

# Adatokra alapozott fejlesztés az Orvosi Képző Klinikán

Prof. Dr. Maurovich Horvat Pál

AZ MTA DOKTORA, IGAZGATÓ, TANSZÉKVEZETŐ EGYETEMI TANÁR  
ORVOSI KÉPZŐ KLINIKA, SEMMELWEIS EGYETEM



SEMMELWEIS  
EGYETEM 1769

# Vezérfonal

- Bevezetés
- AI a gerinctörések detektálásában
- AI a tüdőrák diagnosztikában
- PCD-CT – UHR szív képalkotás és spektrális radiomika

# Mesterséges intelligencia

## MESTRESÉGES INTELLIGENCIA

Olyan számítógépes program, melynek célja az emberi intelligenciához hasonlóan érzékelni, reagálni, cselekedni és alkalmazkodni

1950

## GÉPI TANULÁS

Algoritmusok, amelyek mintázatokat, szabályszerűségeket próbálnak azonosítani nagy adathalmazokban és teljesítményük javul a tanulóadat-bázisok méretével

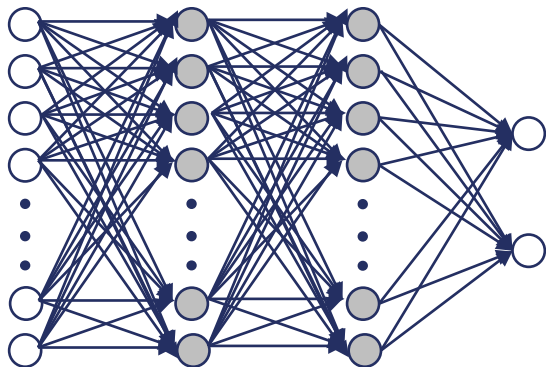
1980

## MÉLY TANULÁS

A gépi tanulás altípusa, többrétegű neurális hálókkal, amelyek igen nagy mennyiségű adaton tanulnak

2010

# Mély tanulás – deep learning



Bemeneti réteg

Rejtett réteg

Rejtett réteg

Kimeneti réteg

- Sok ezer összekötött egyenlet rendszer (regressziós modell)
- komplex (nem lineáris) összefüggések azonosítására képes

# Osztályozás, detekció és körülhatárolás

osztályozás



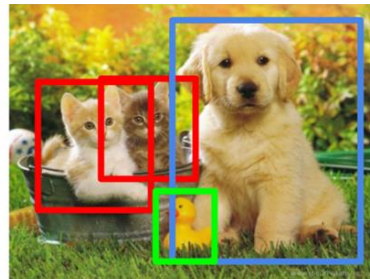
CAT

osztályozás  
+lokalizáció



CAT

detekció



CAT, DOG, DUCK

körülhatárolás



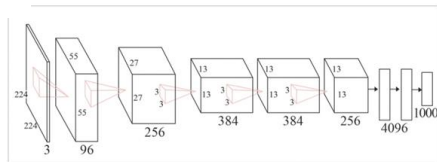
CAT, DOG, DUCK

egy eltérés

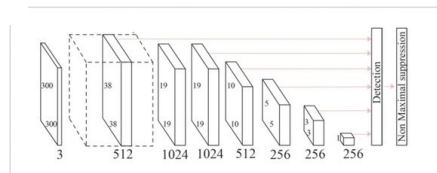
több eltérés

# Különböző felhasználások eltérő hálózati architektúrákat igényelnek

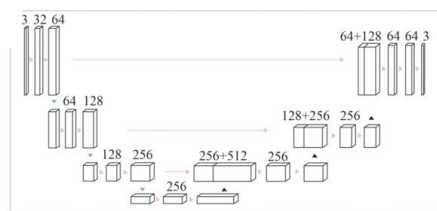
## osztályozás



## detekció



## körülhatárolás



# Vezérfonal

- Bevezetés
- AI a gerinctörések detektálásában
- AI a tüdőrák diagnosztikában
- PCD-CT – UHR szív képalkotás és spektrális radiomika

# A projekt célja

- GINOP- 2.2.1-18-2020-00029
- **Mélytanuláson alapuló gerinctörés azonosítás**
  - Incidentális gerinctörések azonosítására és szűrésére alkalmas, önálló piaci termék kifejlesztése
  - Egy központi szerveren futó alkalmazás, mely képes fogadni a kórházi rendszerben keletkezett képalkotó vizsgálatok eredményeit
  - Pozitív eredménykor a rendszer értesíti az adott vizsgálatot kérő orvost és terápiás javaslattal segíti.

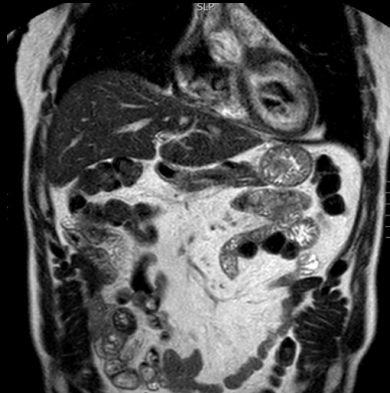
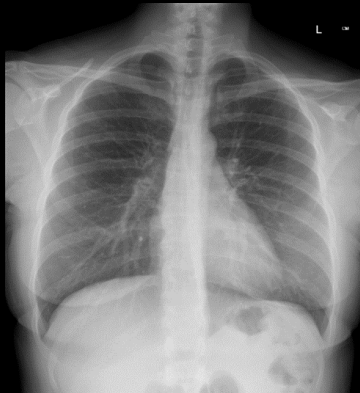
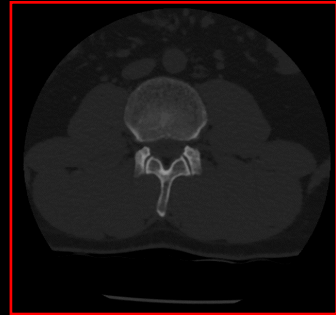
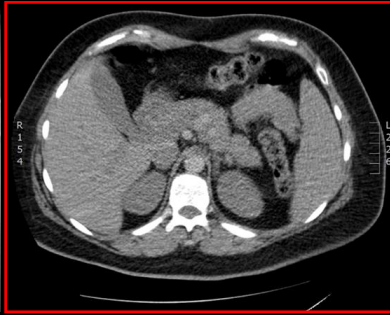
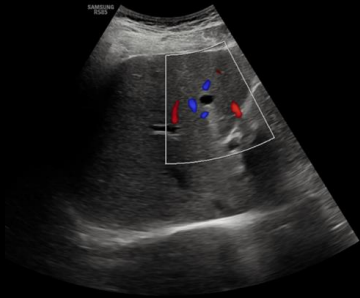


