

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:
 - Maximum memorizálást képesek minősíteni, mechanikus begyakorlásra ösztönöznek
 - Cél a tananyag megértésére, nem a memorizálására történő motiválás
 - Írásbeli számonkérések (ZH, vizsga első része):
 - Tananyag ismerete és értése esetén könnyen abszolválhatóak
 - Egyébként nehezen teljesíthető
 - Szóbeli vizsga:
 - Oktatói oldalról nagy erőforrásigény
 - Az anyag értését, illetve ismeretét képes mérni a véletlen tényező hatását 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:

$$(ZH - 40) \cdot 0,2 + HF \cdot 0,5 + SZ \cdot 0,5 + GY \cdot 0,15$$

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

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 matematika bizonyos részeinek készség szintű alkalmazása szükséges a megértéséhez

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

Amennyiben valakinek valami nem érthető, akkor bátran kérdezzen – ezzel valószínűleg társainak is segít!

Tárgy tematikája

1. Fizikai alapok:

- Képkalkotás fizikája
- Röntgen alapú képkalkotás

2. Matematikai alapok:

- Lineáris rendszerelmélet, jelfeldolgozás 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)

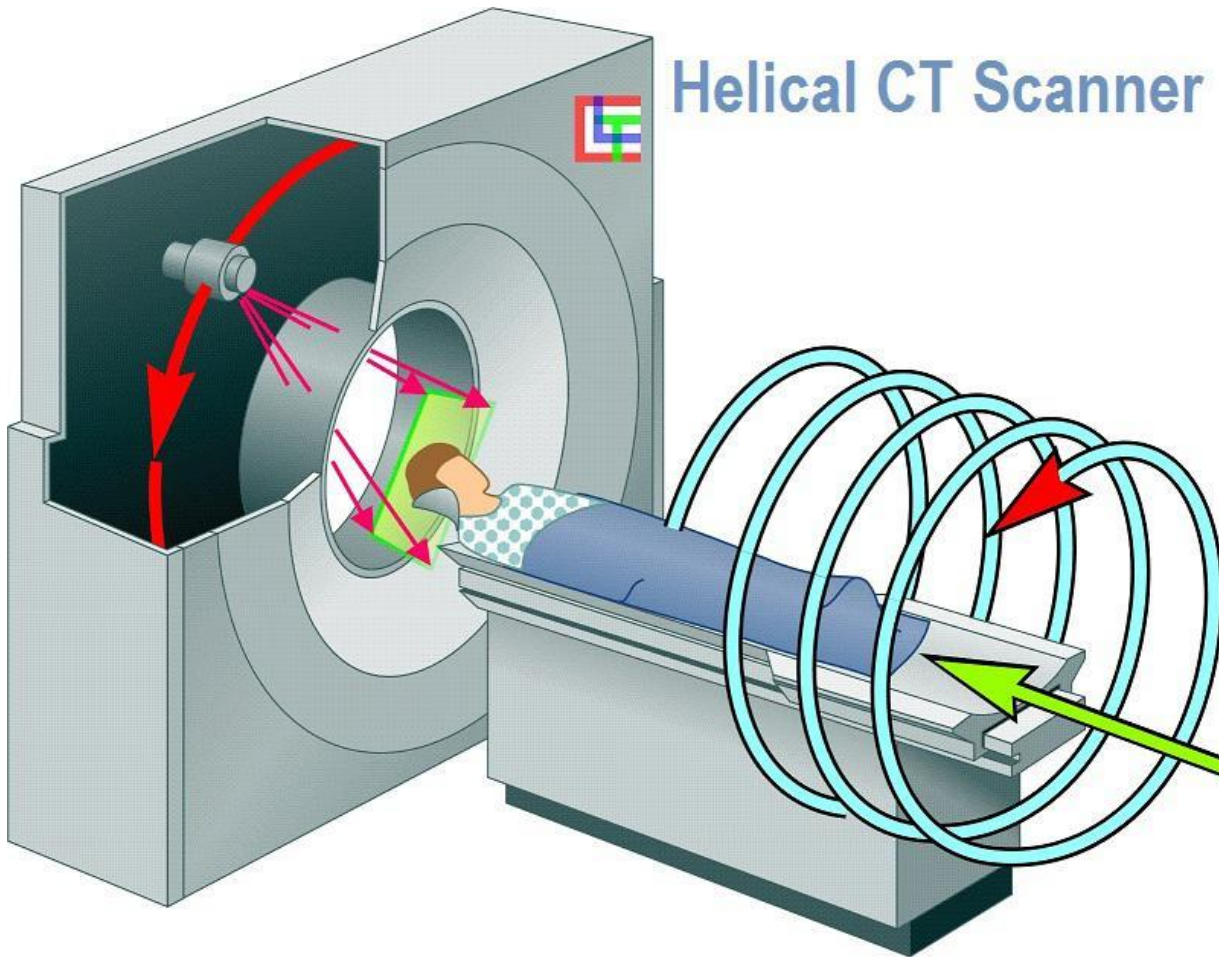
Funkcionális képalkotó modalitások

- 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

Projekciós röntgen



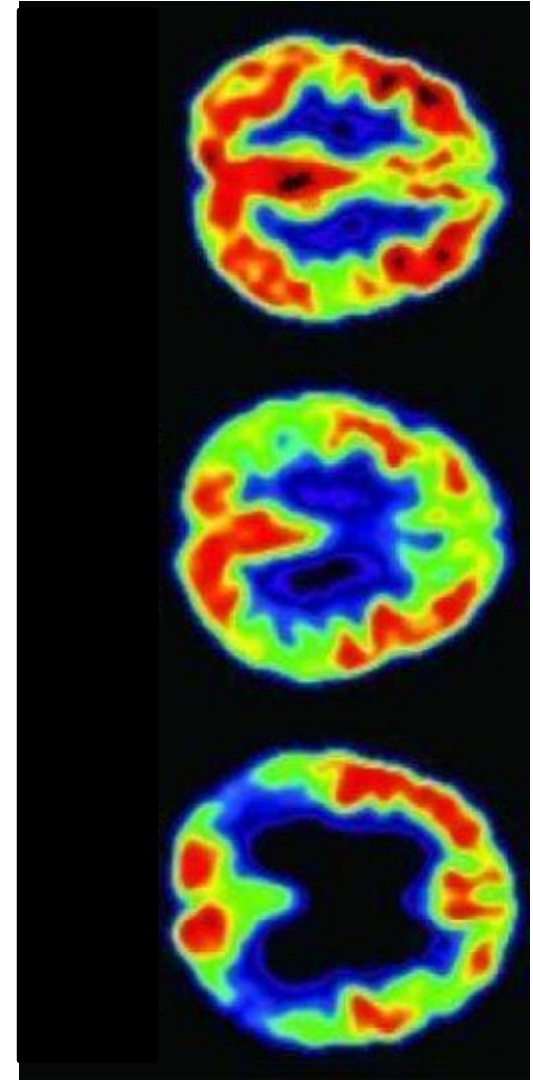
Számított tomográfia (CT)



