

Atomfizika a gyógyászatban - Sugárterápia

Fröhlich Georgina



Országos Onkológiai Intézet
Sugárterápiás Központ
Budapest

120 YEARS AGO
WILHELM ROENTGEN
DISCOVERED X-RAYS



Nov. 8.

Sugárterápia

- Az egyik fő modalitás a daganatok kezelésében (+kemo, sebészet)
- daganatos betegek 50-60%-a kerül sugárterápiára
- más betegségek esetén viszont elenyésző a szerepe

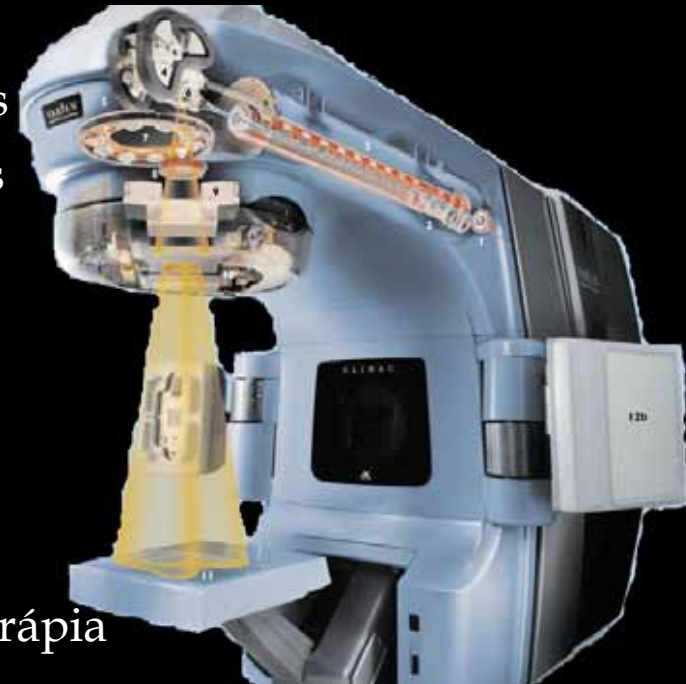
brachyterápia: radioaktív izotóp a beteg testében (γ -foton)

- ideiglenes beültetés: nagy dózisteljesítményű izotóp (Ir-192)

- végleges beültetés: nagyon kis dózisteljesítményű izotóp (I-125)

teleterápia: sugárzás forrása a betegen kívül van (RTG-, γ -foton, nagy-E e^-)

- LinAc/ Co-ágyú
- egésztest-besugárzás
- teljes bőr besugárzás
- tomoterápia
- sztereotaxia
- Gamma-kés
- Cyberknife
- RTG-terápia
- proton-, nehézion-terápia



Brachyterápia

teleterápia: → normál szövetek besugárzása, mellékhatások, +biztonsági zónák → nagy PTV

→ **brachyterápia:** kis térfogat nagy D-ú besugárzása → radikális kezelés, normál szövetek védelme, kevesebb mellékhatás, nincs biztonsági zóna (CTV = PTV)

→ DE: **kevésbé homogén D-eloszlás** (nagy D-grad.),
csak kis céltérfogatok
(+ technikai limitációk)
sugaras műtő, gyakorlat kell hozzá

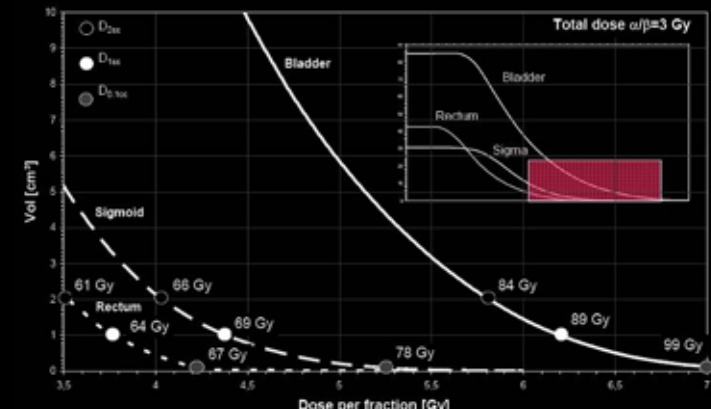
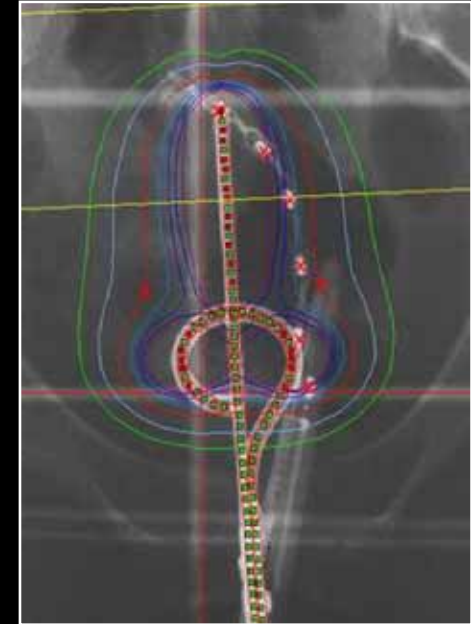
BT típusai

