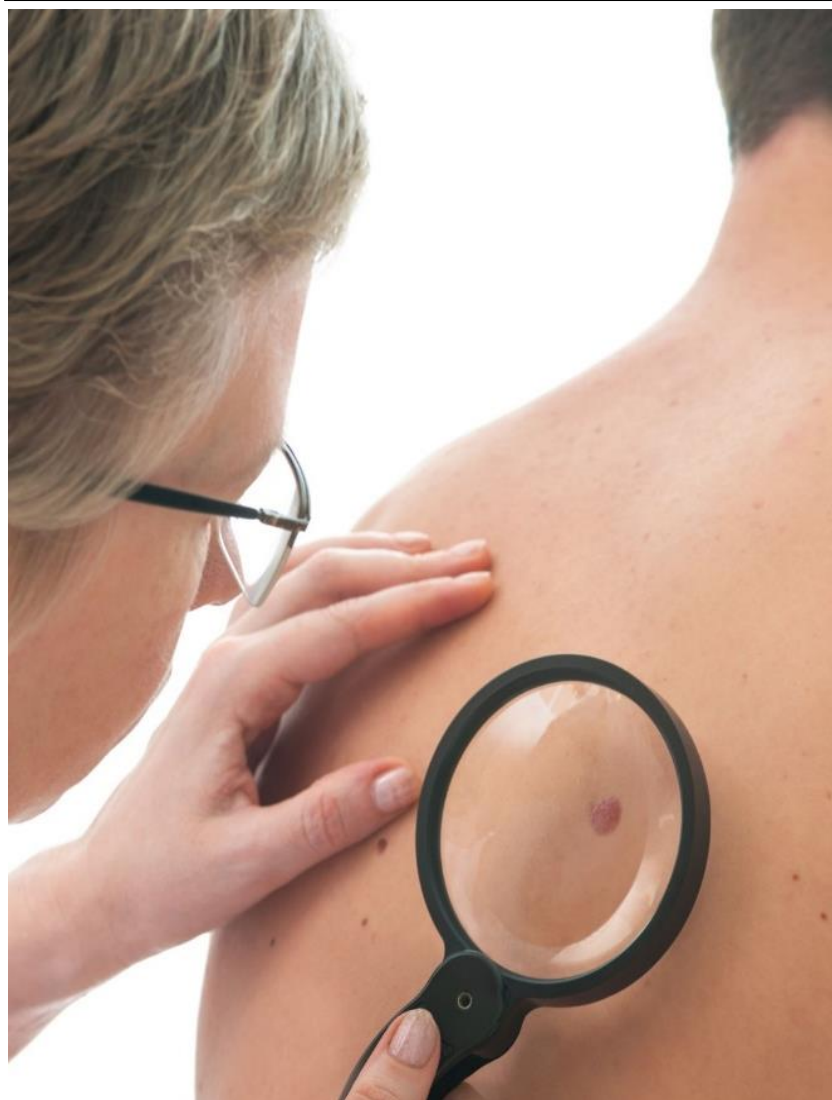


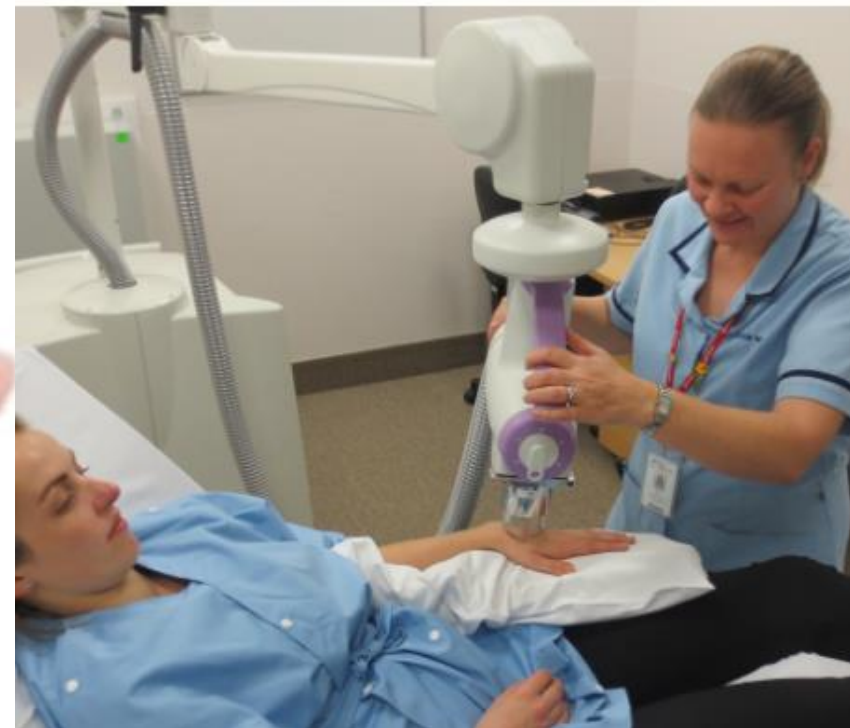
Diagnostikos ir gydymo galimybės spindulinėje terapijoje

Dr.Erika Korobeinikova

Kai kuriuos navikus (ar metastazes) mes tiesiog matome išoriškai.



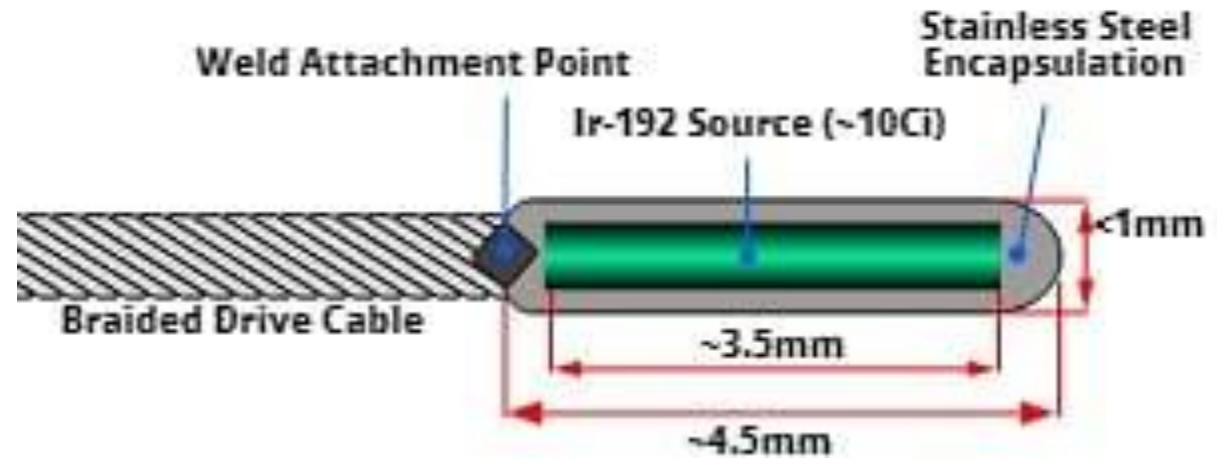
BRACHITERAPIJA



RENTGENOTERAPIJA

Kuomet navikas matomas akimi ir yra negiliai, kartais galime gydyti be papildomų tyrimų.

BRACHITERAPIJA



Pagal naviko gylį ir paskirtą dozę, paskaičiuojama kiek laiko šaltinis turi būti aplikatoriuje.

80–90% dozės iki 5mm, todėl giliau esantiems navikams netinka.

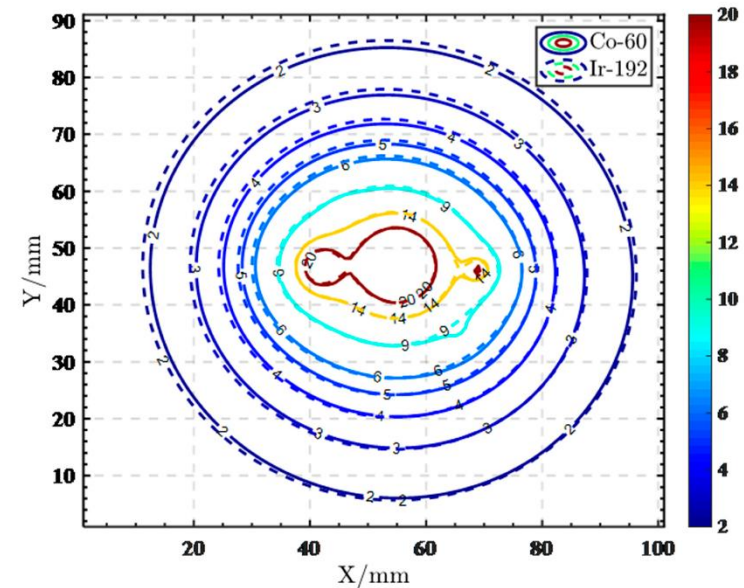
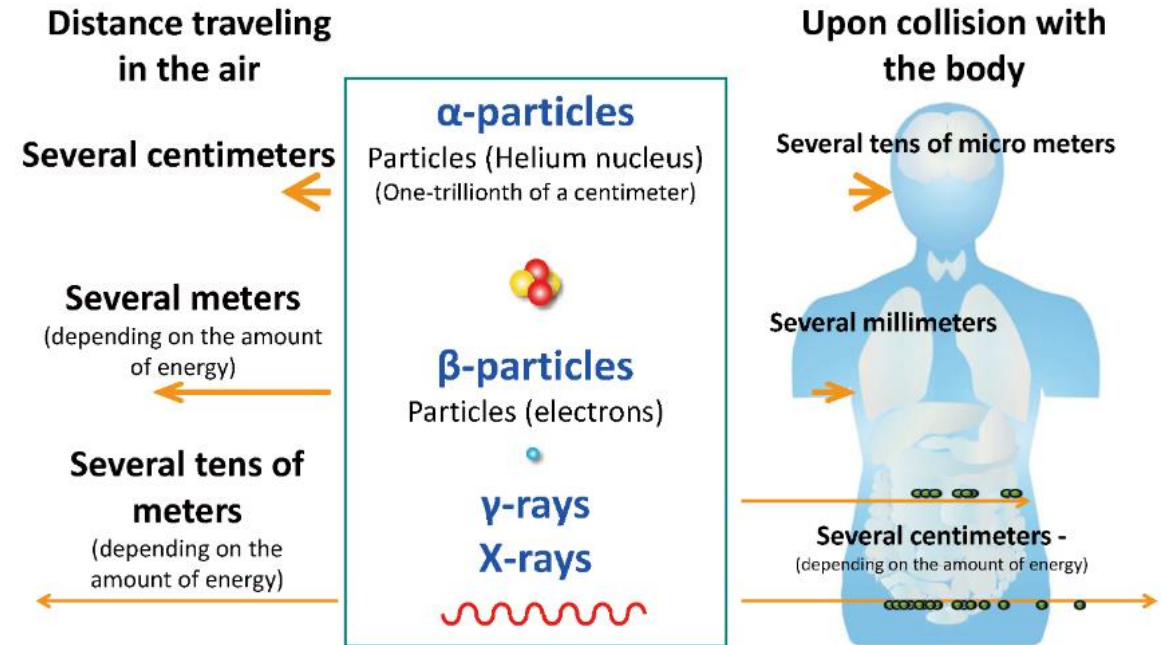
BRACHITERAPIJA

Naudojami dirbtiniai šaltiniai (beta ir gama spinduliai):

^{60}Co , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{198}Au , ^{125}I , and ^{103}Pd

Pasirenkami pagal

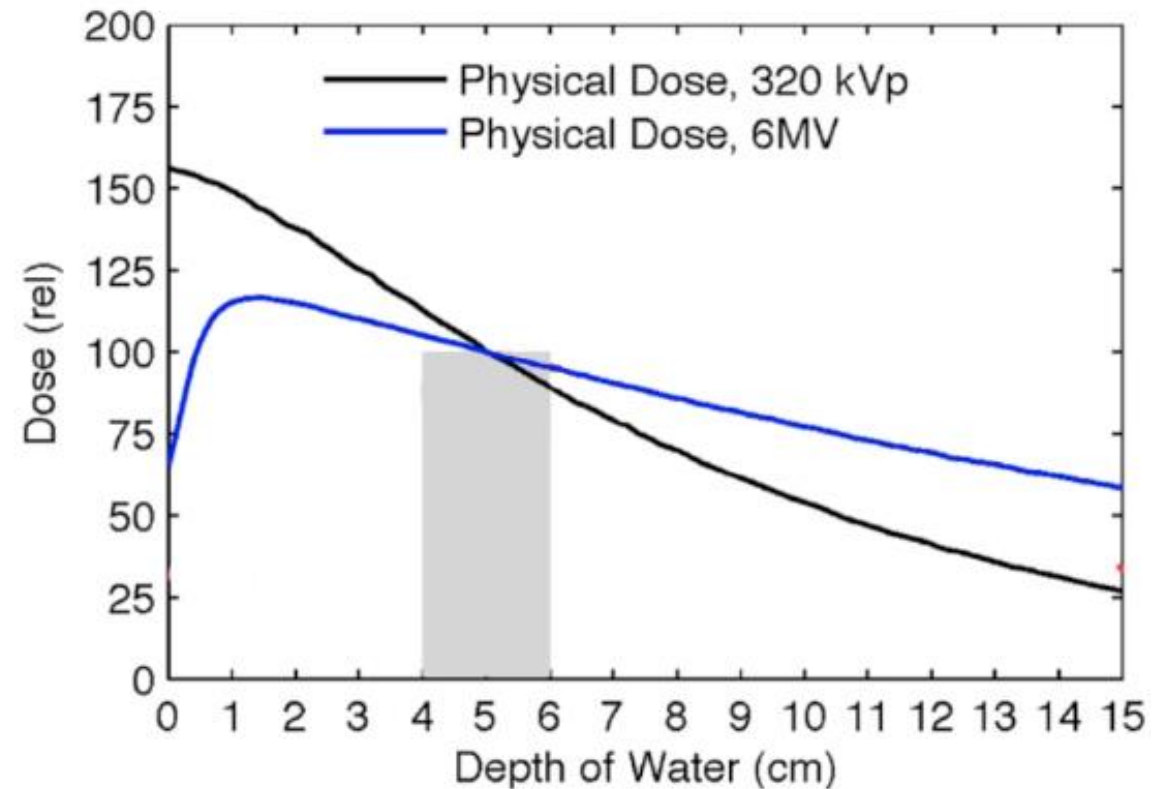
- Skilimo laiką, pvz:
 - $T_{1/2} \text{ } ^{192}\text{Ir}$ 72,8 dienų.
 - $T_{1/2} \text{ } ^{60}\text{Co}$ 5,26 metų.
- Išskiriamą energiją:
 - $E \text{ } ^{192}\text{Ir} = 380 \text{ keV}$
 - $E \text{ Co- } 60 = 1,25 \text{ MeV}$
- Dėl šių priežasčių gydymas ^{192}Ir yra beveik 2 kartus trumpesnis nei ^{60}Co .



RENTGENOTERAPIJA



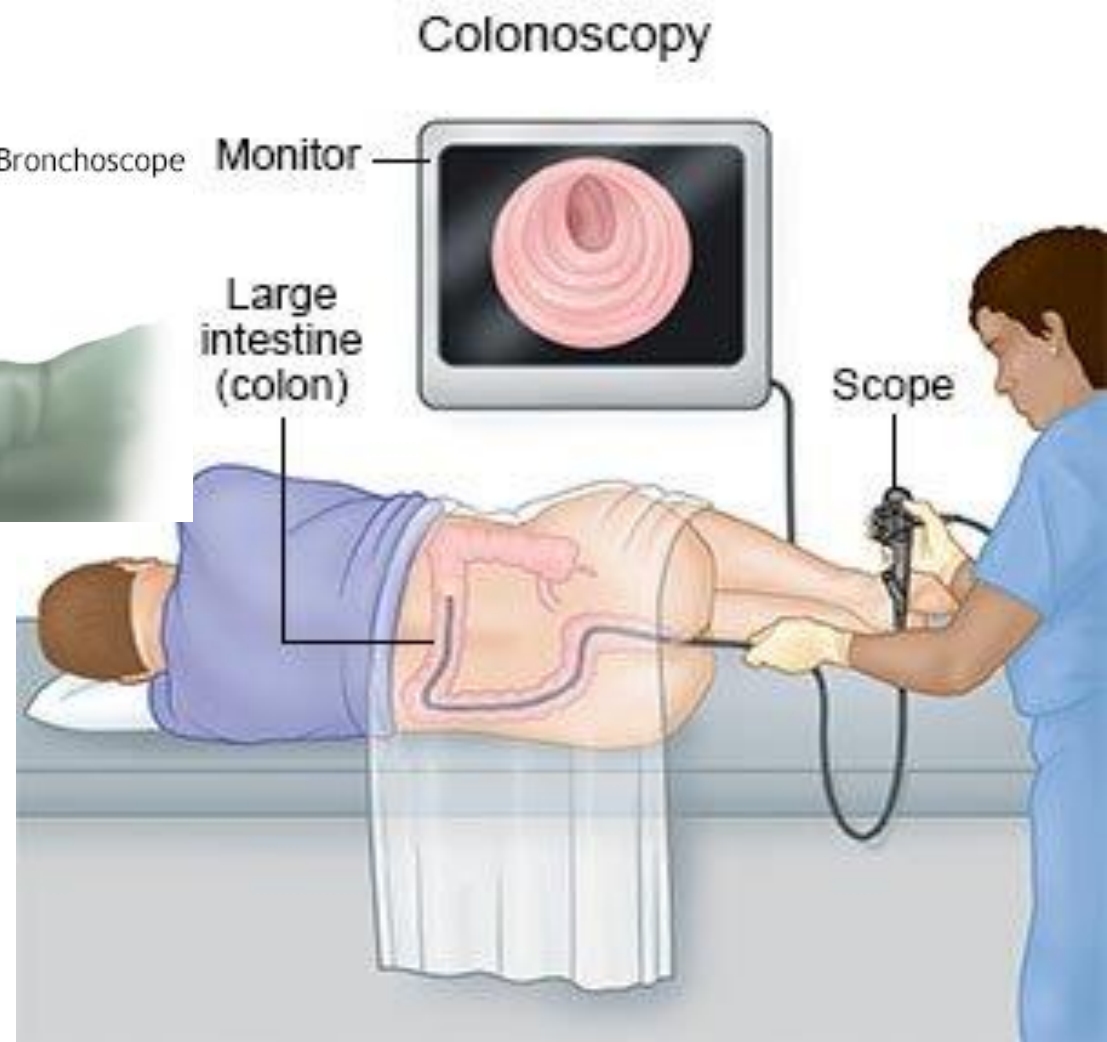
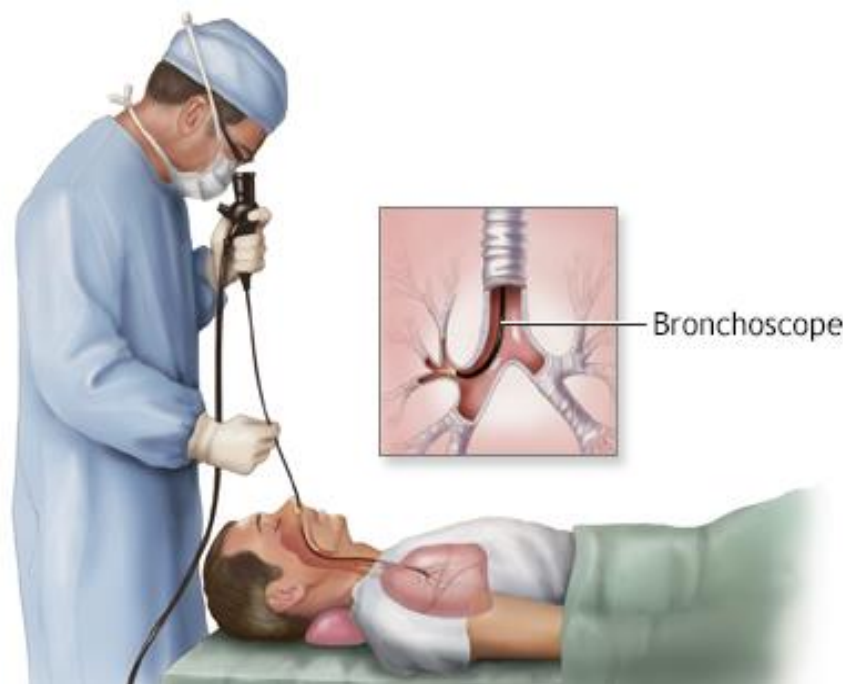
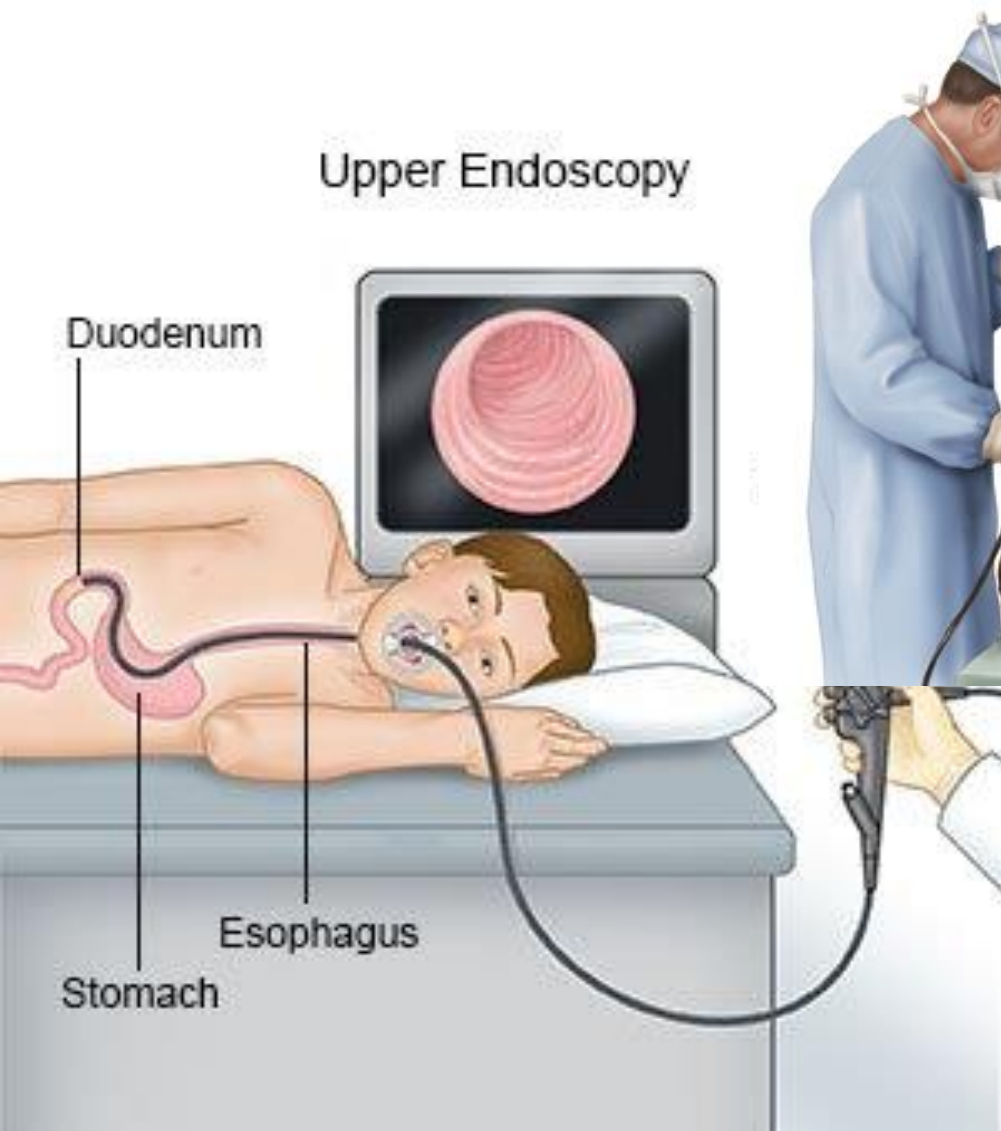
Ortovoltinis (mažos energijos) 100–500 kV rentgeno aparatas.



