



RTG-CT-MRI-PET összehasonlítása

IGS alkalmazhatóság
szempontjából

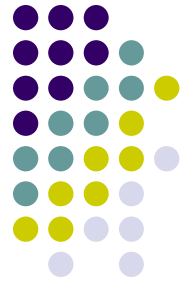
Készítette: Gyebnár János Norbert
Vukov Ádám

Fogalmak



- IGS, CAS, CIS, CAD, NS
- **Image-guided surgery :**
 - valamely sebészeti procedúra
 - indirect vizualizáció valós időben,
 - fiberoszkóp, internal videokamera, flexibilis vagy rigid endoszkóp, ultrahang segítségével
 - minimál invazivitás érdekében.

Fogalmak



Felhasználási területek:

- Idegsebészet, fej-, nyak sebészet, FOG
- Ortopédia, traumatológia

Tág fogalom meghatározás:

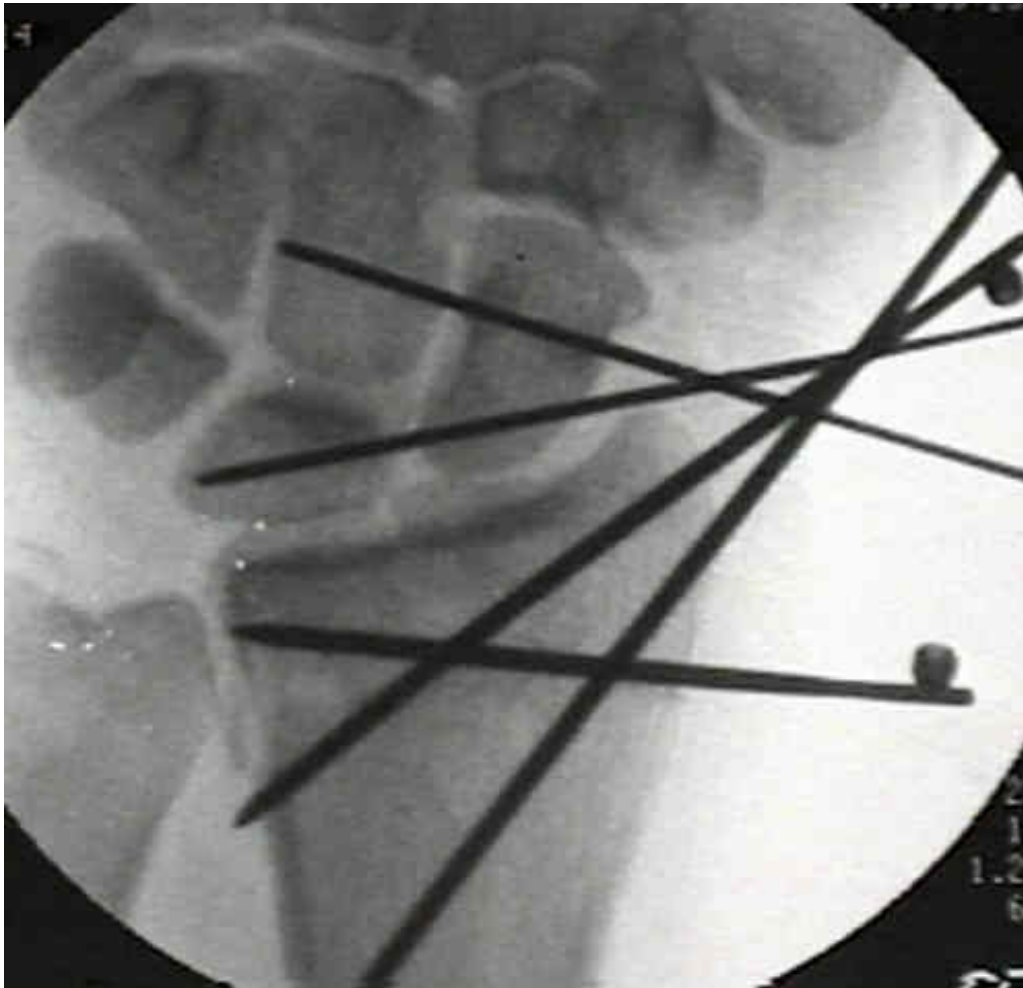
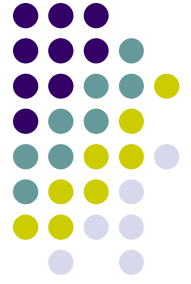
Minden olyan képalkotó eljárás, mely a közvetlenül a műtéttervezésben, a sebészeti szimulációban, valamint intraoperatívan a műtét végrehajtásában, a műtét közben a navigációban szerepet játszik.