- **intrakavitális BT:** gyn, rektum, orrmelléküreg, orrgaratüreg,...
- **intraluminális:** légcső, nyelőcső
- **felszíni mould:** bőr, szem plakkok
- **(intravaszkuláris)**
- **intersticiális:** emlő, prosztata, H&N, agy, gyn, lágyrész szarkómák,...
- **intrakavitális + intersticiális:** gyn, rektum
- **ideiglenes beültetések:** HDR izotópok (Ir-192)
- **permanens beültetések:** Very LDR (I-125)



A brachyterápiás kezelés

- **Premedikáció** (beteg érzéstelenítése, szedáció)
- **Implantáció** (aplikátorok, tűk)
- **Képalkotás** (RTG, CT, MR, UH)
- Anatómiai szervek berajzolása (**kontúrozás**)
- Céltérfogat(ok) meghatározása
- Aplikátor-rekonstrukció, számítógépes **dózisterv** elkészítése
- Kezelés **ellenőrzése** (in vivo dozimetria)

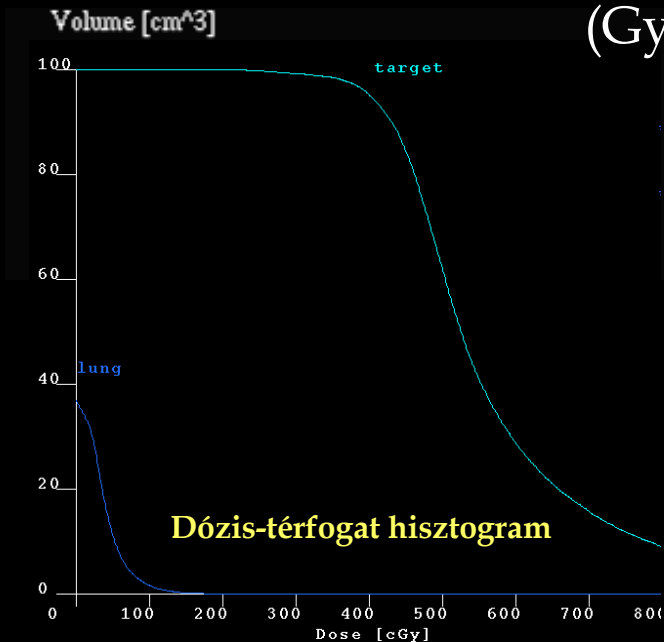


Dózis-optimalizálás

- **Manuális optimalizálás:** az egyes megállási pozíciókban manuálisan változtatjuk a forrás megállási idejét.
- **Geometriai optimalizálás (GO):** a megállási idők minden pozícióban fordítottan arányosak az adott pont összes többi ponttól való távolságának reciproknégyzet-összegével.
- **Grafikus optimalizálás (GRO):** az egyes izodózis-vonalak alakját a képernyőn az egérrel grafikusán változtatjuk.
- **Dózispont optimalizálás (DPO):** a referencia dózispontok térbeli helyzete határozza meg az optimalizálási feltételeket.
- **Hybrid Inverse Planning Optimization (HIPO):** dózis-térfogat alapú inverz optimalizálási módszer.
- **Inverse Planning Simulated Annealing (IPSA):** anatómia-alapú inverz optimalizációs módszer.

Térfogati- és dózisparaméterek

- **MCD** (Mean Central Dose) (Gy)
- V_{ref} , $V_{1.5\text{xref}}$, $V_{1.5\text{xMCD}}$, V_{PTV} : a referenciadózis, a referenciadózis 1,5-szerese, a MCD 1,5-szerese által lefedett térfogat, illetve a PTV térfogata (cm^3)
- V_{90} , V_{100} , V_{150} , V_{200} : : a PTV a ref.D 90, 100, 150, 200%-át kapott térfogata (%)
- D_{90} , D_{100} : a PTV 90 illetve 100%-át besugárzott D (Gy)



- D_{max} : a védendő szervek ref. pontjainak max. D-a (%)
- V_5 , V_{10} , V_{15} : a védendő szervek legalább 5, 10 és 15 Gy-t kapott térfogata (cm^3)
- $D_2(x)$: x védendő szerv legnagyobb dózist kapott 2 cm^3 -ének dózisa (%)
- $D_{10}(x)$: x védendő szerv legnagyobb dózist kapott 10%-ának dózisa (%)