- Žinant reikalingą dozę ir naviko gylį, parenkamas gydymo laikas ir energija.
- Netinkamas gilesniems nei 6cm navikams.



- ✓ Tik nedidelė dalis navikinių židinių gali būti matoma iš išorės.
- ✓ Tam, kad pamatyti giliau esančius navikus, reikalingi **radiologiniai metodai.**

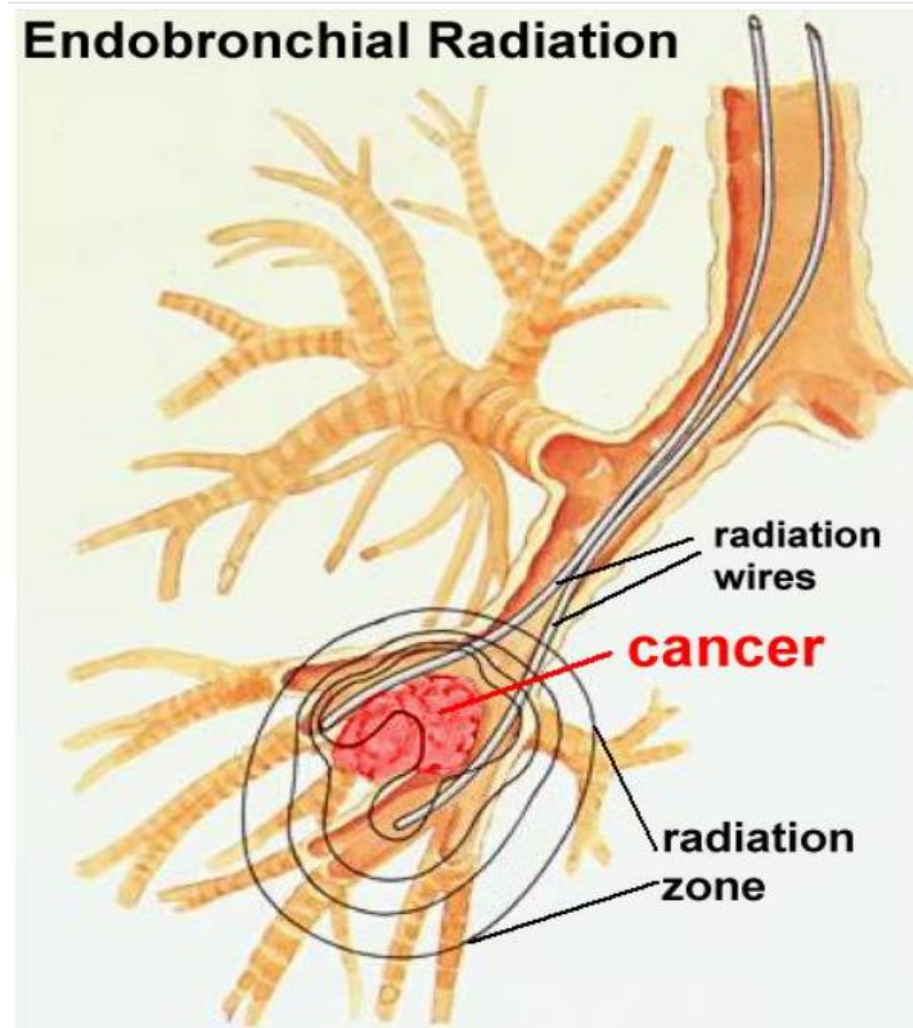
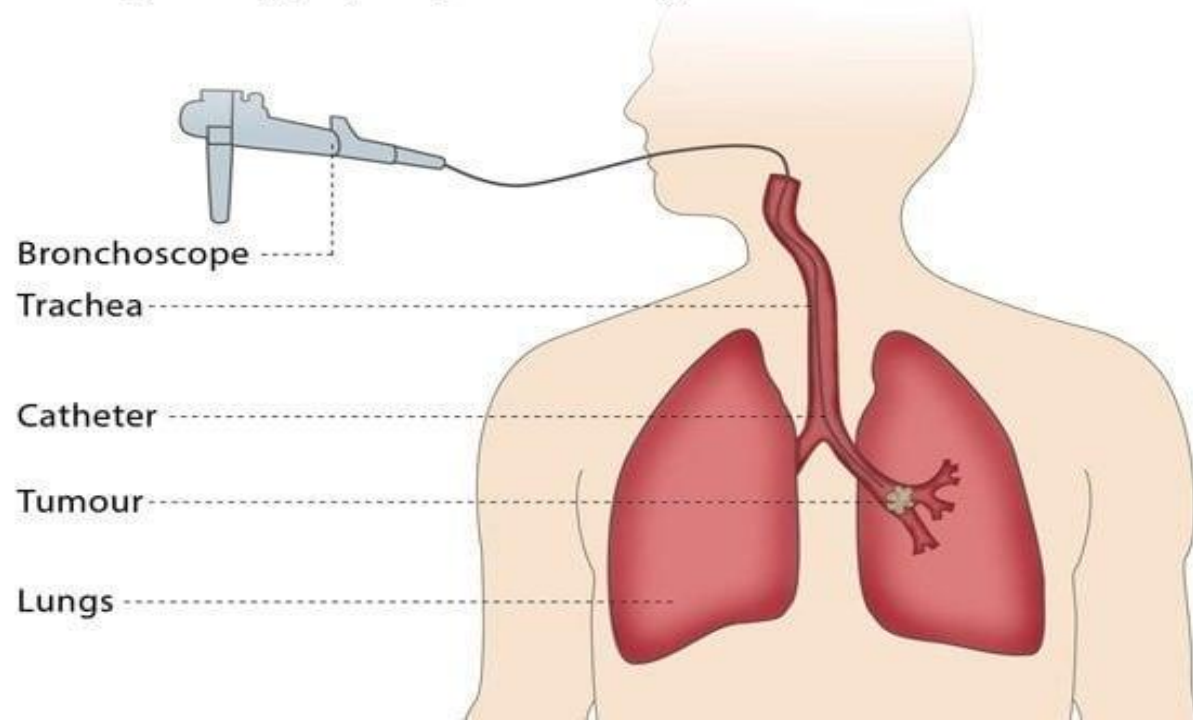


Ertminius organus galime apžiūrėti su kameromis.

Kuo endoskopija naudinga spindulinėje terapijoje?

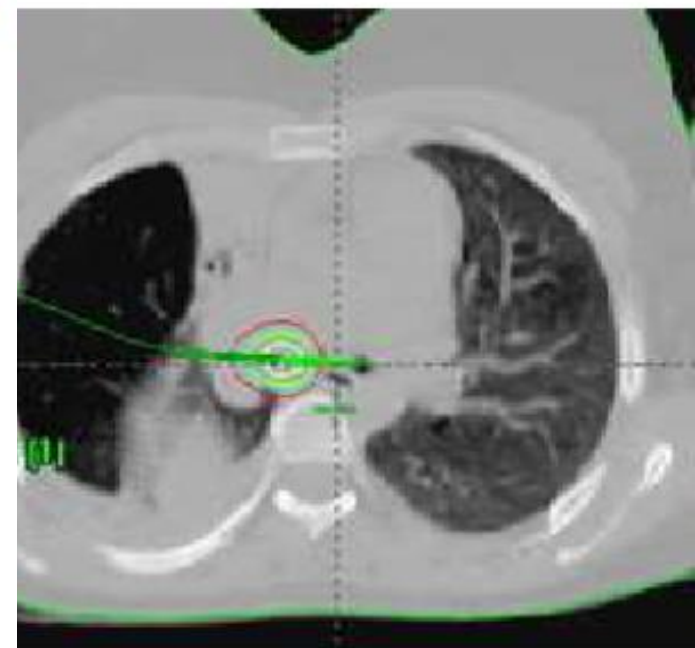
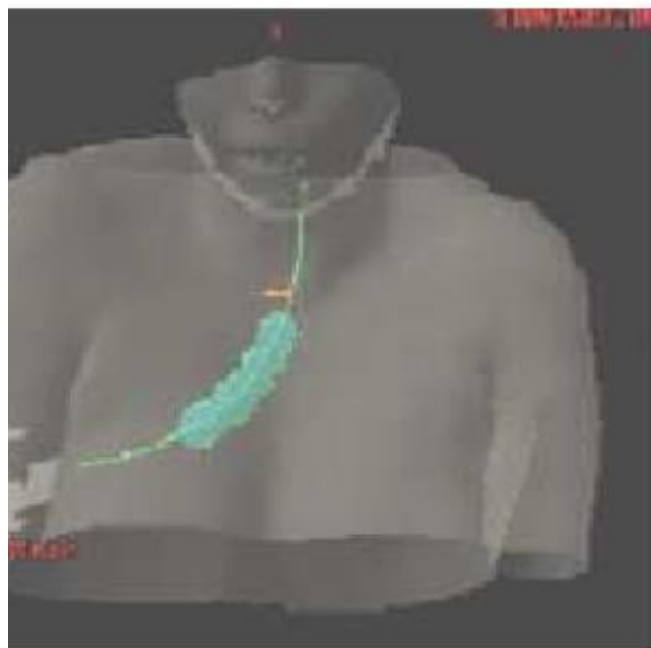
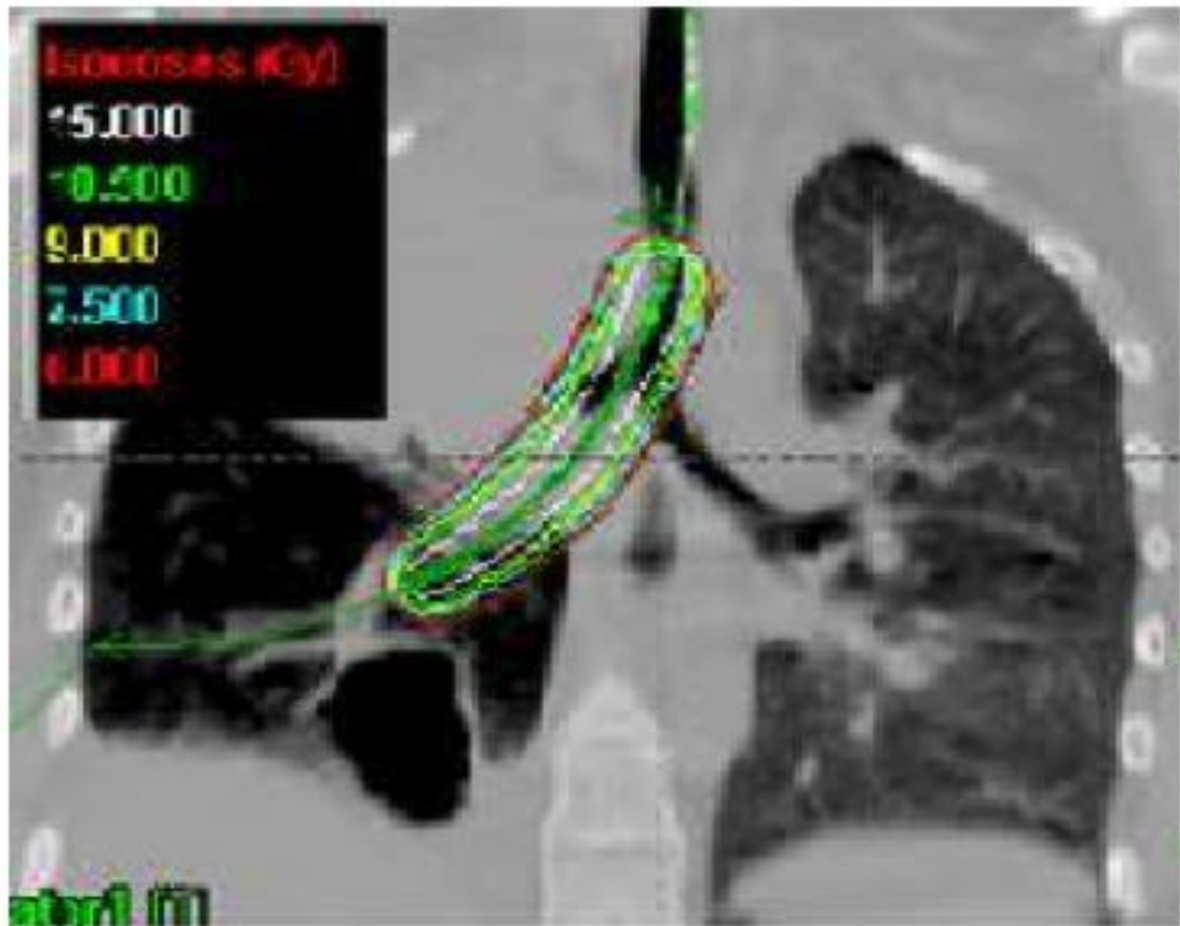
1. Padeda suprasti, kur yra navikas
2. Galima įvesti brachiterapijos aplikatorius

Brachytherapy (example in the lung)

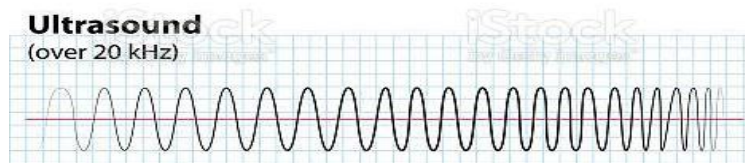
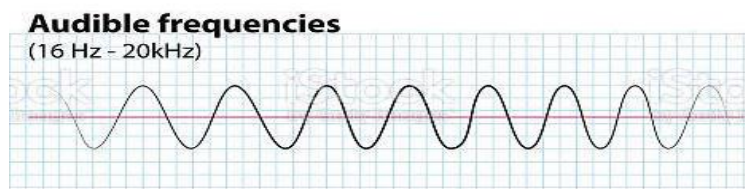
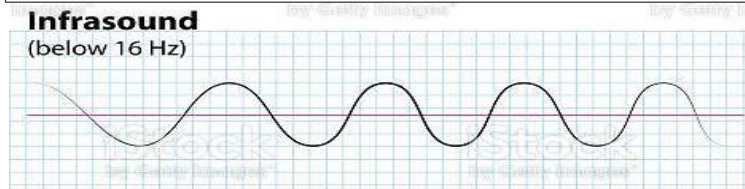
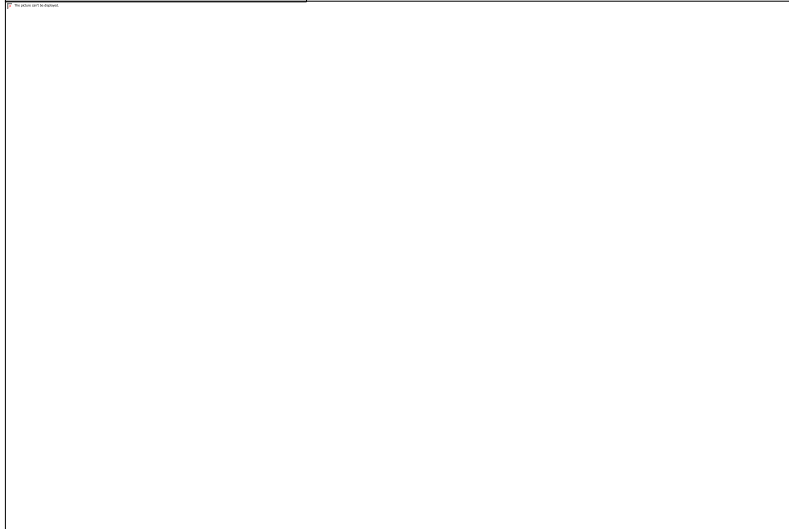
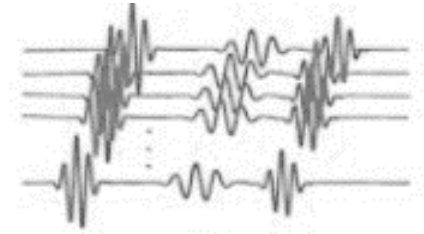


Tačiau planuojant ne odos brachiterapiją, taikiniui apibrėžti ir dozei apskaičiuoti reikalingi ir kompiuterinė tomografija, nes kameromis nematomas naviko gylis ir negalima akiai apskaičiuoti dozės.

Endobronchinė brachiterapija



Minkštuosius audinius galima apžiūrėti ultragarsu.