RTG



- Egyirányú szummációs kép
- Analóg (részletgazdag kép, rossz kezelhetőség) és digitális (5 Mpixel felbontás, jó kezelhetőség, teleradiology)
- Előnyök: olcsó, gyors
- Hátrányok: nem készíthető 3D rekonstrukció, csak a csontrendszerről ad felvilágosítást, lágyrészekről nem (vagy kevésbé)
- Felhasználás: traumatológiai esetek intraoperatív helyretétele, dróttűzés, csavarozás, lemezelés kétirányú rtg kontroll mellett (feltétlenül szükséges a sebész térlátása és anatómiai ismeretei)

Röntgenképerősítő



Dislocált distalis radius és
os lunatum törés
intraoperatív fixatioja
Kirschner drótokkal

Wheeless' Textbook of Orthopaedics



Hagyományos kialakítású rtg készülék



C karos rtg készülék+képerősítő
(intraoperatívan jól használható)



DSA



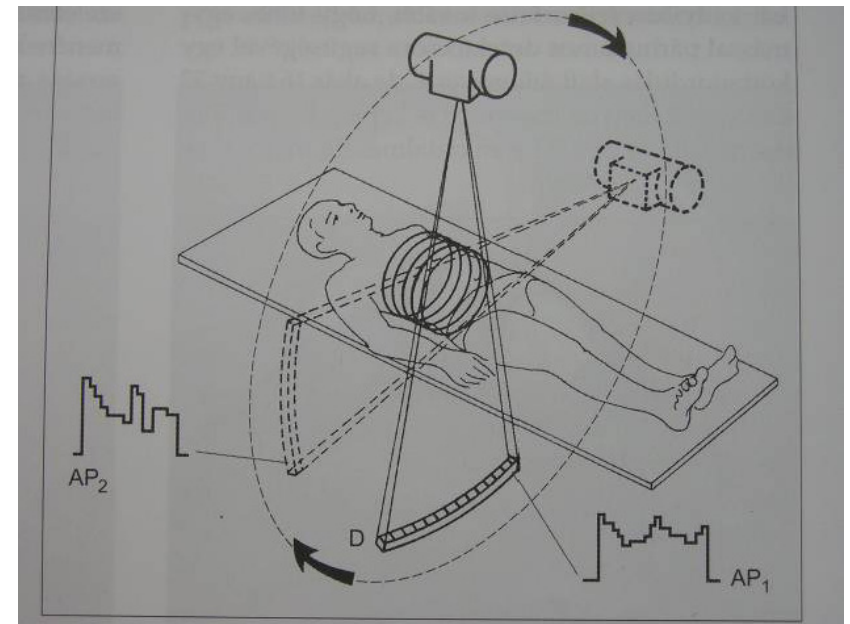
- A rtg egy kontrasztanyagos továbbfejlesztett változata
- Nagy preoperatív szerep a műtét tervezésben, intraoperatív kontroll
- Előny: olcsó, gyors, érsebészeti szempontból az információ-tartalom elegendő
- Hátrány: még mindig csak 2D szummációs kép, a katéter felvezetése az erekben nagy rizikójú, kontrasztanyag-allergia



CT



- Röntgen sugárzás alapú számított rétegfelvételek
- Felbontás 512x512 pixel, rétegvastagság 0,5-1mm
- Fajtái: spirál, egyszeletes, többszeletes
- Bármely szövetmodalitás vizsgálható Hounsfield-skála alapján, kontrasztanyaggal érrendszer is
- IGS szempontjából a legfőbb a 3D rekonstrukció bármely biológiai rendszerre, de ezek részletgazdasága eltérő a különböző szöveteknél (csont jó, ideg rossz)



Előny

- Multimodalitás:
 - kombinálható PET –tel
 - intraoperatív fluoroszkóppal, esetleg MR-rel
- Rekonstrukciók:
 - bármely sík (sagittális, ferde)
 - VR : volume rendering (térfogati)
 - SSD: surface shaded display (felületi)
- Virtuális endoszkópia lehetősége
- Digitális archiválás DICOM formátumban PACS rendszeren keresztül

