

# Innovatív képalkotással a betegségek nyomában

Szigeti Krisztián

Kvantitatív In vivo Molekuláris Képalkotó Központ  
Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

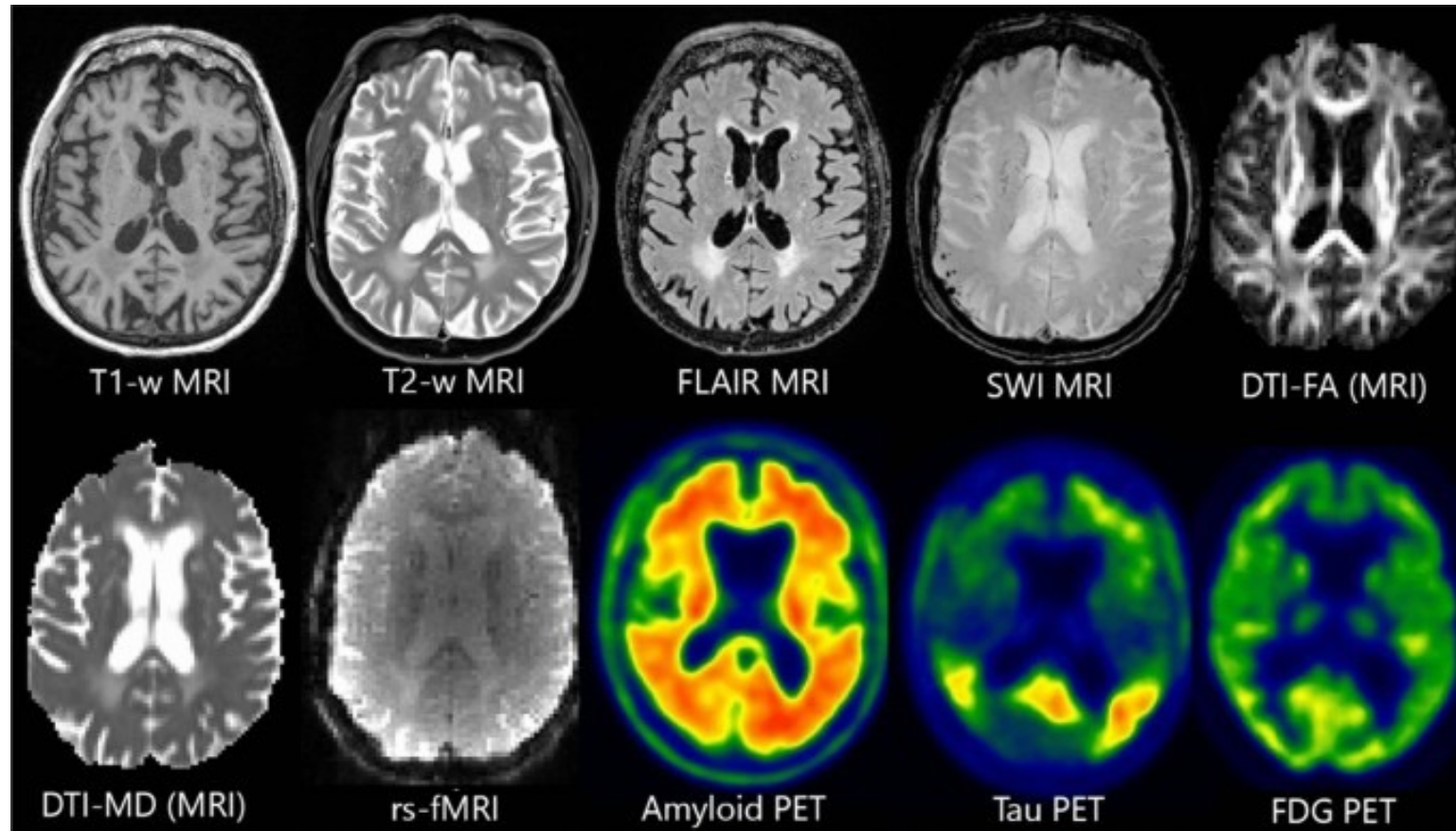


**SEMMELWEIS**  
UNIVERSITY 1769

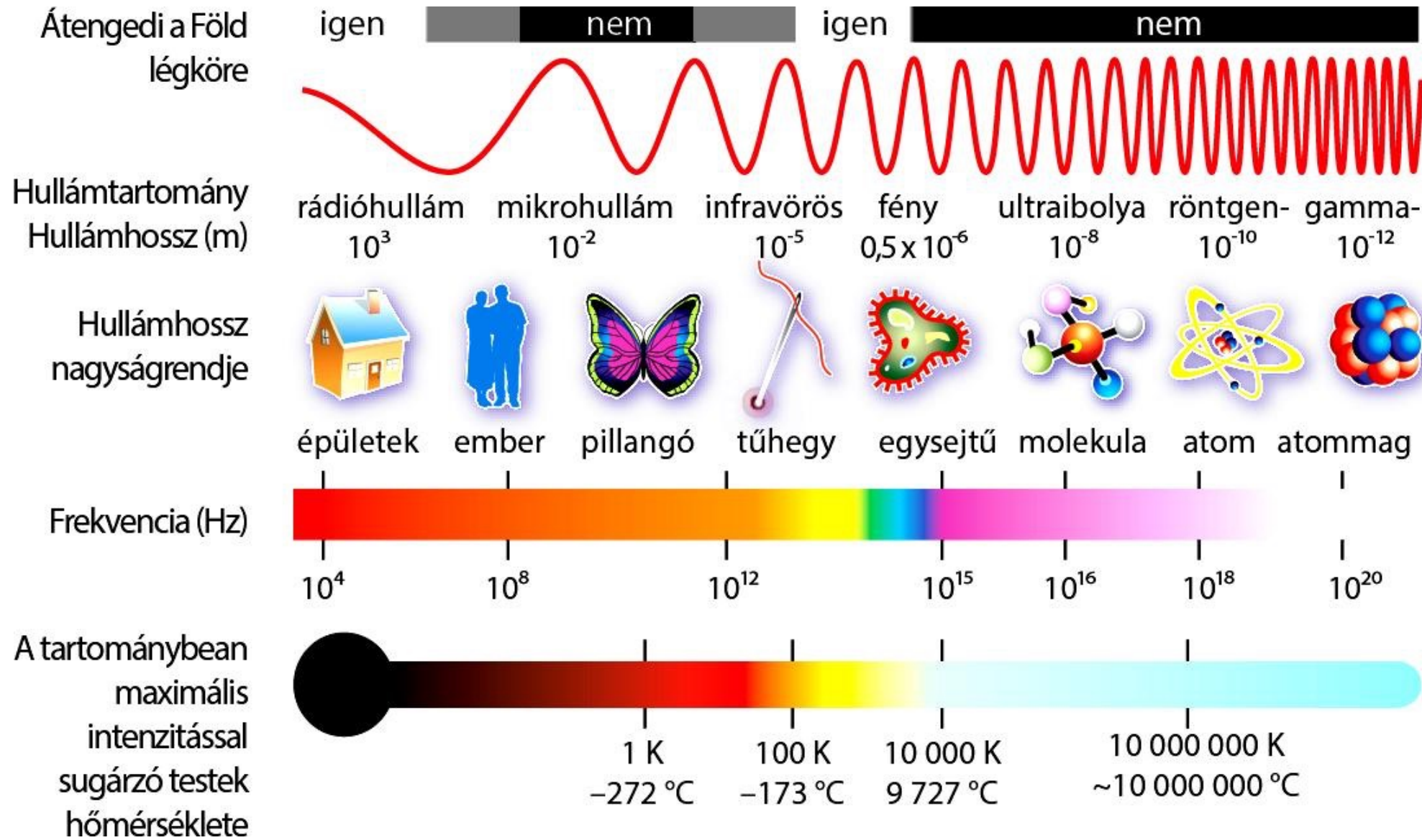
# Diagnosztika és terápia



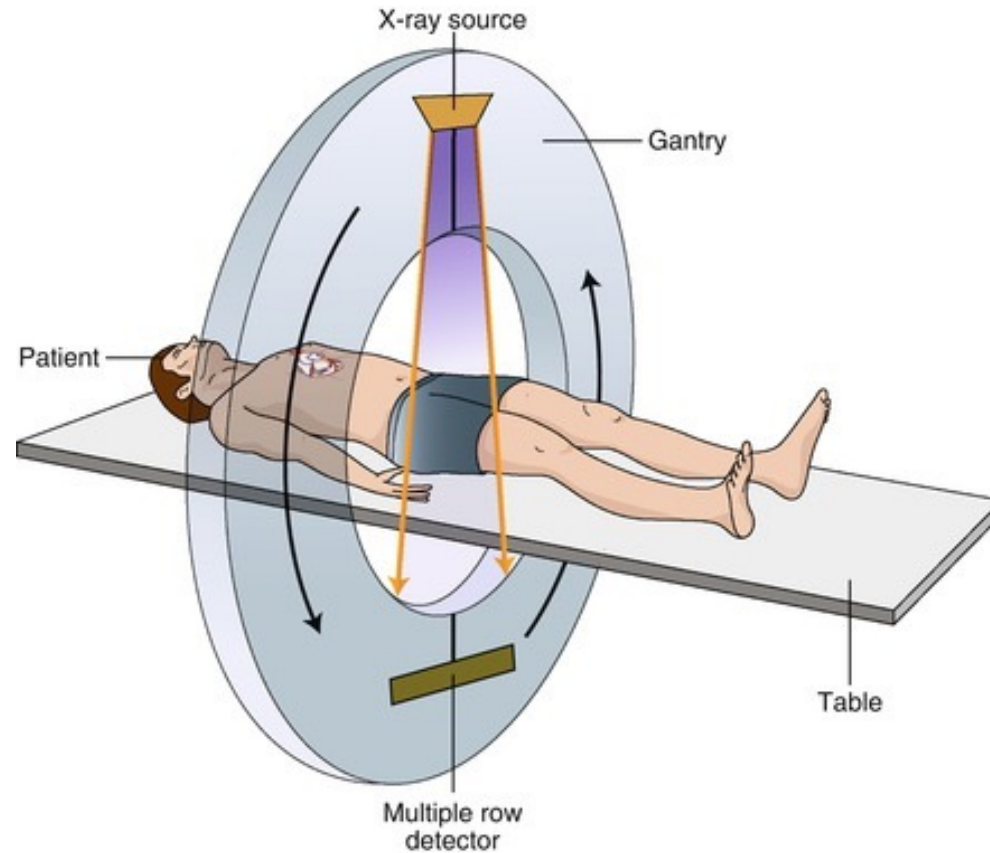
# Képzalkotás – Miért van ennyi műszer?



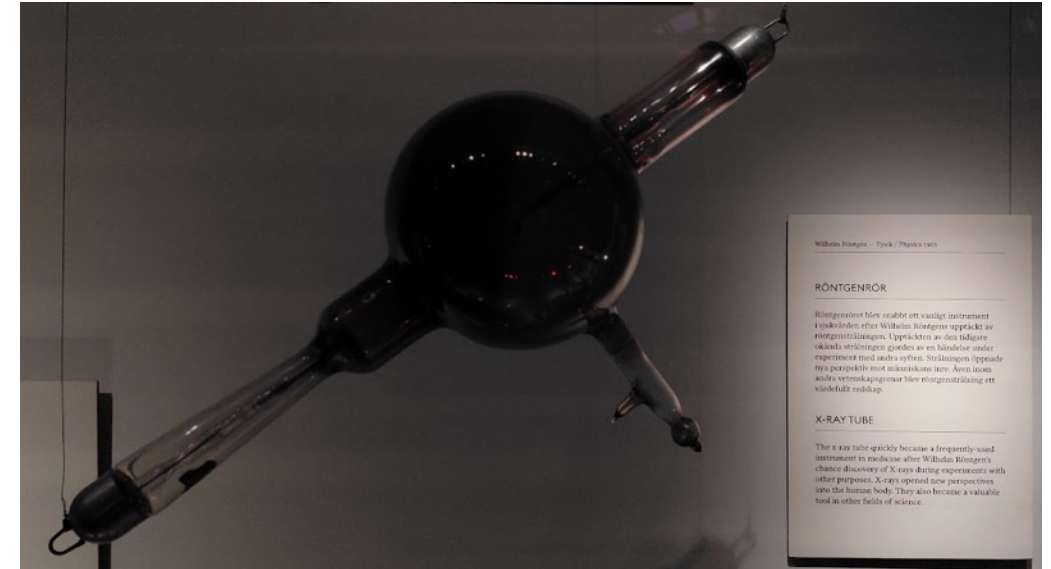
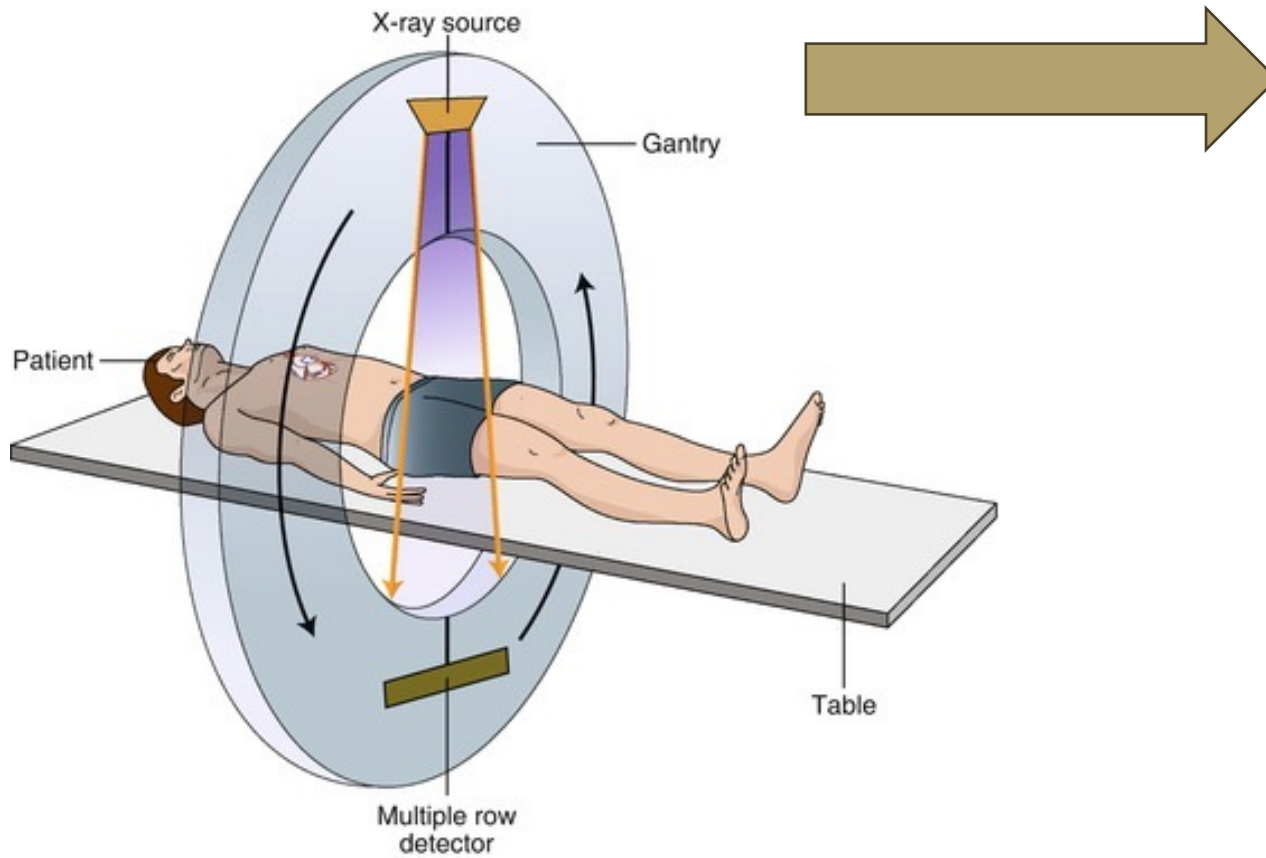
CT, MRI, SPECT, PET, UH, OI