# A Traumatológiai Tanszék, az Orvosi Képalkotó Klinika, és a Neumann Medical Kft. együttműködése.

- Több, mint **4 ezer** traumás, gerinc sérült beteg CT vizsgálata
- Több, mint **2 ezer** rutin CT felvétel az OKK képanyagából
- Több, mint **ezer** PET-CT CT felvétel az OKK képanyagából

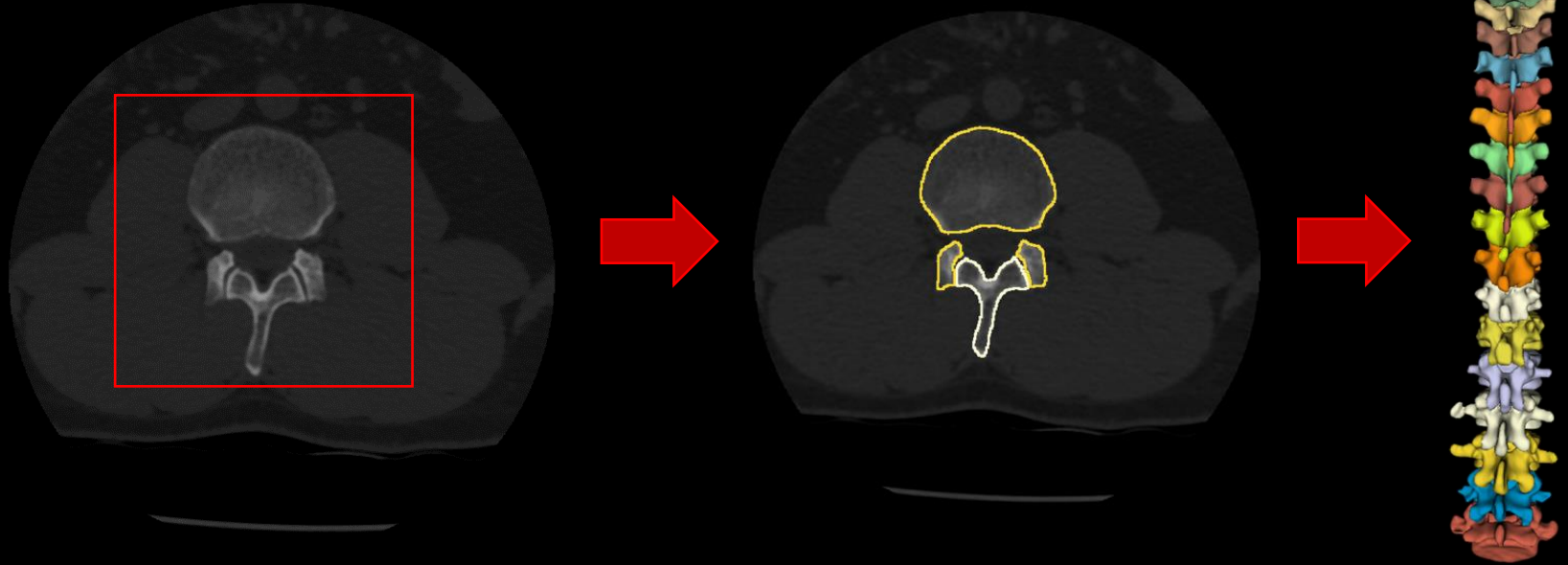
# Gerinctörés diagnosztika – 1. lépés

## CT felvétel felismerésének megtanítása



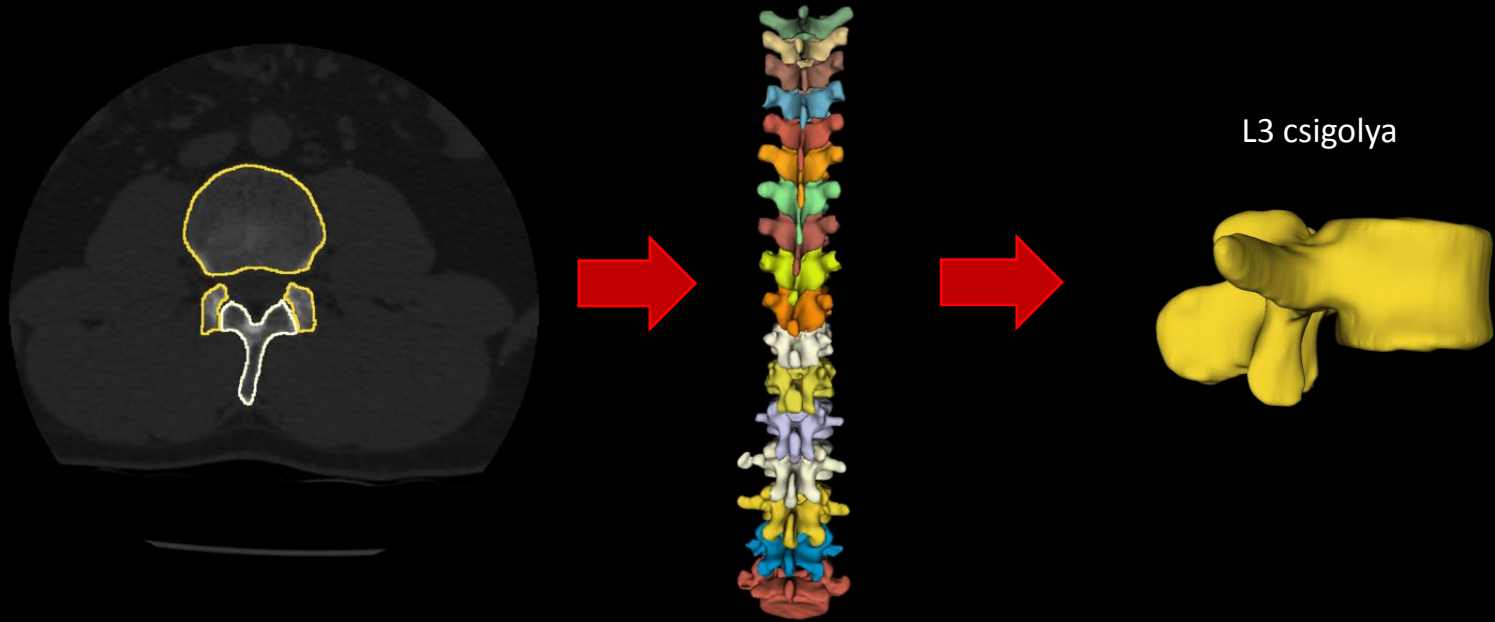
# Gerinctörés diagnosztika – 2. lépés

## Gerincoszlop felismerésének megtanítása



# Gerinctörés diagnosztika – 3. lépés

## Az egyes csigolyák felismerésének megtanítása



# Gerinctörés diagnosztika – 4. lépés

## A csigolyák elemzése és kiértékelése



L3 csigolya



Degeneratív eltérés?  
Osteoporosis?  
Spondilolysthesis?  
Lítikus? Sclerotikus eltérés?

