

Ionizáló sugárzást kibocsátó egészségügyi

# Diagnosztikai és terápiás munkahelyek

Mulvai János  
röntgen fejlesztőmérnök  
sugárvédelmi szakértő

Semmelweis Egyetem  
átfogó fokozatú sugárvédelmi tanfolyam

2025. január-február

# Tartalom

Tematika:

2.3.3. Egészségügyi szakirányhoz kapcsolódó elvárások

2.3.3.1. Terápiás és diagnosztikai berendezések ismerete

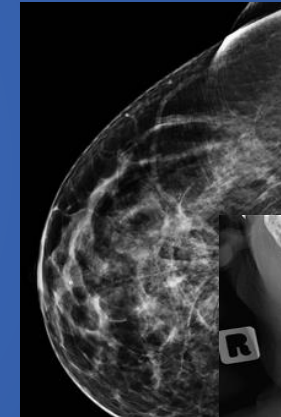
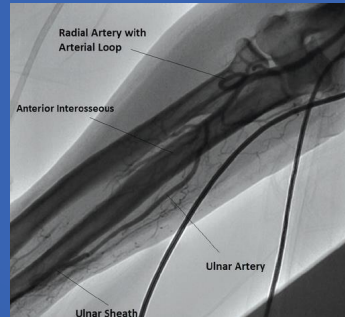
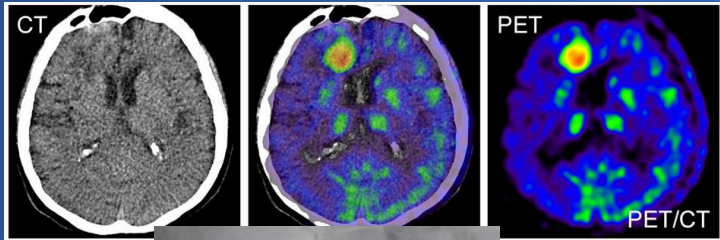
# Tartalom

## Diagnosztikai berendezések:

- felvételi munkahelyek
- átvilágító berendezések
- tomográfiás berendezések
- mammográfiás berendezések
- fogászati intraorális és extraorális berendezések
- angiográfiás berendezések - DSA
- csontsűrűség mérők
- CT
- PET / SPECT berendezések

## Terápiás berendezések:

- felületi terápiás berendezések
- ortovoltos berendezések
- gyorsítók
- brachyterápiás berendezések



# Ionizáló sugárzások egészségügyi felhasználása

## Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

**Röntgensugárzás**  
■ Hagyományos  
röntgen  
diagnosztika

■ Intervenciós  
radiológia  
(CT, DSA)  
■ (UH, MRI)

**Nukleáris medicina**  
**Izotópdiaagnosztika**

■ Szcintigráfia  
■ PET, SPECT

**Hibrid modalitások**

■ PET-CT  
■ PET-MRI  
■ SPECT-CT-PET

## Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

### TELETERÁPIA

■ Kobaltágyú  
■ Röntgen terápia  
– Felületi terápia  
– Mélyterápia –  
ortovoltos besugárzás  
■ Lineáris gyorsítók

**BRACHYTERÁPIA**  
**zárt sugárforrás**

**Nukleáris medicina**  
**Izotópterápia**  
**nyitott sugárforrás**

# Ionizáló sugárzások egészségügyi felhasználása

## Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

### Röntgensugárzás

- Hagyományos röntgen diagnosztika

- Intervencios radiológia (CT, DSA)
- (UH, MRI)

### Nukleáris medicina Izotópdiagnosztika

- Szcintigráfia
- PET, SPECT

### Hibrid modalitások

- PET-CT
- PET-MRI
- SPECT-CT-PET

## Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

### TELETERÁPIA

- Kobaltágyú
- Röntgen terápia
  - Felületi terápia
  - Mélyterápia – ortovoltos besugárzás
- Lineáris gyorsítók

### BRACHYTERÁPIA zárt sugárforrás

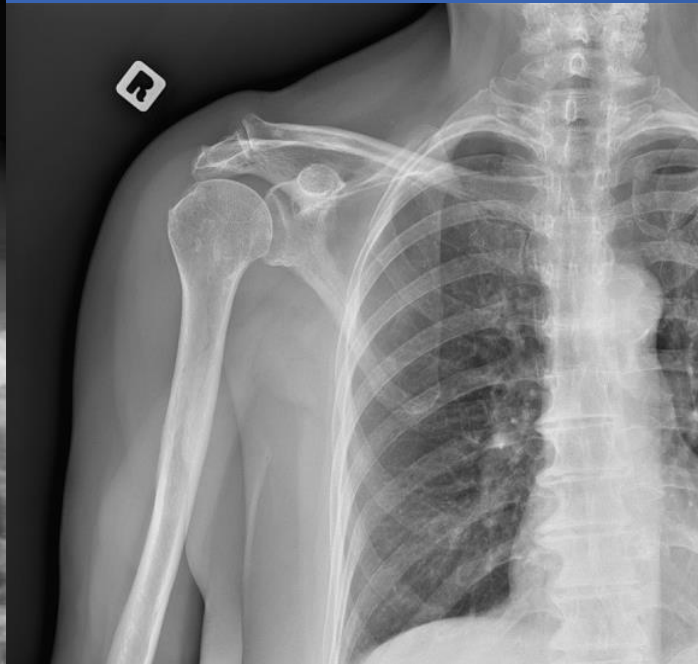
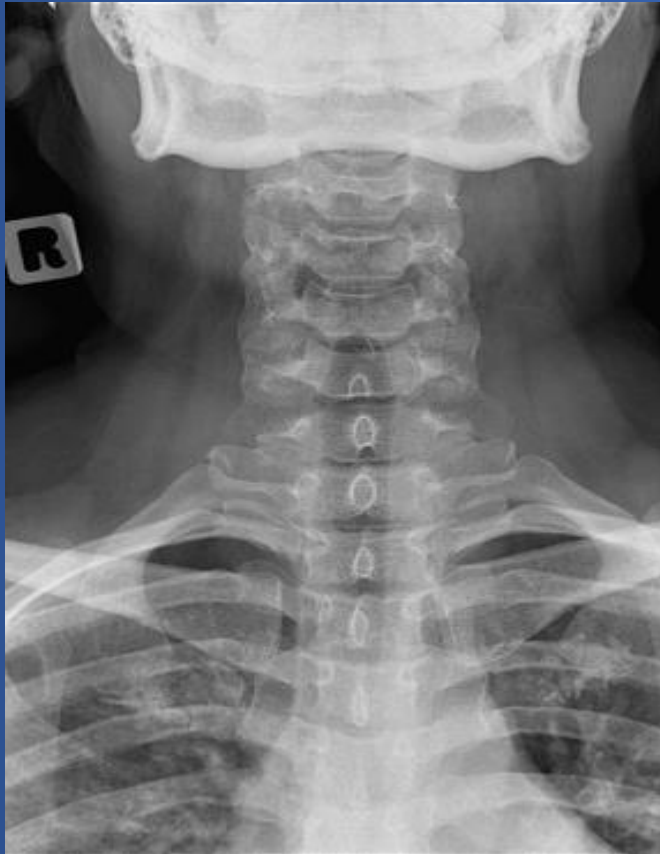
### Nukleáris medicina Izotópterápia nyitott sugárforrás



# Hagyományos röntgendiagnosztika

felvételezés (radiográfia)

40..150 kV; 0,5..630 mAs ; max. 6 sec.



