

# SUGÁRVÉDELEM A SUGÁRTERÁPIÁBAN

Dr. Varjas Géza

# SUGÁRTERÁPIA FAJTÁI

■ BRACHYTERÁPIA

■ TELETERÁPIA

FOTON TERÁPIA (4-18 MV)

ELEKTRON TERÁPIA (4-21 MeV)

RTG TERÁPIA (30-250 kV)

PROTON ÉS IONTERÁPIA

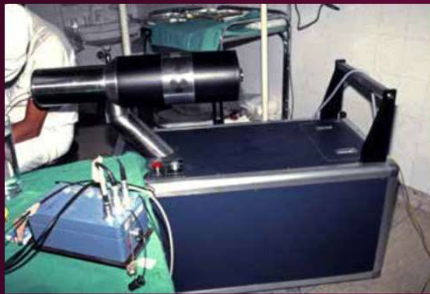
DÓZISOK: 5-78 Gy

# Brachyterápiában alkalmazott főbb sugárforrások

Radionuklid	felezési idő	sug. energ.átl	felező
Co 60	5,261 év	1,25 MeV	10,8 cm
Cs137	30 év	0,662 MeV	8,2 cm
Sr 90,Y 90	28,9 év	0,54, 2,72 MeV béta	0,15 cm
Ir 192	73,8 nap	0,38 MeV	6,3 cm
I 125	59,4 nap	0,028 MeV	2,0 cm
Pd 103	16,97 nap	0,021 MeV	1,6 cm

# BRACHYTERÁPIA

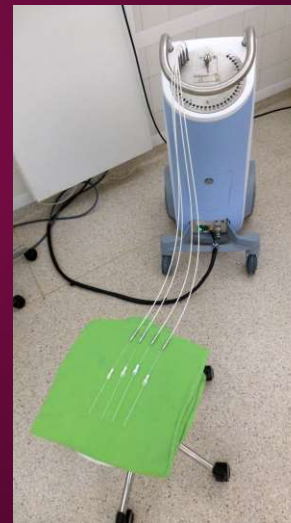
- Tűk, tubusok szélesztése szabadon (manuális LDR)
- Egyszerű applikátorok használata, manuális utántöltés
- Távirányításos utántöltés (HDR afterloading)
- CT-re alapozott besugárzástervezés
- Permanens seed-ek



Gammamed Ii



microSelectron



Flexitron



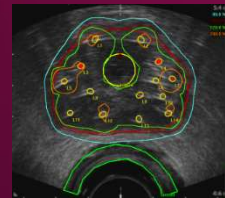
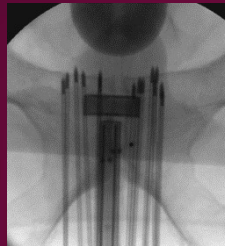
CT/MR kompatibilis applikátorok

# BRACHYTERÁPIA - PROSZTATA

HDR

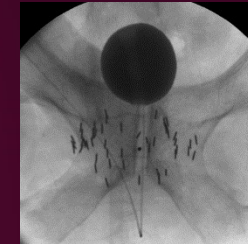
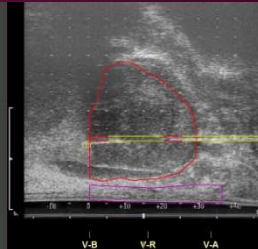
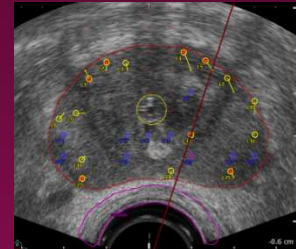


OOI állvány és template  
2001 – 2008



Nucletron-Elekt  
2008 -

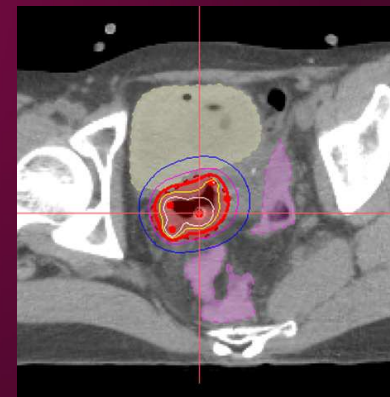
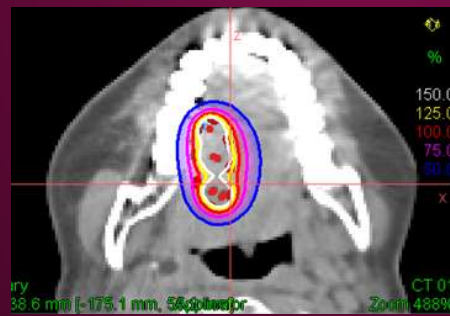
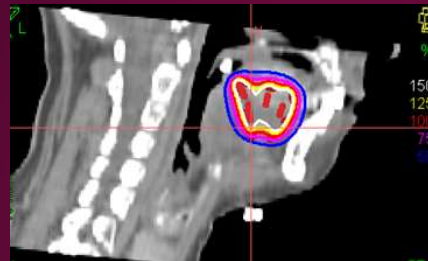
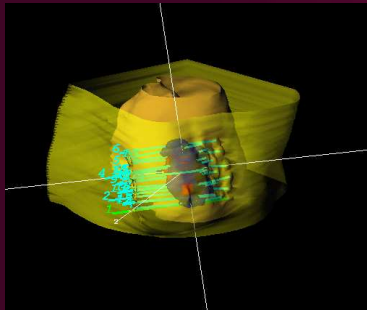
LDR - seed



