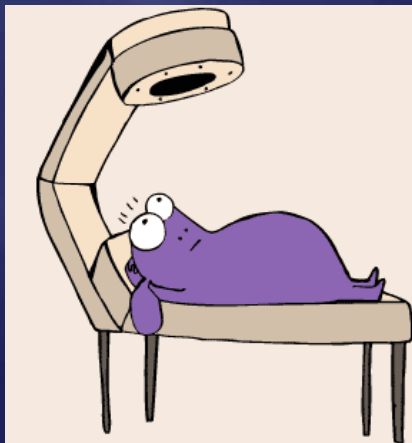


Accelerators and medicine

Akceleratorzy i medycyna



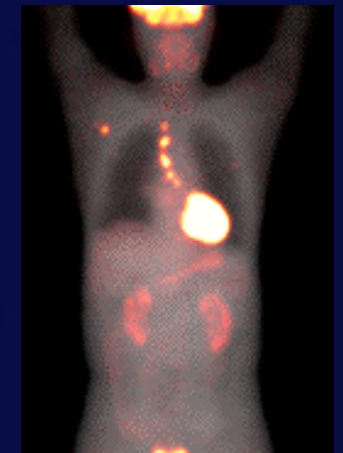
Sławomir Wronka, 13.06.2008r

Akceleratory – zastosowania

▣ Badania naukowe, *CERN*



▣ Medycyna



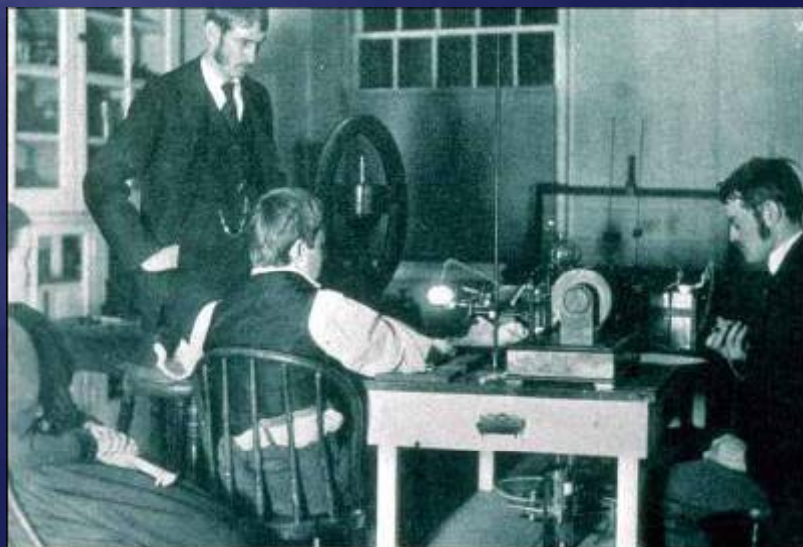
Medycyna

- ▣ Sterylizacja sprzętu
- ▣ Diagnostyka
- ▣ Terapia
 - Radioterapia „standardowa”
 - Radioterapia hadronowa
 - Wykorzystanie neutronów

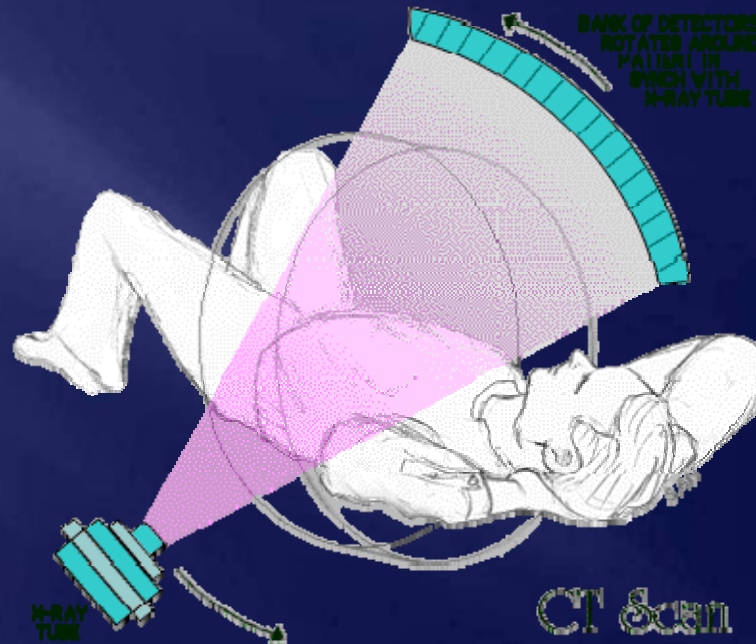




**Wilhelm Conrad
Röntgen (1845-1923)**



Tomografia komputerowa - CT



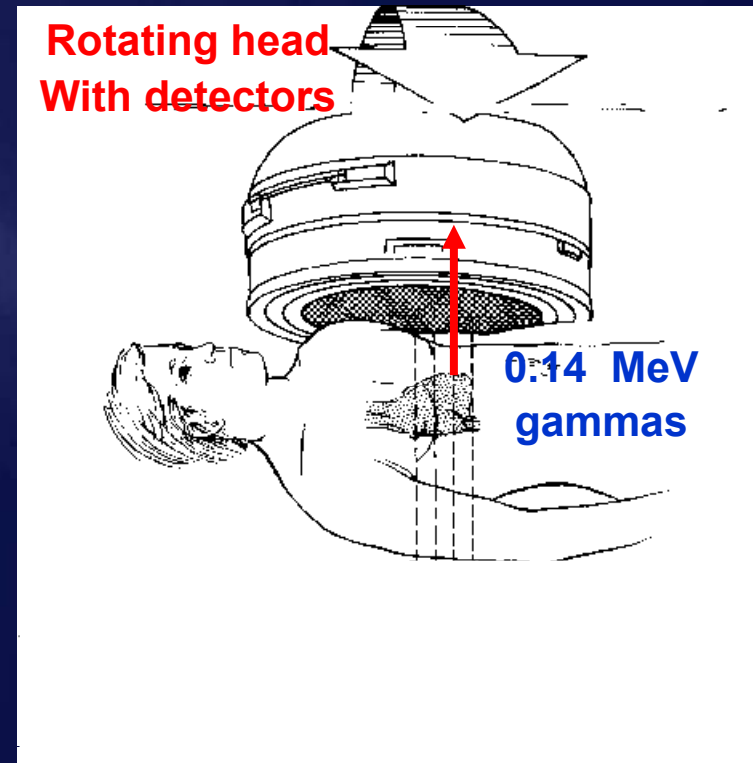
Medycyna nuklearna

- Pacjent skierowany na badanie otrzymuje dożylnie, wziewnie lub doustnie połączenie:
 - **Radioizotopu,**
 - **Nośnika** - związku chemicznego, cząsteczki lub komórki wykazującej gromadzenie w obrazowanym narządzie lub tkance.
- Emitowane promieniowanie jest rejestrowane przez odpowiednie **detektory** i przetwarzane na obrazy.
- Uzyskane w ten sposób **obrazy** określają kształt, wielkość, położenie oraz makrostrukturę badanego narządu, ale **poprzez jego funkcję.**



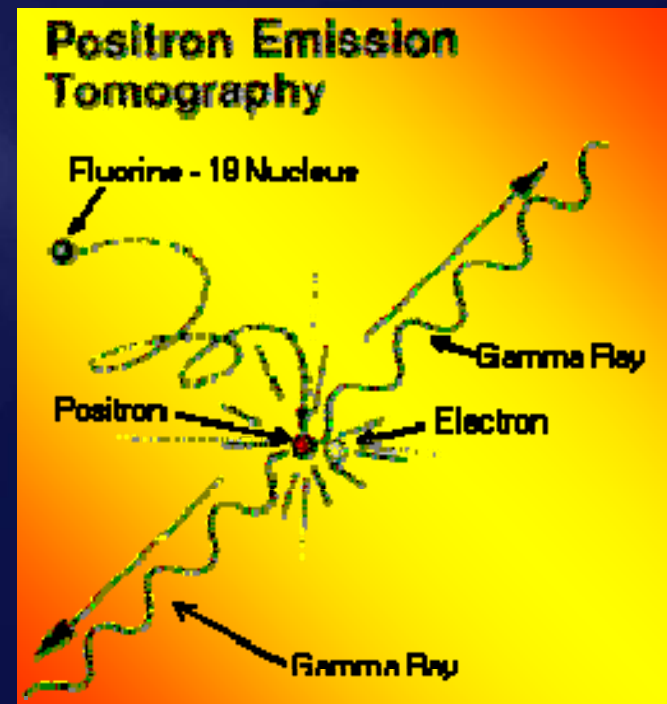
SPECT scanner

85% wszystkich badań w medycynie nuklearnej wykorzystuje ^{99}Tc .



Positron Emission Tomography (PET)

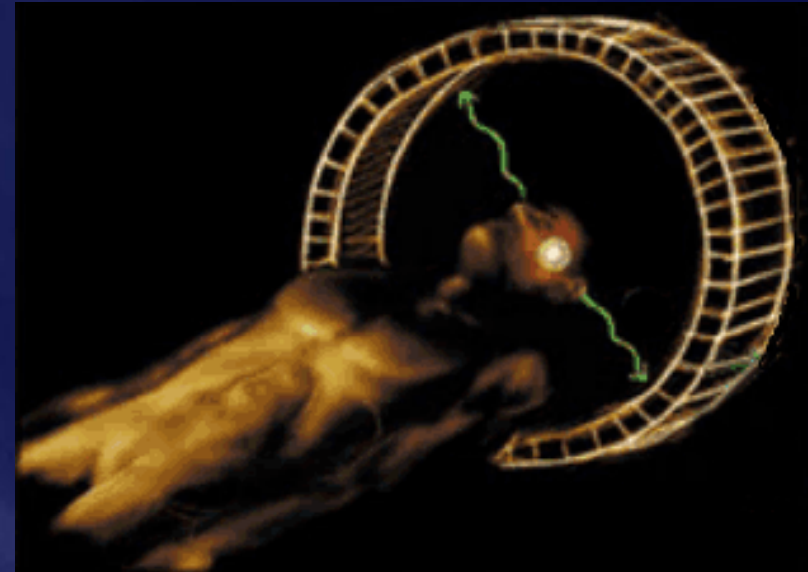
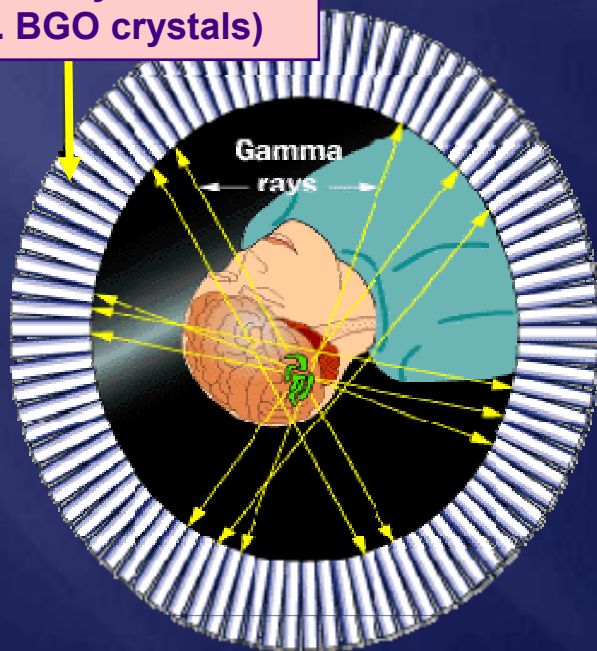
- ▣ Pacjent otrzymuje emiter pozytonów
- ▣ Obserwujemy efekt anihilacji



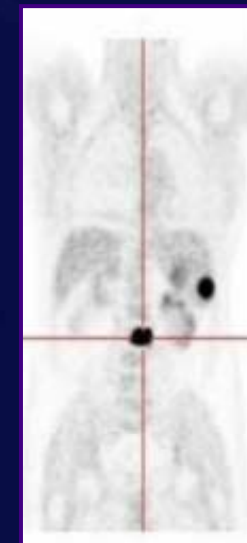
Positron Emission Tomography (PET)

Używane izotopy emitujące pozytony – najczęściej FDG z ^{18}F ($T_{1/2} = 110$ min)

Gamma ray detectors
(Ex. BGO crystals)

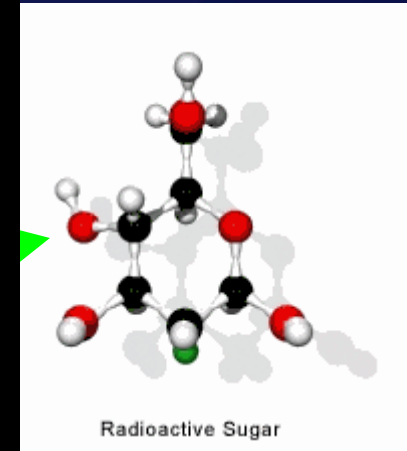
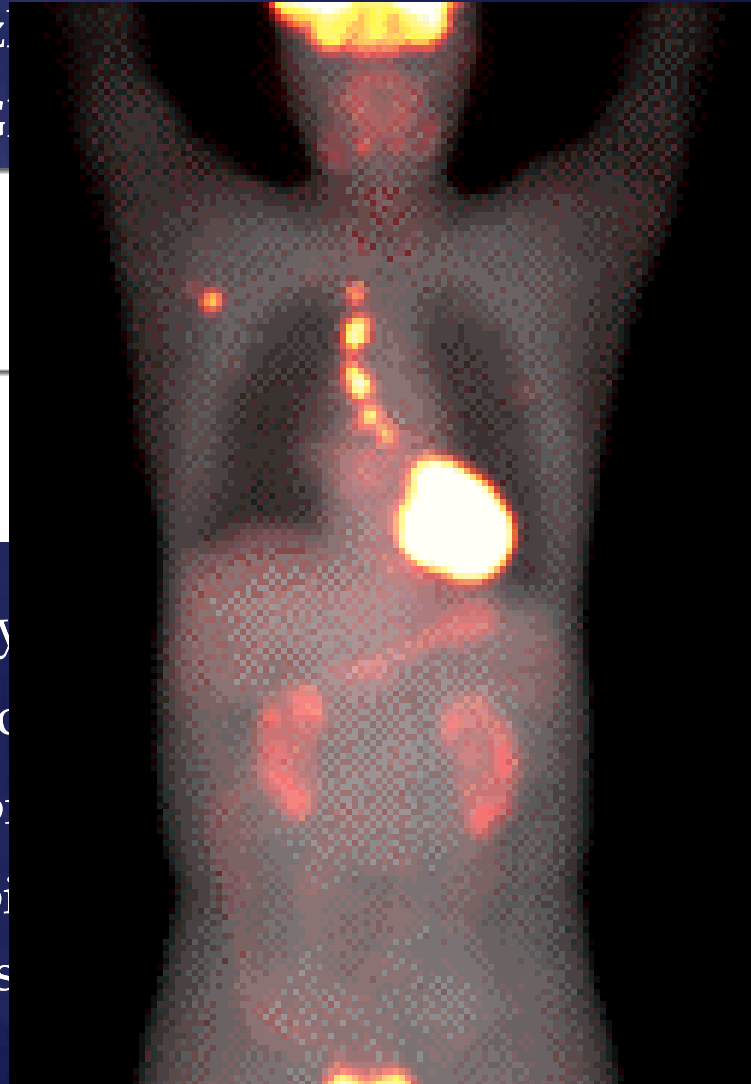
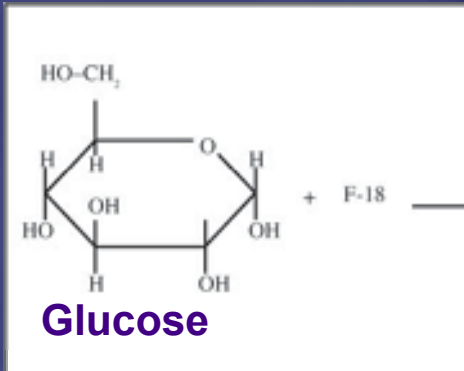


Izotop	Czas połowicznego rozpadu [min]	Maksymalna energia pozytonu [MeV]
^{11}C	20,3	0,96
^{13}N	9,97	1,19
^{15}O	2,03	1,70
^{18}F	109,8	0,64
^{68}Ga	67,8	1,89
^{82}Rb	1,26	3,15



Jak to działa ?