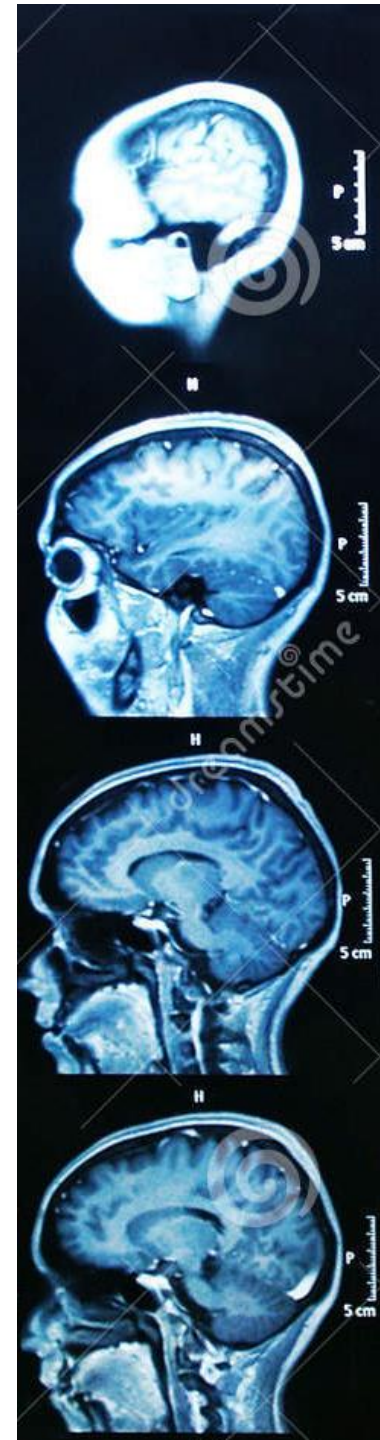
Ultrahang



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:
 - Képképzés inherens zaja (ld. LDCT)
 - Anatómiai zaj (főleg szummációs képeknél)
 - Rekonstrukciós eljárás zaja (ld. 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

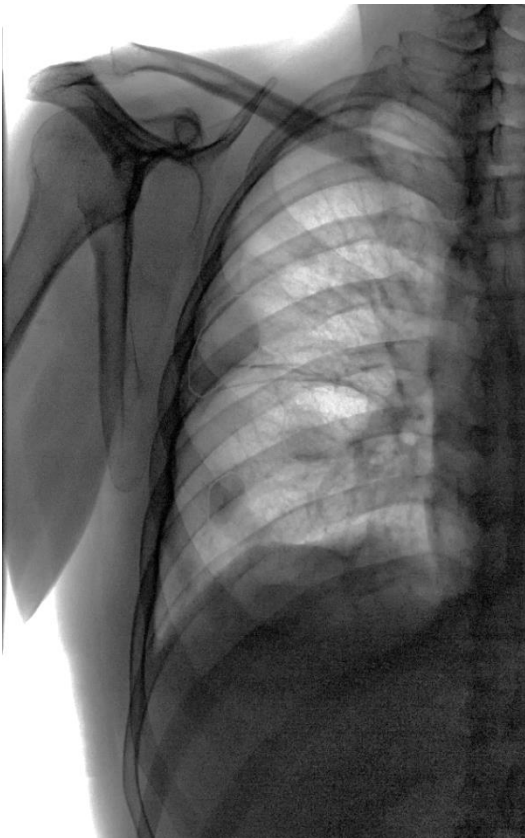
- Kritikus a minél hamarabb történő diagnózis:

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

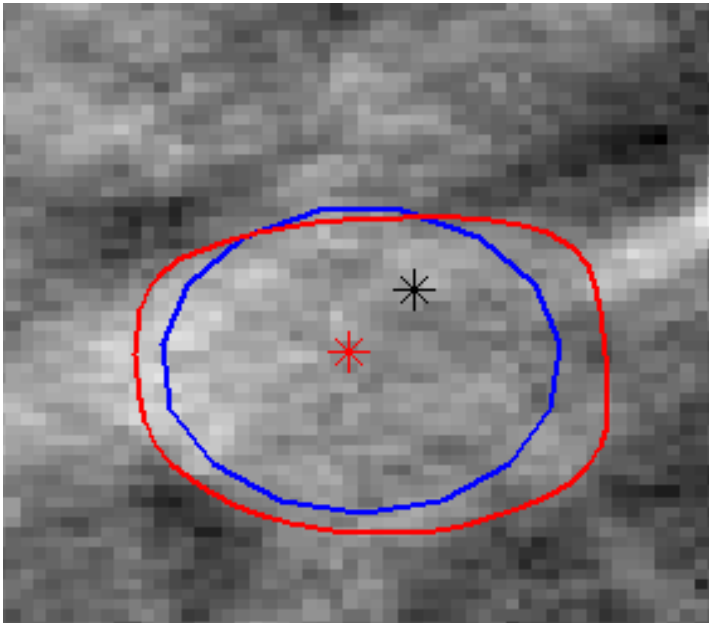
Orvosi döntéstámogatás

- Daganatos elváltozások kiemelése AP mellkas röntgen projekciókon

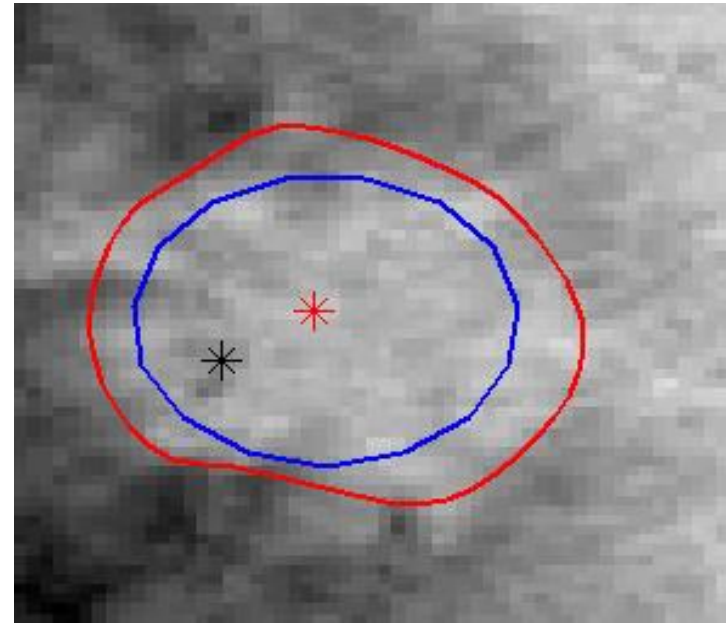