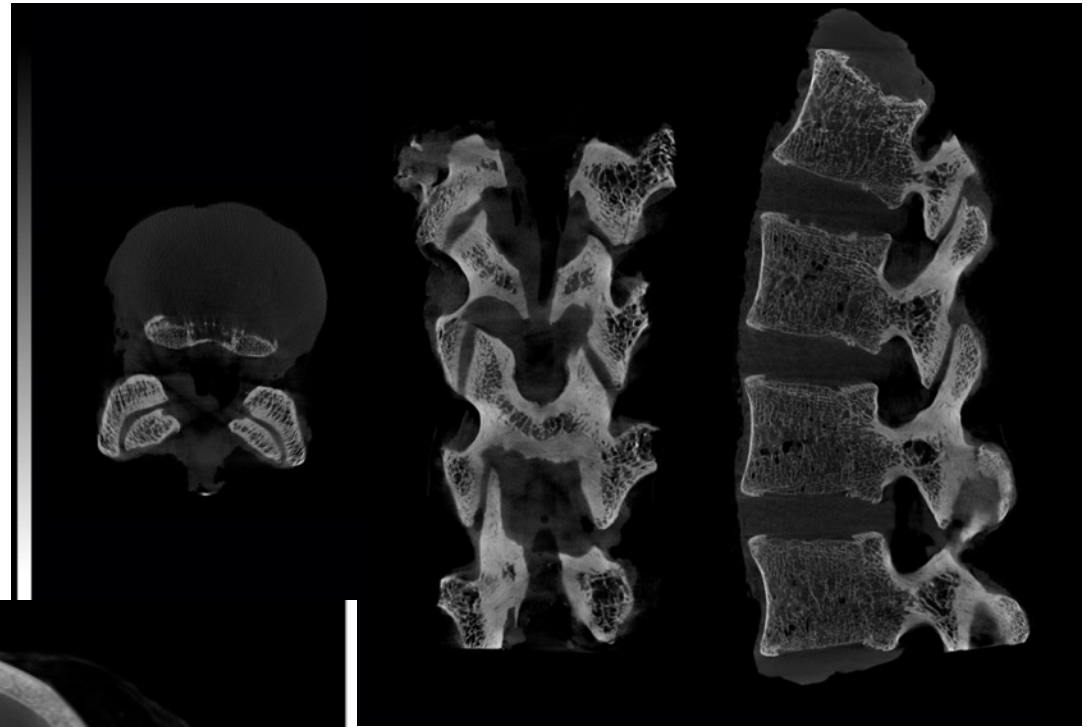
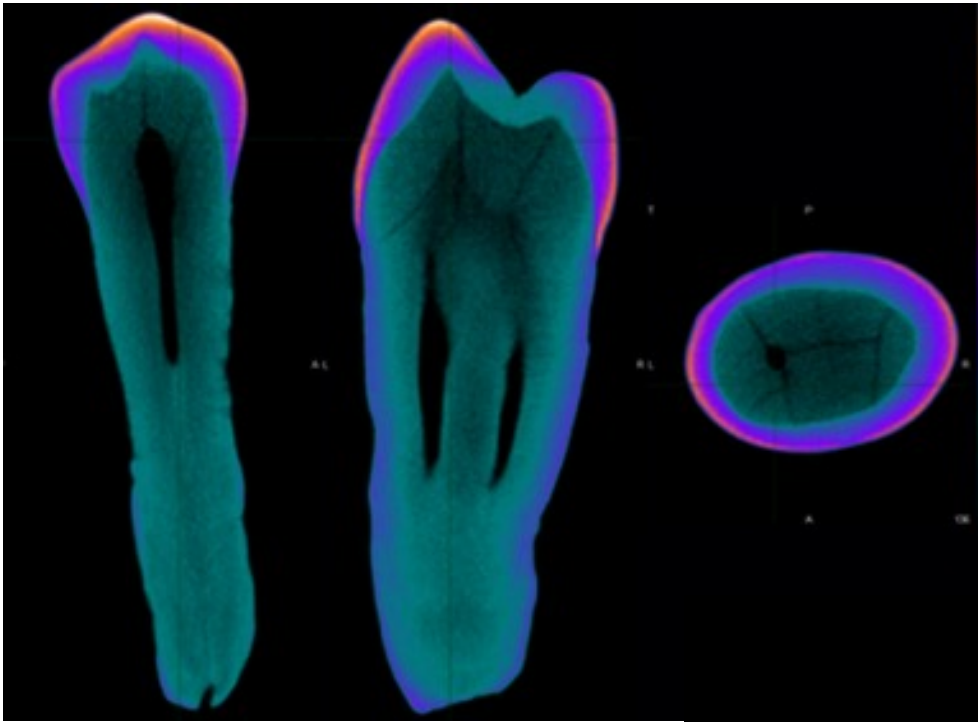
# Komputeres Tomográfia (CT)



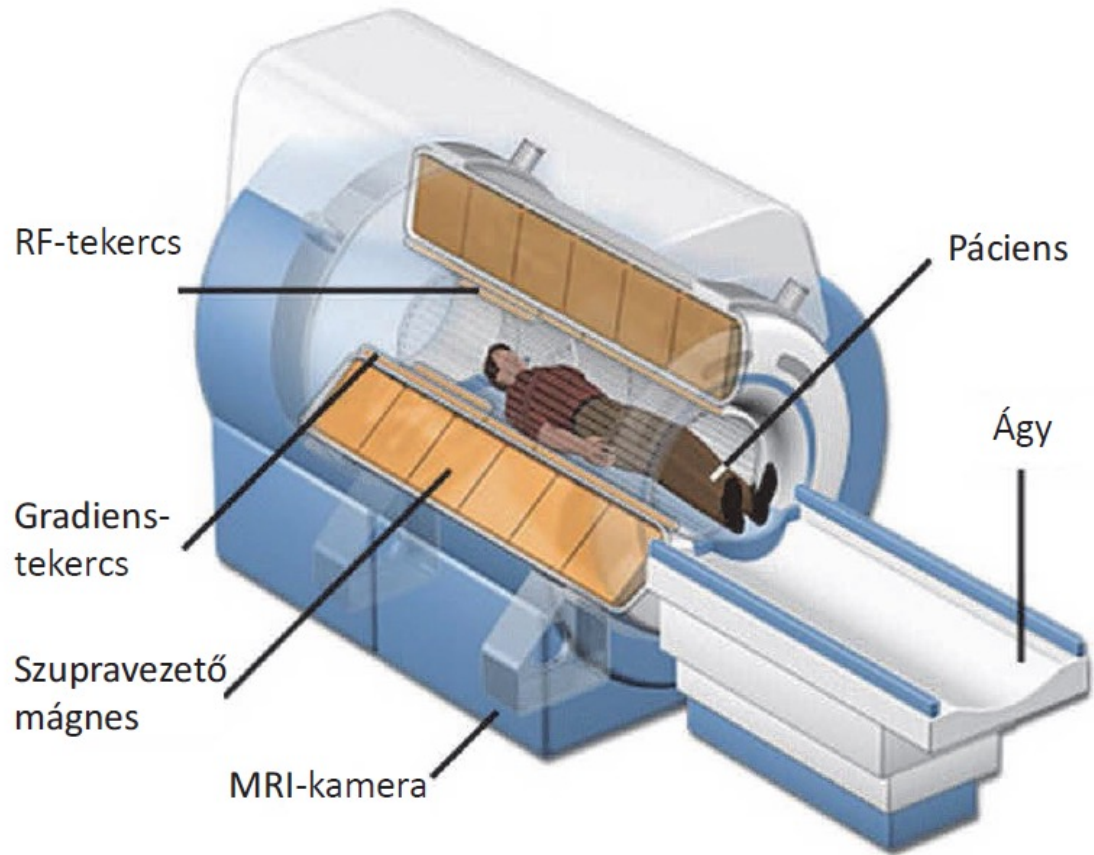
# Komputeres Tomográfia (CT)



„Lénárd cső”



