

## Viri sevanja v medicini in osnove varstva pred sevanji

Uroš Čotar, univ. dipl. fiz.,  
odgovorna oseba za varstvo pred sevanji  
Onkološki Inštitut, Ljubljana

## Namen

- Seznanitev s sevanjem in viri sevanj na OI
- Odpravimo strah pred sevanjem



## Vsebina

- Osnove o sevanju
- Viri sevanj na OI
- Zaščita pred sevanjem
- Predpisi

## Vse seva!

- Kozmično sevanje, sevanje iz zemlje, ingestija s hrano: ~1/2 letne doze
- Inhalacija radona: ~1/2 letne doze
- Umetni viri (medicina, industrija): < 10%
- Letna doza v Sloveniji 2-3 mSv

## Neionizirajoče sevanje

- dolgi valovi: električna napeljava (50Hz)
- radijski valovi: radio, TV, mobilni telefon, radijski oddajniki
- mikrovalovi: mikrovalovne pečice
- IR svetloba: toplota telesa, žarnica na volframovo nitko 95%, IR laser (CD, DVD)
- vidna svetloba: vse vidne barve mavrice

## Ionizirajoče sevanje

- Svetloba:
  - UV: del sončevega spektra, ki je odgovoren za porjavitev kože, Hg žarnice (solarij), varjenje, excimer laserji za operacije roženice
  - Röntgenski (X) žarki: röntgenski aparati, katodne cevi (TV, CRT monitor), Linac
  - $\gamma$  žarki: radioaktivna jedra atomov
- Delci:  $\alpha$ ,  $\beta$ , n

### Kaj mislimo z izrazom “naprava seva” ali “sevanje je prisotno”?

- Gre za ionizirajoče sevanje
- RTG aparat ali Linac je vključen in deluje
- Radioaktivni vir je izven zaščitnega vsebnika ali brez zaščite
- Nivo sevanja je precej višji kot nekajkratno naravno ozadje

### Merske enote

- Gy (Gray) = J/kg
- Sv (Sievert) = J/kg za (uporablja se za računanje efektivne doze v telesu z upoštevanjem vrste sevanja in občutljivosti organov)
- Sv/h (Gy/h): hitrost doze (nivo sevanja)
- Uporabljajo se manjše enote: nSv/h,  $\mu$ Sv/h, mSv/h,  $\mu$ Sv, mSv
- $1 \text{ Sv} = 1000 (10^3) \text{ mSv} = 1\,000\,000 (10^6) \mu\text{Sv} = 1\,000\,000\,000 (10^9) \text{ nSv}$

### Primeri

- hitrost doze v naravi (Slovenija): 0.05 - 0.2  $\mu$ Sv/h
- efektivna doza v naravi: 2 - 3 mSv/leto, dnevna 5-10  $\mu$ Sv
- polet čez ocean: 50  $\mu$ Sv
- medicinska diagnostika 1 mSv/leto (povprečje)
- medicinska terapija: 50 - 200 Gy!!! (To je lahko tudi smrtna doza)
- zakonske omejitve: 1 mSv/leto za prebivalce, 20mSv/leto za profesionalce
- posledice sevanja: 50 mSv sprememba krvne slike; 1 - 6 Sv opekline, bruhanje, izpadanje las, odpoved imunskega sistema; nad 6 Sv smrt
- delo s pacientom, ki ima apliciran radiofarmak: 0.01 mSv
- intervencija (reševanje pacienta): približno 0.1 - 0.2 mSv

### Odperti in zaprti viri IO sevanj

- Odperti viri (open sources): možna je kontaminacija (razlitje, razsutje, ingestija, inhalacija).
- Sem spadajo tudi raztopine v steklenih in plastičnih posodah.
- Zaprti viri (sealed sources): kontaminacija ni možna. Ščit je dovolj močan.
- Radioaktivni viri
- RTG in Linac
- MRI, UZ in  $\gamma$  kamere niso viri IO sevanja

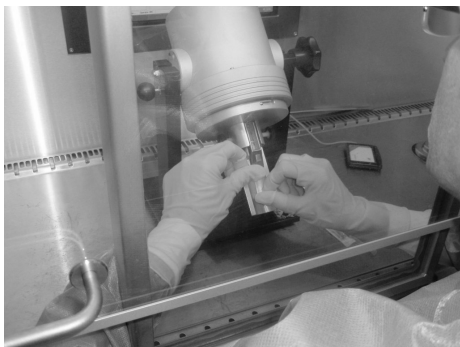
### Uporaba

- Diagnostika
- Terapija
- Interne kalibracije, preizkušanje naprav
- Raziskovalna dejavnost

### Odperti viri (open sources)

- Oddelek nuklearne medicine: priprava radiofarmaka, diagnostika in terapija (največ Tc-99m, I-131, F-18)
- Oddelek bahiradioterapije: terapija (I-131)

## Priprava radiofarmaka



## PET-CT



## Radioaktivni odpadki – skladiščenje



## Radioaktivni odpadki - tekoči



- Hranjenje minimalno 2 meseca
- Odvzem vzorcev in merjenje specifične aktivnosti (zakonsko določilo UV1, tabela 3)
- Izpust

## Zaprta viri (sealed sources)

- Diagnostika:
  - rentgen, CT, mamograf, premični rentgen, mamotom
- Terapija
  - linearni pospeševalnik - Linac
  - terapevtski rentgen (Gulmay)
  - radioizotopi: TRT Co-60 (TRT), BRT Ir-192 in Sr-90
- Interne kalibracije in preizkušanje naprav (NM):
  - $\gamma$  kamere: Co-57, Cs-137, Ba-133
  - PET/CT: Na-22
- Raziskave:
  - Rentgen: Gulmay Darpac 2000