Törés?

Törés

Nincs törés

Új törés

Régi törés

Automatikus  
leletgenerálás

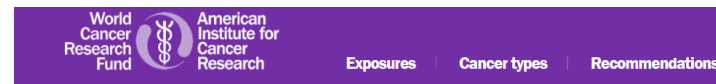
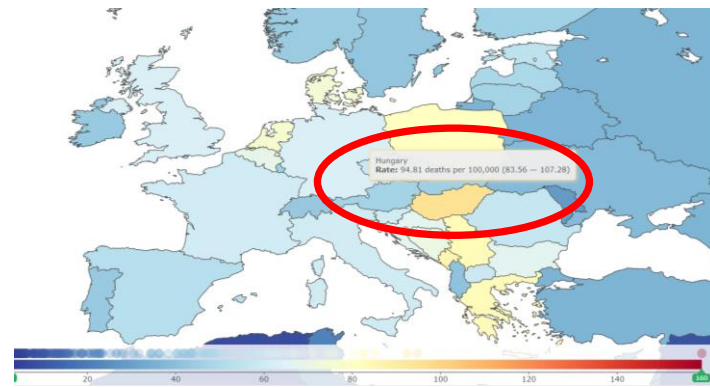
GENERE adatbázis

# Vezérfonal

- Bevezetés
- AI a gerinctörések detektálásában
- AI a tüdőrák diagnosztikában
- PCD-CT – UHR szív képalkotás és spektrális radiomika

# Háttér

- A tüdőrák az egyik **vezető halálok** Magyarországon
- Európán belül **Magyarországon a legmagasabb halálozási ráta** (94,81/100ezer fő)
- A kor szerint standardizált tüdőrák előfordulás **Magyarországon a legmagasabb** világviszonylatban (56,7/100ezer fő)
- A tüdőrák **ötéves túlélési aránya** az I. stádiumban diagnosztizálva 55-75%, míg a IV. stádiumban már csak 2-13%



## Lung cancer rates: both sexes

Hungary had the highest rate of lung cancer in 2018, followed by Serbia.

Rank	Country	Age-standardised rate per 100,000
1	Hungary	56.7
2	Serbia	49.8
3	New Caledonia (France)	42.3
4	Greece	40.5
5	French Polynesia	39.8
6	Montenegro	39.7
7	Belgium	39.0
8	Guam	37.9
9	Turkey	36.9
10	Denmark	36.6

# A projekt célja

- **Mélytanuláson alapuló tüdőrák azonosítás**
  - Mellkas CT tüdőrák szűrés segítése
  - Daganatos és egészséges tüdőszövetet mutató esetek elkülönítése
  - Malignus tumorok detektálása
  - Tumorok térfogatának pontos kijelölése és utánkövetése
- A neurális háló tanítása 7500 db szegmentált tumoros felvételen



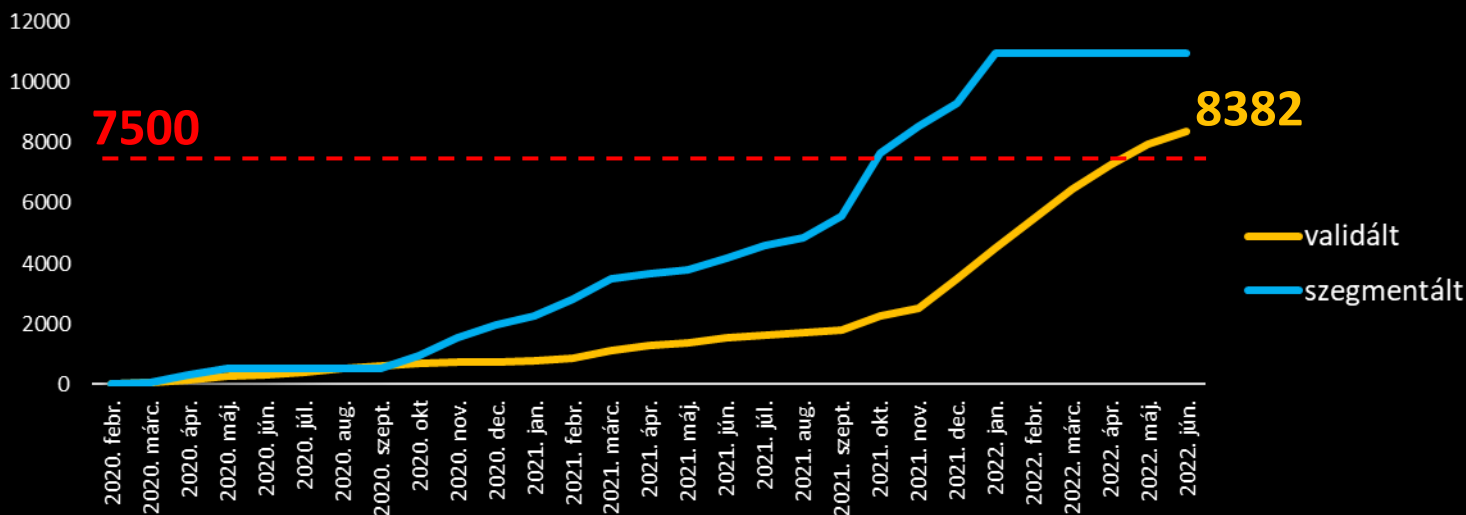
# Szegmentált felvételek száma

- Semmelweis: 879 db szegmentált CT felvétel
- Miskolc: 4005 db
- Salgótarján: 1735 db
- Nyíregyháza: 909 db
- Szolnok: 598 db
- Baja: 190 db
- Balassagyarmat: 67 db

Összesen 8382 db szegmentált felvétel!