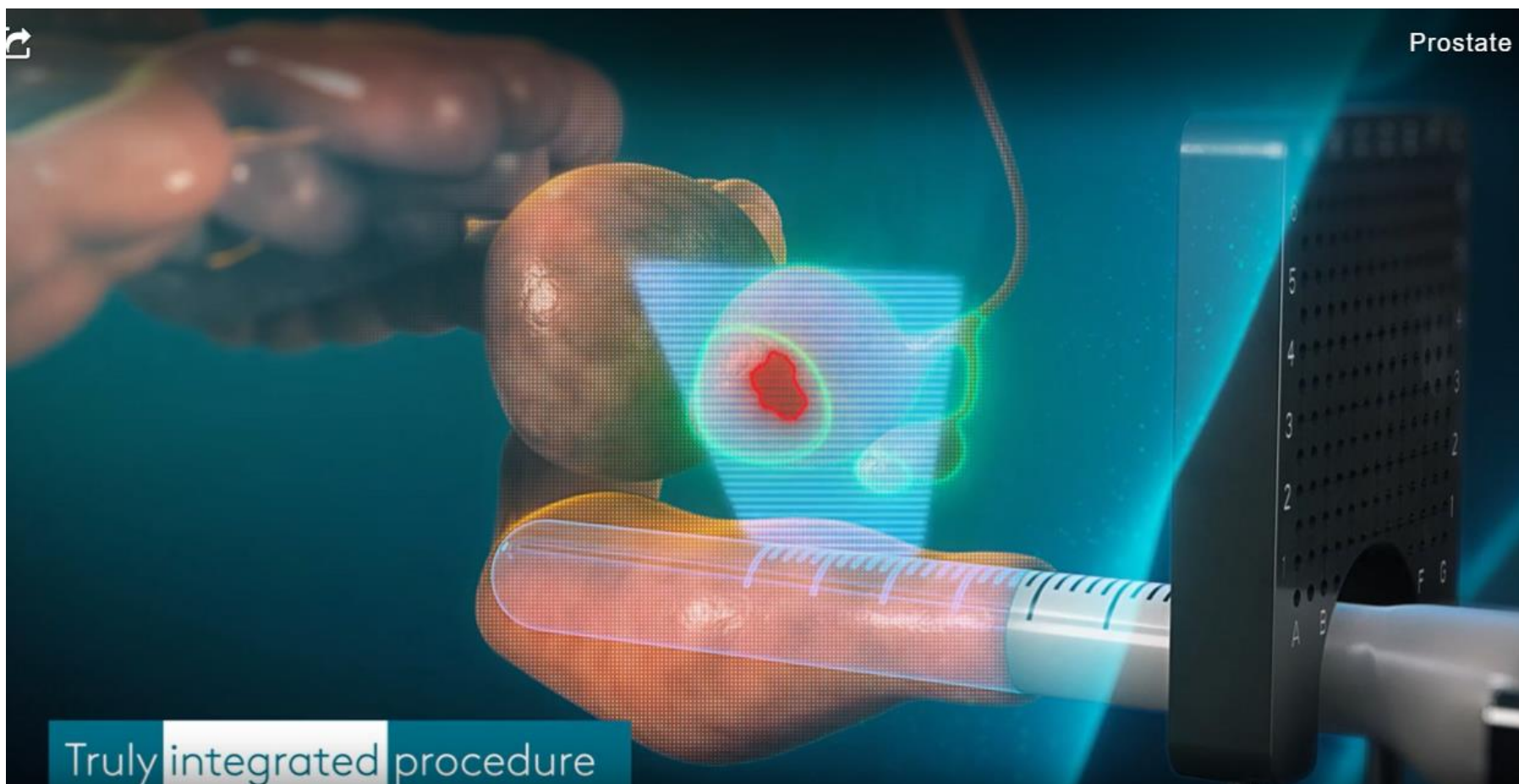
LOGIQ E9

distance r

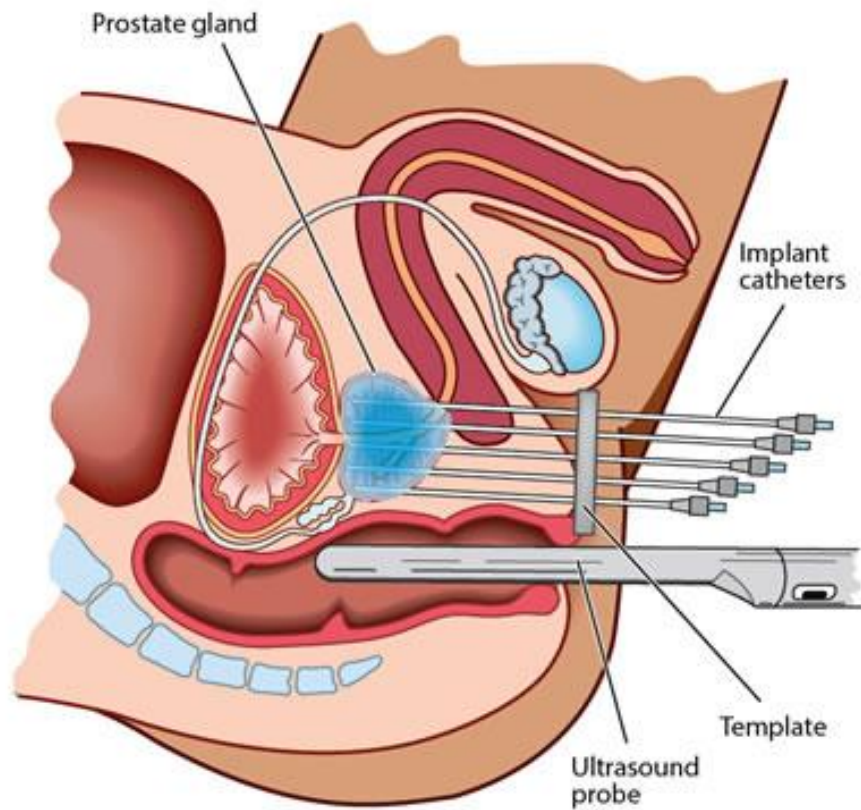
original wave

Kuo ecoskopija naudinga spindulinėje terapijoje?

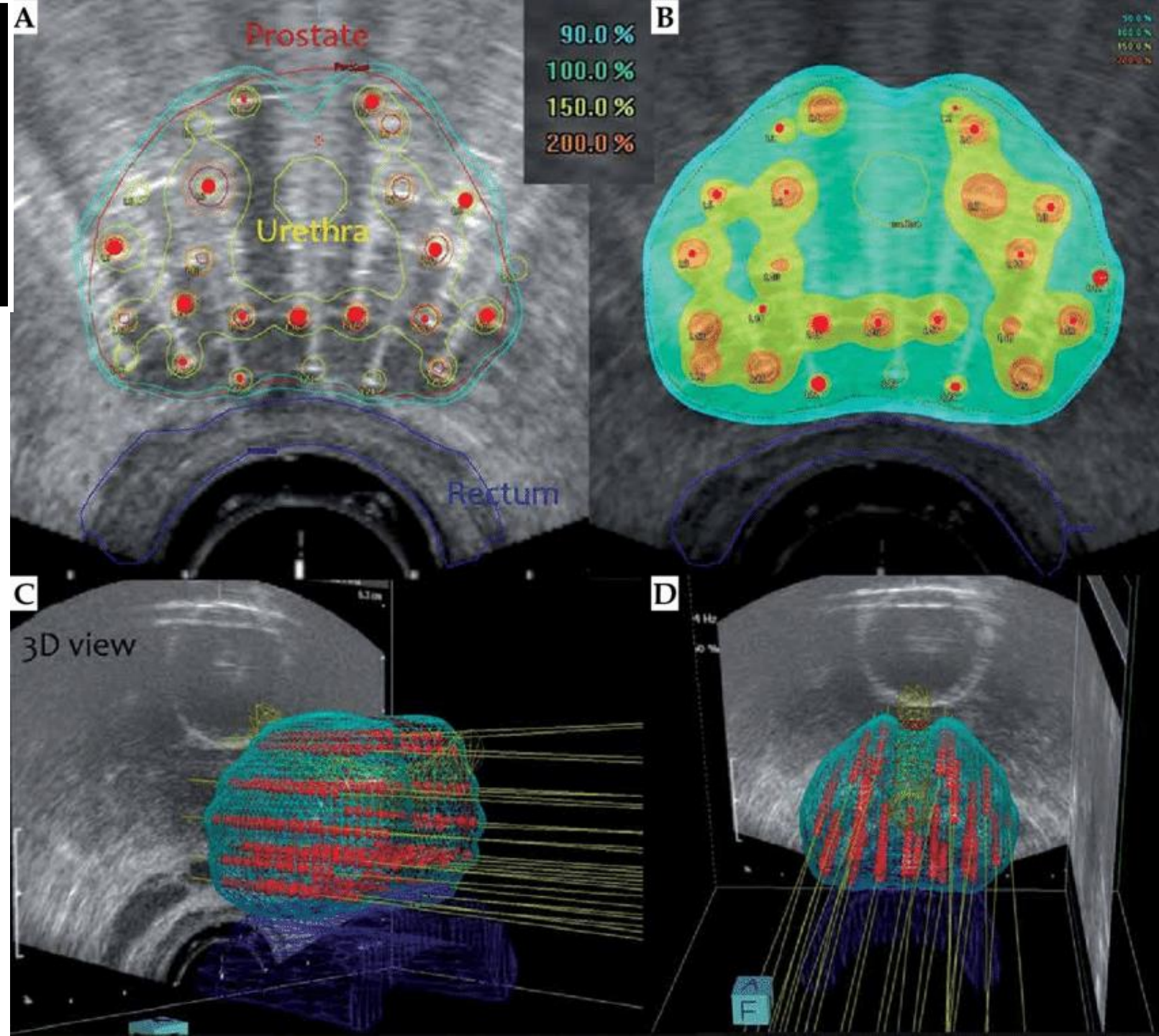
1. Padeda geriau suprasti, kur yra minkštųjų audinių navikas
2. Galima įvesti brachiterapijos aplikatorius, pavyzdys: prostatos vėžys.



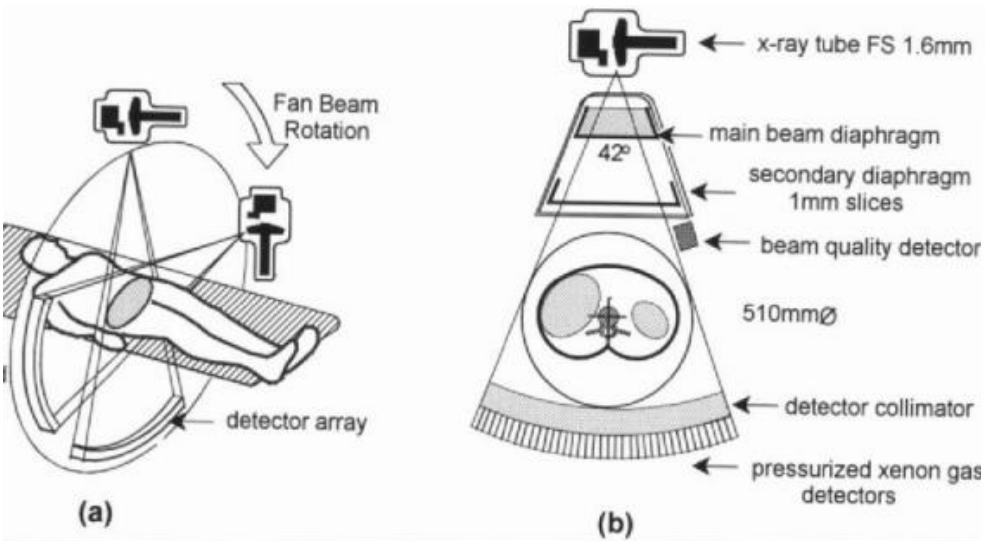
UG valdoma prostatos vēžio brachiterapija



Konat etl al. 2020



Kompiuterine tomografija galima matyti visus organus ir audinius, todėl ji dažniausiai naudojama ST planavimui



Familiarity with the appearance of various tissue densities on CT is simple but essential.

Review the image at left (abdominal windows)

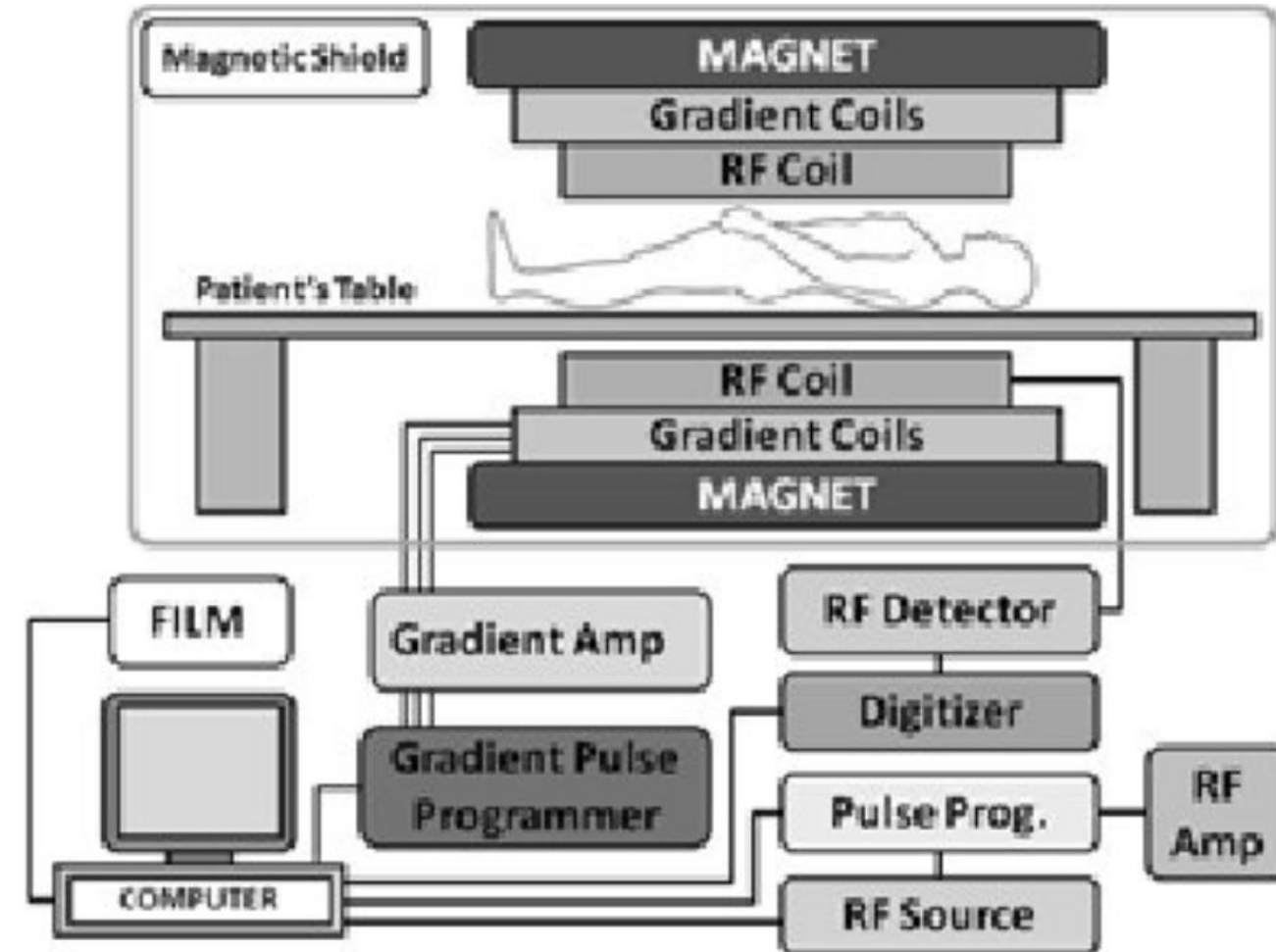
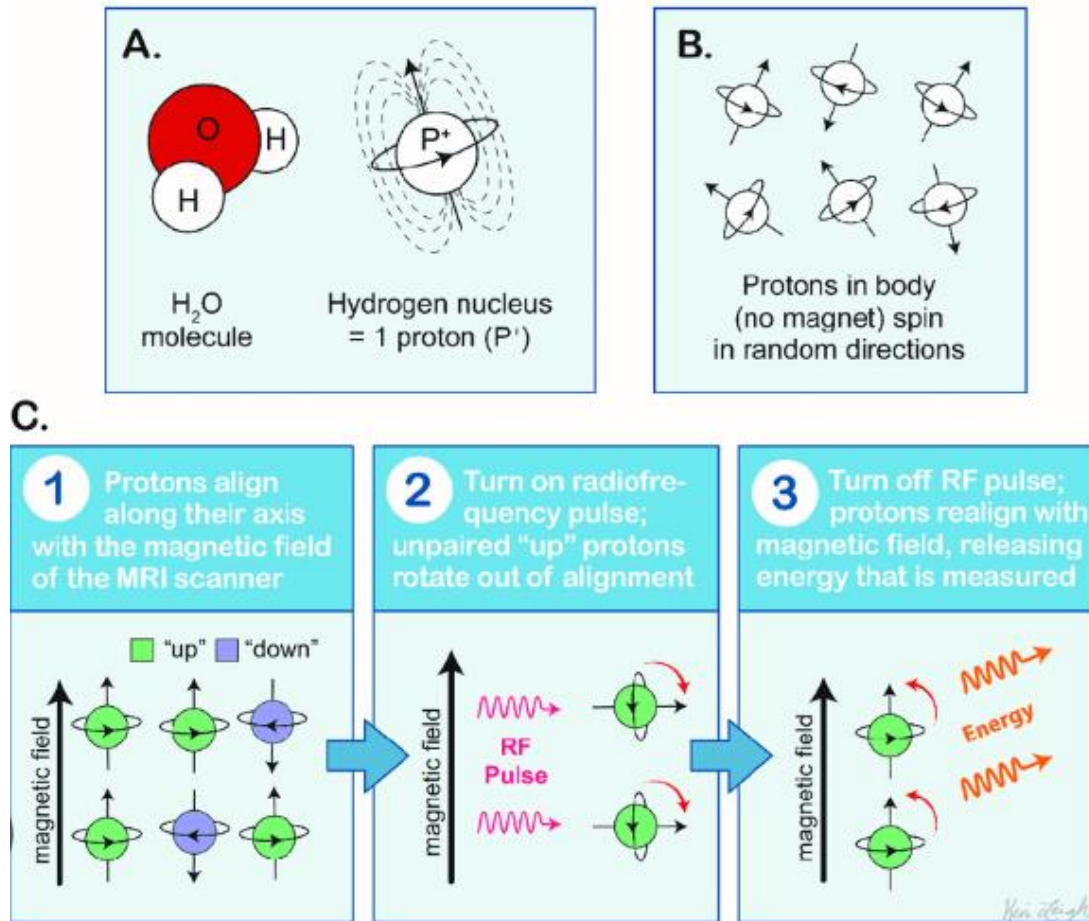
- A. Air – outside patient (A₁)
within bowel (A₂)
- B. Fat – subcutaneous (B₁)
intra or retroperitoneal (B₂)
- C. Fluid – within renal cyst (C₁)
intravascular (C₂)
- D. Soft tissue – liver (D₁)
kidney (D₂)
muscle (D₃)
- E. Calcium – bone (E₁)
calcified aorta (E₂)

CT – fotonų, elektronų, hadronų, brachiterapijos planavimui



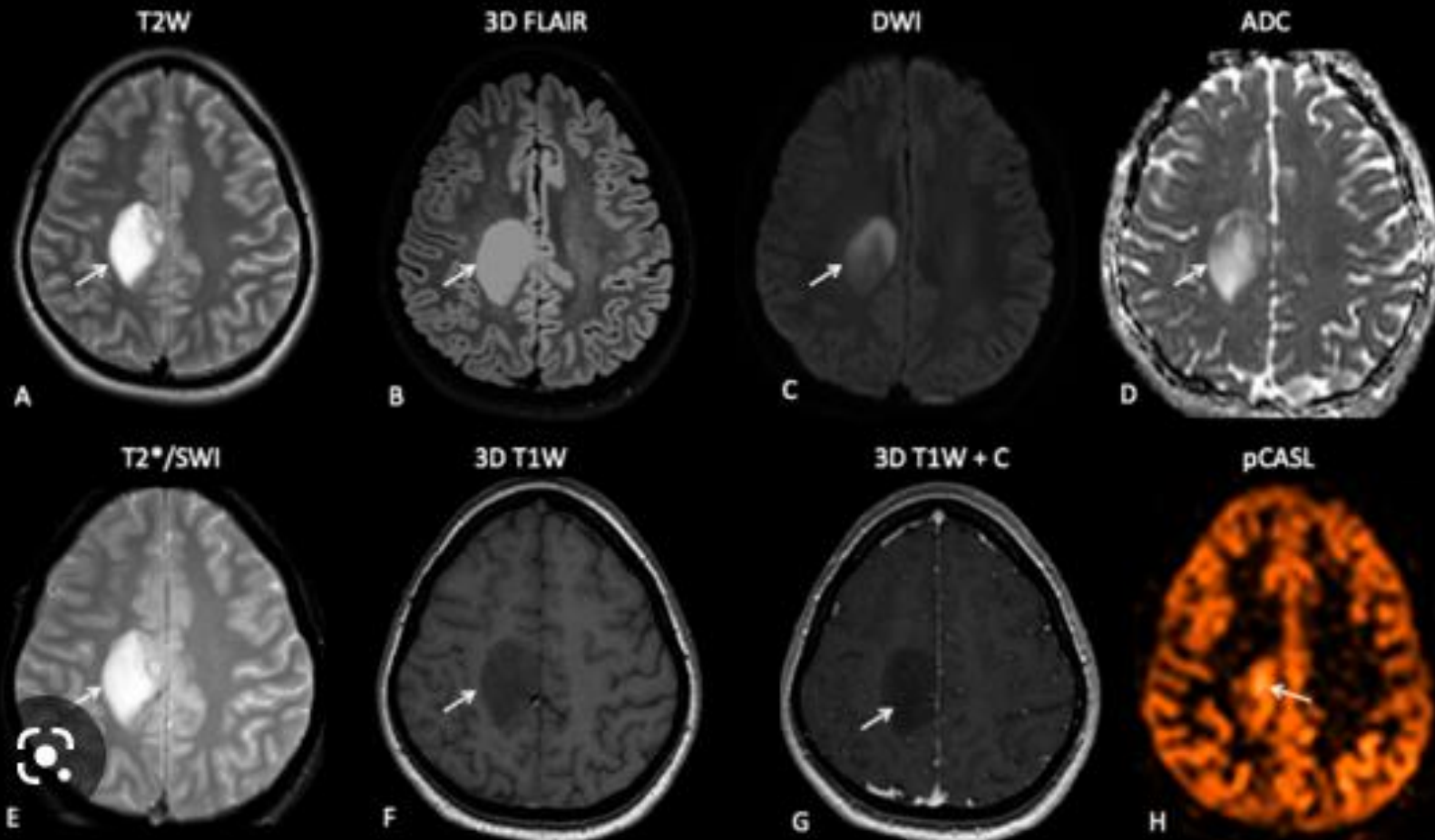
MAGNETINIS REZONANSAS

Kai kuriose situacijose suteikia daugiau informacijos nei KT. Nėra radiacijos!!!



