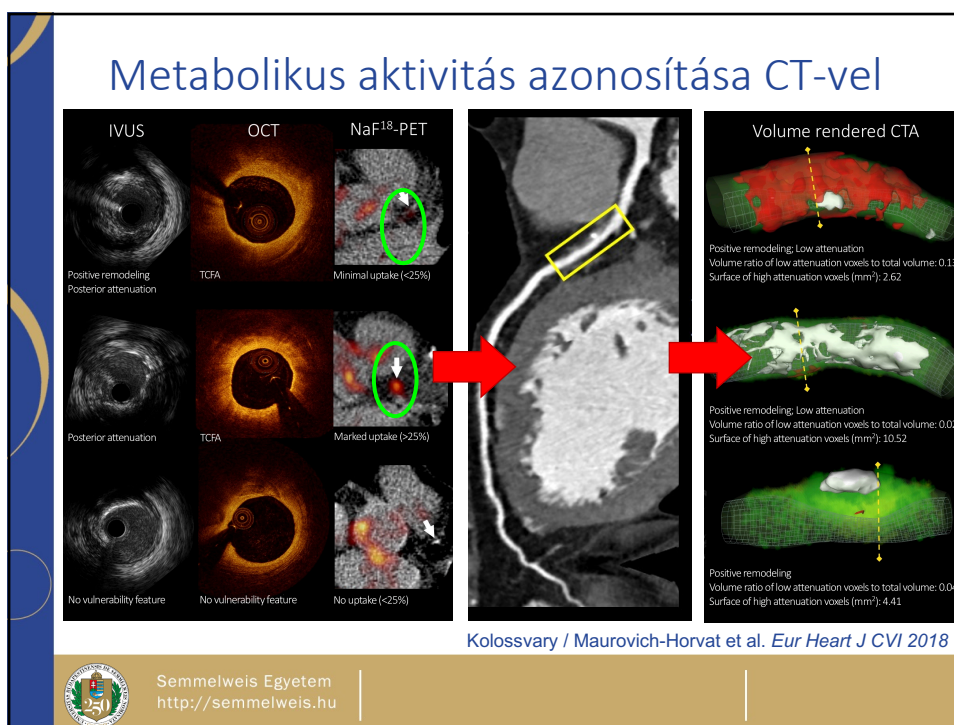
13



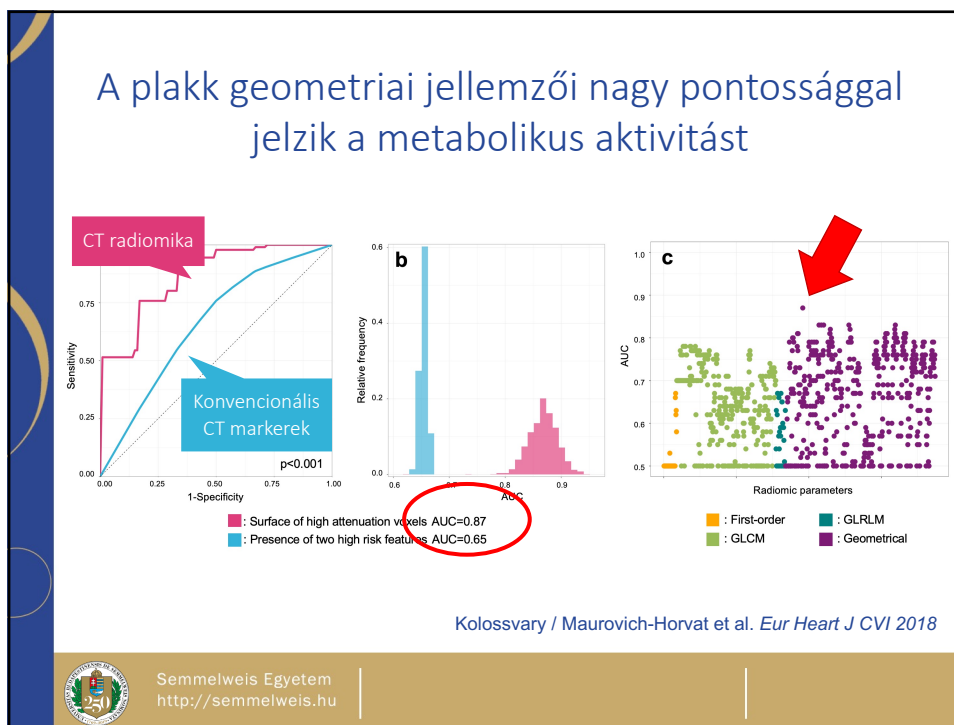
14



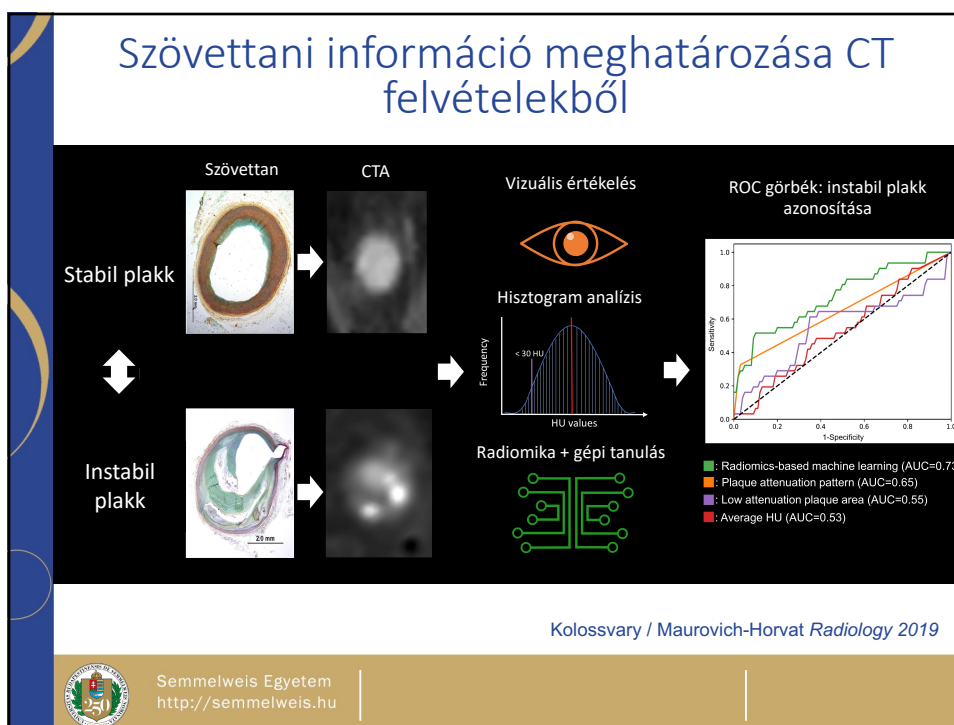
15



16

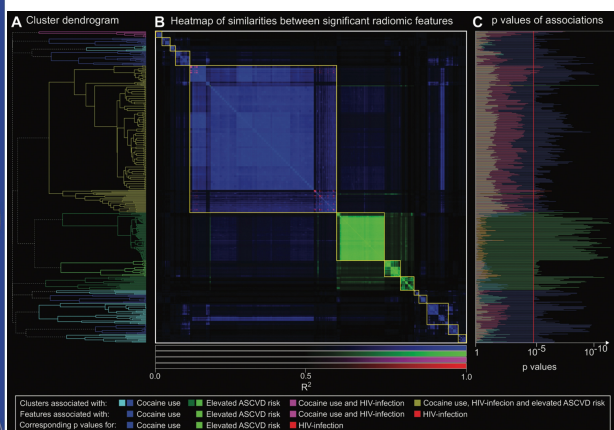


17



18

## Rizikófaktorok hatás a plakk morfológiára



- Rizikó faktorok
- Kokain használat
- HIV fertőzöttség

Minden rizikófaktor  
egyedi hatással  
rendelkezik a plakk  
morfológiára!

Kolossvary et al. Radiology 2021



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

19

## Vezérfonal

- Mesterséges intelligencia
- Képek rekonstrukciója
- Szegmentáció
- Fenotipizálás
- Automatizált mérések
- Diagnózis és prognózis
- Kockázatok



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

20



### Direct Automatic Coronary Calcium Scoring in Cardiac CT

The method predicted calcium scores in less than 0.3 s!

Experiments were performed using 903 cardiac CT and 1,687 chest CT scans. Intra-class correlation coefficient between predicted and manual calcium scores was 0.98 for both cardiac and chest CT

de Vos et al. IEEE Trans Med Imaging. 2019 Sep;38(9):2127-2138. PMID: 30794169

Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

21

### Deep learning for fully automated quantification of epicardial and thoracic adipose tissue from non-Contrast CT

Computations are performed in <26 seconds on a standard personal computer for one CT scan!