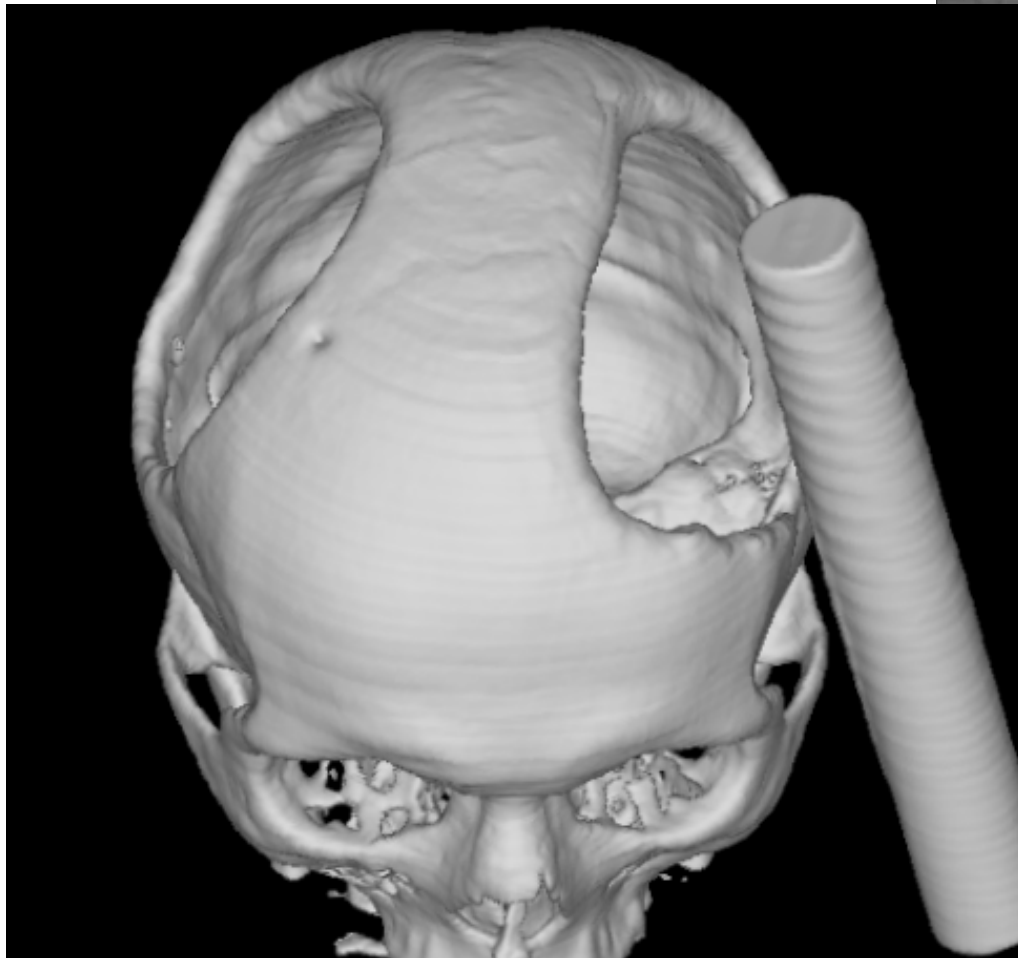
Hátrány

- Sugárdózis 12-18 mSv (cardio CT 25-30 mSV a Dual Source CT technikával)
- Kontrasztanyag allergiák , anaphylaxiás shock (Gastrogratin)
- Gyakori az artefactum képzés: implantátumok, idegen testek
- Nem készíthető intraoperatív felvétel
- a CT felvétel és a valódi testméretek szinkronizálása



A legfőbb nehézség: a CT felvétel és
a valódi testméretek szinkronizálása:

PI: percutan transpedicularis
csigolyacsavarozás



J Neurosurg Spine 7:95–98, 2007

**Koponyaméretezés
acélhengerrel**

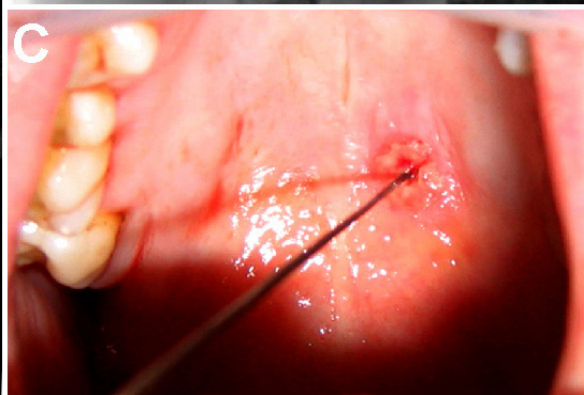
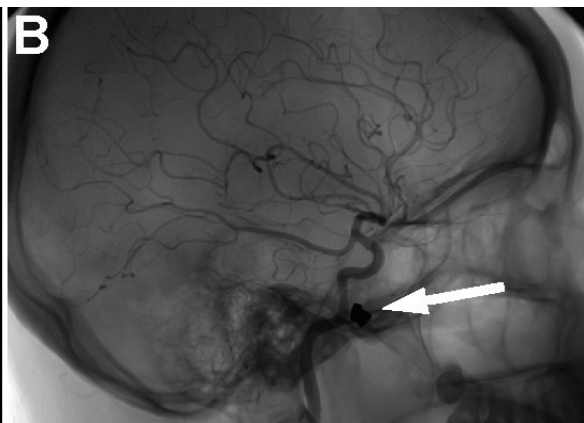
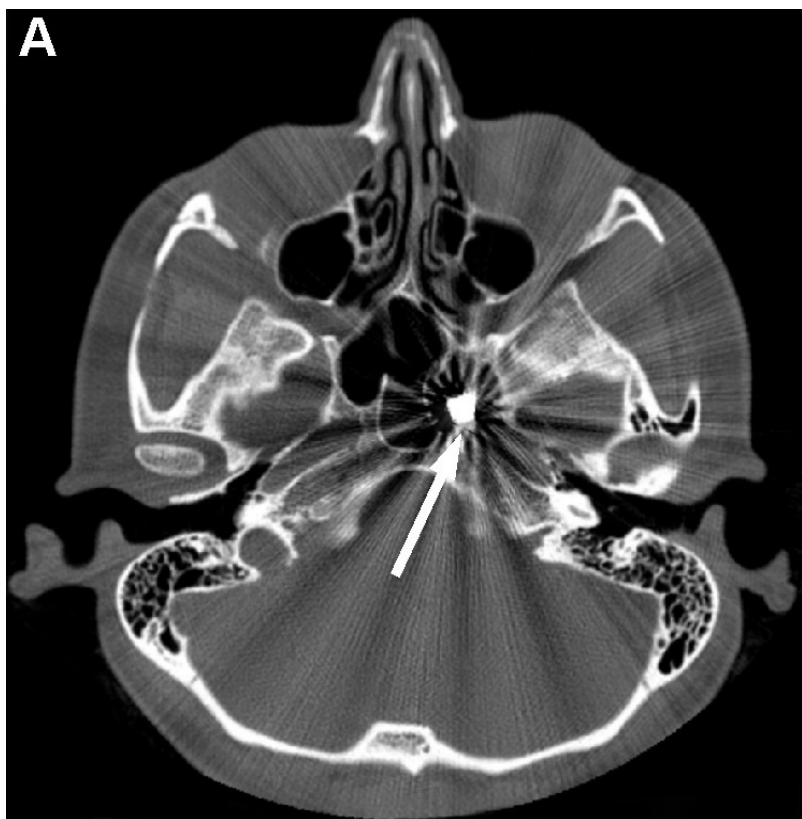
Dr. Pulay Gy. anyaga