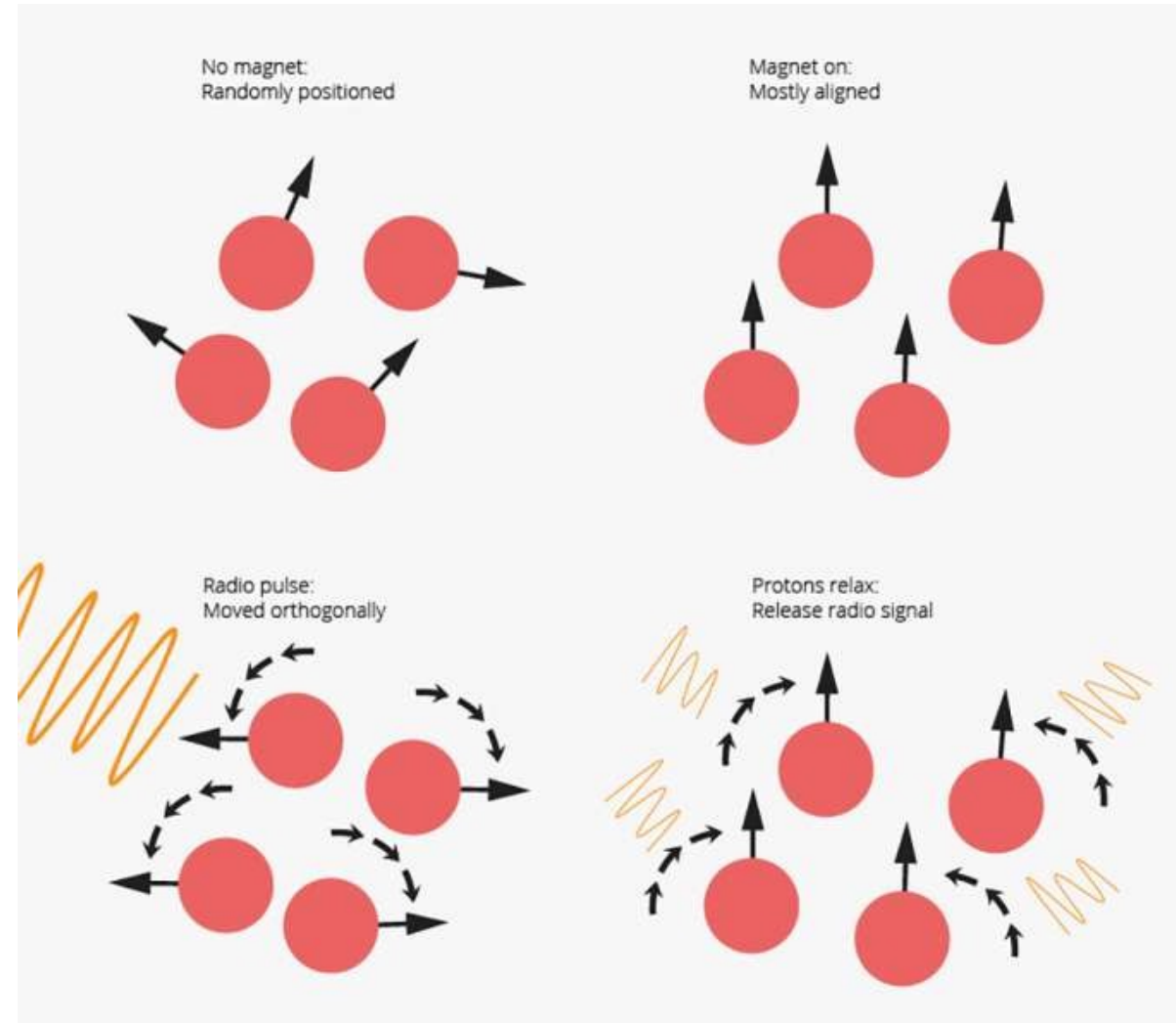
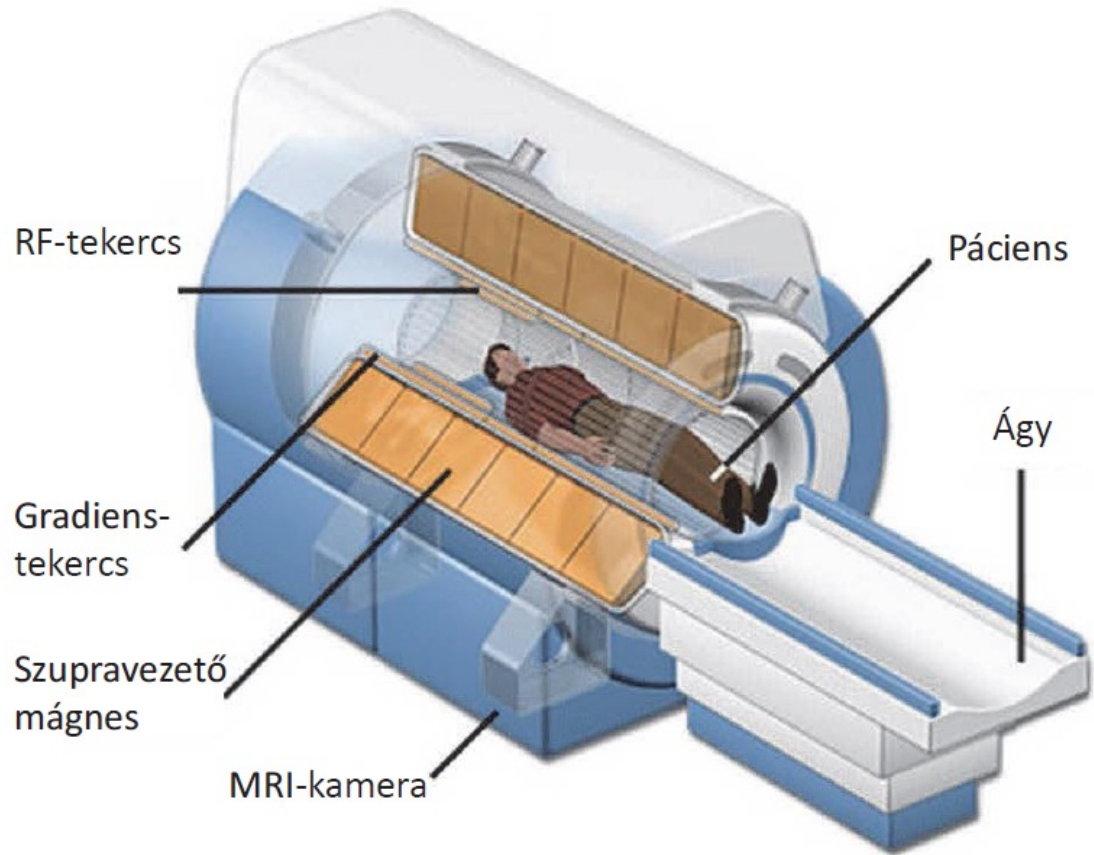
# Mágneses Rezonancia Képzéskészítés (MRI)

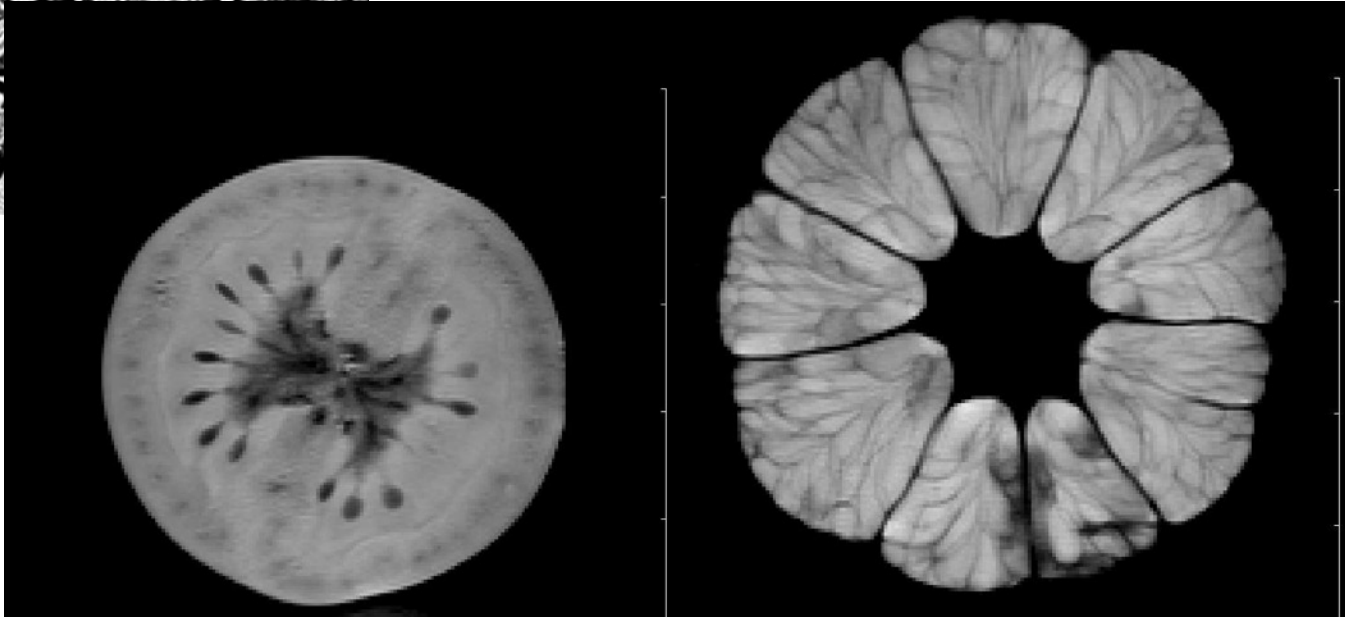
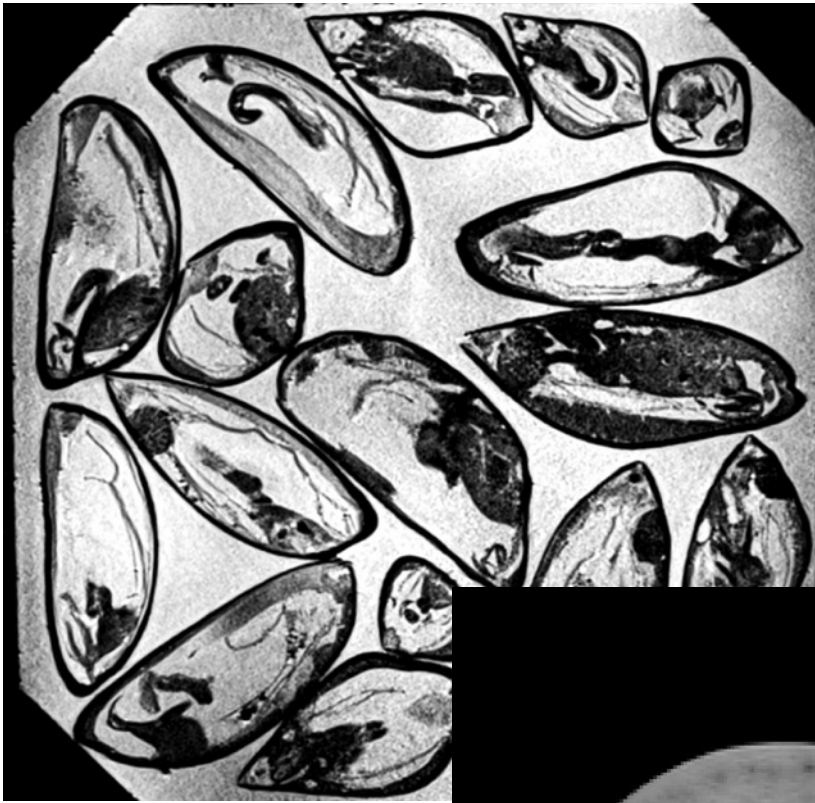


Raymond Damadian (1970)

