

# Orvosi képdiagnosztika

Hadházi Dániel, Sárközy Péter, Horváth Áron

# Követelmények

- Aláírás feltételei:
  - Sikeres ZH/PZH/PPZH
- Kredit megszerzésének feltételei:
  - Megszerzett aláírás
  - Sikeres vizsga:
    - Rövid, gyakorlati feladat (nem beugró jelleggel)
    - Szóbeli felelet
- Opcionális házi feladatok:
  - 6db van belőle
  - Megoldásukra átlagosan két hét áll rendelkezésre

# Számonkérések

- Tananyag megértését hivatottak felmérni:
  - Típusfeladatok erre alkalmatlanok:
    - Elég nagy baj, hogy a tárgyak túlnyomó többségénél ilyen számonkéréssel „minősítenek”.
    - Maximum memorizálást képesek mérni, mechanikus begyakorlásra ösztönöznek
  - Írásbeli számonkérések (ZH, vizsga első része):
    - Tananyag ismerete és értése esetén könnyen abszolválhatóak
    - Egyébként garantáltan nem fognak menni!
  - Szóbeli vizsga:
    - Oktatói oldalról nagy erőforrásigény
    - Az anyag értését, illetve ismeretét képes mérni a véletlen tényező hatását minimálisra redukálva

# Házi feladatok

- Cél az elmélet elsajátításának elősegítése:
  - Csak akkor van értelmük, ha érted is a megoldását
  - A ZH feladatok gyakran átfednek a házi feladatokkal
  - Igénylik az elmélet részletes ismeretét és értését
- Adminisztratív jellemzők:
  - Opcionálisak
  - Taksálásuk:  $\max(x - 4, 0)/2$ , ahol  $x \in [0, 1, 2, \dots, 10]$
  - Minden feladat megoldására 2 hét áll rendelkezésre
  - Elért összes pont natívan növeli a félév végi osztályzatot

# Végső érdemjegy

- Házik célja ösztönzés a tananyag félévközi követésére:
  - Hideg zuhany nem (csak ?) a vizsga / zh előtt / alatt jön

- Félév végi taksálás:

$$(ZH - 40) \cdot 0,2 + HF \cdot 0,5 + SZ \cdot 0,5 + GY \cdot 0,2$$

- ZH: ZH százalékos eredménye
- HF: HF-ek aggregát pontszáma (lsd. előző dia)
- SZ: szóbeli felelet százalékos taksálása
- GY: vizsgán a gyakorlati feladat megoldásának százalékos taksálása

# Tárgy célkitűzése

- Jel és képfeldolgozó módszerek készség szintű ismerete:
  - Módszerek működésének, motivációjának megértése
  - Gyakorlati problémák esetén alkalmazhatóságuk felismerése
  - Önálló alkalmazásuk új esetekben
- Orvosi képdiagnostikai eszközeinek megismerése:
  - Működésük megértése
  - Korlátjaik, alkalmazhatóságuk megismerése
- Nem cél ezek ismeretterjesztő jellegű taglalása:
  - Ez más fórumok feladata

# Segédanyagok

- Folyamatosan bővülő irodalom lista:
  - Interdiszciplináris a tananyag
  - Nincs jól használható, kompakt irodalom:
    - Az előadásoknál jóval bővebb és sokszor más személetet követnek az irodalmak (plusz anyagért érdeklődőknek jó, előadások helyettesítésére rosszak)
- Diasor:
  - Tömör, de a teljes anyagot lefedi
  - Sokszor formális, de korrektül máshogy nem lehet

# Tárgy megítélése

- Könnyű:
  - Nem kell benne memorizálni
  - Elég érteni az anyagot
- Nehéz:
  - A faéknél egy fokkal bonyolultabb, ezért meg kell érteni
  - Jelentősen eltérő hozzáállást követel, mint sok eddigi tárgyatok – matematika bizonyos részeinek készség szintű alkalmazása

Ezek előzetes ismeretét nem feltételezi (a szükséges háttérismeret szerepelni fog az előadásokon is)



# Tárgy tematikája

## 1. Fizikai alapok:

- Képképzés fizikája
- Röntgen alapú képképzés

## 2. Matematikai alapok:

- Lineáris rendszerelmélet, jelefeldolgozás alapjai

## 3. Képfeldolgozás eszközei, orvosi alkalmazásuk:

- Inverz problémák (2D), 3D rekonstrukció
- Általános képfeldolgozás (szűrés, szegmentálás, regisztráció)
- Objektumok probléma specifikus felismerése (klasszikus és neurális paradigma)