Felhasználási területek:

Ortopédia, traumatológia:

- spinalis metastasis, tumor
- csigolyatörések
- congenitalis koponya malformatiok

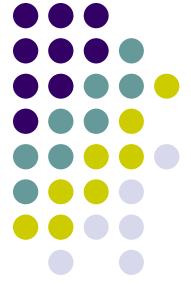
- koponyaalapi neurológiai műtétek
- maxillofacialis traumák
- kardiológiai intervenciók



Lövedék eltávolítása a koponyalapról

Journal Oral Maxillofac.
Surg. 2008; 37: 903–906

MR



- MR: Mágneses magrezonanciás vizsgálat
- Az MR képképzés:
 - A töltéssel rendelkező, mozgásban lévő protonok RF gerjesztése után keletkező mágneses teret detektáljuk.
 - Az MR kép a protonok eloszlását és kötöttségi állapotát jeleníti meg

MR képalkotás



- A szervezetben található víz, valamint a zsírszövet protonsűrűsége igen nagy. Azonban a kémiai kötéseik miatt gerjesztés utáni relaxációjuk eltérő mértékű, és ez MR-rel detektálható.
- A vizsgálat során 3D felvétel készül.
- Főbb alkalmazási területek:
 - Központi idegrendszer vizsgálata
 - Lágyrészek elváltozásainak vizsgálata
 - Funkcionális vizsgálatok

Az MR berendezések típusai



- Nyitott rendszerű MR berendezés
 - Állandó mágnes
 - Térerő kisebb (0,5T-1,5T)
 - Térbeli felbontóképessége kicsi
 - Lehetőséget ad a manipulációra a vizsgálati térben



Az MR berendezések típusai



- Zárt rendszerű MR berendezés
 - Szupravezető elektromágnes
 - Nagy térerő (1,5T-7T)
 - Térbeli felbontóképessége nagy
 - Vizsgálat közben a beteghez nehéz hozzáférni



MR alkalmazása a sebészetben

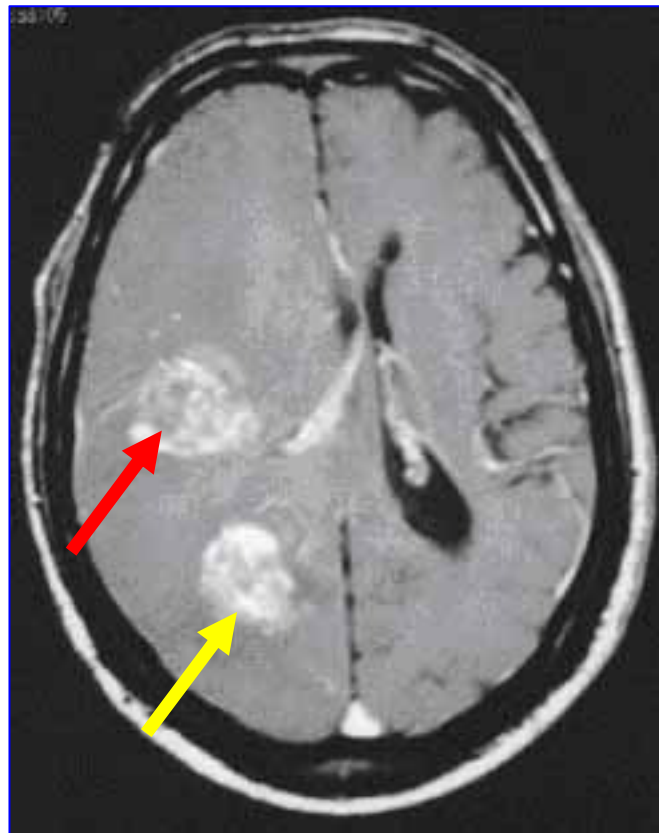


- Műtéti tervezés
 - Általában nagy teljesítményű, zárt rendszerű berendezés segítségével végzik
 - Kiváló térbeli felbontást nyújt
 - Alkalmazási lehetőségek:
 - Központi idegrendszer daganatainak vizsgálata
 - Csontok 3D rekonstrukciója a zsírtartalmuk alapján

MR alkalmazása a sebészetben



- Központi idegrendszer



Ugyanazon beteg CT és MR felvétele.