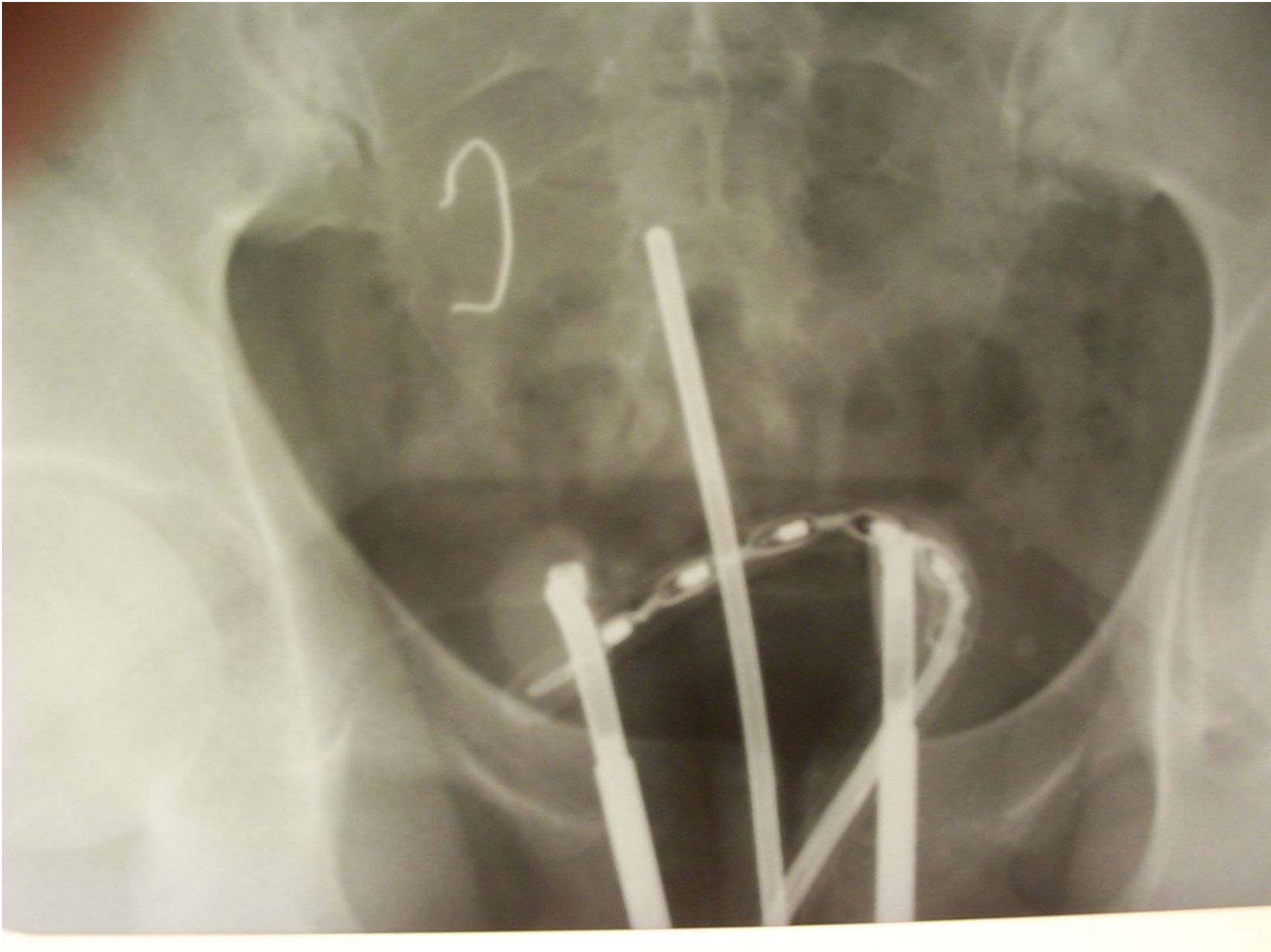
Nucletron-seedSelectron  
2008 - 2011

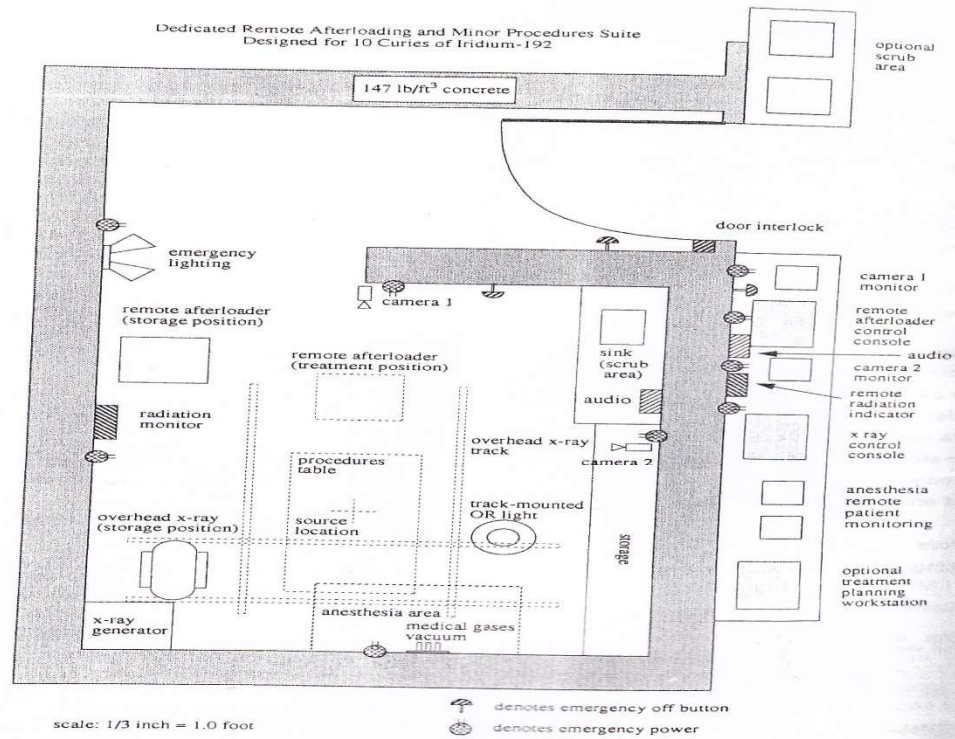
Bebig „kötött sugárforrás”  
2011 -

# BRACHYTERÁPIA – EMLŐ, FEJ-NYAK, NŐGYÓGYÁSZAT







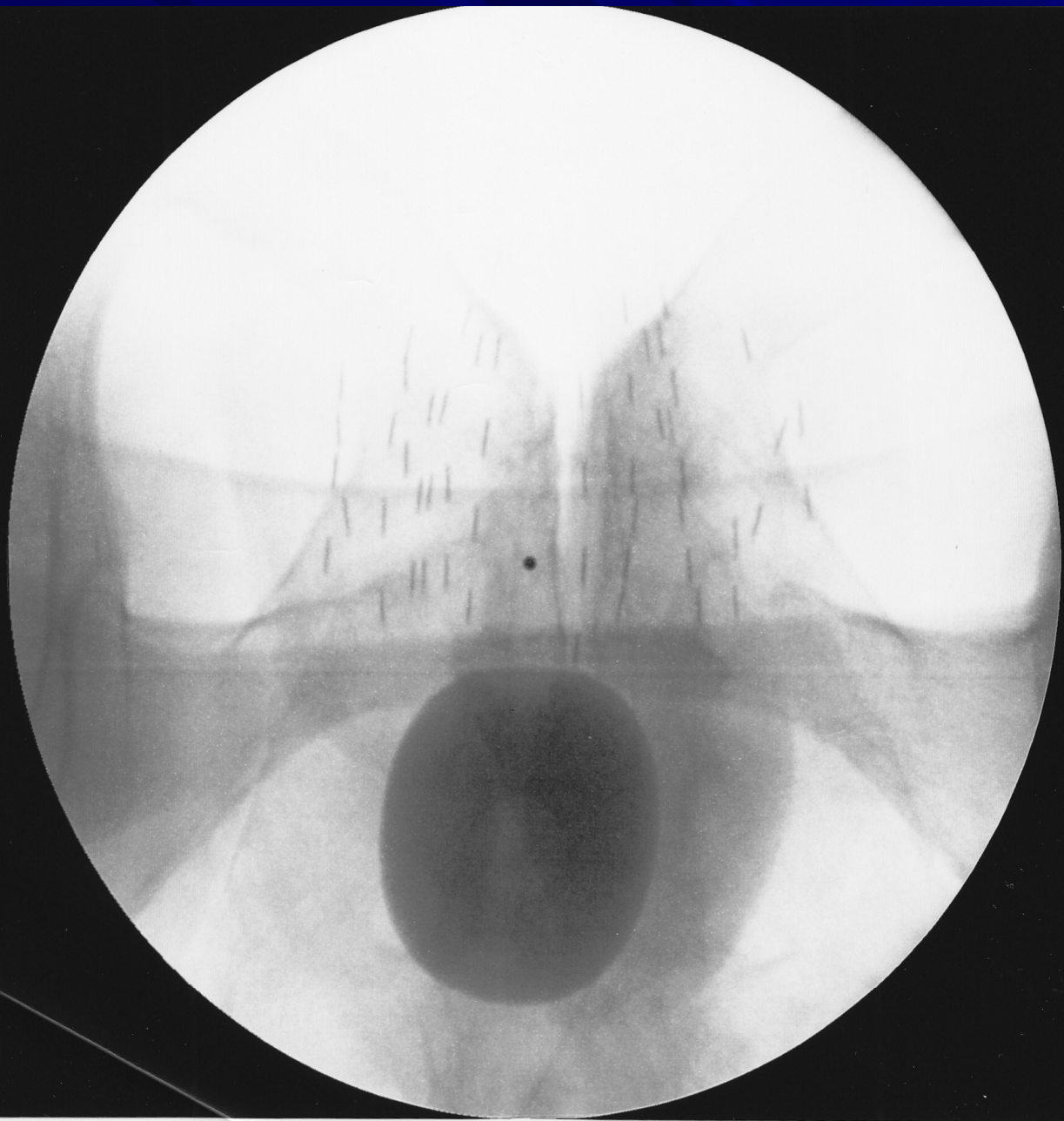


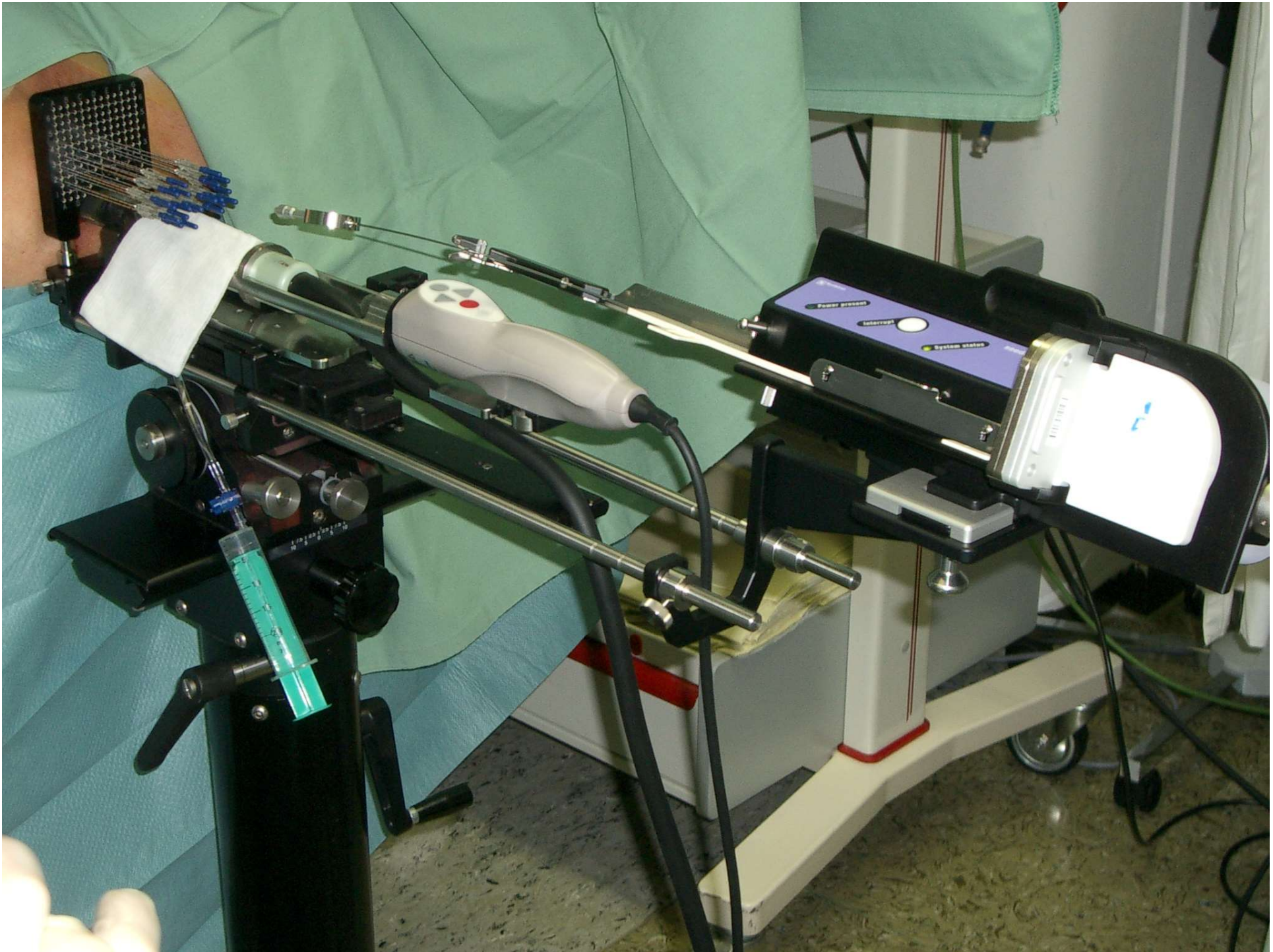
**Figure 18.32** A dedicated HDR remote afterloading vault with ancillary equipment. [Reprinted from AAPM Report 41, Afterloading Technology, Figure 4, page 28, Copyright 1993, with permission from AAPM.]

*Transport*

*Disposal*