# Szegmentált felvételek száma

## Összes szegmentált és validált felvétel száma



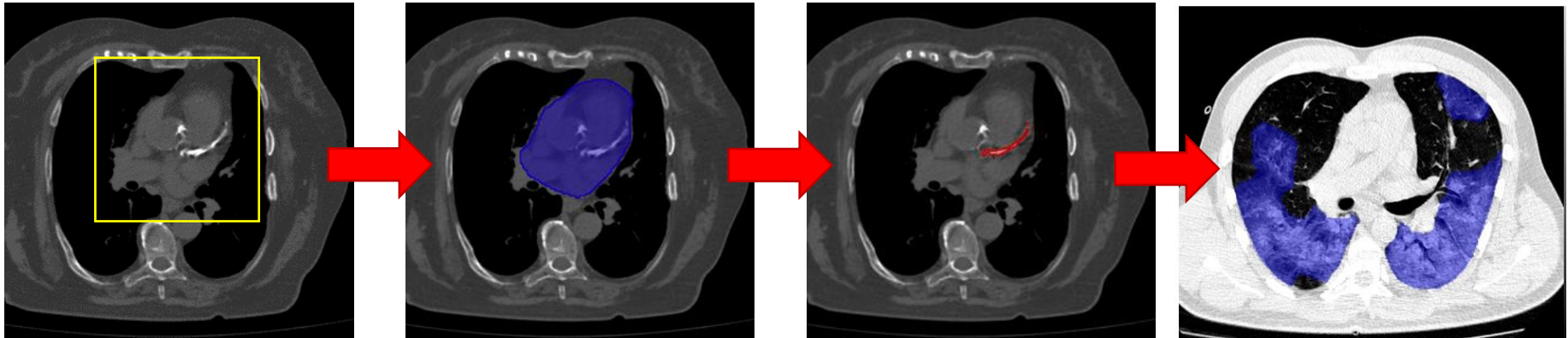
# Low dose CT szűrés

- A legutóbbi EU-s ajánlások támogatják a mellkas **CT tüdőszűrő** célzattal történő alkalmazását a nagy rizikóval rendelkező betegeknél
- Lényegesen **megnövelheti** a radiológusok terhelését
- Megoldást jelenthet a **mesterséges intelligenciára épülő diagnosztikai platformunk**



# Átfogó mellkasdiagnosztika és COVID-19 rizikóstratifikáció

- DeepCAC algoritmus (Harvard) továbbfejlesztése
- Szív területének szegmentálása
- Koszorúér plakkok azonosítása szegmentálása
- Több mint 2 ezer COVID-os és ezer nem COVID-os eset gyűjtése



# Vezérfonal

- Bevezetés
- AI a gerinctörések detektálásában
- AI a tüdőrák diagnosztikában
- PCD-CT – UHR szív képalkotás és spektrális radiomika

1998

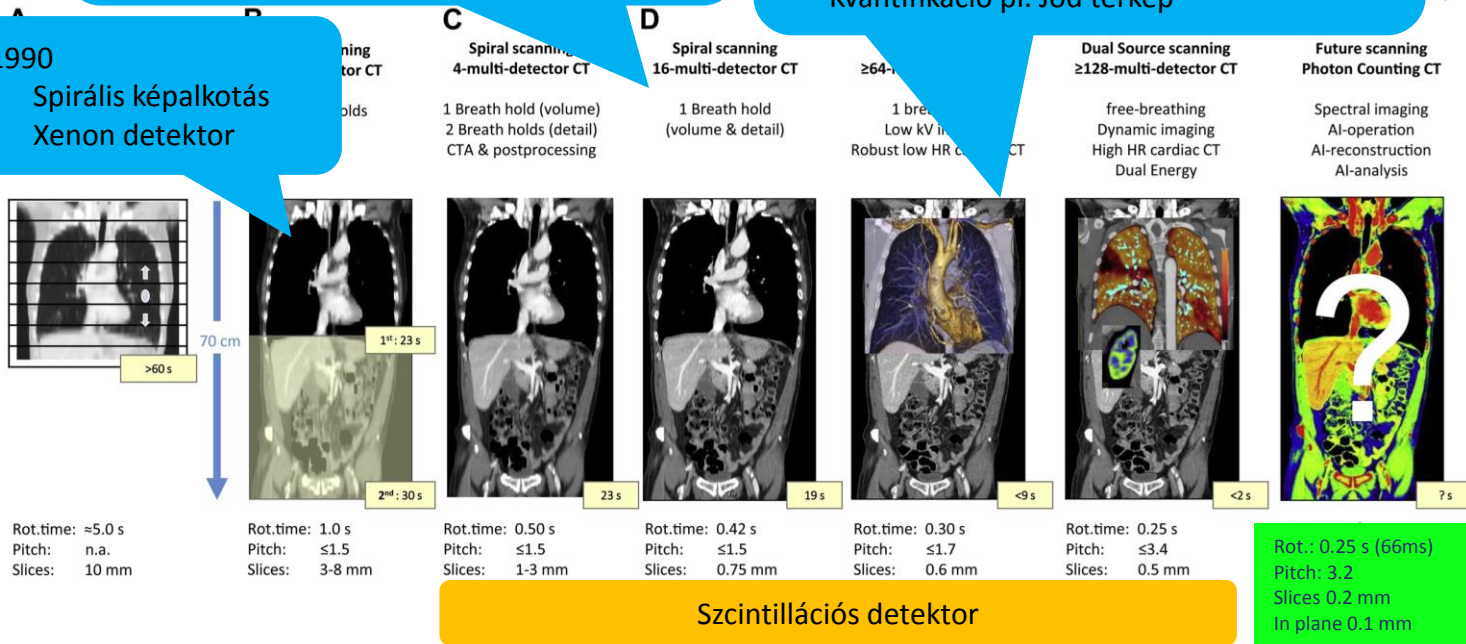
- Többszeletes képalkotás
- Jelentősen rövidebb vizsgálati idő
- Kisebb effektív dózis
- Kevesebb kontrasztanyag

2005

- Spektrális információ
- Funkcionális vizsgálatok
- Anyag differenciálás
- Kvantifikáció pl. Jód térkép

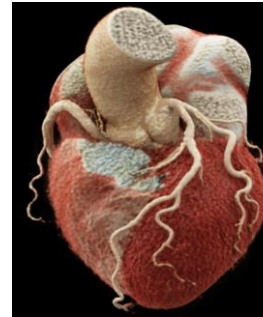
1990

- Spirális képalkotás
- Xenon detektor

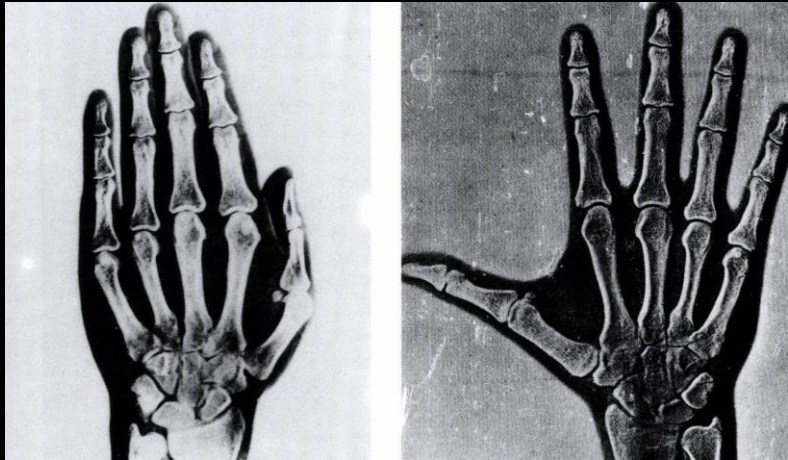


Ronald Booij \*, Ricardo P.J. Budde, Marcel L. Dijkshoorn, Marcel van Straten, European Journal of Radiology, 2020