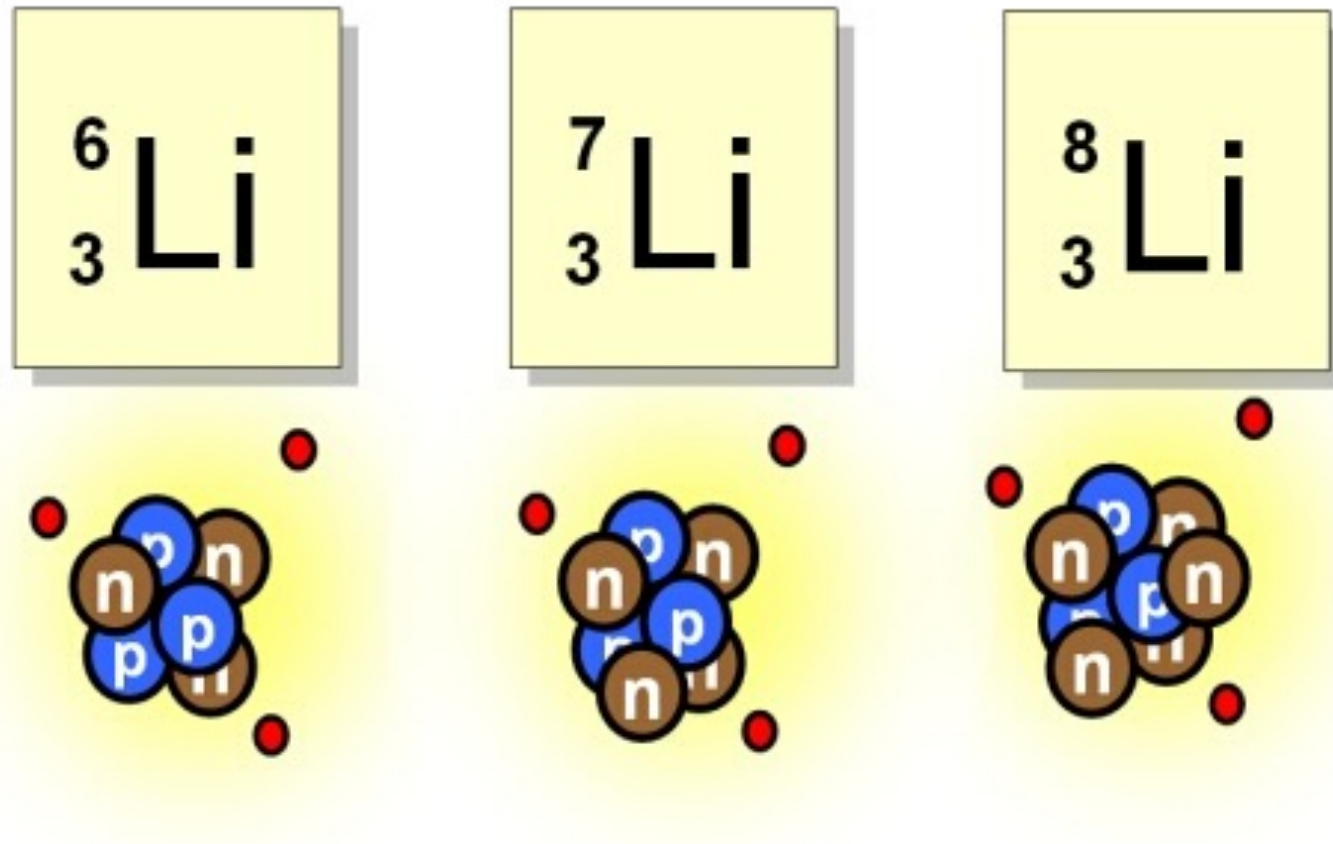


# Mágneses Rezonancia Képző (MRI)



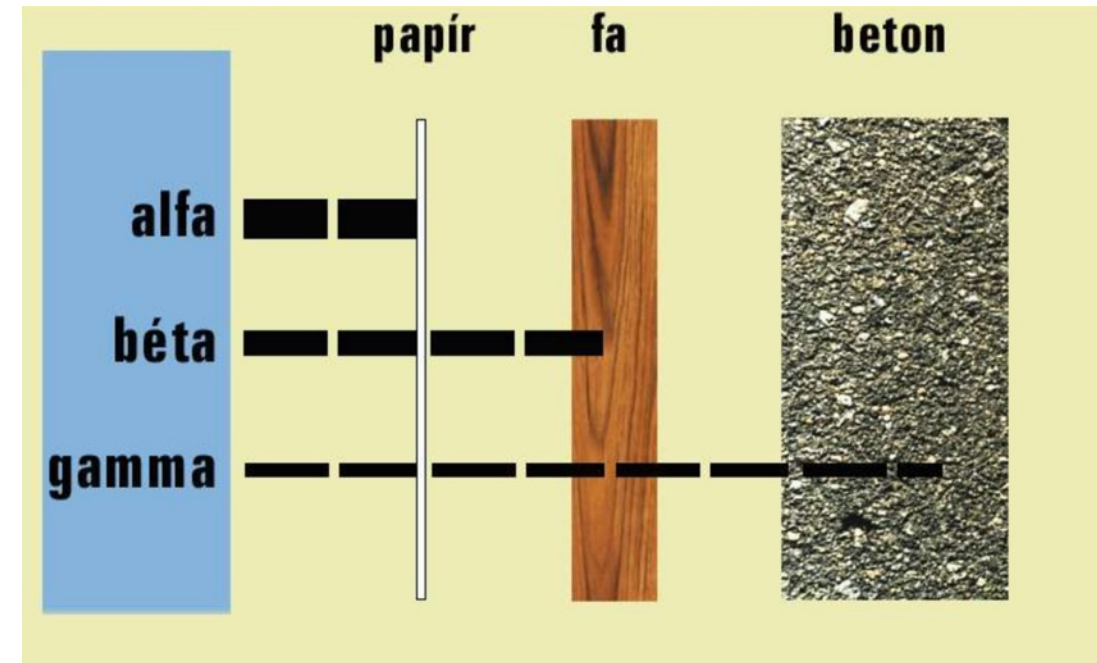
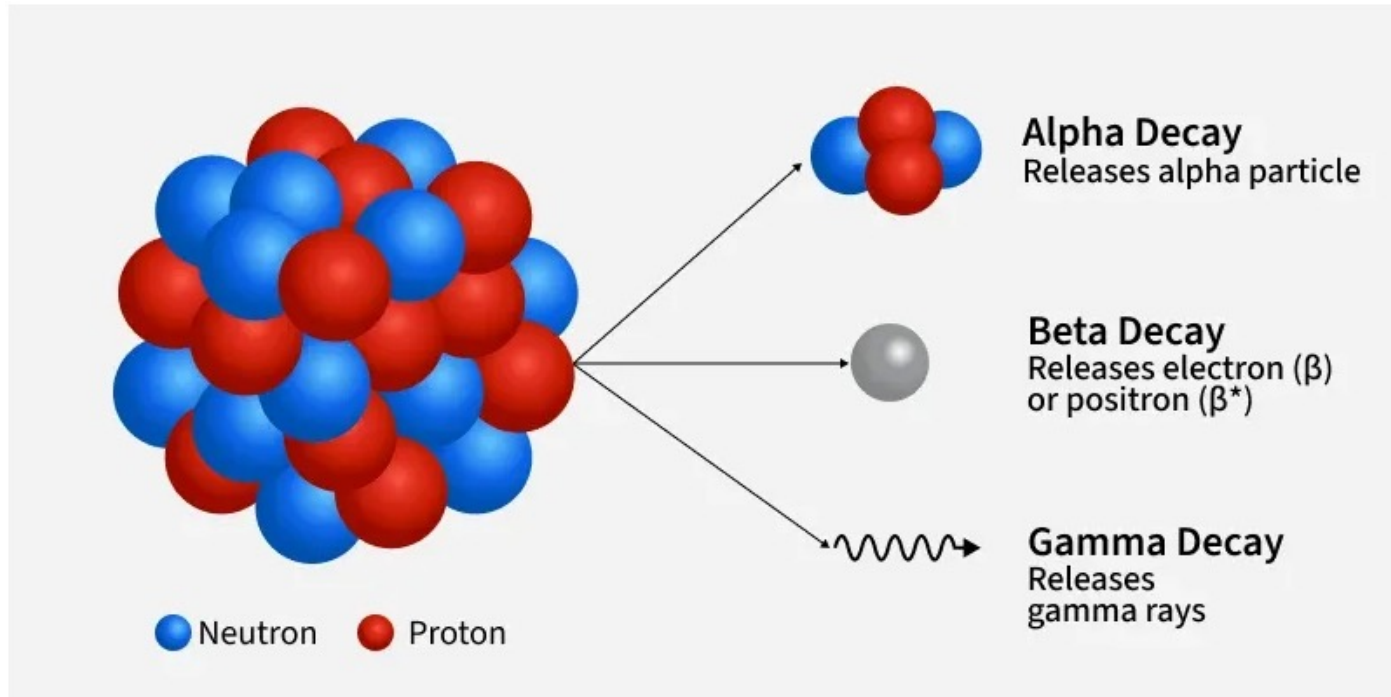


# Izotóp és sugárzás

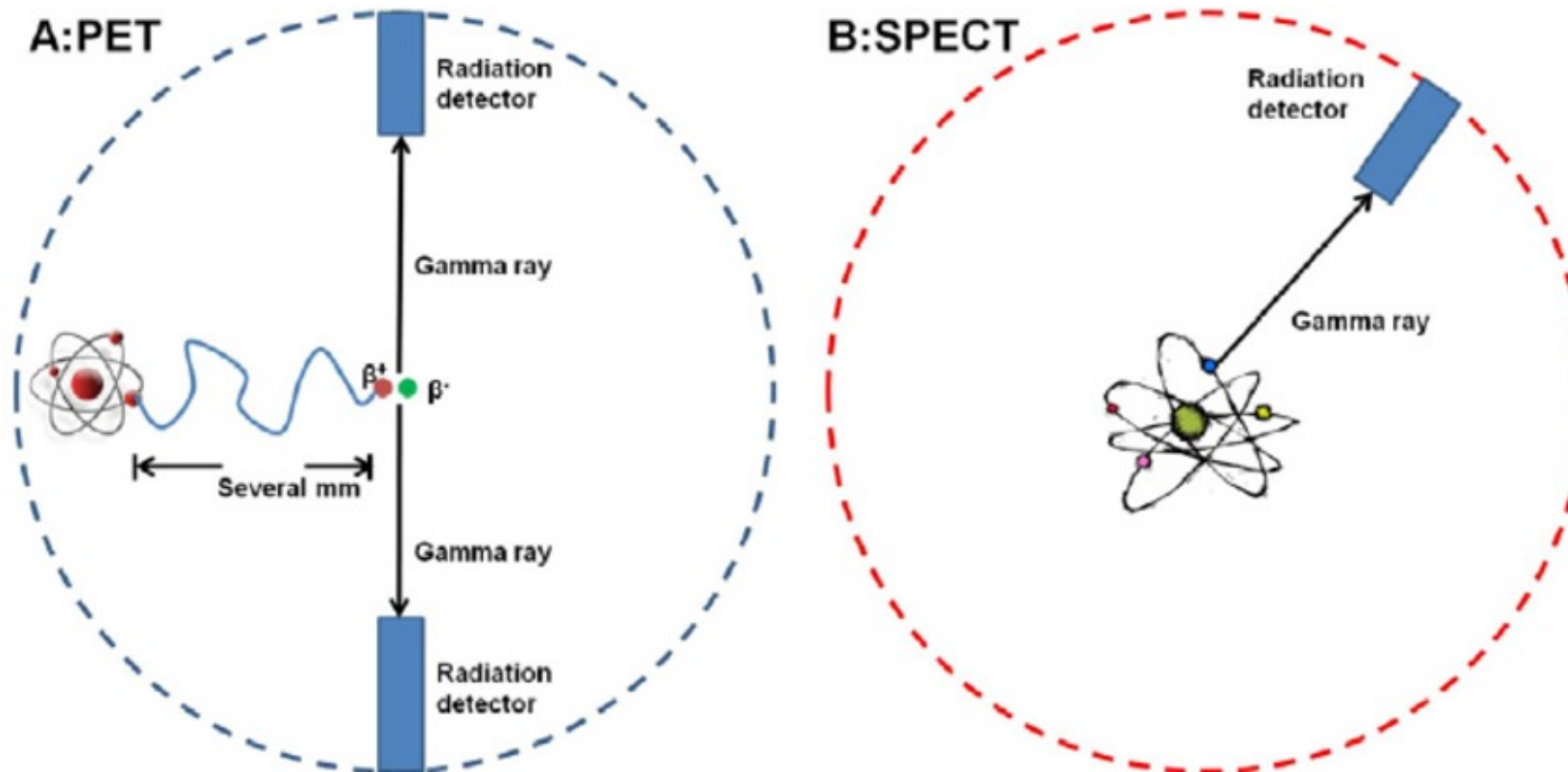


Stabilitás – Felezési idő

# Izotóp és sugárzás



# Izotópos képalkotás - PET és SPECT



# Képzalkotás – Nobel díjasok

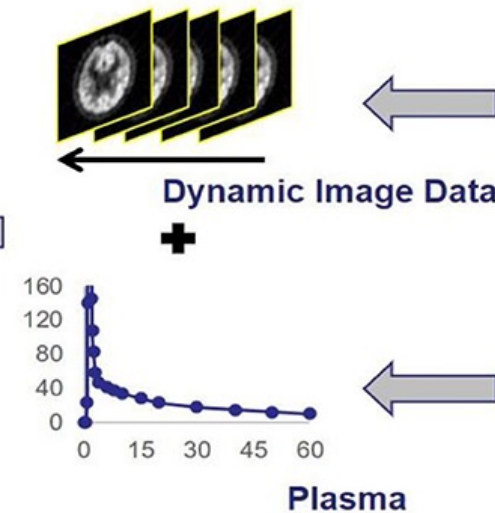
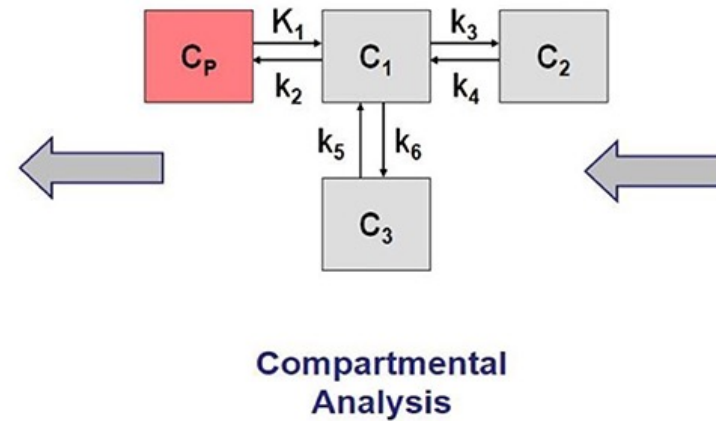
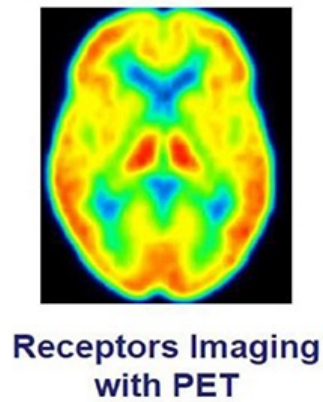
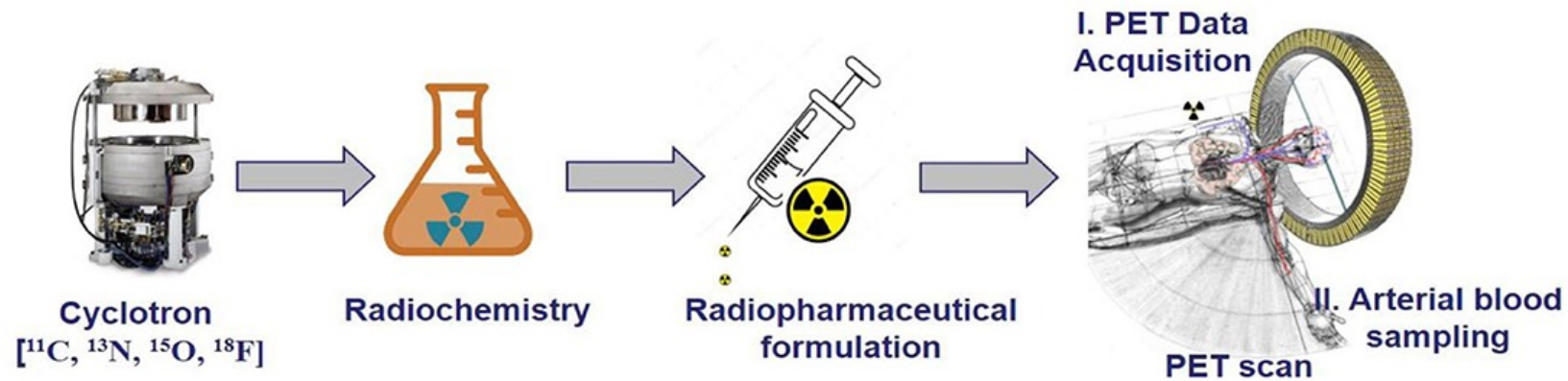
Wilhelm Conrad Röntgen (1901): Röntgen sugarak felfedezése