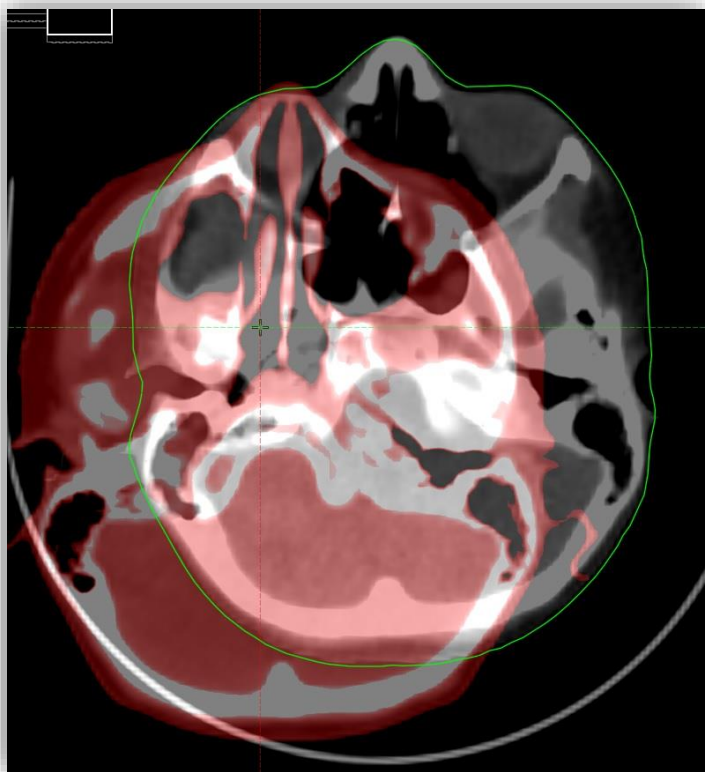
MAGNETINIS REZONANSAS

← Šis vaizdas tik atspindi principą, tačiau, taikant skirtingus dažnius, naudojant intraveninį kontrastą, skirtingai apdirbant duomenis KT, galima matyti labai skirtingą, vis kitą informaciją atskleidžiantį vaizdą.



Kuo MRT naudinga spindulinėje terapijoje?

1. Padeda suprasti, kur yra navikas
2. Galima sulieti su KT vaizdais ST taikinio apibrėžimui.
3. Galima tiesiogiai naudoti gydymo planavimui??



BRACHITERAPIJA



GAMA PEILIS



MR+LINIJINIS GREITINTUVAS



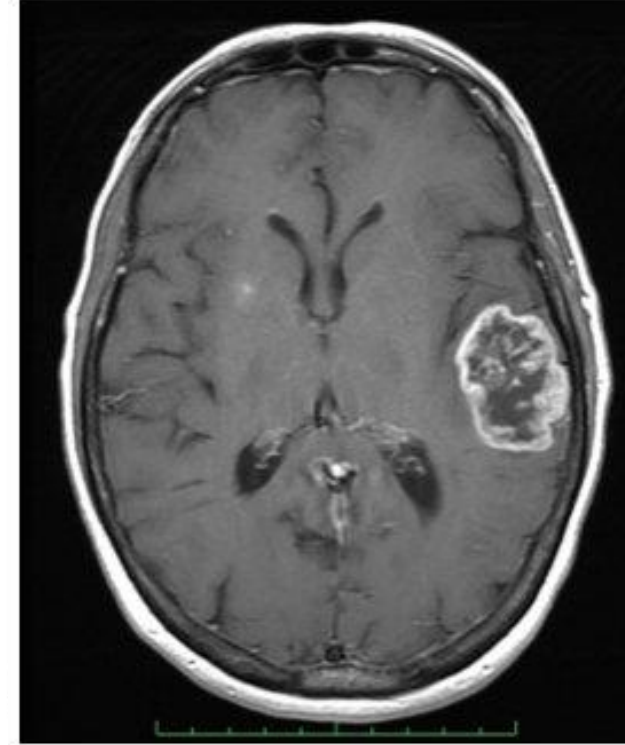
Ar galima planuoti ST dozę ant MRT vaizdų?



CT

Audinių tankis (kiek jie stabdo rentgeno spindulius).
Tankis matuojamas Hounsfieldo vienetais (*angl.* HU).

VS

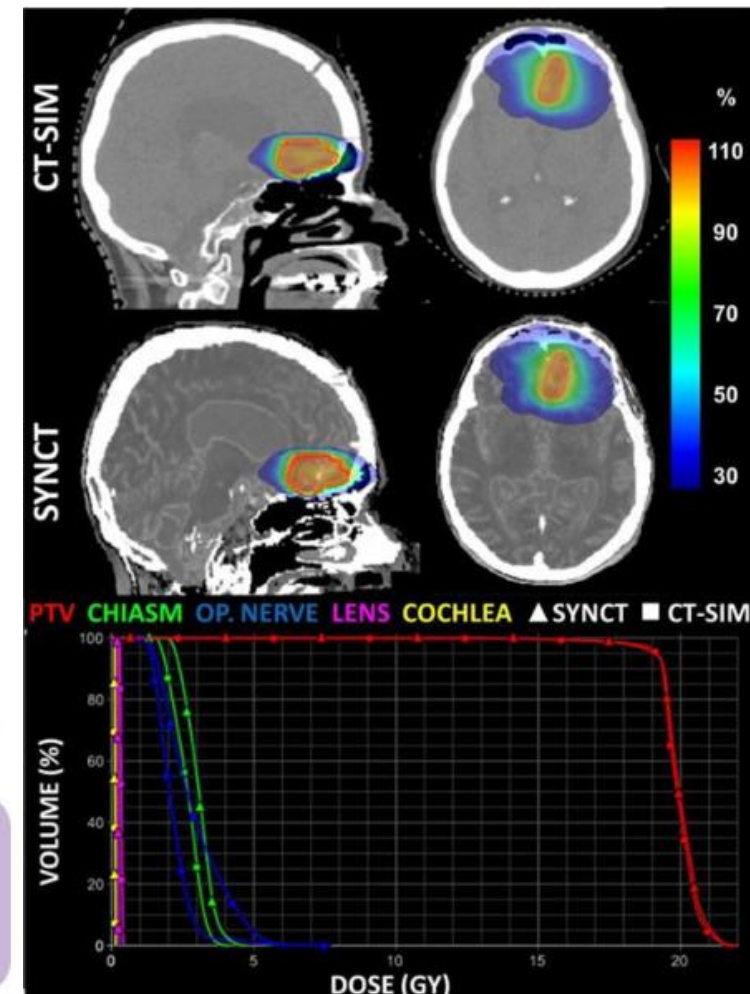
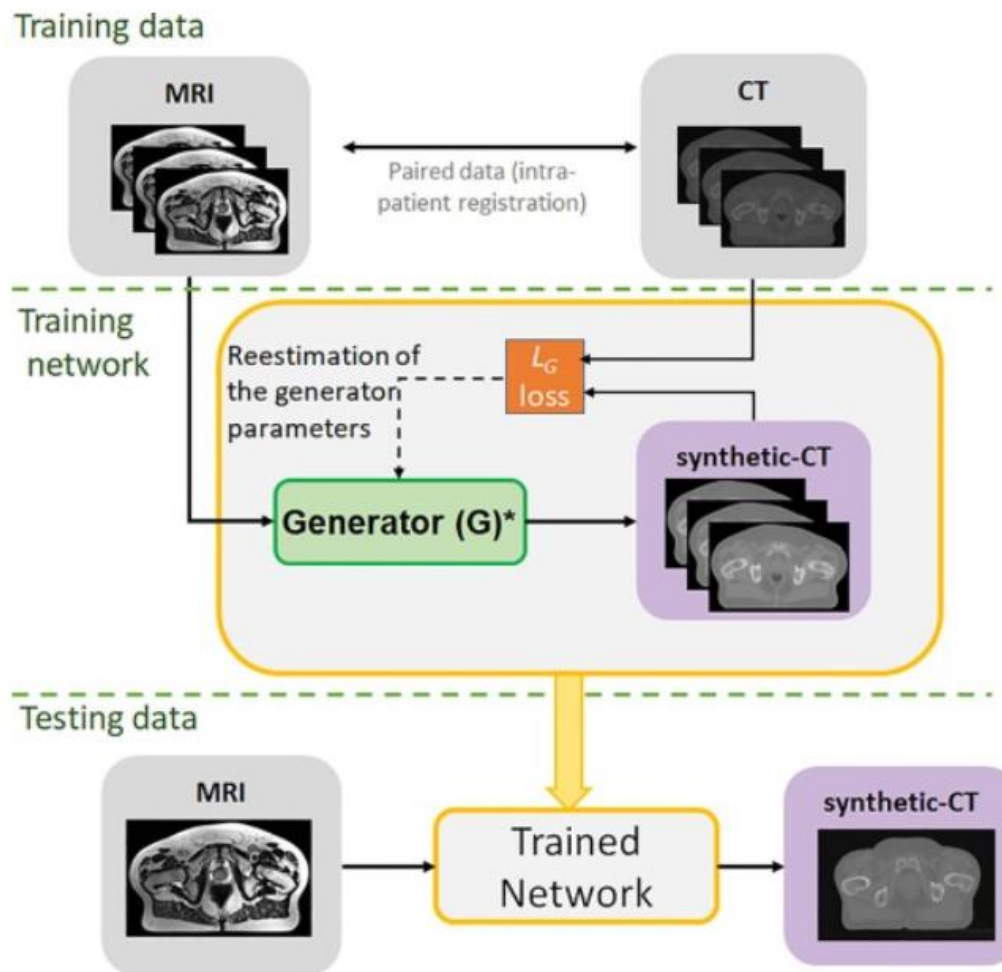


MRI

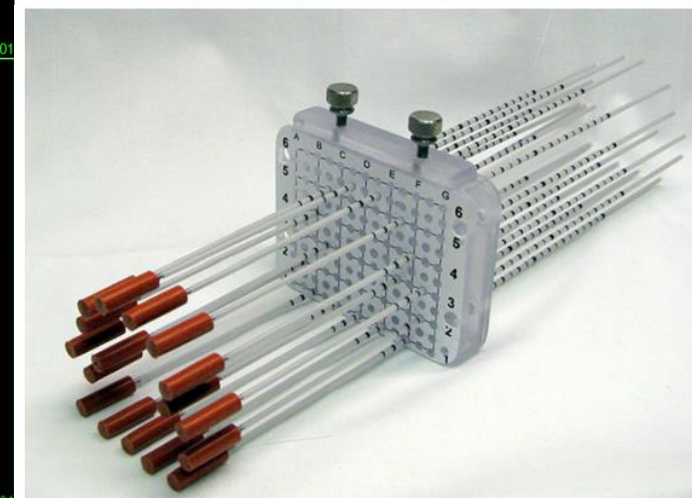
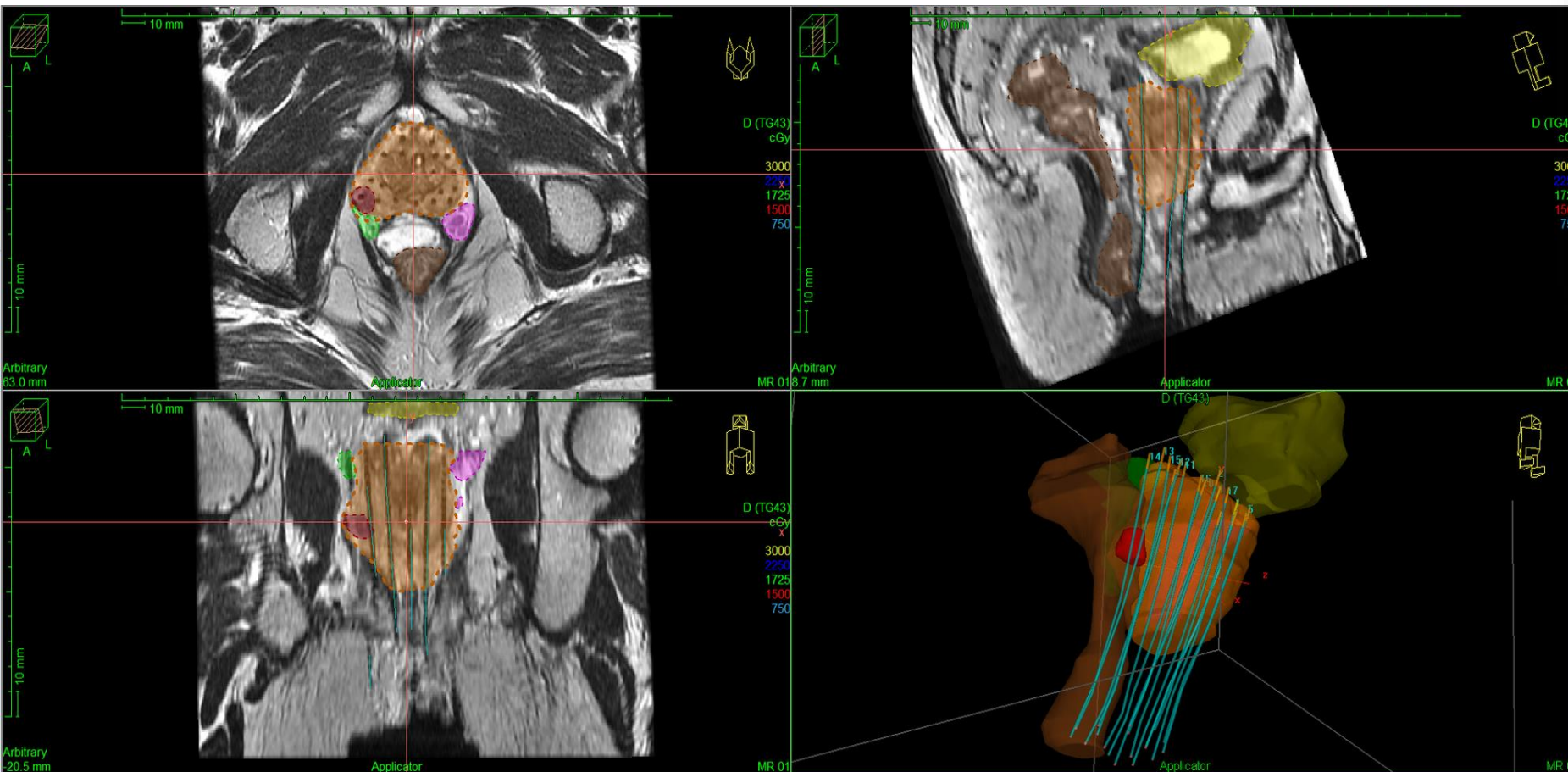
Atsitiktinis vandens (protonų vandenilio jonuose)
judėjimas audiniuose.

Kaip apeiti MR trūkumus? - - AI pagrįstas SINTETINIS KT

- Radioterapijos planavimas yra pagrįstas Hounsfield vienetais (HV) - audinių tankiu.
- HV skalė naudojama norint nustatyti spinduliuotės energiją, kuri pasieks naviką, remiantis santykinę rentgeno spindulių absorbcija ir kitais veiksniais.
- Panaudojus AI, MRT vaizdus galima perdirbti į sintetinį KT.



MRT pagrįsta brachiterapija

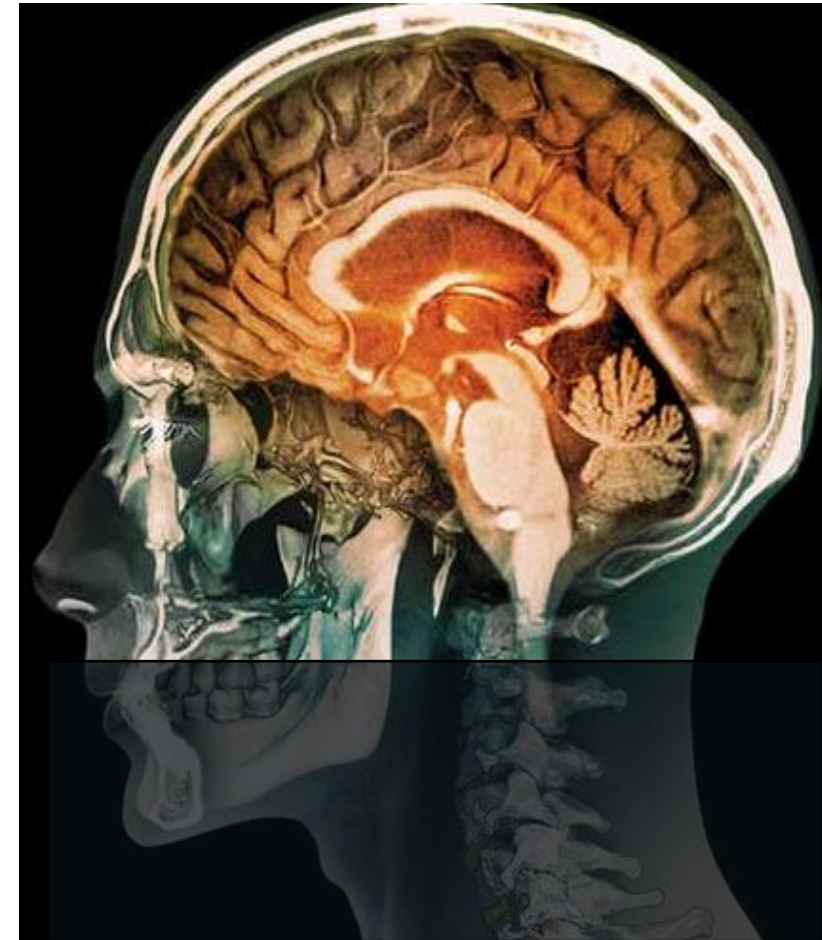


GAMMA PEILIS



Radiochirurgija:
Vienkartinė frakcija

**Stereotaktinė spindulinė
terapija:**
2-8 frakcijos (dažniau 2-5).



GAMMA PEILIS



Apsauginis skydas

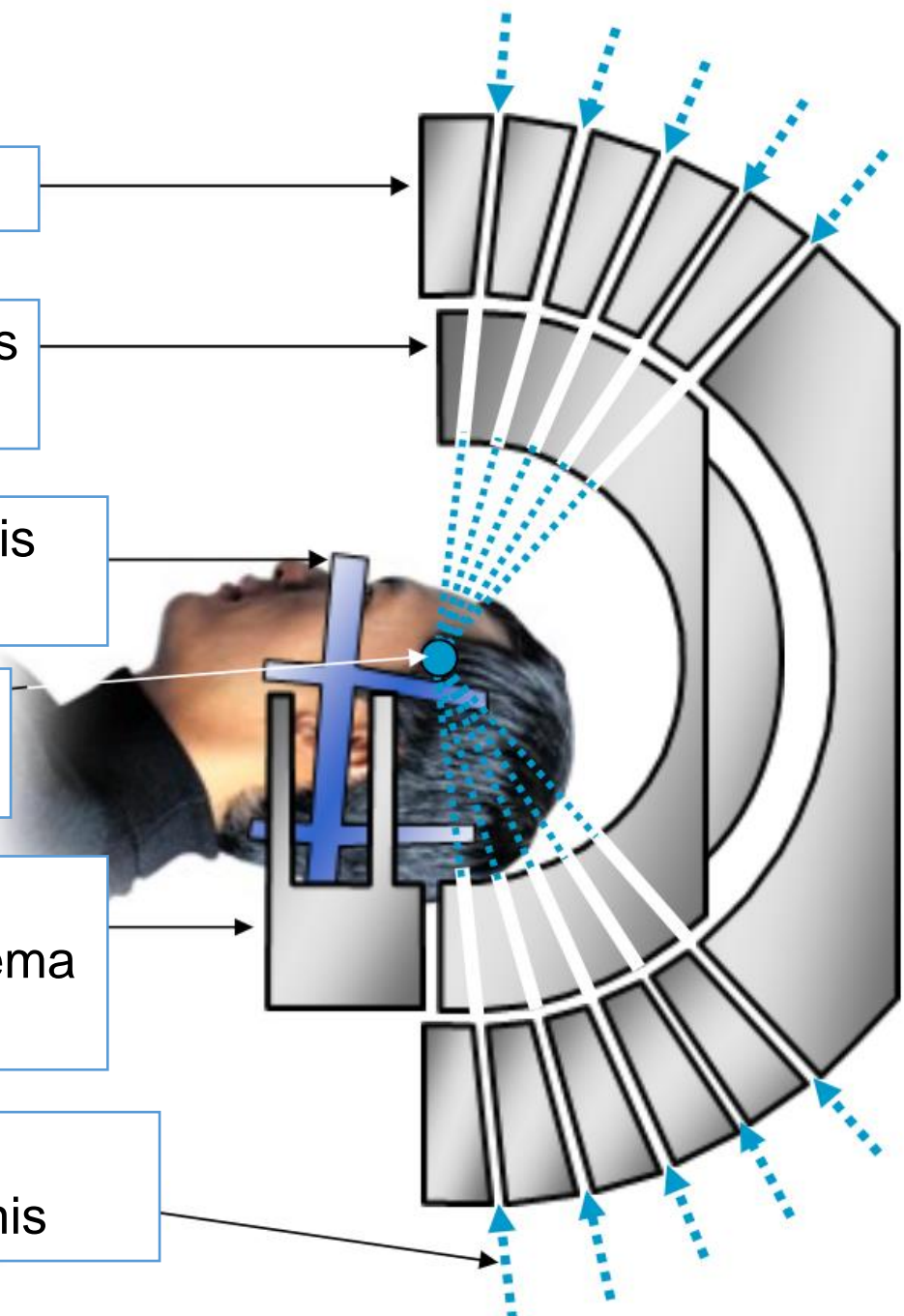
Sferinis kolimatorius

Leksell stereotaktinis
rėmas[®]