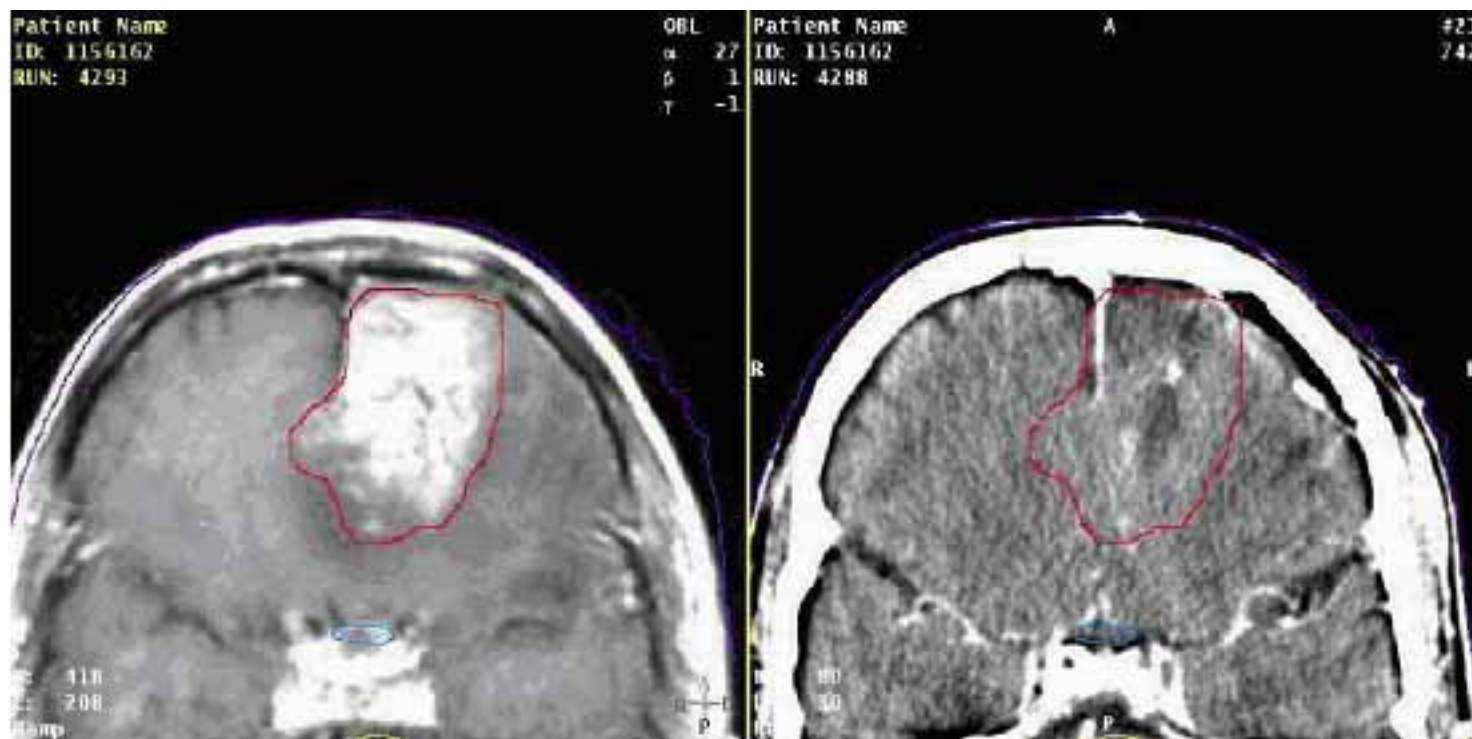
Az agyi oedema miatt a CT-n nem látható az egyik tumormetasztázis.

Martos J, Zaránd P: MRI: forradalmi változás az orvosi képi diagnosztikában

MR alkalmazása a sebészetben



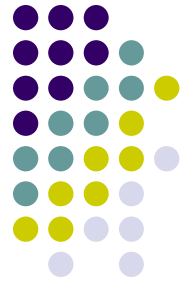
- Központi idegrendszer



MRI alapján meghatározott Clinical Target Volume átvitele a CT képre

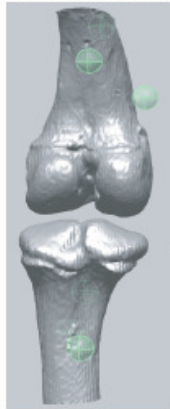
Martos J, Zaránd P: MRI: forradalmi változás az orvosi képi diagnosztikában