250 asymptomatic individuals. Strong agreement between automatic and expert manual quantification is obtained for both EAT and TAT

Commandeur F et al.. IEEE Transactions on Medical Imaging. 2018

Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

22

## Vezérfonal

- Mesterséges intelligencia
- Képek rekonstrukciója
- Szegmentáció
- Fenotipizálás
- Automatizált mérések
- **Diagnózis és prognózis**
- Kockázatok



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

23

## A halálozás előre jelzése mély tanulással egyetlen mellkas RTG felvétel alapján

DL CXR-risk score identified persons at low and high risk for long-term mortality based on a **single chest radiograph(!)**

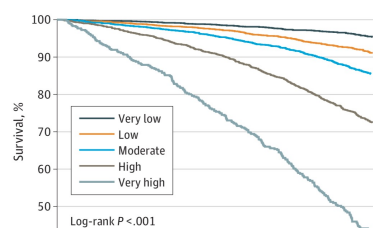
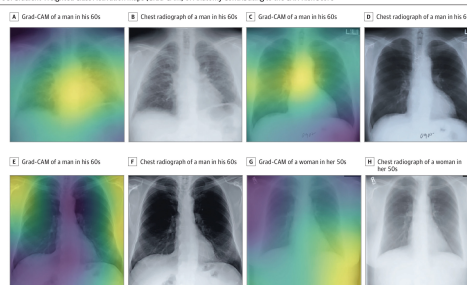


Figure 3. Gradient-Weighted Class Activation Maps (Grad-CAM) of Anatomy Contributing to the CXR-Risk Score



Az MI algoritmusok az ember számára láthatatlan részleteket képesek felfedezni a képeken és az látott eltéréseket képes nem emberi módon értelmezni