Orvosi döntéstámogatás

- Computer Aided Diagnosis

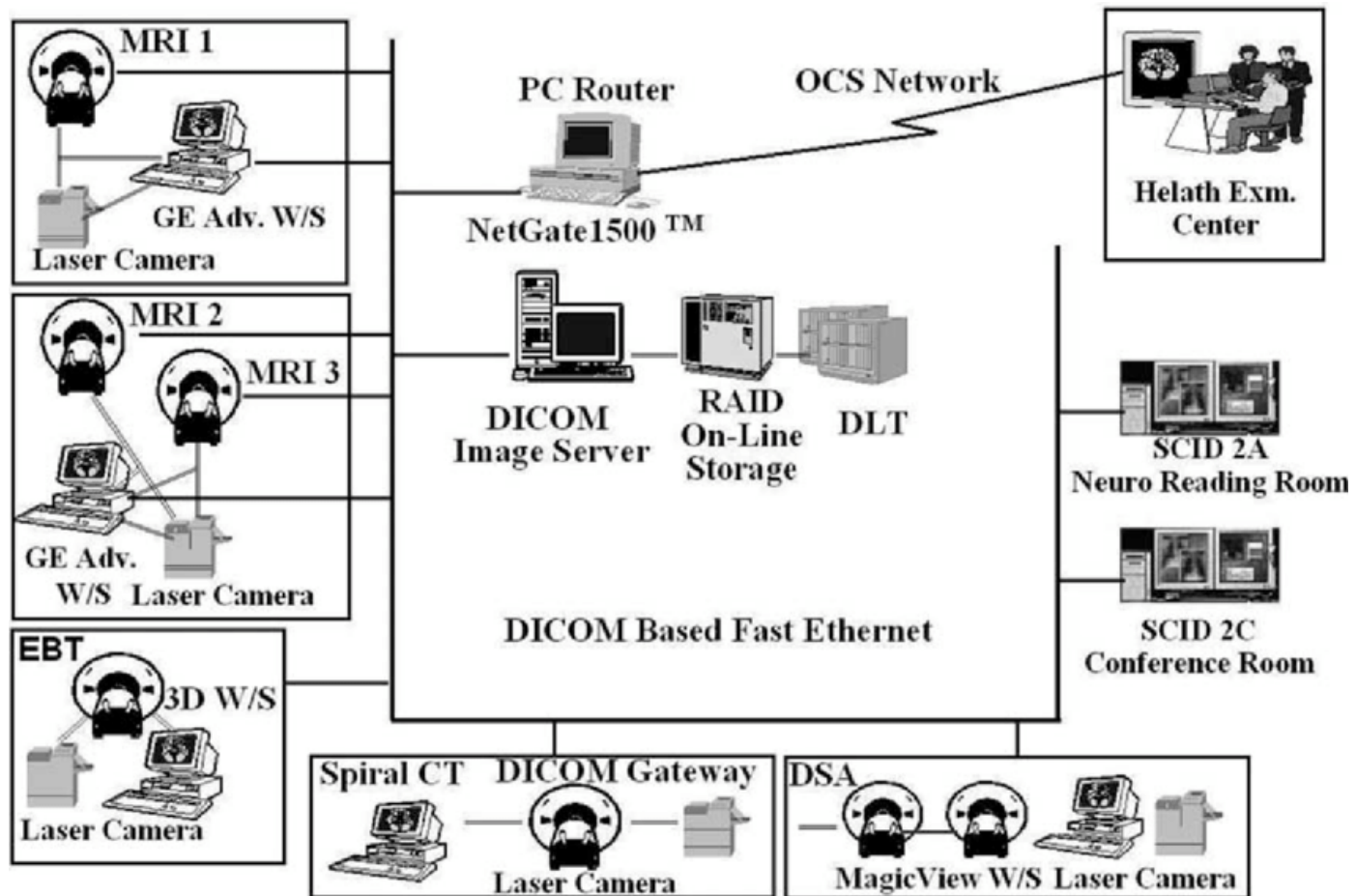


V : 1767 mm³



V : 1952 mm³

PACS rendszerek



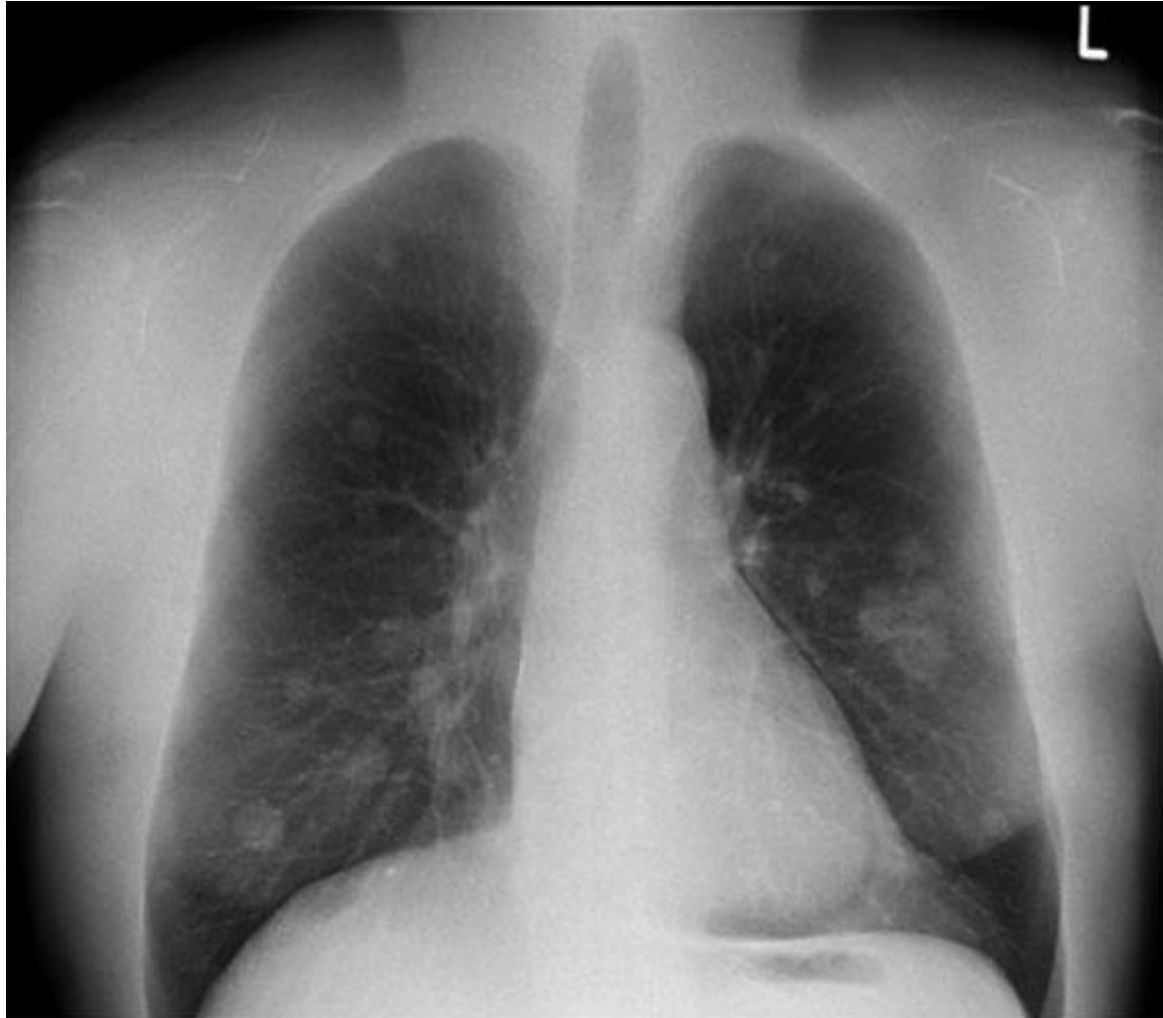
Diagnosztikai példák – duál energiás röntgen