- ▣ Produkcja ^{18}F wiąż
- ▣ Fluoro-Deoxy-D-G

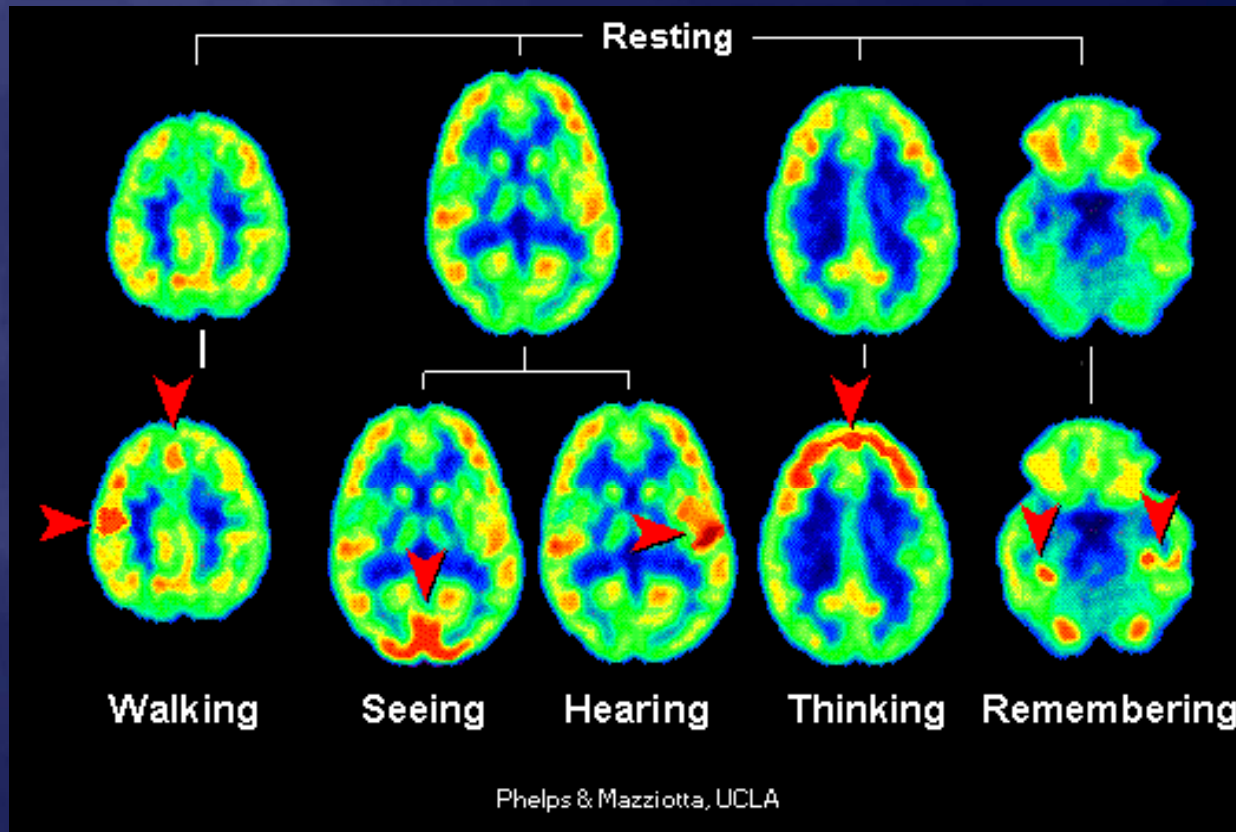


- ▣ FDG wstrzykujemy
- ▣ FDG jest transporto
- ▣ Koncentracja jest p
- ▣ Nowotwór jako ob
- ▣ się w postaci „hot s

glukozy

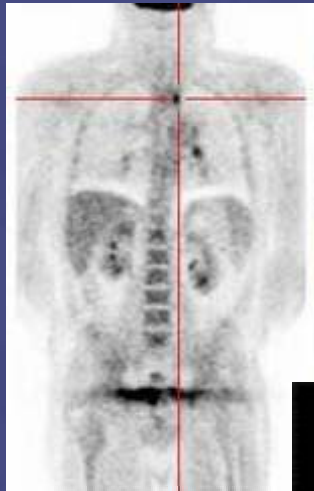
glukozę objawia

Badania funkcjonalności



PET - CT

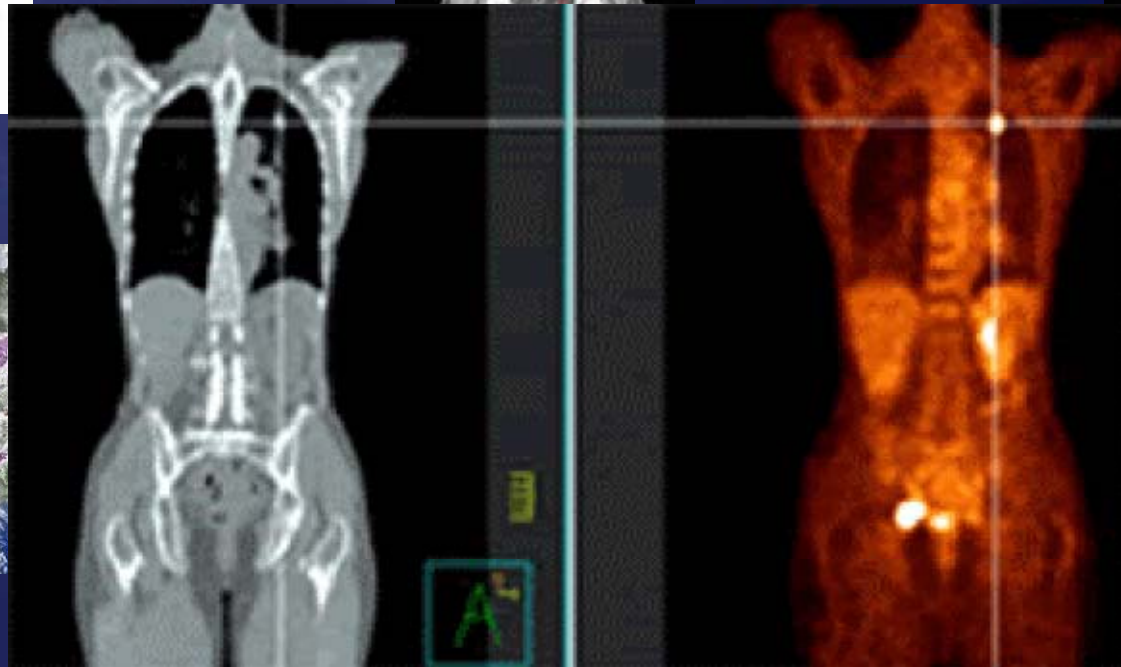
Fort Walton Beach Medical Center



+



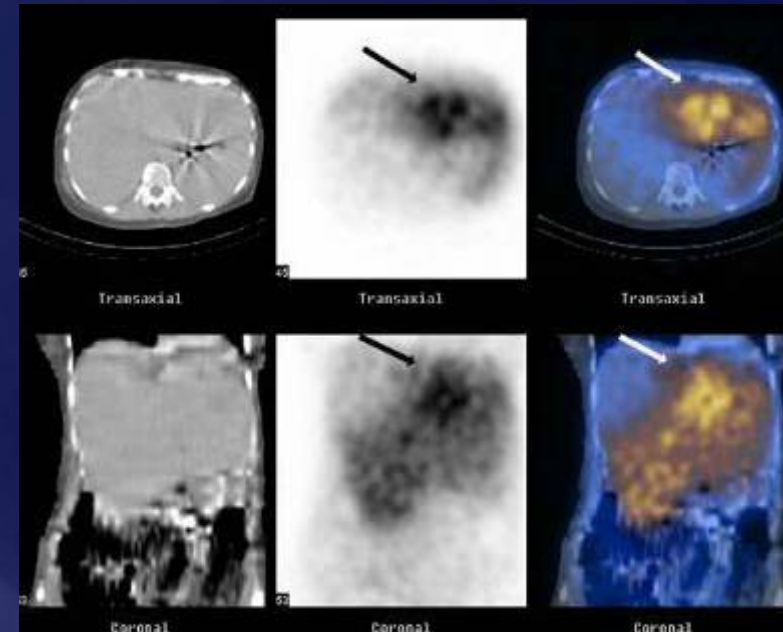
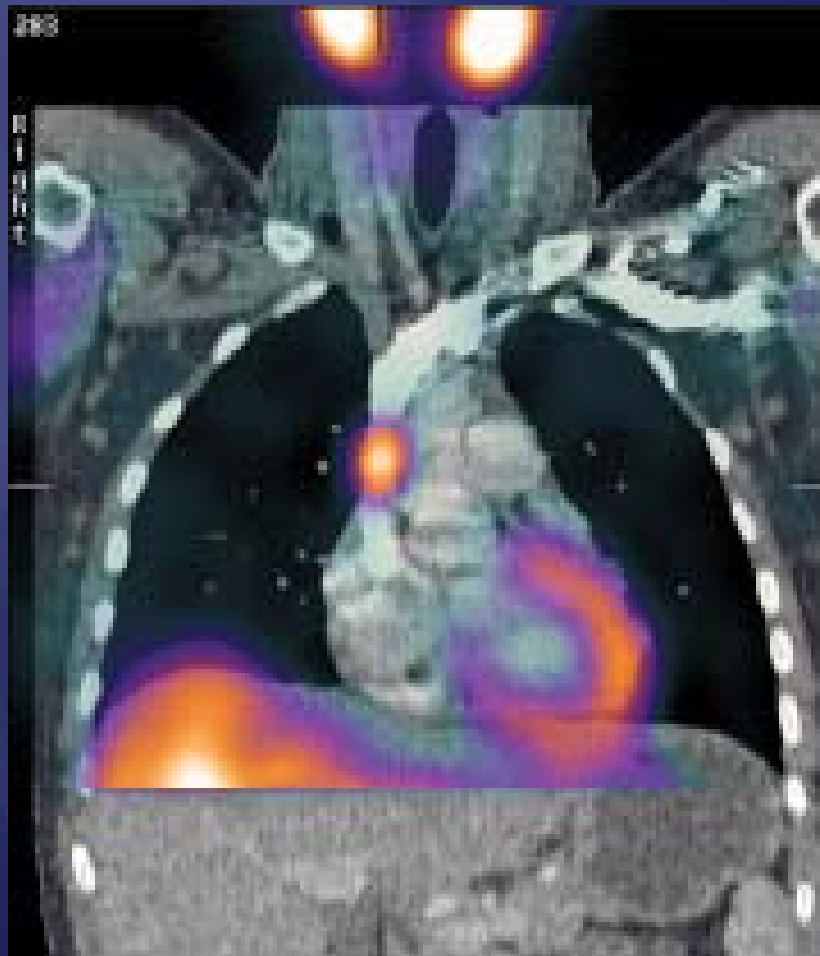
=



2008-06-13

dr Sławomir Wronka, IPJ

SPECT-CT



**I inne kombinacje: SPECT-PET,
NMR-PET itd.**

www.hermesmedical.com

Ojej, to niebezpieczne!

<i>typ badania</i>	<i>wzrost ryzyka [%]</i>
prześwietlenie rentgenowskie klatki piersiowej	0,0003
tomografia komputerowa całego ciała	0,05
scyntygrafia znakowaną immunoglobuliną (poszukiwanie ognisk zapalnych)	0,014
scyntygrafia mózgu (SPECT)	0,041
roczna dawka promieniowana naturalnego	0,013

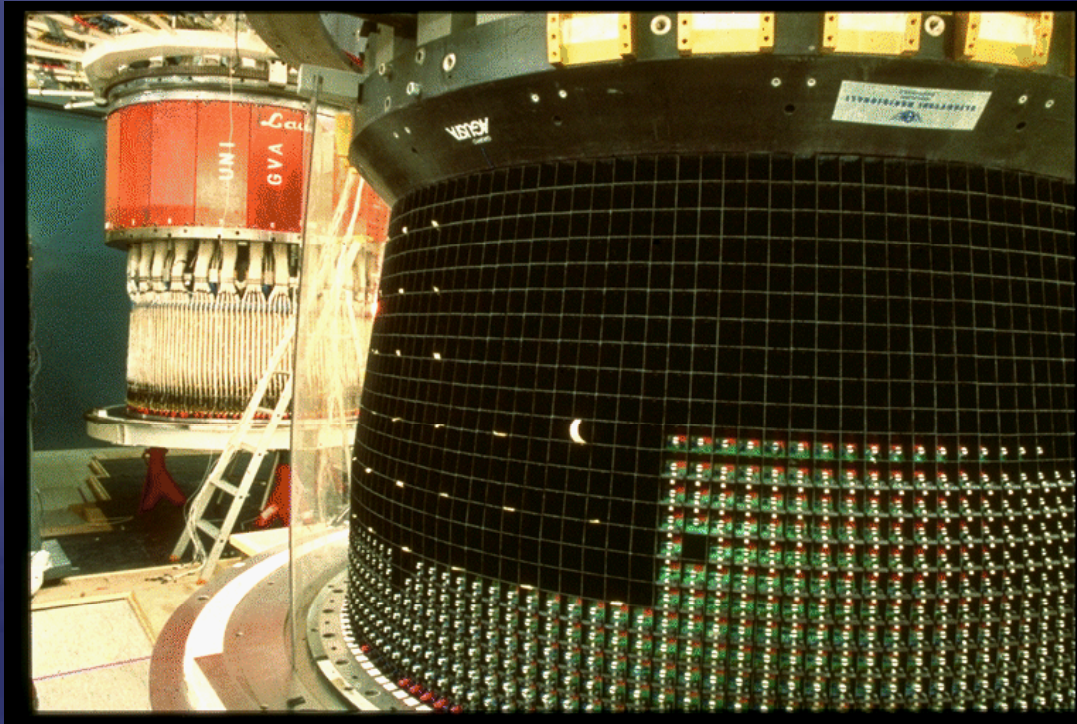
Diagnostyka medyczna

▣ Produkcja izotopów do PET



- Izotopy krótkożyciowe
- Produkcja w szpitalu
- „Kompaktowe” cyklotrony, wiązka protonów $\sim 15\text{MeV}$