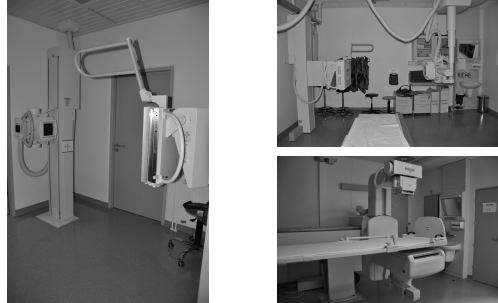
## Zaprta viri - diagnostika

- Stacionarni rentgen: Philips Digital Diagnost, Philips Omnidagnost Eleva, Philips Bucky Diagnost
- CT: Siemens Somatom Sensation 16
- Mamografija: Siemens Mammomat Novation DR in Siemens Mammomat Inspiration (DORA), Lorad M IV, Lorad (Hologic) Selenia
- Vakuumska biopsija: Fischer Mammostest Select
- Premični rentgen: Philips Practix 400
- UZ, MRI niso viri sevanj

## Značilnosti

- Sami po sebi **ne sevajo** (v prostoru ni sevanja, ko je aparat izključen)!
- Dostop je možen tudi za nesevalne delavce
- Ni kontaminacije
- Ni radioaktivnih odpadkov

## Stacionarni rentgenski aparati



## CT – računalniška tomografija



## Mamografija



## Vakuumska biopsija



## Premični aparati



Philips Practix 400 – intenziva

## Brahiradioterapija (BRT)

- Brahiradioterapija (BRT) = zdravljenje z radioaktivnimi viri na telesu ali v telesu
- Izotopi: Sr-90 ( $\beta$  sevalec), Ir-192 ( $\gamma$  sevalec)
- Aktivnosti:
  - Sr-90 do 1GBq,
  - Ir-192 do 400 GBq

## Način vstavljanja

- Ročno: Sr-90
- Naknadno: vir Ir-192 vstavijo naknadno (after-load) poseg je računalniško krmiljen

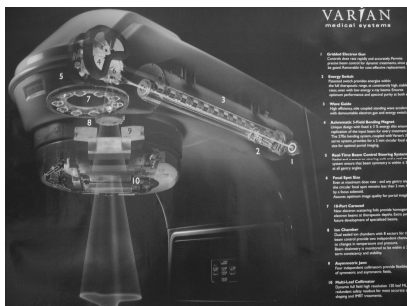
## Napravi za PDR in HDR



## Teleradioterapija (TRT)

- Zdravljenje z obsevanjem na daljavo
- Oprema na Onkološkem inštitutu
  - 8 Linacov
  - 1 300kV RTG (Gulmay)
  - 3 simulatorji

## Linearni pospeševalnik Varian



## Varian Novalis TX – aparat 8



### Raziskovalni RTG - Gulmay Darpac 2000



### Kalibrirani zaprti viri za interne kalibracije



### 3 načini ščitenja pred sevanjem

- Čas
- Razdalja
- Ščit

### Zaščita pred sevanjem

- RTG: zaščitno Pb steklo ali tanka stena
- $\gamma$ : zaščitna obleka ne pomaga (ščiti nas samo pred **kontaminacijo**), Pb plašč je primeren samo za Tc-99m, za ostale vire pa ne, zato zmanjšamo čas zadrževanja na minimum in povečamo razdaljo do vira na maksimum
- $\beta$ : nekaj mm plastike
- Linac: 1 m betona

### Primeri zaščite



### Zakonodaja

- ZVISJV-UPB2 Ur.l. RS 102/2004 in podzakonski akti
- Predpisuje, kako se lahko izvaja sevalna dejavnost
- Predpisuje območja s povišanim sevanjem
- Predpisuje zahteve za sevalne delavce

## Območja s povišanim sevanjem

- Nadzorovano območje:
  - Posebej označeno (POZOR SEVANJE)
  - Vstop je nadzorovan
  - Prostor z RTG napravo, prostori z radioaktivnimi viri, prostor obsevalnega aparata
- Opazovano območje – tu posebnih omejitev ni - nadzorni prostori aparatov

## Oznake POZOR SEVANJE



## Sevalna obremenitev delavcev z odprtimi viri sevanj in brahiterapije

### Brahiterapija:

#### ■ srednje sestre:

1997: 5.8 do 10.6 mSv  
2004: do 2.5 mSv  
2007: do 1.3 mSv  
2009: < 1 mSv

#### ■ višje sestre:

1997: 2.0 do 4.0 mSv  
2004: 0.6 do 1.1 mSv  
2007: do 1.1 mSv  
2009: < 1 mSv

### Nukelarna medicina:

#### ■ priprava radiofarmaka:

1997: 3.4 mSv  
2004: 1.0 mSv  
2007: 0.9 mSv  
2009: 1.1 mSv

#### ■ aplikacija radiofarmaka:

1997: 11.3 mSv  
2004: 2.6 mSv  
2007: 2.5 mSv  
2009: 4.3 mSv

## Povzetek

- Pozorni moramo biti na oznake, ki označujejo povišano sevanje
- Upoštevati moramo navodila osebja oddelka (gibanje po oddelku, možnost kontaminacije, časovni plani obsevanja)
- Prejete doze pri delu na OI so nizke (razen na NM) – tveganje za sevalne posledice je majhno
- Seva samo pacient, ki pride iz NM (tudi BRT-jod), ostali pacienti iz drugih oddelkov (RTG, BRT in TRT pa ne)

Hvala lepa za pozornost!

Vprašanja?