# KÉPVEZÉRELT ÉS LÉGZÉSVEZÉRELT SUGÁRTREÁPIA

Artiste – MV-os CBCT és kV-os „in room” CT

TrueBeam – kV-os CBCT

Légzésvezérelt besugárzások

Cyberknife – kétirányú röntgen, valós idejű tumormozgás-követés,  
keret nélkül, test sztereotaxia



# SZTEREOTAXIÁS SUGÁRTERÁPIA: SUGÁRSEBÉSZET

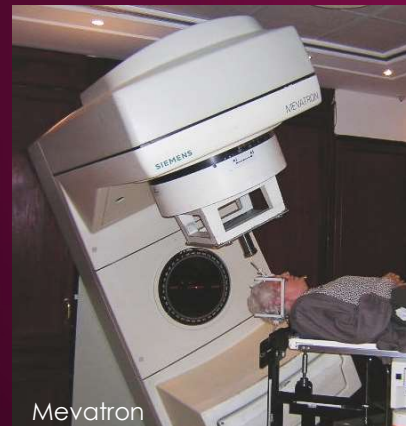
1991 Neptun, sztereotaxiás kerettel

2000 Mevatron (Radionics 2010)

2014 Primus

2016 TrueBeam

2018 Cyberknife (maszkkal)



## LEGÚJABB KÉSZÜLÉKEINK



O-ring (CBCT)



Ethos

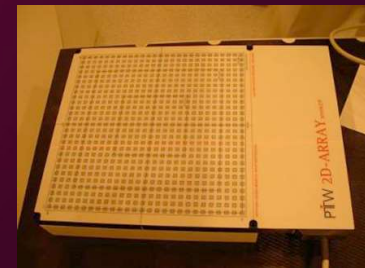
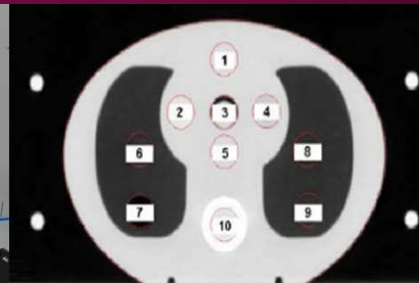


