

# SUGÁRVÉDELEM A SUGÁRTERÁPIÁBAN

Dr. Varjas Géza

## SUGÁRTERÁPIA FAJTÁI

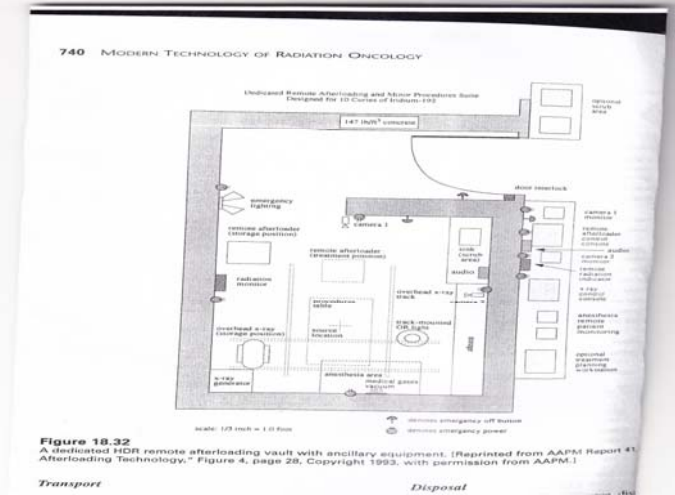
- BRACHYTERÁPIA
- TELETEREÁPIA

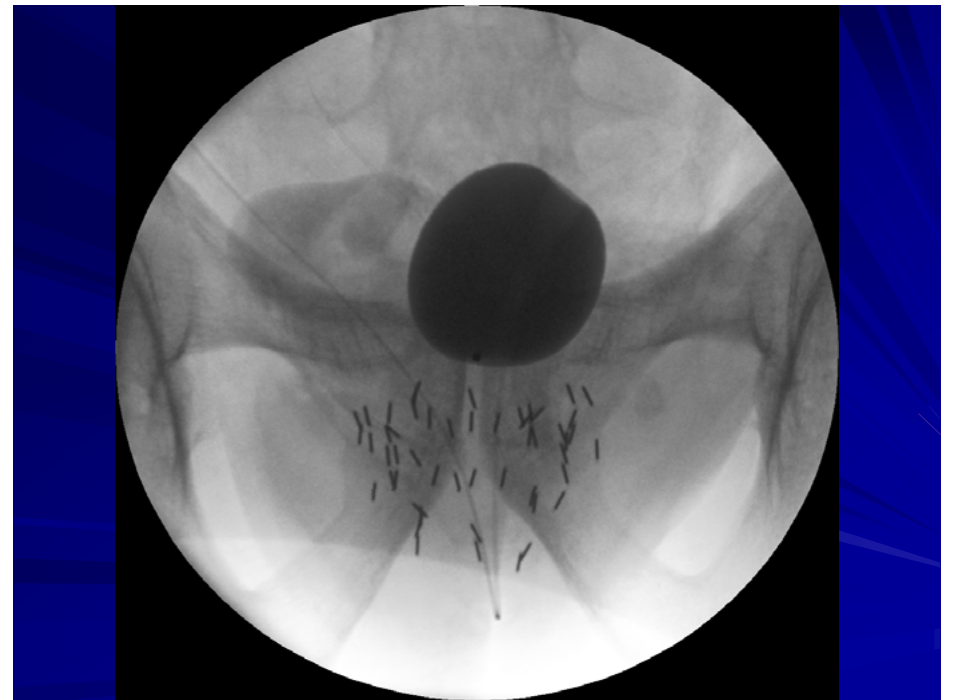
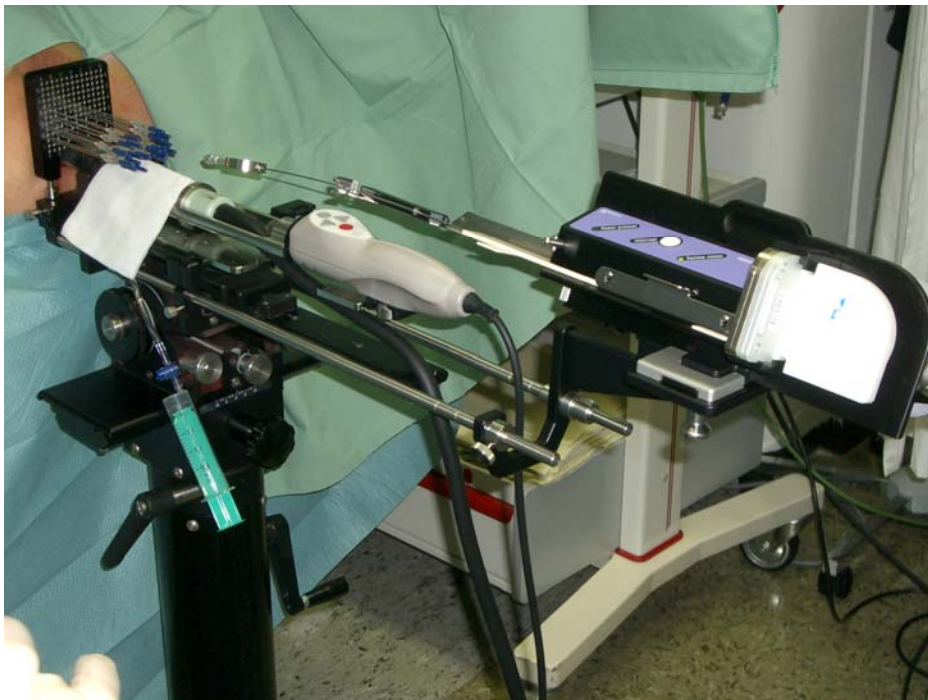
FOTON TERÁPIA (4-18 MV)  
ELEKTRONTERÁPIA (4-21 MeV)