Hevesy György (1943): Radioaktív nyomjelzés

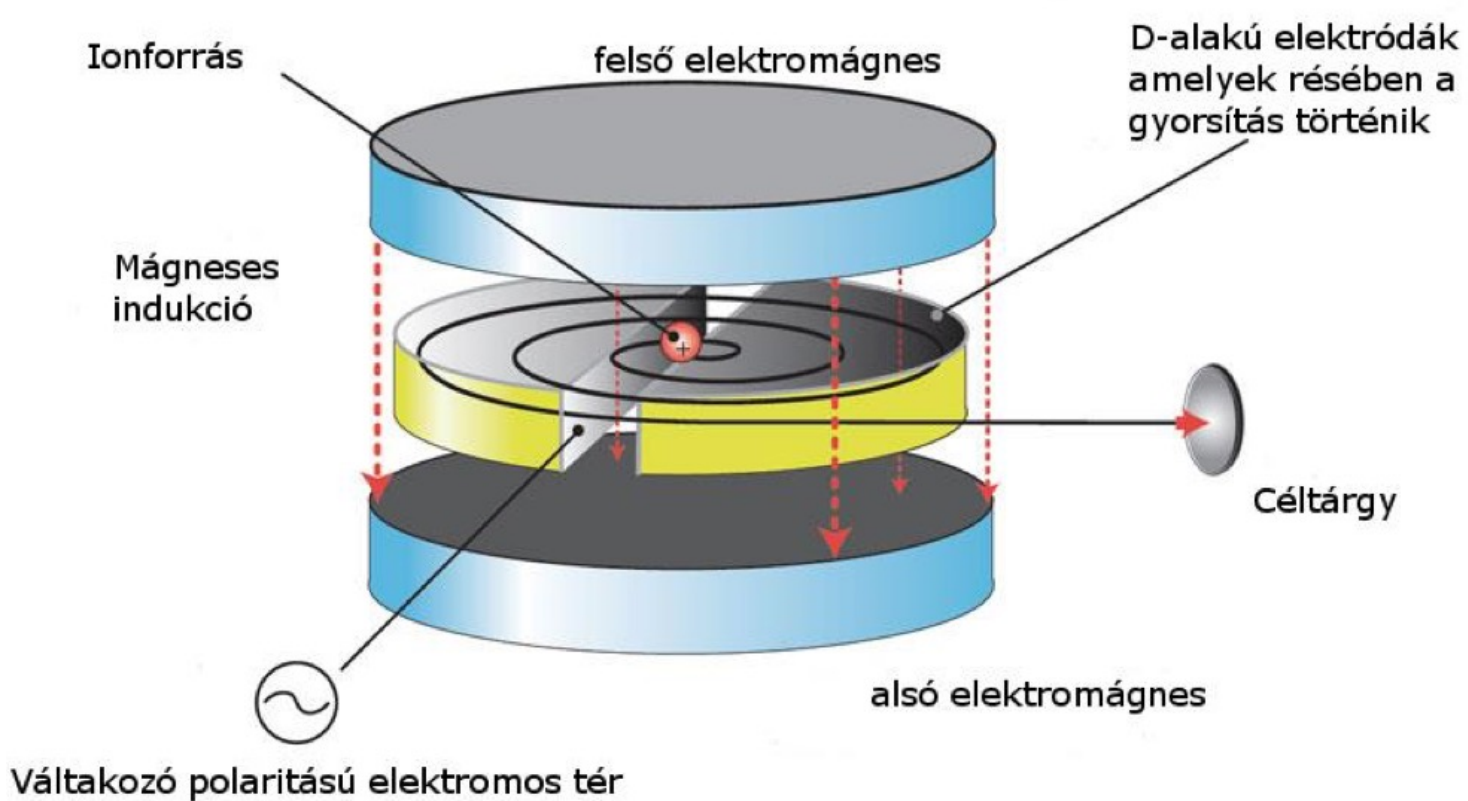
Godfrey Hounsfield és Allan Cormack (1979): Komputeres tomográfia (CT)

Paul Lauterbur és Sir Peter Mansfield (2003): Mágneses rezonancia-képzalkotás (MRI)

# Izotópok képképzése



# Izotóp források: Ciklotron

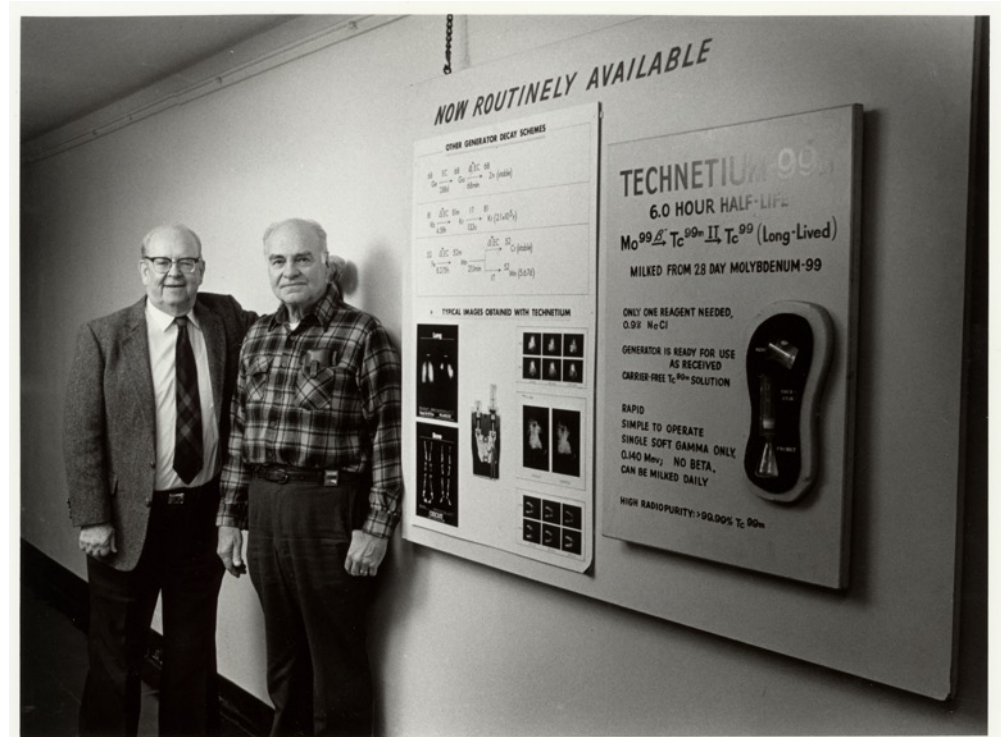


# Izotóp források: Generátor



Margaret Greene (1958)

$^{99m}\text{Tc}$

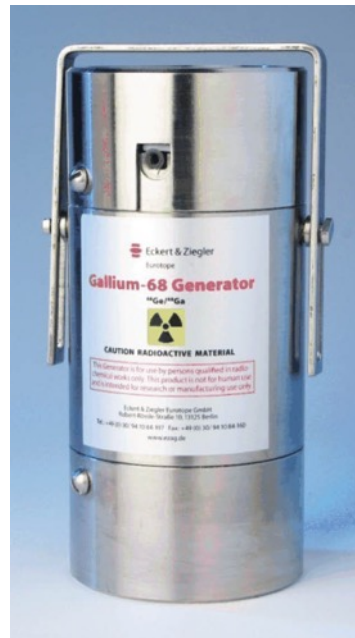


Walt Tucker (left) and Powell "Jim" Richards (right)

# Izotóp források: Generátor



$^{99m}\text{Tc}$



$^{68}\text{Ga}$



$^{212}\text{Pb}$

# Izotópok célba juttatása

Természetes

$^{124}\text{I}$  ( $e^+$ ),  $^{125}\text{I}$  (gamma),  $^{127}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$  ( $e^-$ )

**RADIO-IODINE HALTS ONE TYPE OF CANCER**  
Radioactive chemical brings about history-making recovery of patient dying from thyroid tumors

The man shown in the contrasting portraits at right is a Brooklyn shoe salesman named Bernard Brunschwig who is destined to become one of the most famous patients in medical history. Brunschwig is the first person known to be cured (as far as a cure can be established by medical tests as a living person) of metastatic cancer, a form of the disease in which the malignancy spreads through the body from an original tumor. Metastatic cancer has always been 100% fatal. But Brunschwig's tumors were destroyed in a simple, almost miraculous way: by the drinking of four doses of radioactive iodine.

When Brunschwig was admitted to New York's Memorial Hospital, he was a thin, emaciated man. He had lost 100 pounds in the last year. His neck was a mass of tumors. He had a cough that would not stop. He had a fever that would not stop. He had a pain that would not stop. He had a weakness that would not stop. He had a hope that would not stop.



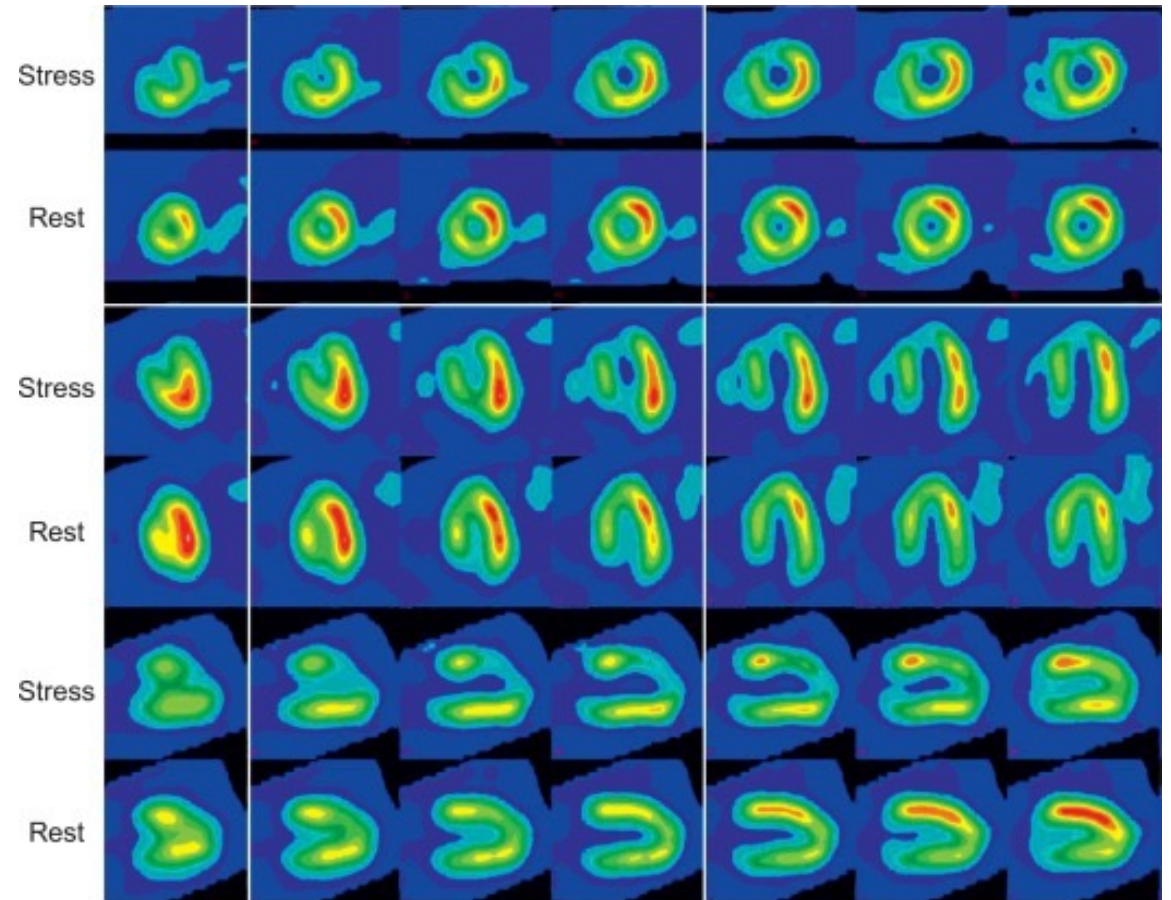
BERNARD BRUNSCHWIG IN 1947 (LEFT) AS HE LOOKS TODAY

Iodine is chemically identical with ordinary iodine. It goes off a powerful solution that reaches any tissue that absorbs it in sufficient concentration. The chemical had never been effectively used as a treatment for cancer, but Brunschwig agreed to try it in the hope that it might help. It did. Three months after he drank his first glassful of the solution, colorless liquid, his heart began to slow down and he started gaining weight. X-ray pictures placed over the tumor sites revealed that there was a heavy concentration of radioactive iodine in these areas. After three additional doses the tumors slowly began to disappear.

# Izotópok célba juttatása

Természetes

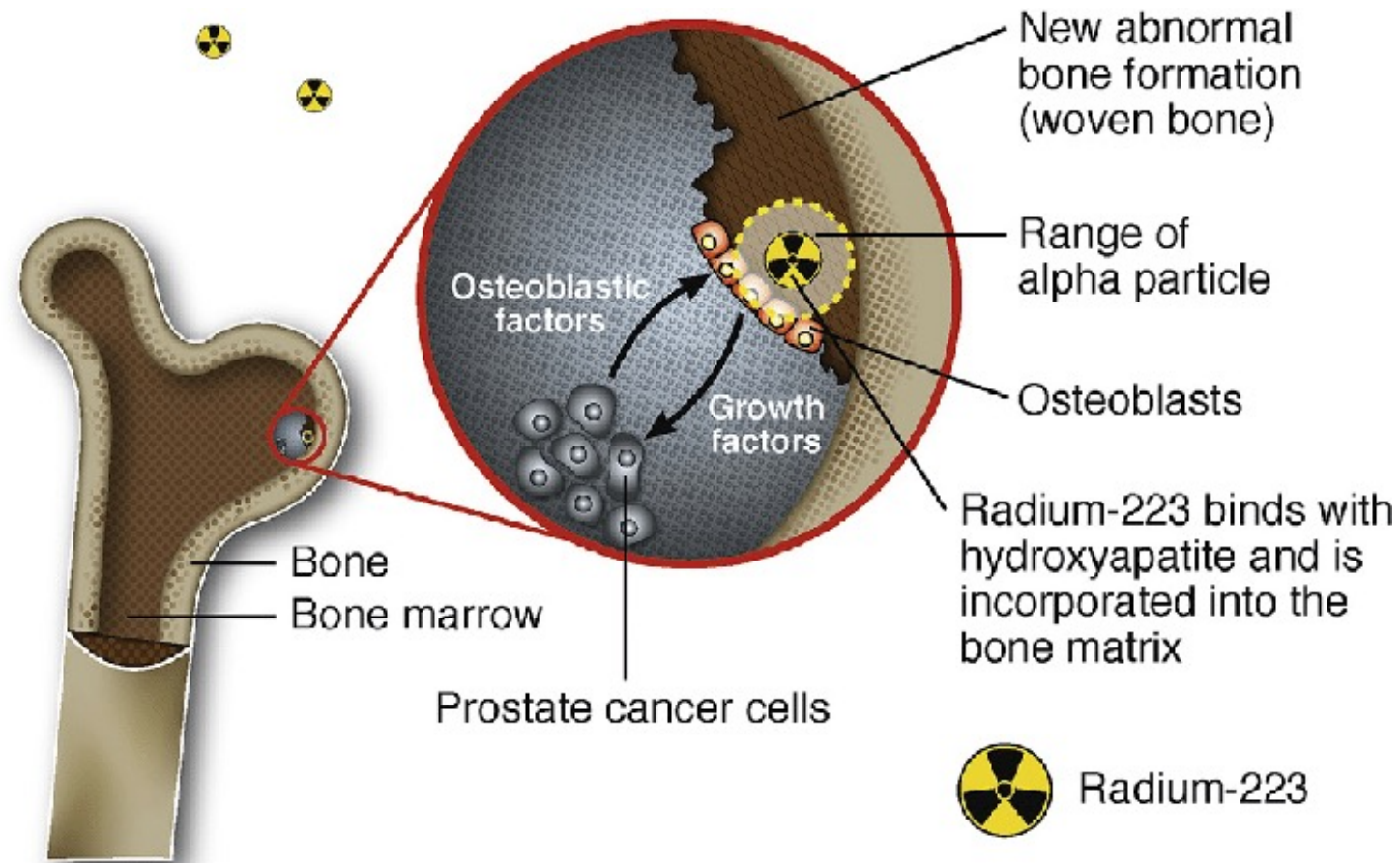
$^{124}\text{I}$  ( $e^+$ ),  $^{125}\text{I}$  (gamma),  $^{127}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$  ( $e^-$ )