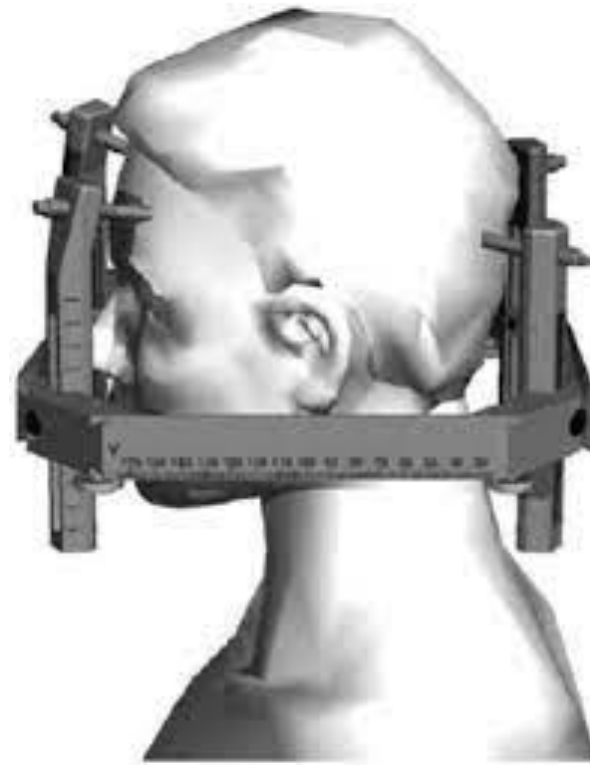
Izocentras/
taikinys

Automatizuota
pozicionavimo sistema

201 radioaktyvaus
kobalto (Co^{60}) šaltinis

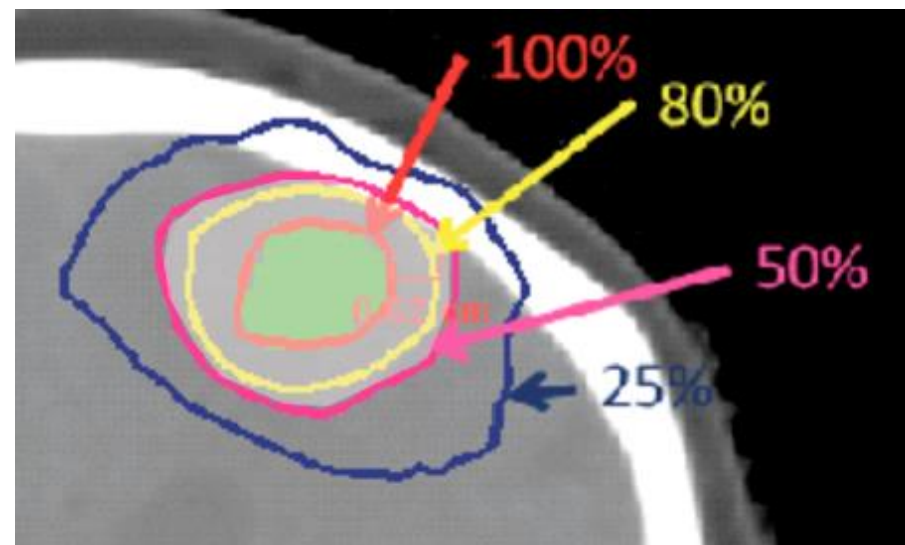
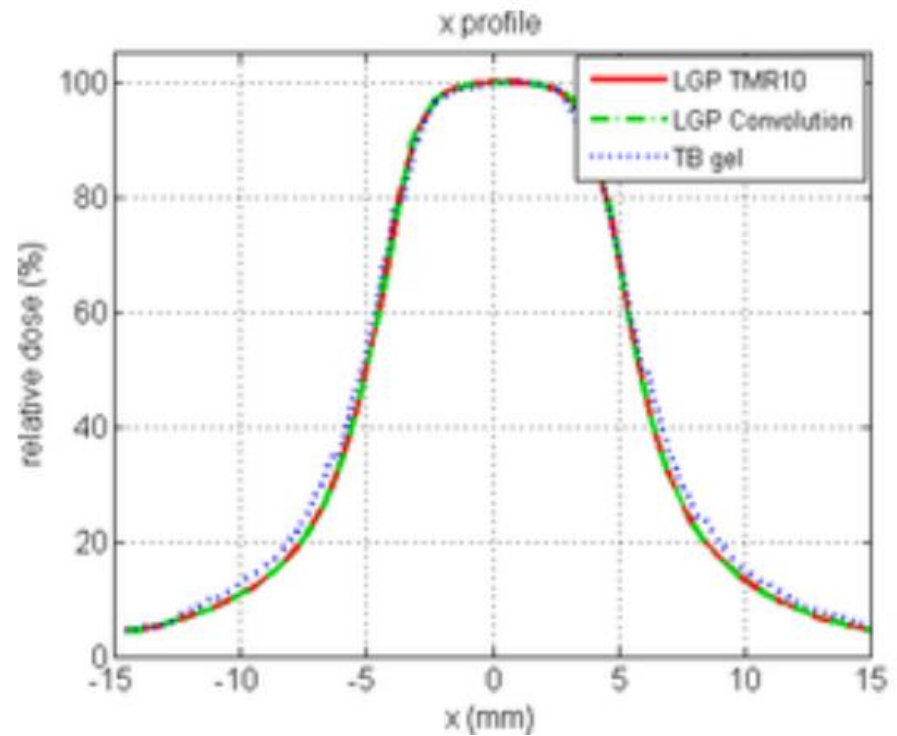
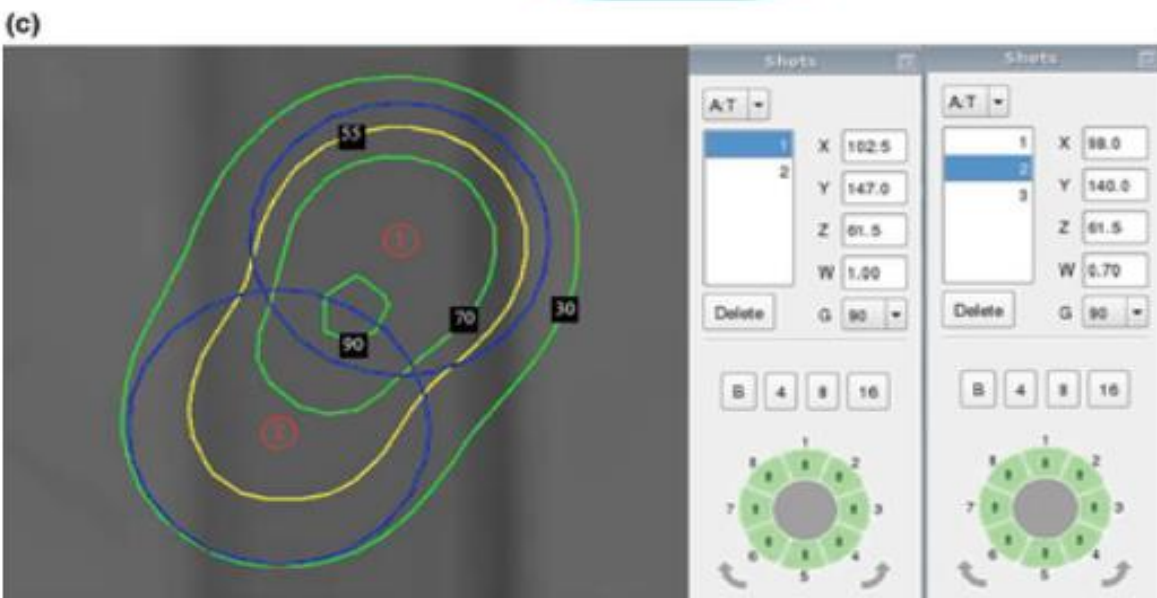
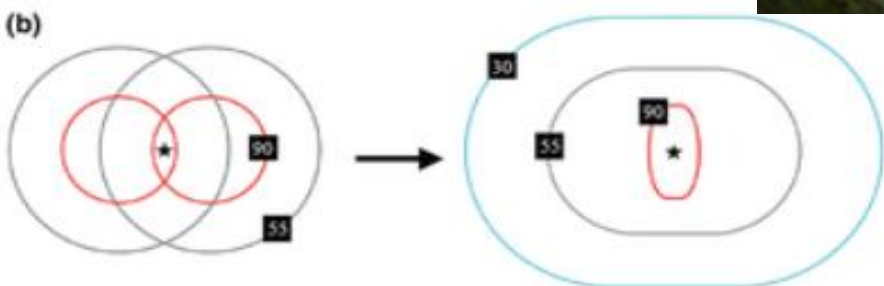
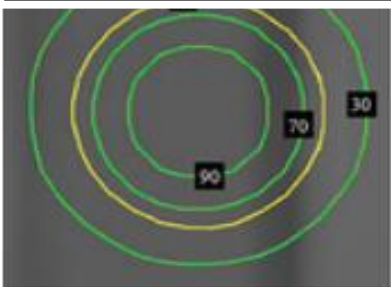


GAMMA PEILIS

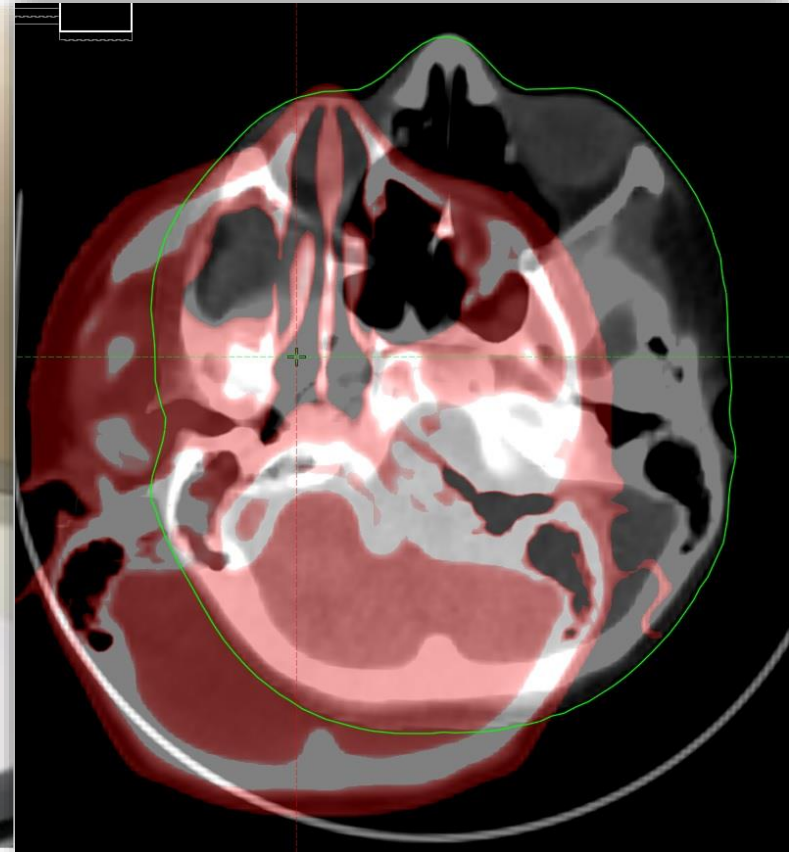


- MRT planavimui atliekama su imobilizacijos priemonėmis.
- Taikinyis ir saugotini organai apibrėžiami pagal MRT vaizdus.
- Dirbtinai sukuriamas audinių tankis iš MRT vaizdų gydymo planavimui.

GAMMA PEILIS – gydymas šūviais



GAMMA PEILIS – gydymo padėties verifikacija



MR linijinis greitintuvas

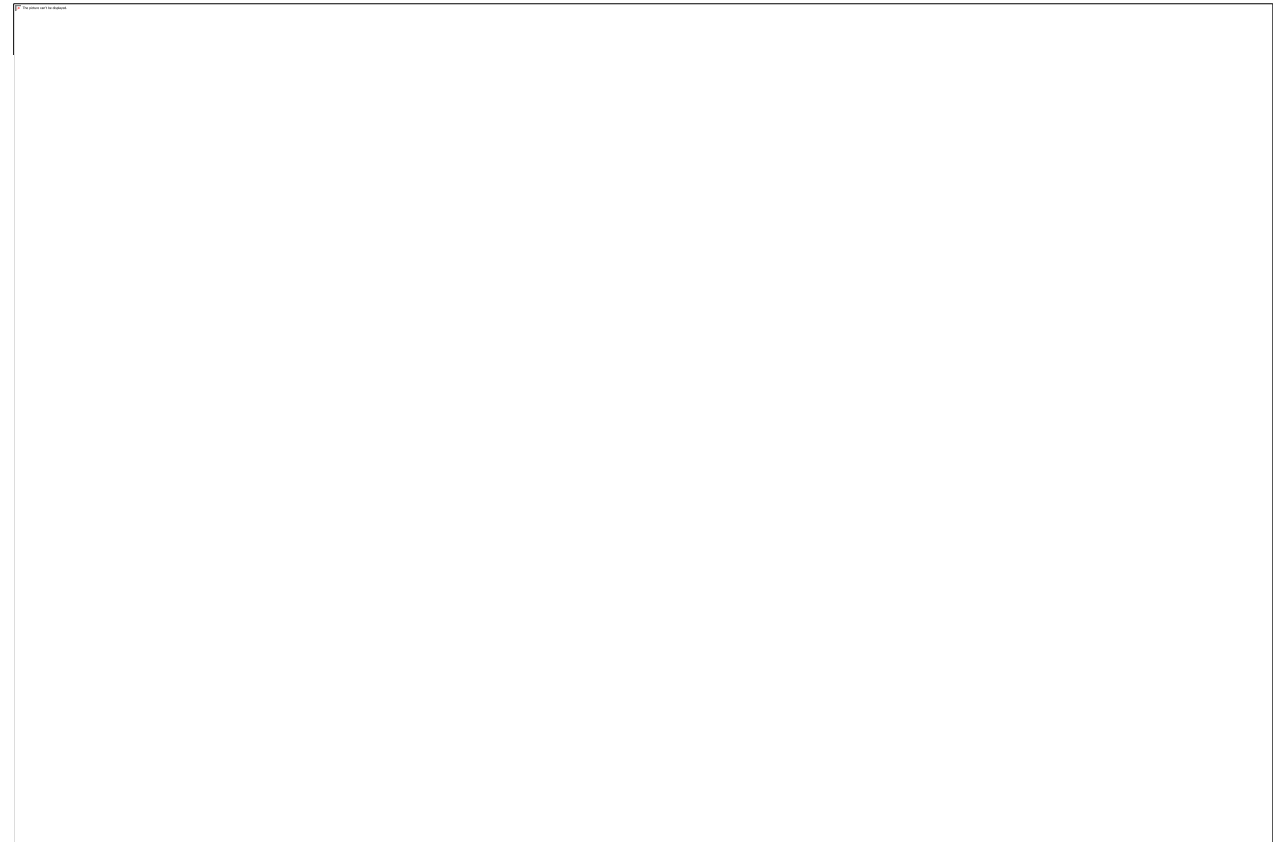


Magnet

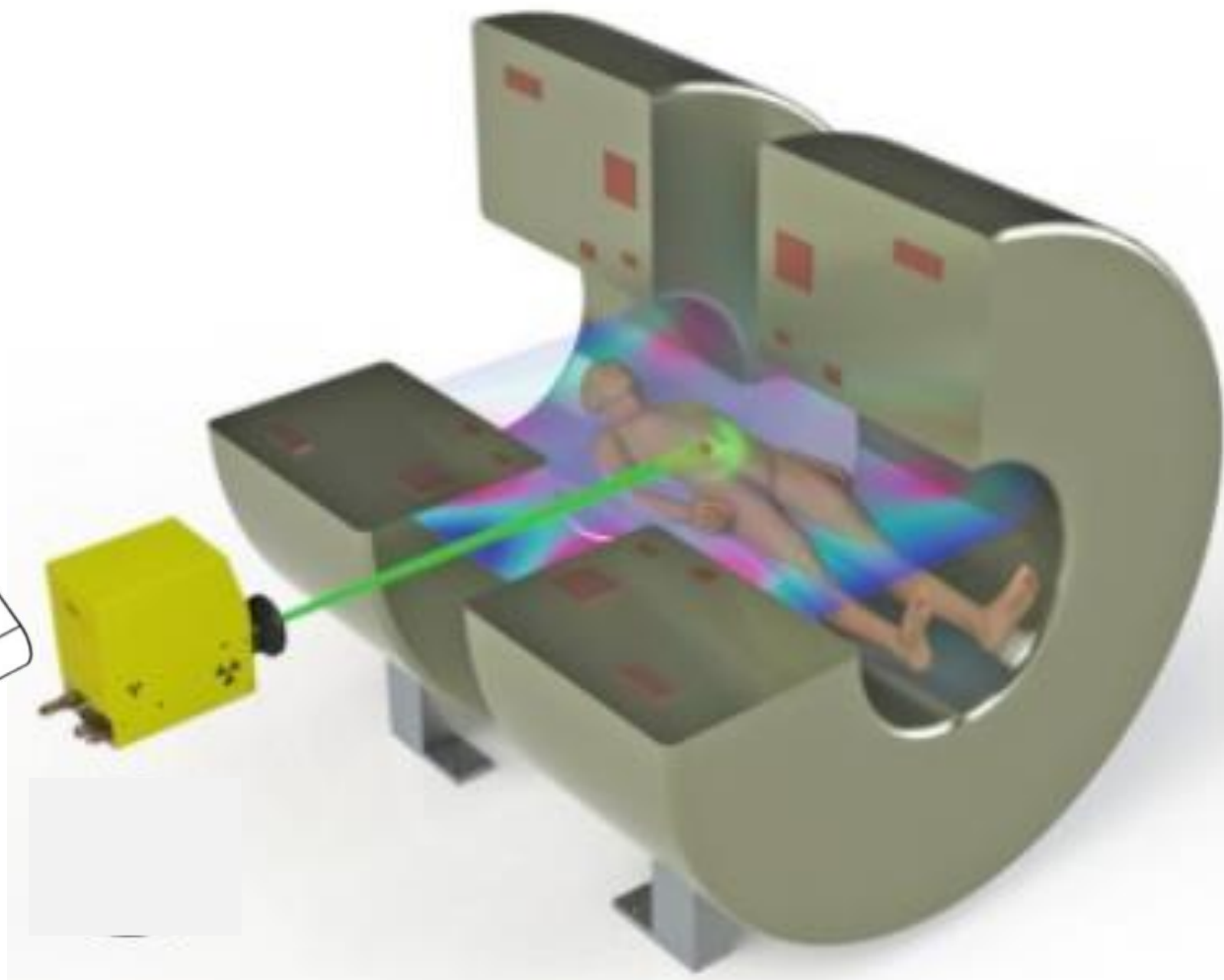
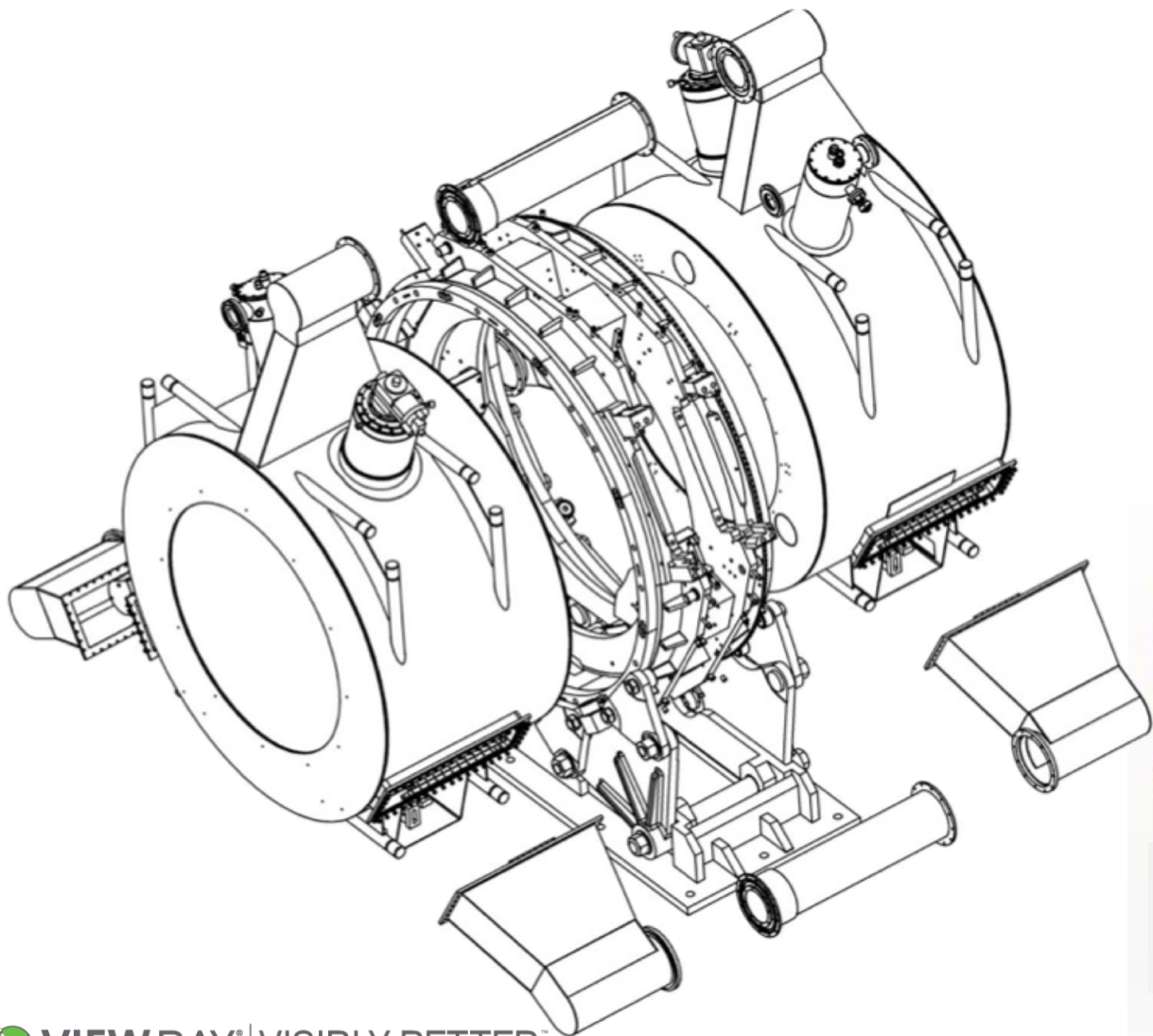
Linac
processing
how to deal
with it

