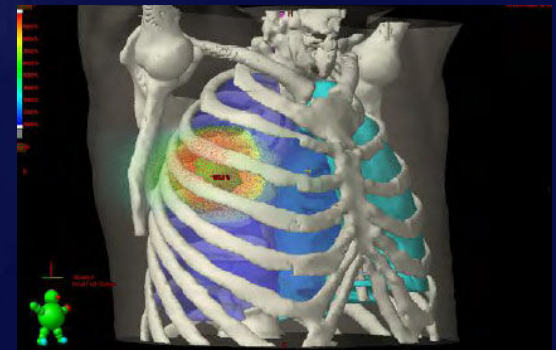


# Accelerators and medicine

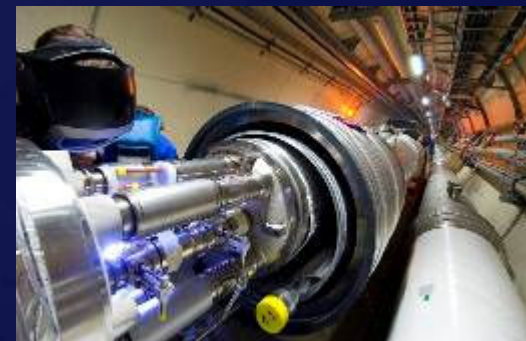
## Akceleratorzy i medycyna



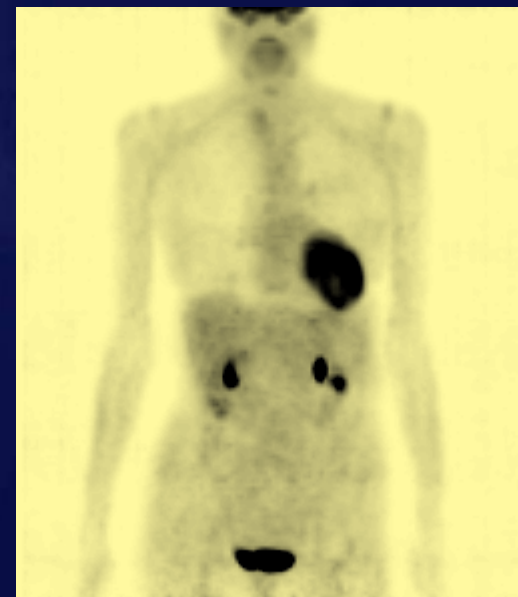
Sławomir Wronka, 27.11.2009r

# Akceleratory – zastosowania

- ▣ Badania naukowe, *CERN*



- ▣ Medycyna



# Medycyna

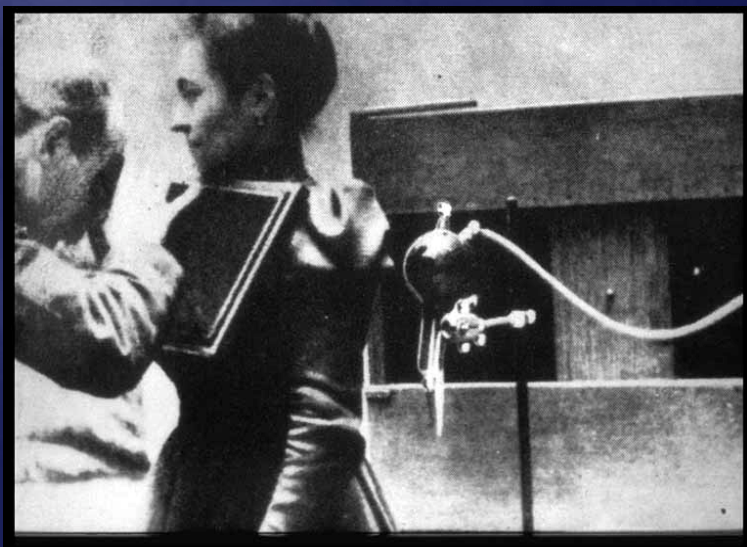
- ▣ Sterylizacja sprzętu
- ▣ Diagnostyka
- ▣ Terapia
  - Radioterapia „standardowa”
  - Radioterapia hadronowa
  - Wykorzystanie neutronów



<http://www.innovia.pl/userfiles/image/radioterapia.jpg>



## Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)



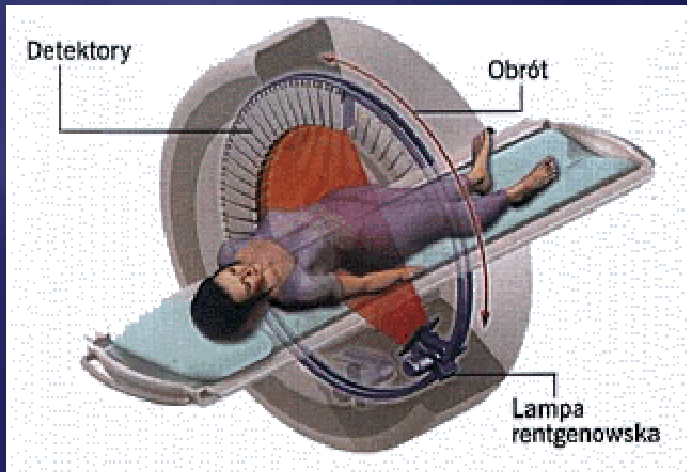
# Tomografia komputerowa - CT



[http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Head\\_CT\\_scan.jpg](http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Head_CT_scan.jpg)



<http://www.philips.oprawy.pl/wydarzenia/2007/tomograf.asp>



[http://www.fizyka.net.pl/index.html?menu\\_file=aktualnosci%2Fm\\_aktualnosci.html&former\\_url=ht tp%3A%2F%2Fwww.fizyka.net.pl%2Fciekawostki%2Fciekawostki\\_m1.html](http://www.fizyka.net.pl/index.html?menu_file=aktualnosci%2Fm_aktualnosci.html&former_url=ht tp%3A%2F%2Fwww.fizyka.net.pl%2Fciekawostki%2Fciekawostki_m1.html)

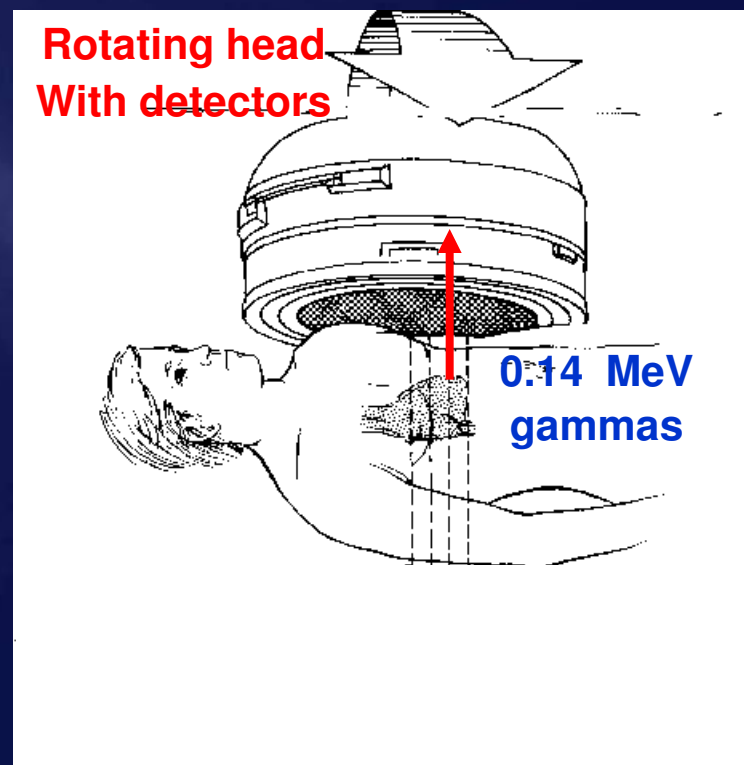
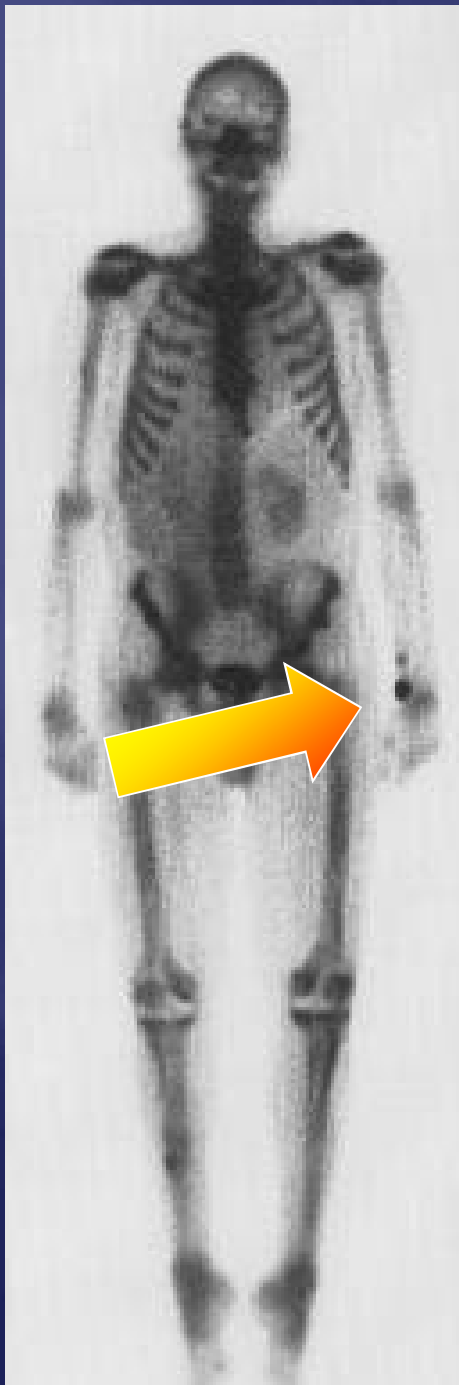
# Medycyna nuklearna

- 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.**



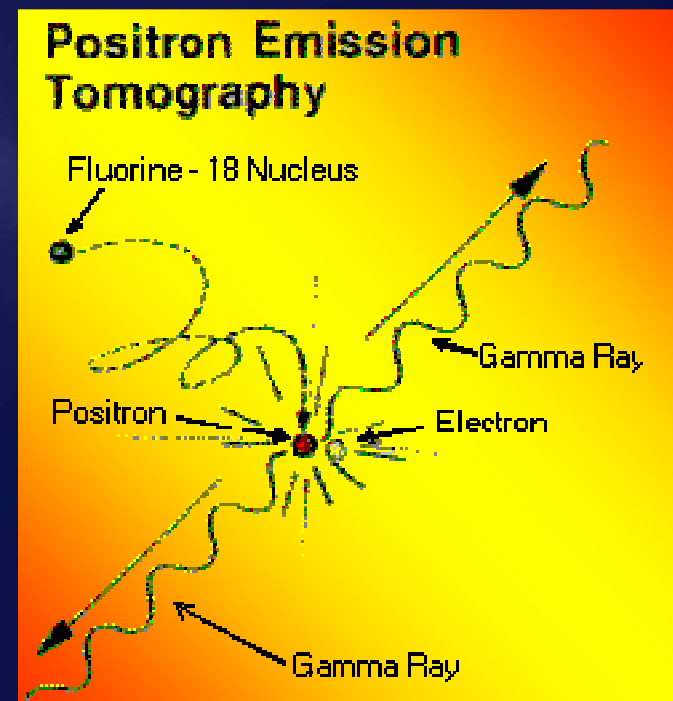
# SPECT scanner

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



# Positron Emission Tomography (PET)

- ▣ Pacjent otrzymuje emiter pozytonów
- ▣ Obserwujemy efekt anihilacji



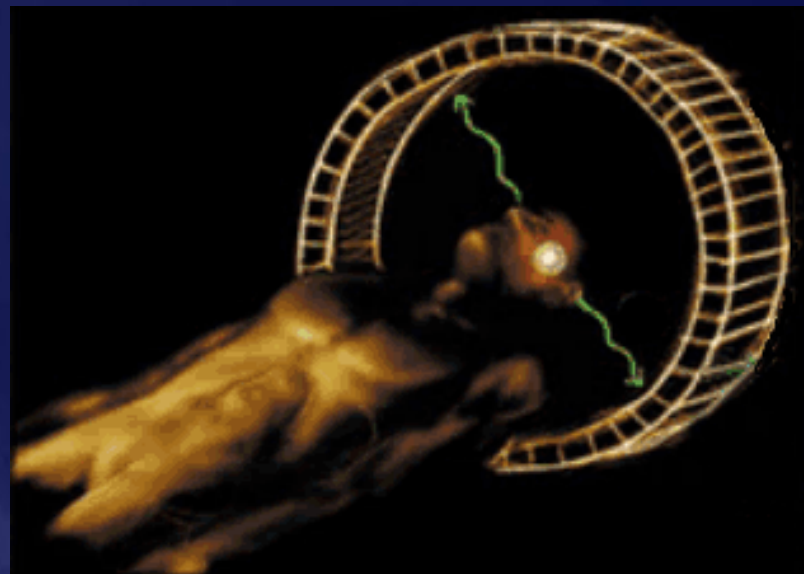
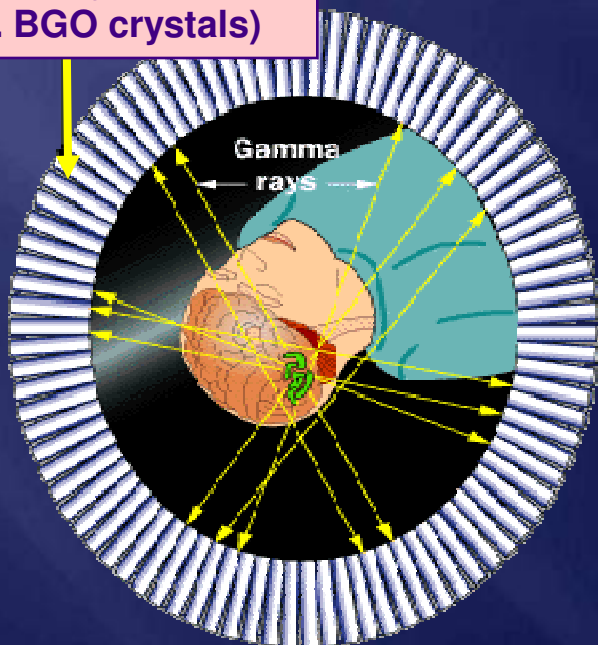
Saverio Braccini



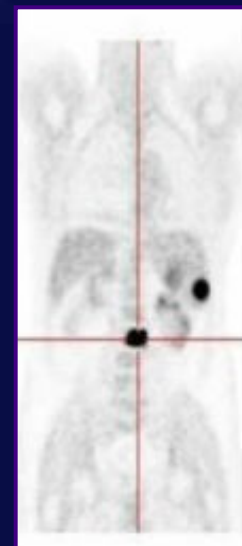
# Positron Emission Tomography (PET)

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

Gamma ray detectors  
(Ex. BGO crystals)