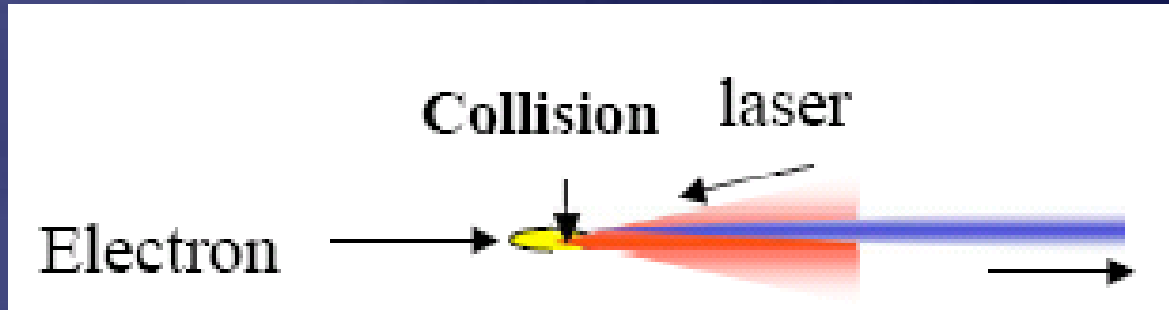
The BGO calorimeter of the L3 experiment at LEP (CERN 1989-2000)



BGO crystals have been developed for detectors in particle physics

- ▣ 11000 BGO crystals
- ▣ Precise measurement of the energy deposited by the particles
- ▣ Almost 4π coverage

Kompaktowe źródła monochromatycznego promieniowania X



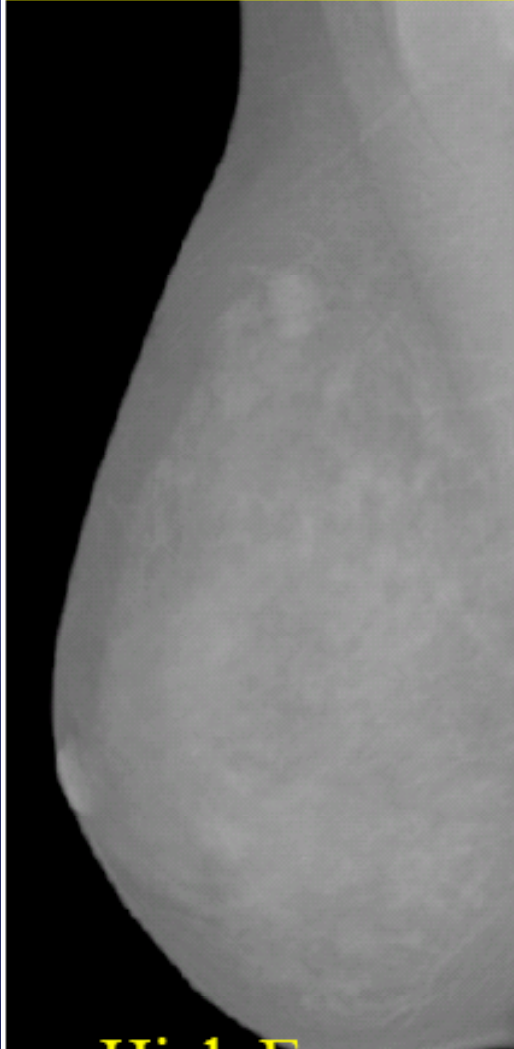
Monochromatic X-ray

Akcelerator elektronów ~kilkadziesiąt MeV

Energia X zmieniana poprzez zmianę długości fali lasera

Mitsuru Uesaka

John Lewin, M.D.- University

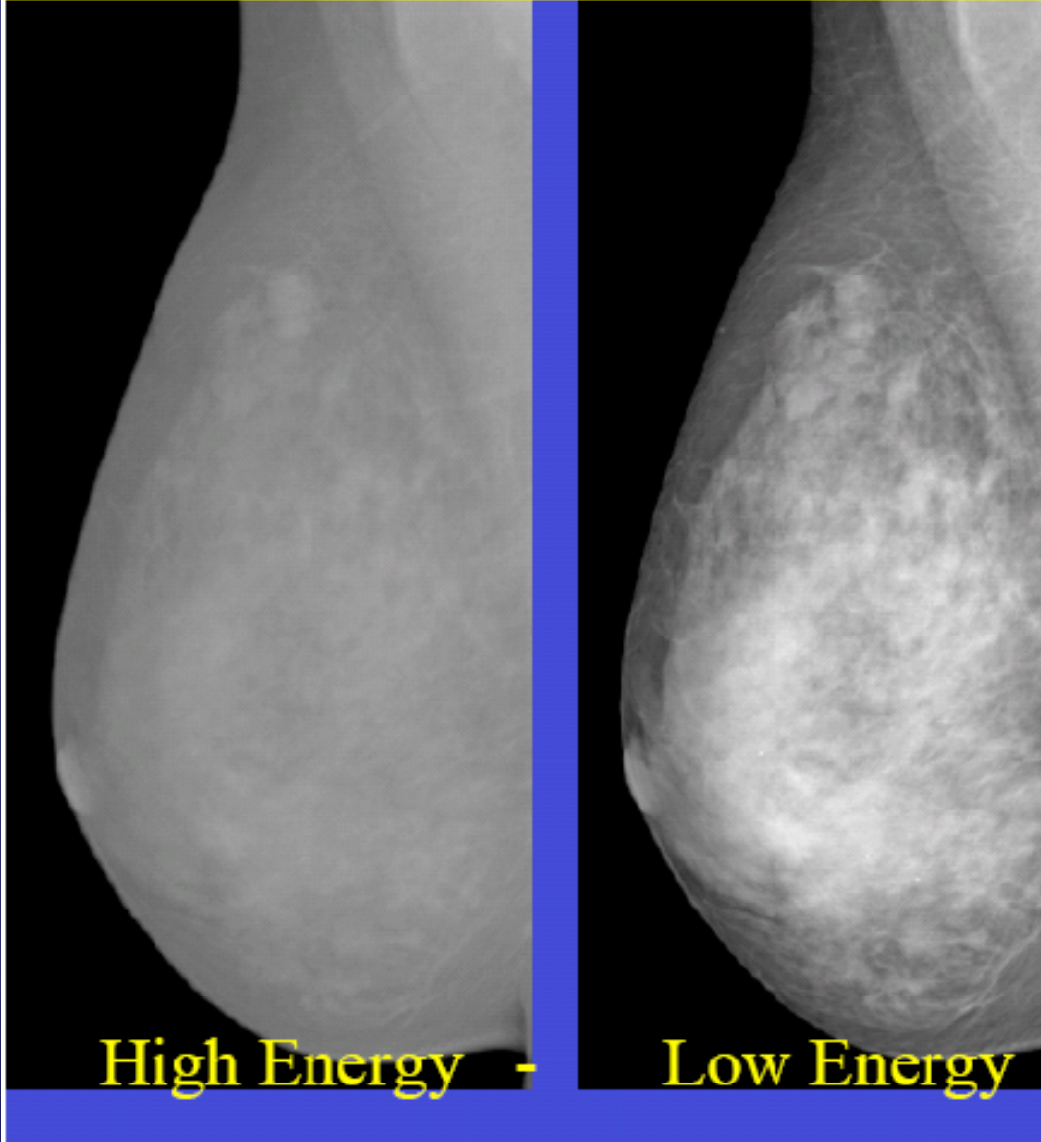


High Energy

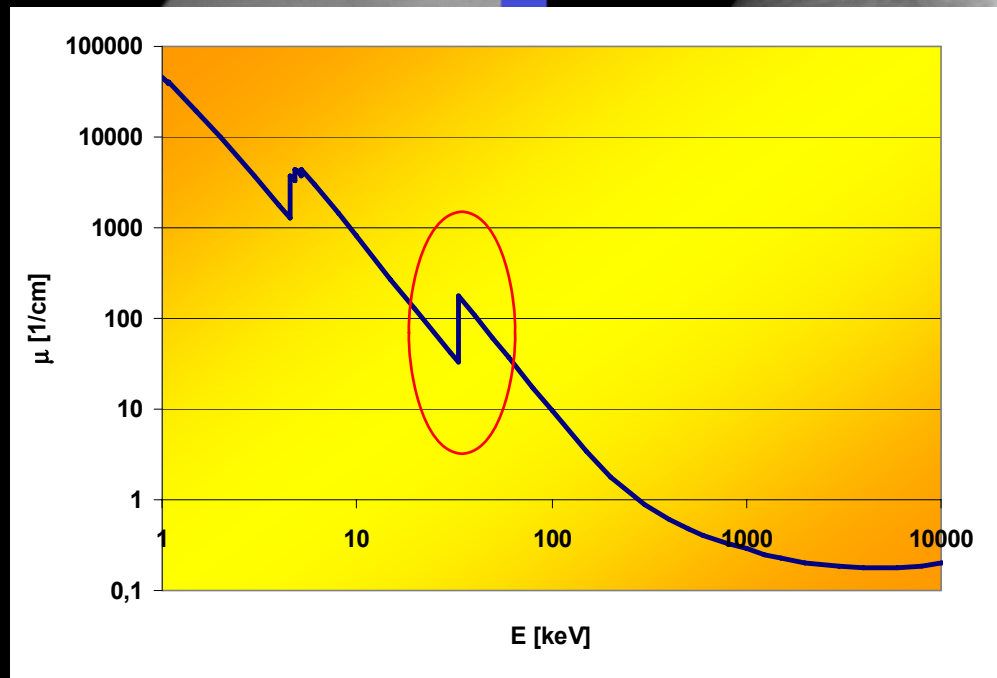
2008-06-13

dr Sławomir Wronka, IPJ

John Lewin, M.D. - University of Colorado Health Sciences Center



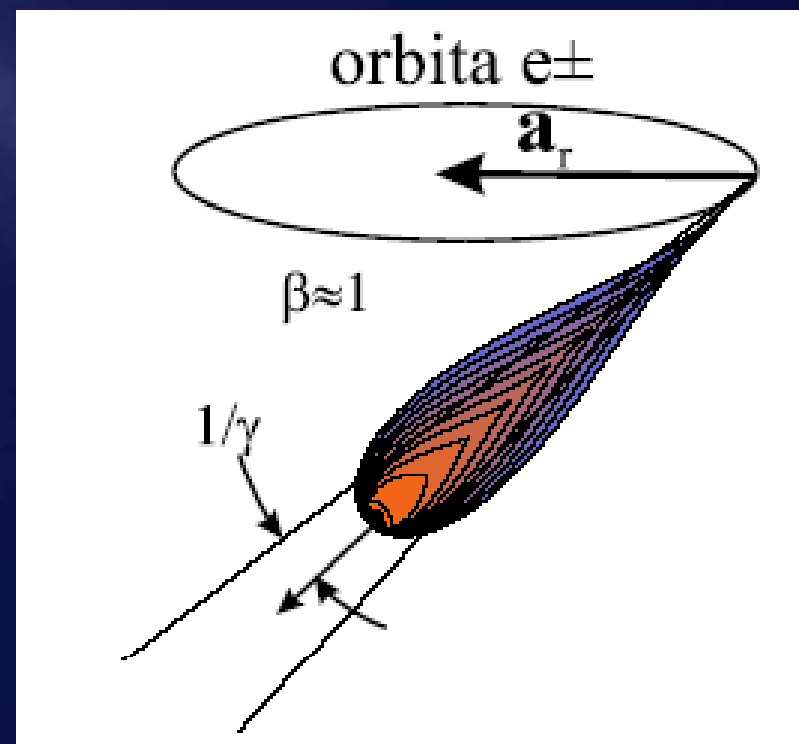
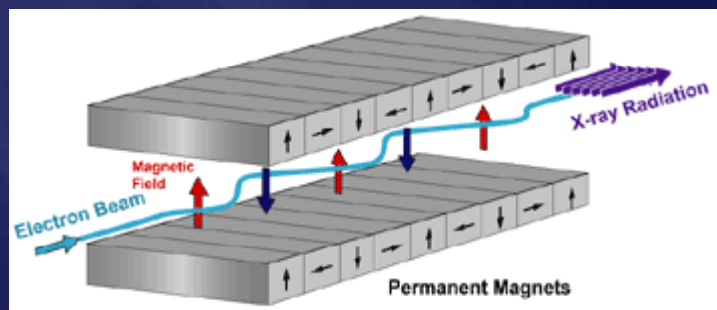
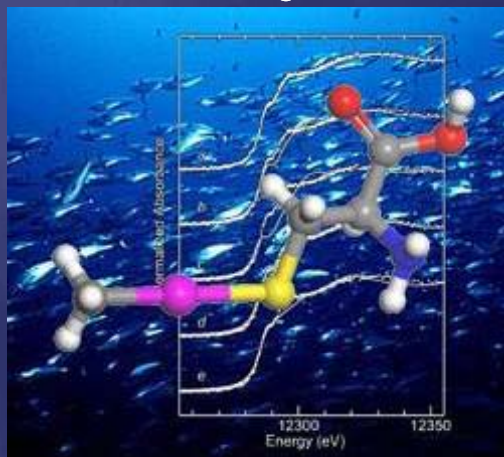
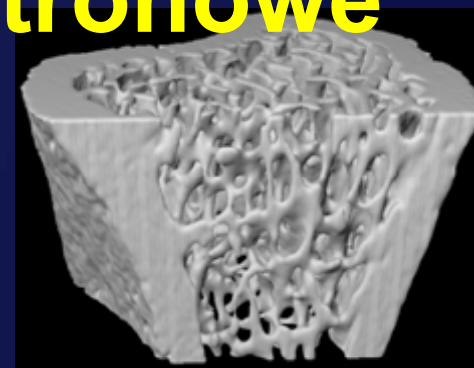
John Lewin, M.D. - University of Colorado Health Sciences Center:



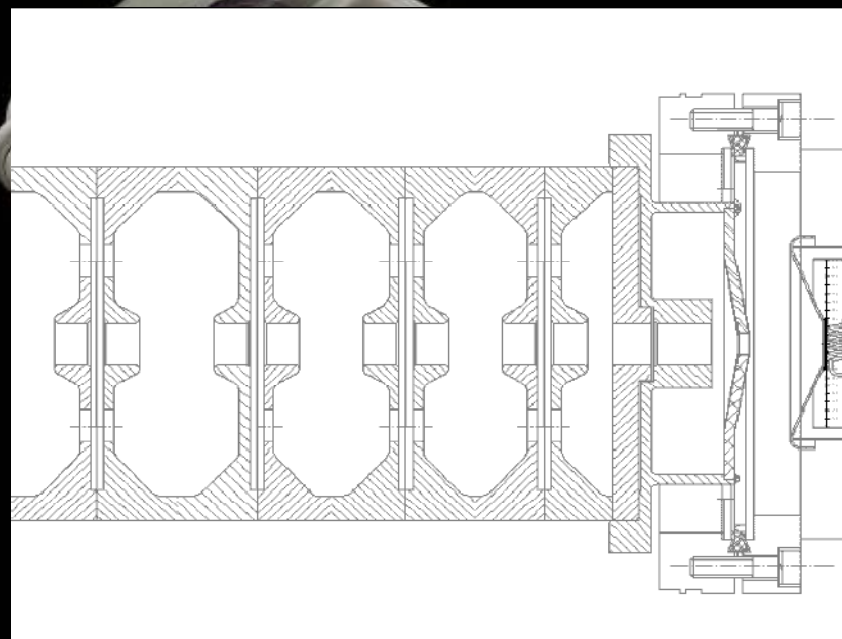
High Energy - Low Energy = Iodine Image

Promieniowanie synchrotronowe

- Medycyna, biologia, chemia, fizyka, ochrona środowiska...