DÓZISOK: 50-75 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

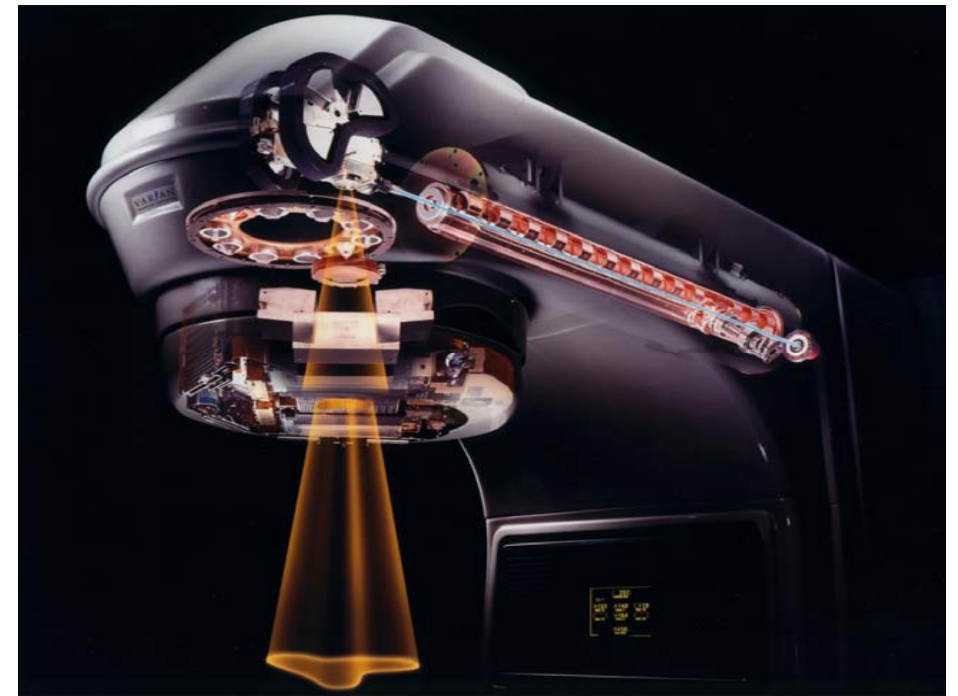


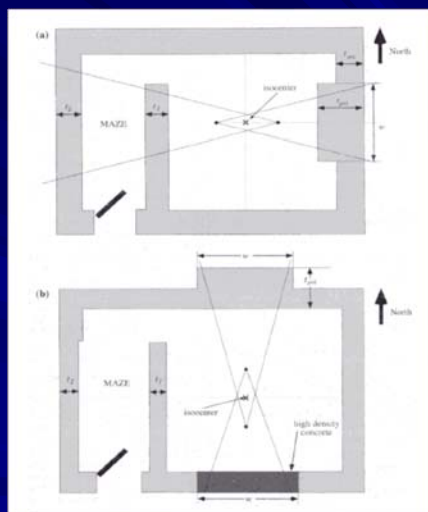






## CYBERKNIFE





## 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.

A sugárterápiás betegek kezelésénél használt, nem diagnosztikai célú főbb képalkotó eljárások:

Besugárástervezéshez: CT, PET CT felvétel sorozat

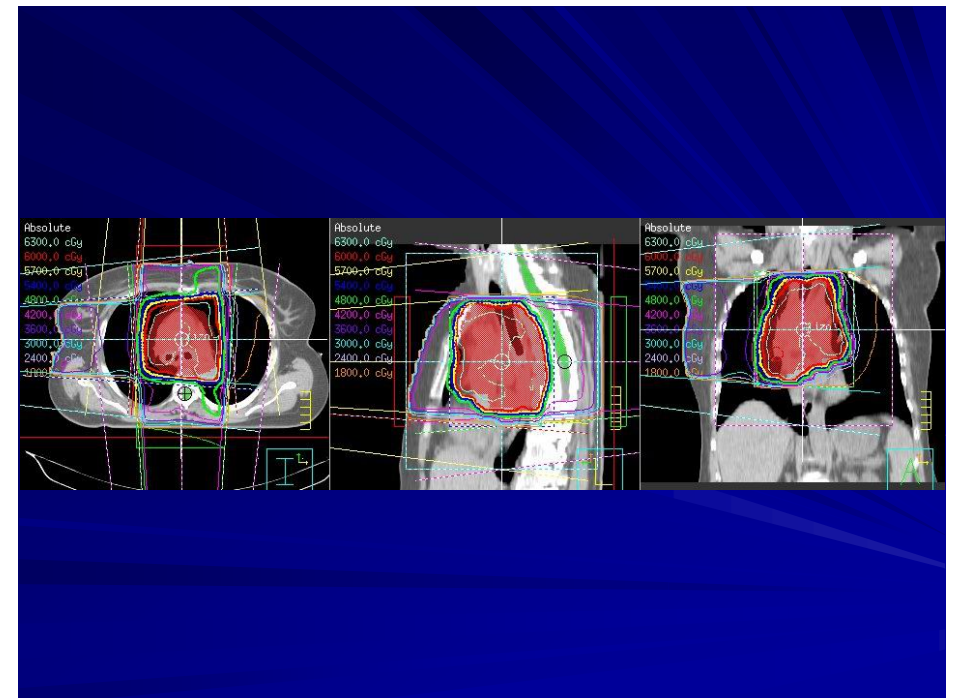
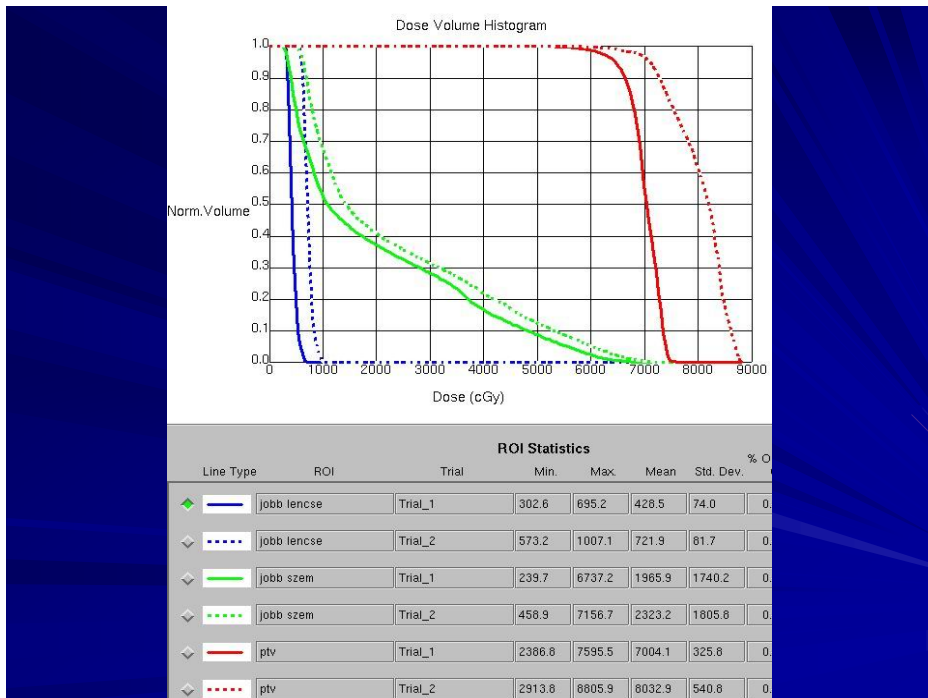