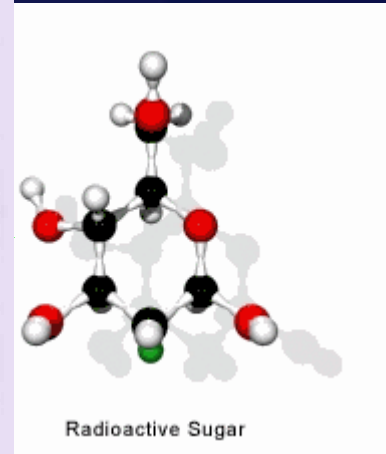
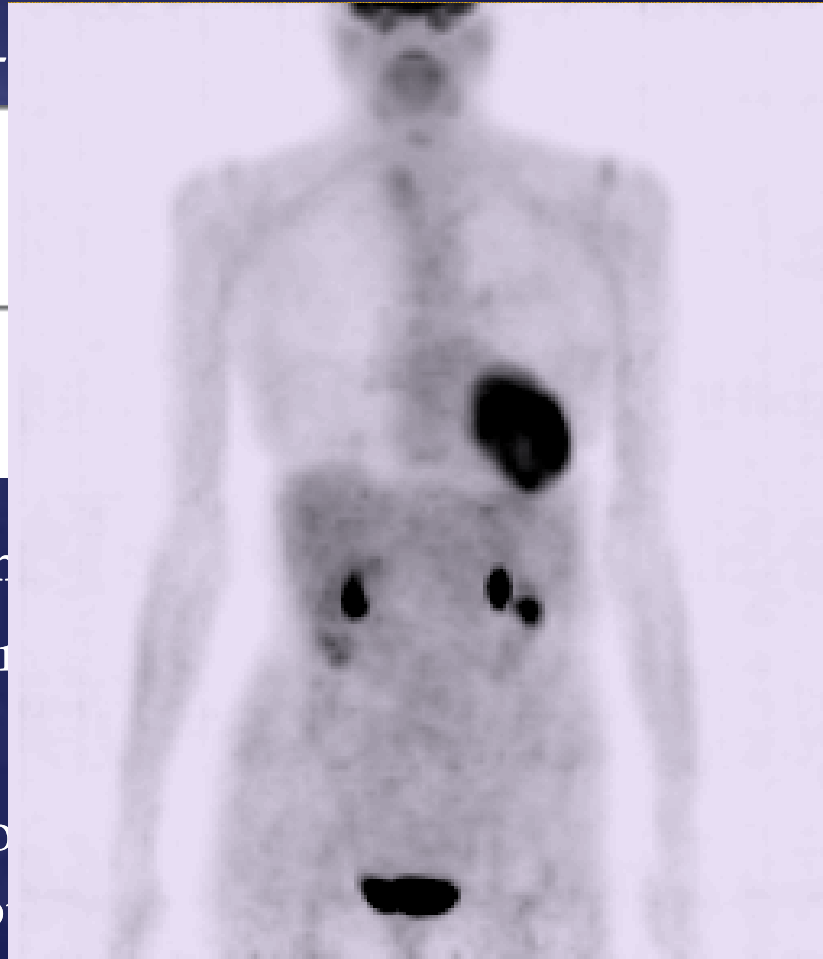
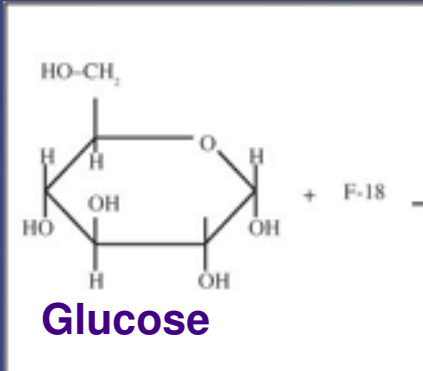


Izotop	Czas połowicznego rozpadu [min]	Maksymalna energia pozytonu [MeV]
$^{11}\text{C}$	20,3	0,96
$^{13}\text{N}$	9,97	1,19
$^{15}\text{O}$	2,03	1,70
$^{18}\text{F}$	109,8	0,64
$^{68}\text{Ga}$	67,8	1,89
$^{82}\text{Rb}$	1,26	3,15



# Jak to działa ?

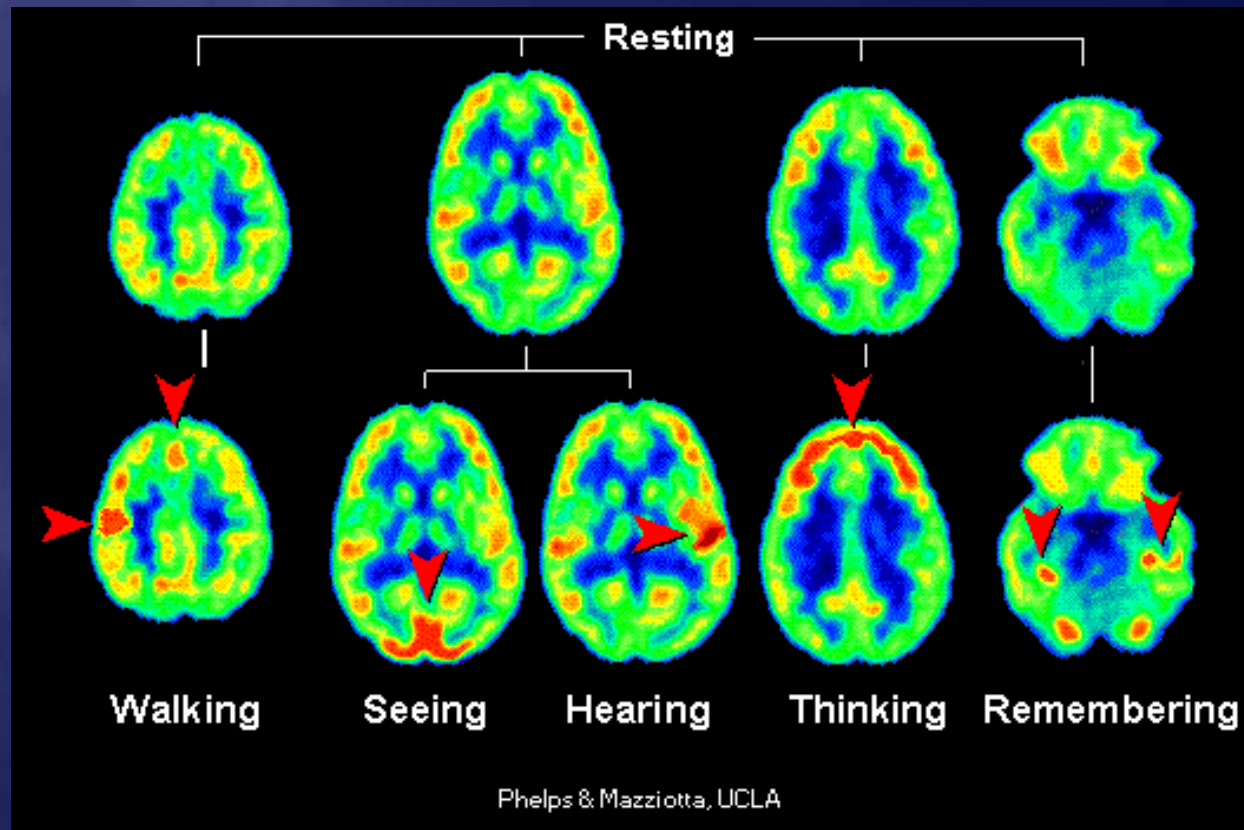
- ▣ Produkcja  $^{18}\text{F}$  wiązką protonów
- ▣ Fluoro-Deoxy-D-



- ▣ FDG wstrzykujemy
- ▣ FDG jest transportowany
- ▣ Koncentracja jest
- ▣ Nowotwór jako ośrodek
- ▣ się w postaci „hot spot”

glukozy  
glukozę objawia

# Badania funkcjonalności



# PET - CT



+



=



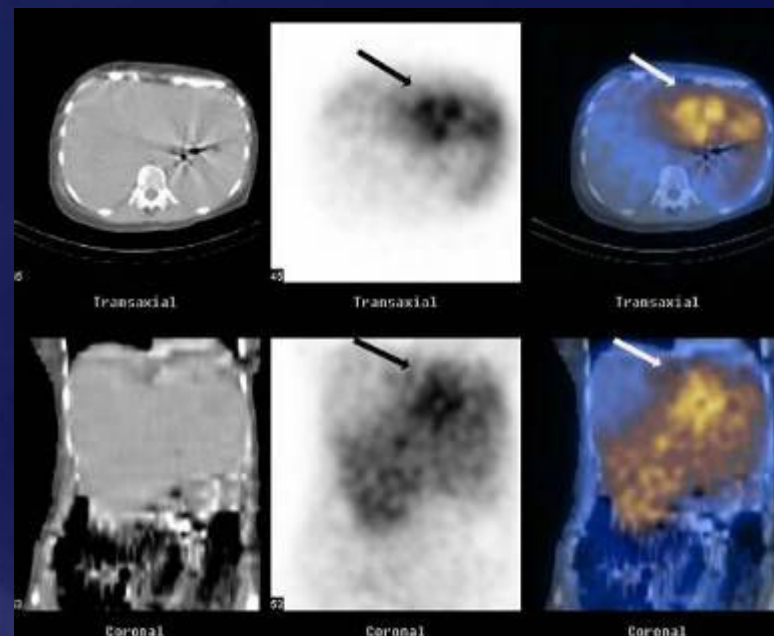
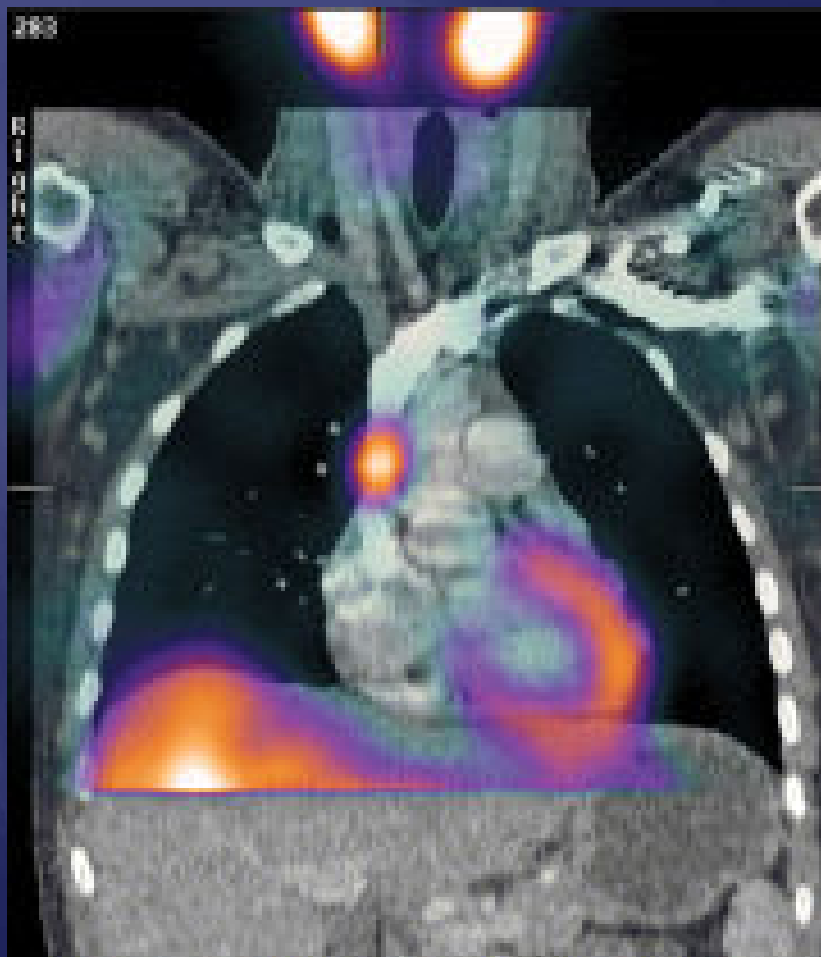
+



=



# SPECT-CT



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

[www.hermesmedical.com](http://www.hermesmedical.com)

# Bezpieczeństwo

<i>typ badania</i>	<i>dawka [mSv]</i>	
rentgen klatki piersiowej	ok. 0,05	0,0003%
tomografia komputerowa klatki piersiowej	ok. 10	
scyntygrafia znakowaną immunoglobuliną (poszukiwanie ognisk zapalnych)	ok. 2,8	
scyntygrafia perfuzyjna mózgu (SPECT)	ok. 8,1	
roczna dawka promieniowana naturalnego	ok. 2,6	0,013 %

**Źródłem promieniowania jest sam pacjent** - aparatura diagnostyczna służy jedynie do rejestracji tego promieniowania. Długość trwania badania nie wpływa więc na narażenie radiologiczne pacjenta. Wbrew powszechnemu przekonaniu **narażenie radiologiczne pacjenta podczas badań scyntygraficznych jest mniejsze niż np. w przypadku wykonywania tomografii komputerowej**

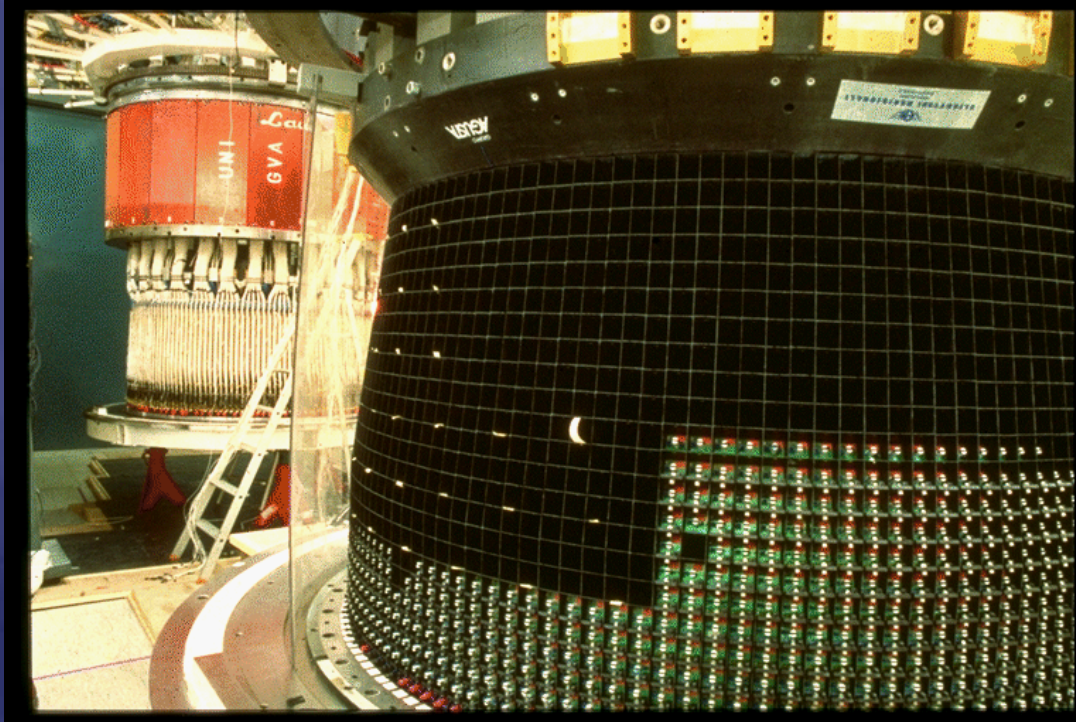
# Diagnostyka medyczna

## ▣ 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)



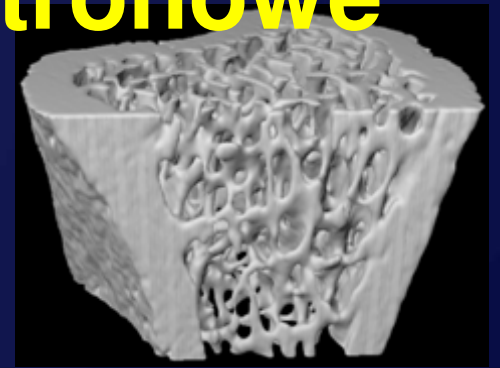
**BGO crystals have been developed for detectors in particle physics**