# Orvosi képdiagnosztika

- Orvosi képképző modalitások:
  - Modern orvostudomány legfőbb diagnosztikai eszközei
  - Élő szervezet strukturális / funkcionális feltérképezése
  - Rossz minőségű, zajos, felvételek:
    - Általános képfeldolgozási feladatoknál nehezebb problémák
    - Elengedhetetlen sokszor a szakorvosi ismeret (Izd. radiológus hiányszakma az USA-ban)
    - Kutatások a képminőség javítására (rekonstrukciós eljárások)
    - Kutatások a képek értelmezésének könnyítésére, orvosi döntéstámogató (CADe), illetve diagnosztikát segítő (CADx) rendszerek

# Strukturális képképző modalitások

- Vizsgáló jel torzulása, miközben áthalad a térfogaton:
  - Vizsgálójel terjedésén alapuló módszerek:
    - Szummációs röntgen vizsgálatok (átvilágítás / szummációs kép)  
pl. mellkas PA, kontrasztanyag passage vizsgálat, stb.
    - Tomográfián alapuló módszerek – több mérésből a vizsgálat térfogat 3D felépítését rekonstruálják (pl. CT, DTS)
    - Leggyakrabban alkalmazott vizsgálatok
    - Általában Röntgen sugár a vizsgáló jel
  - Vizsgálójel visszaverődésén alapuló módszerek:
    - Ultrahang
    - Mágneses rezonancia alapú képképzés (MRI)

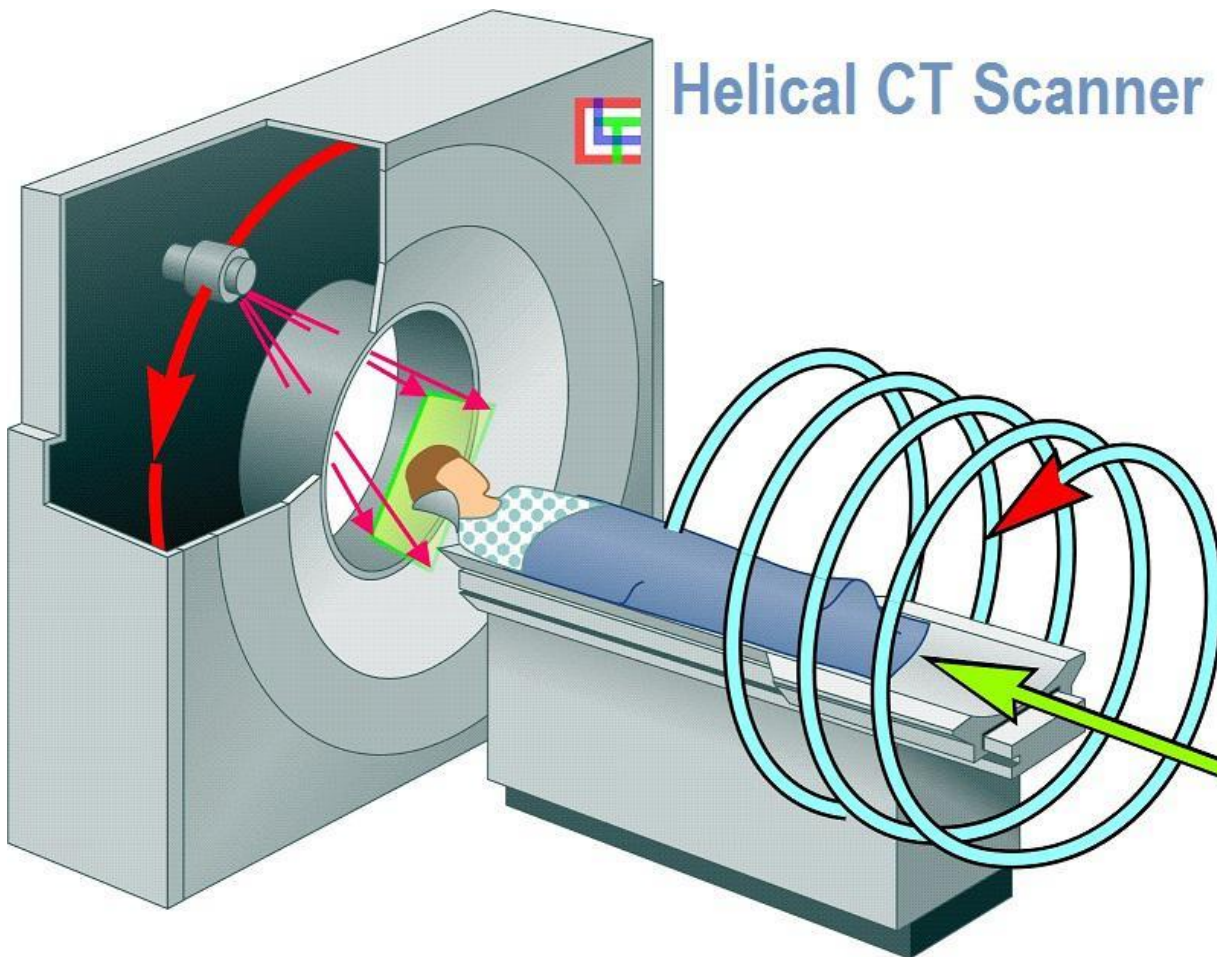
# Funkcionális képalkotó modalitások

- Szervek működését vizsgálják:
  - Fiziológiai aktivitásokat monitoroznak (pl. tápanyag felvétel)
  - Pozitron emissziós tomográfia (PET)
  - Single photon emission computed tomography (SPET / SPECT)
  - Funkcionális mágneses rezonancia alapú képalkotás (fMRI)
  - Infravörös spektroszkópia
  - Funkcionális foto akusztikus vizsgálatok
- Hibrid vizsgálatok:
  - Sokszor kell a strukturális információ is
  - PET + CT, MRI + CT, SPET + CT =SPECT