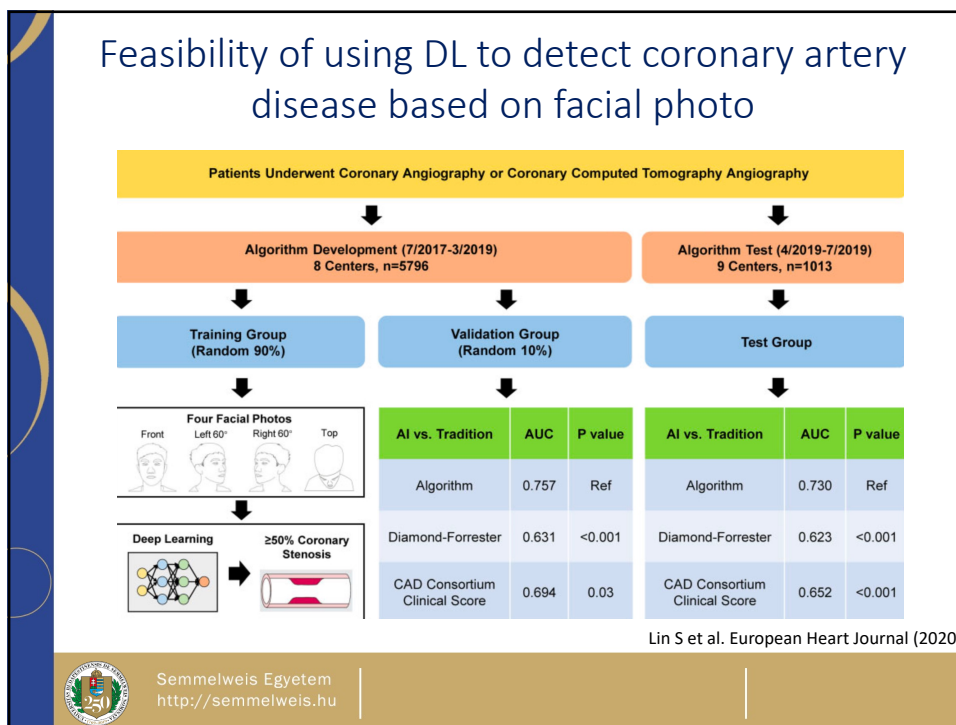
Michael Lu et al. JAMA Netw Open. 2019



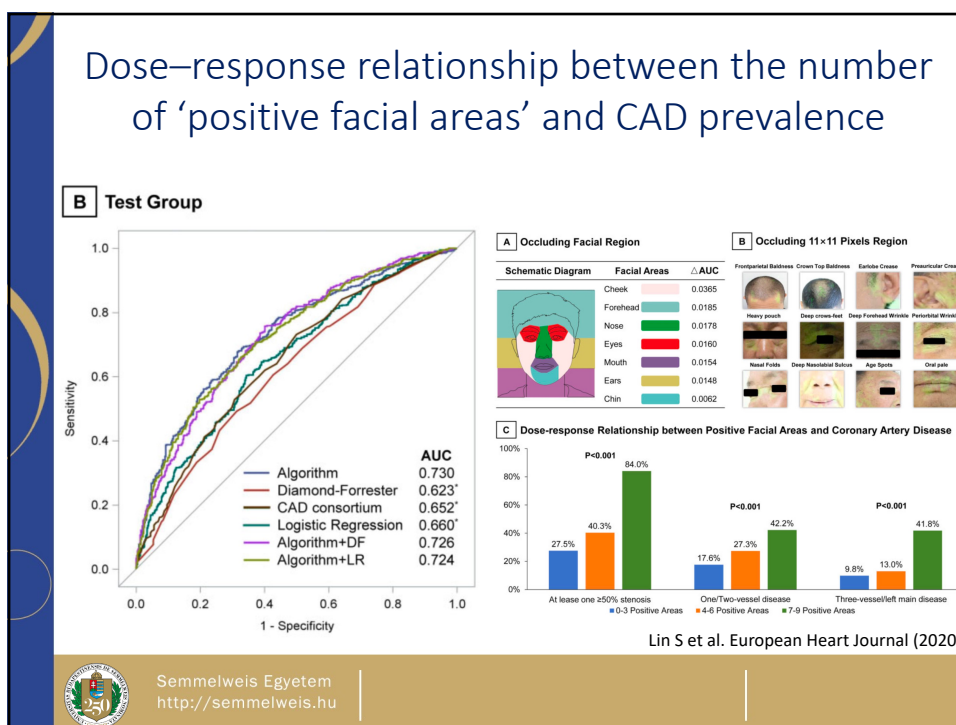
Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