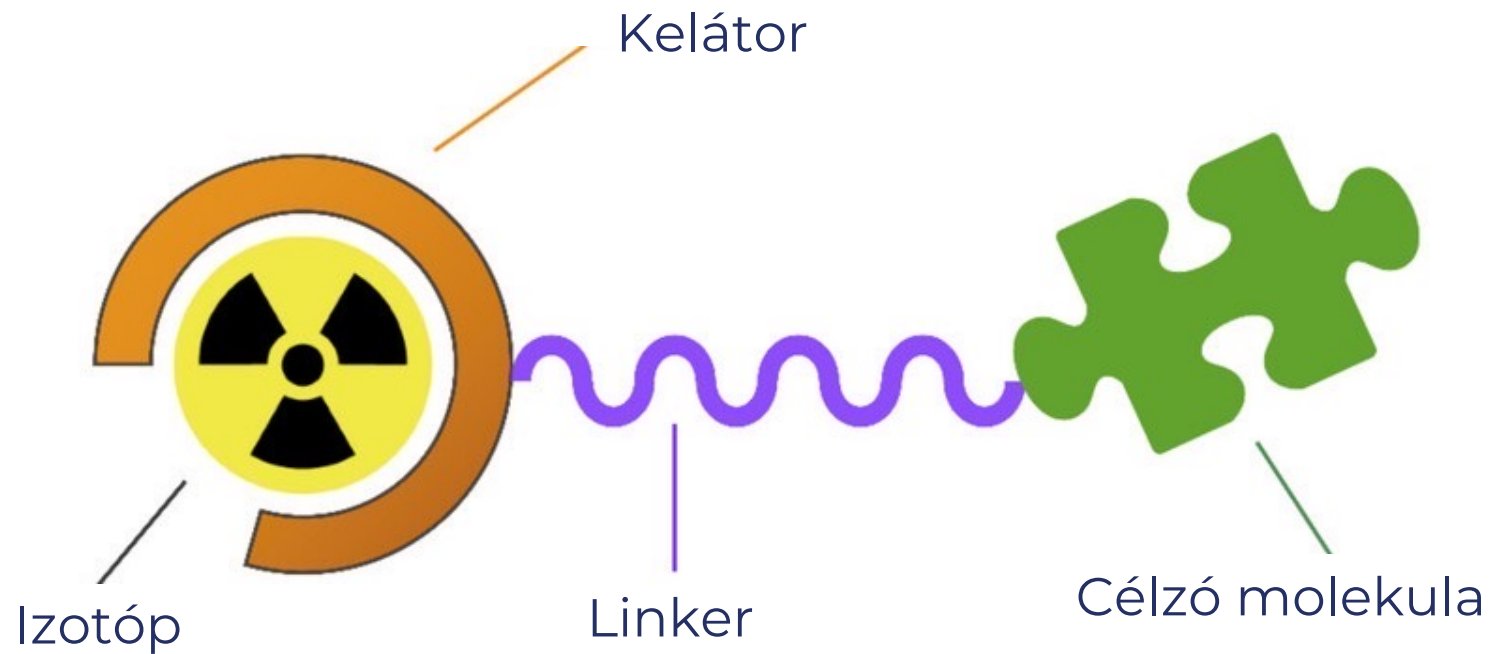
$\text{K}^+ - ^{201}\text{Tl}$

# Izotópok célba juttatása

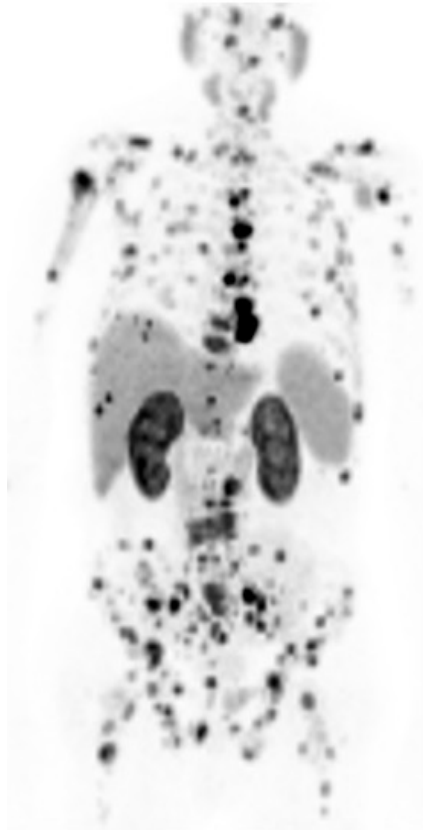
Természetes



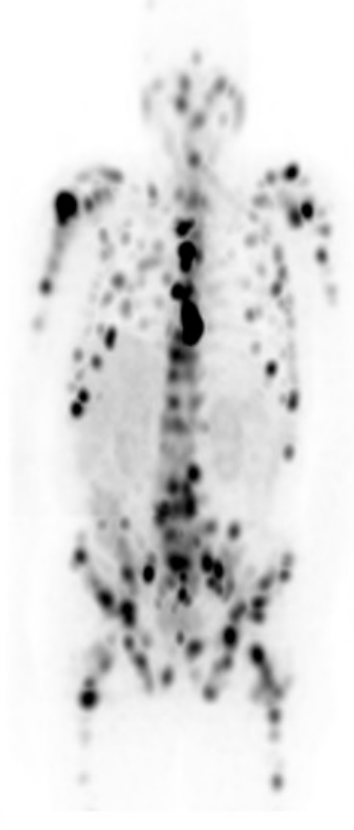
# Izotópok célba juttatása



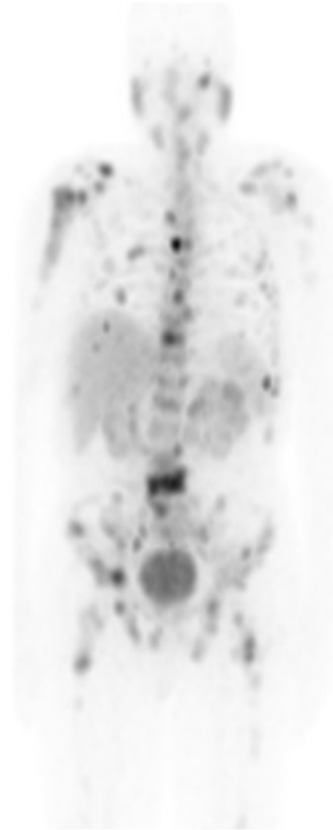
# Diagnosztika és terápia



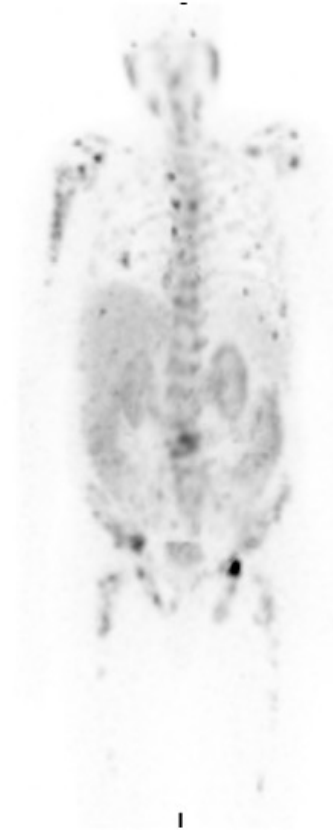
<sup>68</sup>Ga-PSMA  
Ápril



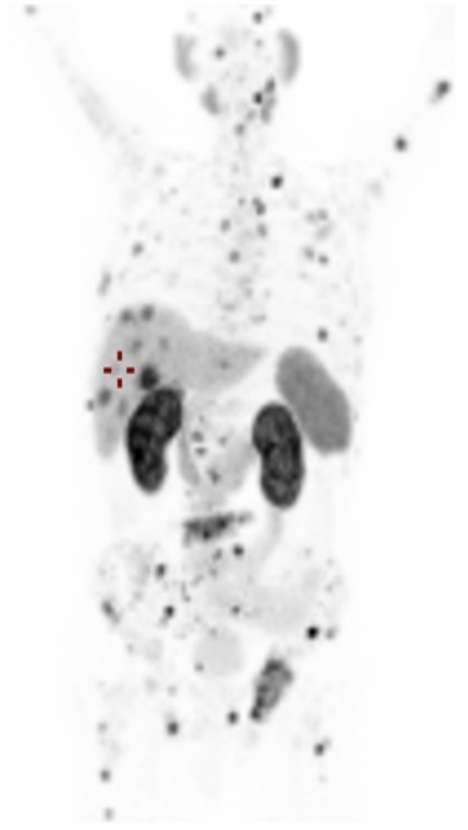
<sup>177</sup>Lu-PSMA  
Ápril



<sup>177</sup>Lu-PSMA  
Június

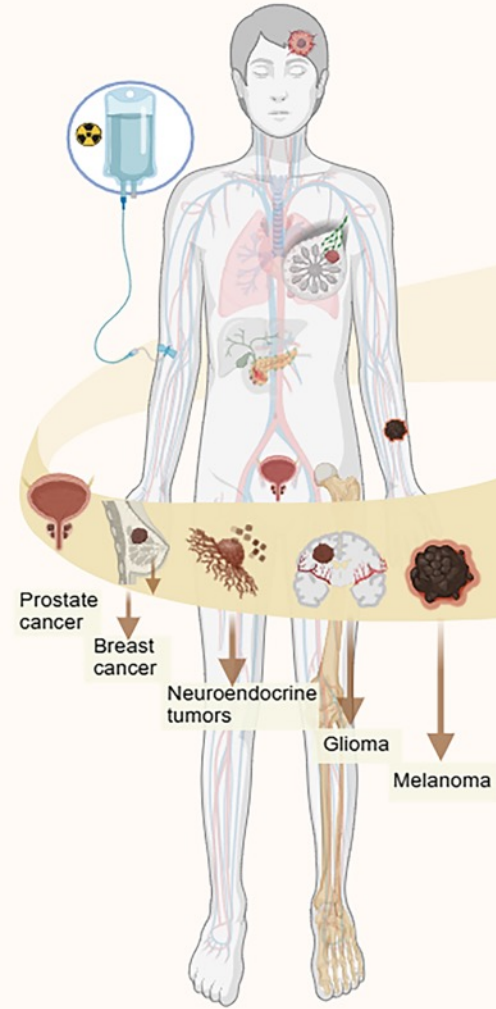


<sup>177</sup>Lu-PSMA  
Augusztus



<sup>68</sup>Ga-PSMA  
November

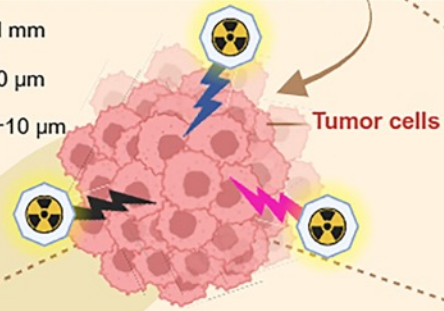
## Radionuclide-Labeled Biomaterials: A Novel Strategy for Tumor-Targeted Therapy



Blood vessel      Radiopharmaceutical



- $\beta$ : several mm
- $\alpha$ : 40–100  $\mu\text{m}$
- AE: 0.01–10  $\mu\text{m}$



### Radionuclides emitting $\beta$ particles:

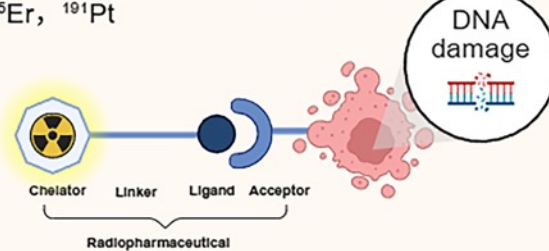
$^{177}\text{Lu}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{181}\text{Tb}$

### Radionuclides emitting $\alpha$ particles:

$^{225}\text{Ac}$ ,  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{211}\text{At}$ ,  $^{213}\text{Bi}$

### Radionuclides emitting Auger electrons:

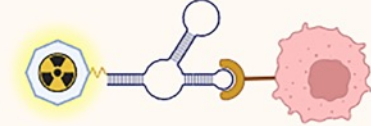
$^{125}\text{I}$ ,  $^{165}\text{Er}$ ,  $^{191}\text{Pt}$