Minőségi indexek

$$CI = \frac{V_{100}}{100}$$

- **CI** (Coverage Index): a PTV ref.D általi lefedettsége (≤ 1)

$$DHI = \frac{V_{100} - V_{150}}{V_{100}}$$

- **DHI** (Dose Homogeneity Index): dózishomogenitás

- **DNR** (Dose Non-uniformity Ratio): dózis-egyenetlenség

$$DNR = \frac{V_{150}}{V_{100}}$$

- **COIN** (Conformal Index): konformalitás

- **EI** (External Index): a legalább ref.D-t kapott normál szövet/ V_{PTV}

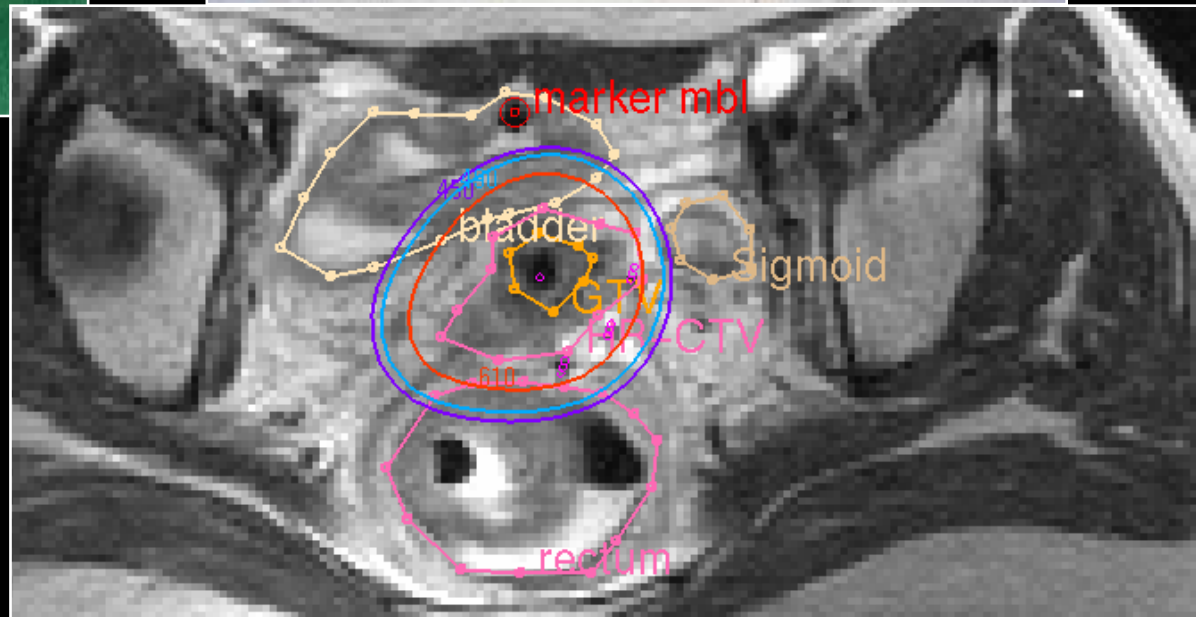
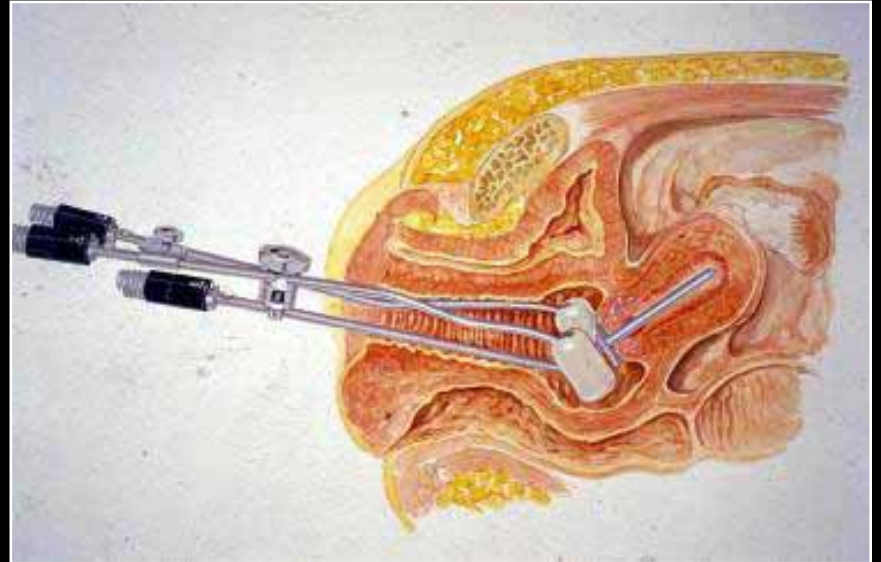
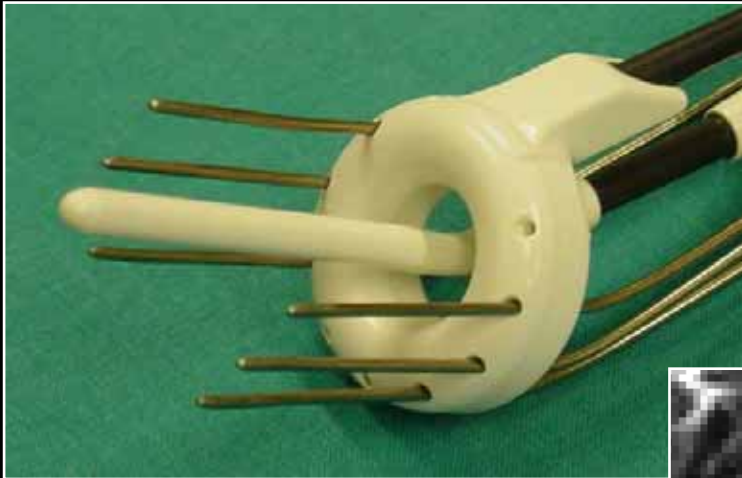
$$COIN = \frac{PTV_{ref}}{PTV} \cdot \frac{PTV_{ref}}{V_{ref}} =$$