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

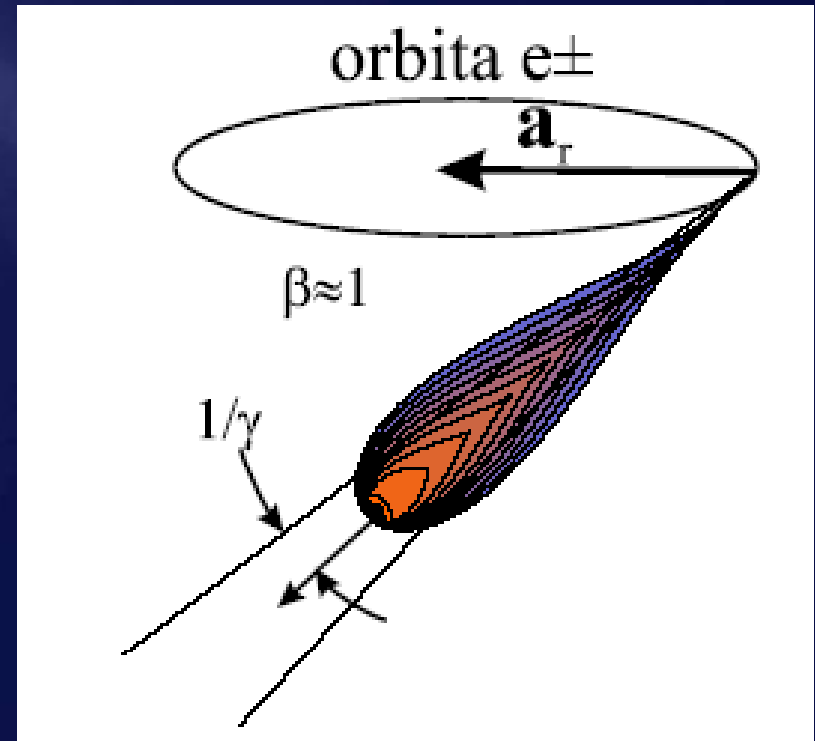
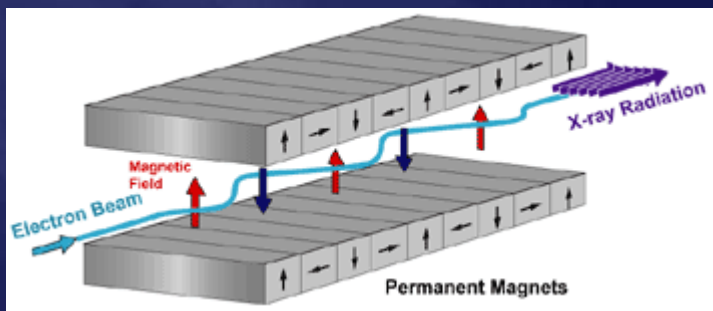
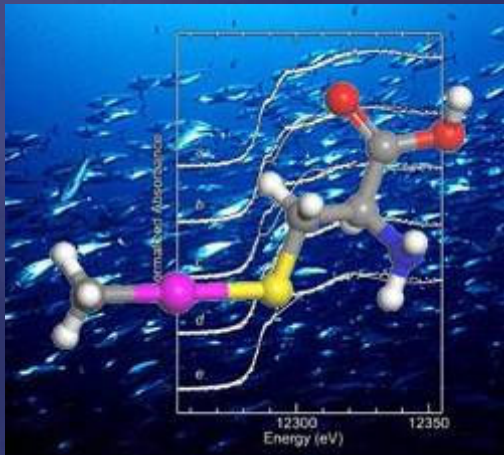
*Saverio Braccini*



# Promieniowanie synchrotronowe

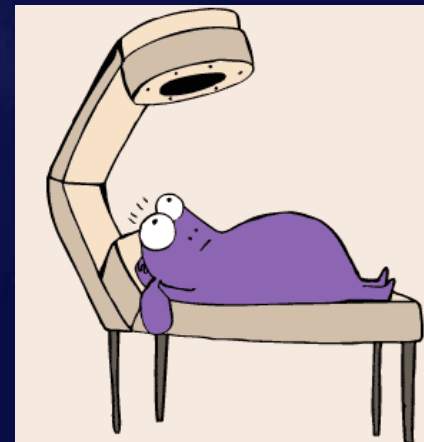


- Medycyna, biologia, chemia, fizyka, ochrona środowiska...

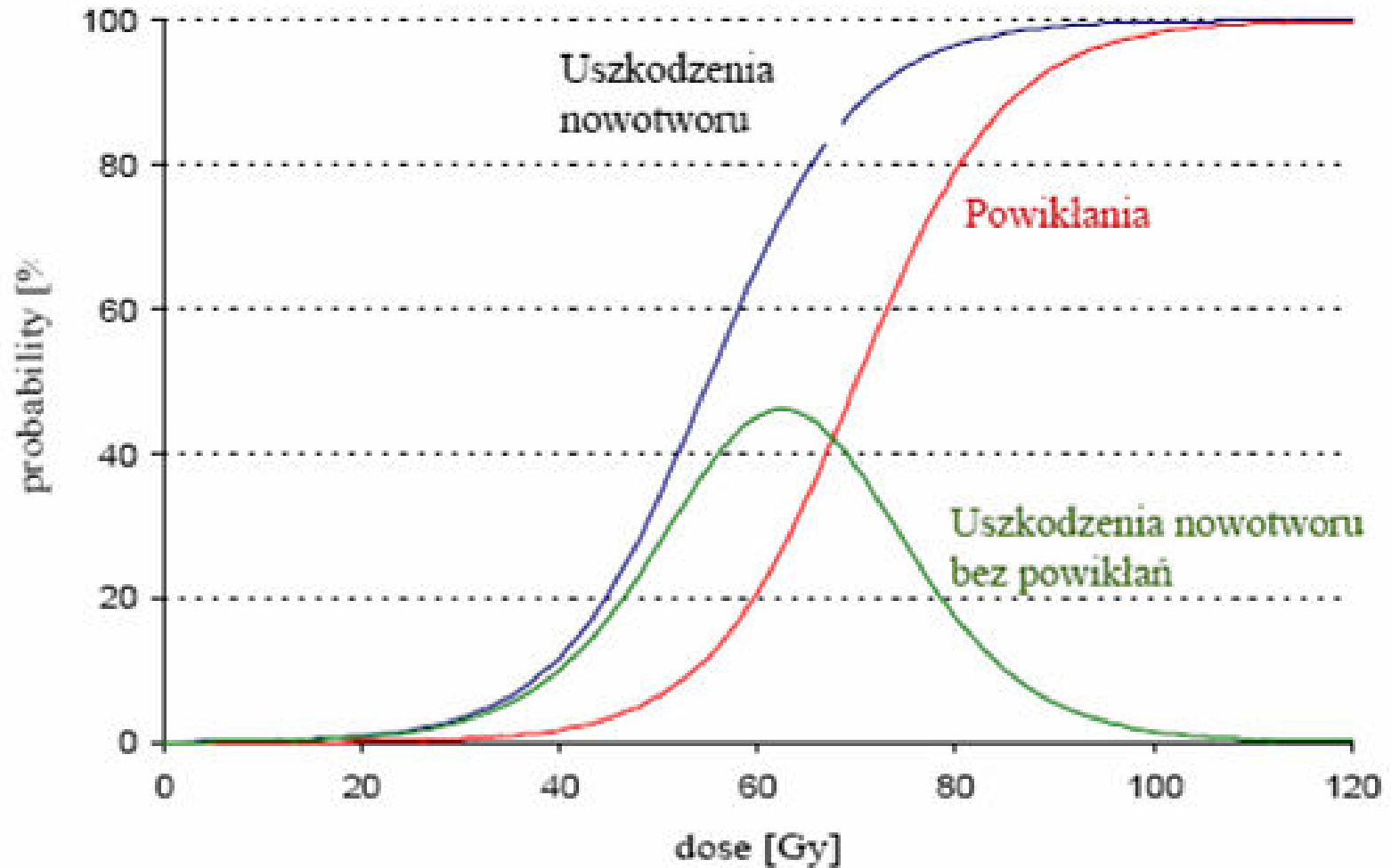


# Wykorzystanie niszczących właściwości promieniowania do terapii nowotworów

- ▣ Umiemy budować urządzenia wytwarzające wiązki promieniowania o wysokich energiach – **akceleratorzy**.
- ▣ Stosowane powszechnie w jednej z trzech metod leczenia nowotworów:
  - chirurgia,
  - chemioterapia,
  - radioterapia.



# Reguły prawidłowej radioterapii



# Radioterapia: X, e<sup>-</sup>

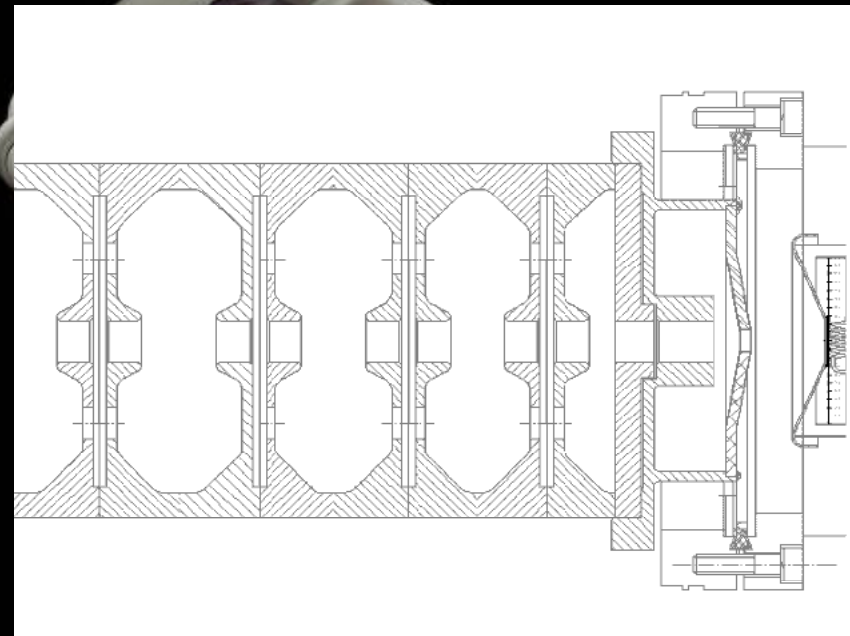
[http://www.fuw.edu.pl/~marta/Fizyka\\_jadrowa\\_w\\_medycynie.pdf](http://www.fuw.edu.pl/~marta/Fizyka_jadrowa_w_medycynie.pdf)



[http://www.royalfree.nhs.uk/imgs/site/radiotherapy\\_webpage\\_003.jpg](http://www.royalfree.nhs.uk/imgs/site/radiotherapy_webpage_003.jpg)