# Projekciós röntgen



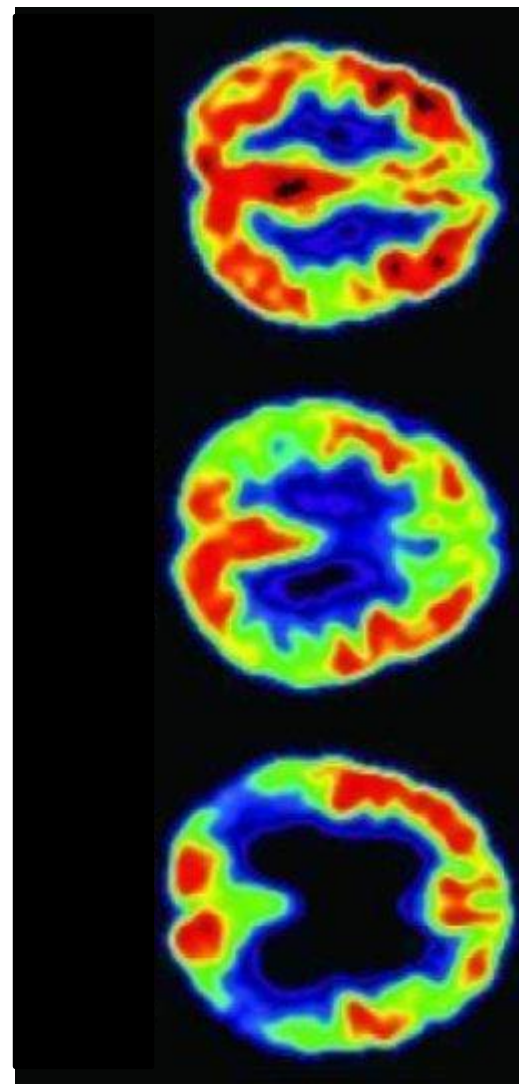
# Számított tomográfia (CT)



# Ultrahang

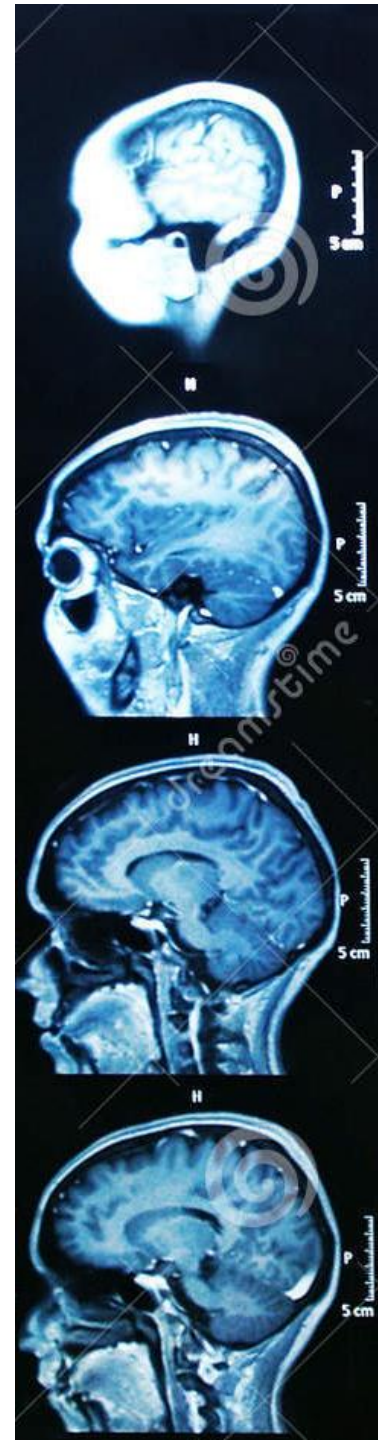


# PET





# MRI



# Fő jellemzők

- Többnyire intenzitás felvételek (2D – 4D)
- Térbeli felbontásuk széles tartományt fed le (pár száz pixeltől néhányszor tízmillió voxel)
- Gradációs felbontásuk tipikus 8-16 bit (ember kb. 7 bitet tud megkülönböztetni)
- Egy vizsgálathoz néhány – több száz kép
- Zajos felvételek:
  - Képkalkotás inherens zaja (lsd. LDCT)
  - Anatómiai zaj (főleg szummációs képeknél)
  - Rekonstrukciós eljárás zaja (lsd. DTS)