FreeMax MRI

# MR sugárterápiához

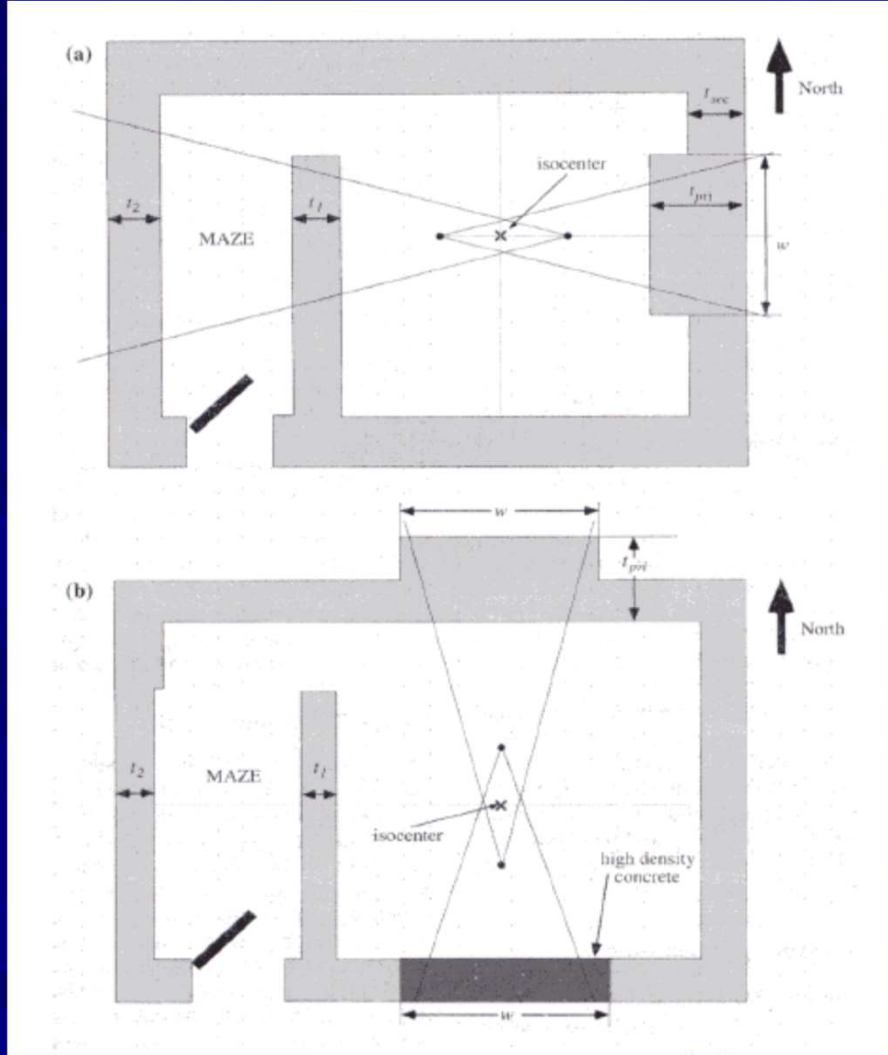


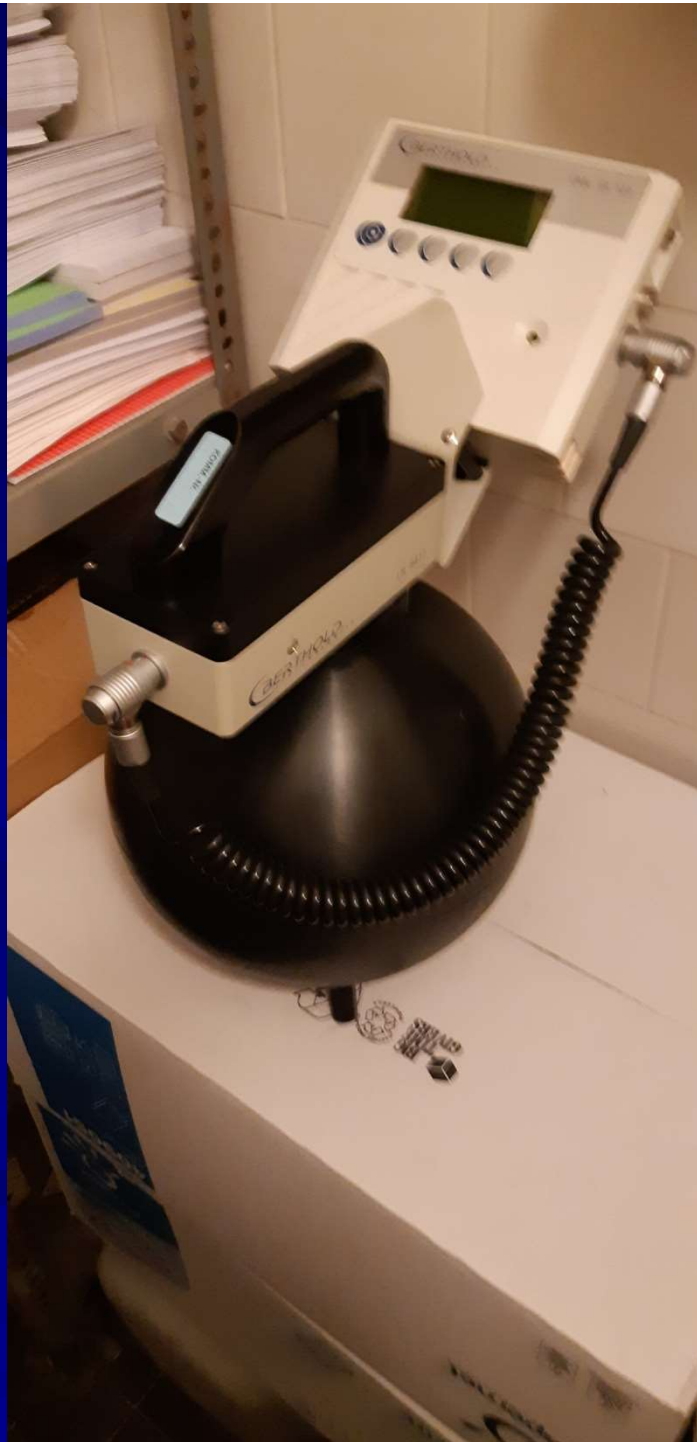
# FANTOMOK MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI MÉRÉSEKHEZ



# CYBERKNIFE







# Sugárkezelések biztonsága

- A kuratív vagy palliatív sugárterápiának három fő szempontja van: a hatékonyság, az életminőség és a biztonság.
- A biztonság szempontjából speciális a helyzet:
  - 1./ A betegre közvetlenül igen intenzív sugárnyalábot irányítunk.
  - 2./ Igen nagy dózist adunk le.
  - 3./ Az aluldozírozás is következményekkel jár.
  - 4./ A sugárterápia nagy számú résztvevővel és sok lépésben zajlik le.

# A balesetek okai

- 1./ Készülék problémák
- 2./ Felkészülés és gyakorlat hiánya
- 3./ Protokollok hiánya
- 4./ Alapvető információk átadásának a hiánya
- 5./ Független ellenőrzés hiánya
- 6./ Figyelmetlenség és tájékozatlanság
- 7./ Sugárforrások ellenőrizetlen, hosszú idejű tárolása, elvesztése

# A sugárbalesetek klinikai következményei

- 1./ Mellékhatások és komplikációk
- 2./ Sugárbaleset következményének típusai:
  - a./ Tumor kontrollra való hatás
  - b./ Korai ( akut ) komplikációk
  - c./ Késői ( krónikus ) komplikációk
- 3./ Az egyéni sugárérzékenység
- 4./ Sugárbalesetek klinikai detektálása

# Ajánlások a sugárterápiás balesetek megelőzésére

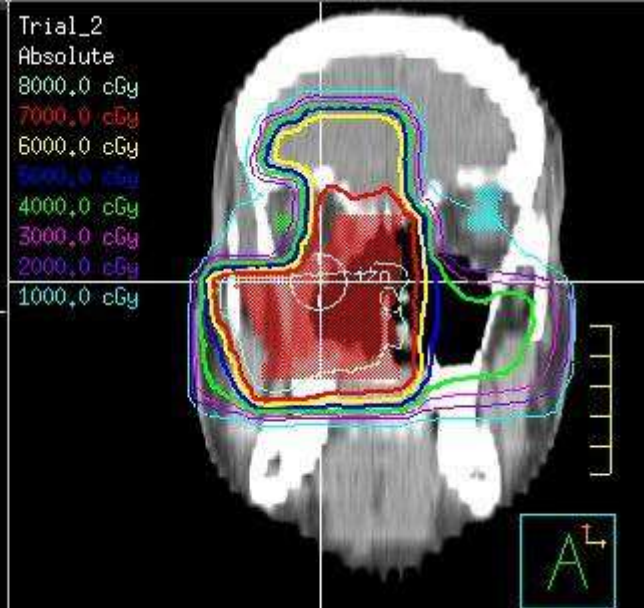
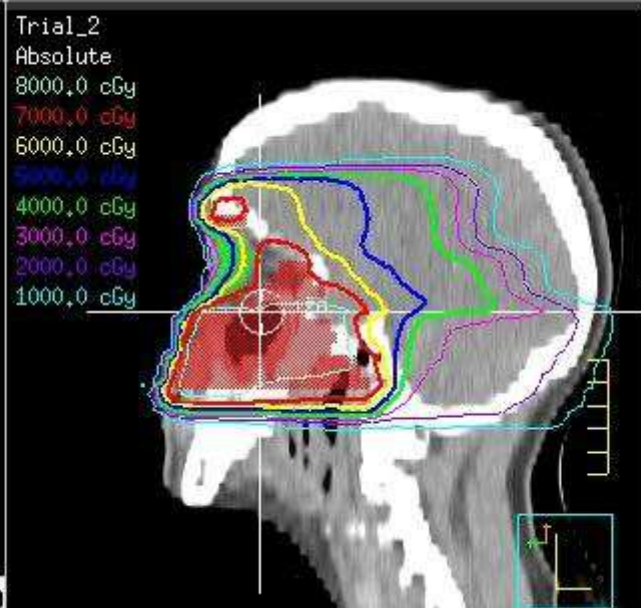
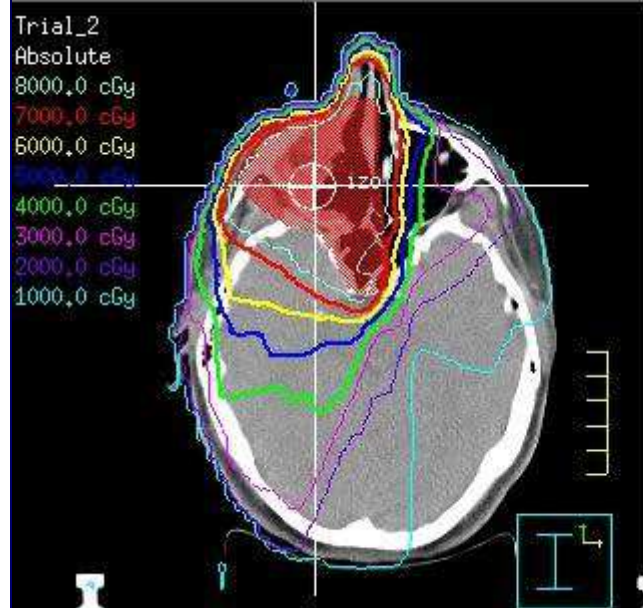
- Átfogó és egységes minőségbiztosítási program, amely kiterjed a sugárterápia teljes folyamatára.
- A nemzetközi szervezetek ( IAEA, ESTRO, AAPM, WHO stb. ) és nemzeti ajánlásokra alapulva saját minőségbiztosítási rendszert kell alkalmazni és azt folyamatosan karbantartani.
- Szervezés
- Képzés és gyakorlat
- Információ átadás