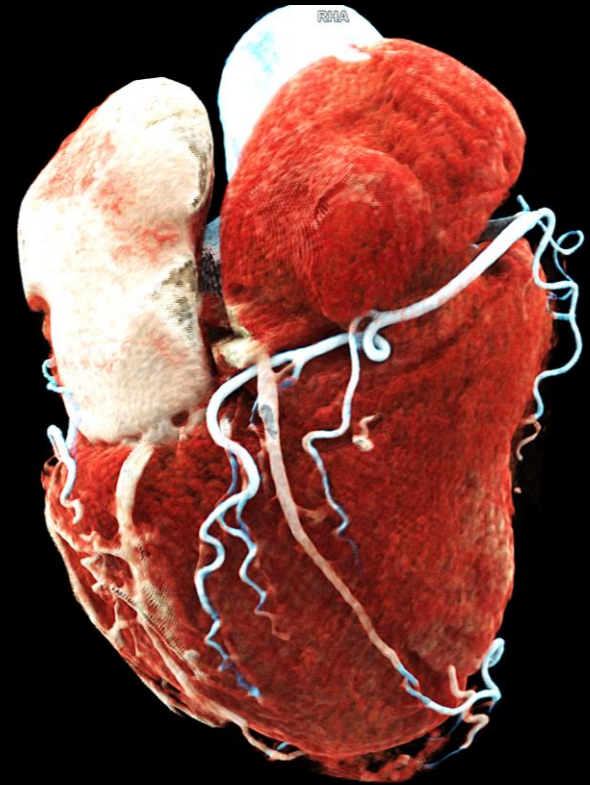
# 2021. november 30.



*“Alexander Béla doktort, késmárki orvost a vallás-  
és közoktatásügyi miniszter az egyetem  
kötelékében létesített orvosi kar központi  
Röntgen- laboratóriumának vezetőjévé nevezte  
ki” (Budapesti Orvosi Újság 1907: 964).*



plasztikus kézfelvétel  
(Deutsches Röntgengesellschaft 1906)

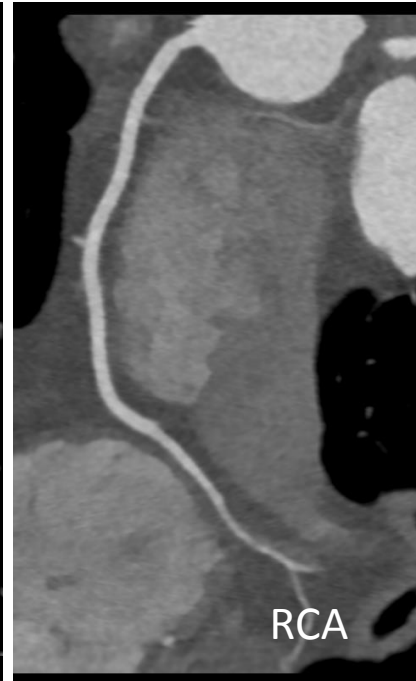
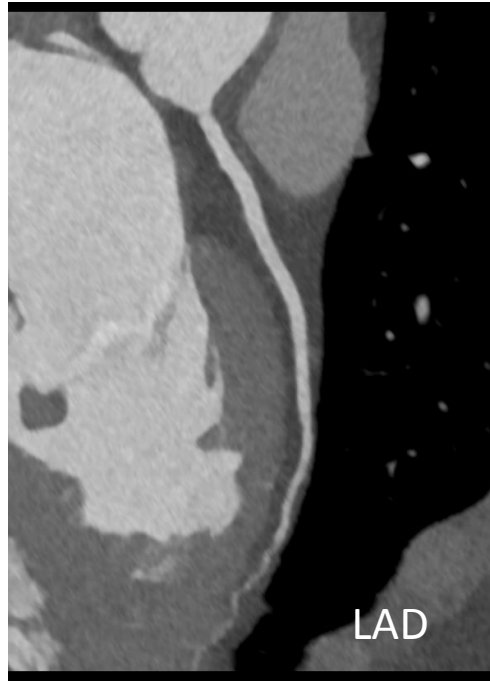
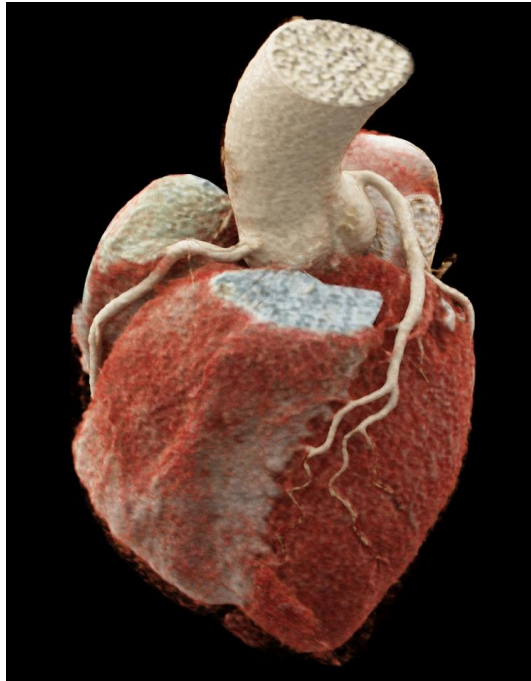


plasztikus szívfelvétel  
(OKK 2022)