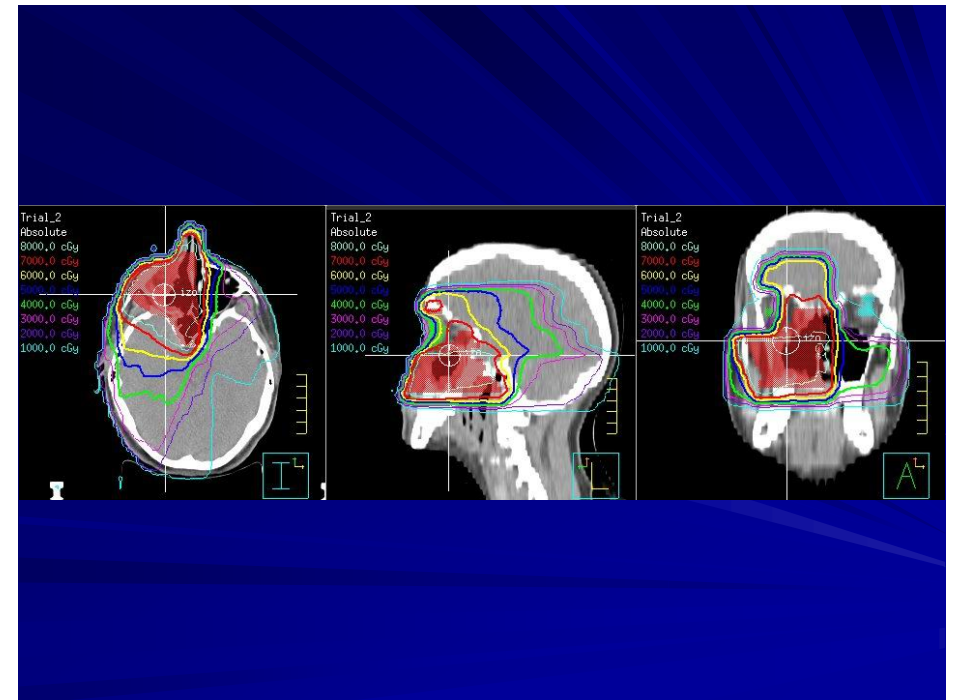
A beteg pozicionálásához, a sugárnyalábok beállításához és mindkettő ellenőrzéséhez:

Rtg és CT szimulátor  
CyberKnife két mennyezetre szerelt rtg csővel  
BrainLab két egymásra merőleges rtg sugárral  
Gyorsítóra szerelt kilovoltos rtg-vel  
Rtg légzés korrelált üzemmódban  
CT légzés korrelált üzemmódban  
CT a gyorsító helyiségben  
kV cone-beam CT  
MV-os CT  
Fluoroszkópia

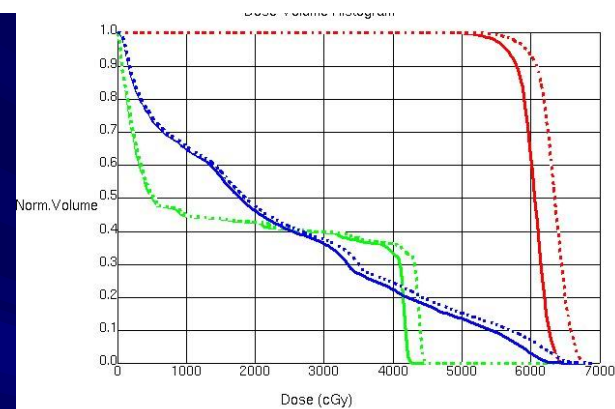
Mező beállító felvétel a terápiás (MV-os) energián

## SUGÁRTERÁPIÁS KEZELÉSEKET MEGALAPOZÓ, ILLETVE KÍSÉRŐ SUGARAS KÉPALKOTÓ ELJÁRÁSOK

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







ROI Statistics							
Line Type	ROI	Trial	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.	% Out
—	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
—	pty	Trial_1	4297.4	6525.4	6030.8	214.8	0.0
- - -	pty	Trial_3	4520.9	6864.9	6324.7	223.8	0.0
—	ludo	Trial_1	39.9	6463.4	2287.6	1908.2	0.0
- - -	ludo	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

Képkalkotás: 4 db. röntgen  
képerősítővel

Bőr sugárterhelés: *akár 1200 mGy/h*



## Sztochasztikus 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<sub>lev</sub>:60 mGy, E: 8,2 mSv ( $E=CTDI_{lev} \times F$ ),  $30 \times 8,2 = 246$  mSv, ICRP együttható a rák előfordulás valószínűségére:  $5 \times 10^{-5}/\text{mSv}$ ,  $246 \text{ mSv} \times 5 \times 10^{-5} \text{ mSv} = 0,0123$  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 prosztata 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**