# A minőségbiztosítás és a baleset elhárítás jövője

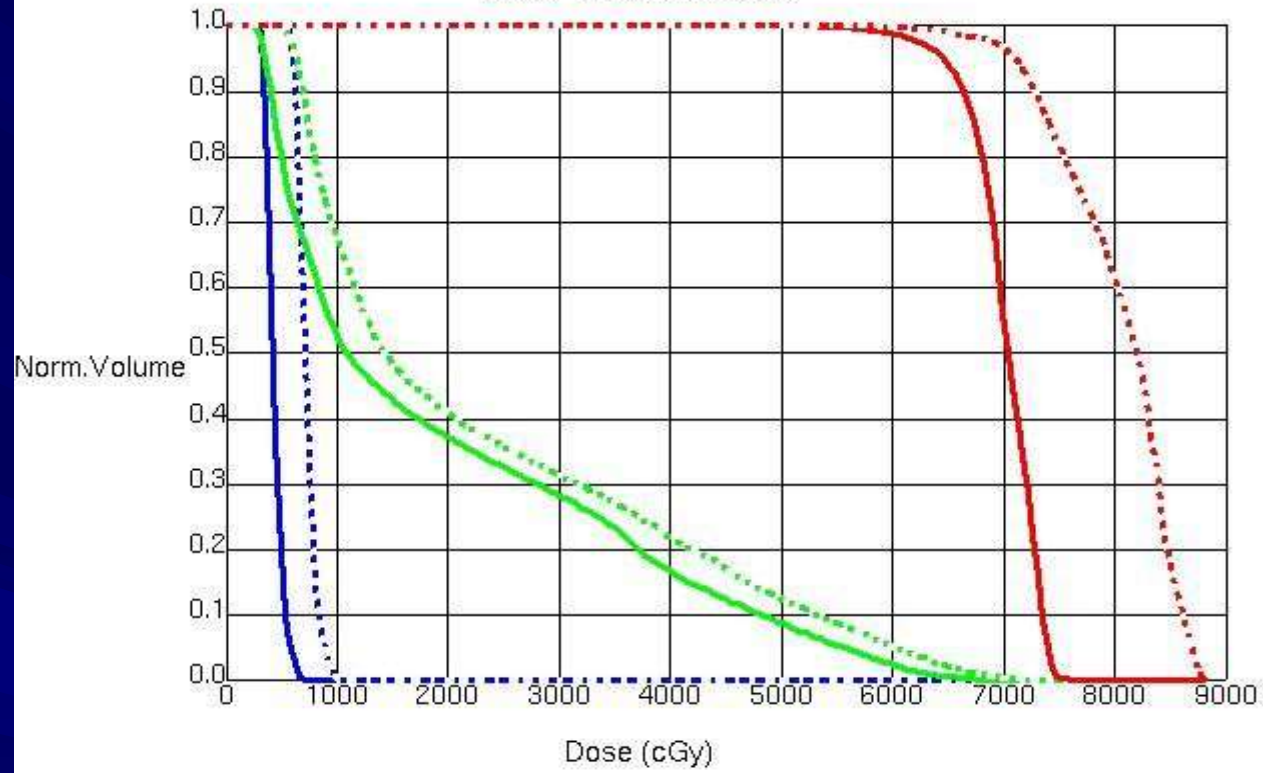
- A sugárterápiában alkalmazott módszerek, eszközök viharos fejlődése önmagában még nem nyújt védelmet a nemkívánatos események ellen.
- A gondos törvényi és egyéb szabályozás, ezek megfelelő végrehajtásának a kikényszerítése, a képzés, a gyakorlás, a QA programok fejlesztése, a szervezési, személyi, anyag és eszközi feltételek biztosítása lehetővé teszi a nemkívánatos események számának és súlyosságának alacsony szinten tartását.

# SUGÁRTERÁPIÁS KEZELÉSEKET MEGALAPOZÓ, ILLETVE KÍSÉRŐ SUGARAS KÉPALKOTÓ ELJÁRÁSOK

- Röntgendiagnosztika
- Izotóp ( SPECT, PET )
- Röntgen és CT szimulátorok
- Beállító felvételek
- Képvezérelt besugárzások
- Besugárzás alatti monitorozás

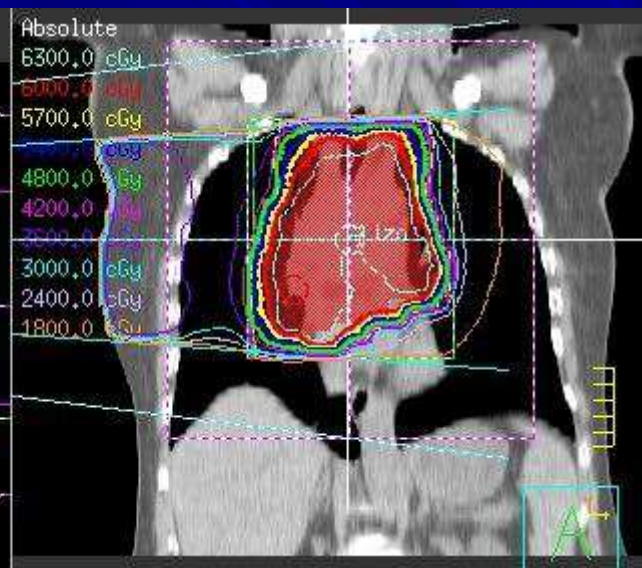
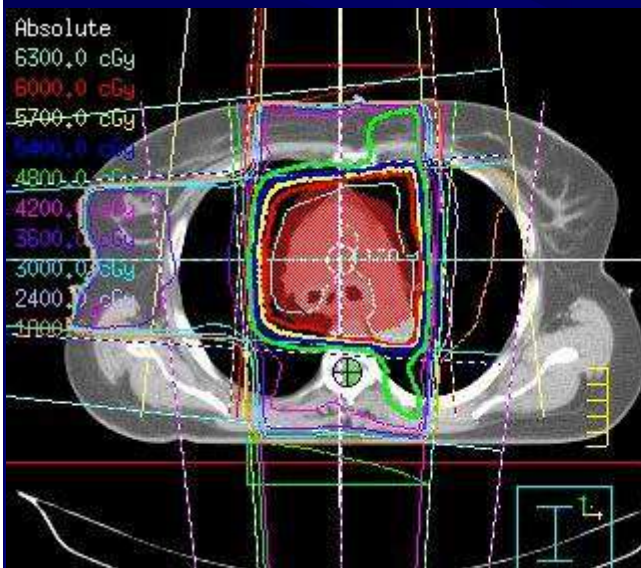