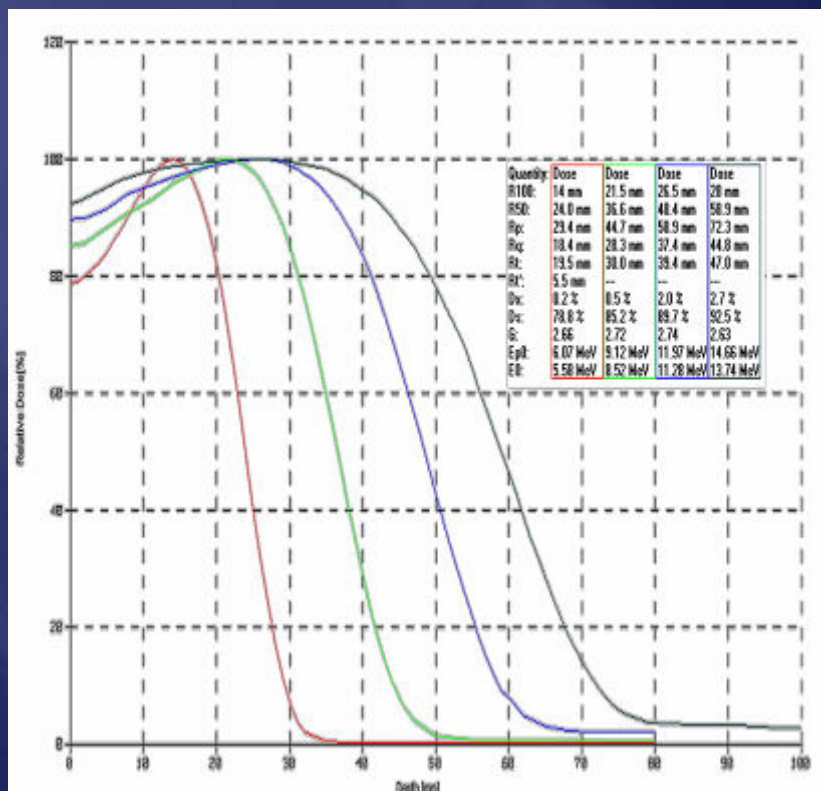


<http://www.mamhakanaraka-staszic.cba.pl/radioterapia.jpg>

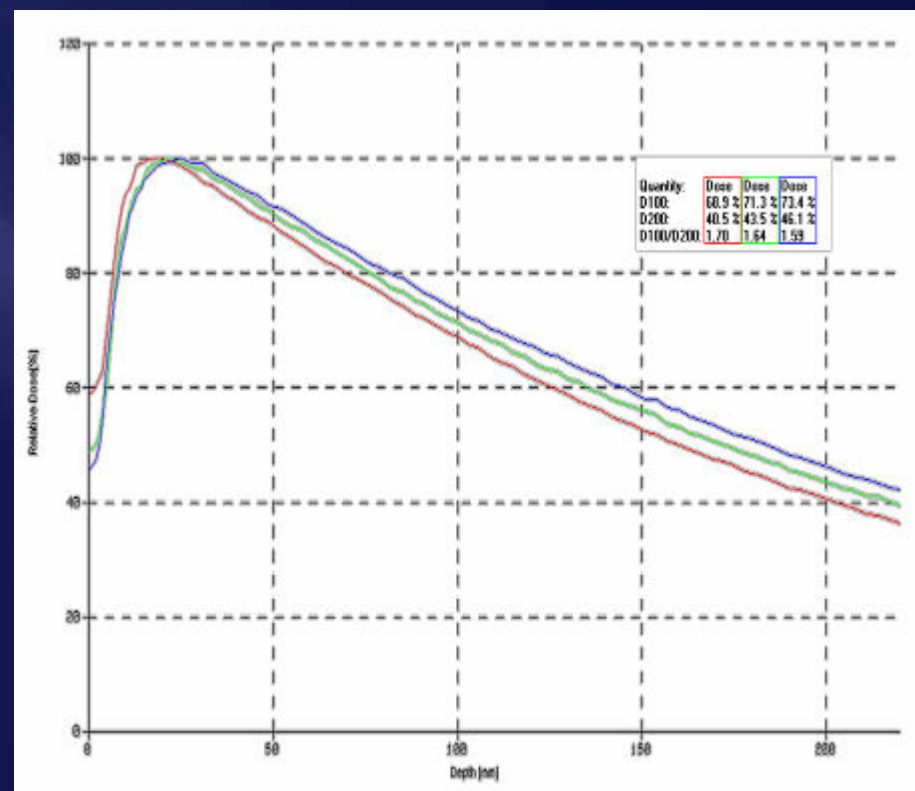


<http://www.libredecancer.com/tecnologia/radioterapia-conformal.php>

# Rozkład dawki dla e<sup>-</sup> i X



10cm

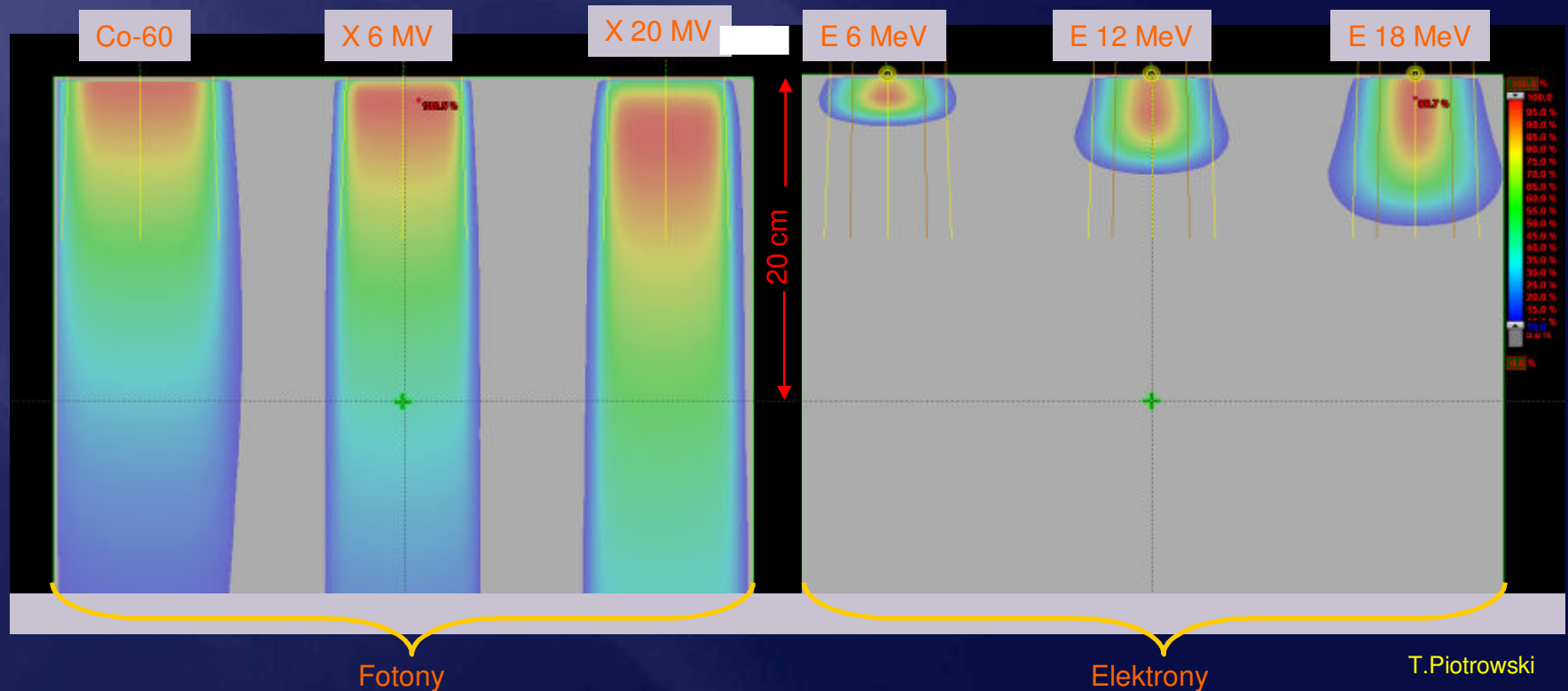


10cm

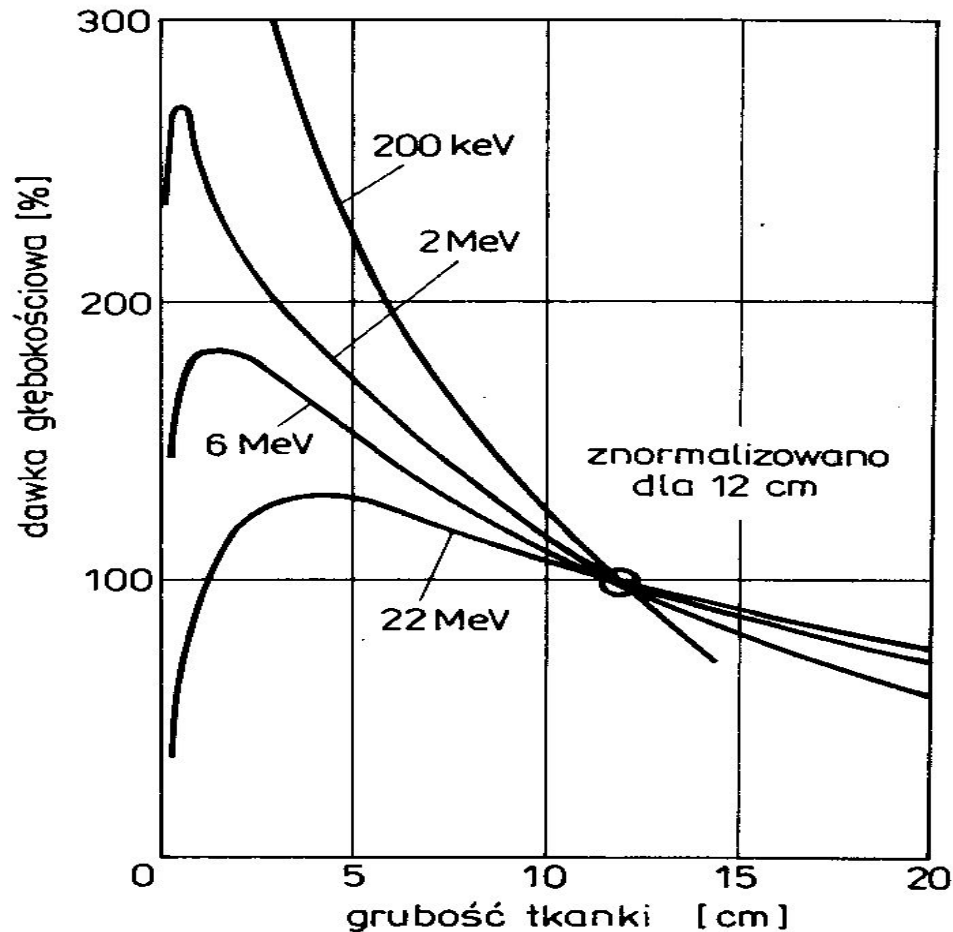
20cm

# Energia promieniowania

Wybór rodzaju i energii promieniowania uzależniony jest od lokalizacji obszaru napromieniania w ciele pacjenta.