## Vizsgálószervezet

felvételi munkahely - mennyezeti



felvételi munkahely - padlósínes



## Vizsgálószerkezet

felvételi munkahely - „S” karos



felvételi munkahely - „Z” karos





## Vizsgálószerkezet

gördíthető asztal



elevátoros asztal



faliállvány



## Vizsgálószervezet

felvételi munkahely - két oszlopos



## Vizsgálószerkezet

tüdőszűrő kabin



tüdőszűrő busz



Vizsgálószerkezet

kórtermi felvételező



## Röntgendiagnosztika – páciensdózis (DAP) irányadó szintek

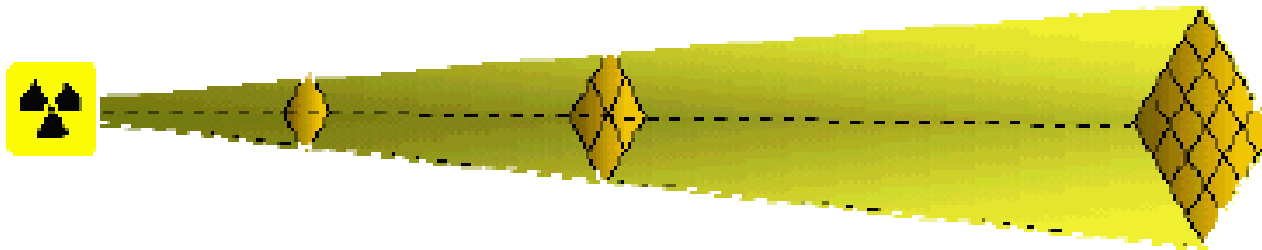
OENO kód	Eljárás megnevezése	Átmeneti diagnosztikai irányadó szint, (DAP, mGy.cm <sup>2</sup> )
31310	Mellkasfelvétel, AP/PA	600
31820	Térd, kétirányú felvétel	300
31840	Boka, kétirányú felvétel	100
31650	Medence, AP felvétel	6.000
31440	Has natív felvétel	4.000
31740	Csukló, kétirányú felvétel	75
31102	Koponyafelvétel, kétirányú	1000
31860	Láb, kétirányú felvétel	115
31604	Váll, AP felvétel	1200
31542	Lumbalis gerinc, kétirányú felvétel	5.000
31720	Könyök, kétirányú felvétel	110
31760	Kéz, kétirányú felvétel	100
31512	Nyaki gerinc, kétirányú	750
31653	Csípőízület, Lauenstein felvétel	2.500
31810	Femur, kétirányú felvétel	1000
31731	Alkar, kétirányú felvétel	150
31762	Kézujjak kétirányú felvétele	15
31420	Vese és hólyag natív felvétel	7.000
31541	Lumbalis gerinc, oldalirányú felvétel	4.000



## Röntgendiagnosztika – páciensdózis (DAP) irányadó szintek

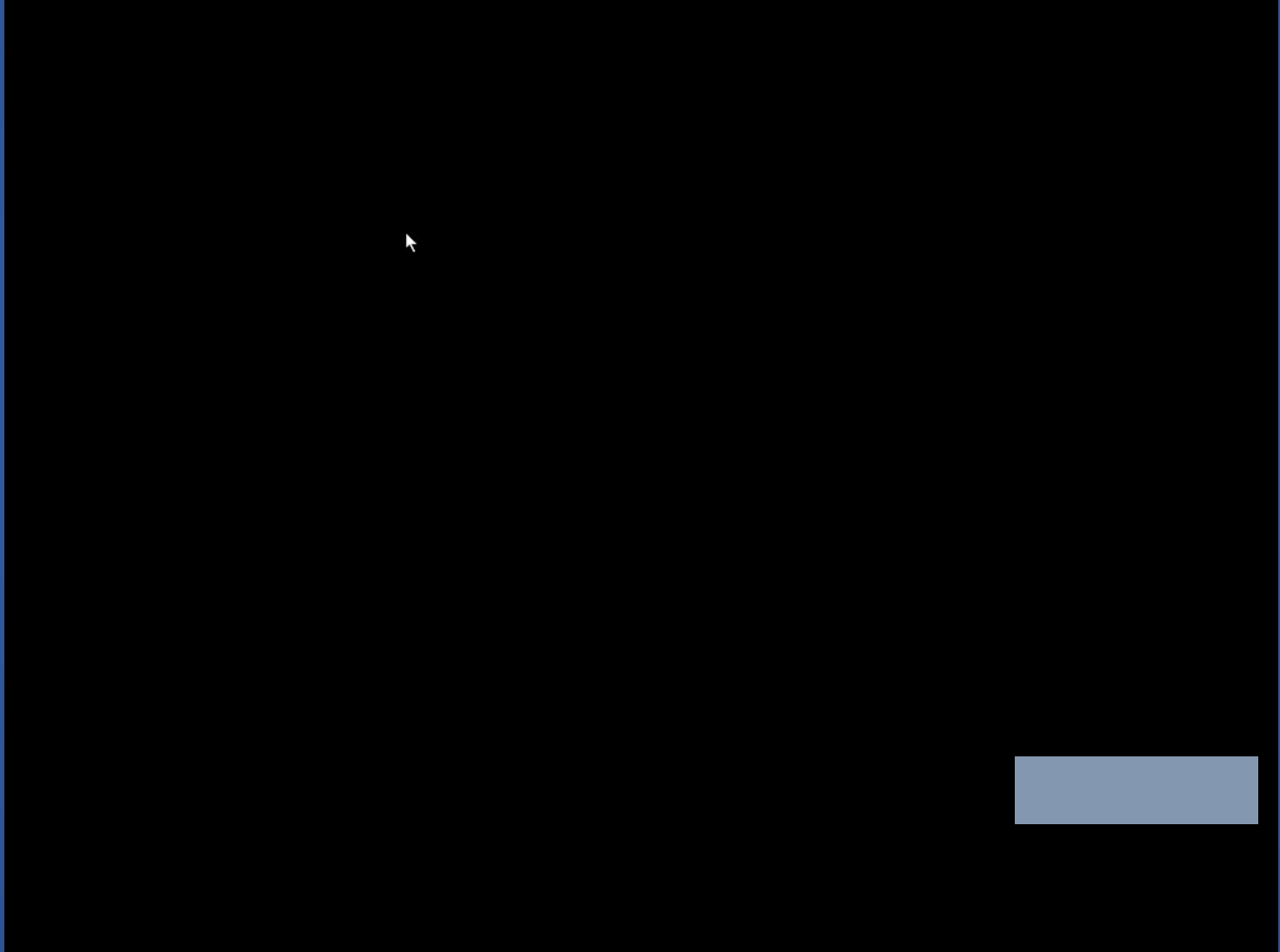


4 Gy	0,5 m	1 Gy	1 m	0,25 Gy	2 m
25 cm <sup>2</sup>		100 cm <sup>2</sup>		400 cm <sup>2</sup>	
100 Gy cm <sup>2</sup>		100 Gy cm <sup>2</sup>		100 Gy cm <sup>2</sup>	



átvilágítás (fluoroszkópia) folyamatos, impulzus, rapid szeriográfia

40..110 kV; 0,5..10 mA; a teljes átvilágítás dokumentálható.