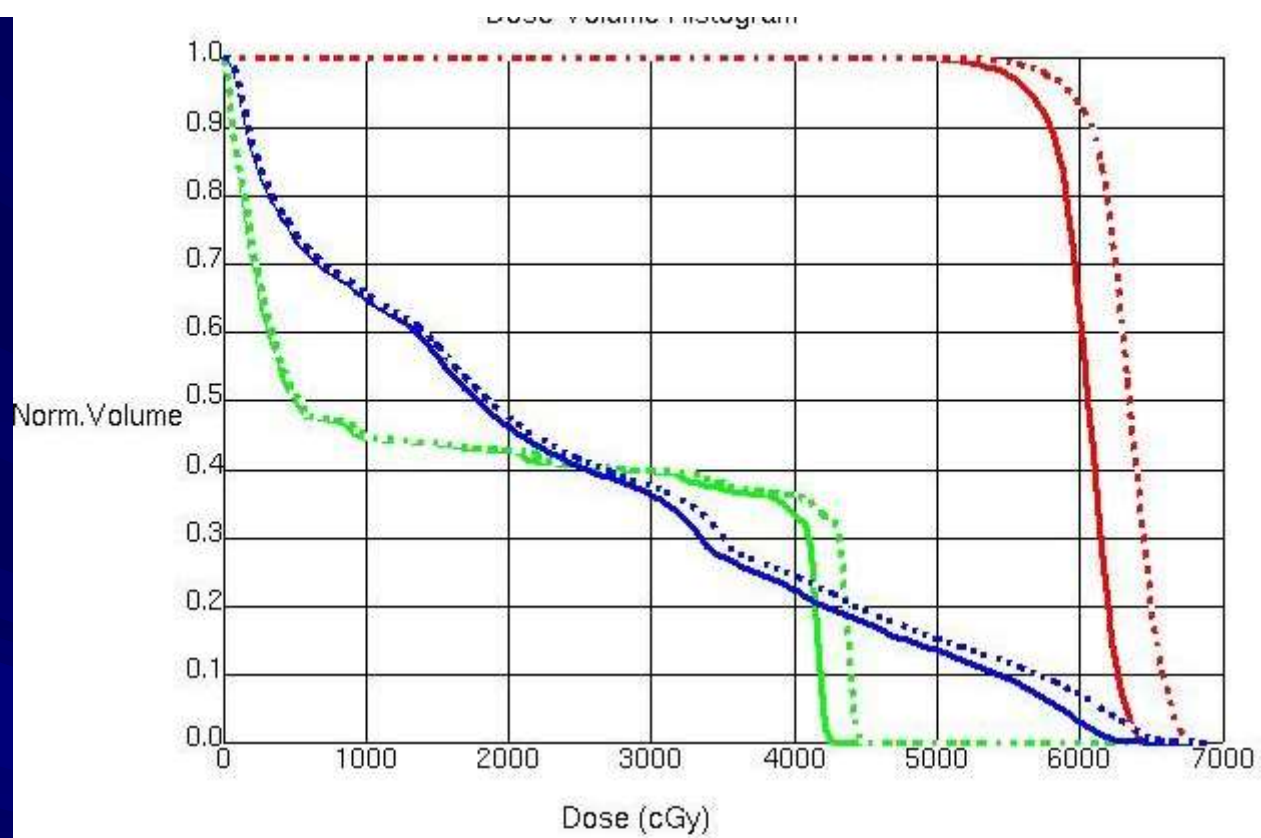
Dose Volume Histogram



ROI Statistics

Line Type	ROI	Trial	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.	% O
	jobb lencse	Trial_1	302.6	695.2	428.5	74.0	0.
	jobb lencse	Trial_2	573.2	1007.1	721.9	81.7	0.
	jobb szem	Trial_1	239.7	6737.2	1965.9	1740.2	0.
	jobb szem	Trial_2	458.9	7156.7	2323.2	1805.8	0.
	ptv	Trial_1	2386.8	7595.5	7004.1	325.8	0.
	ptv	Trial_2	2913.8	8805.9	8032.9	540.8	0.





ROI Statistics								% Out
Line Type	ROI	Trial	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.		G
◆ —	gerinc	Trial_1	26.7	4268.9	1846.5	1851.6	0.0	
◇ - - - -	gerinc	Trial_3	27.8	4480.5	1938.3	1945.9	0.0	
◇ —	ptv	Trial_1	4297.4	6525.4	6030.8	214.8	0.0	
◇ - - - -	ptv	Trial_3	4520.9	6864.9	6324.7	223.8	0.0	
◇ —	tudo	Trial_1	39.9	6463.4	2287.6	1908.2	0.0	
◇ - - - -	tudo	Trial_3	41.4	6800.6	2399.1	2005.3	0.0	

## Cone beam CT

kV-os CBCT esetén: 1-3 cGy

## MV-os CBCT

1./ Alacsony dózisú: 2-3 cGy

2./ Nagy dózisú: 9 cGy

A terhelés függ az alkalmazás számától,  
ismétlődésétől

# MOBIL TUMOROK KÉPVEZÉRELT BESUGÁRZÁSA

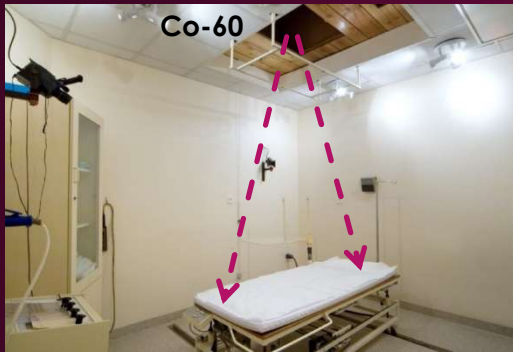
**Mobil tumor: két besugárzás között elmozduló vagy besugárzás alatt mozgó tumor és légzés kapuzás**

**Képalkotás: 4 db. röntgen képerősítővel**

**Bőr sugárterhelés: *akár 1200 mGy/h***



## EGÉSZTEST BESUGÁRZÁS



évente kb. 30 – 50 beteg

## TELJES TESTFELSZÍN-BESUGÁRZÁS



évente 1 – 4 beteg

## Sztocasztikus sugárhatás I

30 éves méhnyakrákos beteg

30 nap in –room CT a célzás és a szerv deformáció figyelembe vételére : Scan hossz: 24 cm, F:0,137 mSv/mGy,  $CTDI_{lev}$ :60 mGy, E: 8,2 mSv ( $E=CTDI_{lev} \times F$ ),  $30 \times 8,2 = 246$  mSv, ICRP együttható a rák előfordulás valószínűsége:  $5 \times 10^{-5}/mSv$ ,  $246 mSv \times 5 \times 10^{-5} mSv = 0,0123$  vagyis 1,2% a sugár indukált rák valószínűsége, mely alulbecslés, mert a női medence kb. 2x sugárérzékenyebb, mint a férfi  
A beteg életkora miatt ez valós kockázat.

## Sztochasztikus sugárhatás II

70 éves prosztatata rákos beteg  
CT felvétel a tervezéshez (60 mGy, 8,2 mSv),  
amelyet követ 30 napon keresztül minden nap  
beállító felvétel 6 MV-os energiával felvételenként  
2 MU-al (kb. 2 cGy), Medencénél az effektív dózis  
férfinál 0,33 mSv/ MU).

$$30 \times 1,3 \text{ mSv} + 8,3 \text{ mSv} = 47,2 \text{ mSv}$$

$47,2 \text{ mSv} \times 5 \times 10^{-5} / \text{mSv}$  kb. 0,2%-os sugár indukált  
rák valószínűséget eredményez a beteg életében,  
amely valóságos kockázatot a gyakorlatban nem  
jelent