24

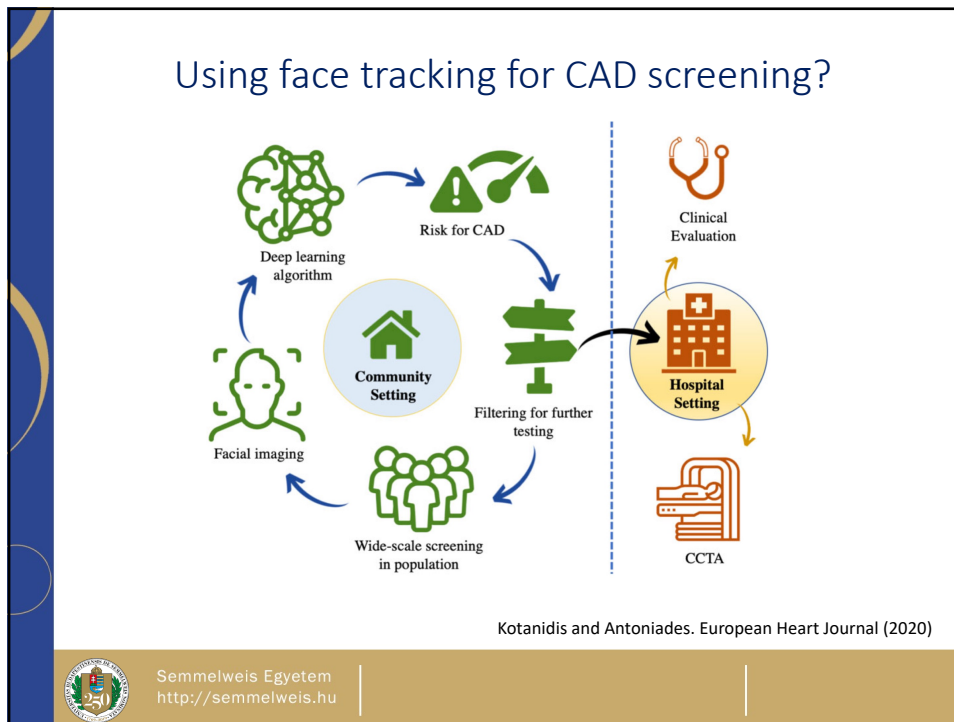




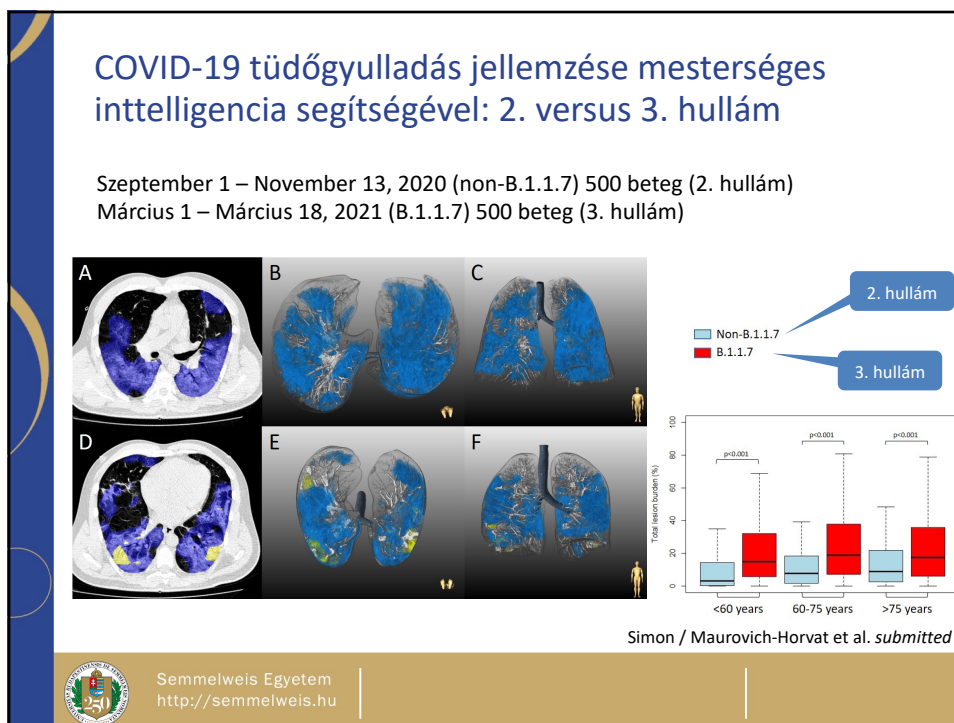
25



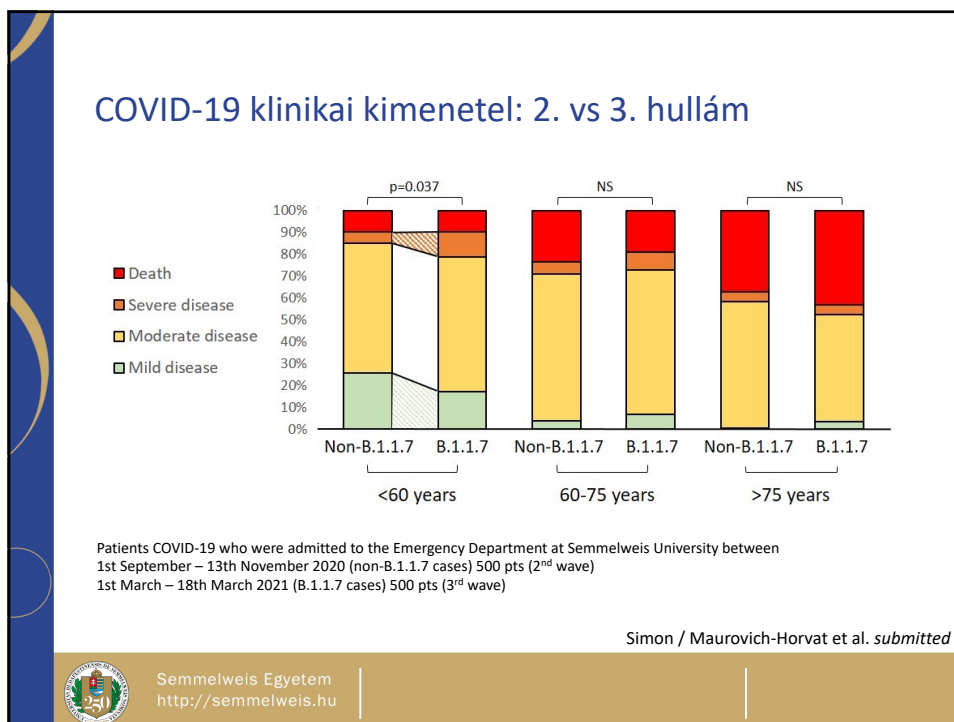
26



27



28



29

### Koszorúér-betegség és COVID-19 pneumonia: complex triász

- ML Agatston score meghatározás
- ML pneumonia volumen mérés

Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

30

## Vezérfonal

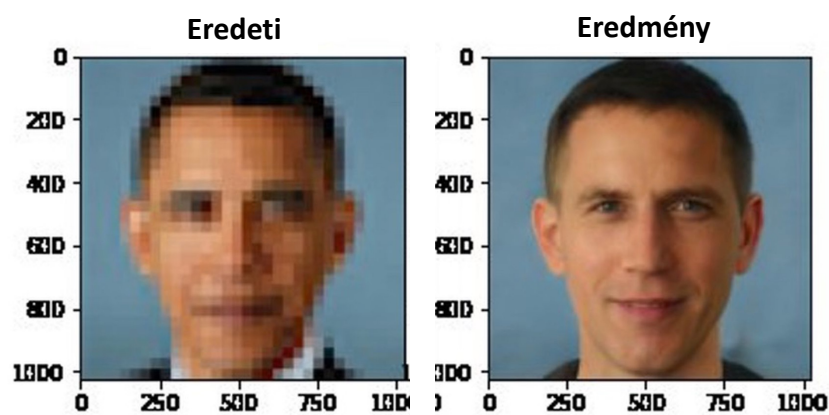
- Mesterséges intelligencia
- Képek rekonstrukciója
- Szegmentáció
- Fenotipizálás
- Automatizált mérések
- Diagnózis és prognózis
- Kockázatok



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

31

## Elfogult mesterséges intelligencia ?



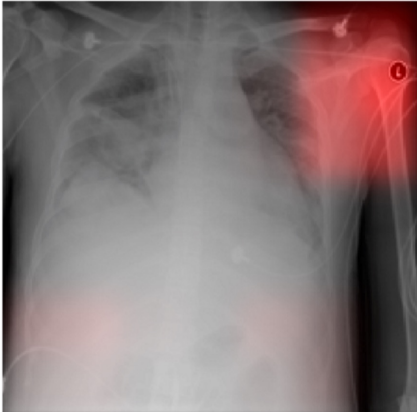
Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

32

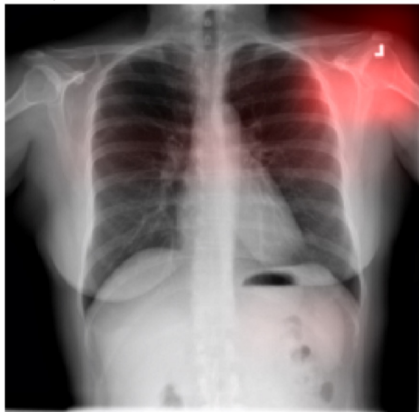
## Tüdőgyulladás diagnosztika

teljesítmény  $\neq$  összefüggés


A) Kórház

A chest X-ray showing a red highlighted area in the upper right lung field, indicating a potential site of pneumonia.

B) Kórház


A chest X-ray showing a red highlighted area in the upper right lung field, similar to X-ray A, but with a different internal texture, possibly representing a different stage or type of pneumonia.

arXiv:1807.00431

Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

33

## Nem létező személyek képzeletbeli MI portréi




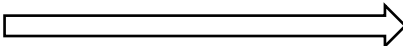
Imagined by a GAN ([generative adversarial network](#))StyleGAN2 (Dec 2019) - [Karras](#) et al. and Nvidia

Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

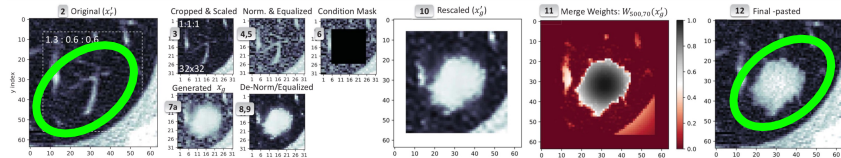
34

## Orvosi képek hekkelése






- Testi sérülés
- Halál
- Mentális sérülés
- Életvitelváltozás
- Pénzügyi hatás



<https://arxiv.org/pdf/1901.03597.pdf>




Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

35

## A jövő radiológusa

- Mesterséges intelligencia segítségével hatékonyabb munkavégzés válik lehetővé.
- A radiológusok orvosi képképző konzultánsokká válnak és a klinikusokkal szorosan együtt dolgozva a képképzés előtt és után is konzultálnak, segítik a személyre szabott betegellátást.
- „Future radiologists will be far better than the radiologists of today because of machines, not in spite of them ...”



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>

36

Köszönöm a figyelmet!

<https://semmelweis.hu/kepalkotas/>

<https://www.facebook.com/SemmelweisOKK>



Semmelweis Egyetem  
<http://semmelweis.hu>