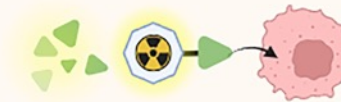
### • Antibodies and peptides



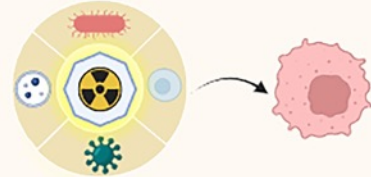
### • Aptamers



### • Small-molecules



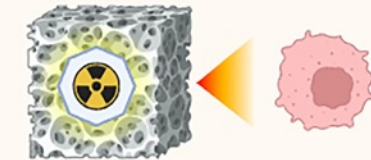
### • Biological carriers



### • Nanocarriers



### • Bone cements



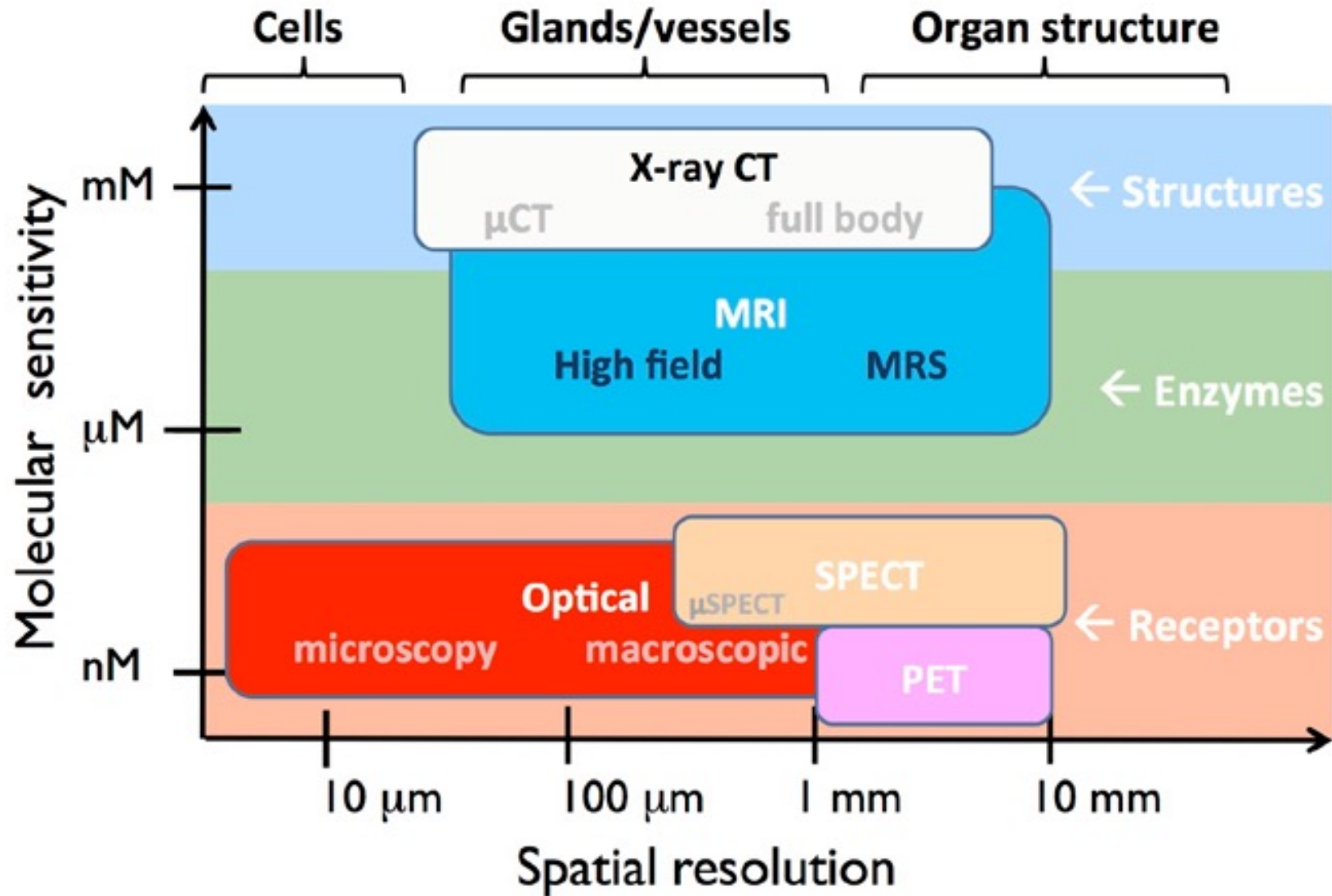
### • Microspheres



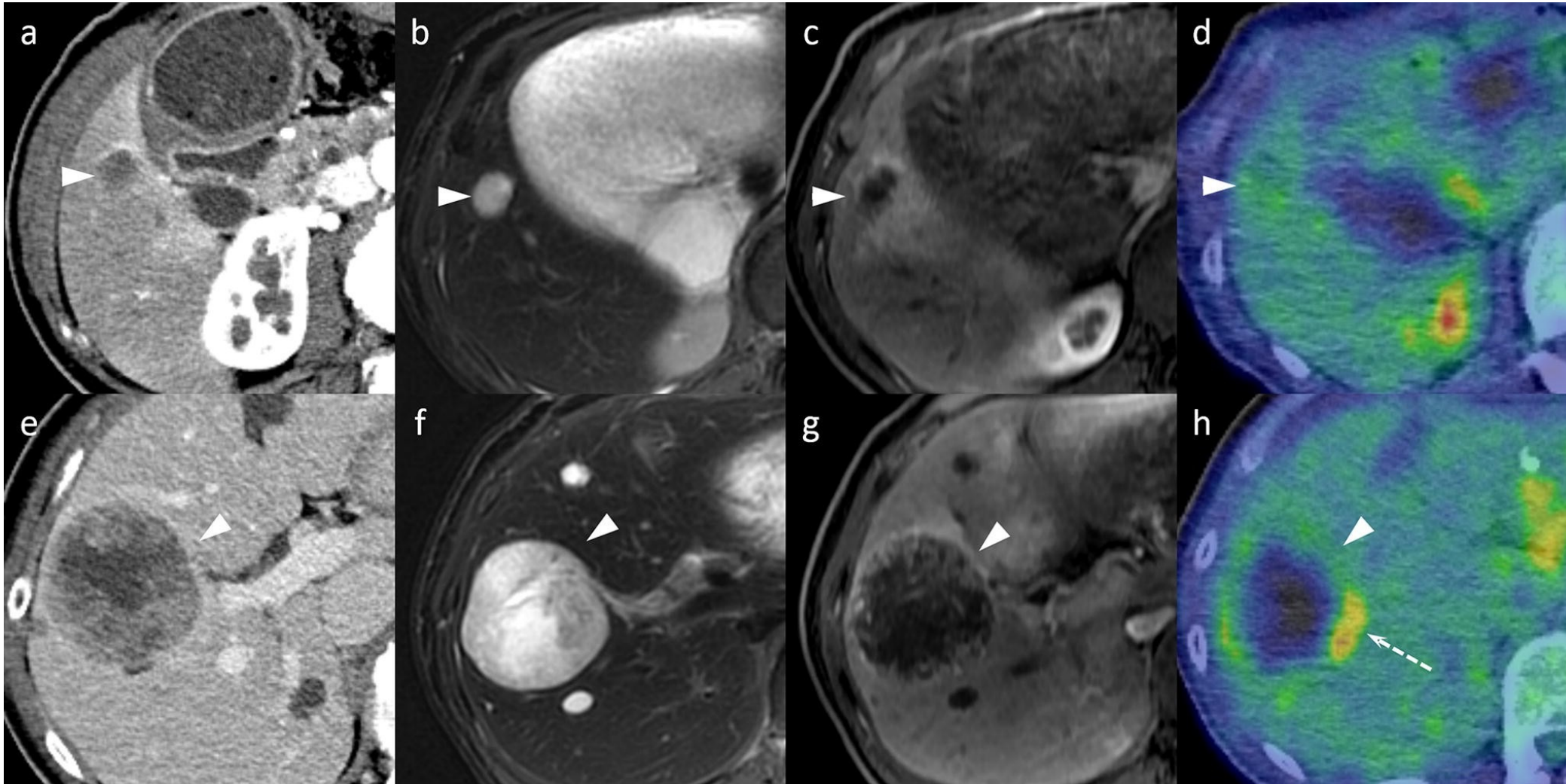
# Izotópos „nyomjelzés” és terápia

- Technécium-99m (Tc-99m): SPECT (felezési idő: ~6h).
- Gallium-67 (**Ga-67**): SPECT (felezési idő: ~78h).
- Gallium-68 (**Ga-68**): PET (felezési idő: ~68m).
- Fluor-18 (F-18): PET (felezési idő: ~110m).
- Jód-131 (**I-131**): SPECT + e<sup>-</sup> (felezési idő: ~8n)
- Ittírium-90 (**Y-90**): e<sup>-</sup> (felezési idő: ~64h)
- Lutécium-177 (**Lu-177**): SPECT + e<sup>-</sup> (felezési idő: ~6,7n).
- Stroncium-89 (**Sr-89**): e<sup>-</sup> (felezési idő: ~50,5n).
- Bizmut-213 (**Bi-213**): alfa (felezési idő: ~46m)
- Rádium-223 (**Ra-223**): alfa (felezési idő: ~11,4n)

# Képzalkotás - multimodalitás



# Képalkotás – multimodalitás – Mire jó ez?



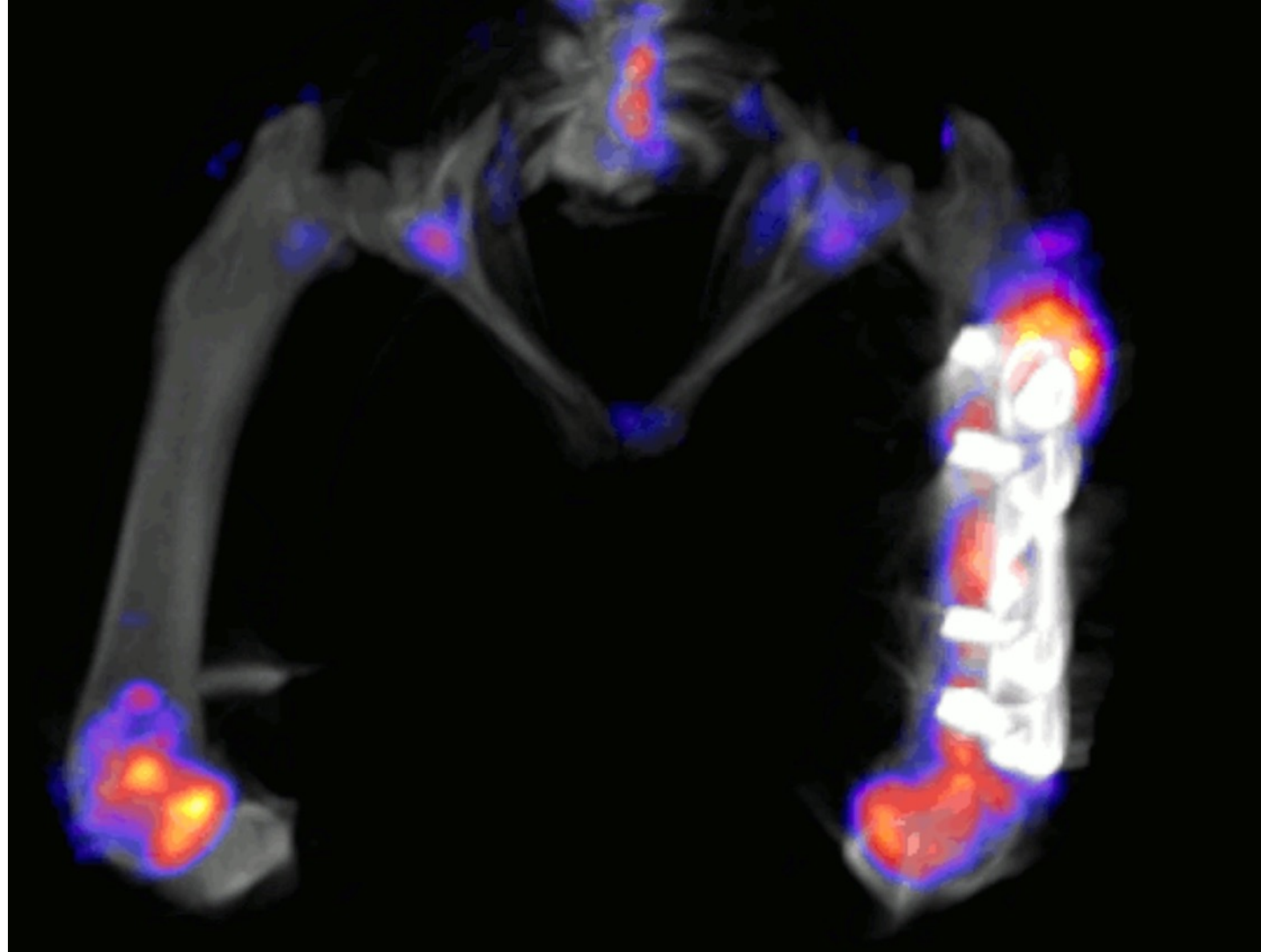
arterial, CT

T2-MRI

MRI

FDG - PET

# Képalkotás – multimodalitás – Mire jó ez?



# Mi változott az elmúlt tíz évben!

Új orvosi dolog – eljárás, gyógyszer, orvostechnikai eszköz – kifejlesztése, tesztelés és engedélyezése 10-15 év.