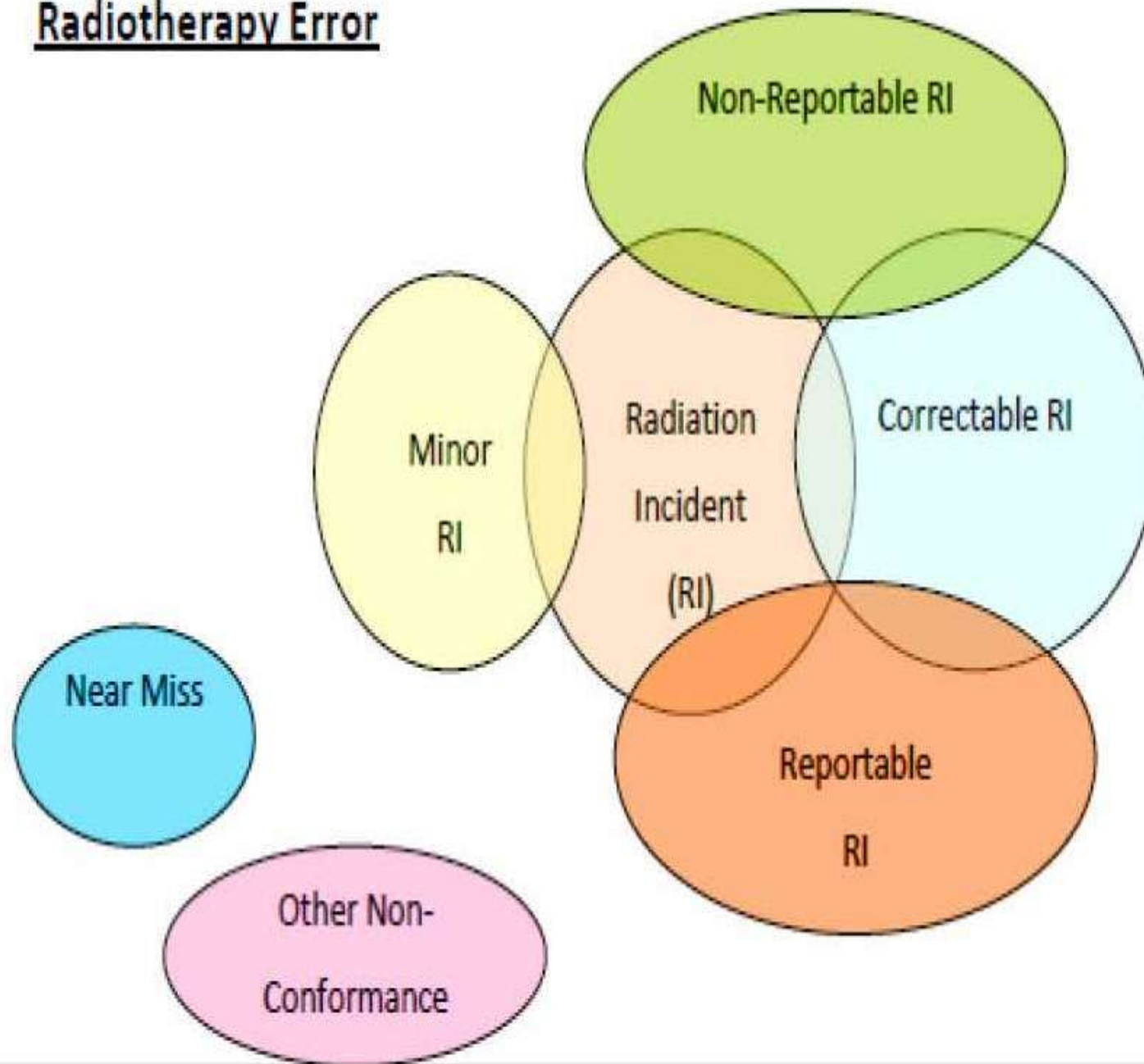
**A brachyterápia és a nagyenergiájú  
intenzitás modulált sugárkezelések  
összehasonlítása:**

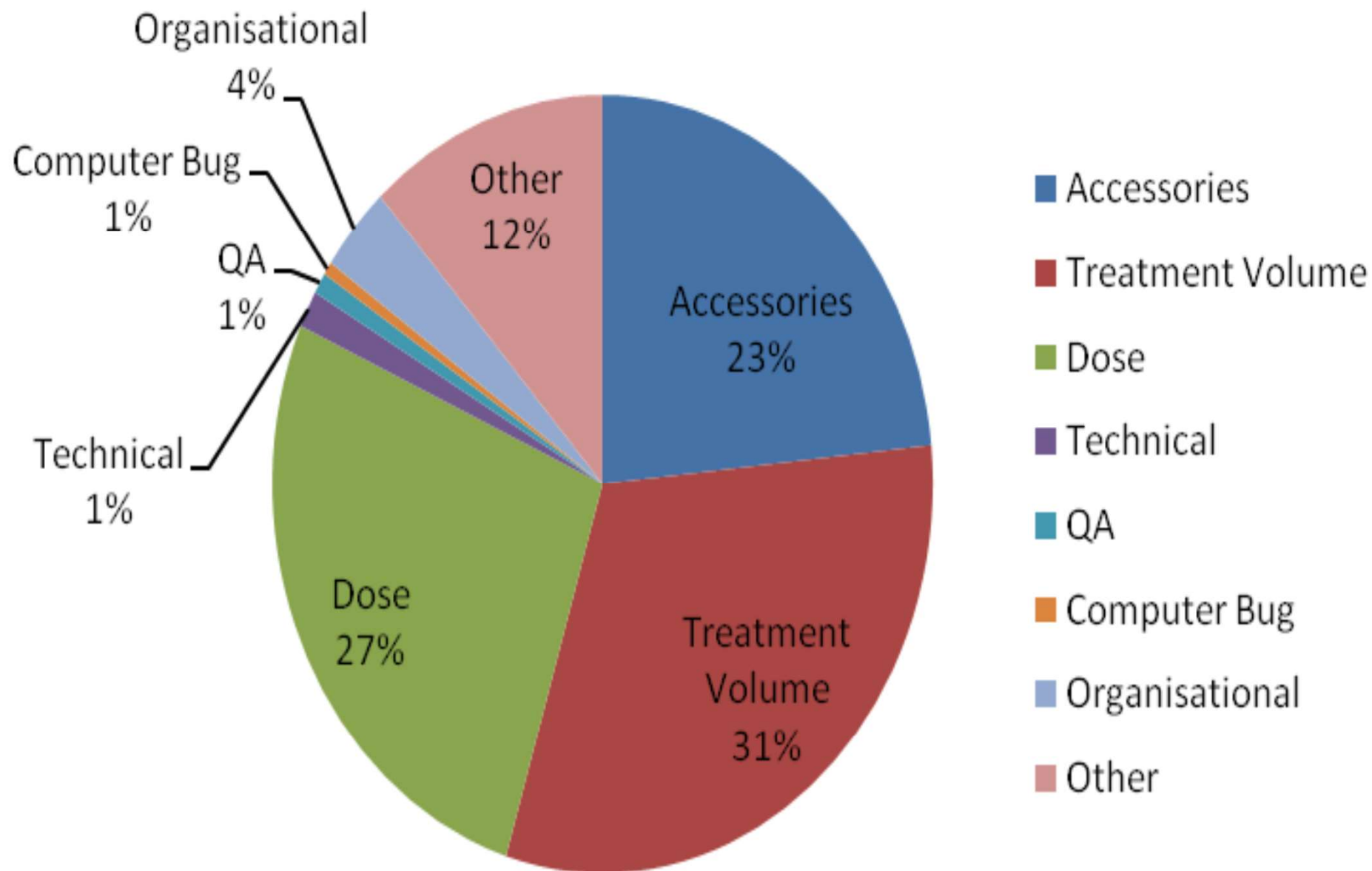
**A prosztatarák nagyenergiájú (15 MV )  
intenzitás modulált teleterápiás  
sugárkezelésnél a sugárindukált  
bőrtumorok aránya jelentős mértékben  
és szignifikánsan nagyobb, mint a I-125  
seed-ek beültetésével végzett  
brachyterápiánál**

# RADIATION ONCOLOGY SAFETY INFORMATION SYSTEM (ROSIS)

- SUGÁRBALESETEK
- MAJDNEM BALESETEK
- ANONYM
- NEMZETKÖZI
- HELYI

## Radiotherapy Error





<b>Bejelentés időpontja:</b>	
<b>Sugárkezelés módja: (a megfelelőt húzza alá)</b>	<b>Teleterápia Brachyterápia Egyéb: _____</b>
<b>Az esemény helye: (a megfelelőt húzza alá)</b>	<b>Lineáris gyorsító: P1, P2, P3, M, A Szimulátor: I, II Top CT Mélyterápiás röntgenkészülék HDR Brachyterápia Brachyterápia seed I-125 kezelés Egyéb: _____</b>
<b>Az esemény rövid leírása:</b>	
<b>A hibajavítás céljából elrendelt intézkedések rövid leírása:</b>	

# Sugárkezelés kockázata kis dózis esetén

A tüdőszövetet ért 1 Gy  
besugárzás után 1% a  
kockázata, hogy 25 éven belül  
tüdőrák fejlődik ki