# átvilágítás

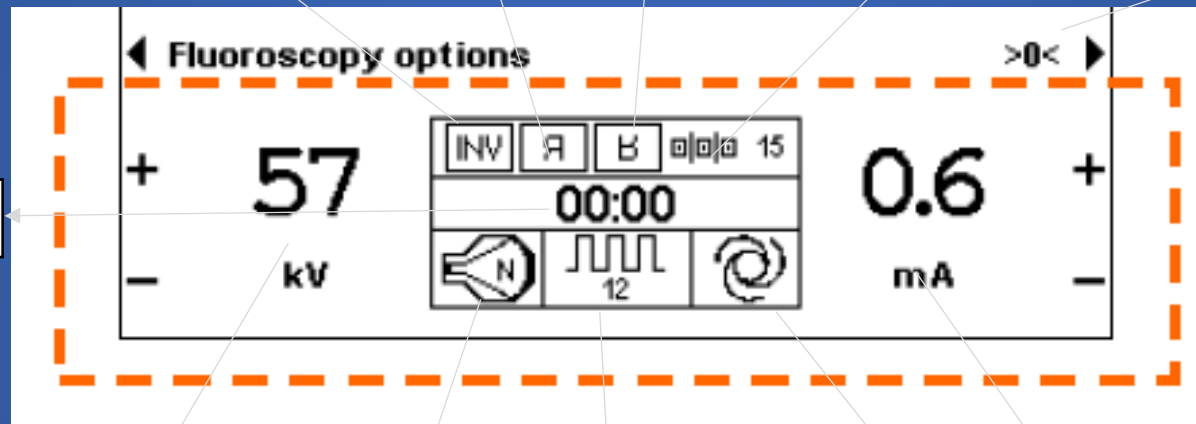
invertálás

tükrözés

forgatás

rapid 15fps

nullázás



átvilágítási idő

átvilágítási kV

nagyítás

impulzus fluoro 12 fps

bekapcsolt ABS

átvilágítási mA

## Vizsgálószerkezet

felsőcsöves, távirányítású átvilágító berendezés



## Vizsgálószerkezet

alsócsöves, helyi kezelésű átvilágító





## Vizsgálószerkezet

### C-íves (sebészeti) röntgenberendezés

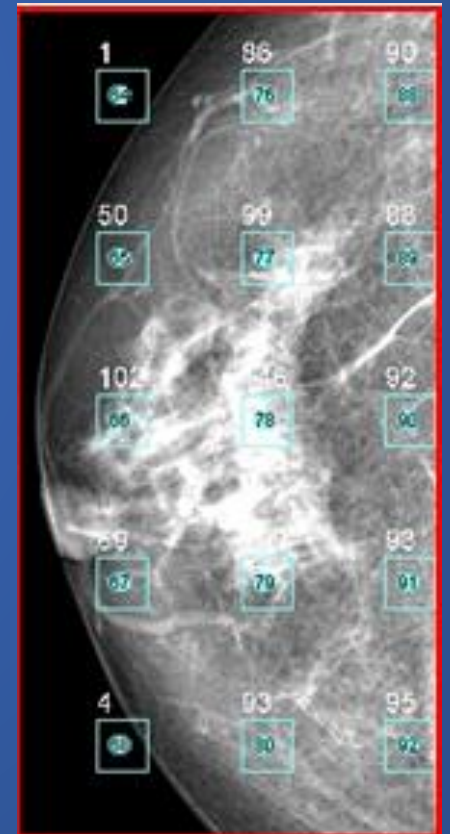


## mammográfia

20..39 kV; 5..640 mAs; 40..70  $\mu\text{m}$  képdetektor pixelméret; 5MP felbontás; 16 bit színmélység;

7 lp/mm térbeli felbontás; generátor teljesítmény 7..20 kW; molibdén vagy wolfram anód; Rh és Ag szűrők; 0,1 - 0,3 mm fókuszméret; SID 70 cm; képnagyítási funkciók külön készülékkel (1,5-1,8-2x); kompresszió 70..200 N

PRE expozíció fogalma: Egy felvételhez két expozíció történik. Az első rövid idejű expozíció alatt az expozíciós paraméterek átlagolásra kerülnek 96 érzékeny terület mozaikja alapján. Ez után történik a valós felvétel expozíciós paramétereinek meghatározása.

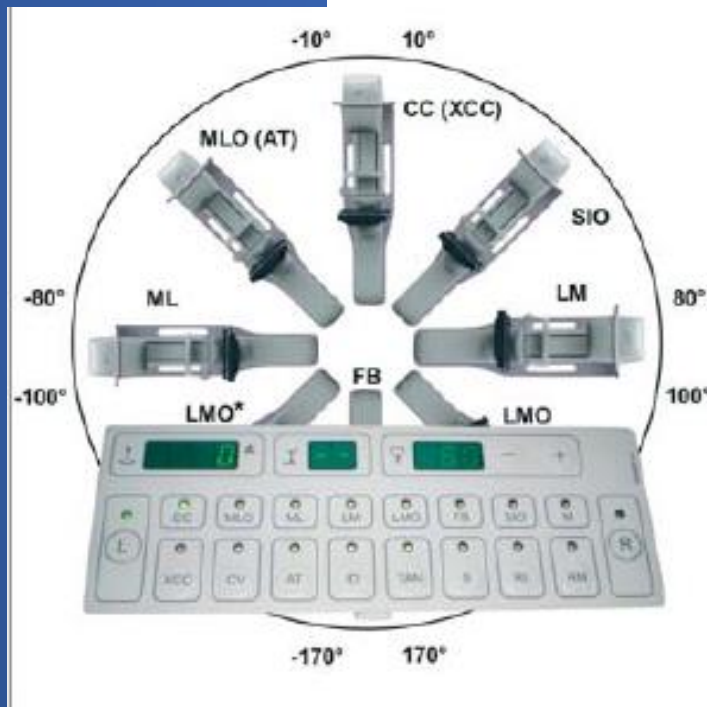


# mammográfia

Jellemzően 8 felvételi irány.

## felvételi irányok

KÓD	JELENTÉS	KÓD	JELENTÉS	KÓD	JELENTÉS
R	Right	CC	CranioCaudal	ID	Implant Displaced
L	Left	ML	MedioLateral	S	Spot
M	Magnification	MLO	MedioLateral Oblique	RM	Roll Lateral
		LM	LateroMedial	RL	Roll Medial
		LMO	Lateromedial Oblique	TAN	Tangential
		FB	From Below		
		SIO	Superlateral to Inferomedial Oblique		
		XCC	Exaggerated CranioCaudal		
		CV	Cleavage		
		AT	Axillary tail		



## mammográfia - páciensdózis

AGD (Average Grandular Dose - mirigydózis) vizsgálat során mért, átlagolt és regisztrálásra átadott dózismennyiség.

STD	kV 26,5 – <u>mAs 41,5</u> – <u>mGy 1,09</u>
HC	kV 24,0 – <u>mAs 74,0</u> – <u>mGy 1,22</u>
LD	kV 28,0 – <u>mAs 24,6</u> – <u>mGy 0,83</u>