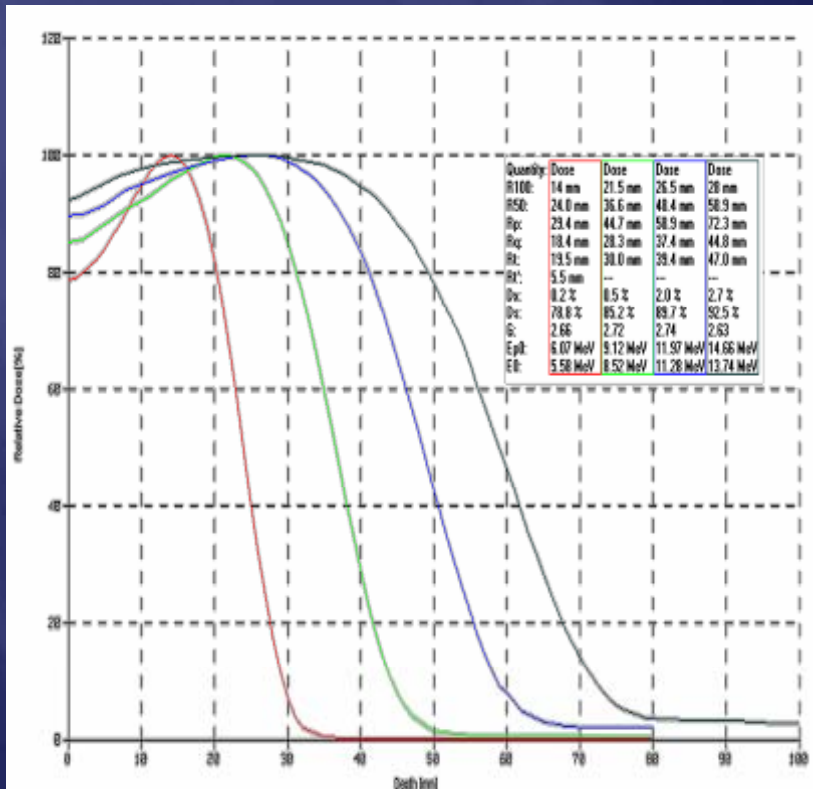
Radioterapia: X, e⁻



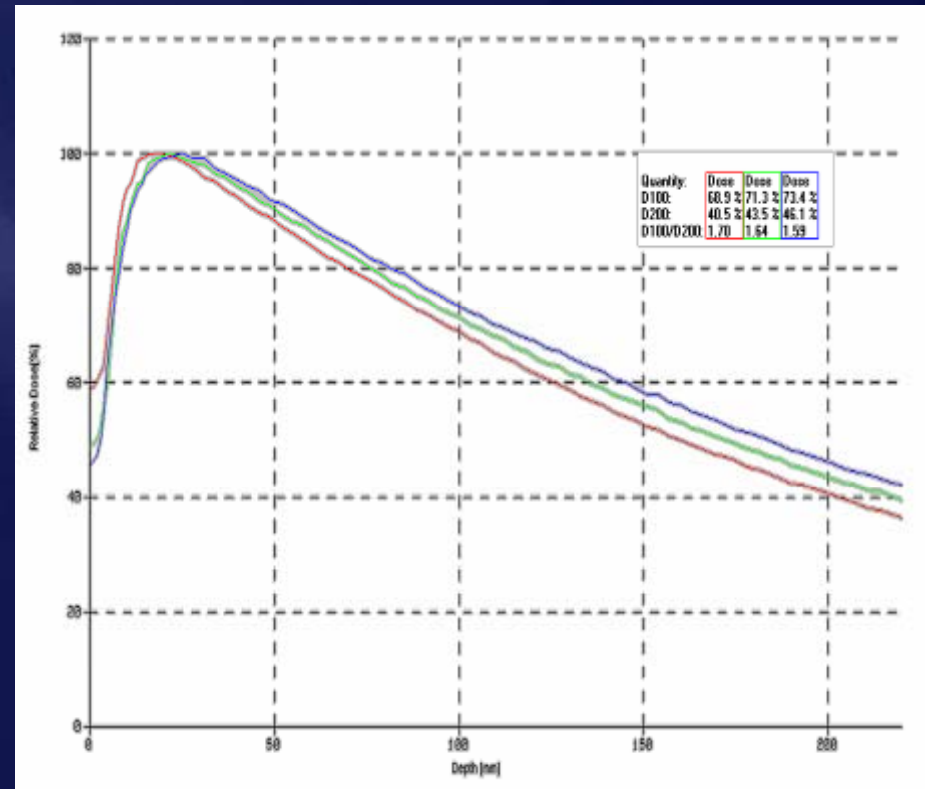
2008-06-13

dr Sławomir Wronka, IPJ

Rozkład dawki dla e⁻ i X



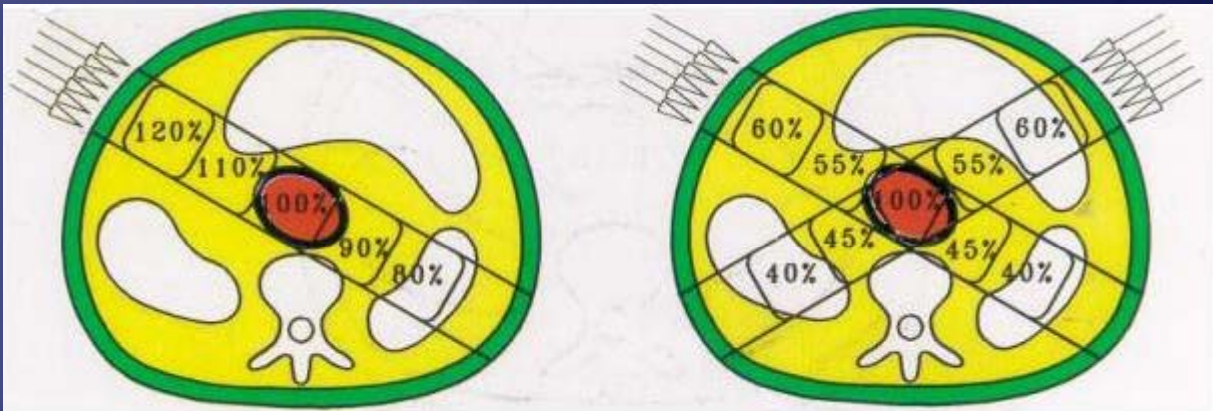
10cm



10cm

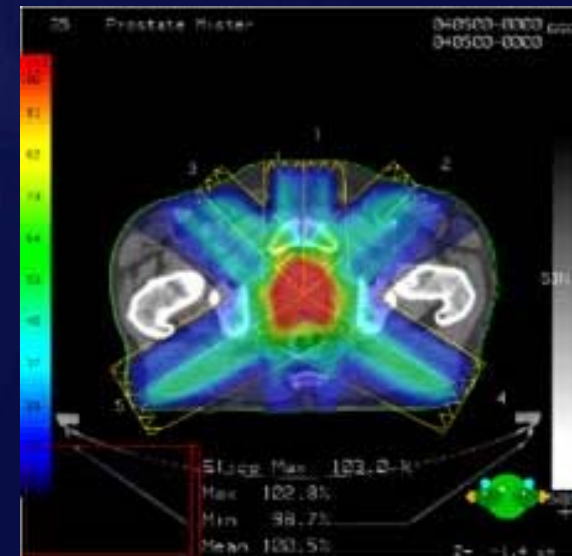
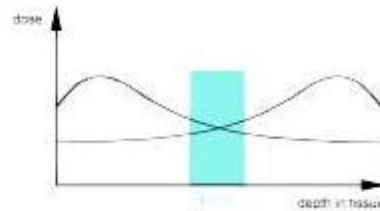
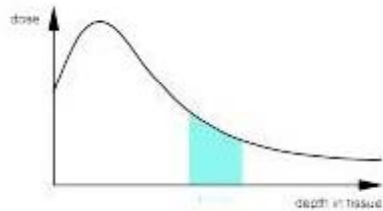
20cm

Wiązki fotonowe

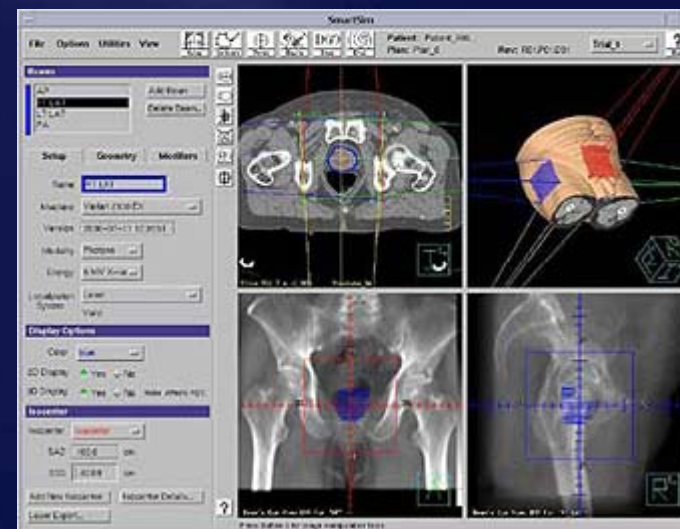
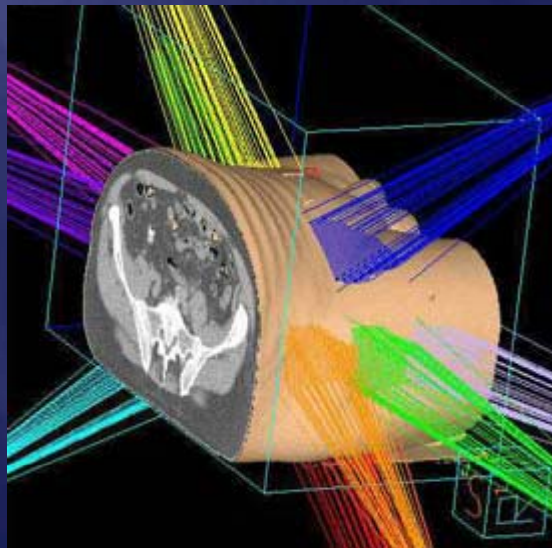
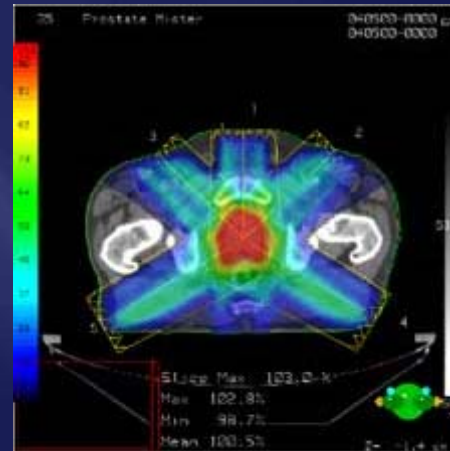
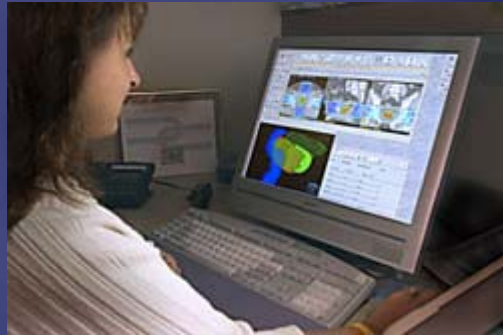


photons, 1 field

photons, 2 fields



Planowanie leczenia

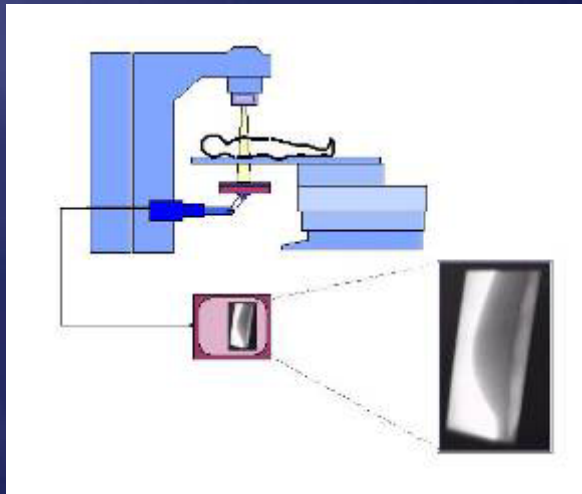


2008-06-13

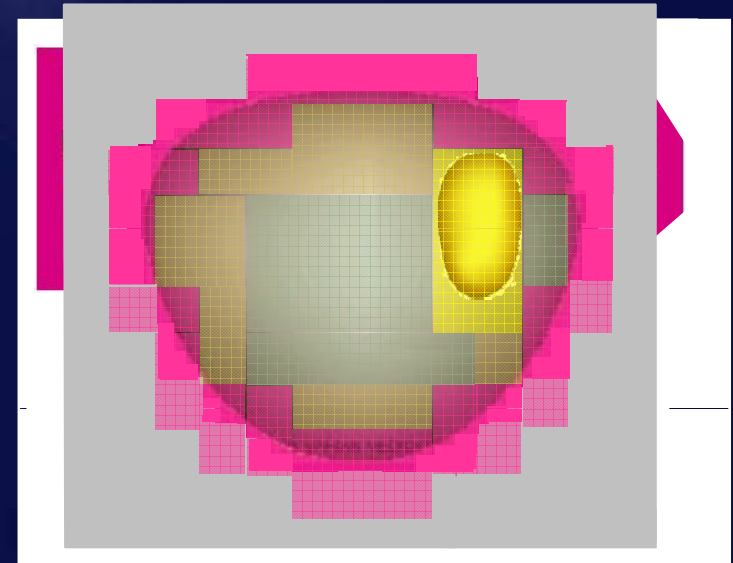
dr Sławomir Wronka, IPJ

Współczesne wyposażenie

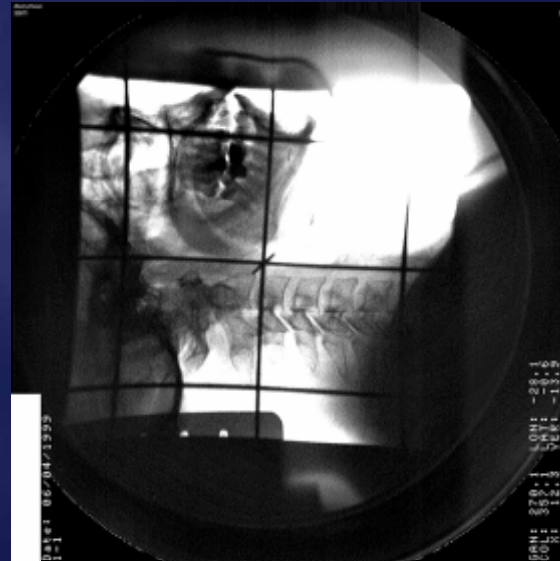
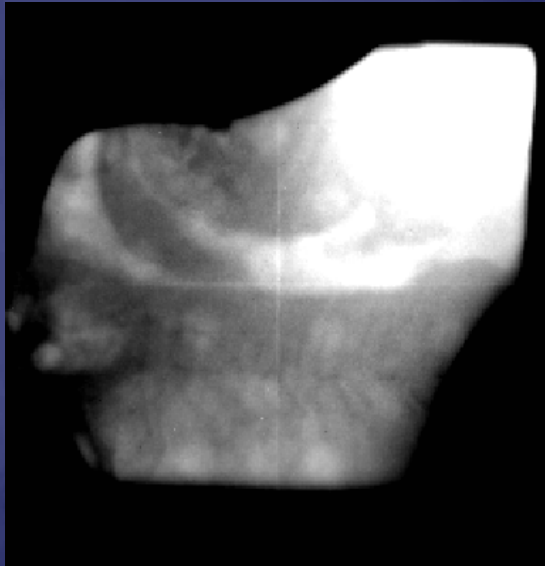
- ▣ MLC kolimator
- ▣ Leczenie prowadzone obrazowaniem