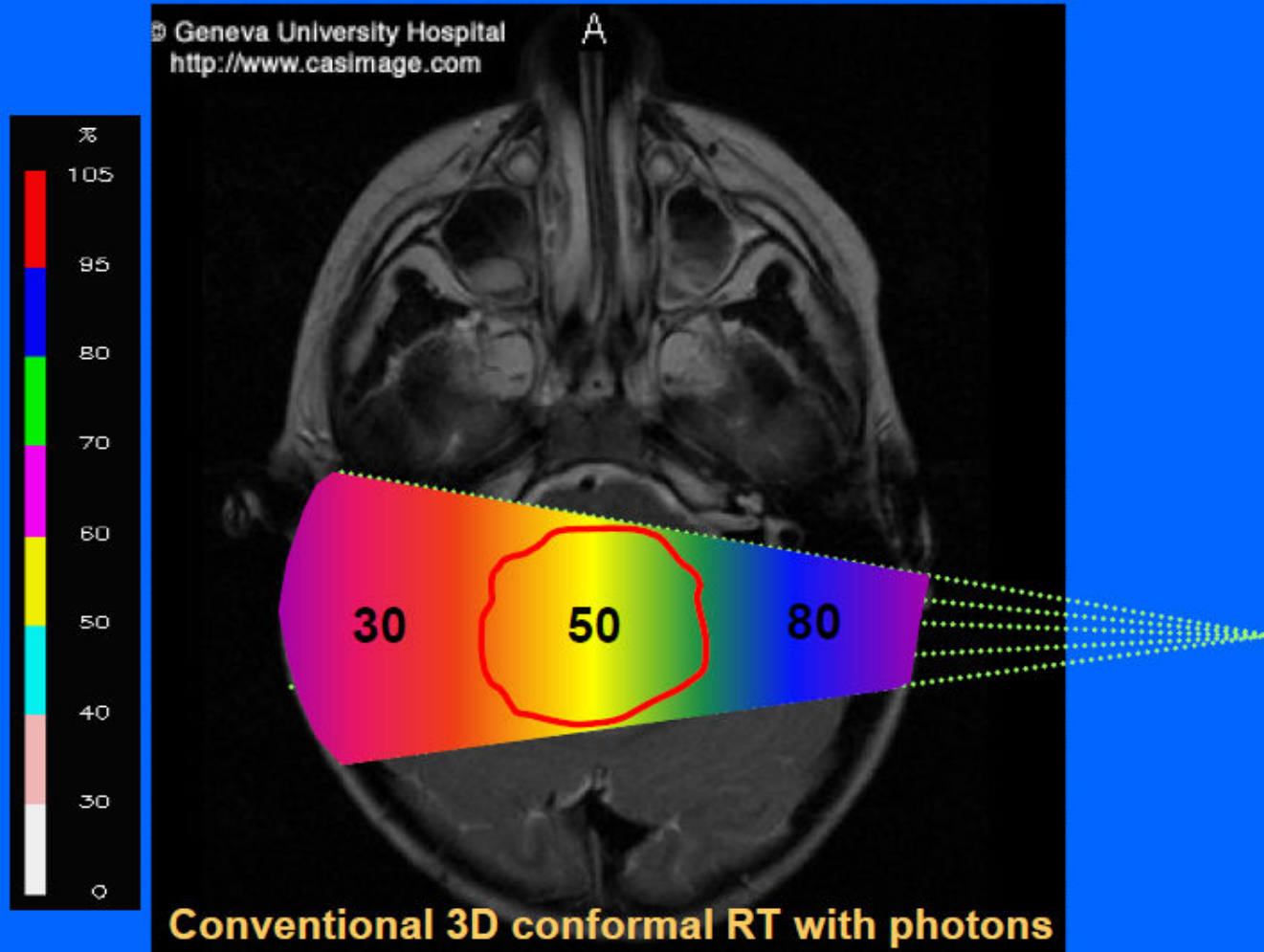


# Rozkłady gł boko ciowe promieniowania X i

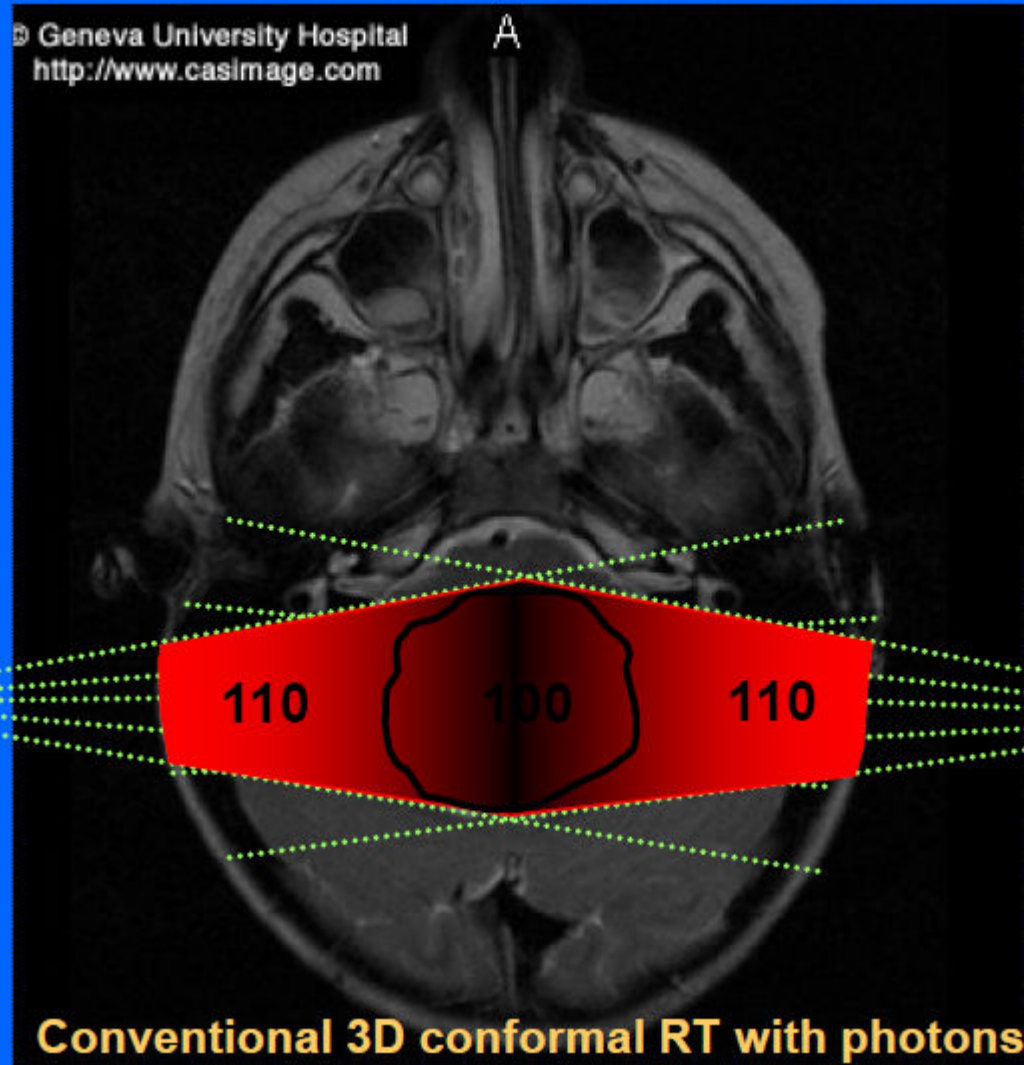


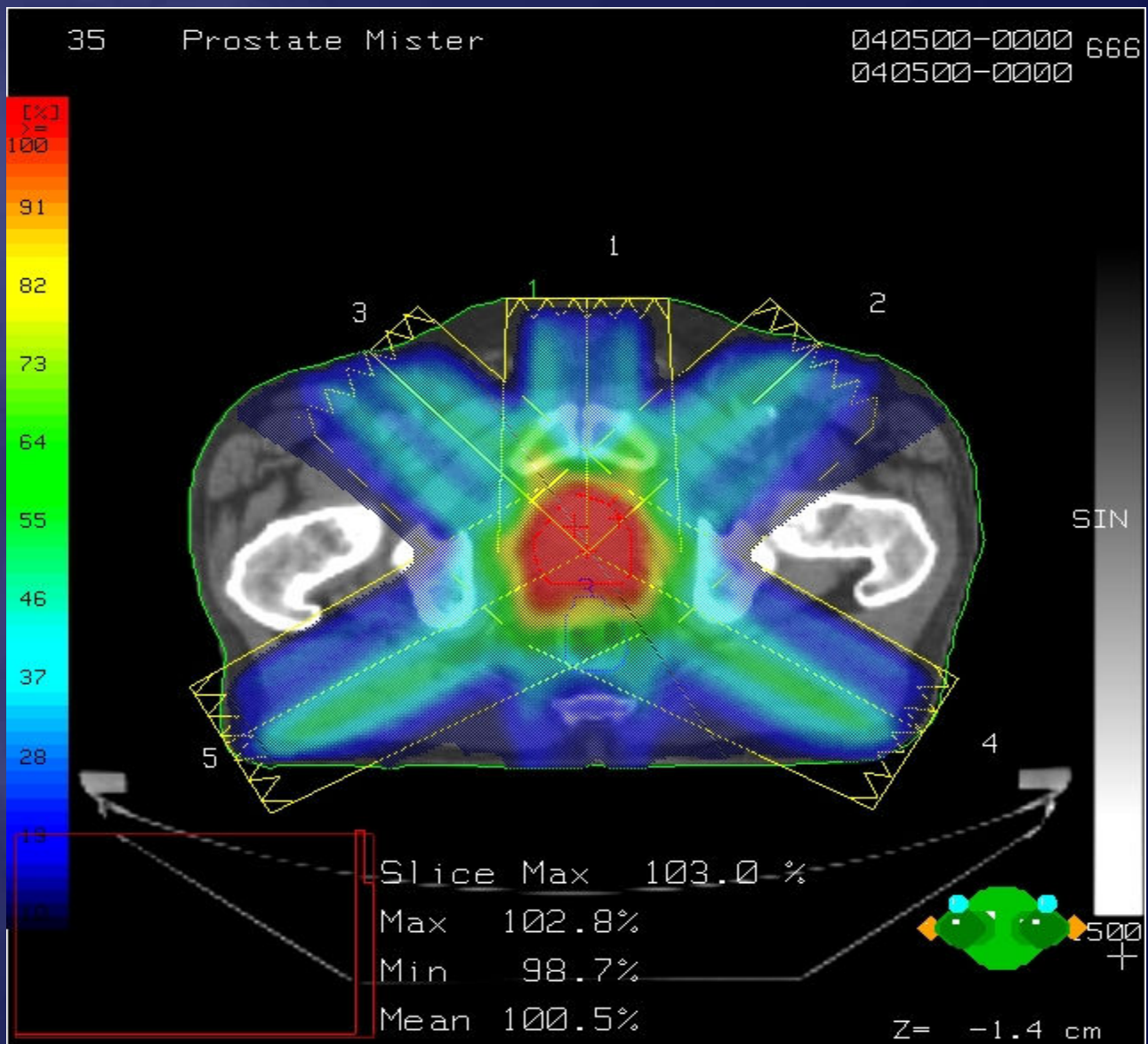
W.Scharf

# Wi zki fotonowe



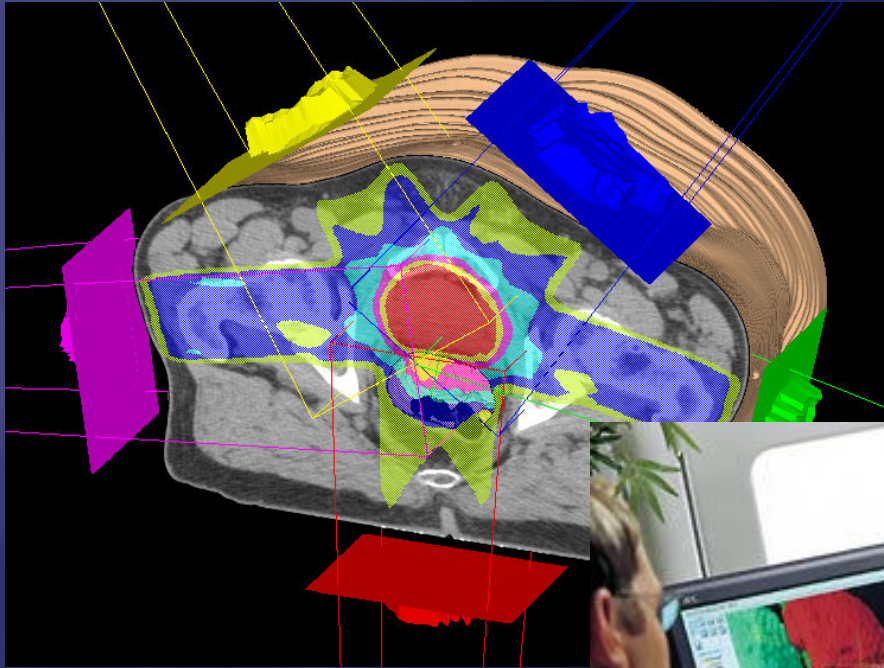




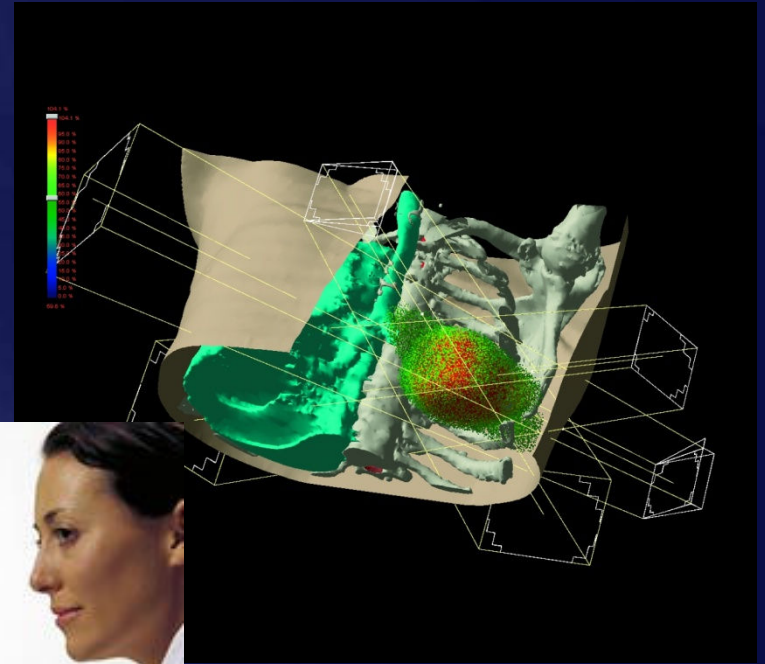


<http://varian.mediaroom.com/file.php/141/Dose+distrib+IMRT+prostate.jpg>

# Planowanie leczenia



[http://www.aocr.com/images/imrt\\_znb1.jpg](http://www.aocr.com/images/imrt_znb1.jpg)



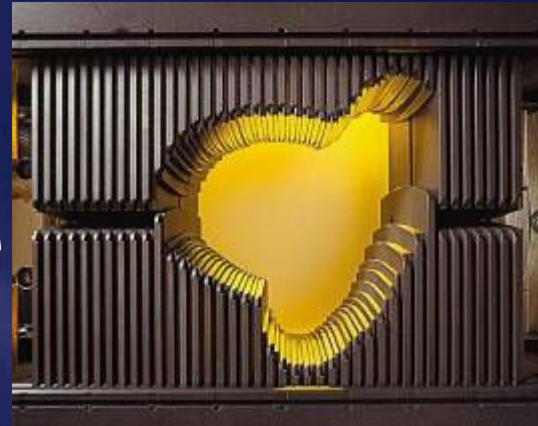
[diaroom.com/file.php/122/Eclipse+lung+plan.jpg](http://diaroom.com/file.php/122/Eclipse+lung+plan.jpg)



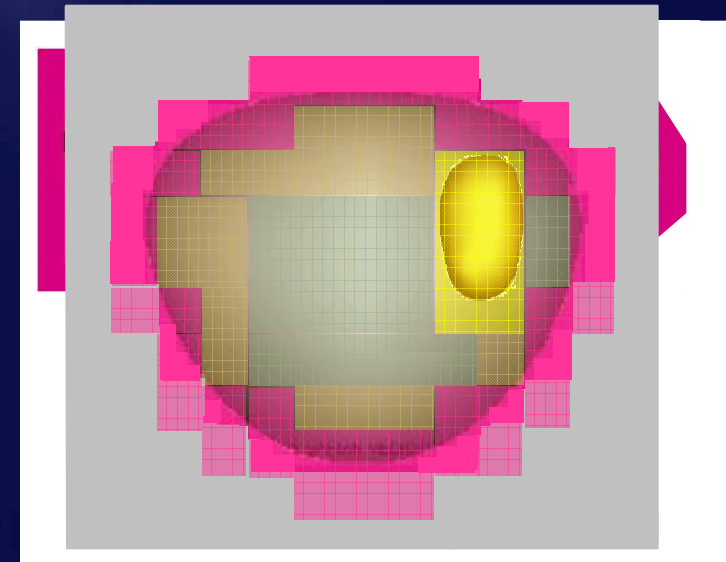
[http://www.elekta.com/assets/precision\\_radiation\\_therapy/images/Treatment%20Planning.jpg](http://www.elekta.com/assets/precision_radiation_therapy/images/Treatment%20Planning.jpg)

# Współczesne wyposażenie

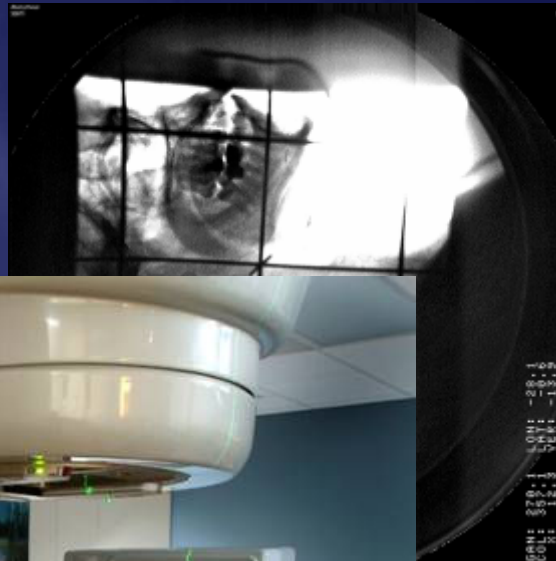
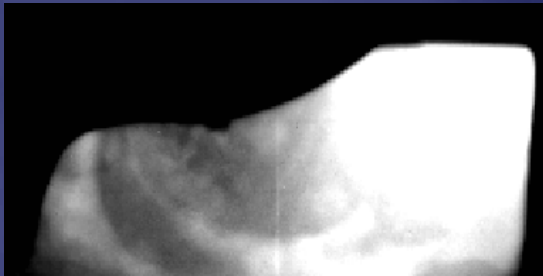
- ▣ MLC kolimator
- ▣ Leczenie prowadzone obrazowaniem



Varian



# Portal Imaging



[www.bioscan.ch](http://www.bioscan.ch)



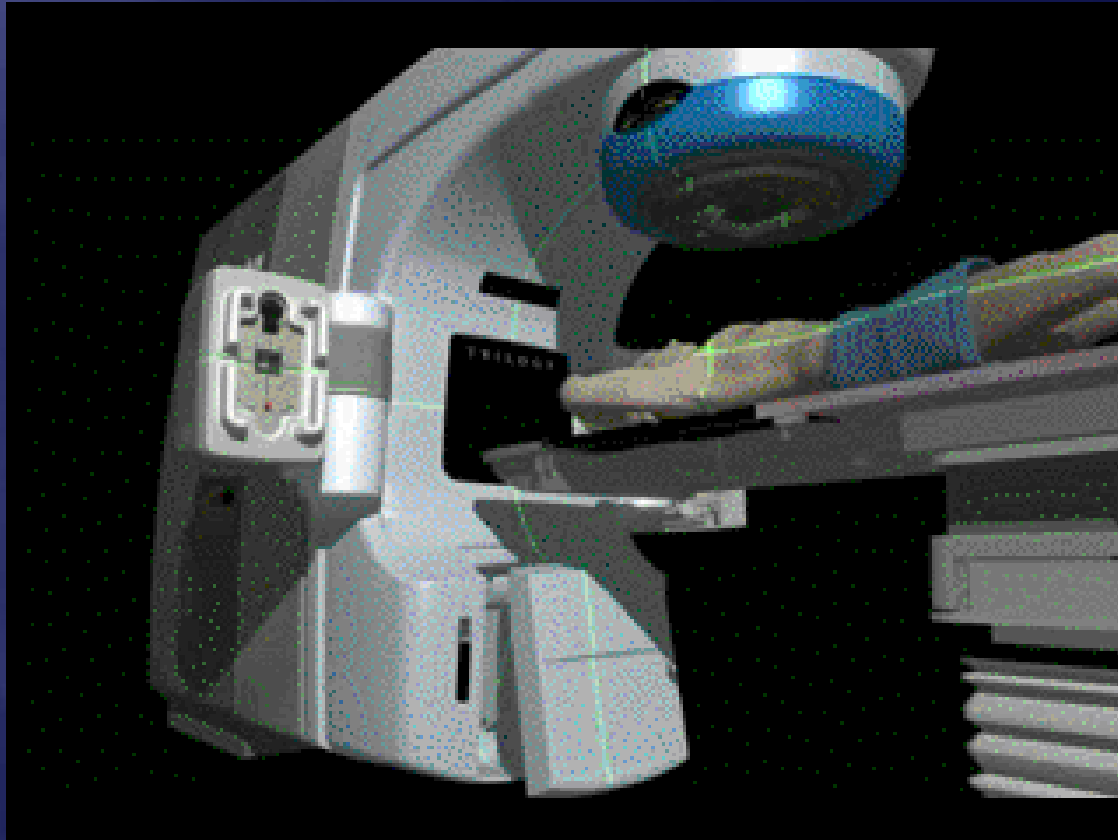
Varian



2009-11-27

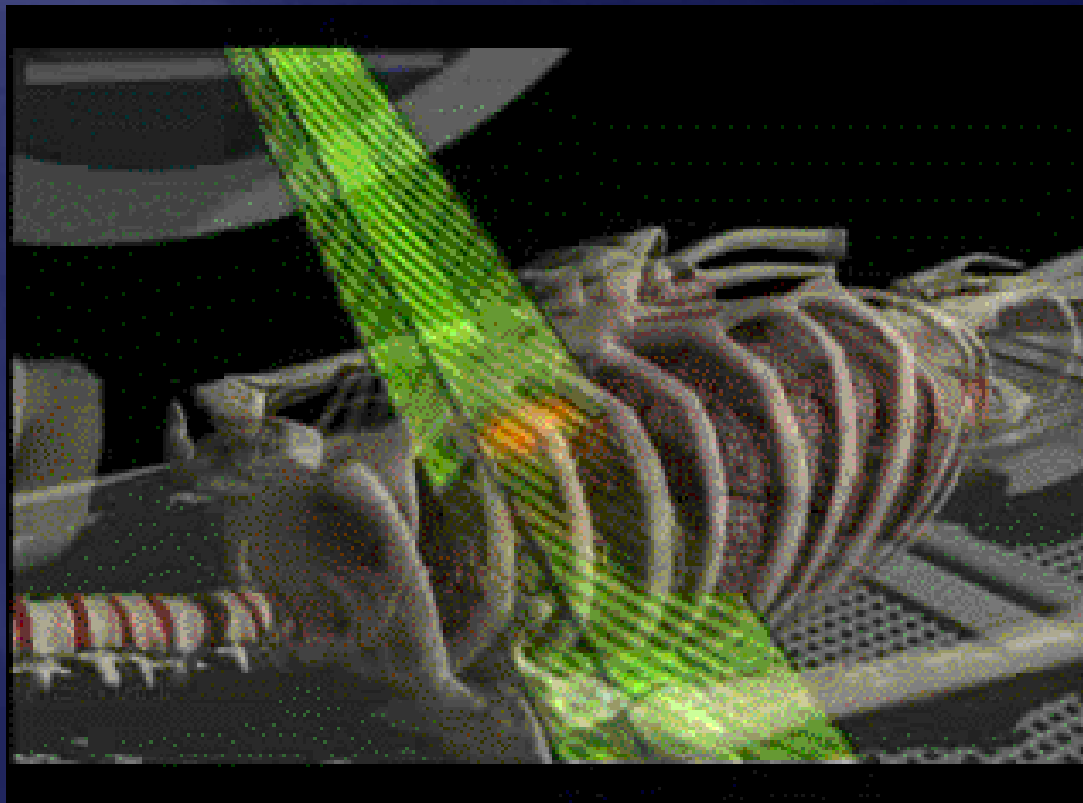
Andrew M. Sessler  
Lawrence Berkeley National  
Laboratory