# Képalkotó eljárások sajátosságai

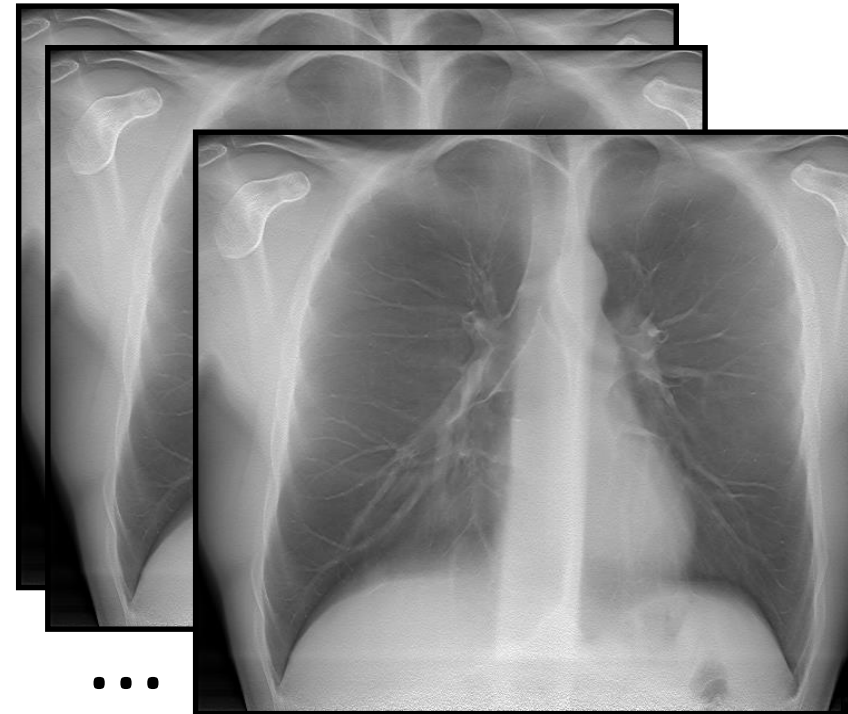
- Különböző fizikai jelenségeken, törvényeken alapulnak
- Primer (érzékelő kimenetén lévő) képek diagnosztikára sokszor alkalmatlanok:
  - Ezeket manipulálni kell
  - Vagy komplex eljárásokkal belőlük más jelet előállítani
- Hatalmas számítási erőforrásigény:
  - Egy finom CT rekonstrukció GB-os nagyságrendű adat
  - Az eljárásokkal szemben követelmény a gyorsaság
- Kvantitatív képalkotás követelménye

# Rekonstrukciós példa

Lineáris tomoszintézis rekonstrukció:



PA projekciók



Tomoszintézis szeletek

# Egyéb diagnosztikai eljárások

- Érdemben nem foglalkozunk velük
  - Pedig fontos eszközei az orvosi gyakorlatnak



# Orvosi döntéstámogatás

- Orvosi diagnosztika jellemzői:
  - Monoton, nehéz, fárasztó, kritikus, ...
  - Emberek fizikai léte múlik sokszor rajta
  - Alkalmazott képalkotás sokszor nem alkalmas arra, amire használják
    - Pl. PA röntgen daganatos megbetegedések szűrésére  
*Amerikai tanulmányok alapján átlagosan több évvel azelőtt már ott van a felvételen a daganat árnyéka, mielőtt azt detektálnák.*

# Orvosi döntéstámogatás

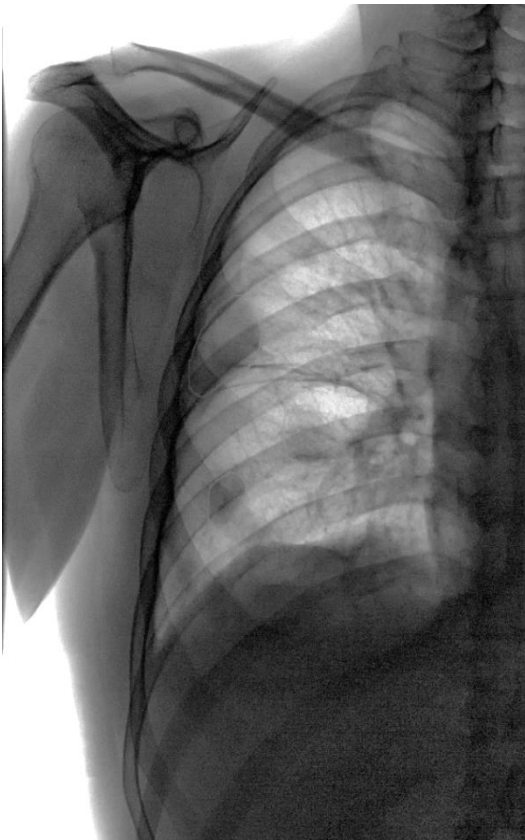
- Kritikus a minél hamarabb történő diagnózis:

Tüdő daganatok (nem kissejtes)	Stádium I	Stádium II	Stádium III	Stádium IV
5 éves túlélési ráta	47%	30%	10%	1%
Diagnózisok aránya	14.5%	7.3%	31.8%	35.8%

- Javítható a detektálási ráta
  - Megfelelő képalkotó modalitások alkalmazásával
  - Képek algoritmikus elemzésével – döntéstámogató rendszerek

# Orvosi döntéstámogatás

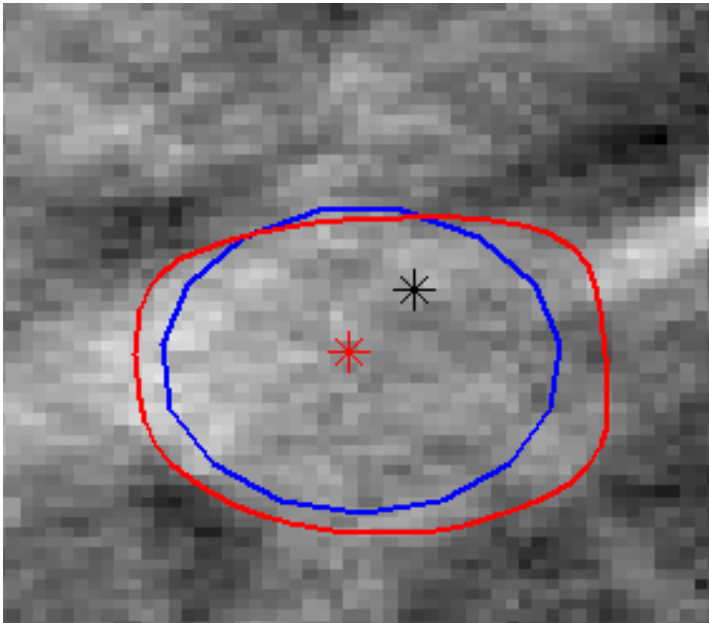
- Daganatos elváltozások kiemelése AP mellkas röntgen projekciókon