MR alkalmazása a sebészetben

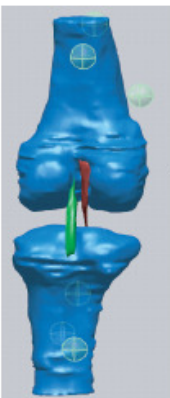


- Ortopédiai alkalmazás

CT-derived bone models

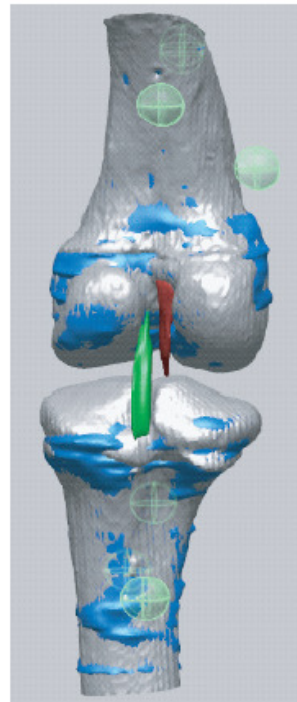


MRI-derived bone and ligament models



ICP

CT-derived bone models
are matched to
MRI-derived bone models.

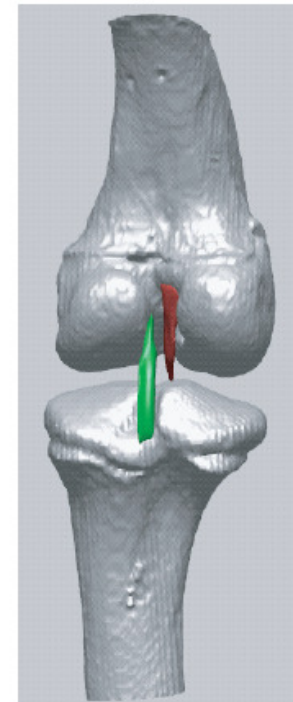


Combined Model

CT-derived bone models

+

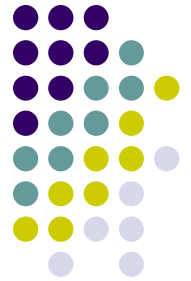
MRI-derived ligament models



Ugyanazon képletek CT és MR felvételeinek fúziója

Lee YS, Jeon M et al.: Anatomical evaluation of CT-MRI combined femoral model

MR alkalmazása a sebészetben

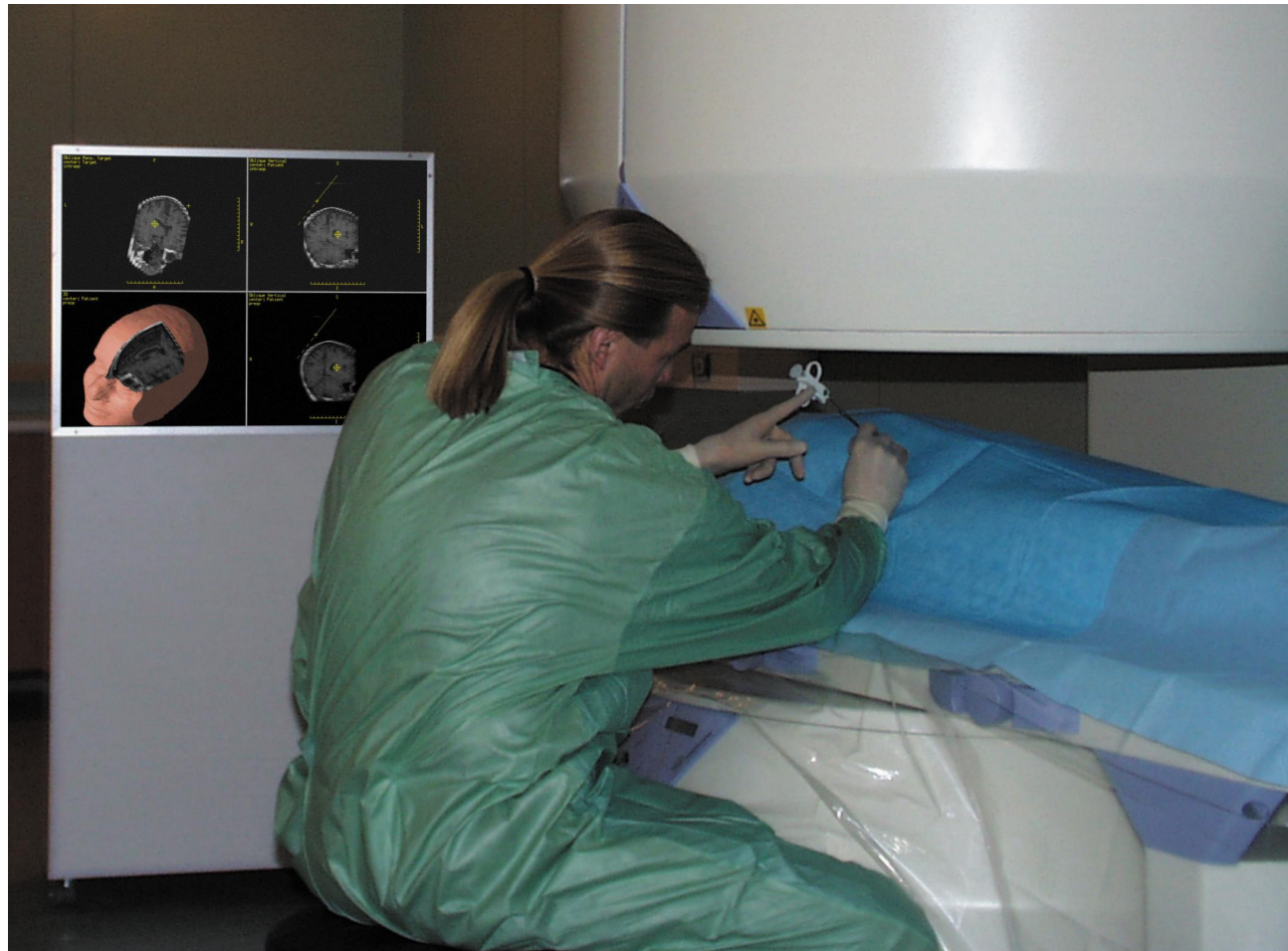


- Intraoperatív alkalmazás
 - Nyitott rendszerű berendezések
 - Korlátlan ideig alkalmazható, egészségkárosító hatása nincs
 - Speciális műtéti felszerelést igényel