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

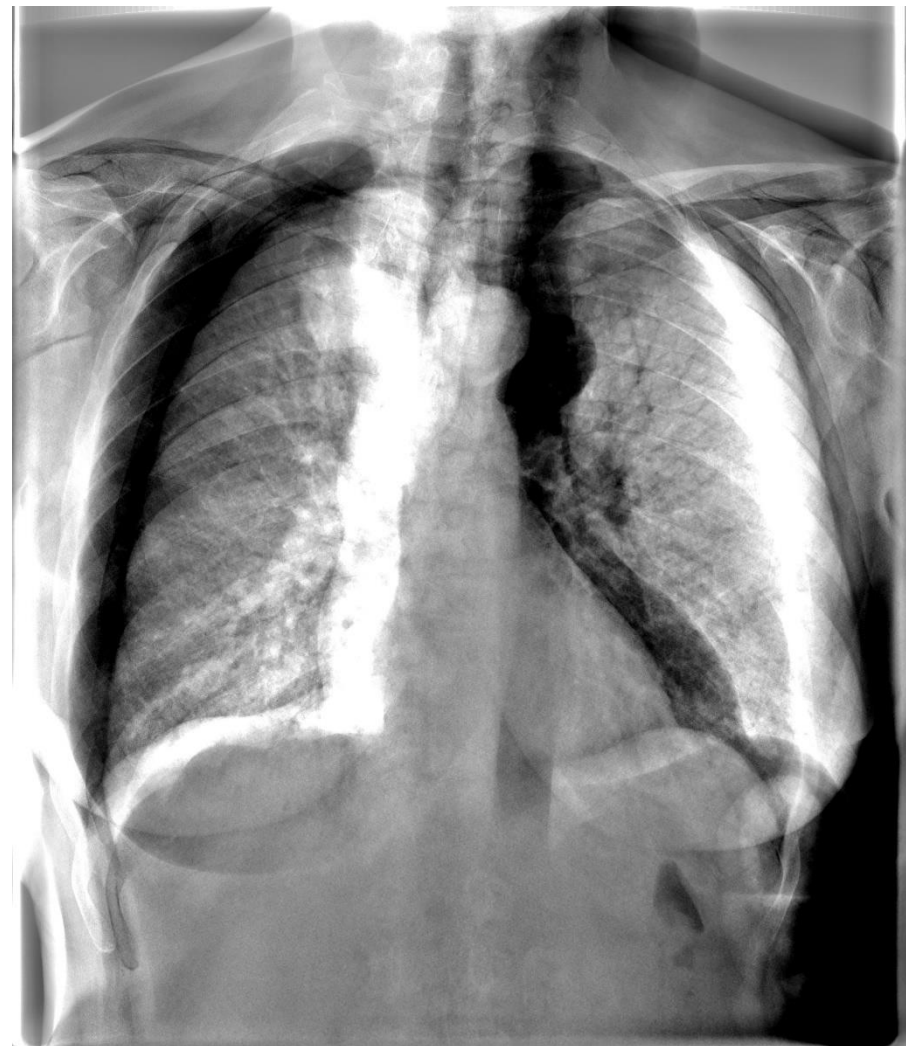


Diagnosztikai példák – időbeli követés

Korábbi felvétel



Egyszerű kivonás



Diagnosztikai példák – időbeli követés regisztrációval