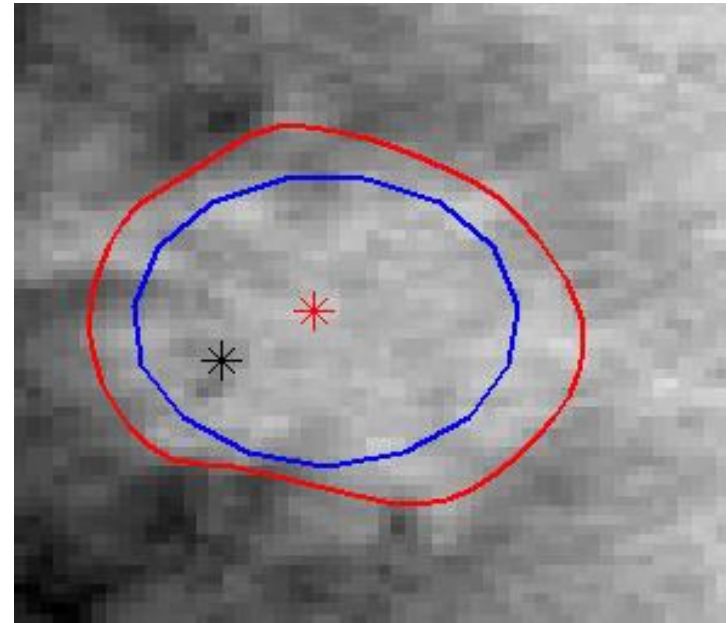


# Orvosi döntéstámogatás

- Computer Aided Diagnosis

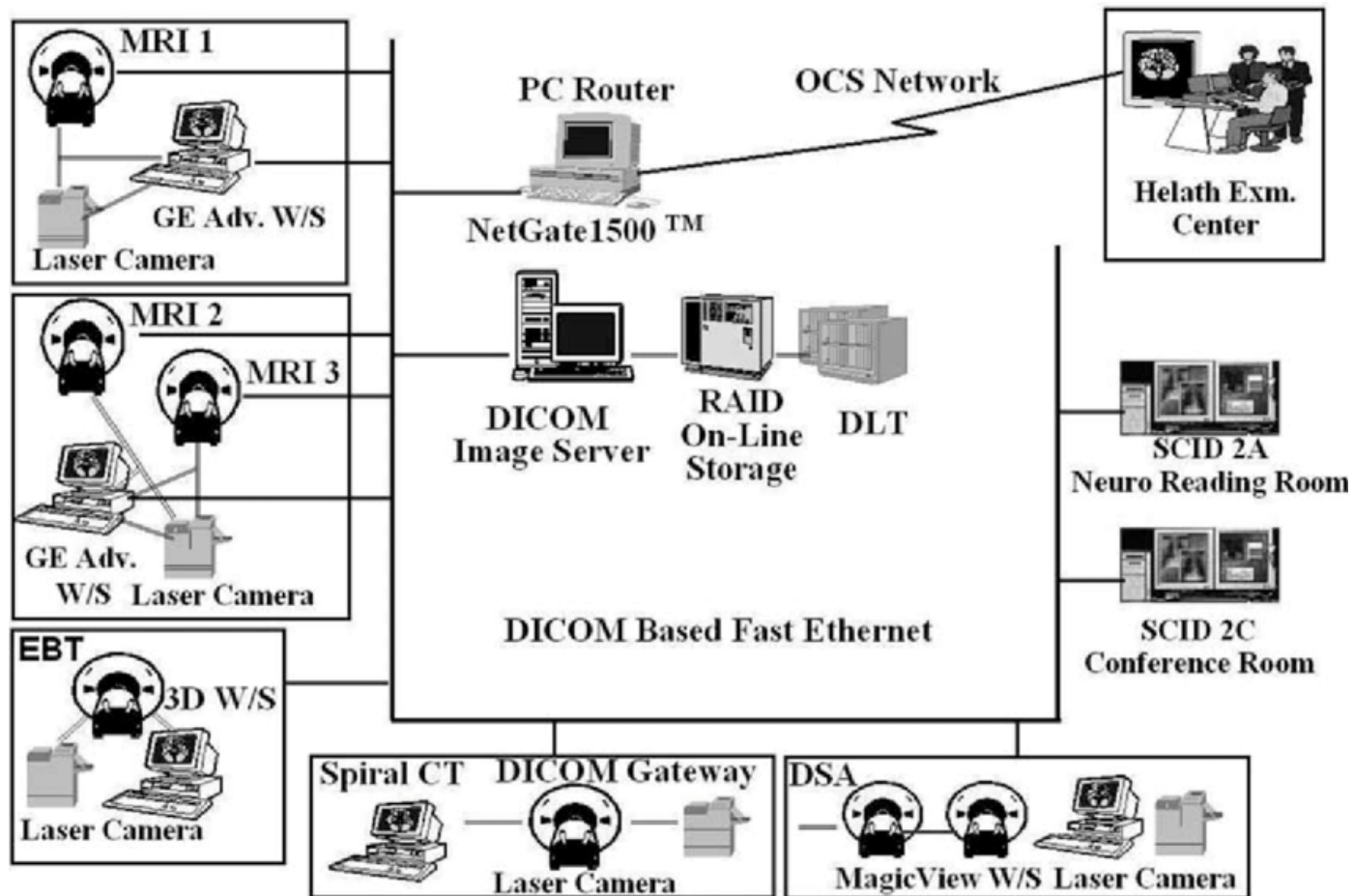


V : 1767 mm<sup>3</sup>



V : 1952 mm<sup>3</sup>

# PACS rendszerek



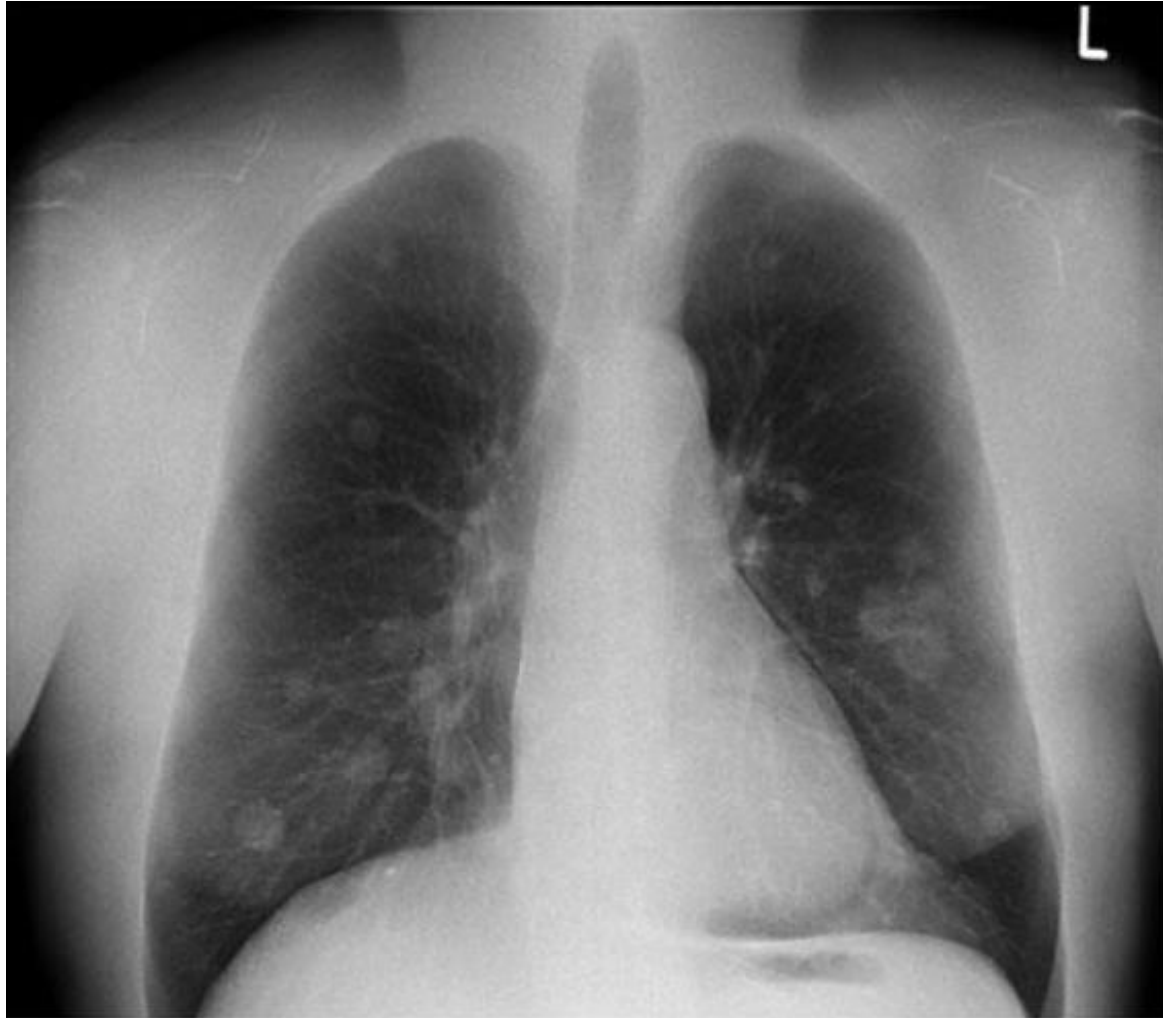
# Diagnosztikai példák – duál energiás röntgen



# Diagnosztikai példák – duál energiás röntgen



# Diagnosztikai példák – duál energiás röntgen



# Diagnosztikai példák – jelfeldolgozással kivitelezett bordátlanítás



Fele akkora sugárterheléssel, mint az előző esetben.