Radiofrequency

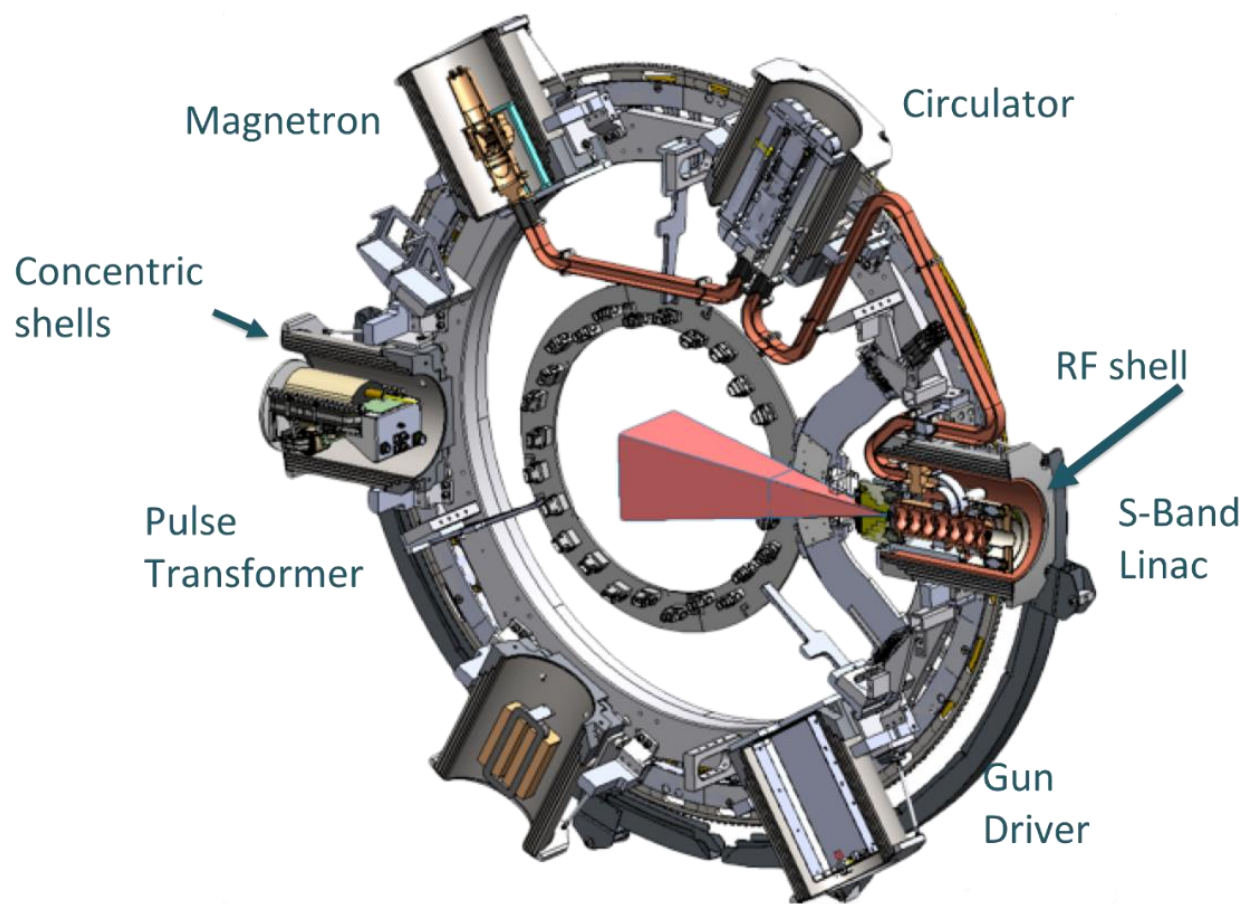
Kodėl MRT ir jonizuojanti apšvita sunkiai suderinami?



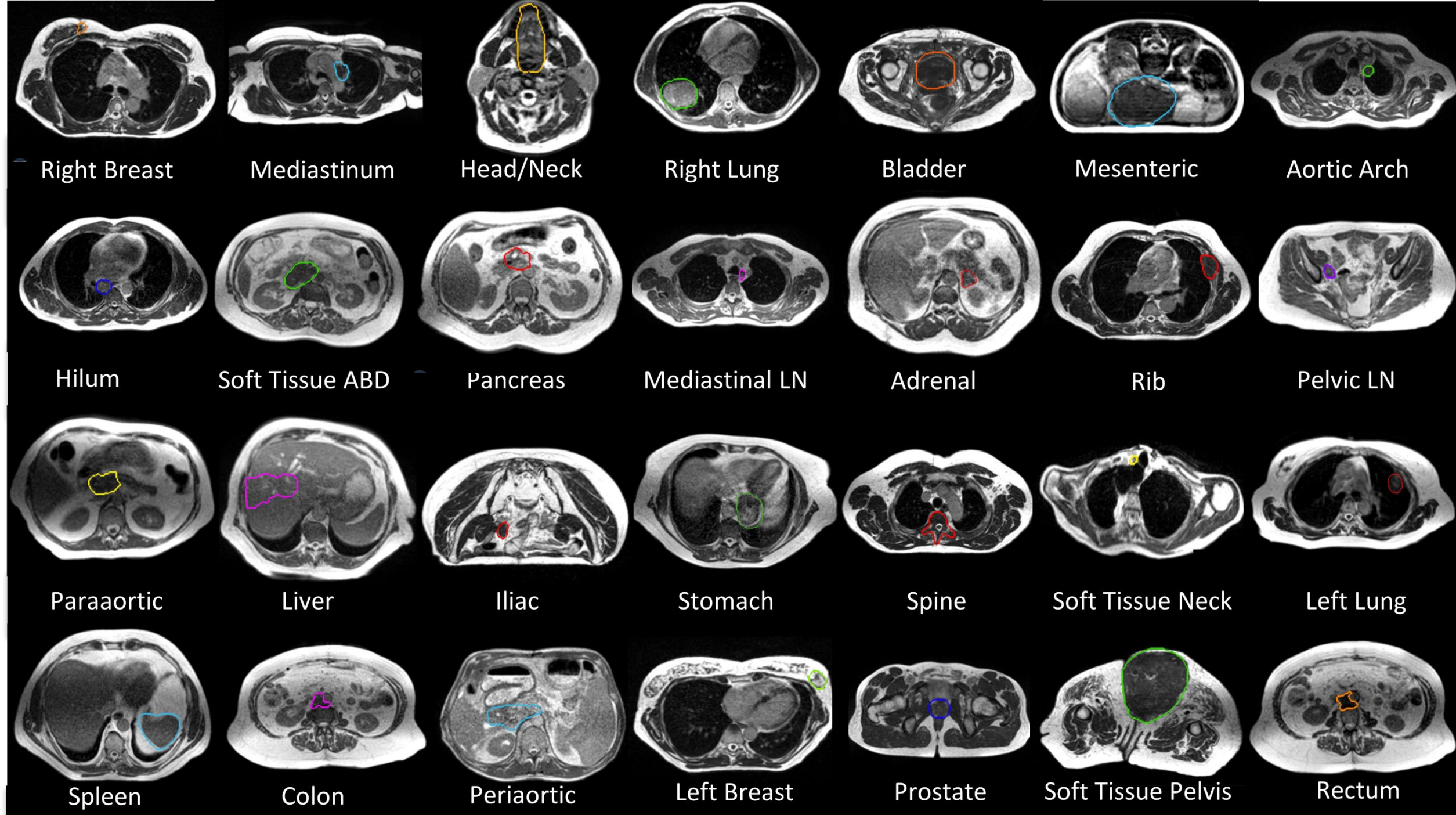
Kaip pavyko suderinti linijinį greitintuvą ir MRT?



Kaip pavyko suderinti linijinį greitintuvą ir MRT?



- 0,35 T padalintas į dvi dalis superlaidus magnetas
- Tarp dviejų magnetų - tarpas 28 cm - neribotas spindulio kelias.
- Skylės plotis (pacientui): 70 cm



Right Breast

Mediastinum

Head/Neck

Right Lung

Bladder

Mesenteric

Aortic Arch

Hilum

Soft Tissue ABD

Pancreas

Mediastinal LN

Adrenal

Rib

Pelvic LN

Paraaortic

Liver

Iliac

Stomach

Spine

Soft Tissue Neck

Left Lung

Spleen

Colon

Periaortic

Left Breast

Prostate

Soft Tissue Pelvis

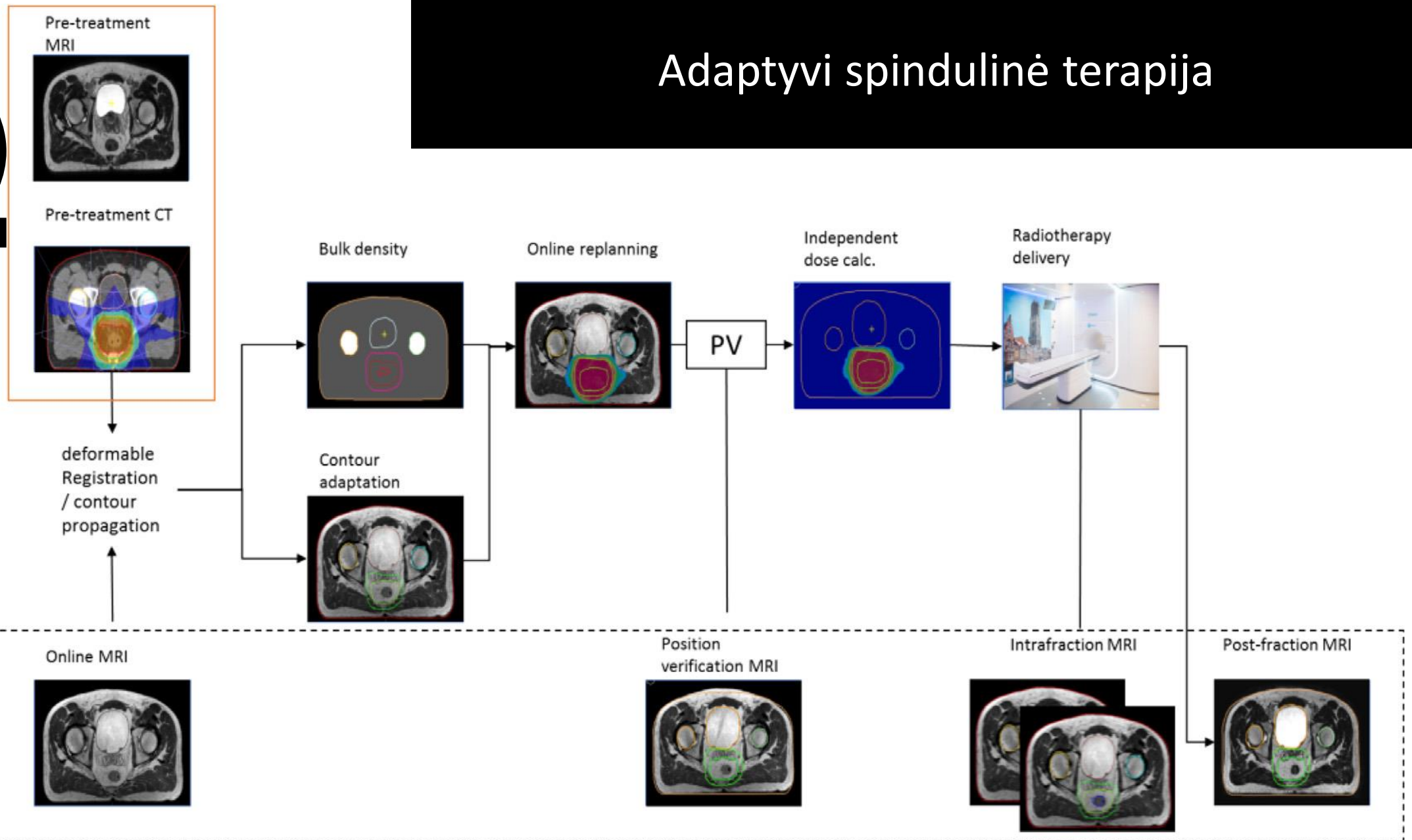
Rectum

Adaptyvi spindulinė terapija

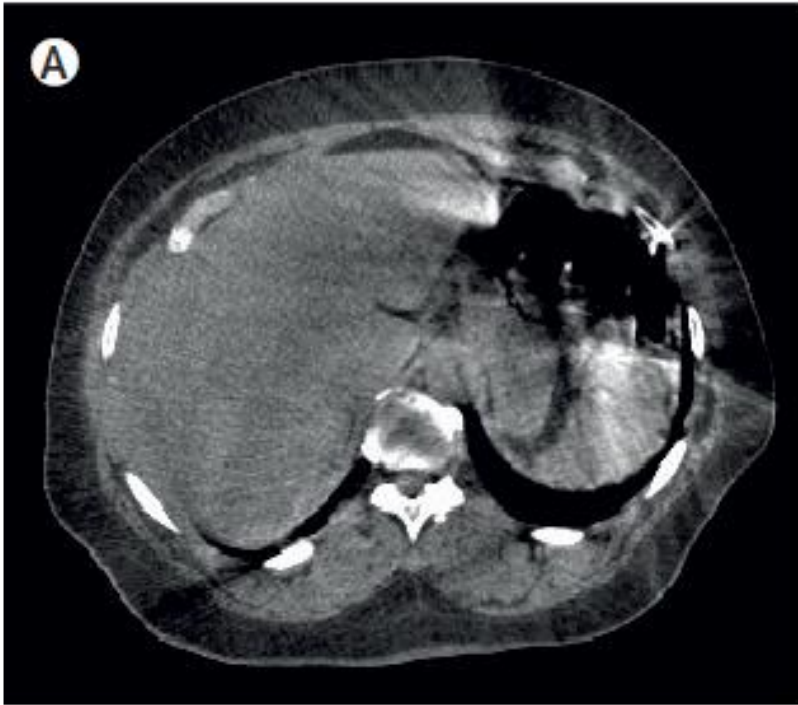
Galimas
ir
sintetinis
KT

Workflow

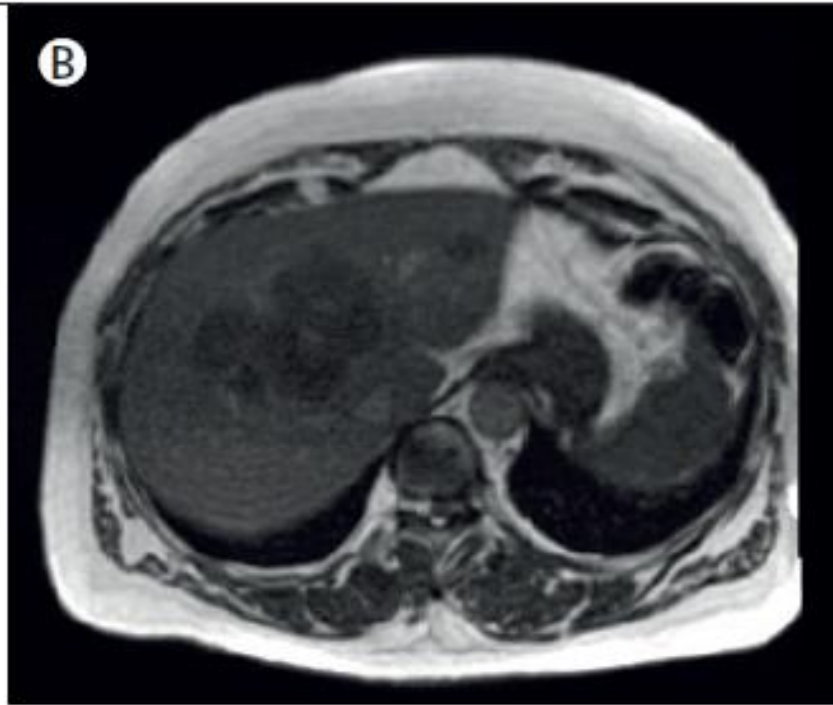
Imaging



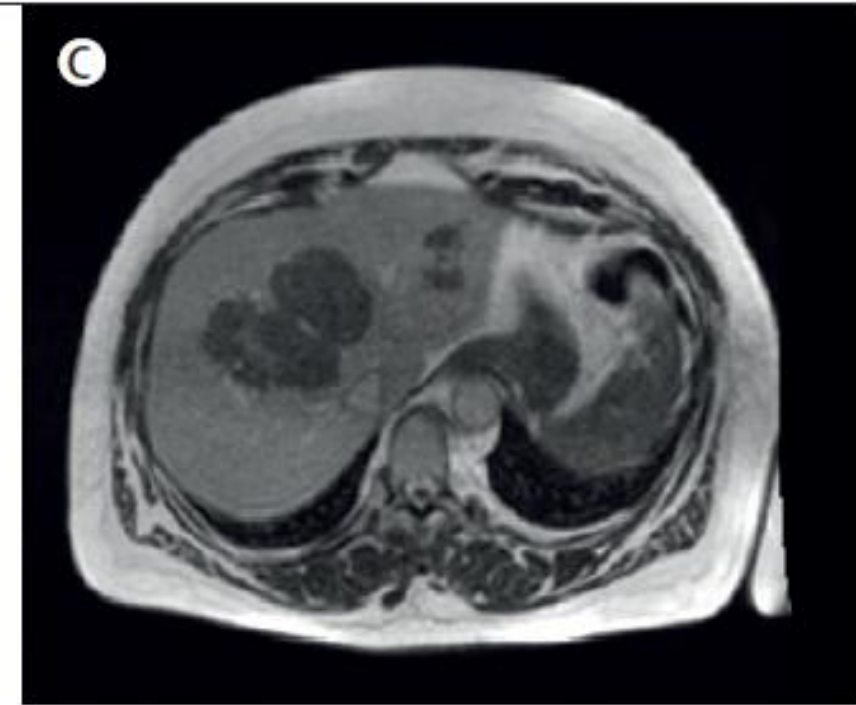
Kodėl adaptyvi spindulinė terapija paprastesnė su MR-greitintuvu?