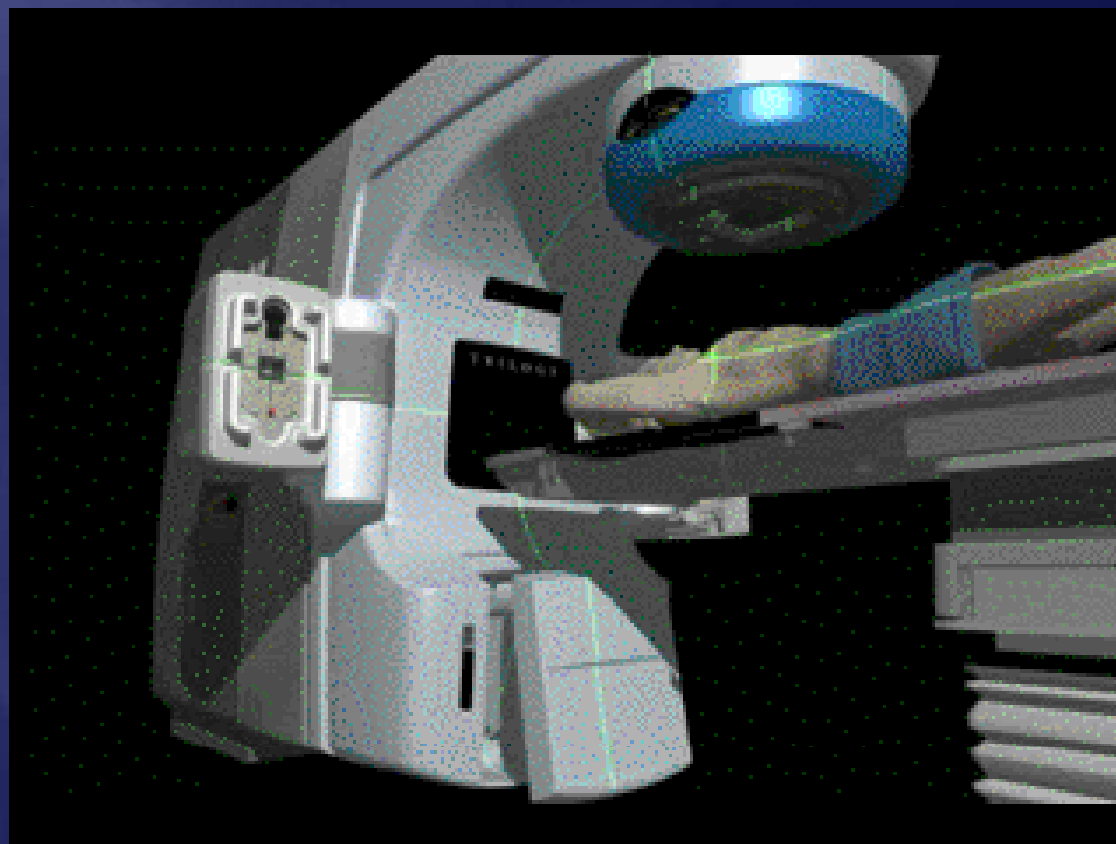


Varian



Portal Imaging

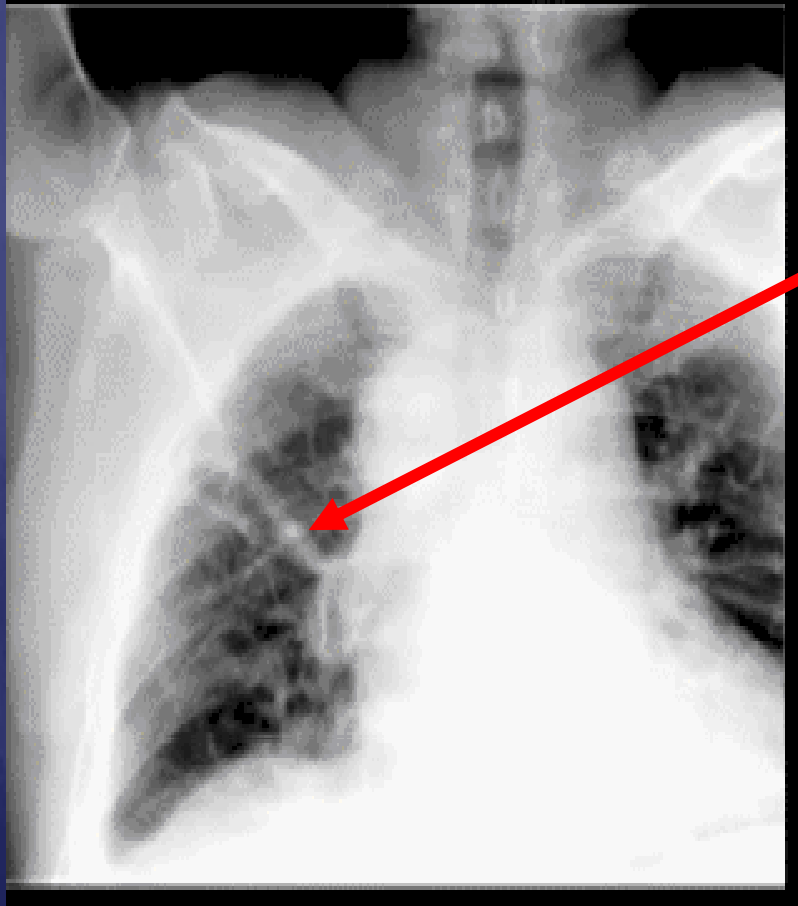




2008-06-13

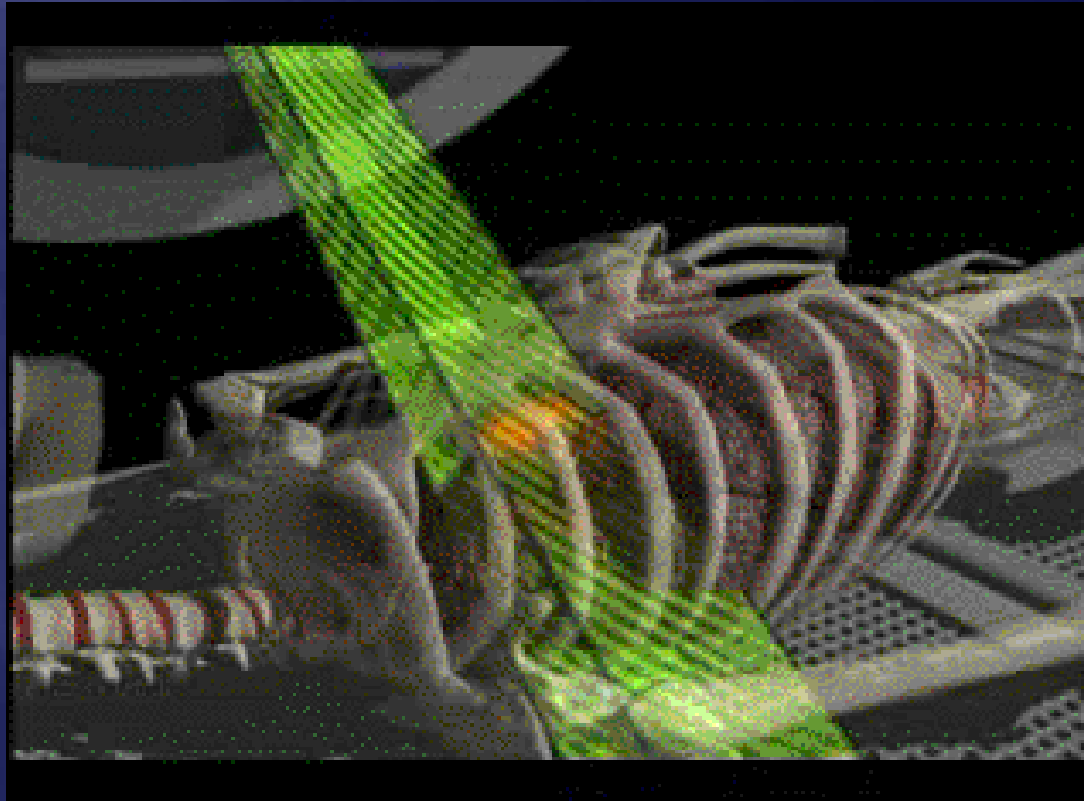
dr Sławomir Wronka, IPJ

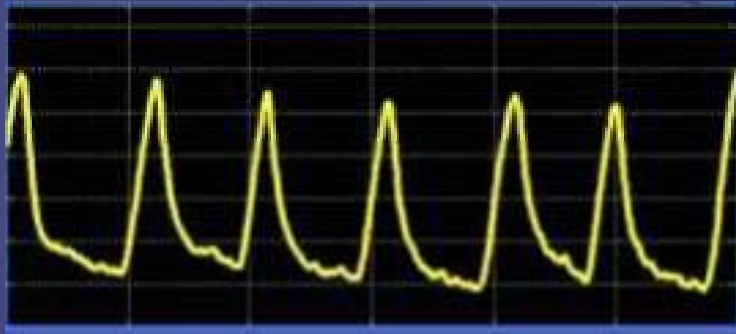
Techniki zaawansowane



- ▣ Pacjent w czasie terapii oddycha !