Mammográfiás röntgenvizsgálat: **felvételenként** 1,6 mGy átlagos mirigydózis

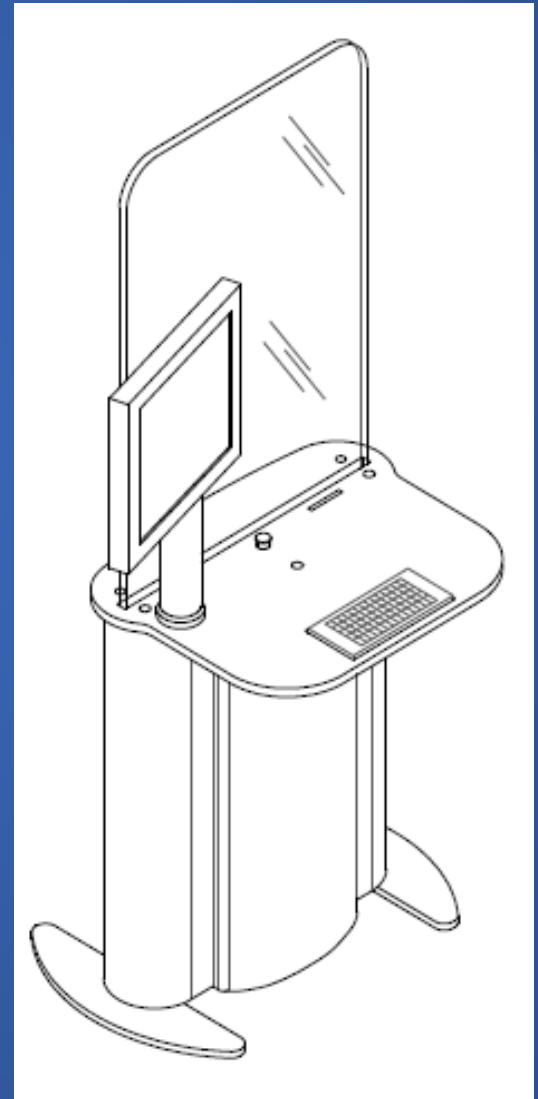
Forrás: NNGYK SSFO

## Vizsgálószerkezet

mammográfiás berendezés



vezérlő PC és sugárvédelem





## fogorvosi felvételezés (intraoralis, extraoralis, CBCT)

60..70 kV; 2..8 mA; max. 15 sec. felvételezési idő (panoráma); max 4 sec. (intraorális)

- intraoralis – 3-4 fog helyszíni felvételezése, III. sugárvédelmi kategória
- OP (ortopántomográfia) panoráma– teljes fogsor felvételezése
- CBCT (cone beam CT) – teljes fogsor térbeli felvételezése, különböző szögállásokból



intraoralis



## fogorvosi felvételezés – páciensdózis:

- intraorális: 5  $\mu\text{Sv}$ /felvétel.
- panoráma: 30  $\mu\text{Sv}$ /felvétel.
- CBCT : 200-300  $\mu\text{Sv}$ /felvétel.

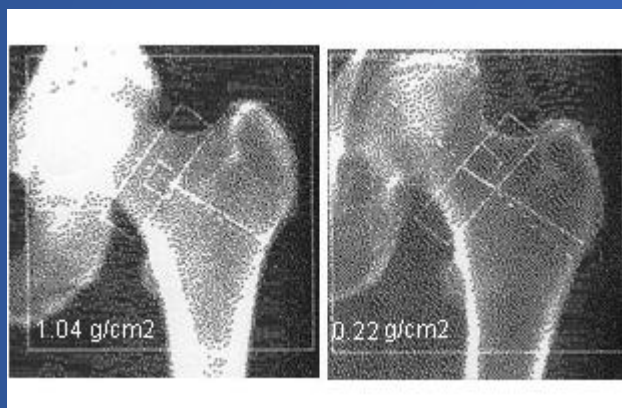
# Vizsgálószerkezet

fogröntgen



## csontsűrűség mérés, osteodenzitometria

50..60 kV; 1 mA; erősen kollimált sugármenet (pencil-beam; vagy legyezősugár);  
generátor teljesítmény 10..20 kW; egyfókuszos rtg.cső; III. sv. kat.; külön  
sugárvédelmet nem igényel, néhány perc szkennelési idő



Region	BMD	T(30.0)		Z	
L1	0.497	-3.98	54%	-1.88	71%
L2	0.591	-3.98	57%	-1.74	76%
L3	0.673	-3.74	62%	-1.38	82%
L4	0.741	-3.41	66%	-0.99	87%
L1-L4	0.648	-3.78	61%	-1.44	88%

BMD - ásványi csontsűrűség (bone mineral density; g/cm<sup>2</sup>)

Z - a mért csonttömeg és a korban hozzáillő normál csontérték viszonya

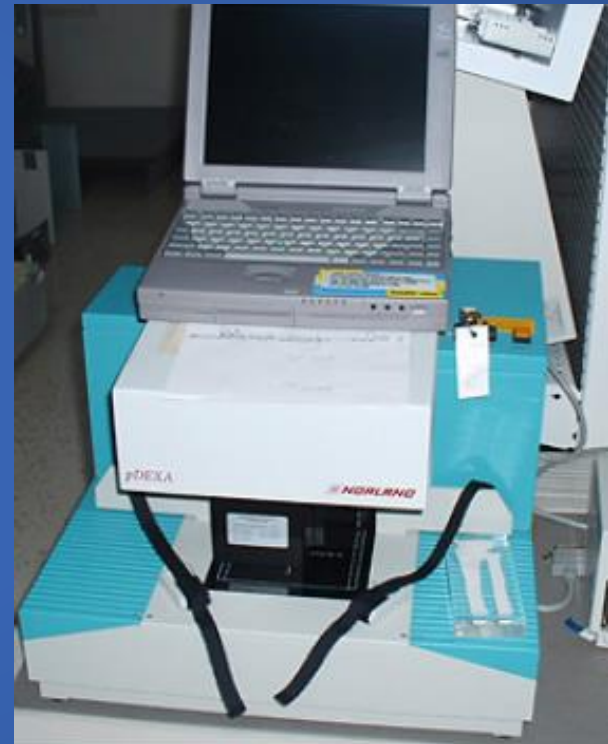
Osteoporosis (eljárásrend) OEP Elemzési, Orvosszakértői és Szakmai Ellenőrzési Főosztály

## Vizsgálószervezet

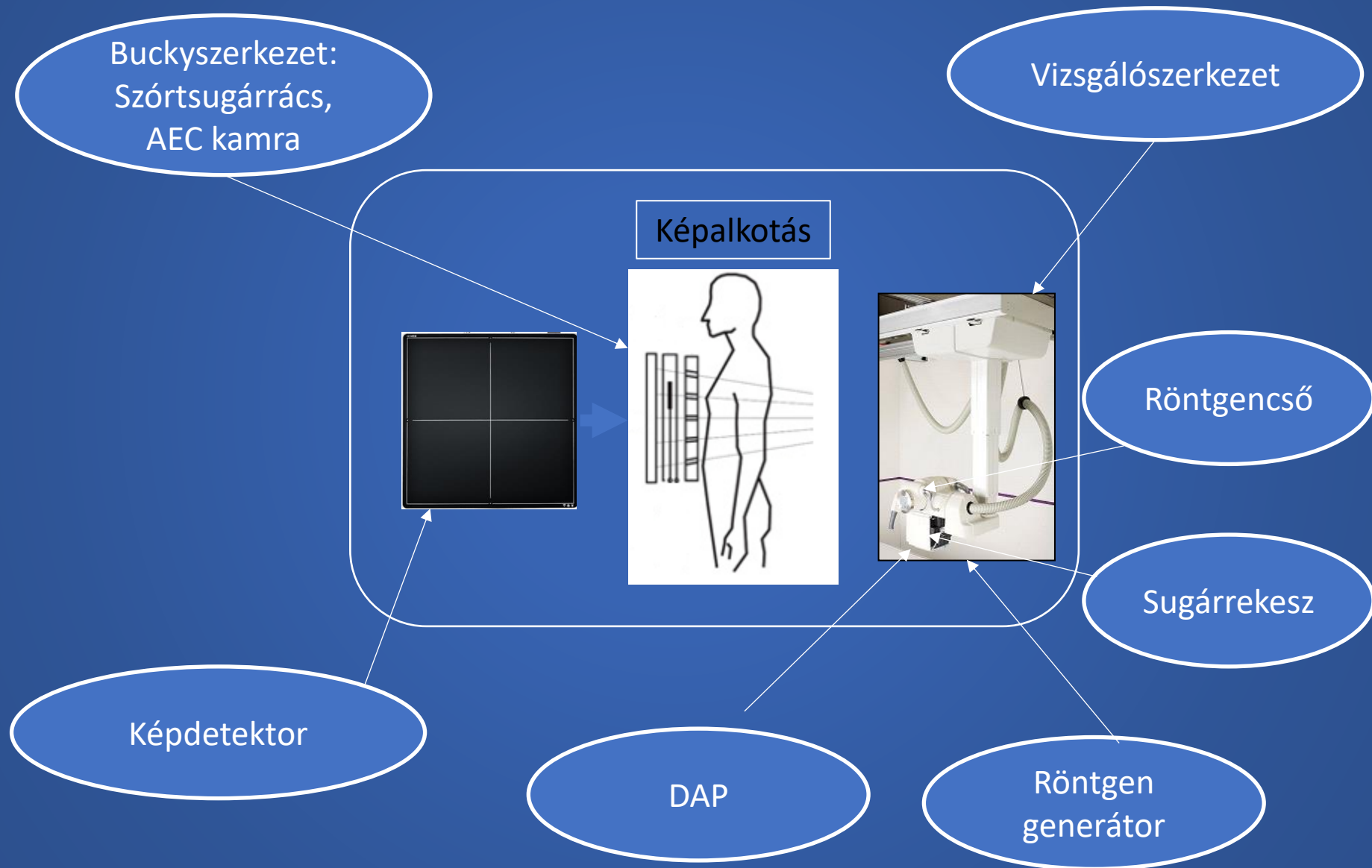
csontsűrűség mérő (teljes test)