# Diagnosztikai példák – időbeli követés

Korábbi felvétel



Későbbi, ellenőrző felvétel

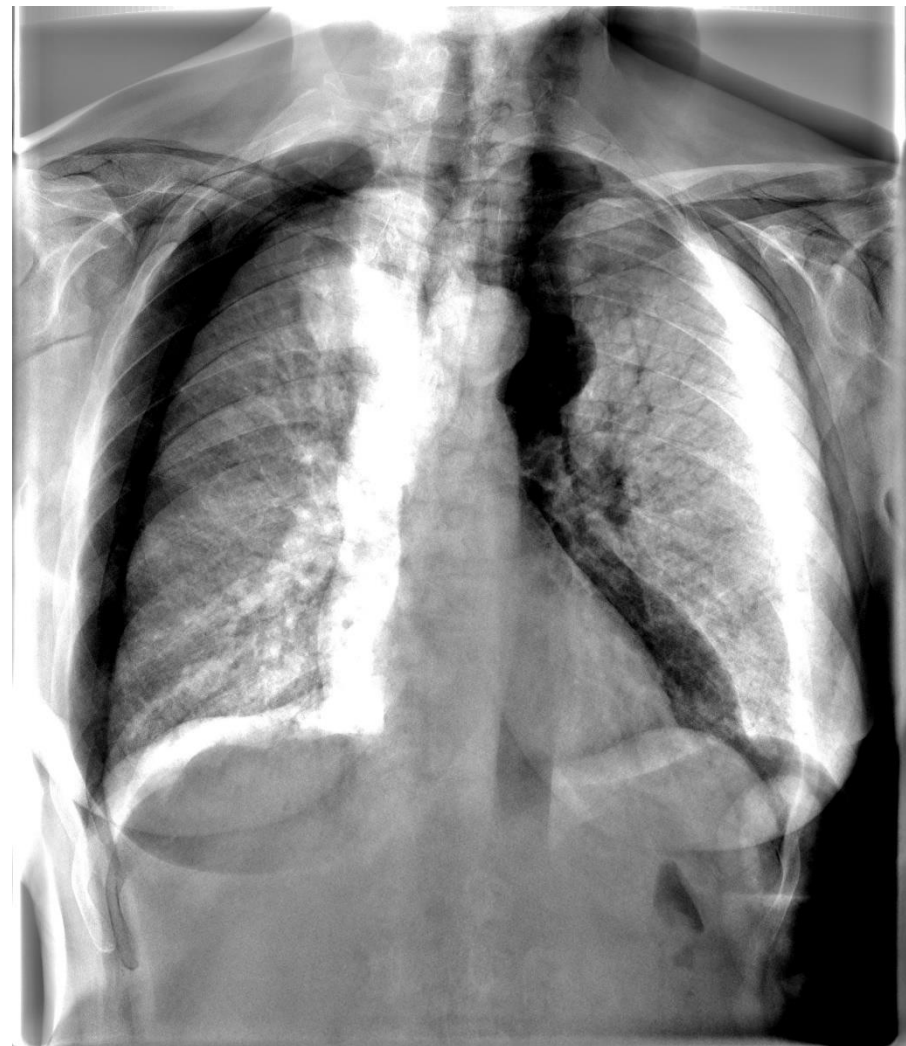


# Diagnosztikai példák – időbeli követés

Korábbi felvétel



Egyszerű kivonás





# Diagnosztikai példák – időbeli követés regisztrációval

Korábbi felv. merev regisztrációval

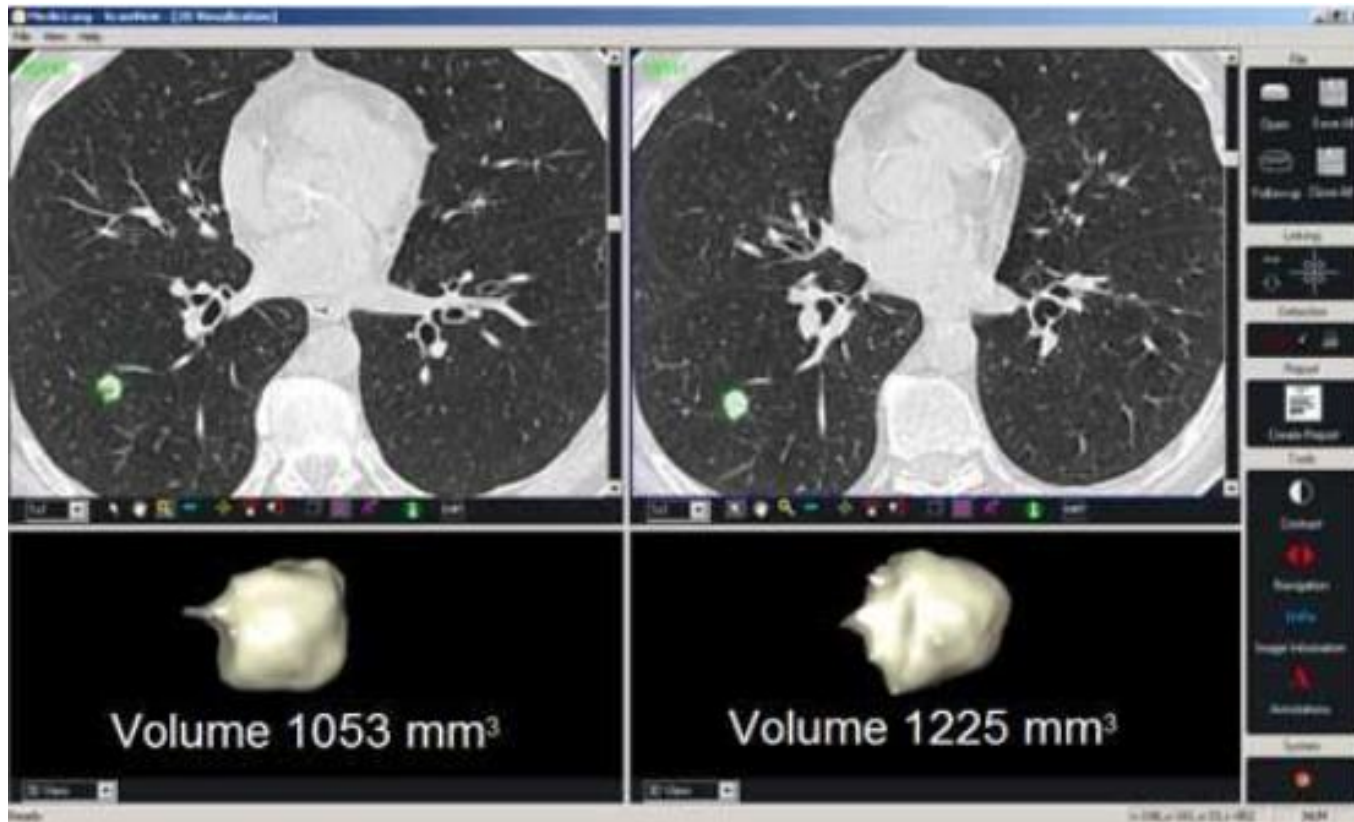


Különbségkép



# Diagnosztikai példák – tumor viselkedésének monitorozása

- CT felvételen 3D szegmentálás



# Diagnosztikai példák – tumor a szív árnyékában