Cone beam CT breath hold

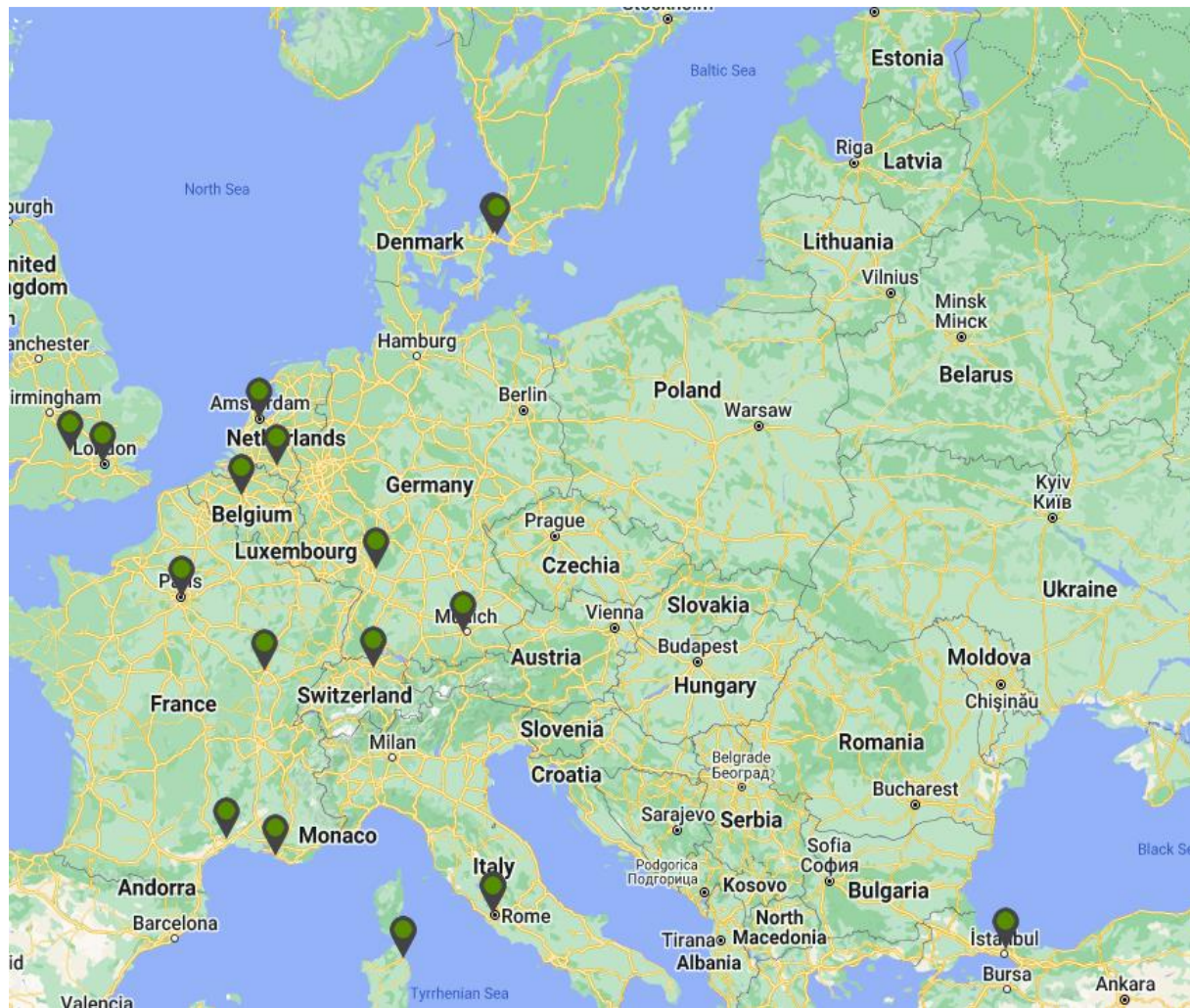


0.35T MRI no contrast

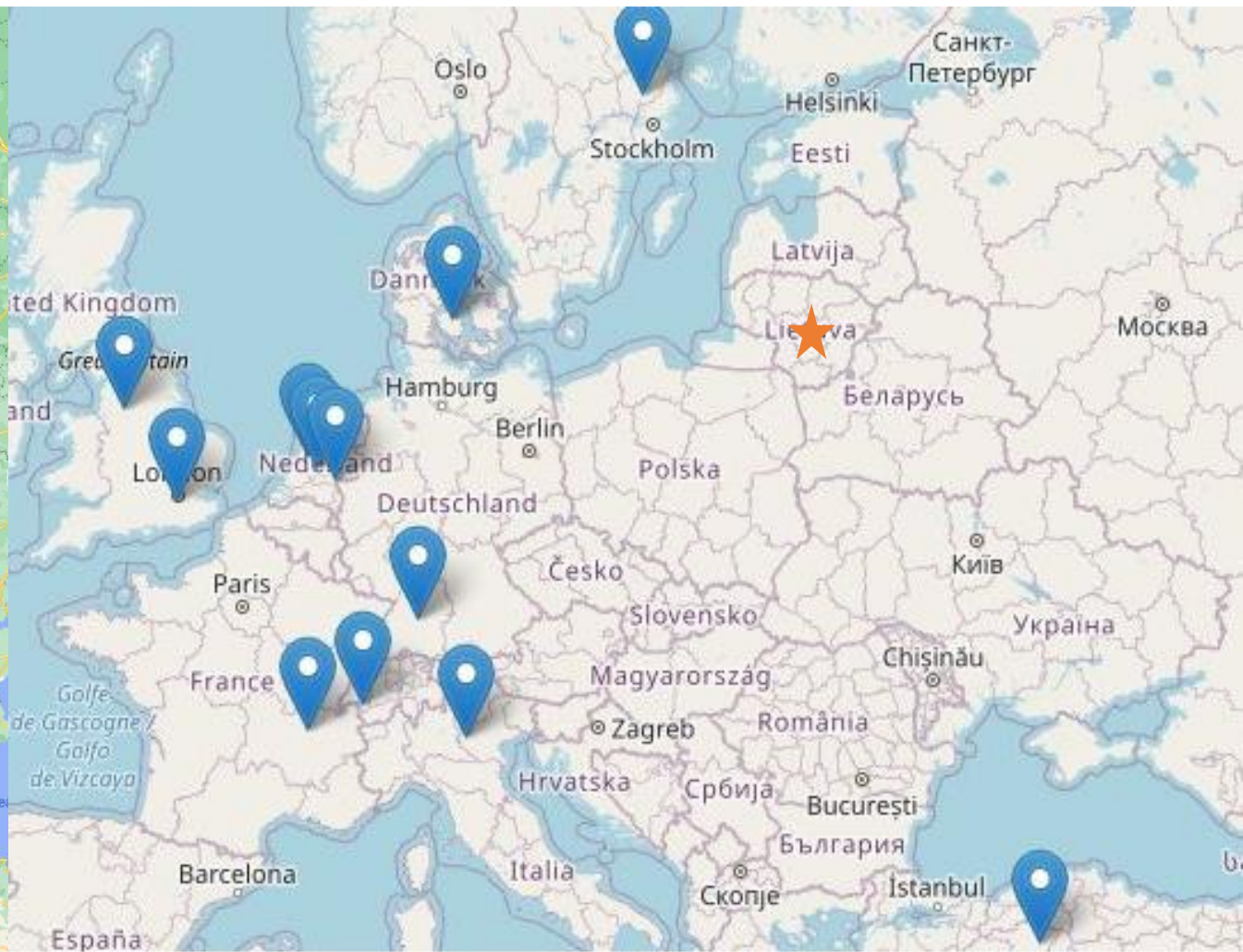


0.35T MRI gadoxetate contrast

MR greitintuvas – nauja technologija!



MRidian



Unity

The Office Season 10



It gets better and better....

Teranostika, ciklotronas, radionuklidai

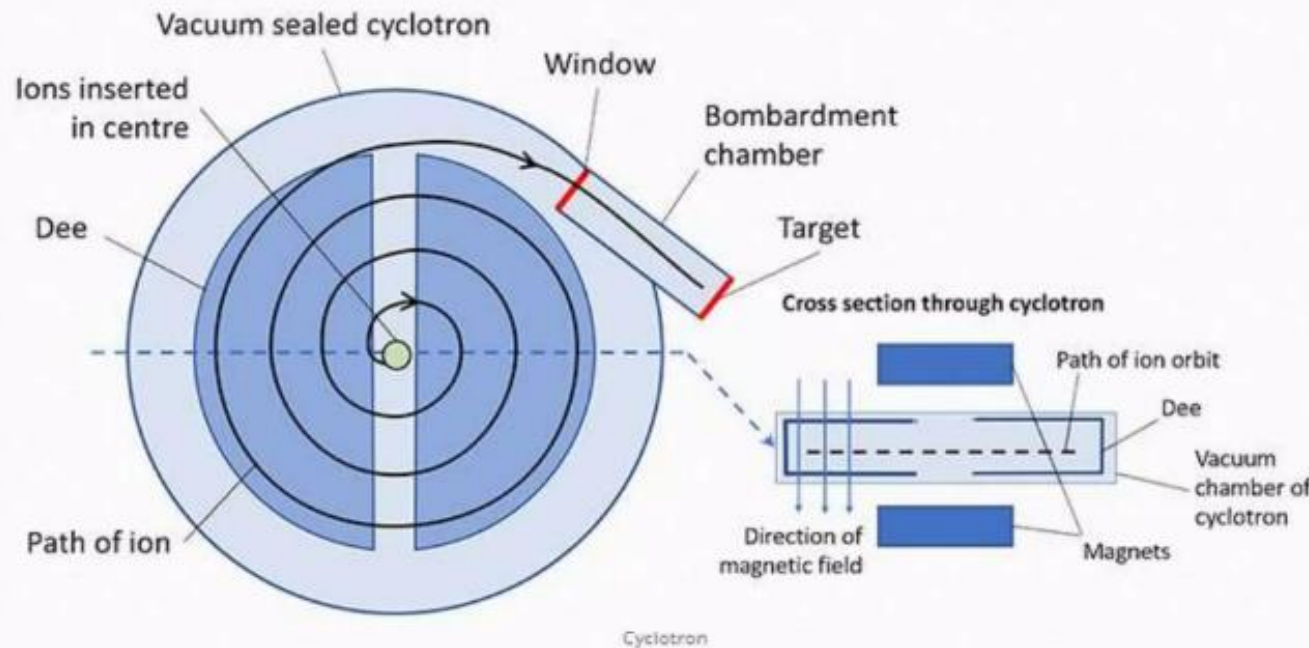
Metodas, kur diagnostika ir gydymas vyksta kartu???

Galima tiesiogiai hadronus nukreipti į naviką

VS

Galime pagaminti radioaktyvias medžiagas, kurios naudojamos diagnostikoje ir gydyme

Cyclotron

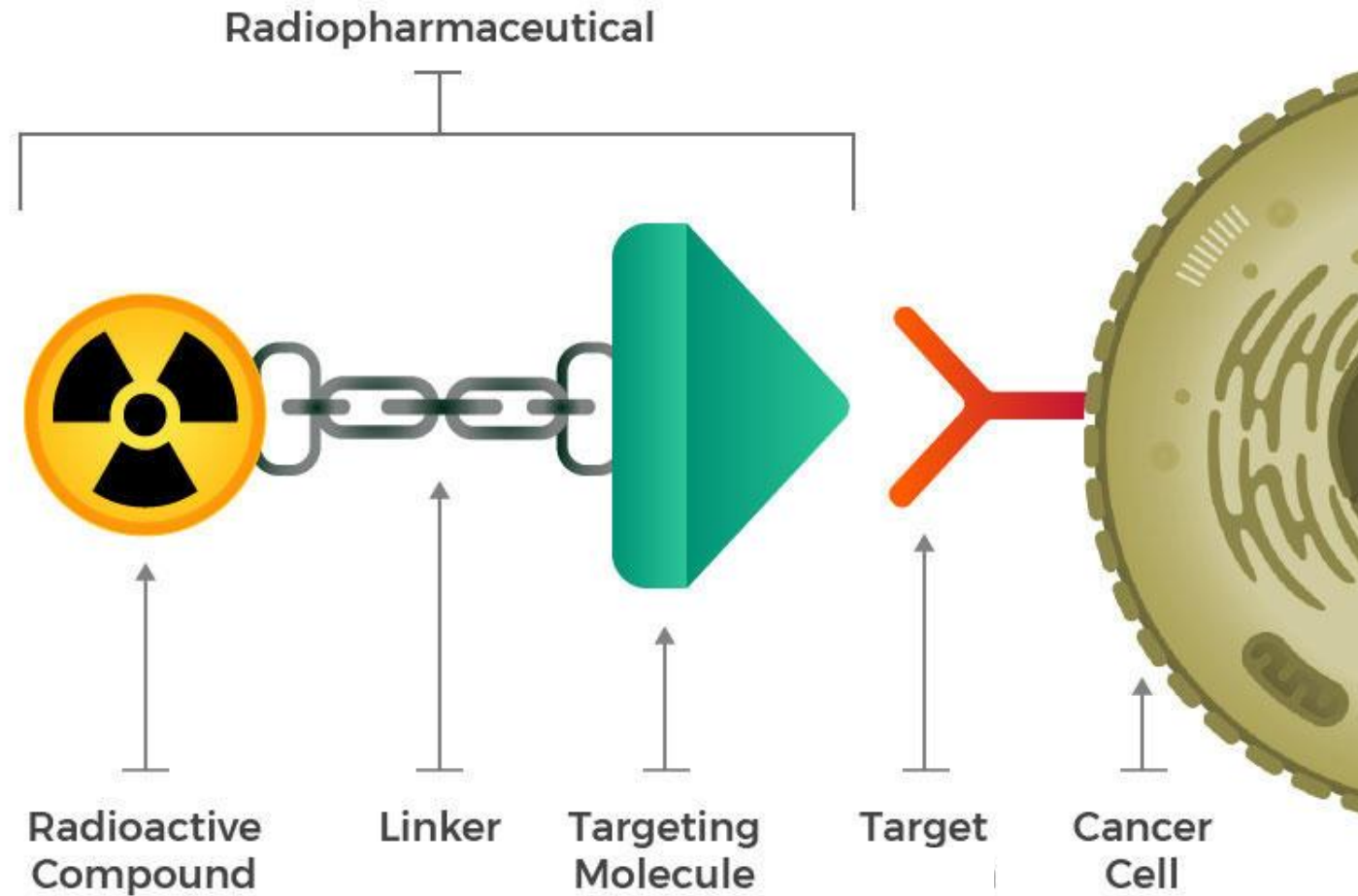


Reactor production of radioisotopes

Z changes - permitting separation of product atoms from target atoms

Incident neutron	Target nucleus	Process	Example	Change in Z atomic number
		Fission	U-235 → Sr-90	Multiple products
		$[n,p]$, $[n,\alpha]$	Zn-67 → Cu-67	-2
		$[n,np]$	Ni-67 → Co-57	-1
		Beta decay product	Yb-177 → Lu-177	+1

Kas yra radionuklidas?



Kam naudojami radionuklidai?

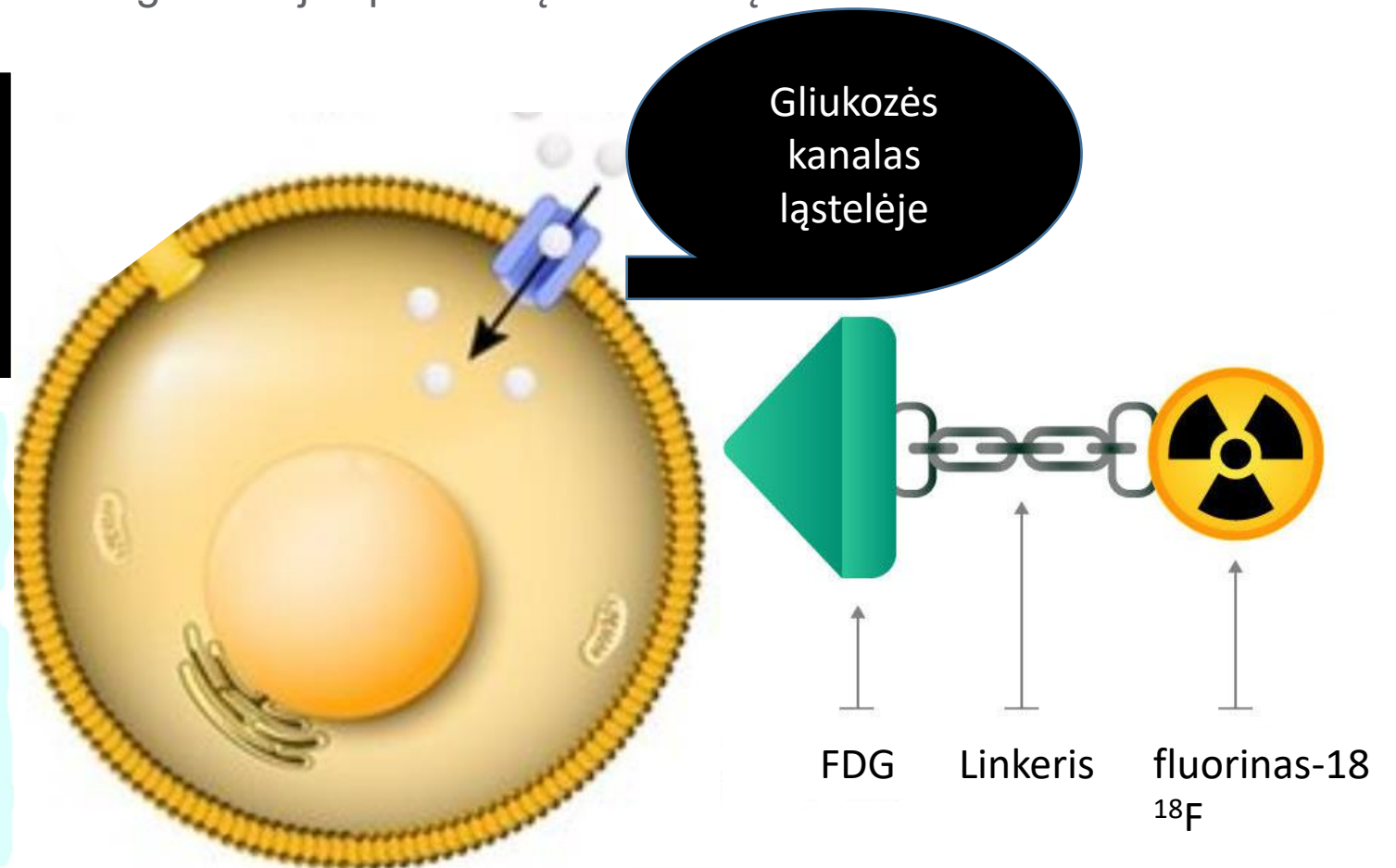
1. Radiologiniams tyrimams
2. Radionuklidų terapijai

Radionuklidų panaudojimo diagnostikoje pavyzdys:

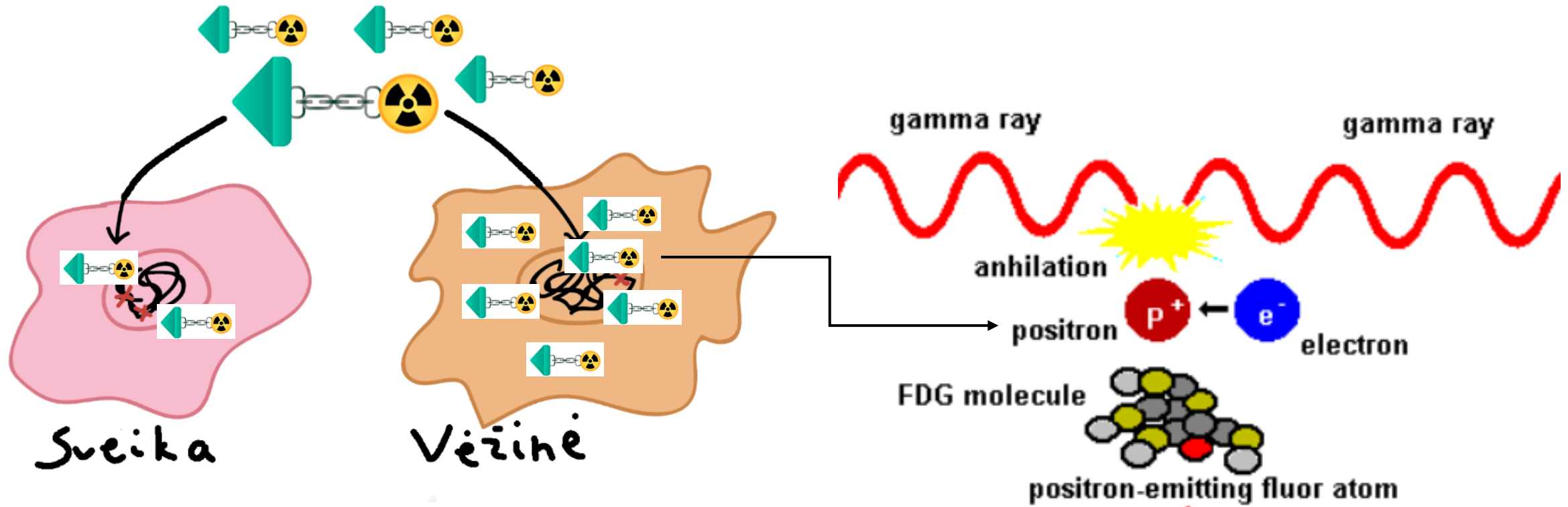
Vėžio ląstelės daugiau suvartoja gliukozės („cukraus“) nei normalios audinių ląstelės.