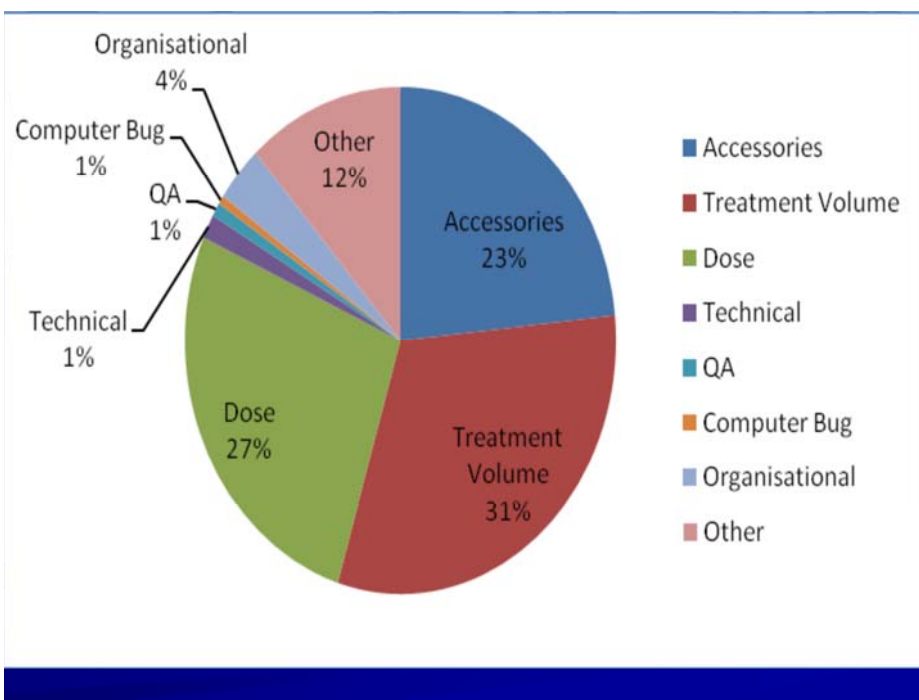
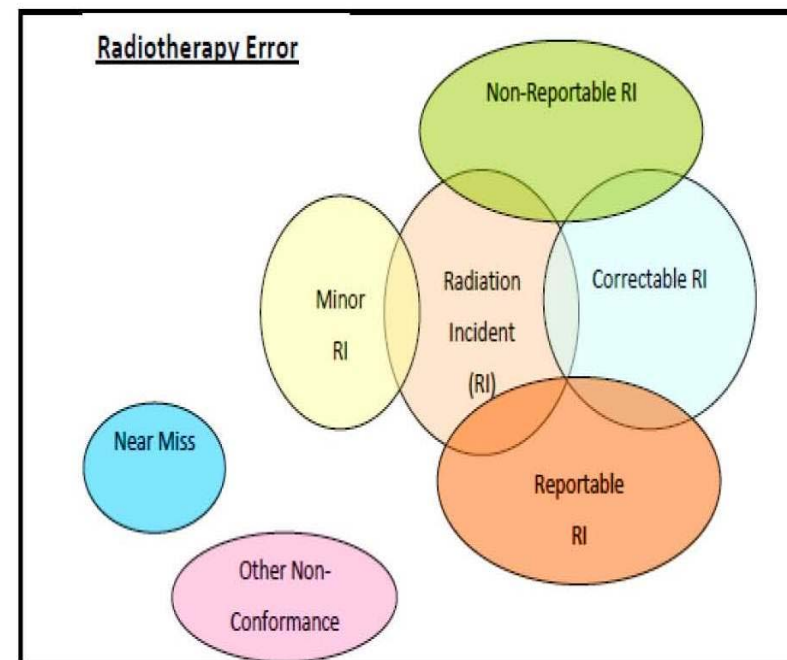
## Milyen paramétereket mérünk? Citogenetikai paraméterek

- Prosztata adenokarzinómás: Kis és közepes kockázatú
- Normál kromoszóma aberrációs mérés:  
Perifériás vér limfocitában  
**Aneuploidia:** db és minőség  
**Kromatid típusú:** gap, törés, exchange  
**Kromoszóma típusú:** dicentrikus, ring, izodeláció, terminális deláció, intersticiális deláció, transzlokáció
- Bleomycines kromoszóma aberrációs mérés: „repair kapacitás”, csak nulla pontnál



# RADIATION ONCOLOGY SAFETY INFORMATION SYSTEM (ROSIS)

- SUGÁRBALESETEK
- MAJDNEM BALESETEK
- ANONYM
- NEMZETKÖZI
- HELYI



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

## SUGÁRVÉDELMI ESEMÉNYEK

- Jelentett események száma 2év alatt: 67
- Esemény helye: gyorsító 42; top CT 7.  
kobalt: 7; bracyterapia: 11.
- Esemény oka: LANTIS 38; kézi tervezés  
11; energia átállítás 6; beállítás 6; rossz  
terv 6.



**KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ  
FIGYELMÜKET**