- **TRAK** (Total Reference Air Kerma): a ref. levegő Kerma és a besugárzási idők szorzatának összege minden besugárzási pozícióra (cGy/m)

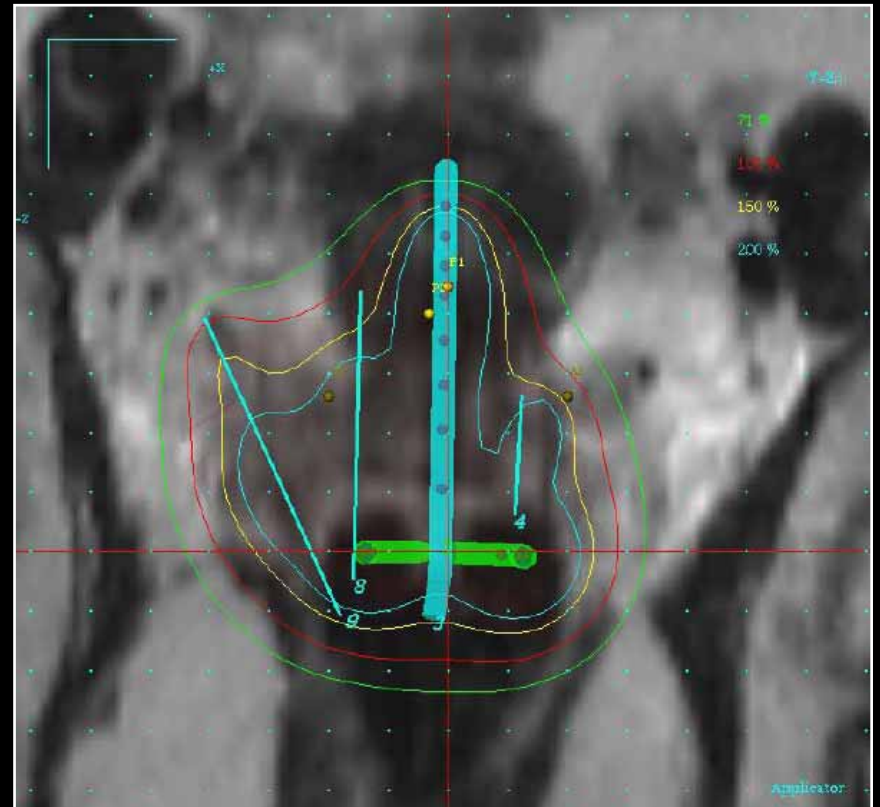
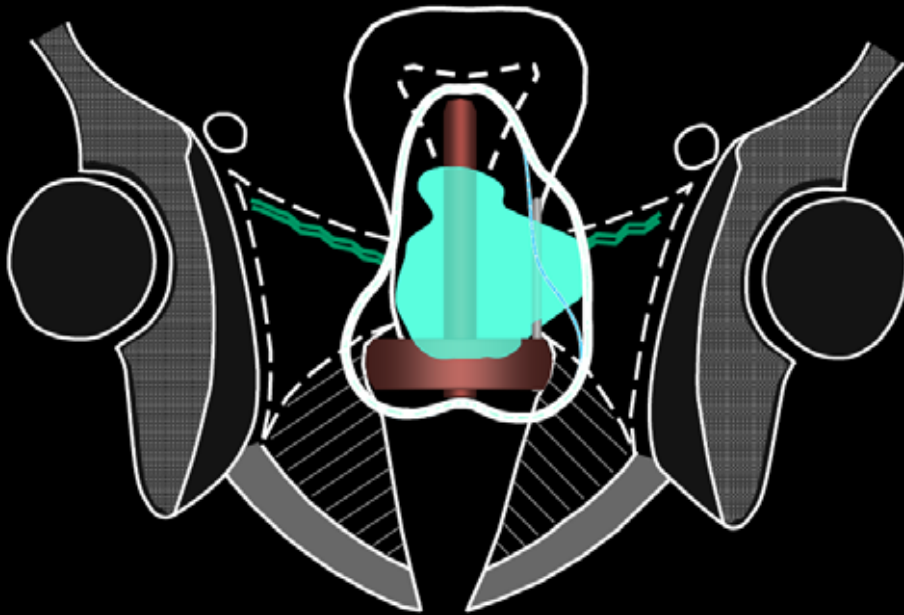
$$= CI \cdot \frac{PTV_{ref}}{V_{ref}} = \frac{V_{100}^{Organ}}{V_{100}^{Implant}}$$