 - Műanyagok, paramágneses anyagok, kerámiák
 - piezoelektromos motorok

MR alkalmazása a sebészetben



- Intraoperatív alkalmazás



MR vezérelt katéteres beavatkozás

<http://www.mirg.oulu.fi/>

MR alkalmazása a sebészetben



Nyitott rendszerű MR berendezés robotkarokkal kombinálva.

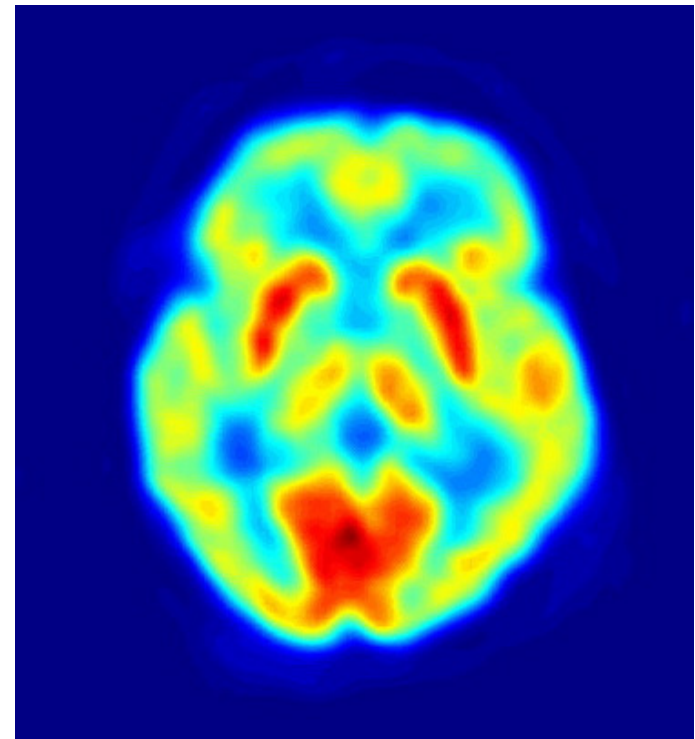
A robot MR-kompatibilis anyagokból készült, ezért használható mágneses térben.

Chinzei K. et al.:MR Compatible Surgical Assist Robot: System Integration and Preliminary Feasibility Study

Pozitron emissziós tomográfia

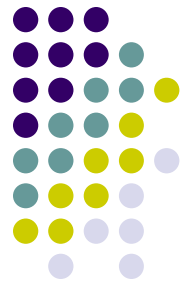


- Működési elv:
 - Radioaktív izotóppal jelölt farmakont juttatunk be a szervezetbe, amely az anyagcsere során eloszlik a szervezetben.
 - Bomlása során pozitronok sugárzódnak ki, melyeket gamma-kamerával detektálunk