# Submillisievert szív CT képalkotás - TurboFlash

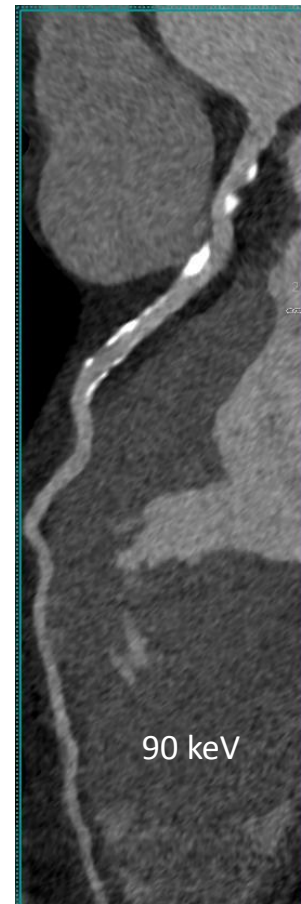
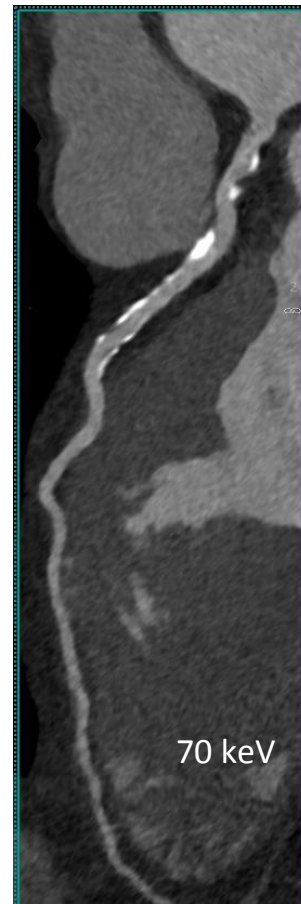
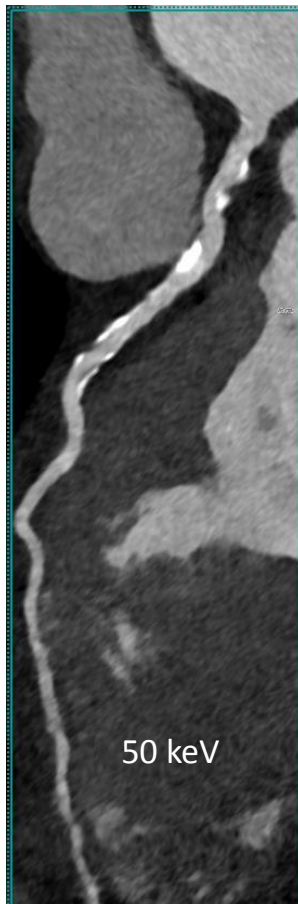


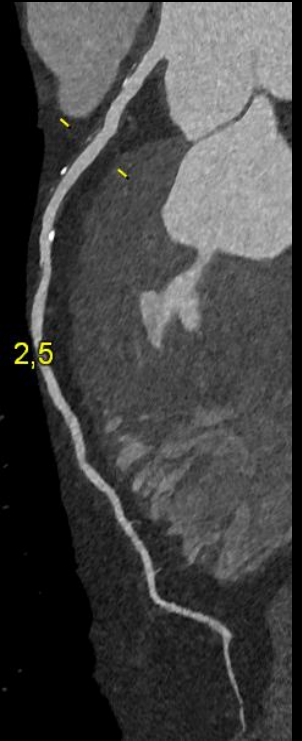
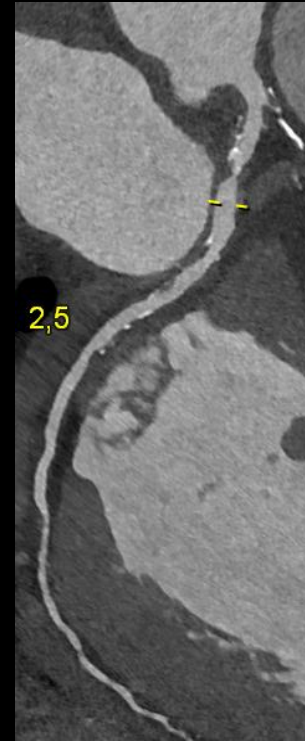
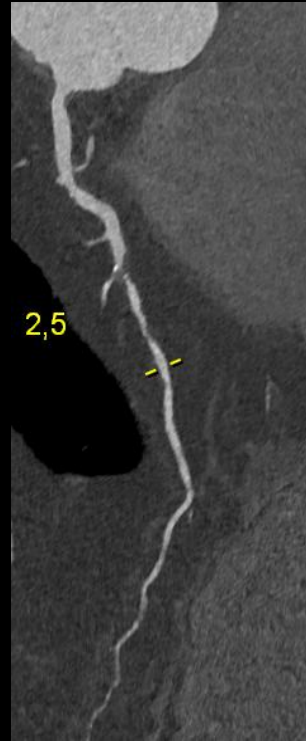
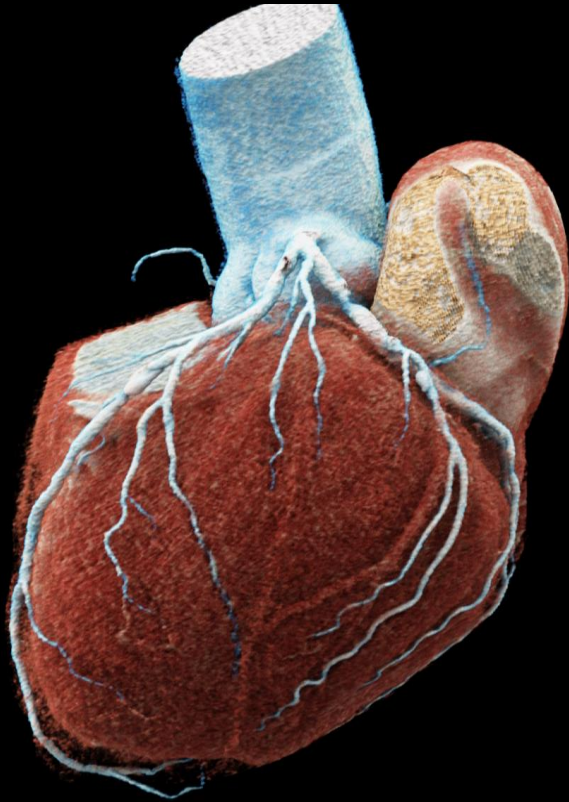
0.9 mSv, BMI 25 kg/m<sup>2</sup>, 51/min Kernel: Bv40 Iteratív rekon: Q3, VMI: 55 keV