## NÉHÁNY GYAKORLATI MEGJEGYZÉS

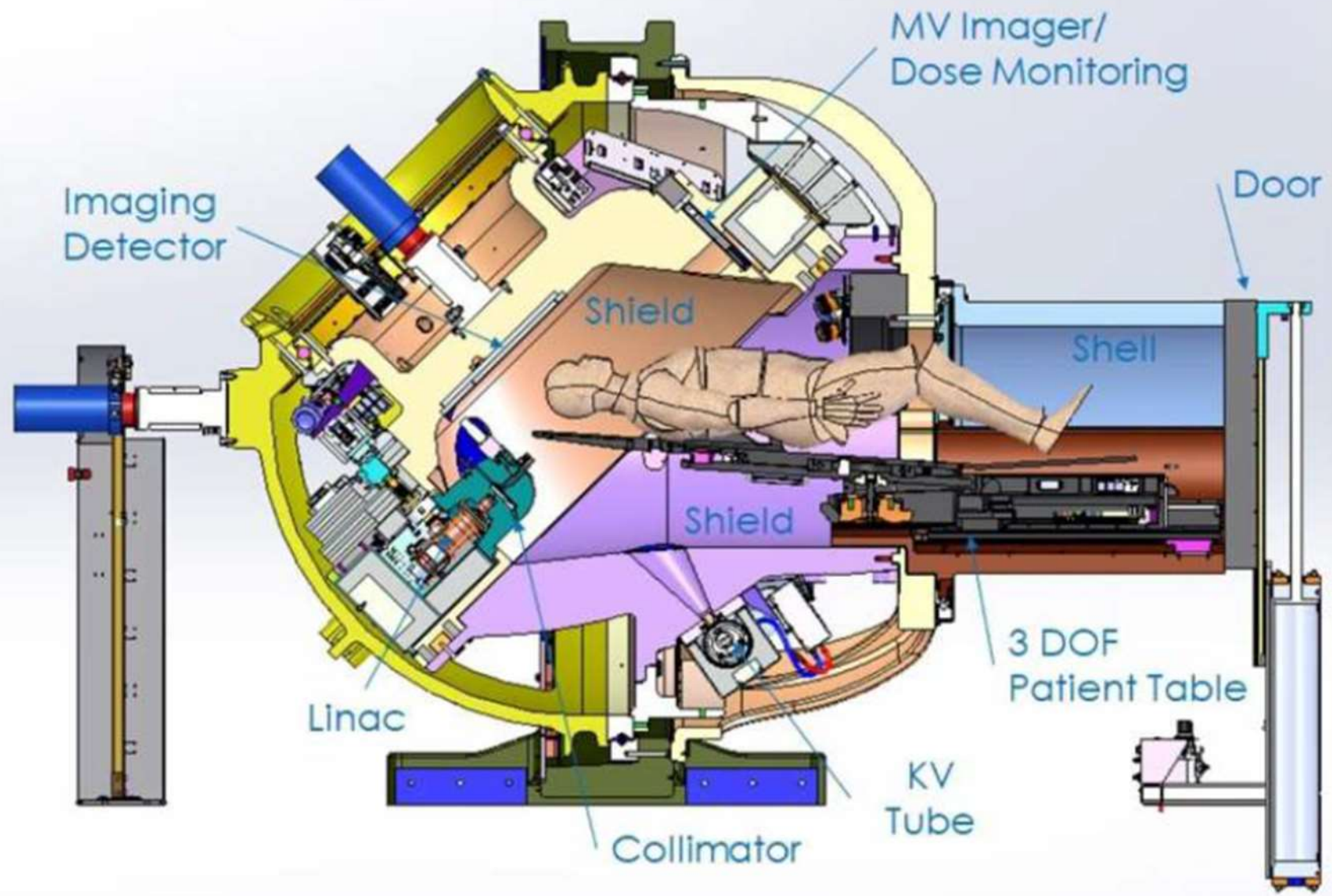
TELETERÁPIÁS GYORSÍTÓK MIND IMPULZUS ŰZEMBEN  
MŰKÖDNEK: GM CSŐ NEM HASZNÁLHATÓ

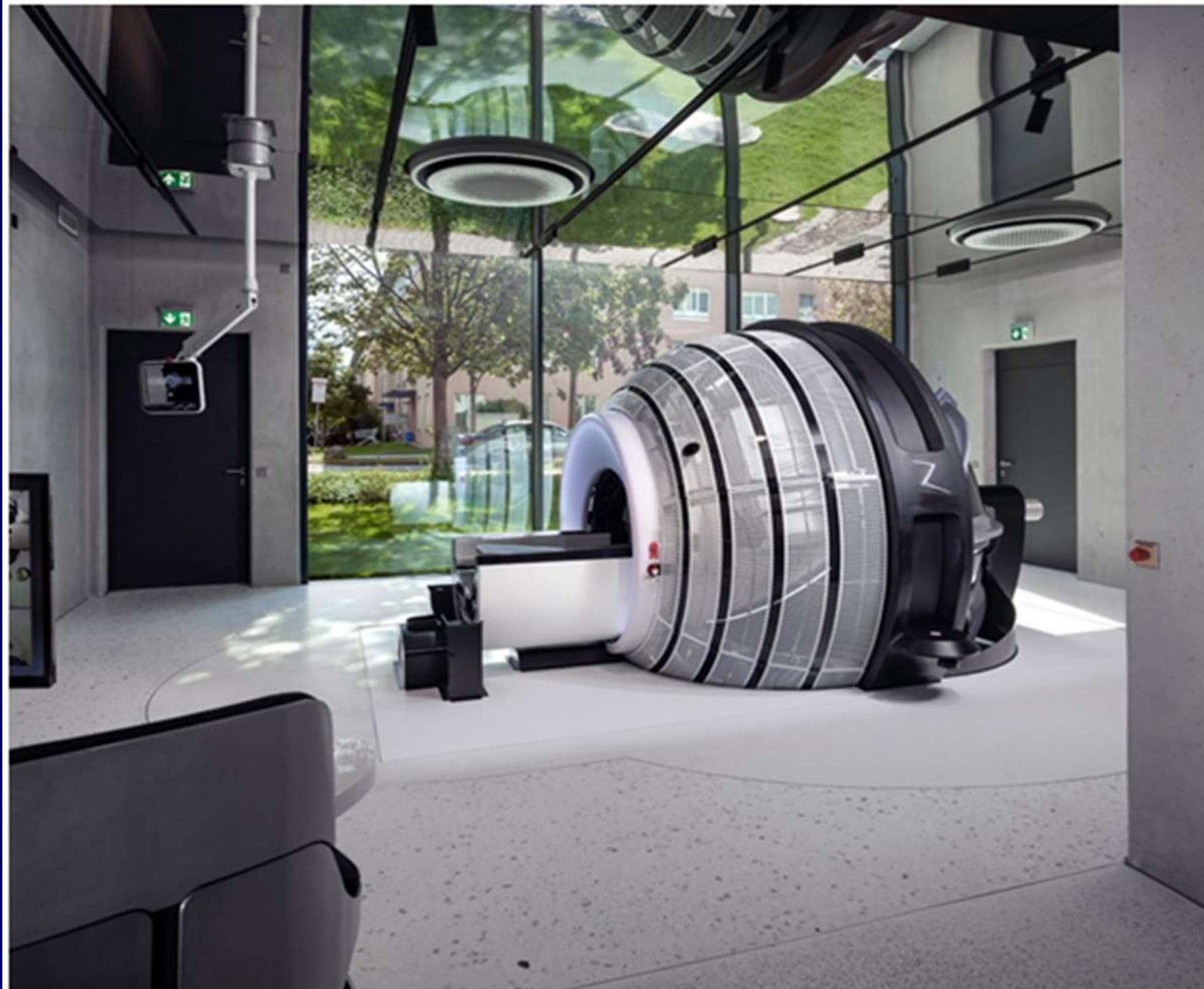
AZ ELŐKÉSZÍTŐ ÉS KÍSÉRŐ DÓZISOK EGYRE NŐNEK

NAGY DÓZISOK MIATT A MINŐSÉG BIZTOSÍTÁS  
NAGYON FONTOS

AUDIO-VIZUÁLIS KAPCSOLAT A BETEGGEL

BRACHYTERÁPIÁNÁL A SZEMÉLYZET  
SUGÁRTERHELÉSE NAGYOBB, A BETEGÉ KISEBB.  
TELETERÁPIÁNÁL FORDÍTVA







**KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ  
FIGYELMÜKET**