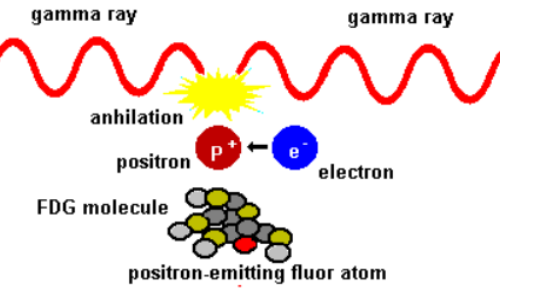
FDG – FluoroDeoxyGliukozė (preparatas) – pati nėra saldi, tačiau organizme pasiskirsto taip pat kaip paprasta gliukozė, todėl daugiausiai jos patenka į vėžines ląsteles.



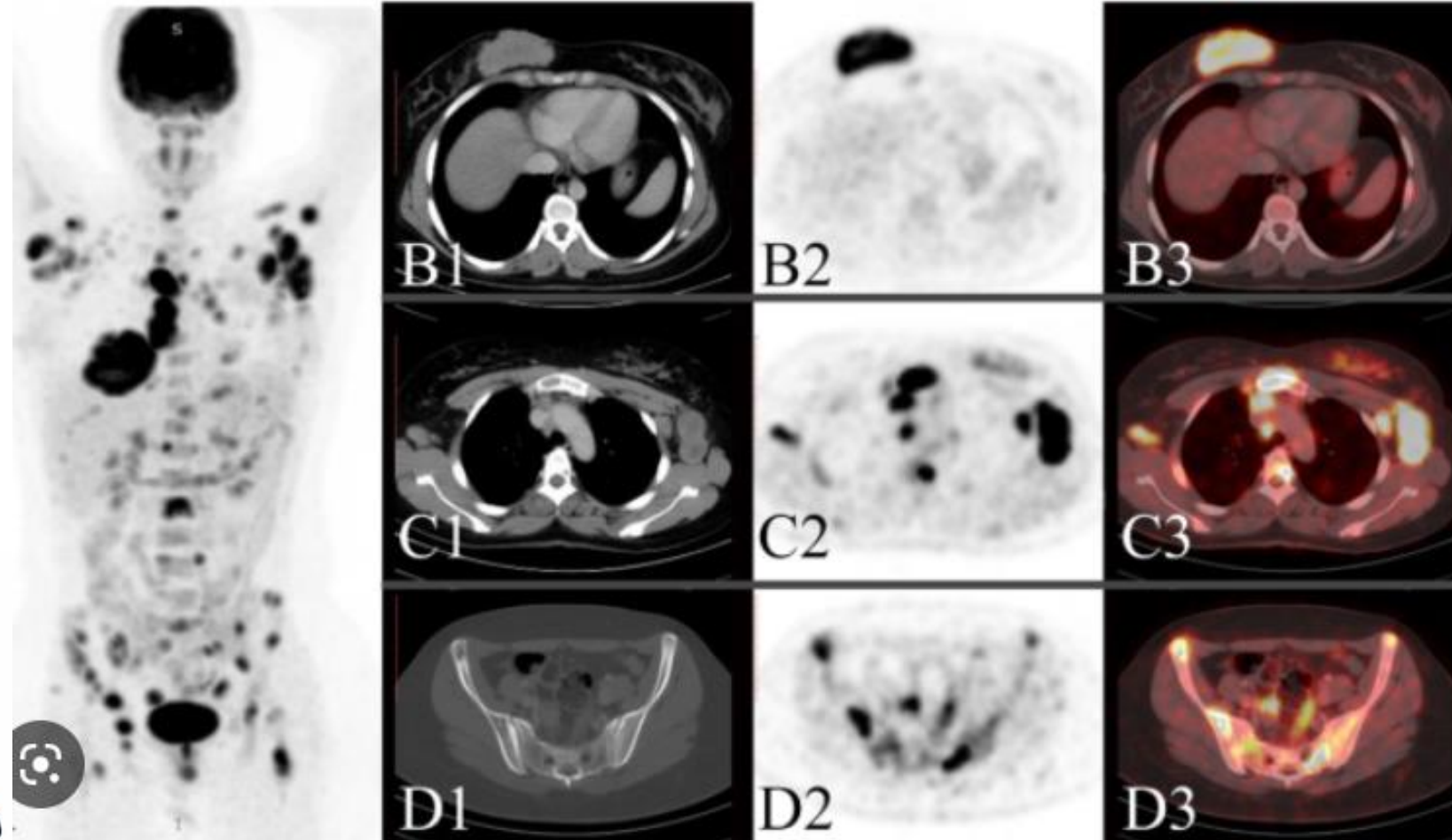
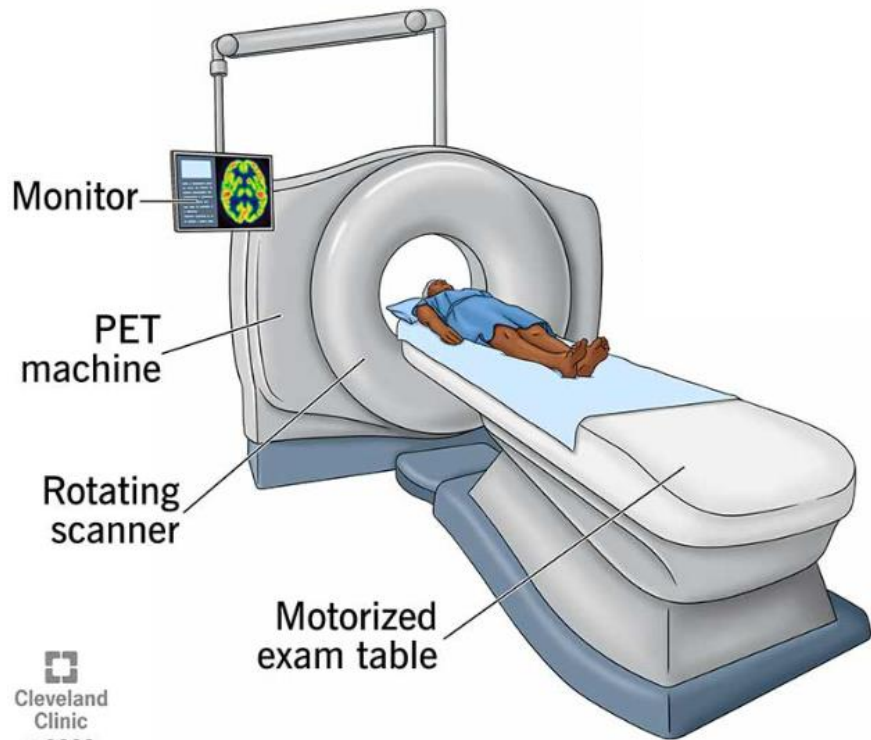
Radionuklidas suleidžiamas į veną, kas tada?



POZITRONŲ EMISIJOS TOMOGRAFIJA IR KOMPIUTERINĖ TOMOGRAFIJA (PET/KT)



PET Scan

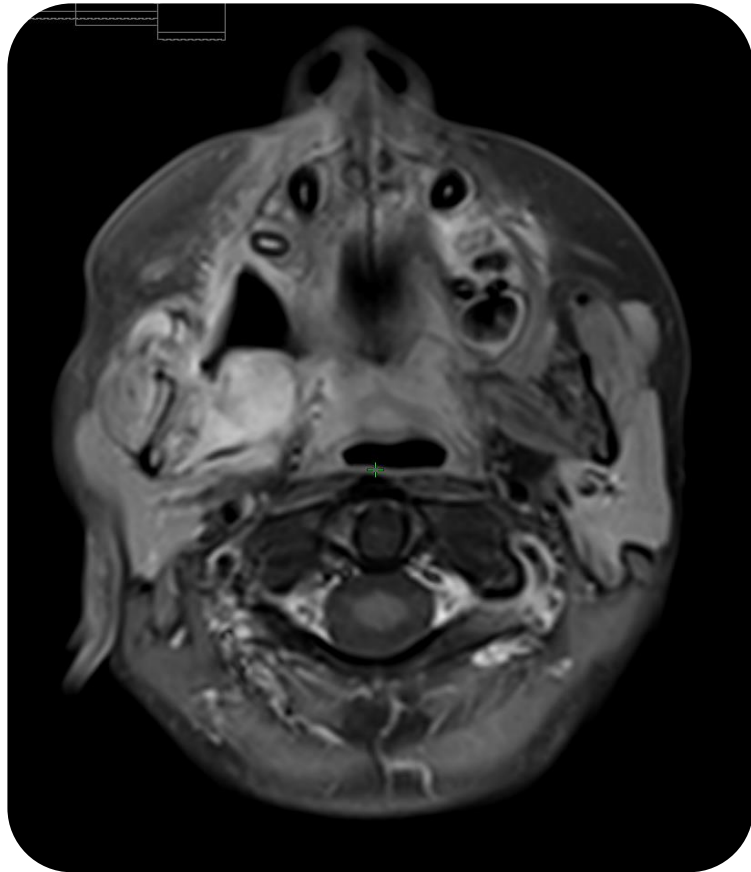


PET/KT parodo tam tikrą audinių funkciją

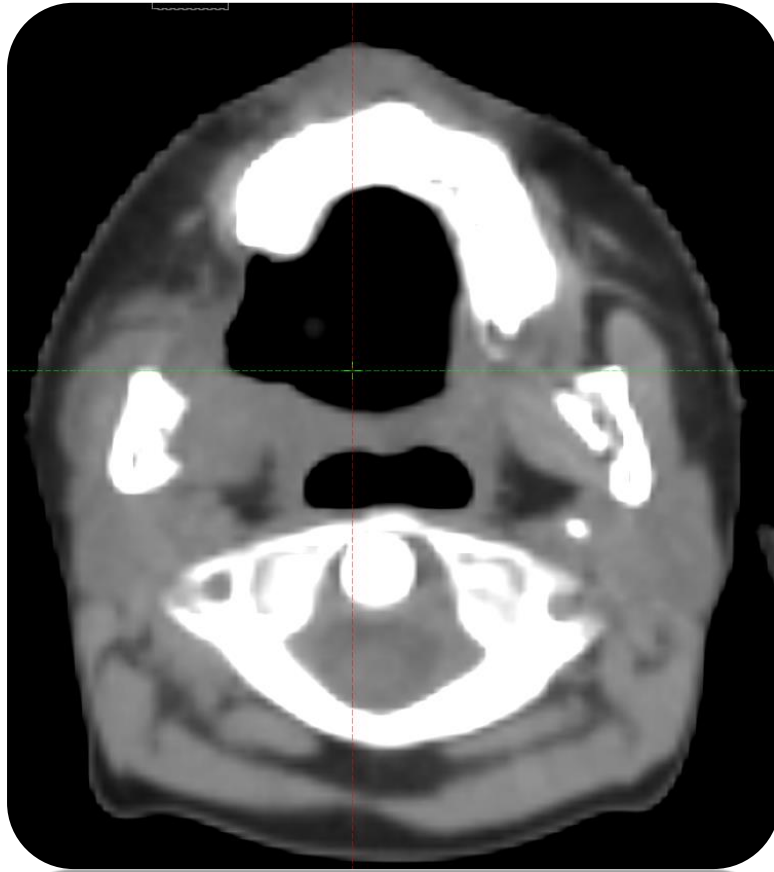
Application	Radioisotope tracer used
Activated microglia	$^{11}\text{C}(\text{R})\text{-PK11195}$
Cellular amino acid uptake	$^{11}\text{C}\text{-Methionine}$
Central benzodiazepine binding	$^{11}\text{C}\text{-Flumazenil}$
Cerebral blood flow	H_2^{15}O
Dopamine storage	$^{18}\text{F}\text{-6-Fluorodopa}$ ($^{18}\text{F}\text{-dopa}$)
Dopamine D_1 receptor binding	$^{11}\text{C}\text{-SCH23390}$
Dopamine D_2 receptor binding	$^{11}\text{C}\text{-Raclopride}$
Glucose metabolism	$^{18}\text{F}\text{-2-deoxyglucose}$ ($^{18}\text{F}\text{FDG}$)
Inflammatory response	$^{55}\text{Cobalt}$
Monoamine oxidase A binding	$^{11}\text{C}\text{-Deprenyl}$
Opiate receptor binding	$^{11}\text{C}\text{-Diprenorphine}$
Opiate receptor binding	$^{11}\text{C}\text{-carfentanil}$
Opiate receptor binding	$^{18}\text{F}\text{-cyclofoxy}$
Oxygen metabolism	$^{15}\text{O}_2$

Sąrašas nėra baigtinis....

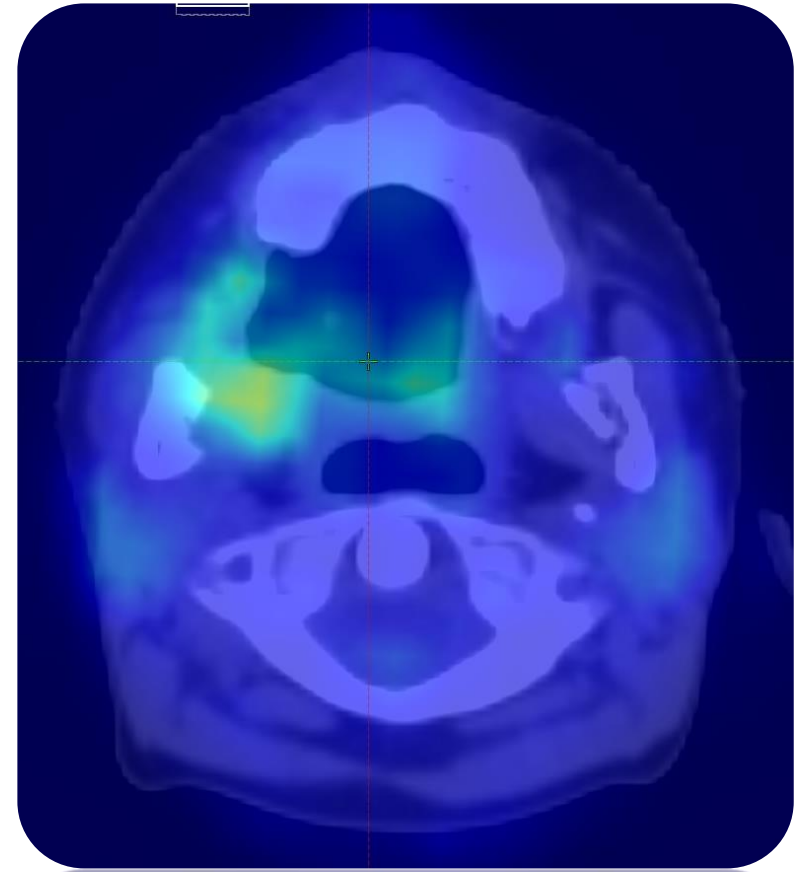
Kuo PET/KT naudinga spindulinėje terapijoje?



Priešoperacinis MRT

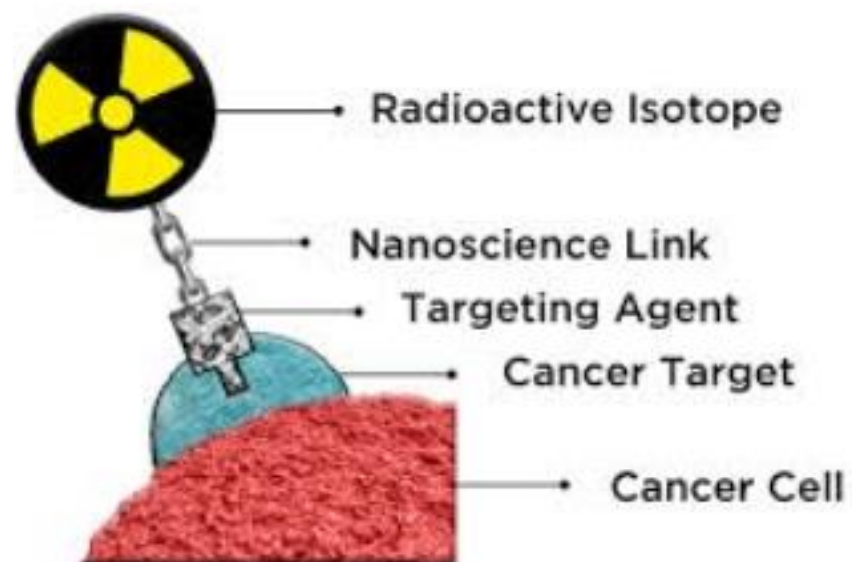


Simuliacinis KT



Pooperacinis PET/KT

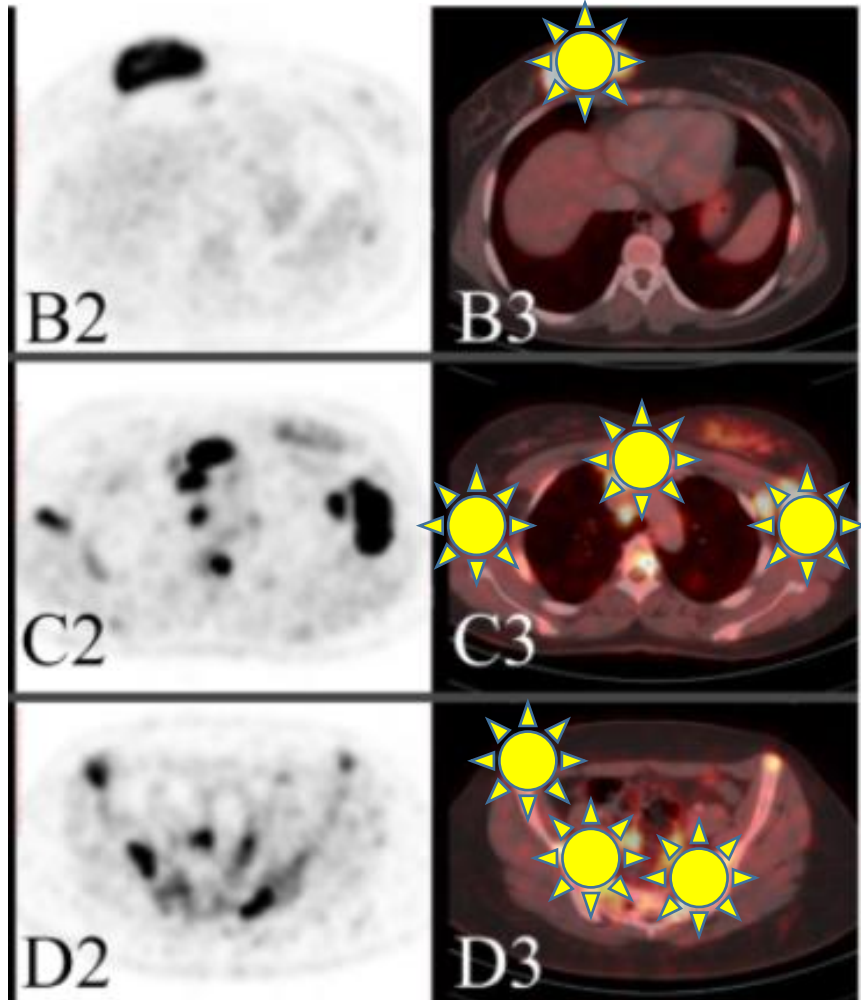
TERANOSTIKA – diagnostika ir spindulinė terapija viename



Radionuclides used in targeted therapy

Radionuclide	Physical $T_{1/2}$ (days)	Radiation type (MeV)	Particle range (mm)
^{131}I	8	β (0.6), γ (0.364)	2
^{90}Y	2.67	β (2.28)	12
^{67}Cu	2.58	β (0.54), γ (0.185)	1.8
^{186}Re	3.77	β (1.08), γ (0.131)	5
^{177}Lu	6.7	β (0.497), γ (0.208)	1.5

TERANOSTIKA



- Vienu metu mes matome kur yra navikas, fiksuodami gama spinduliuotę.
- Tuo pačiu apšvitiname naviką beta spinduliuote.

UNDER CONSTRUCTION...



WELCOME TO THIS ORGANIZATION!



**LOOKING FORWARD TO
COLLABORATING WITH YOU!**