csontsűrűség mérő (kéz)



## diagnosztikai röntgenberendezés részei





# Ionizáló sugárzások egészségügyi felhasználása

## Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

### Röntgensugárzás

- Hagyományos röntgen diagnosztika

- Intervenciós radiológia (CT, DSA)
- (UH, MRI)

### Nukleáris medicina Izotópdiagnosztika

- Szcintigráfia
- PET, SPECT

### Hibrid modalitások

- PET-CT
- PET-MRI
- SPECT-CT-PET

## Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

### TELETERÁPIA

- Kobaltágyú
- Röntgen terápia
  - Felületi terápia
  - Mélyterápia – ortovoltos besugárzás
- Lineáris gyorsítók

### BRACHYTERÁPIA zárt sugárforrás

### Nukleáris medicina Izotópterápia nyitott sugárforrás

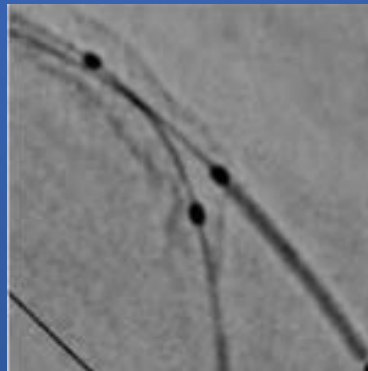
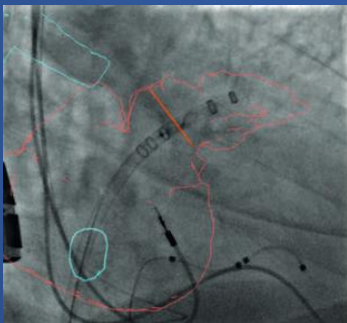
# Intervenciós radiológia

## angiográfia (DSA), digitális szubsztrakciós angiográfia

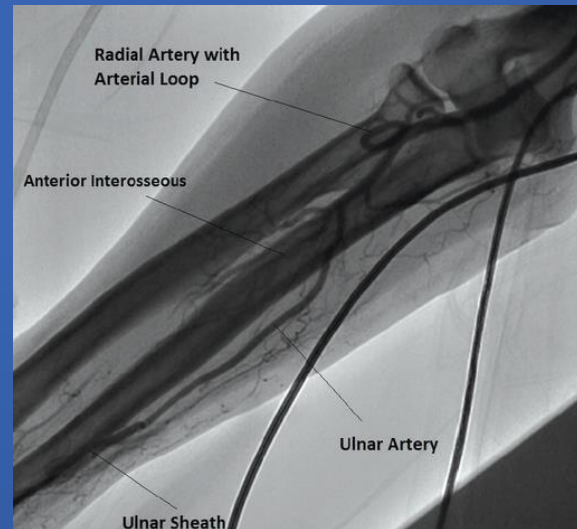
Intervenciós eljárás. Agyi – neuro radiológia; szív – cardio radiológia; teljes test – vascularis radiológia.

DSA - „maszk kép” készítése felvételező üzemmódban, natív módon. Ezután kontrasztanyagos átvilágítás, impulzus üzemben, 30 fps sebességgel. Minden képből kivonásra kerül az eredeti „maszk” kép. (szubsztrakció – szoftveres eljárás)

30x30 cm vagy 43x43 cm képdetektor; precíz pozícionálás; teljesen digitalizált leképező lánc; 3 fókuszú rtg. cső; 80..125 kV; 1000 mA; 2 sugárforrás (2 rtg. cső – detektor páros)

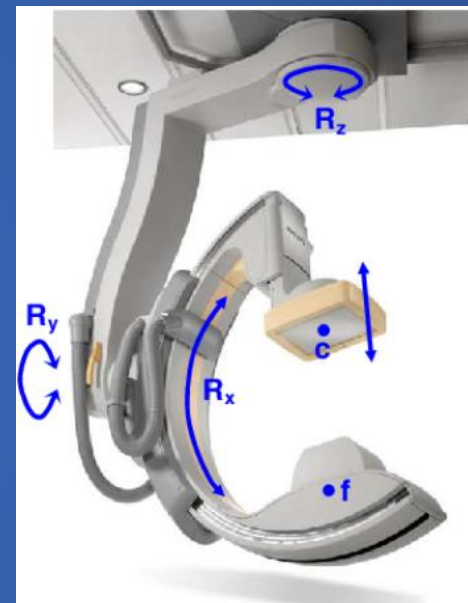


# angiografía



# Vizsgálószerkezet

## DSA berendezés

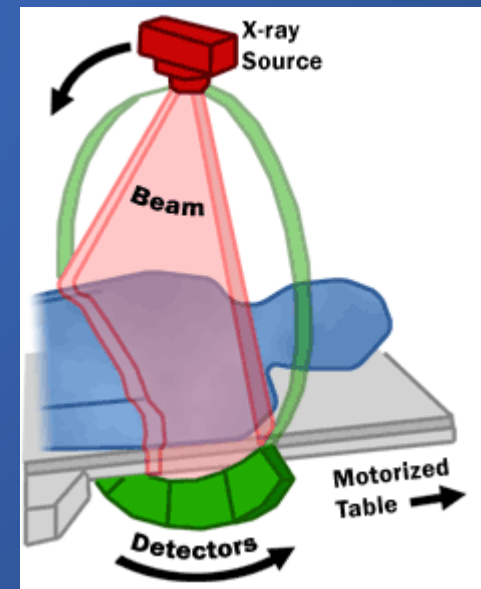
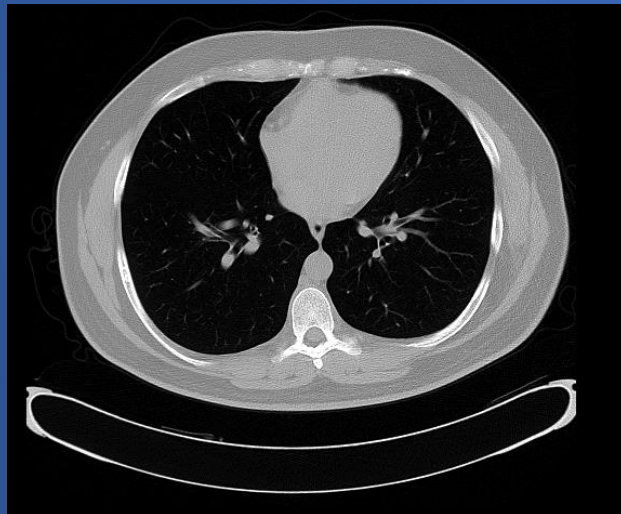