Méhnyak BT

Intrakav. + interstic. BT



Méhnyak BT

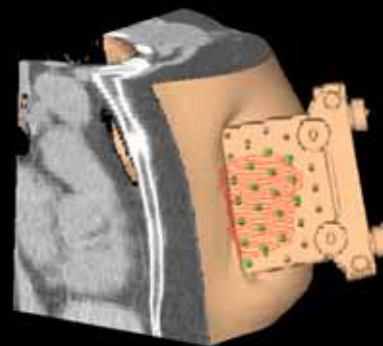
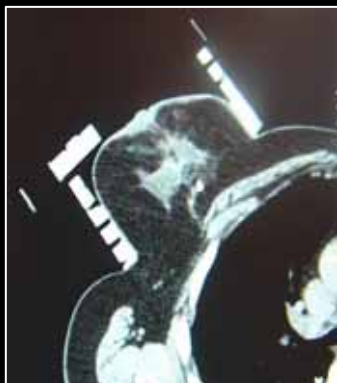


Emlőtűzdelés

Interstic. HDR BT

- céltérfogat helye és a katéter-elrendezés megtervezése (CT):

előterv

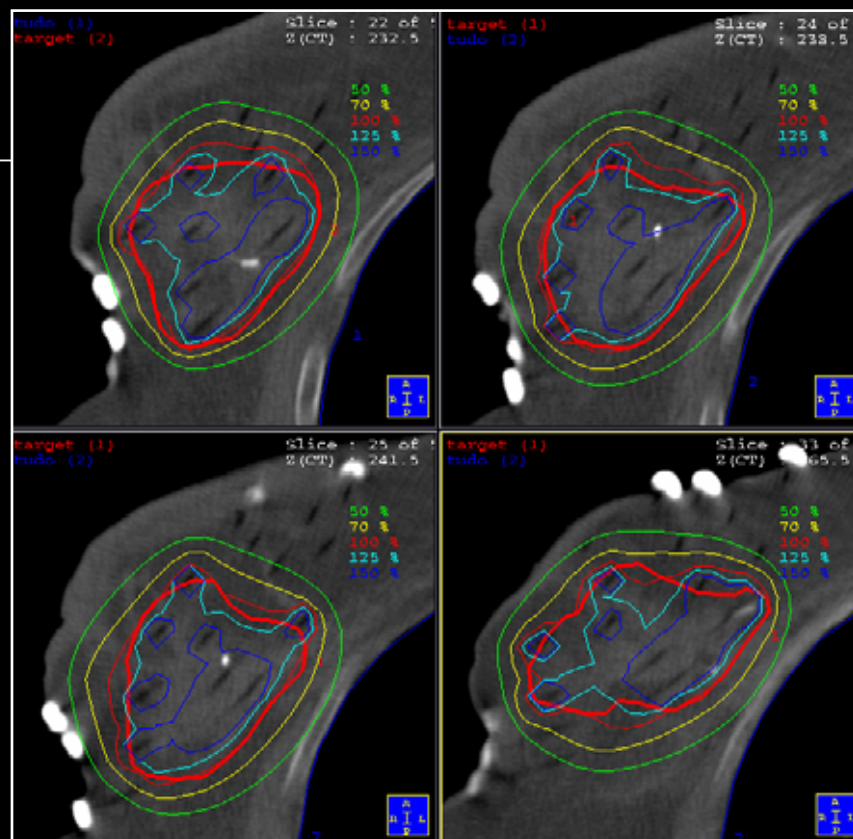


- beültetés