PET felvétel az agyról
Langner J anyagából

Pozitron emissziós tomográfia

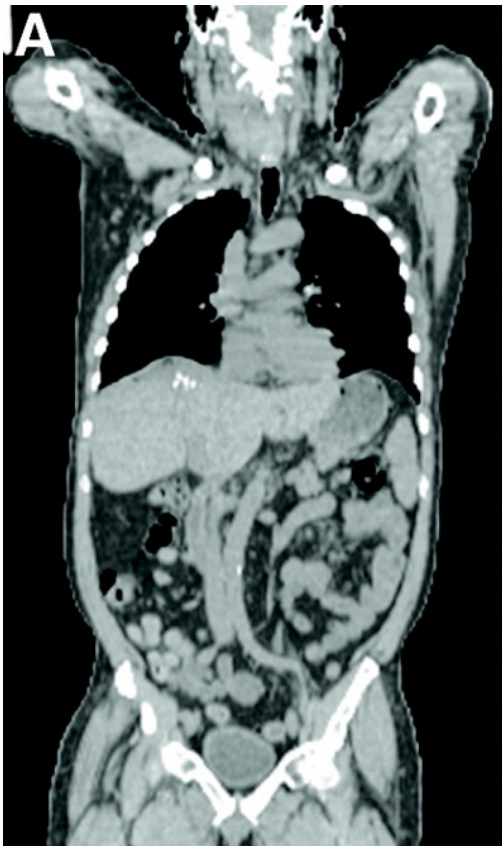


- Szerepe csak a műtéti tervezésben van, mert az eloszlás lassú folyamat, és a radioaktív sugárterhelés nagy.
- Segítségével detektálhatóak a szövetek anyagcseréjében történő változások
 - Gyulladások
 - Daganatok
- Térbeli felbontása kicsi, ezért gyakran kombinálják CT-vel, vagy MR-rel a pontosabb anatómiai lokalizáció eléréséhez

Pozitron emissziós tomográfia

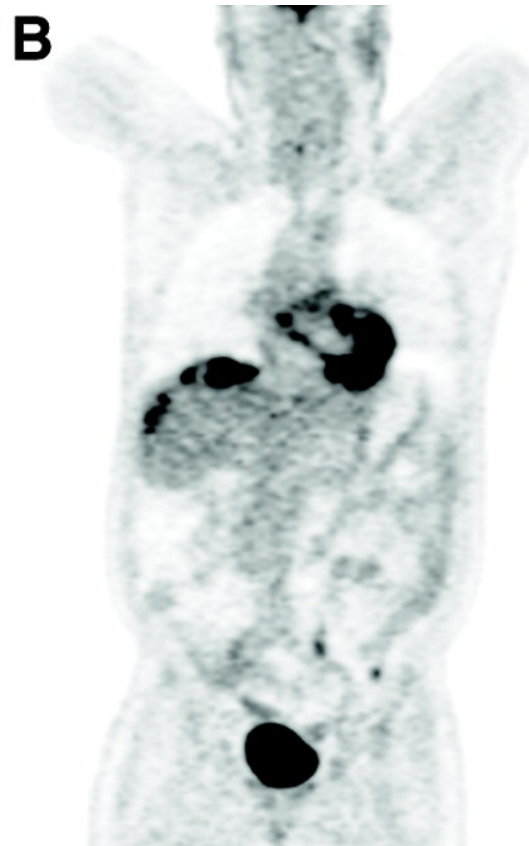


- PET-CT

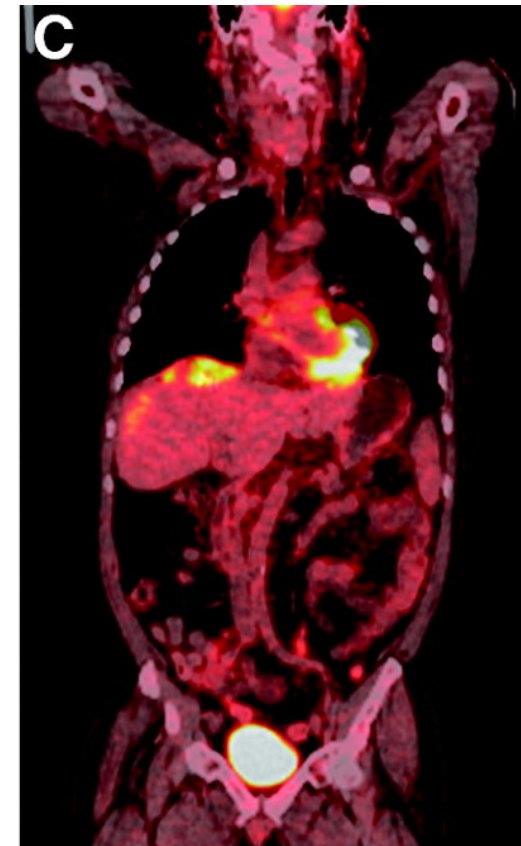


<http://tech.snmjournals.org/content/vol33/issue3/images/large/zl80030502820002.jpeg>

CT felvétel



PET felvétel



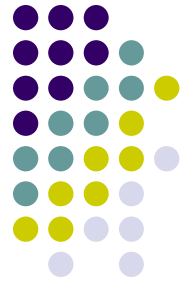
PET-CT képfúzió

Összefoglalás



- A 3D rekonstrukció feltétlen szükségessége miatt gyakorlatilag minden IGS technika CT-n vagy MR-en alapul,
- a kiegészítő képalkotók az intraoperatív képalkotást és a stereoataxiás tájékozódást segítik.

Összefoglalás



- Minden egyes sebészeti eljárás külön radiológiai tervezést igényel, melynek alapja:
 - a tervezett beavatkozás
 - a felhasznált sebészeti anyagok
 - a használandó eszközök
 - a beteg alapbetegségei, allergiái, testméretei