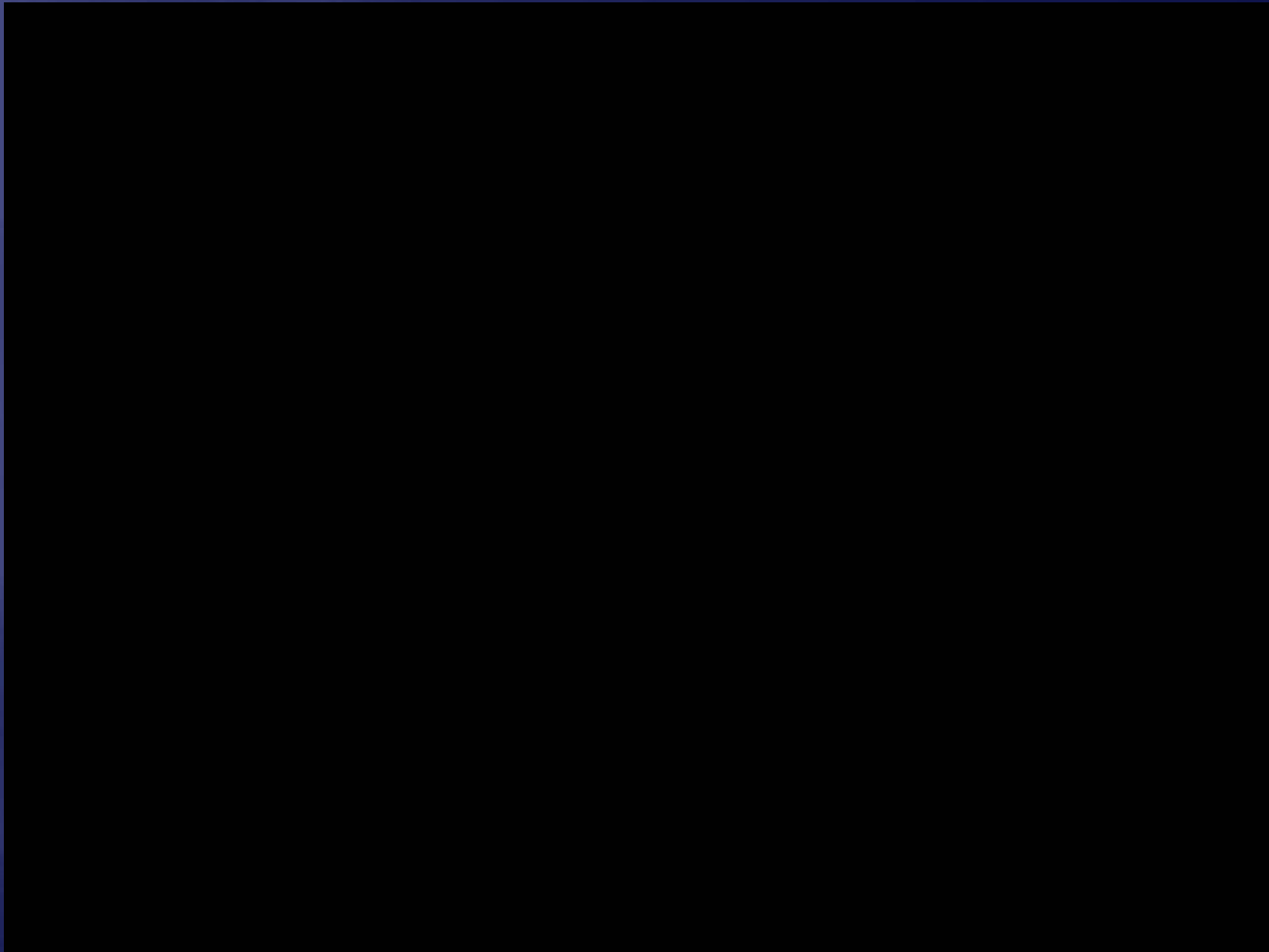
dr Sławomir Wronka, IPJ



Varian  
[www.youtube.com](http://www.youtube.com)

# „Bramkowanie” oddechem





[http://www.sw.org/web/patientsAndVisitors/iwcontent/public/RadiationOncology/en\\_us/html/RadiationOncology\\_IMRT\\_MLCModulate.html](http://www.sw.org/web/patientsAndVisitors/iwcontent/public/RadiationOncology/en_us/html/RadiationOncology_IMRT_MLCModulate.html)

2009-11-27

dr Sławomir Wronka, IPJ



# IORT



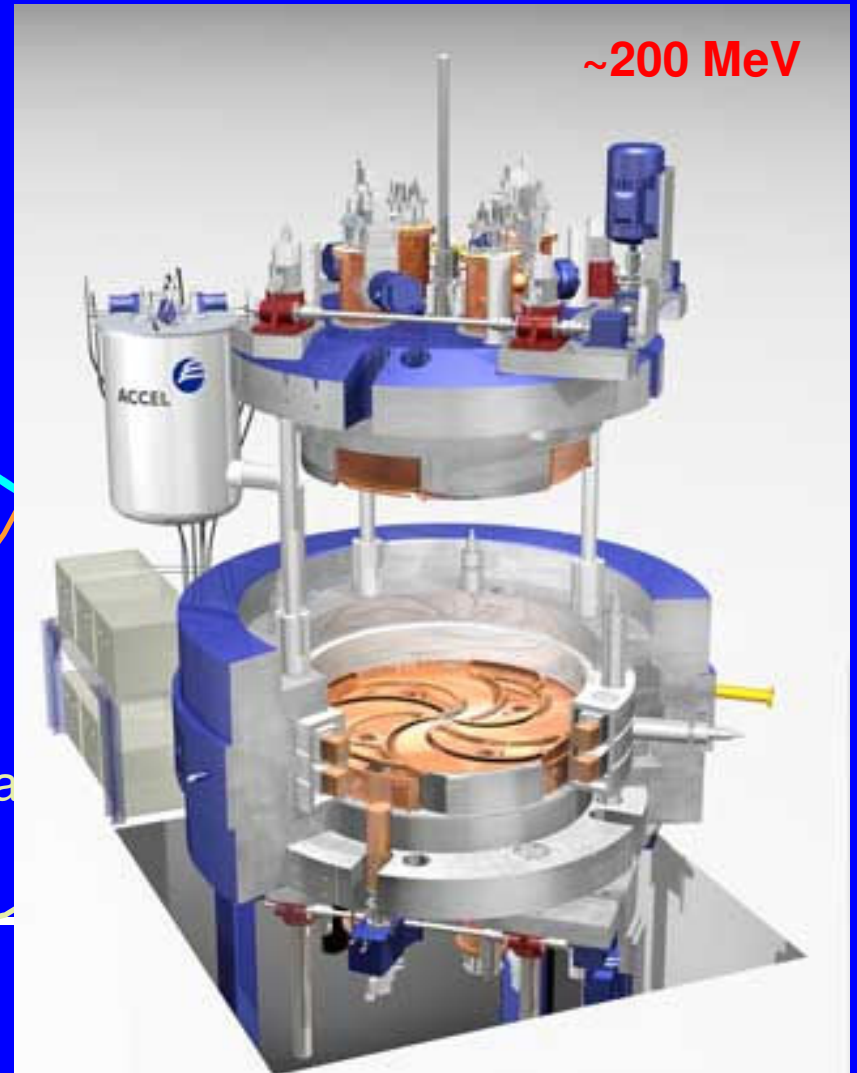
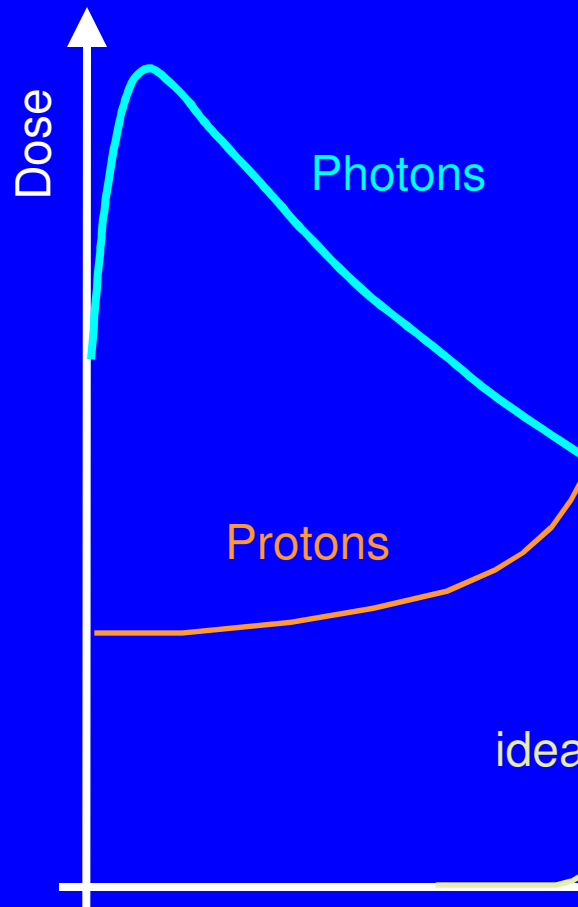
Medical Applications of Particle Physics  
*Saverio Braccini*