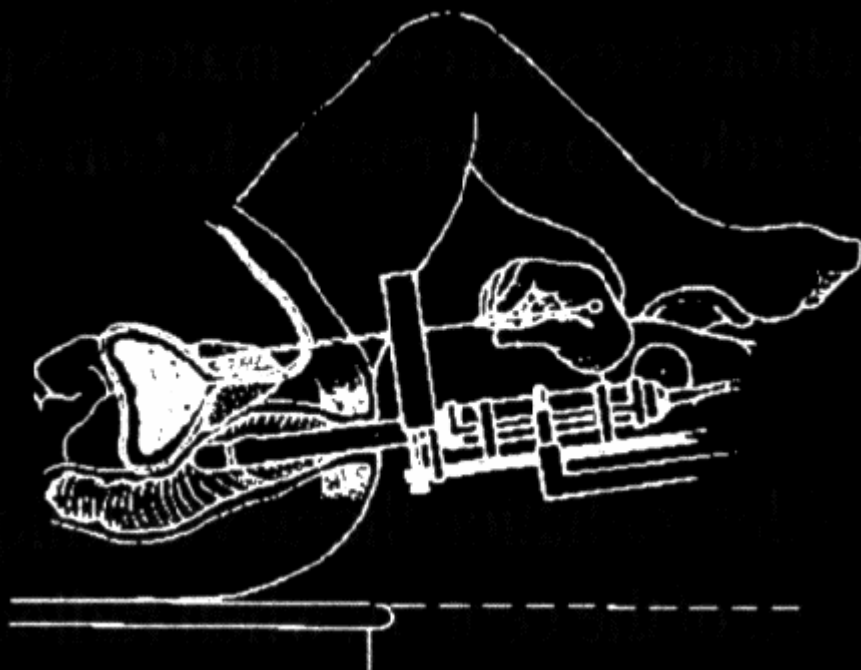
Emlőtűzdelés

- CT → céltérfogat, tüdő és szív kontúrok
- besugárzás-tervezés



Prosztatatűzdelések - HDR

Interstic. HDR (ideiglenes) technika



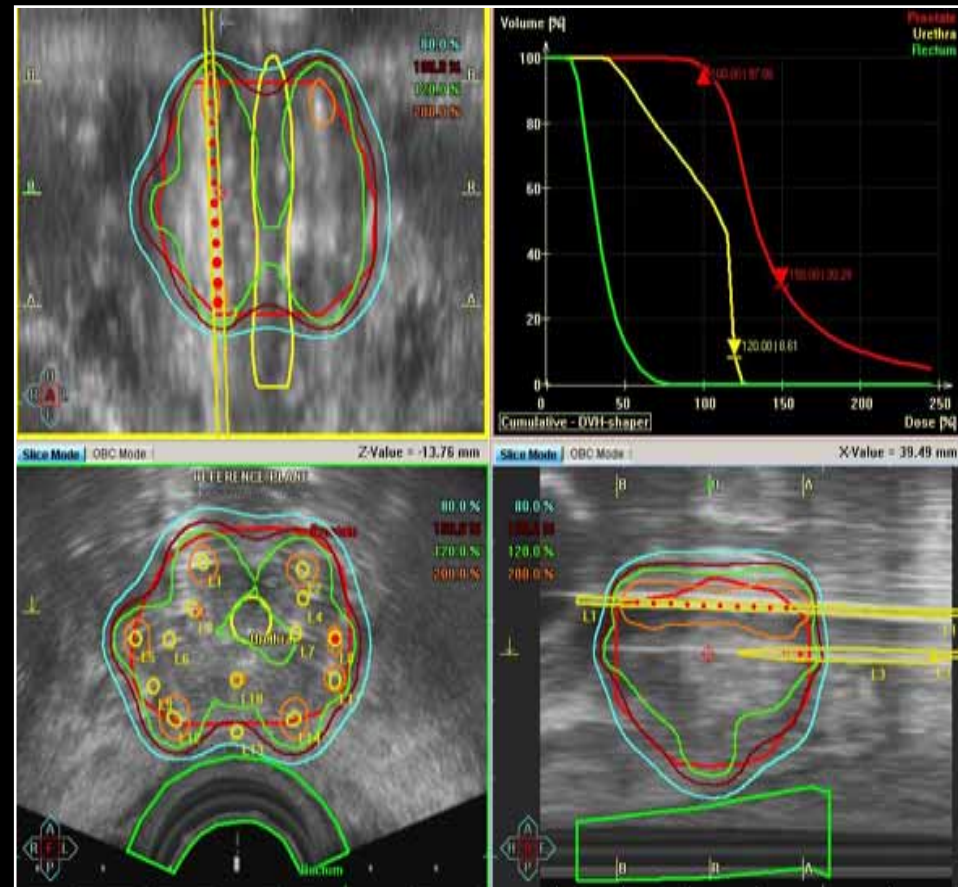
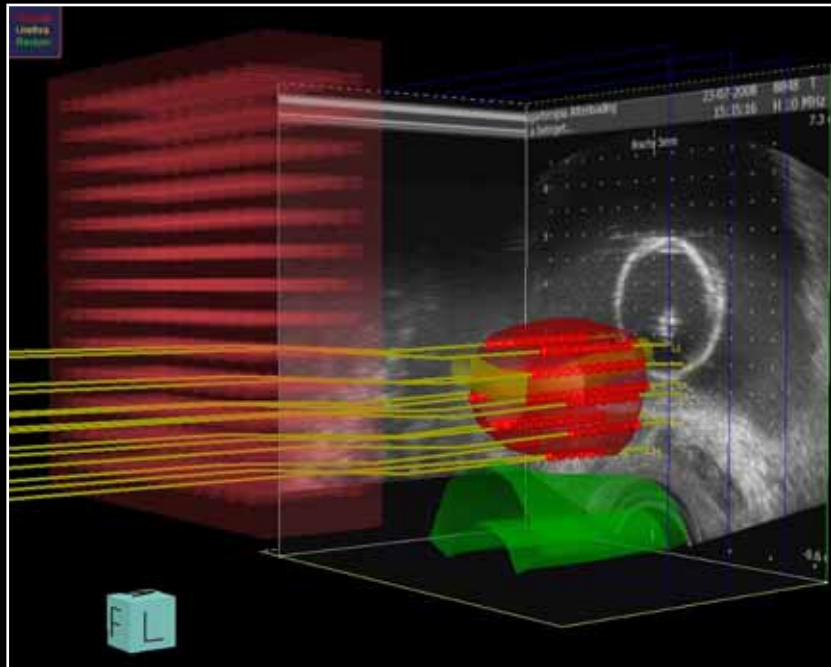
TRUH-vezérelt