„Bramkowanie” oddechem





Ruchy oddechowe

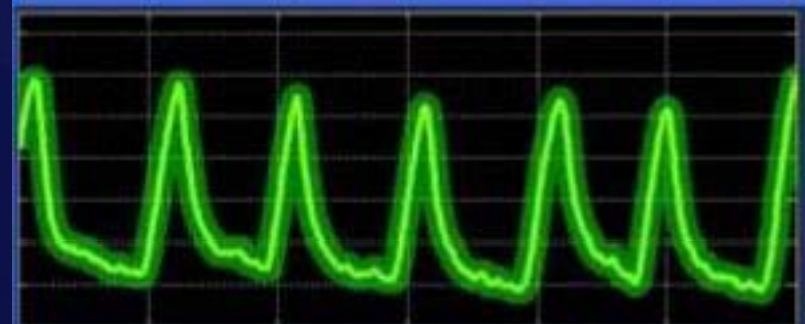


Terapia standardowa

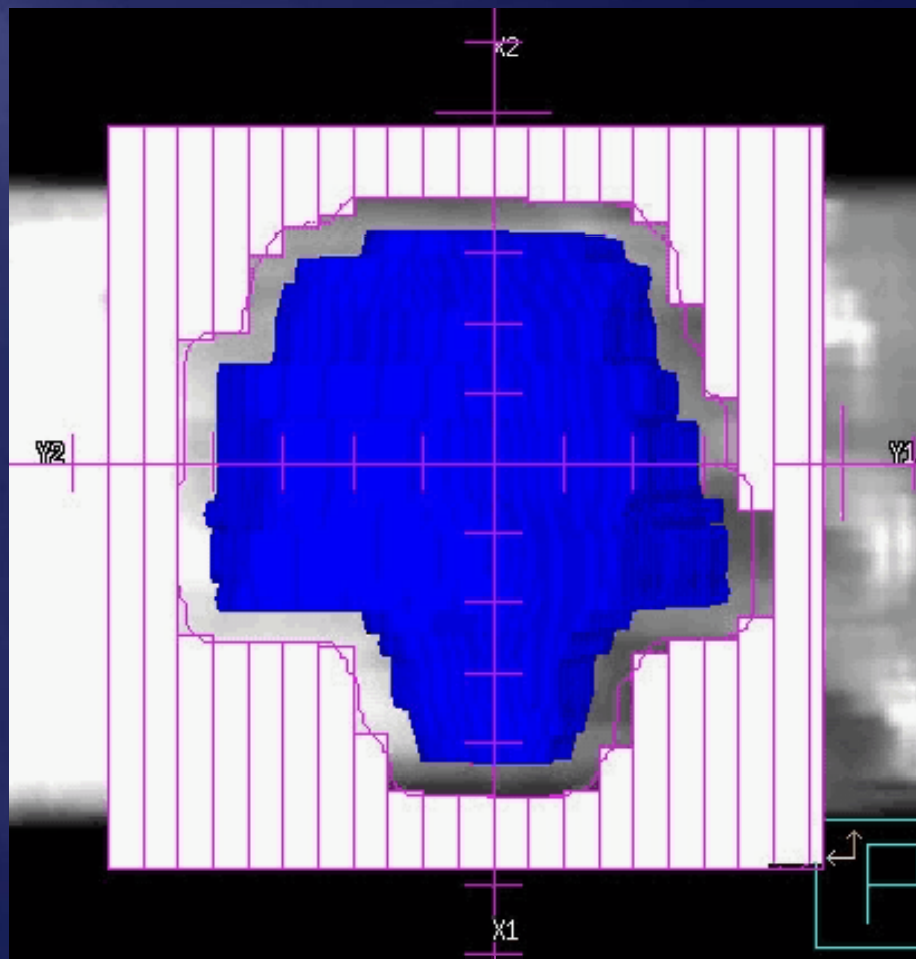
Terapia bramkowana



Terapia adaptacyjna



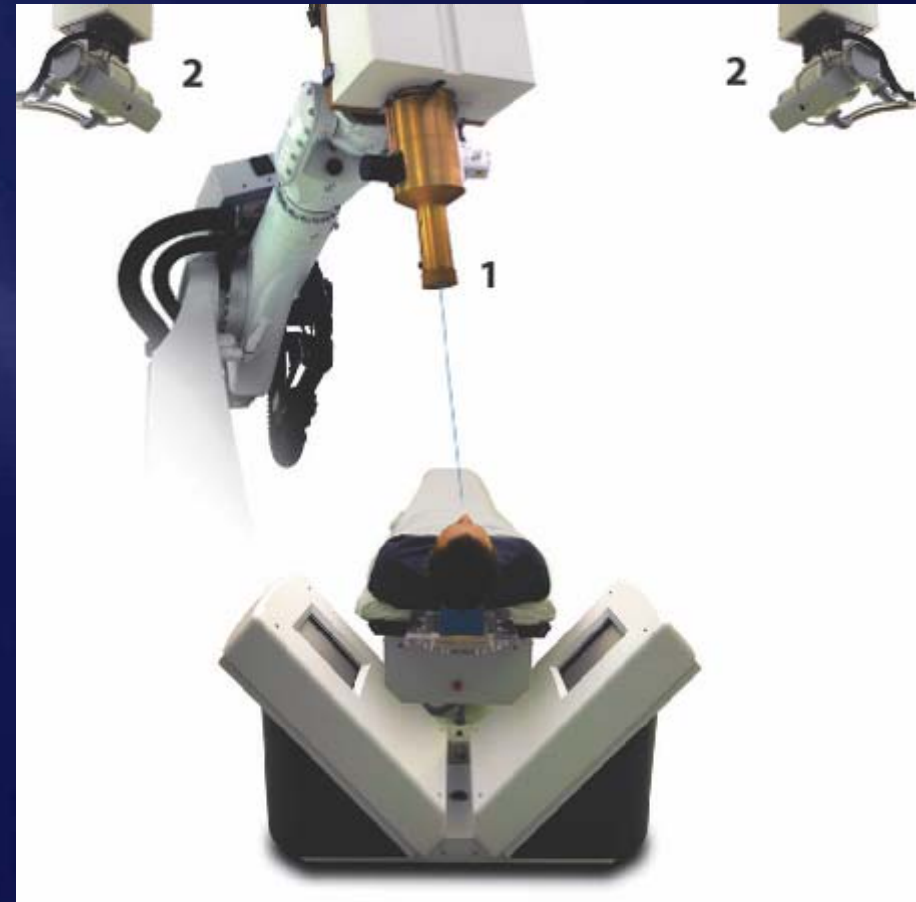
Śledzenie ruchu pacjenta



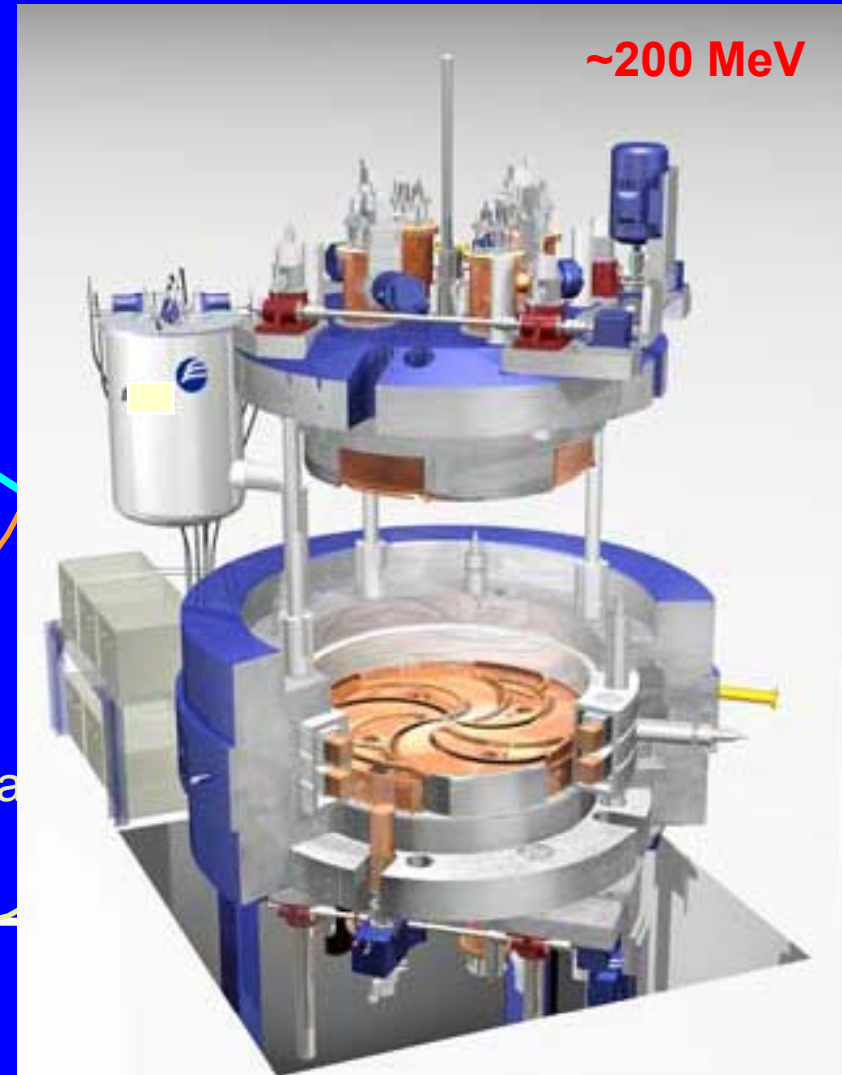
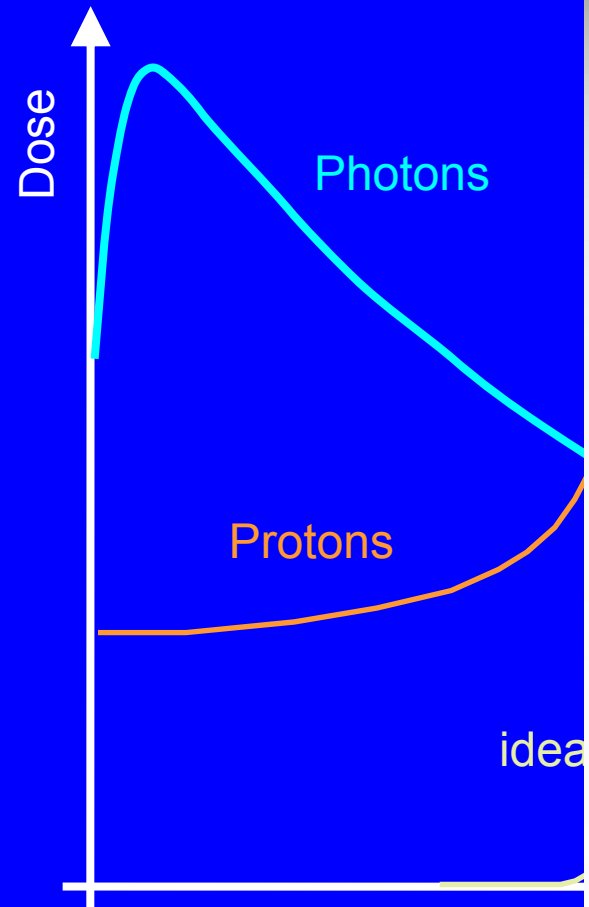
IORT



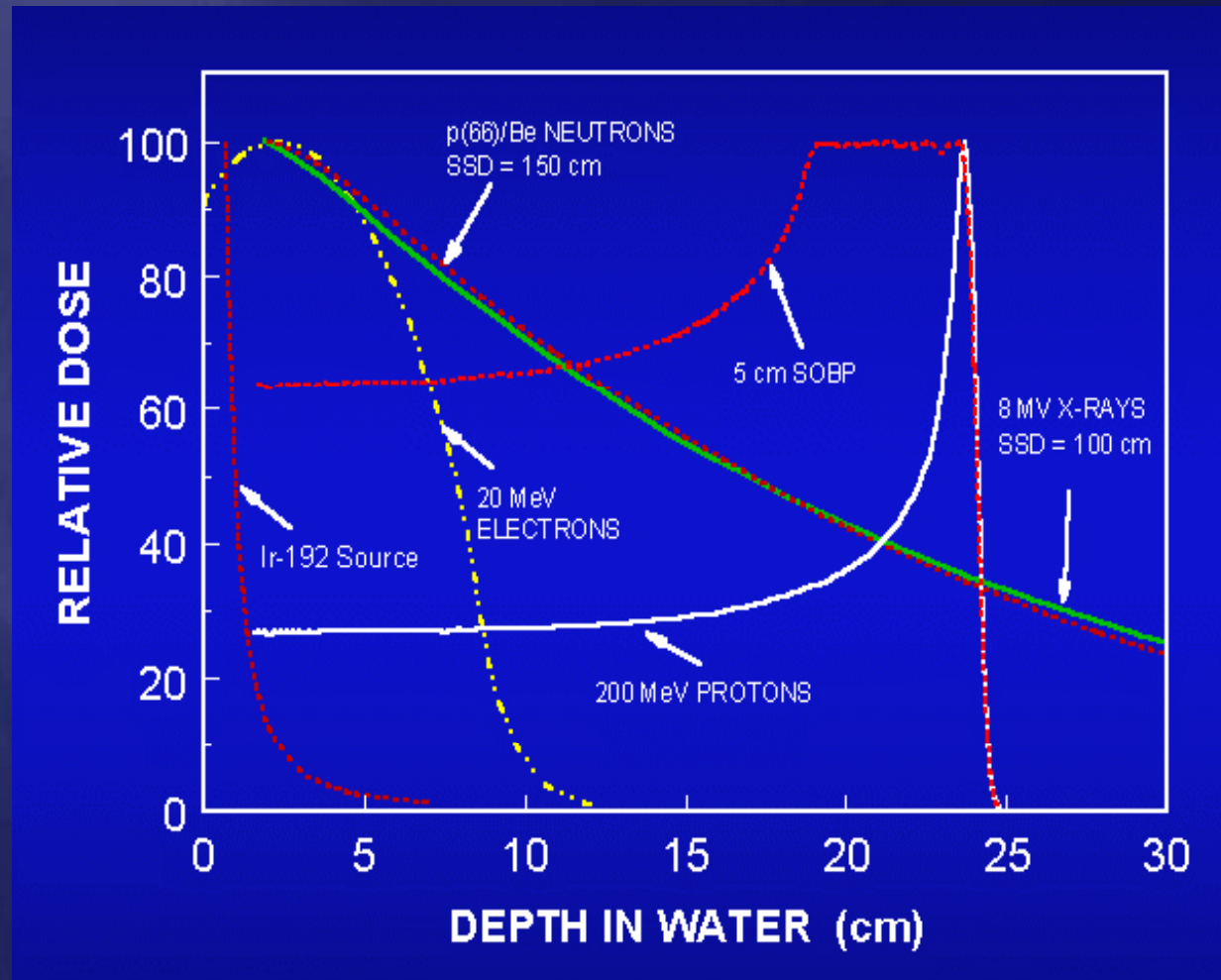
Robotic Arm (Cyber Knife)



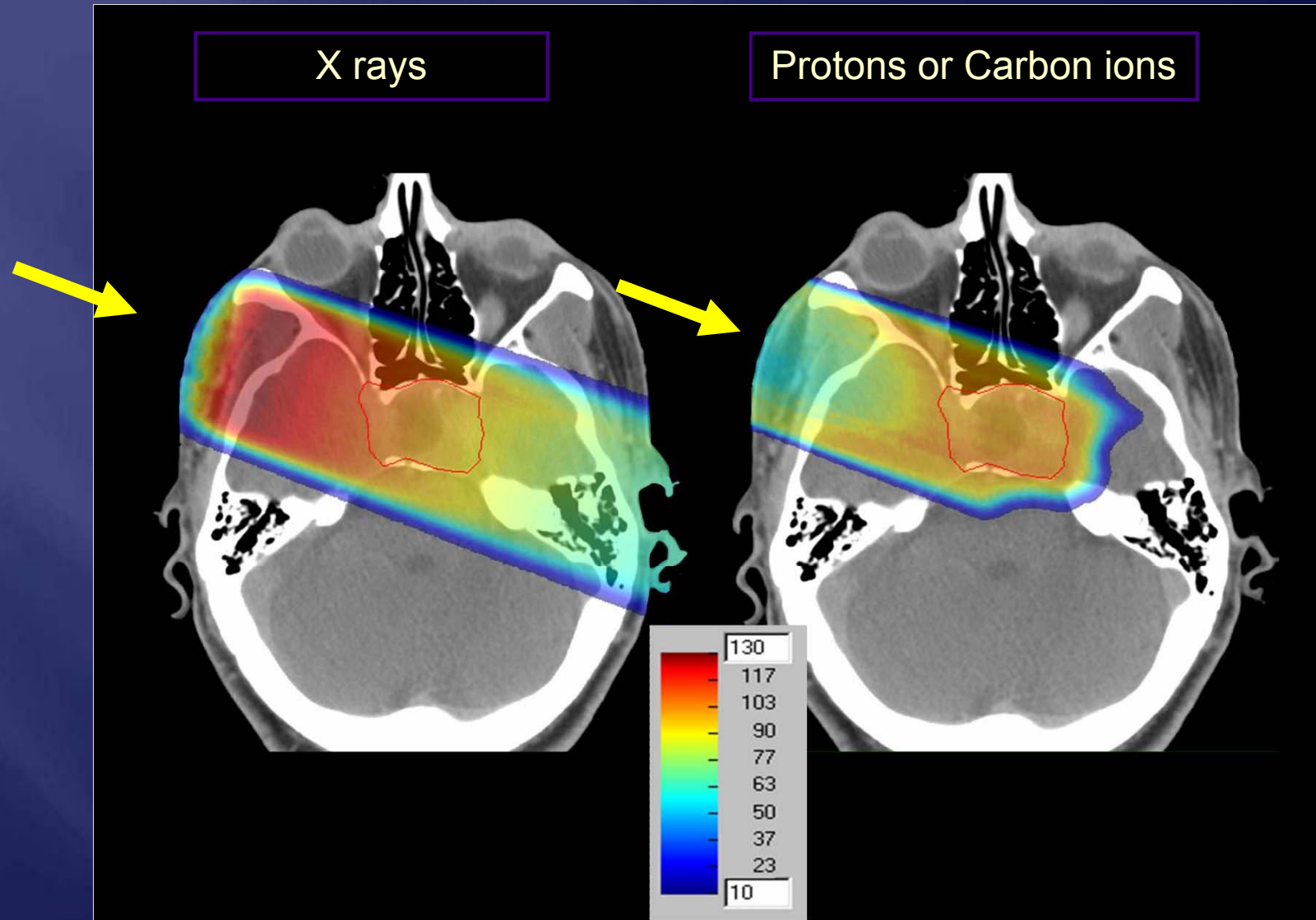
The ideal depth-dose distribution?



Czym naświetlać pacjenta ?



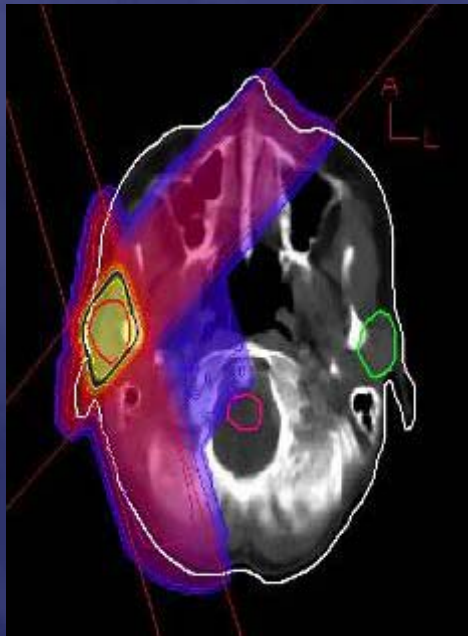
X-rays vs protons



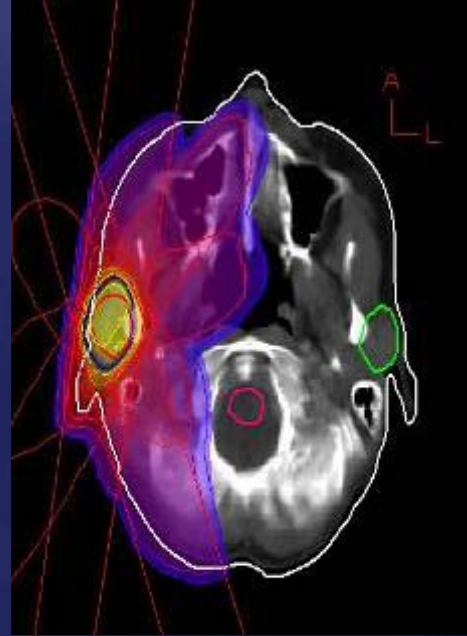
Comparison of Treatment Plans

Glandula parotid cancer

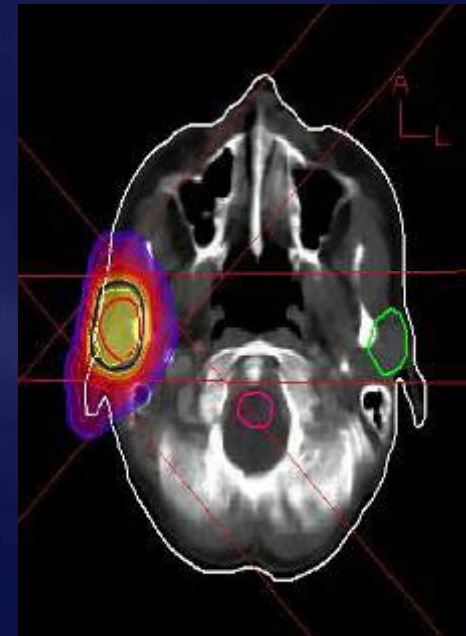
Photons 2 fields



Photons 5 fields



Protons 3 fields



100.0
95.0
90.0
80.0
70.0
50.0
30.0
10.0
5.0
95.0

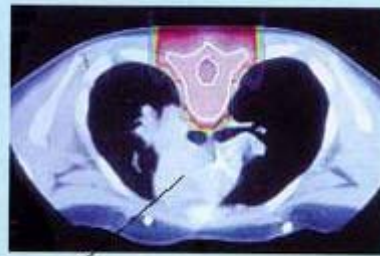
Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie, AKH, Wien