## CT (computed tomography)

120-140 kV; 40-80 mA; 0,5 sec./teljes kör forgási sebesség

- Spirális CT - egy röntgencső forog a vizsgált terület központi tengelye körül. Szemben vele a képdetektor
- Duál CT – 2 sugárforrás és 2 detektor, 90 fokkal eltolva, nagyobb időbeli felbontás (fél fordulat alatt / CT szelet)
- Low-dose CT – mellkas CT vizsgálat; ICRP 103 szövetsúlyozási faktorokon alapuló eredmények 1,6 - 2,4 mSv effektív dózist eredményeztek.
- Szelet szám – (16-128) szeletes CT. A gantry 1 körülfordulása alatt rögzített síkok száma



## CT (computed tomography)

gantry – a CT-kép készítéséhez szükséges röntgensugarak előállításához és észleléséhez szükséges alkatrészeket tartalmazza. A röntgenső(vek) és a detektor(ok) egymással szemben helyezkednek el, és a gantry nyílása körül forognak. A csúszógyűrűk használatának köszönhetően az egyirányú folyamatos forgás kábel körbevezetés nélkül lehetséges.





# Vizsgálószerkezet

## Mobil CT berendezés



Forrás: OBSI - Medicalcorex

## CT páciensdózis (DLP) irányadó szintek

OENO kód	Eljárás megnevezése	Átmeneti diagnosztikai irányadó szint (DLP, mGy.cm)
34410	Agykoponya natív CT vizsgálata	1000
34412	Agykoponya CT vizsgálat natív plusz iv. kontrasztanyag adását követőleg	2000
34422	Arckoponya CT vizsgálata natív	1000
34424	Gerinc CT vizsgálata (min. 2 csigolya segmentum) natív	600
34432	Nyaki lágyrész CT vizsgálata natív plusz iv. kontrasztanyag adását követőleg	1300
34440	Mellkas CT vizsgálata natív	300
34441	Mellkas CT vizsgálata iv. kontrasztanyag adását követőleg	650
34442	Mellkas CT vizsgálata natív plusz iv. kontrasztanyag adását követőleg	950
34454	Teljes has és medence CT vizsgálata natív és iv. kontrasztanyag adását követőleg	3000
34460	Medence CT vizsgálata natív	550

# Ionizáló sugárzások egészségügyi felhasználása

## Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

**Röntgensugárzás**  
■ Hagyományos  
röntgen  
diagnosztika

■ Intervenciós  
radiológia  
(CT, DSA)  
■ (UH, MRI)

**Nukleáris medicina  
Izotópdiaagnosztika**

■ Szcintigráfia  
■ PET, SPECT

**Hibrid modalitások**

■ PET-CT  
■ PET-MRI  
■ SPECT-CT-PET

## Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

### TELETERÁPIA

■ Kobaltágyú  
■ Röntgen terápia  
– Felületi terápia  
– Mélyterápia –  
ortovoltos besugárzás  
■ Lineáris gyorsítók

**BRACHYTERÁPIA**  
zárt sugárforrás

**Nukleáris medicina**  
Izotópterápia  
nyitott sugárforrás

# Nukleáris medicina - izotópdiagnosztika

## PET (pozitron emissziós tomográfia)

Izotóp sugárforrás; radiofarmakonok használata – „nyomkövetők”; a célterület funkcionális működését vizsgálja.

Radiofarmakon előállítása meglelaborban történik. A páciens a beadó helyiségben kapja meg a radiofarmakont.

Izotóp injektálása/inhalálása – béta-bomlás – pozitron kibocsátást kísérő gamma-sugárzás – gamma kamera érzékelés.

Vizsgálat után a páciens az aktív váróban várakozik.

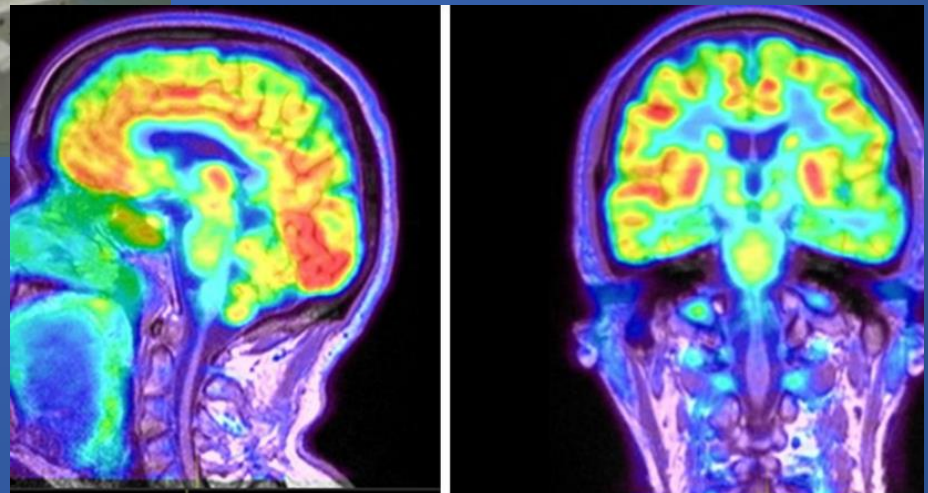
C-11 (20 perc); N-13 (10 perc); F-18 (110 perc); O-15 (2 perc) – felezési idő

## Vizsgálószerkezet

### PET berendezés



Az ehhez hasonló PET berendezéseket folyamatosan felváltják olyan rendszerek, amelyek a PET- és a CT-szkennereket egyetlen PET/CT-képkalkoló készülékben egyesítik.



## SPECT és PET összehasonlítása

	SPECT (single foton emissziós tomográfia)	PET (pozitron emissziós tomográfia)
jellege	funkcionális képalkotó eljárás	funkcionális képalkotó eljárás
sugárzás	gamma-sugárzás	pozitron sugárzás
eljárás költsége (izotóp előállítás + kamera)	alacsonyabb ár	nagyon drága
izotóp előállítása	Mo-99 -ből állítják elő technécium generátorral, nagy tömegben	bonyolult eljárással, ciklotronban
radiofarmakon	Tc-99m; I-123; I-131	F-18
felezési idő	6 óra; <60 nap	110 perc
felbontás	alacsony térbeli felbontás	jobb térbeli felbontás
detektorok száma	egyetlen detektor	körben szerelt több detektor



# Ionizáló sugárzások egészségügyi felhasználása

## Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

**Röntgensugárzás**  
■ Hagyományos  
röntgen  
diagnosztika

■ Intervenciós  
radiológia  
(CT, DSA)  
■ (UH, MRI)