Beültetés

Prosztatátűzdelések - HDR

kontúrok (céltérfogat, húgycső, végbél),
besugárzási terv



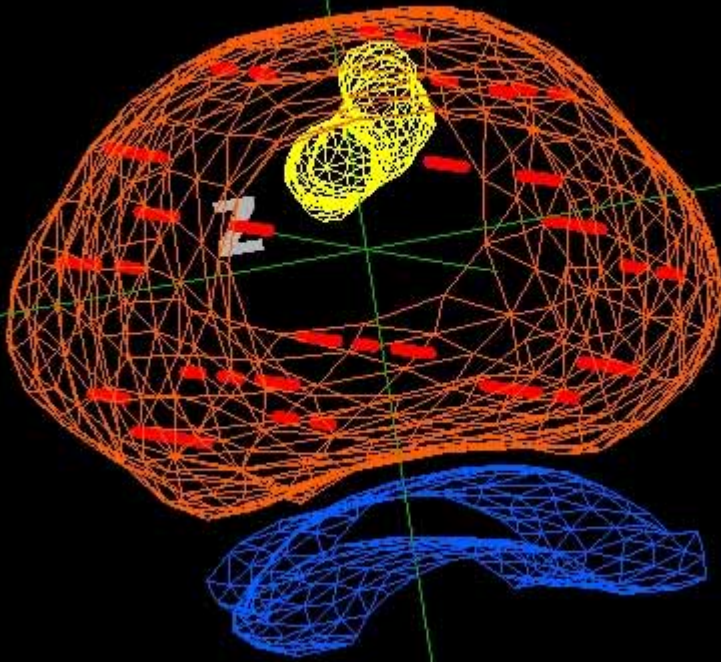
Prosztatatűzdelések - Seed

interstic. – „seed” (végleges) technika

- elő (TR)UH sorozat
- kontúrozás (céltérf., húgycső, végbél)
- előterv → tűk és izotópok helyzete



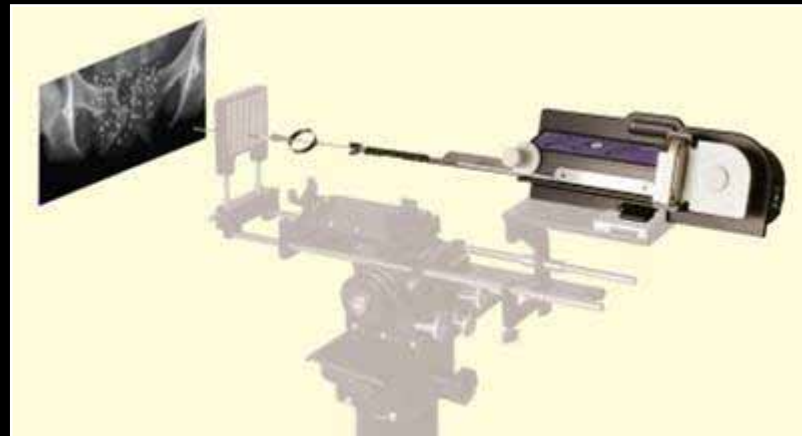
- beültetés: fém tűk (20cm)
- élő UH kép → tűk valódi helyzete
- beültetés: seed-ek
- verifikáció



Prosztatatűzdelések - Seed

30-80 db
 ^{125}I seed

kezelési idő $\sim \infty$
(~2 hónap)