# Mi változott az elmúlt tíz évben!

- Izotópok gyártása jelentősen olcsóbb lett
- Generátorok „jelentek meg” - szállítás, tárolás könnyebb
- A biológiai célzás tökéletesedése – személyre szabott terápia
  - Hatékonyság javult
  - Mellékhatások csökkentek
- Új rekonstrukciós és kiértékelő - radiomikai és mesterséges intelligencia alapú - eljárások

# ... a CT jövője?



- Röntgen cső, felépítése 100 éve változatlan

# ... a CT jövője?



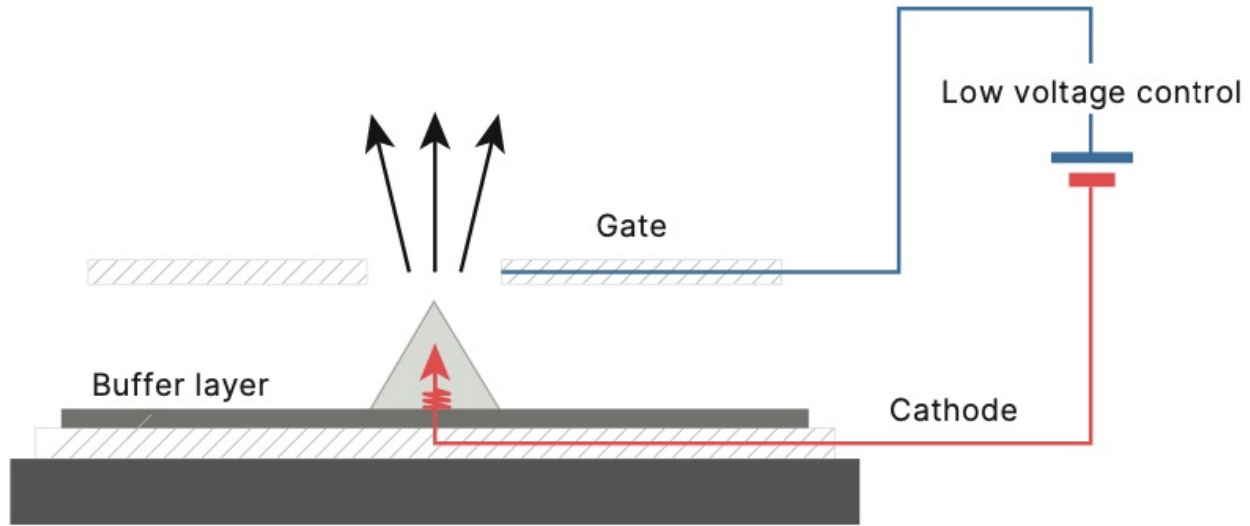
- Röntgen cső, felépítése 100 éve változatlan



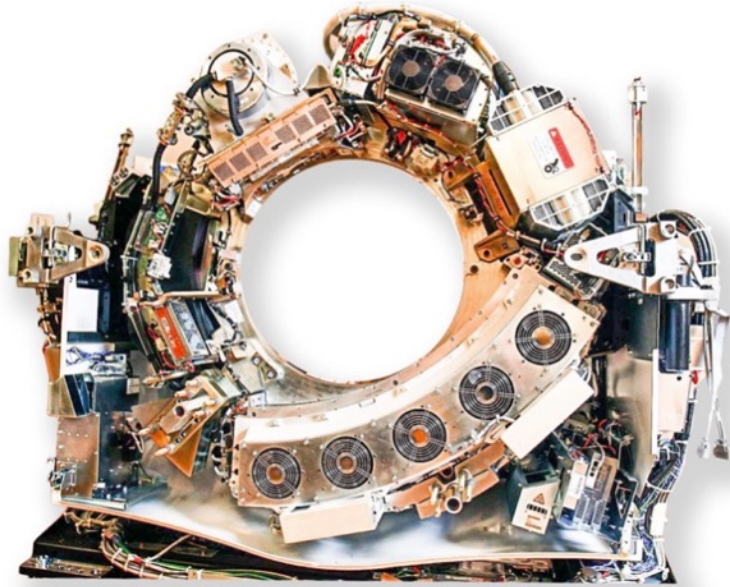
- „Röntgen LED” ?



# ... a CT jövője?

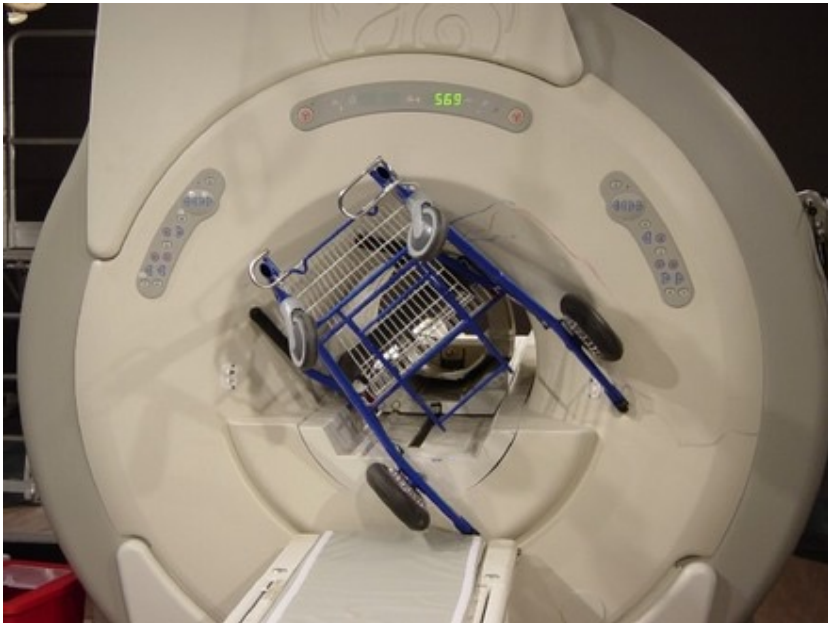


# ... a CT jövője?



# ... az MRI jövője?

Mágneses tér: 1,5T



# ... az MRI jövője?

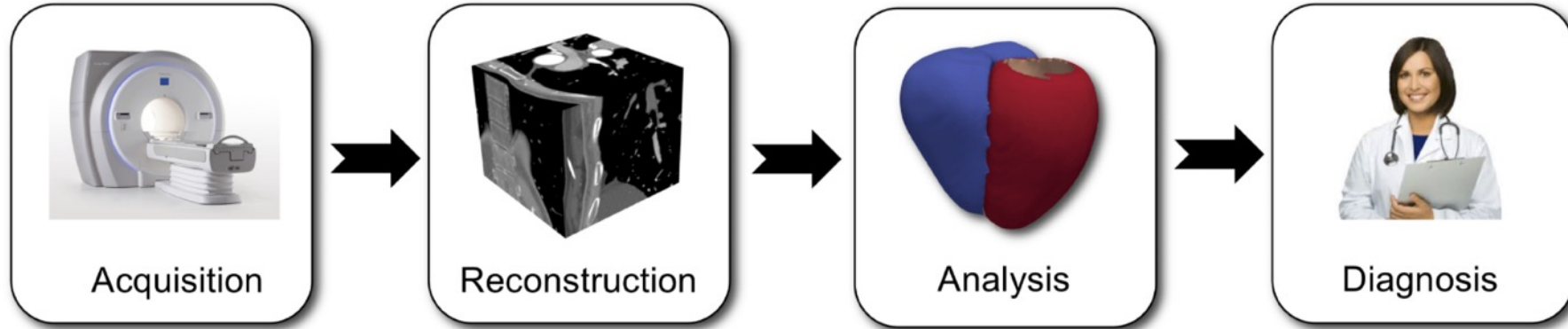
Alacsony térerő: 0,064 T



# ... a képalkotás jövője?

Serial medical imaging pipeline

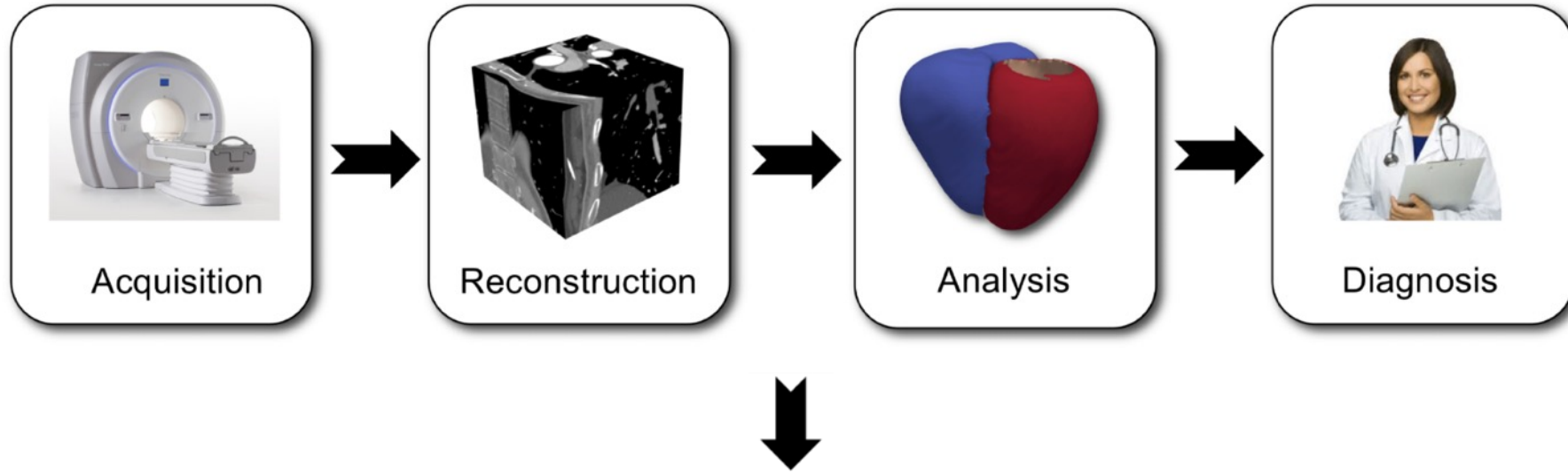
Current



# ... a képalkotás jövője?

Serial medical imaging pipeline

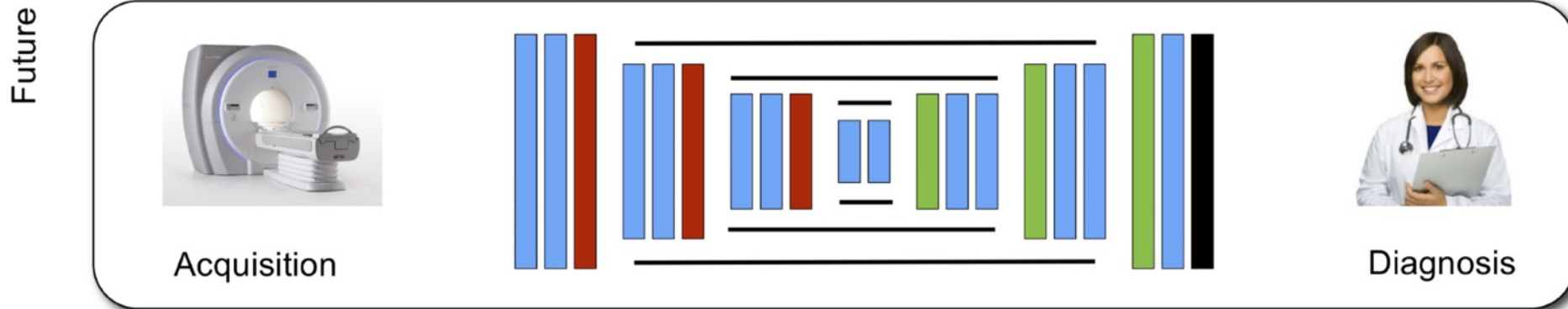
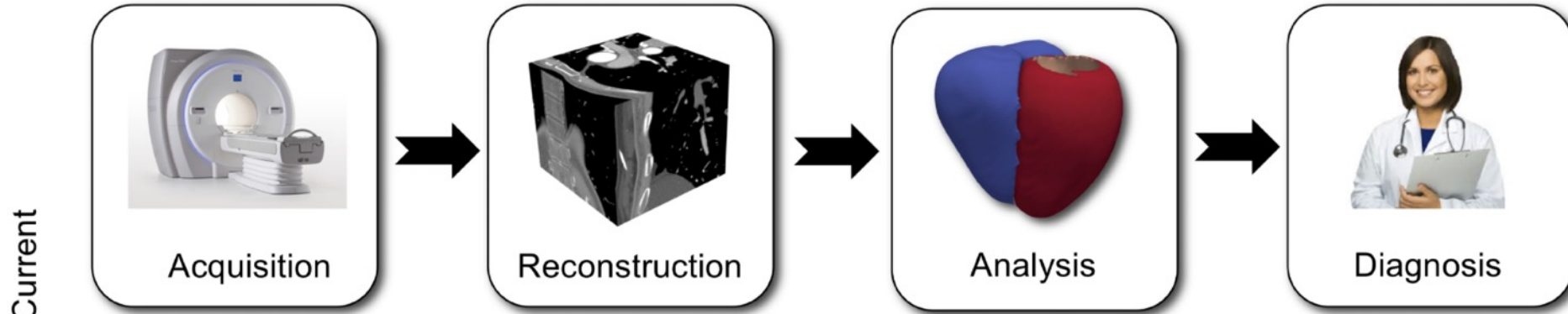
Current



Hogy lássuk, számoljuk és értsük!

# ... a képalkotás jövője?

Serial medical imaging pipeline



End-to-end integrated medical imaging pipeline

# Köszönöm a figyelmet!

krisztian.szigeti@gmail.com



SEMMELWEIS  
UNIVERSITY 1769