**Nukleáris medicina**  
Izotópdiaagnosztika

■ Szcintigráfia  
■ PET, SPECT

**Hibrid modalitások**

■ PET-CT  
■ PET-MRI  
■ SPECT-CT-PET

## Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

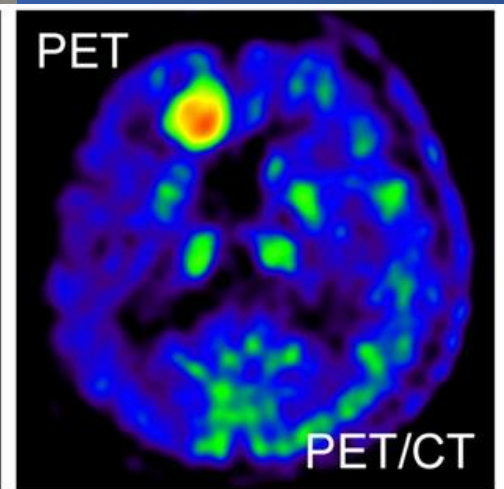
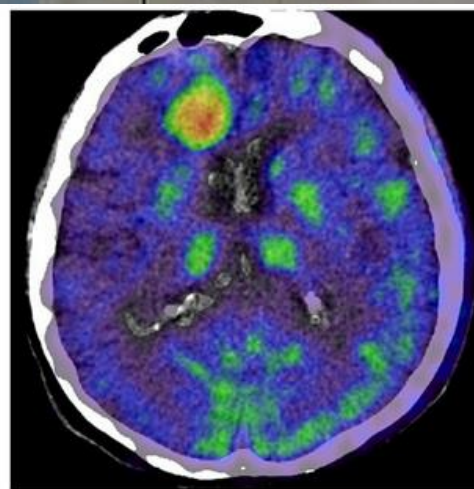
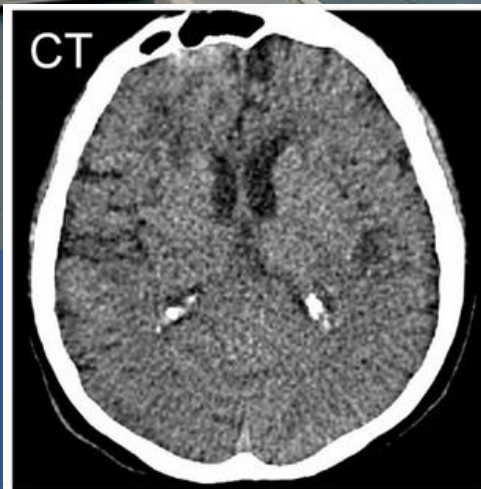
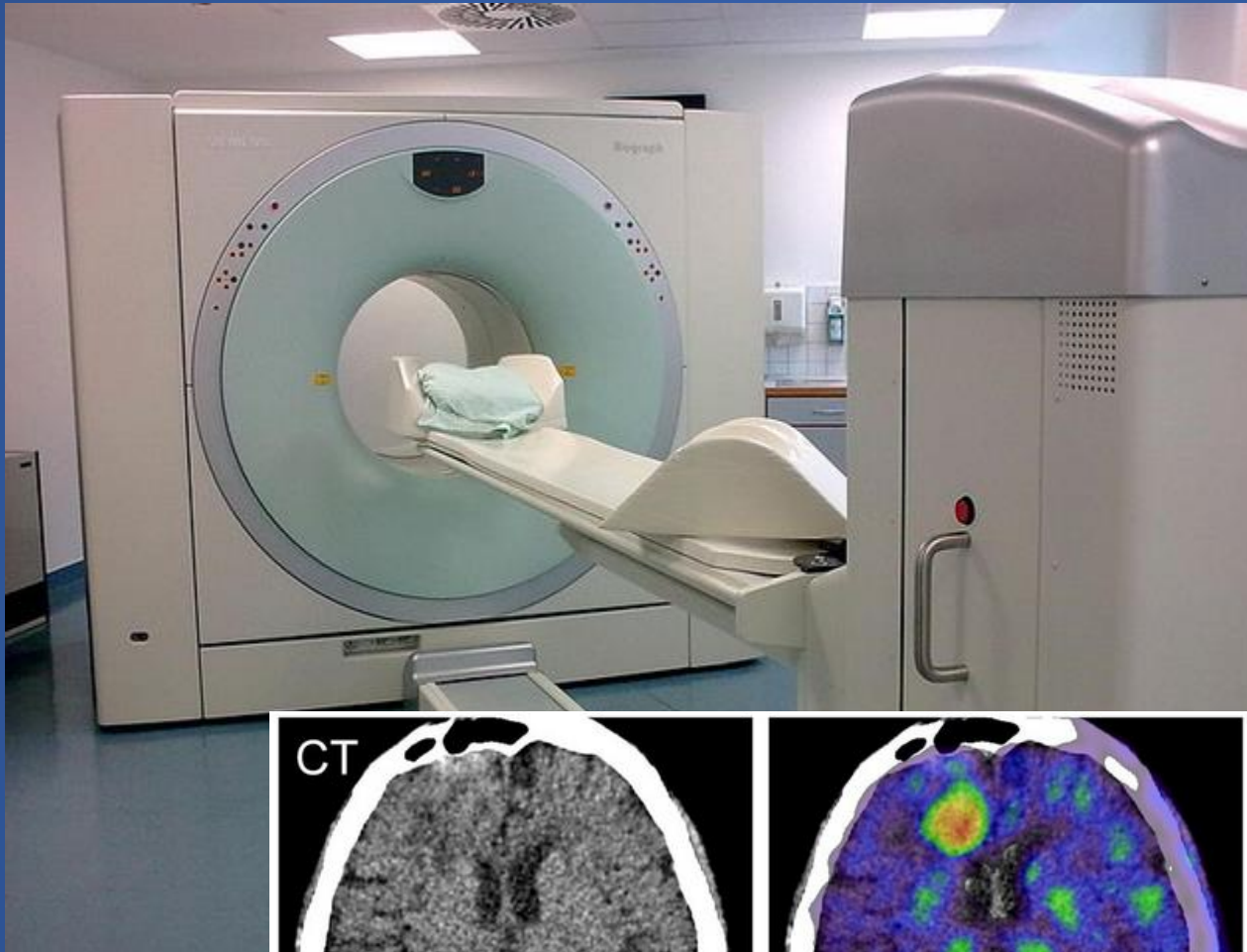
### TELETERÁPIA

■ Kobaltágyú  
■ Röntgen terápia  
– Felületi terápia  
– Mélyterápia –  
ortovoltos besugárzás  
■ Lineáris gyorsítók

**BRACHYTERÁPIA**  
zárt sugárforrás

**Nukleáris medicina**  
Izotópterápia  
nyitott sugárforrás

## PET-CT (pozitron emissziós tomográfia- CT)



# Ionizáló sugárzások egészségügyi felhasználása

## Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

**Röntgensugárzás**  
■ Hagyományos  
röntgen  
diagnosztika

■ Intervenciós  
radiológia  
(CT, DSA)  
■ (UH, MRI)

**Nukleáris medicina  
Izotópdiaagnosztika**

■ Szcintigráfia  
■ PET, SPECT

**Hibrid modalitások**

■ PET-CT  
■ PET-MRI  
■ SPECT-CT-PET

## Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

### TELETERÁPIA

■ Kobaltágyú  
■ Röntgen terápia  
– Felületi terápia  
– Mélyterápia –  
ortovoltos besugárzás  
■ Lineáris gyorsítók

**BRACHYTERÁPIA  
zárt sugárforrás**

**Nukleáris medicina  
Izotópterápia  
nyitott sugárforrás**

# Teleterápia

## felületi röntgen terápias besugárzó

- röntgensugárzás alkalmazása
- 50-80 kV röntgenső feszültség
- kb. 5 mm mélységű felületi elváltozások kezelése
- kis mezőméret
- kis behatolási mélység