Medulloblastoma

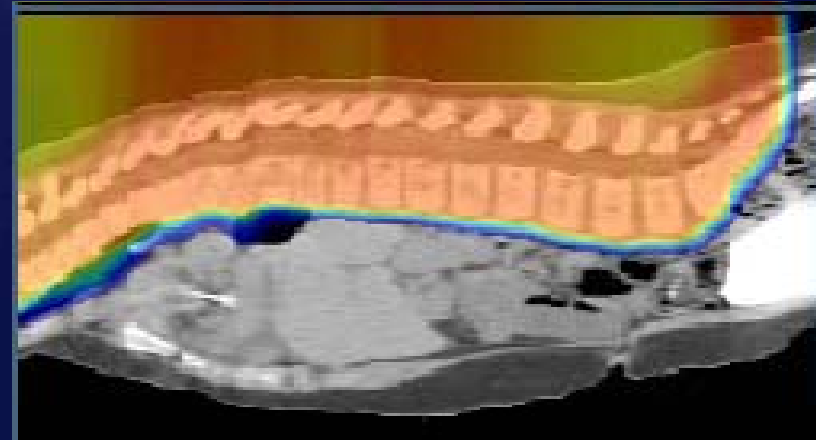
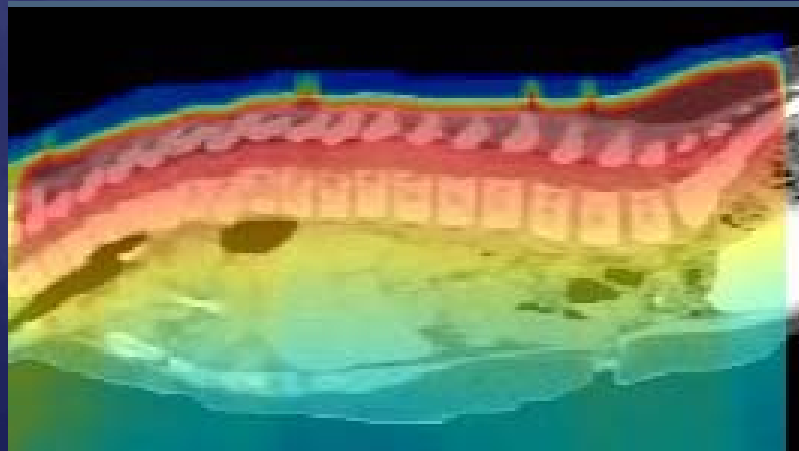
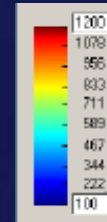
X-rays