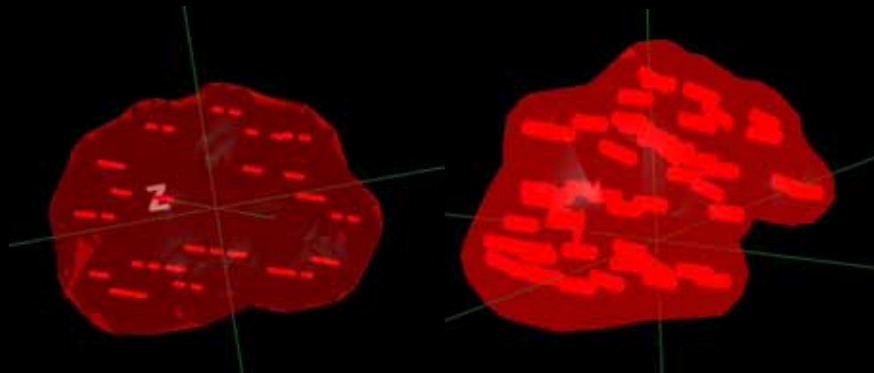
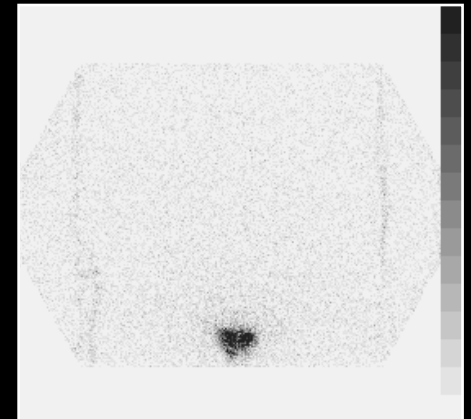
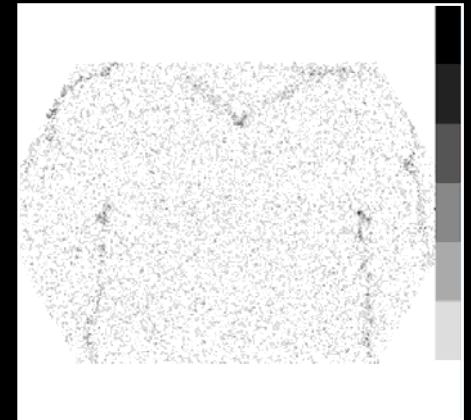
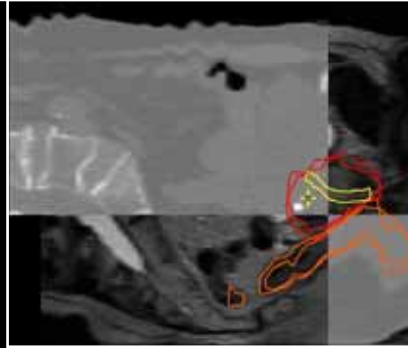
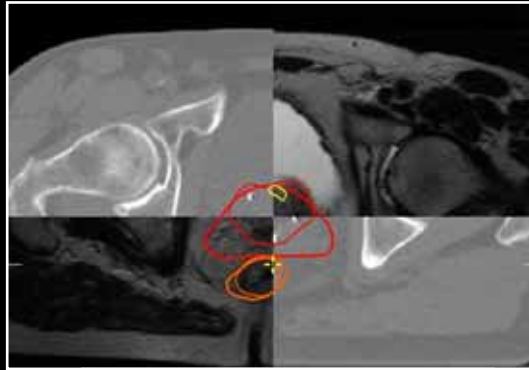
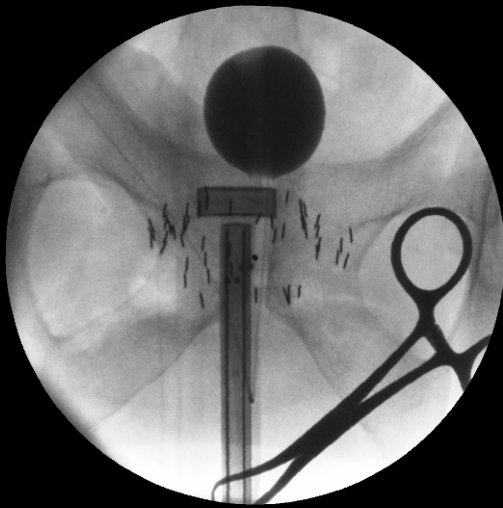
Prosztatatűzdelések - Seed

Verifikáció:

CT-MRI fúzió – 4 hét

SPECT – 1 nap

RTG –
beültetés után





Köszönöm a figyelmet!

<http://chopin.web.elte.hu/>

Ionizáló sugárzások a gyógyításban
(tavaszi félév: ff1c9a101)

Orvosi biofizika modul