## bőrgyógyászati besugárzó



## mélyterápiás (ortovoltos) besugárzó

- röntgensugárzás alkalmazása
- 150-300 kV röntgenső feszültség
- csontáttétek kezelése
- mélyebb behatolási mélység

aplikátor



ortovoltos besugárzó





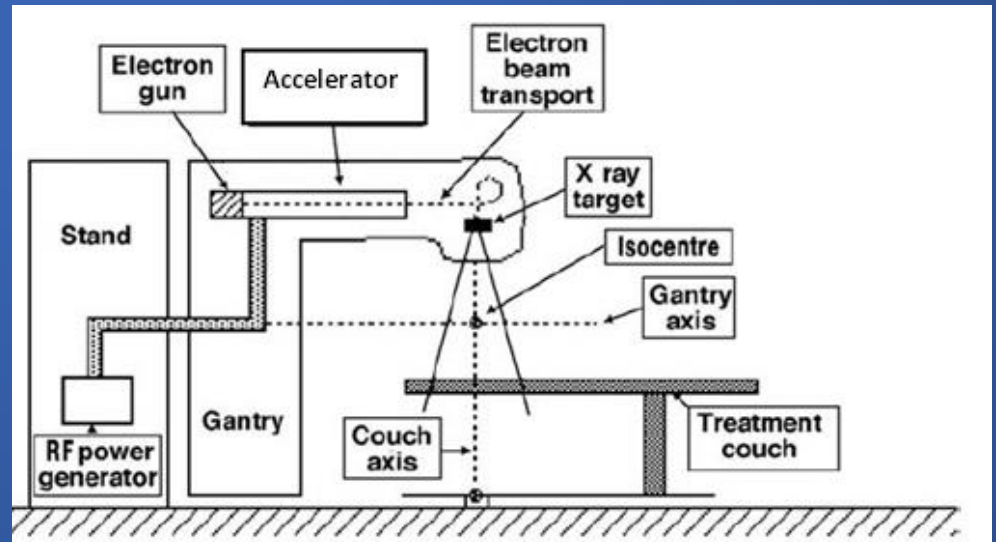
## gyorsító

- rendkívül széles felhasználási lehetőség
- elsődleges sugárzások: 4-18 MV foton; 6-22 MV elektron
- másodlagos sugárzás: 10 MV felett neutronsugárzás keltés
- jelentős sugárvédelmi tervezést igényel (bunker)

### Működése:

Fűtött katód (elektronágyú) – a katódból kilépő elektronok gyorsítása – mágneses eltérítés –

- targettel ütköztetés – nagy energiájú fékezési röntgensugárzás (gyakoribb)
- vagy elektronsugárzás kivezetése





gyorsító



Forrás: varian.com

# Ionizáló sugárzások

## egészségügyi felhasználása

### Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

**Röntgensugárzás**  
■ Hagyományos  
röntgen  
diagnosztika

■ Intervenciós  
radiológia  
(CT, DSA)  
■ (UH, MRI)

**Nukleáris medicina**  
Izotópdiaagnosztika

■ Szcintigráfia  
■ PET, SPECT

**Hibrid modalitások**

■ PET-CT  
■ PET-MRI  
■ SPECT-CT-PET

### Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

#### TELETERÁPIA

■ Kobaltágyú  
■ Röntgen terápia  
– Felületi terápia  
– Mélyterápia –  
ortovoltos besugárzás  
■ Lineáris gyorsítók

**Nukleáris medicina**  
Izotópterápia  
nyitott sugárforrás

**BRACHYTERÁPIA**  
zárt sugárforrás

# Brachyterápia

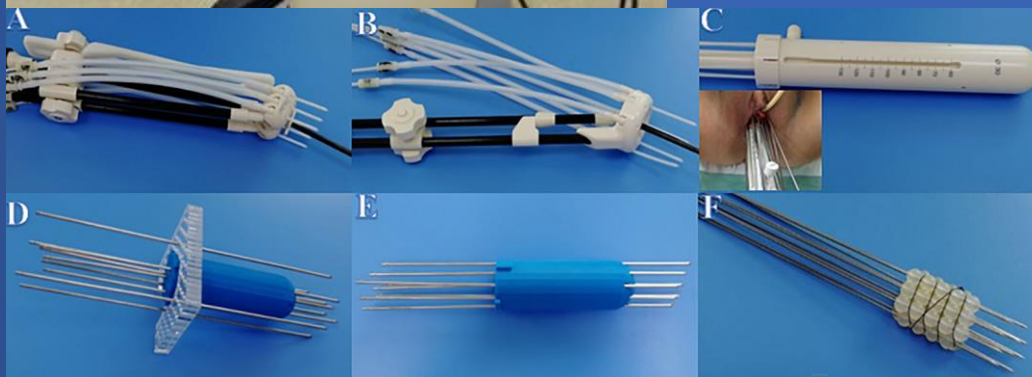
- zárt sugárforrás alkalmazása
- testen belüli / invazív eljárás
- kis térfogatban nagy dóziskoncentráció
- béta sugárzás;; Sr-90; Y-90 izotóp
- **LDR** – low dose rate (max. 2 Gy/h)
    - állandó implantáció – „take-away radiation”
    - Cs-131 (9,7 nap – 30 keV)
  - **MDR** – medium dose rate (2-12 Gy/h)
    - napi több frakcióban
  - **HDR** – high dose rate; (min. 12 Gy/h);
    - frakcionált kezelés
    - Ir-192 (74 nap – 380 keV)

# brachyterápia

## HDR brachyterápiás berendezés



## zárt sugárforrások



## aplikátorok



# Ionizáló sugárzások egészségügyi felhasználása

## Diagnosztika

(az ionizáló sugárzás fizikai, kémiai hatása)

**Röntgensugárzás**  
■ Hagyományos  
röntgen  
diagnosztika

■ Intervenciós  
radiológia  
(CT, DSA)  
■ (UH, MRI)

**Nukleáris medicina**  
Izotópdiaagnosztika

■ Szcintigráfia  
■ PET, SPECT

**Hibrid modalitások**

■ PET-CT  
■ PET-MRI  
■ SPECT-CT-PET

## Terápia

(az ionizáló sugárzás biológiai - sejtpusztító hatása)

### TELETERÁPIA

■ Kobaltágyú  
■ Röntgen terápia  
– Felületi terápia  
– Mélyterápia –  
ortovoltos besugárzás  
■ Lineáris gyorsítók

**BRACHYTERÁPIA**  
zárt sugárforrás

**Nukleáris medicina**  
Izotópterápia  
nyitott sugárforrás



# Nukleáris medicina – izotópterápia

- nyitott sugárforrás alkalmazása
  - általában folyadék halmazállapotú
  - Intravénásan vagy lenyelve kerül a szervezetbe (In vivo)
  - az izotóp a szervezeten belül szelektíven a kóros elváltozáshoz kötődik
  - I-131; Sr-89 izotópok
  - Frakcionált kezelés, ellenőrzése SPECT/CT berendezéssel
- 
- Az In vivo izotóplaboratóriumokra vonatkozó sugárvédelmi előírások (PET; SPECT vizsgálókra is vonatkozik)
    - II. sugárvédelmi kategória
    - 2/2022 OAH rendelet
    - MSZ 62-7:2011

Összefüggő helyiségcsoport:

Inaktív helyiségek: váró, WC, öltöző, tartózkodó, leletező, raktár

Aktív helyiségek: meglelabor, hulladék tároló, beadó, váró, WC, vizsgáló, vezérlő



# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Mulvai János  
sugárvédelmi szakértő  
engedélyszám: SVR-HA13512  
06-20-390-1588  
[mulvai.janos@gmail.com](mailto:mulvai.janos@gmail.com)