# Robotic Arm (Cyber Knife)

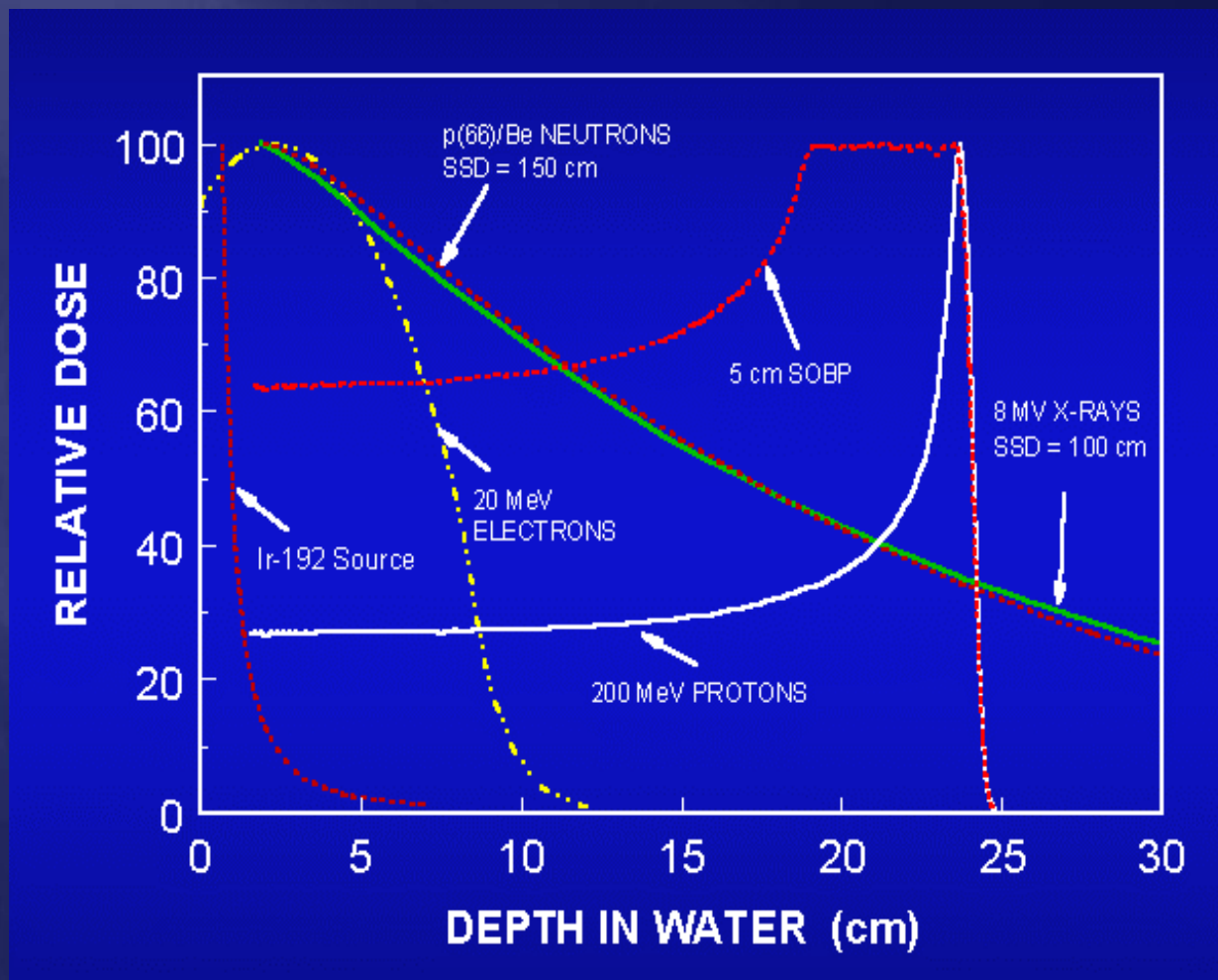


<http://neoavatara.files.wordpress.com/2008/12/cyberknife.jpg>

# The ideal depth-dose distribution?

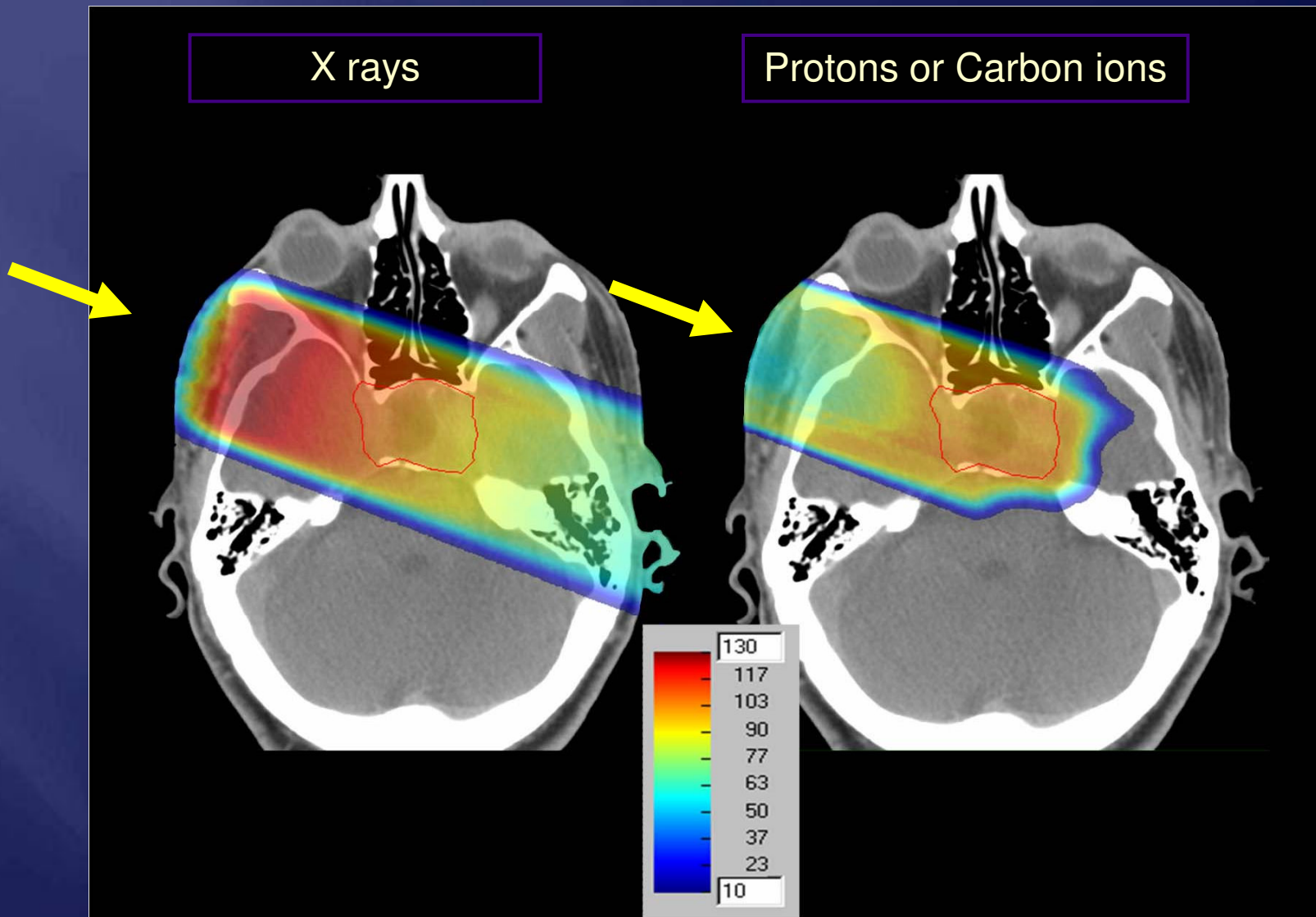


# Czym naświetlać pacjenta ?



<http://www.iucf.indiana.edu/proton/images/depdose.gif>

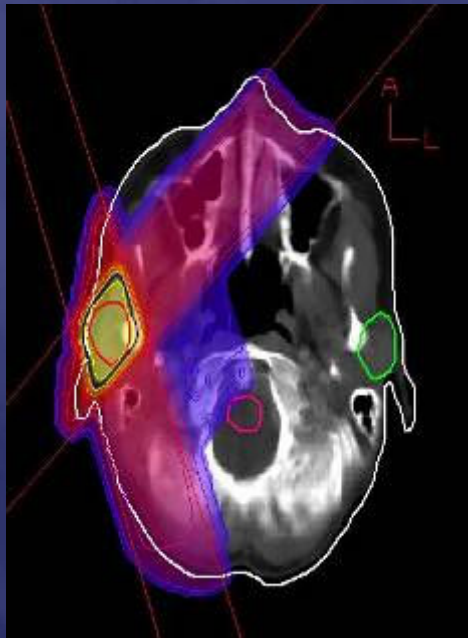
# X-rays vs protons



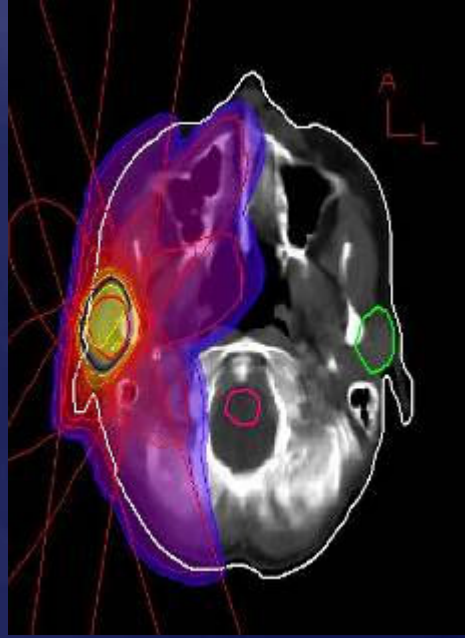
# Comparison of Treatment Plans

## Glandula parotid cancer

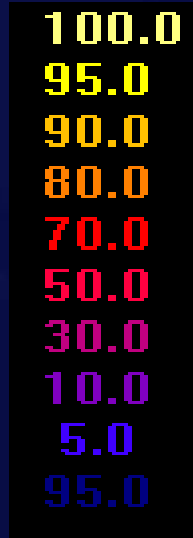
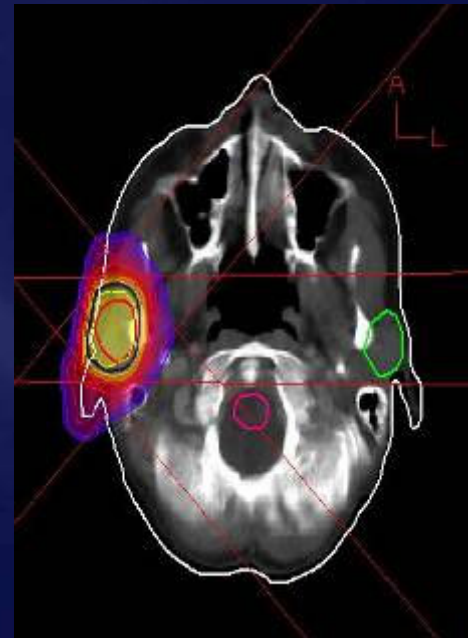
Photons 2 fields



