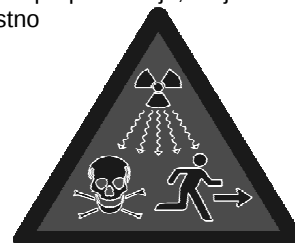


Viri sevanj na OI in osnove varstva pred sevanji

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
- Namen ni prepričevanje, da je sevanje škodljivo ali koristno



Vsebina

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

Vse seva!

- Inhalacija radona: ~1/2 letne doze
- Kozmično sevanje, direktno sevanje iz zemlje (naravna radioaktivnost), ingestija s hrano: ~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, 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
 - γ žarki: radioaktivna jedra atomov
- Delci: α , β , 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, μ Sv/h, mSv/h, μ 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): $0.05 - 0.2 \mu\text{Sv/h}$
- efektivna doza v naravi: $2 - 3 \text{ mSv/leto}$, dnevna doza $5-10 \mu\text{Sv}$
- polet čez ocean: $50 \mu\text{Sv}$
- medicinska diagnostika 1 mSv/leto (povprečje)
- medicinska terapija: $50 - 200 \text{ Gy}!!!$ (To je lahko tudi smrtna doza)
- zakonske omejitve: 1 mSv/leto za prebivalce, 20 mSv/leto za profesionalce
- posledice sevanja: 50 mSv sprememba krvne slike; $1 - 6 \text{ Sv}$ opekline, bruhanje, izpadanje las, odpoved imunskega sistema; nad 6 Sv smrt

Primeri na OI (povzeto po OVID)

- delo s pacientom, ki ima apliciran radiofarmak: 0.01 mSv
- intervencija na NM (reševanje pacienta): približno $0.1 - 0.2 \text{ mSv}$
- intervencija na BRT: $0.5 - 1 \text{ mSv}$ za jod, 2 mSv HDR
- slikanje po bolniških sobah (100/mesec): inženir $< 0.1 \mu\text{Sv}$, ostalo osebje zanemarljivo, sosednji bolnik $< 1 \mu\text{Sv/poseg}$
- slikanje na BRT v operacijski dvorani (80/mesec): inženir $< 0.1 \text{ mSv/leto}$ ali $< 0.1 \mu\text{Sv/poseg}$, ostalo osebje zanemarljivo

Odprti in zaprti viri IO sevanj

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

Razvrstitev po trajanju sevanja

- Radioaktivni izotopi: **stalno** sevajo, dokler ne razpadejo (NM, BRT)
- Aparati s pospeševalno cevjo: sevajo samo takrat, **ko so vključeni** (RTG, Linac)

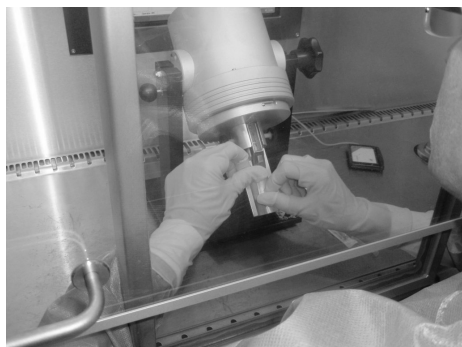
Uporaba

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

Odprti viri (open sources)

- Oddelek nuklearne medicine: priprava radiofarmaka, diagnostika in terapija (največ Tc-99m, I-131, F-18)
- Oddelek brahiradioterapije: terapija (I-131)
- Značilnost: sevajo stalno, dokler ne razpadejo
- Pacient po koncu posega seva.

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

Zaprti 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):
 - γ kamere: Co-57, Cs-137, Ba-133
 - PET/CT: Na-22
- Raziskave:
 - Rentgen: Gulmay Darpac 2000

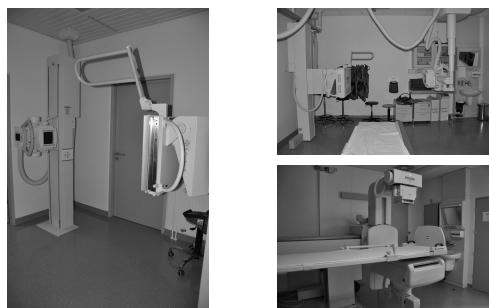
Zaprti viri - diagnostika

- **Stacionarni rentgen:** Philips Digital Diagnost, Philips Omnidiagnost 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
- Pacient po koncu posega **ne seva**.

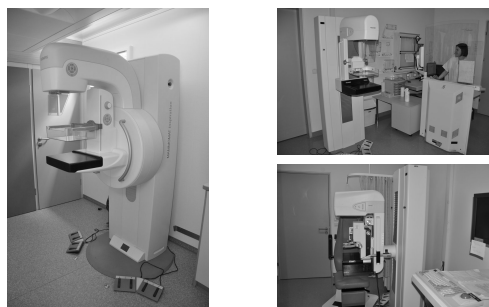
Stacionarni rentgenski aparati



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 (β sevalec)
 - Ir-192 (γ sevalec)
- Značilnost: stalno sevajo
- Pacient po koncu posega **ne seva** – vir odstranimo

Način vstavljanja

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

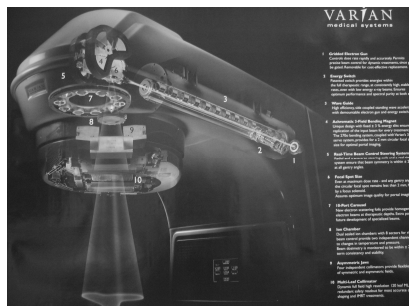
Napravi za PDR in HDR



Teleradioterapija (TRT)

- Zdravljenje z obsevanjem na daljavo
- Oprema na Onkološkem inštitutu
 - 8 Linacov
 - 1 300kV RTG (Gulmay)
 - 3 simulatorji
- Pacient po koncu posega **ne seva**.

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
- γ : 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
- β : 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



Povzetek

- Prejete doze pri delu na OI so nizke (razen na NM) – tveganje za sevalne posledice je majhno
- Pozorni moramo biti na oznake, ki označujejo povišano sevanje
- Upoštevati moramo navodila osebja oddelka (gibanje po oddelku, možnost kontaminacije, časovni plani obsevanja)
- 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?