# 57 éves férfi, típusos mellkasi panaszok

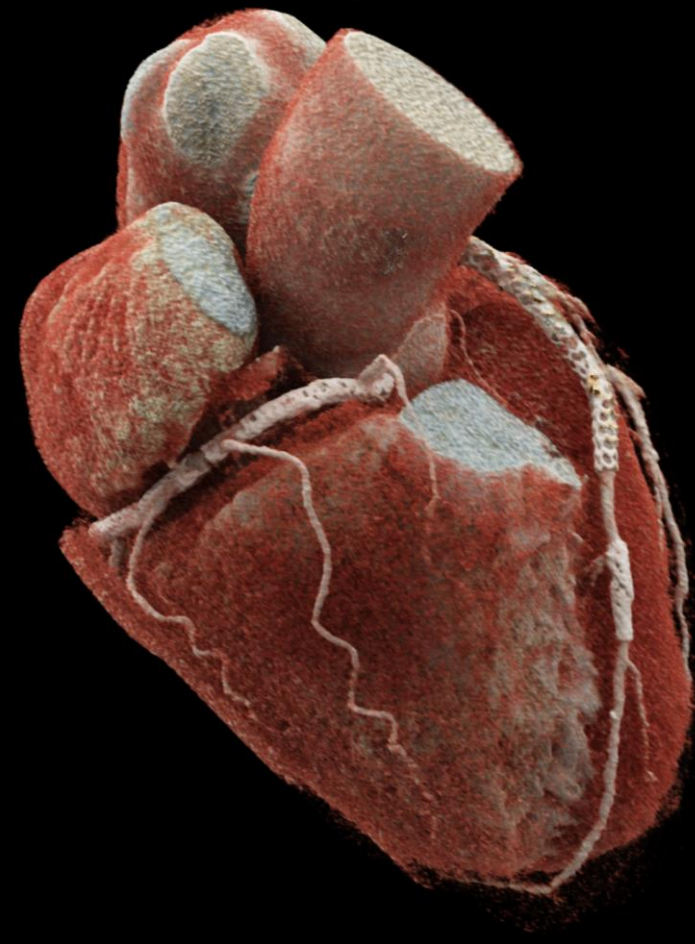
	CACS
LM	313
LAD	703
LCx	7
RCA	598
<b>Total</b>	<b>1618</b>

*2.34 mSv*



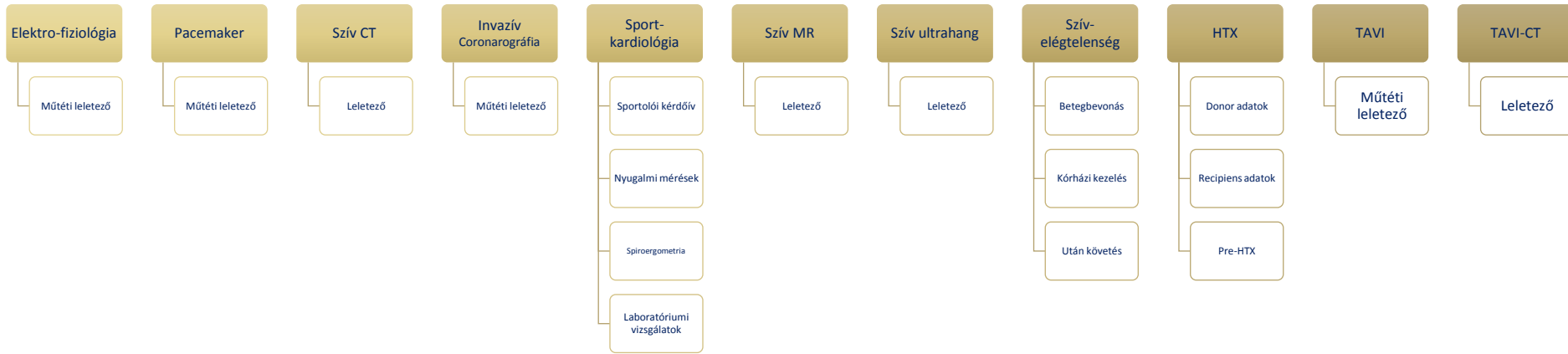


Naeotom Alpha, Photon-counting CT, Semmelweis University, Budapest, Hungary

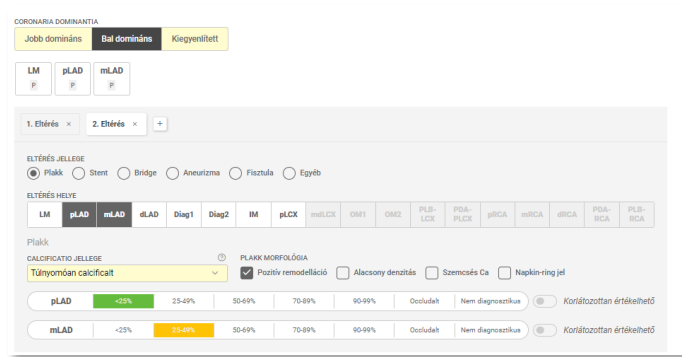
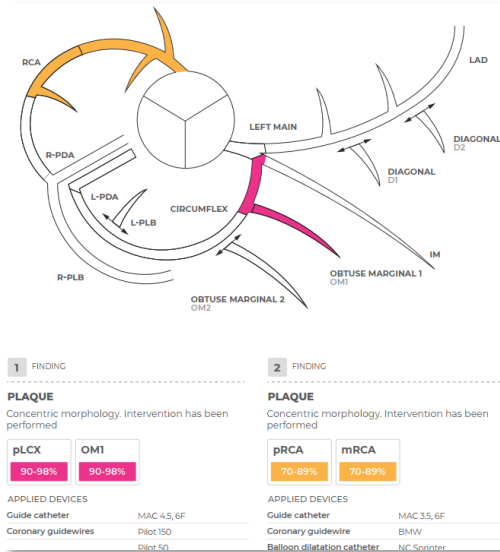