Photons 5 fields

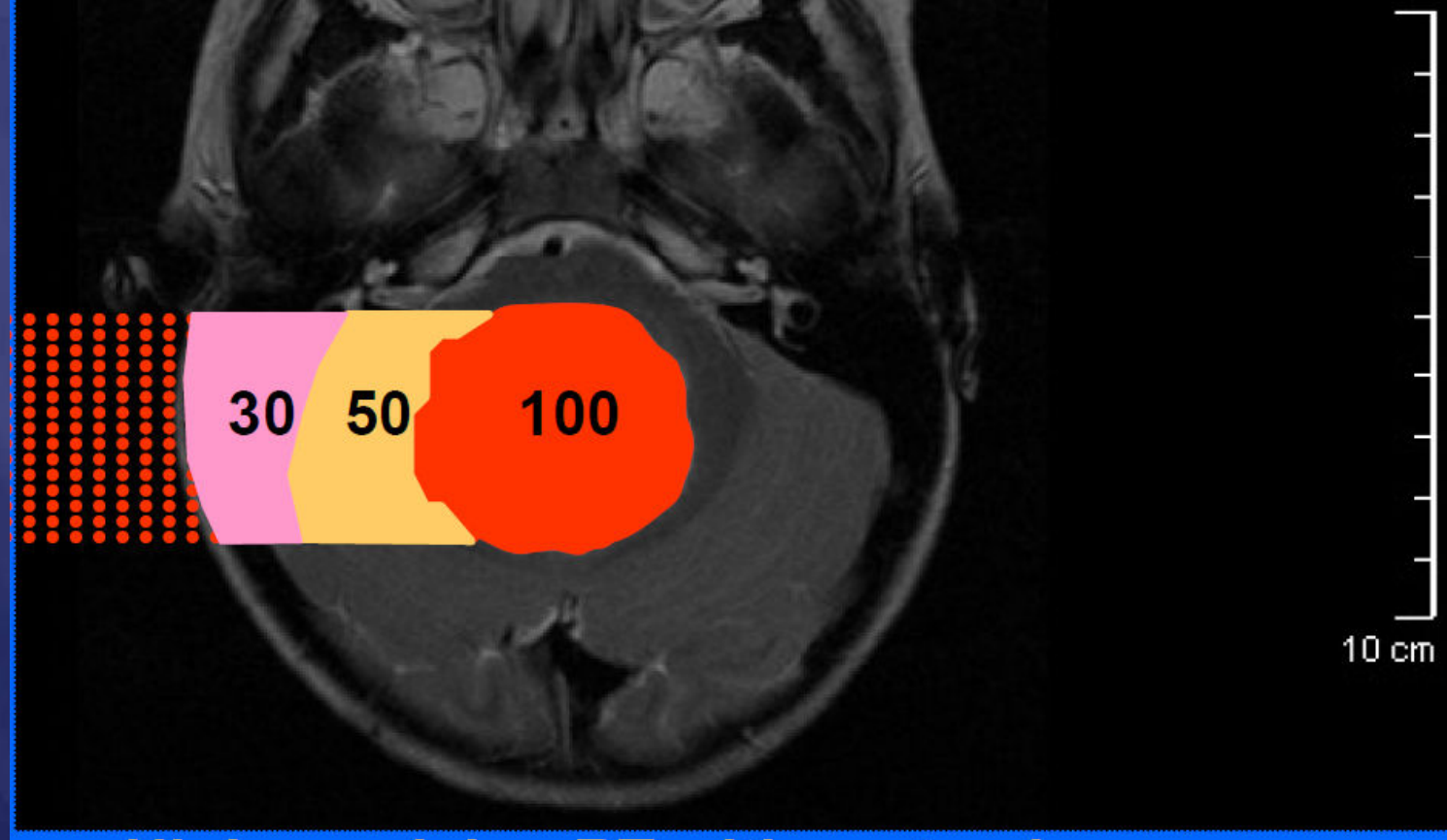


Protons 3 fields



Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie, AKH, Wien

A

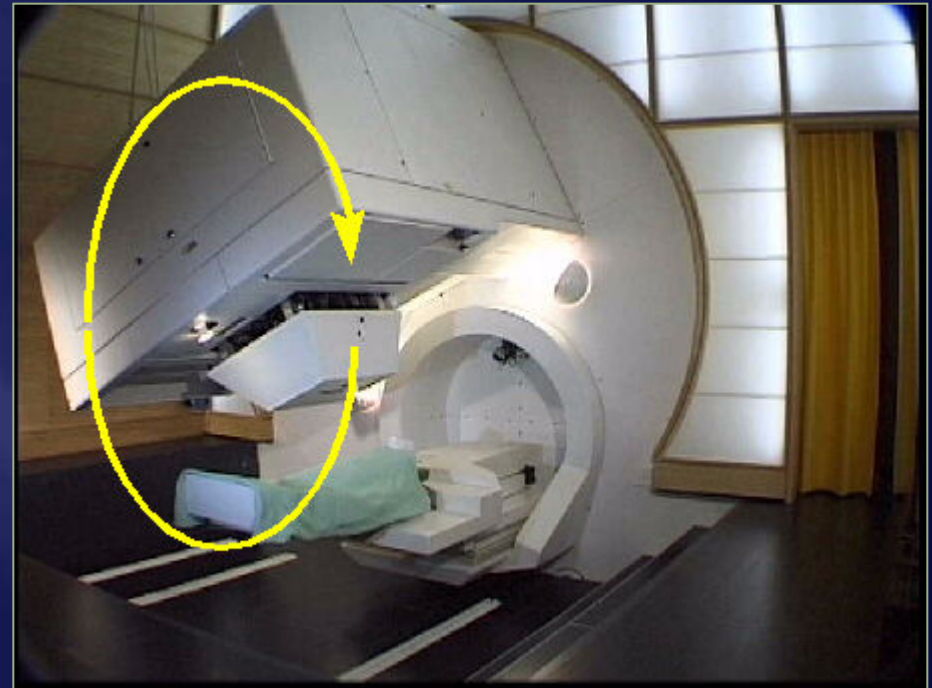


# Bramki obrotowe

PSI



<http://www.canberra.edu.au/irps/archives/vol15no2/mempap.html>



2009-11-27

dr Sławomir Wronka, IPJ



# Terapia jonami węgla

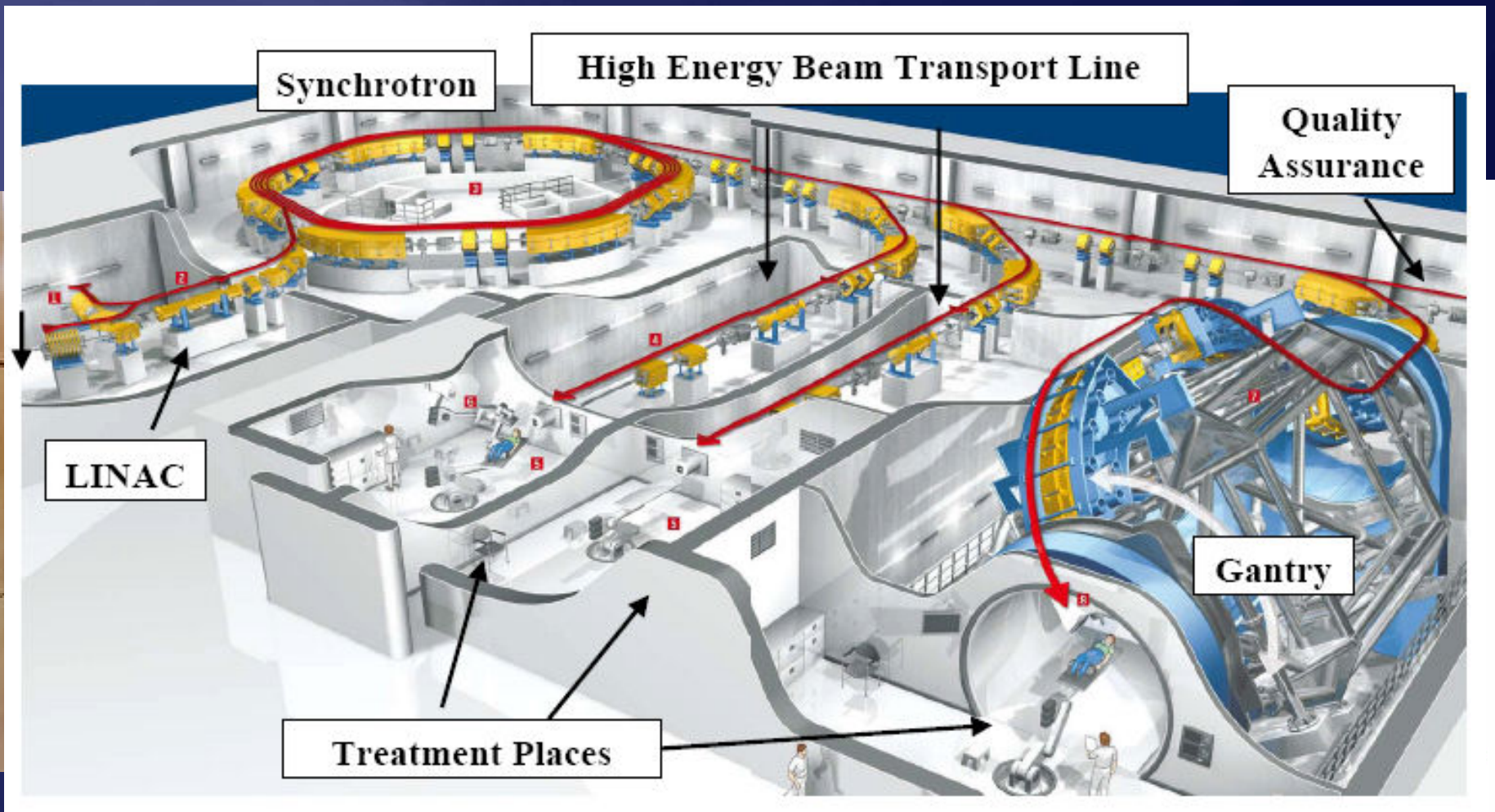
1998 - GSI pilot project

200 patients treated  
with carbon ions



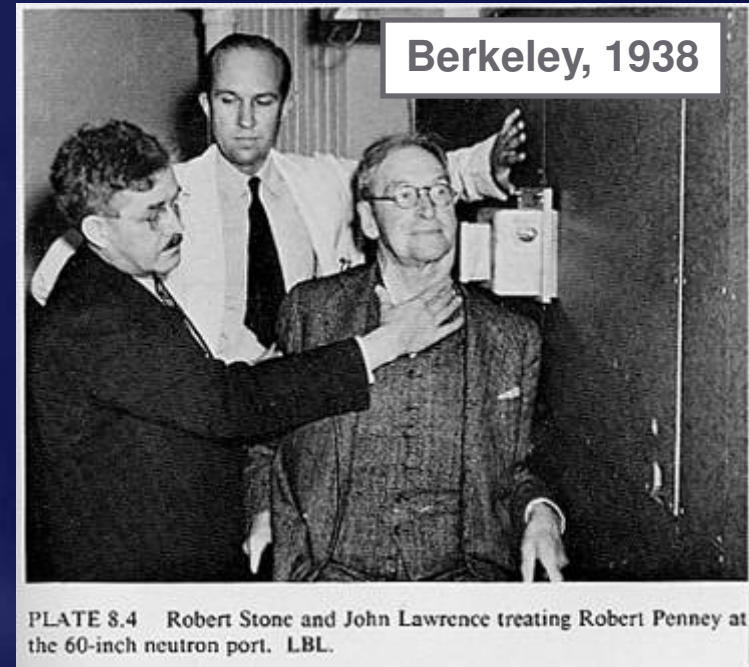
**PET on-beam**

# Terapia C12

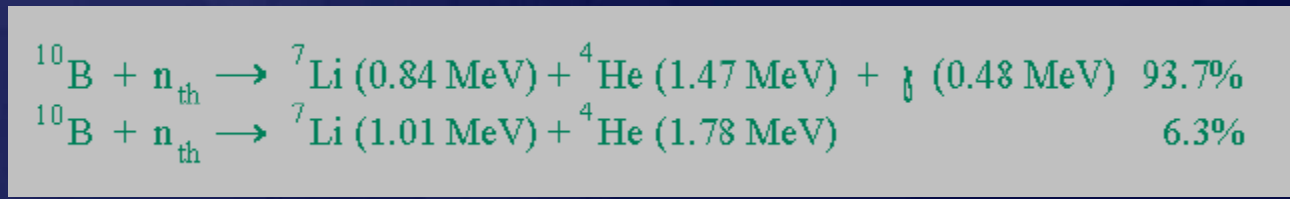
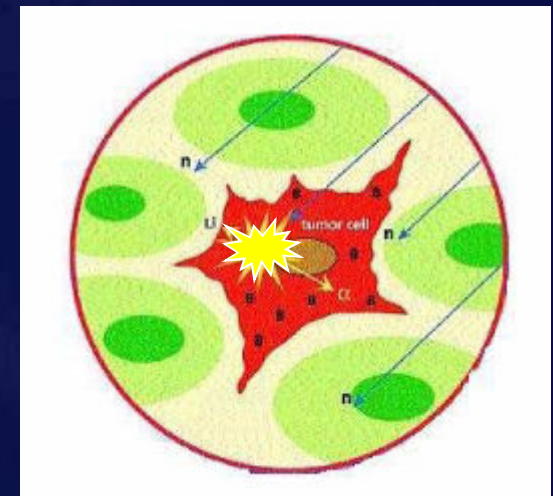
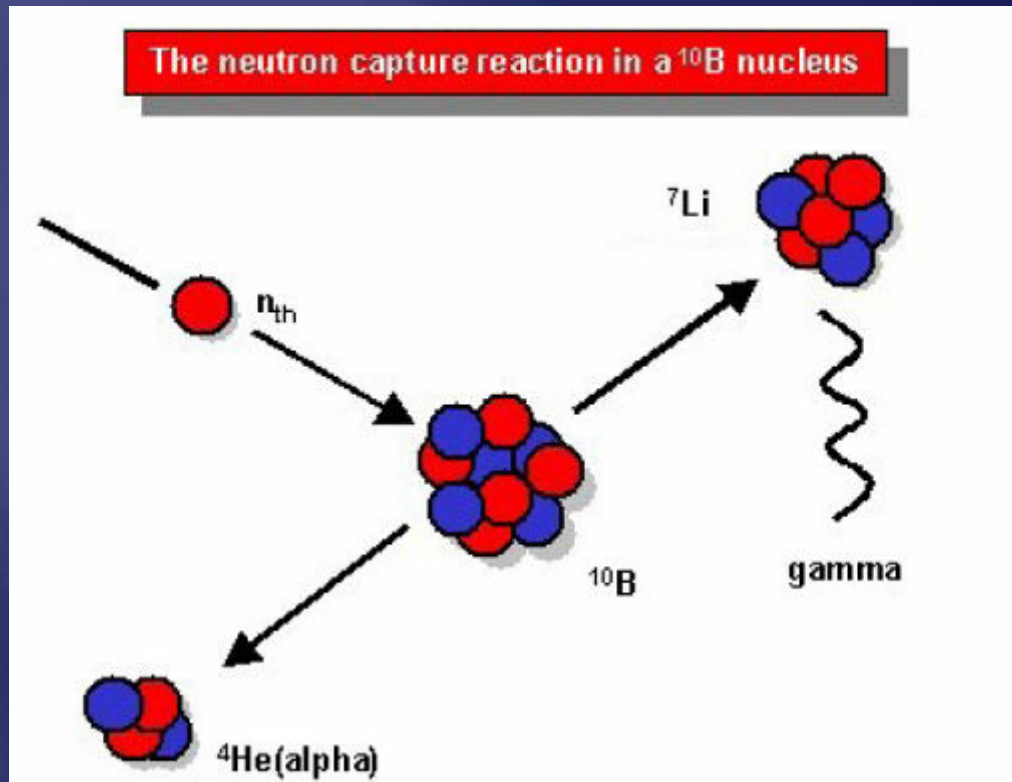


# Terapia neutronami

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

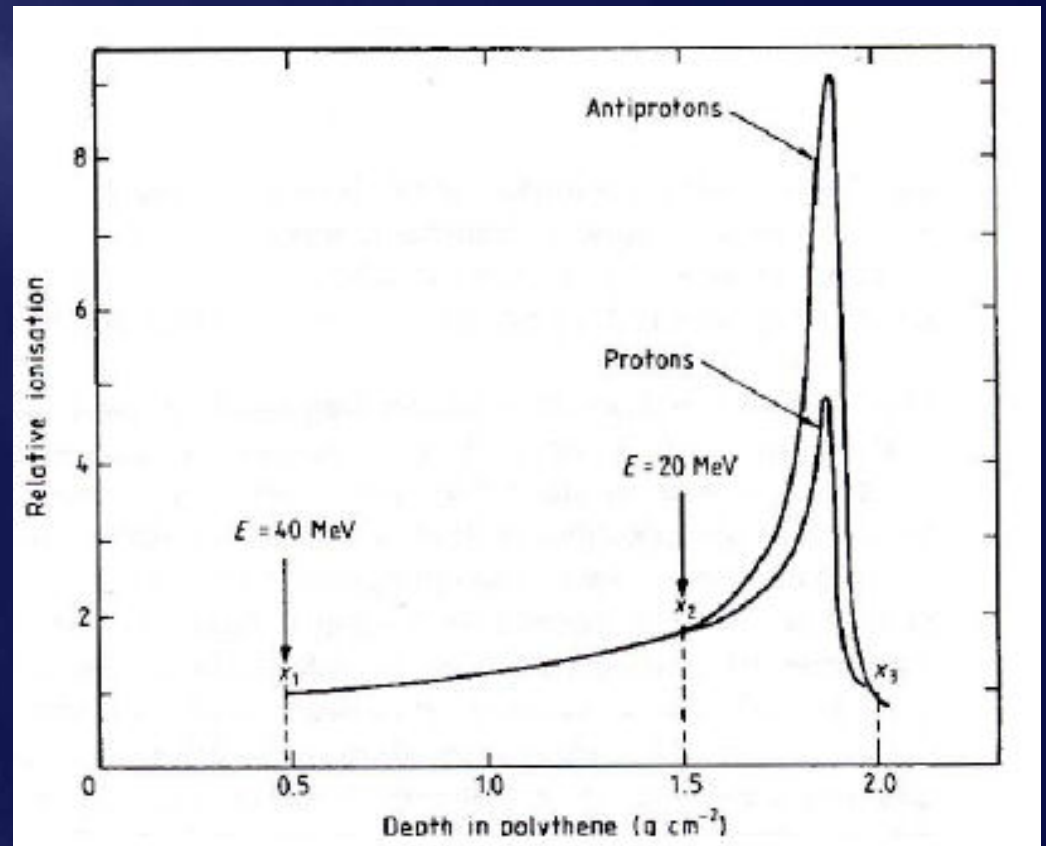


# BNCT = boron neutron capture therapy

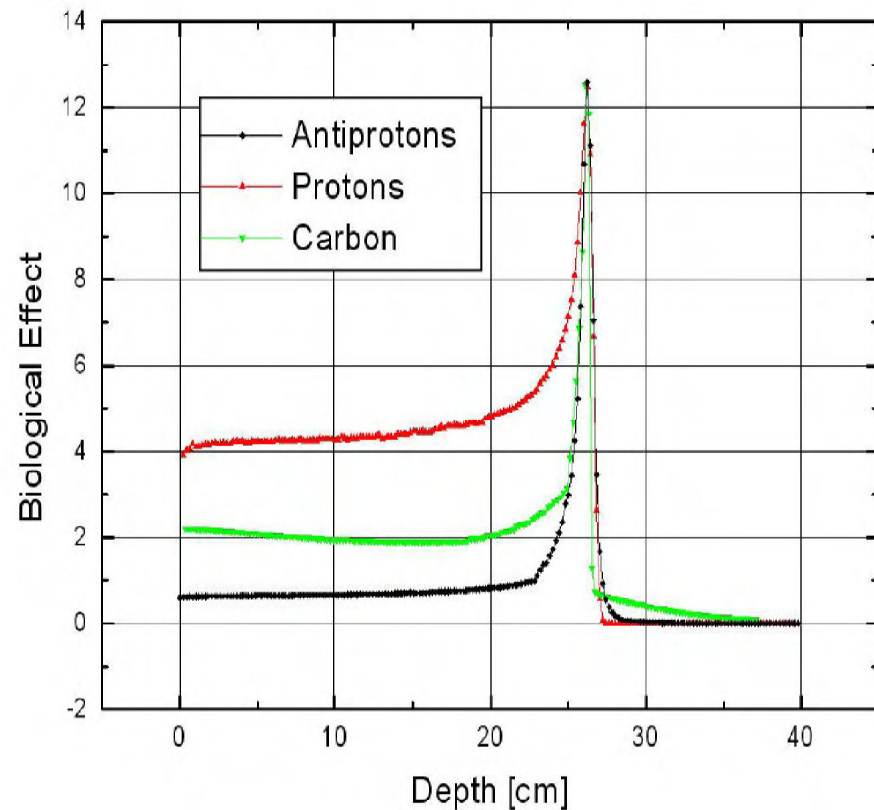


# Przyszłość

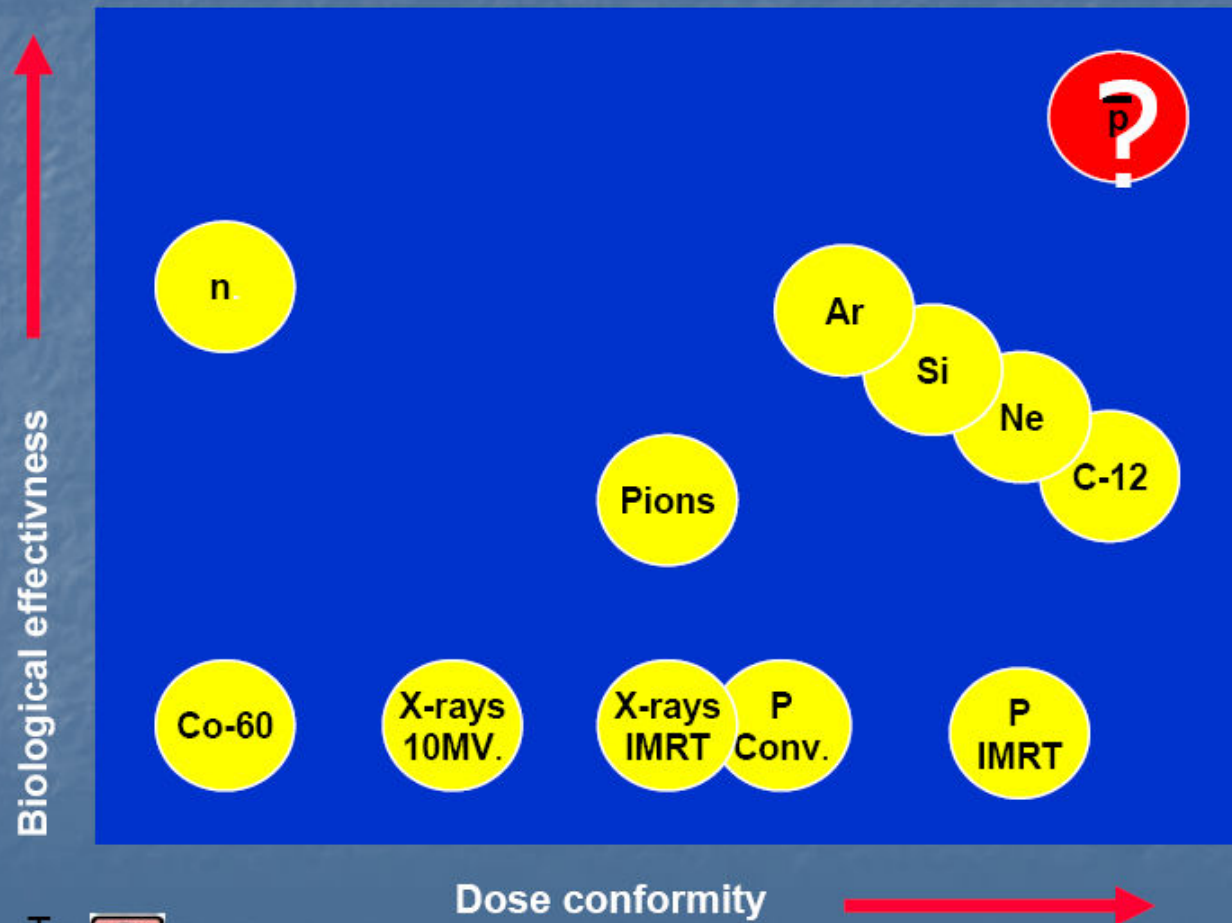
## ▣ Antyprotony ?



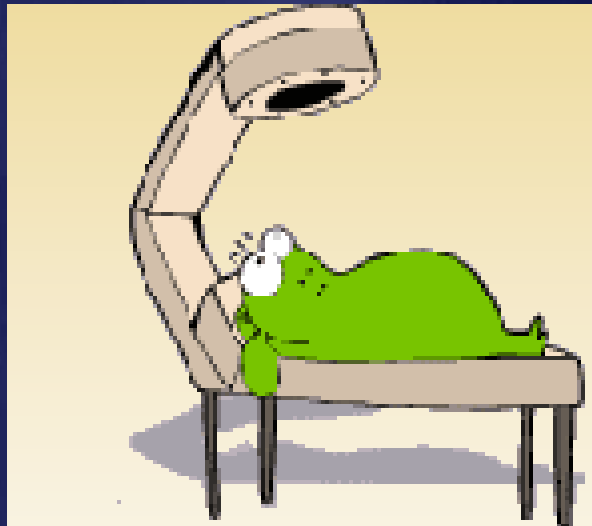
# AD-4 experiment at CERN



# All the Particles used in Radiation Oncology



# Dziękuję za uwagę



<http://www.whybother.org.uk/learn/images/radio-small.gif>