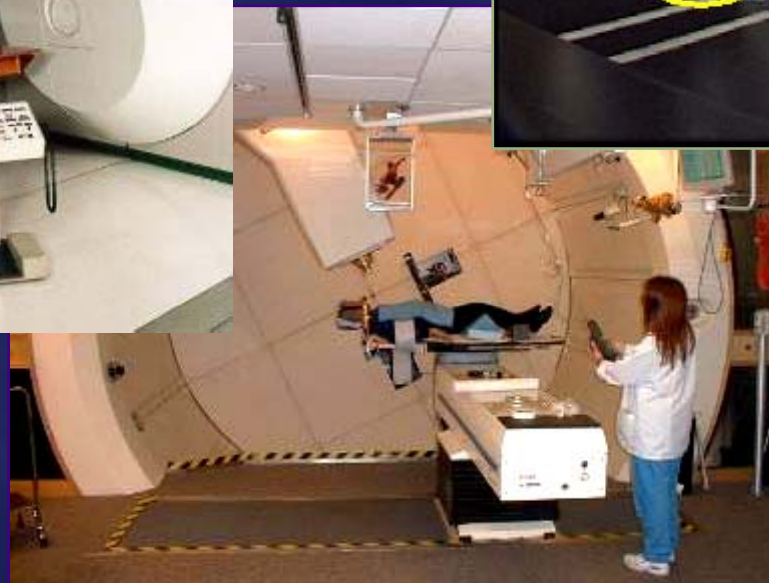
Protons



Heart



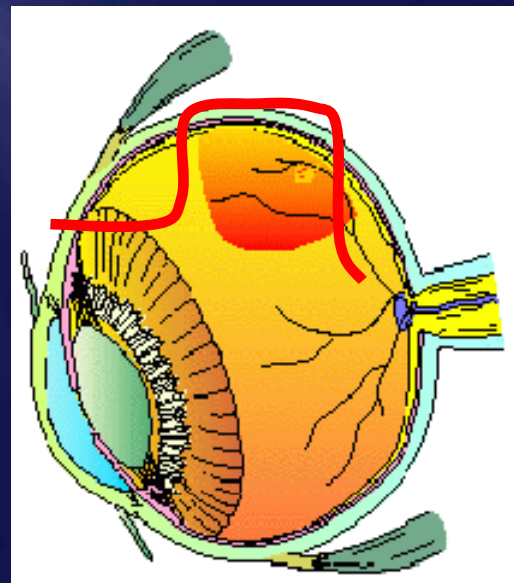
Bramki obrotowe



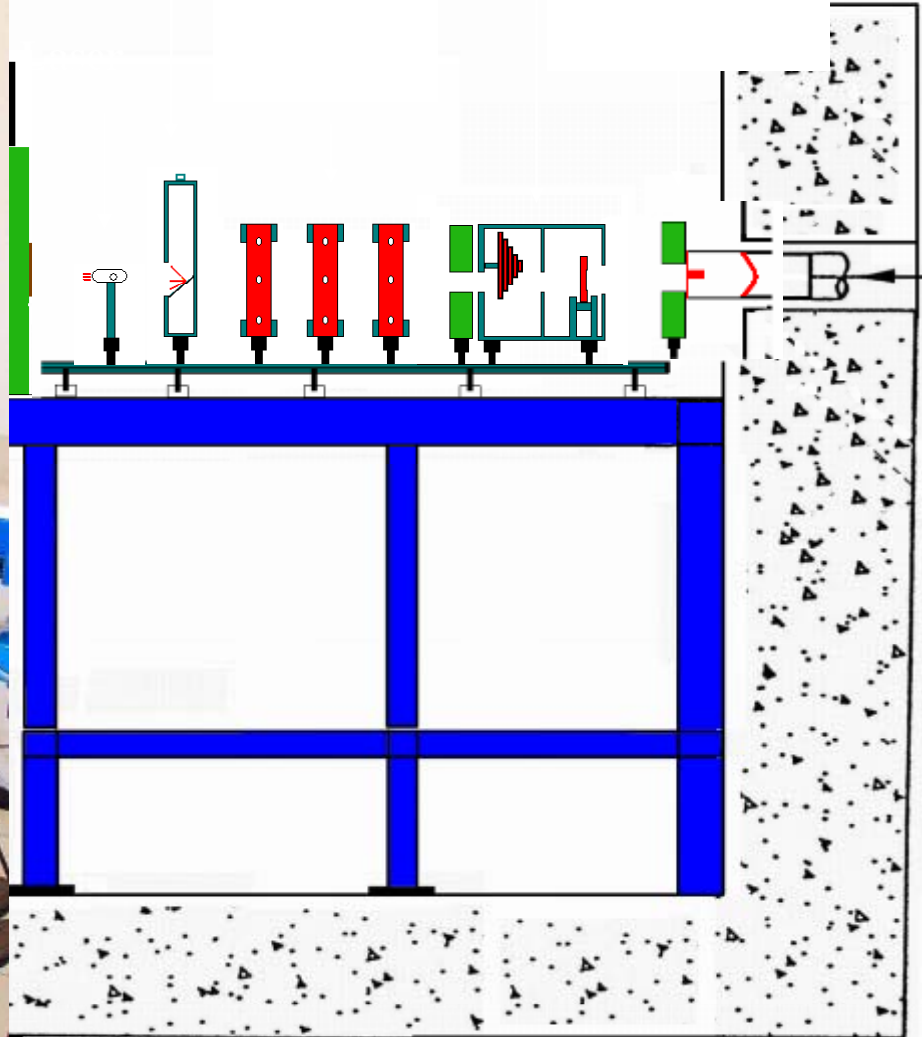
2008-06-13

dr Sławomir Wronka, IPJ

Terapia oka



Terapia oka

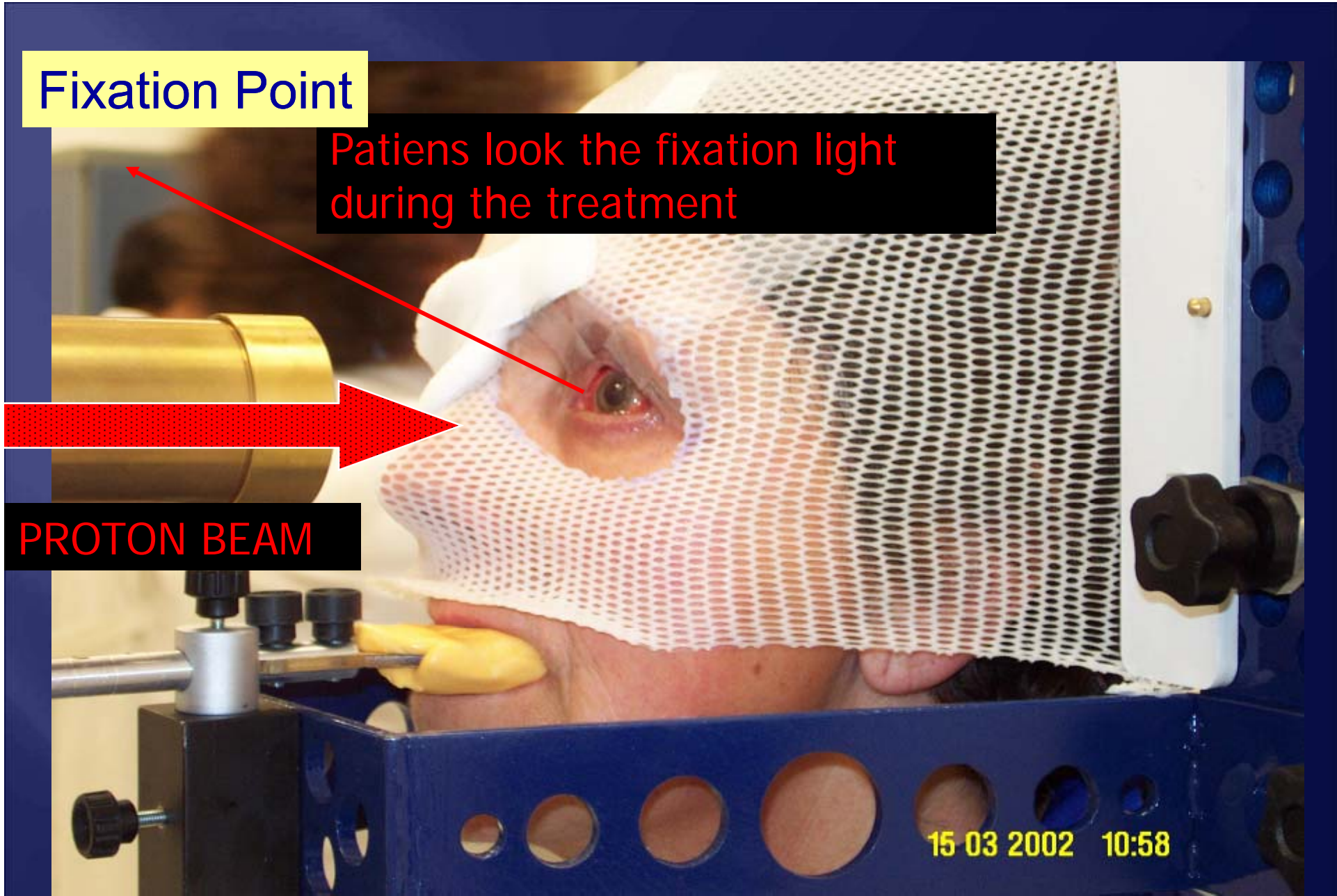


Fixation Point

Patients look the fixation light during the treatment

PROTON BEAM

15 03 2002 10:58



Terapia jonami węgla

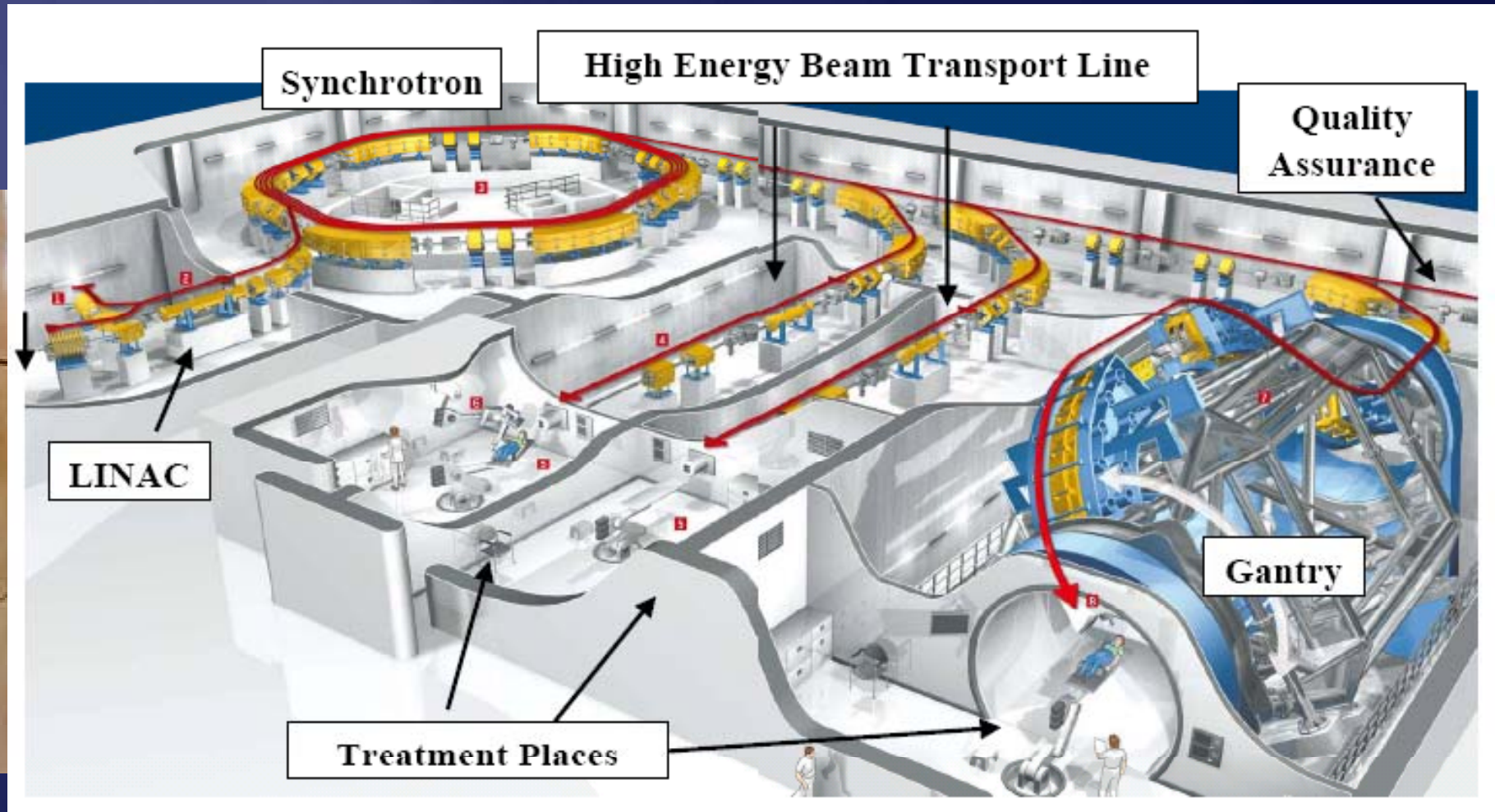
1998 - GSI pilot project

200 patients treated
with carbon ions

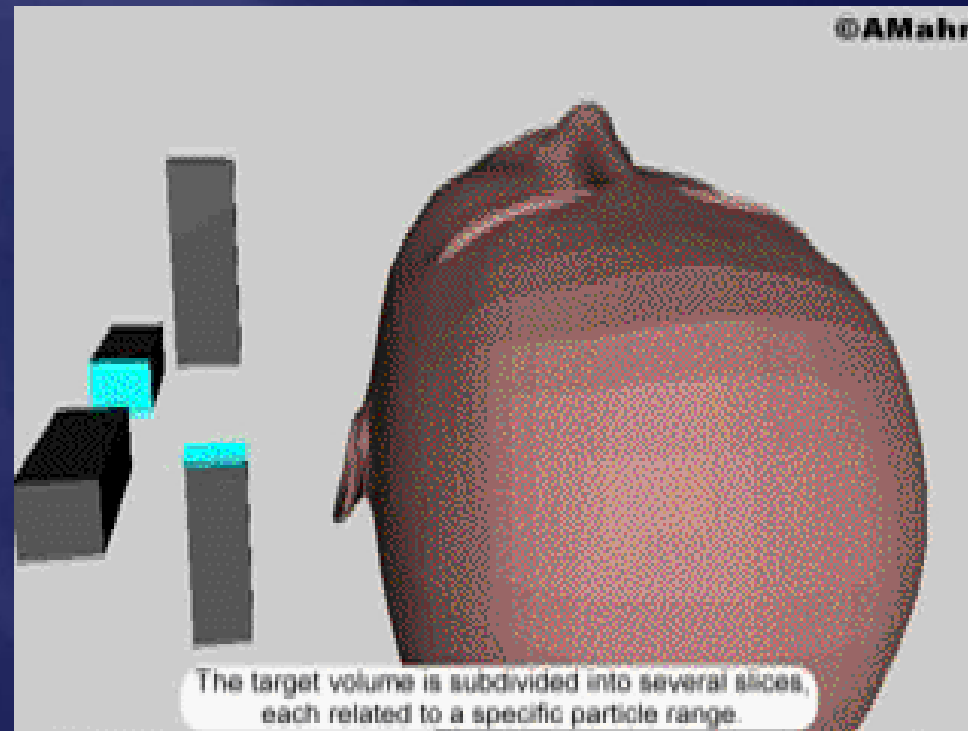


PET on-beam

Terapia C12



Aktywne skanowanie guza



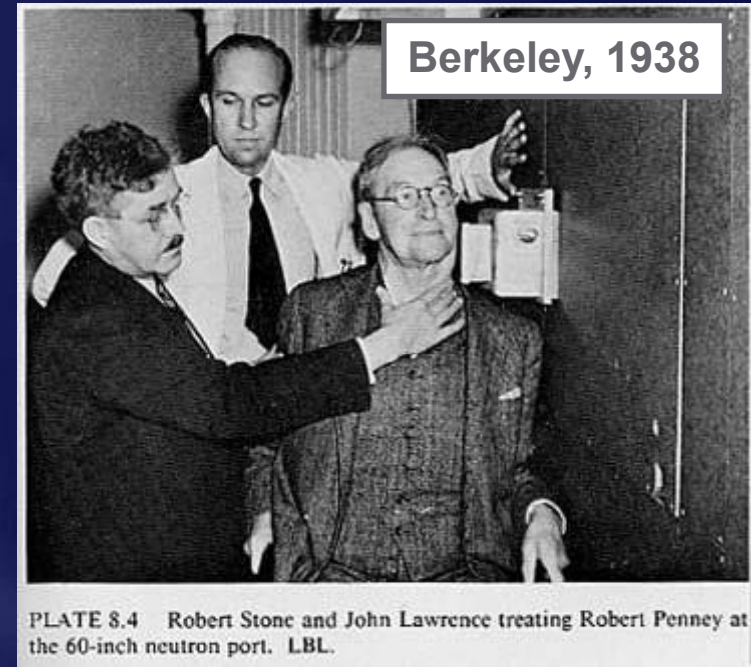
Terapia C12

- ▣ Przewidywana budowa 11 centrów w ciągu najbliższych 5 lat (Austria, Szwecja, Niemcy, Włochy, Francja, Szwajcaria)



Terapia neutronami

- ▣ Rozkład dawki – podobny do fotonów
- ▣ Produkcja w cyklotronie ($p + \text{Be}$)
- ▣ Silne oddziaływanie biologiczne – stosowane do „opornych” guzów

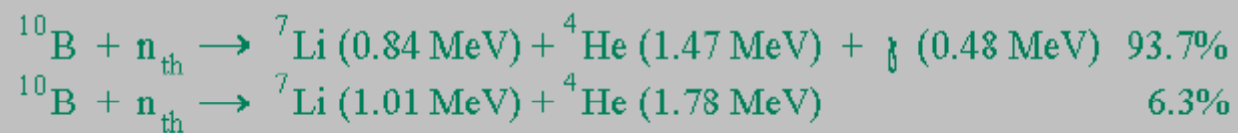
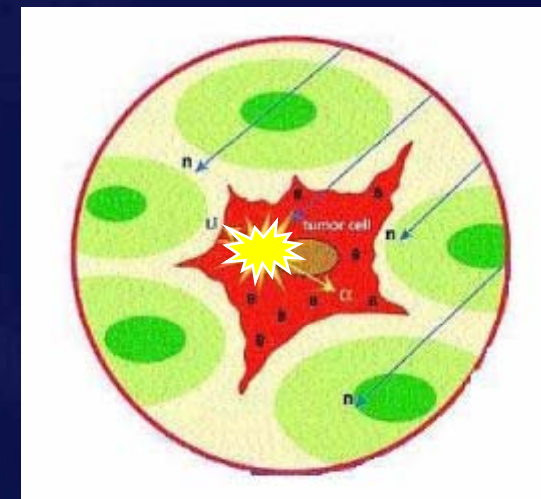
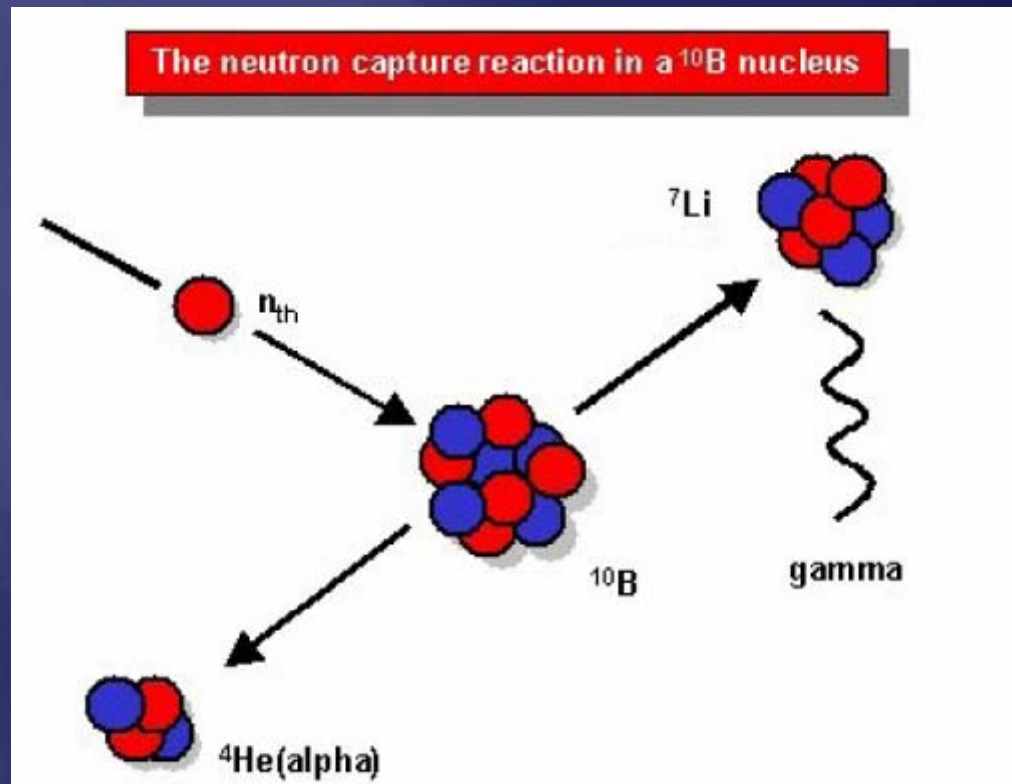


Udział CERN

- ▣ Dwa projekty:
 - **PIMMS** - Proton Ion Medical Machine Study;
 - **LIBO** (LInear BOoster) – akcelerator liniowy podnoszący energię protonów z cyklotronu do ~200 MeV, do leczenia głęboko położonych nowotworów.

Zapraszamy na film

BNCT = boron neutron capture therapy



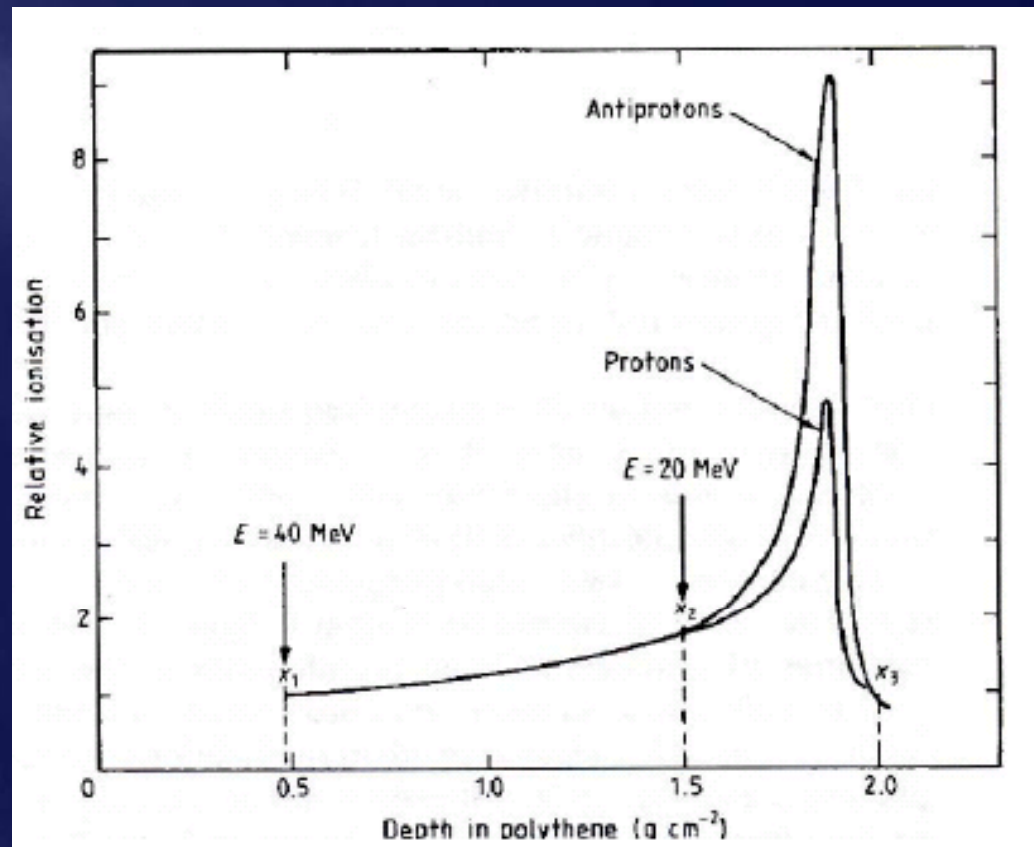
NEUTRON CAPTURE THERAPY FOR OUT OF BODY LIVER

Saverio Altieri

- ▣ Metoda leczenia przerzutów do wątroby
- ▣ Organ usuwamy z ciała pacjenta podając uprzednio roztwór Boru
- ▣ Naświetlamy neutronami
- ▣ Wszczepiamy z powrotem

Przyszłość

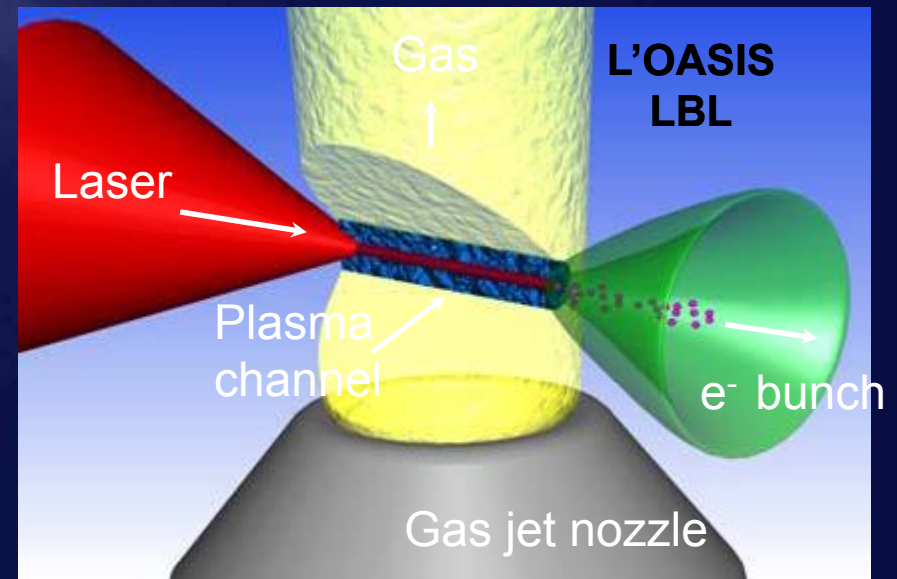
- ▣ Antyprotony ?



Nowe techniki przyspieszania

- ▣ Poszukiwanie dużych gradientów pola przyspieszającego
- ▣ Np: Laser wakefield acceleration

**> 150 GeV/m na odcinku
kilku mm**



Dziękuję za uwagę