Korábbi felv. merev regisztrációval

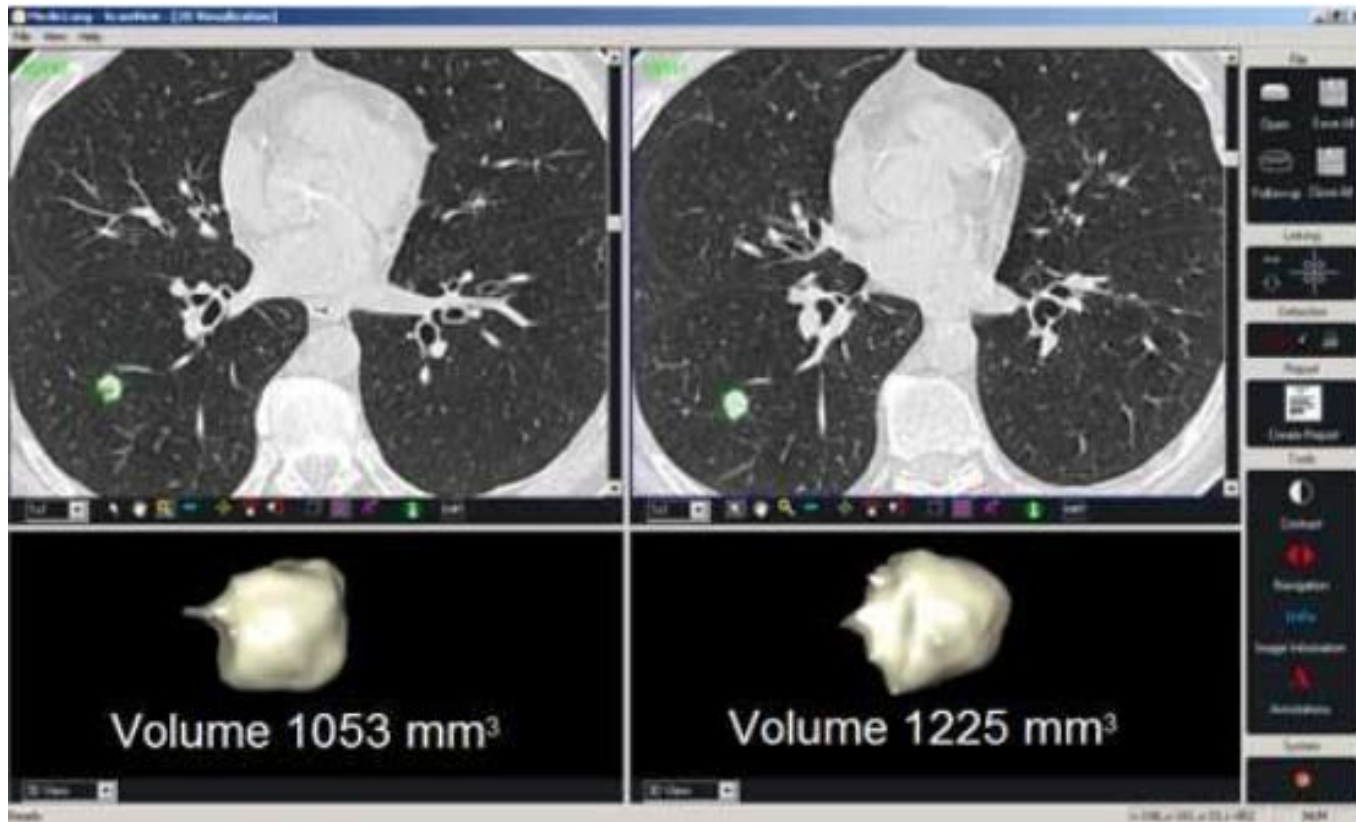


Különbségkép



Diagnosztikai példák – tumor viselkedésének monitorozása

- CT felvételen 3D szegmentálás



Diagnosztikai példák – tumor a szív árnyékában