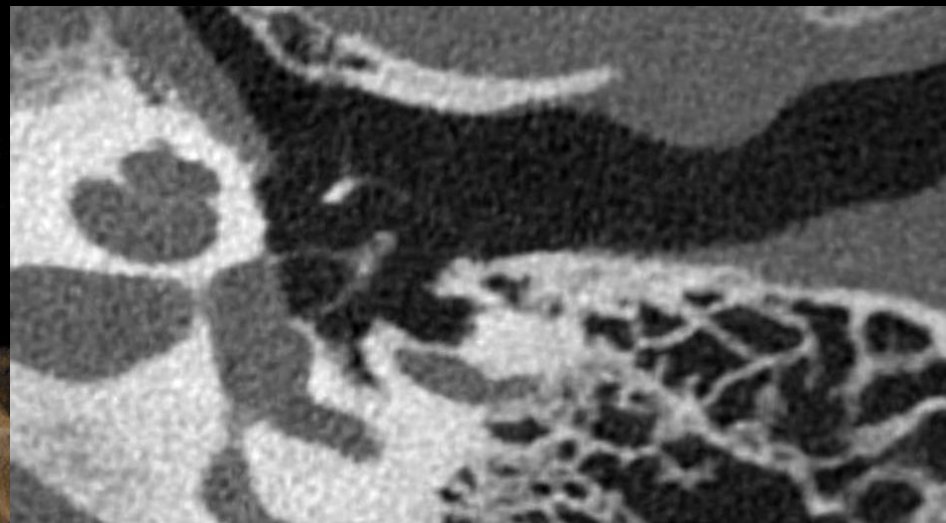
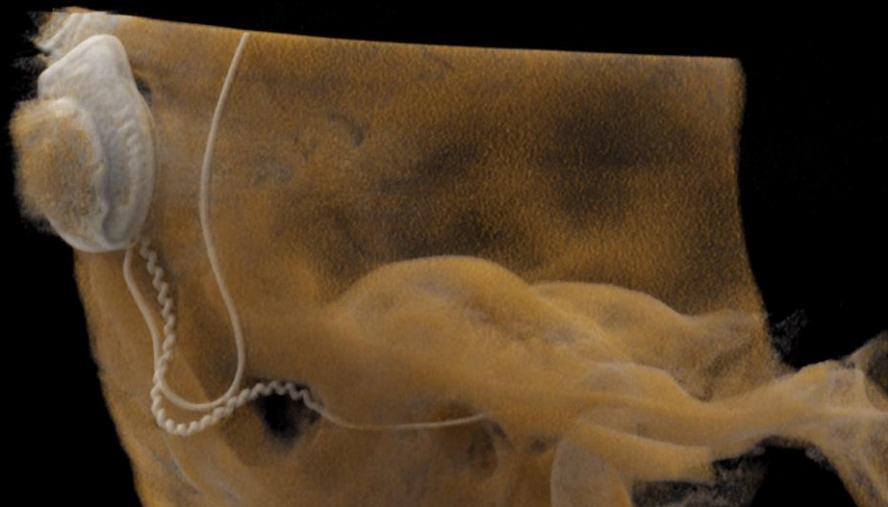
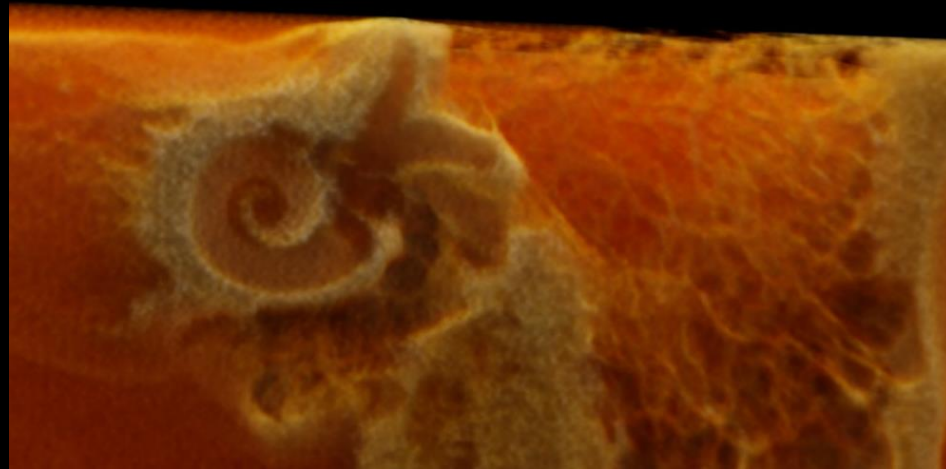
- 74 éves férfi
  - Típusos mellkasi fájdalom miatt a coronaria status tisztázása céljából vizsgáltuk
- Szeletvastagság: 0,2 mm
- 140 keV
- mAs: 52 mA
- tDLP: 323 mGycm

# AXIS – Strukturált adatgyűjtő és leletező



# AXIS – Strukturált adatgyűjtő és leletező







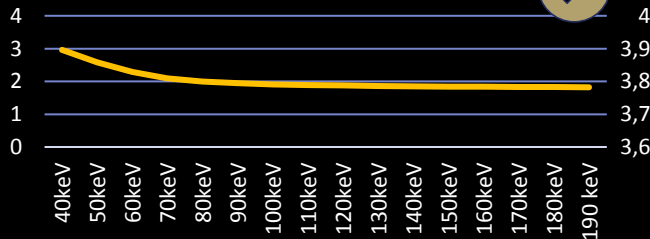
# Köszönöm a figyelmet!



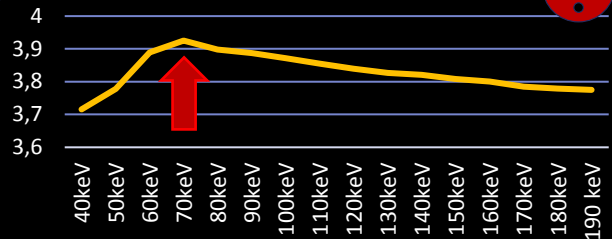
# Spektrális radiomika

Egyedi szöveti tulajdonság?

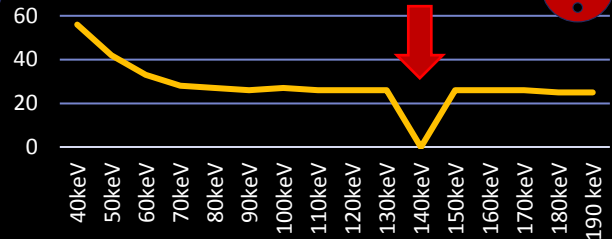
Entropy  
(firstorder feature)



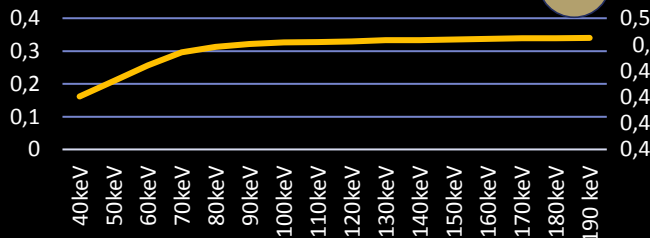
Kurtosis  
(firstorder feature)



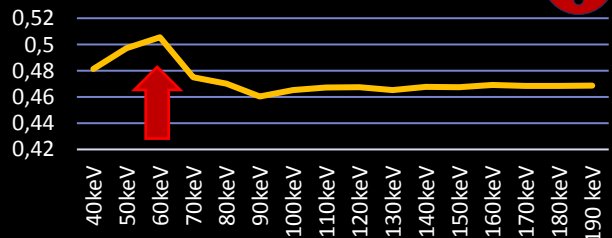
InterquartileRange  
(firstorder feature)



Uniformity  
(firstorder feature)



InverseVariance  
(GLCM-based feature)



LargeDependenceHighGrayLevel  
Emphasis (GLDM-based feature)

