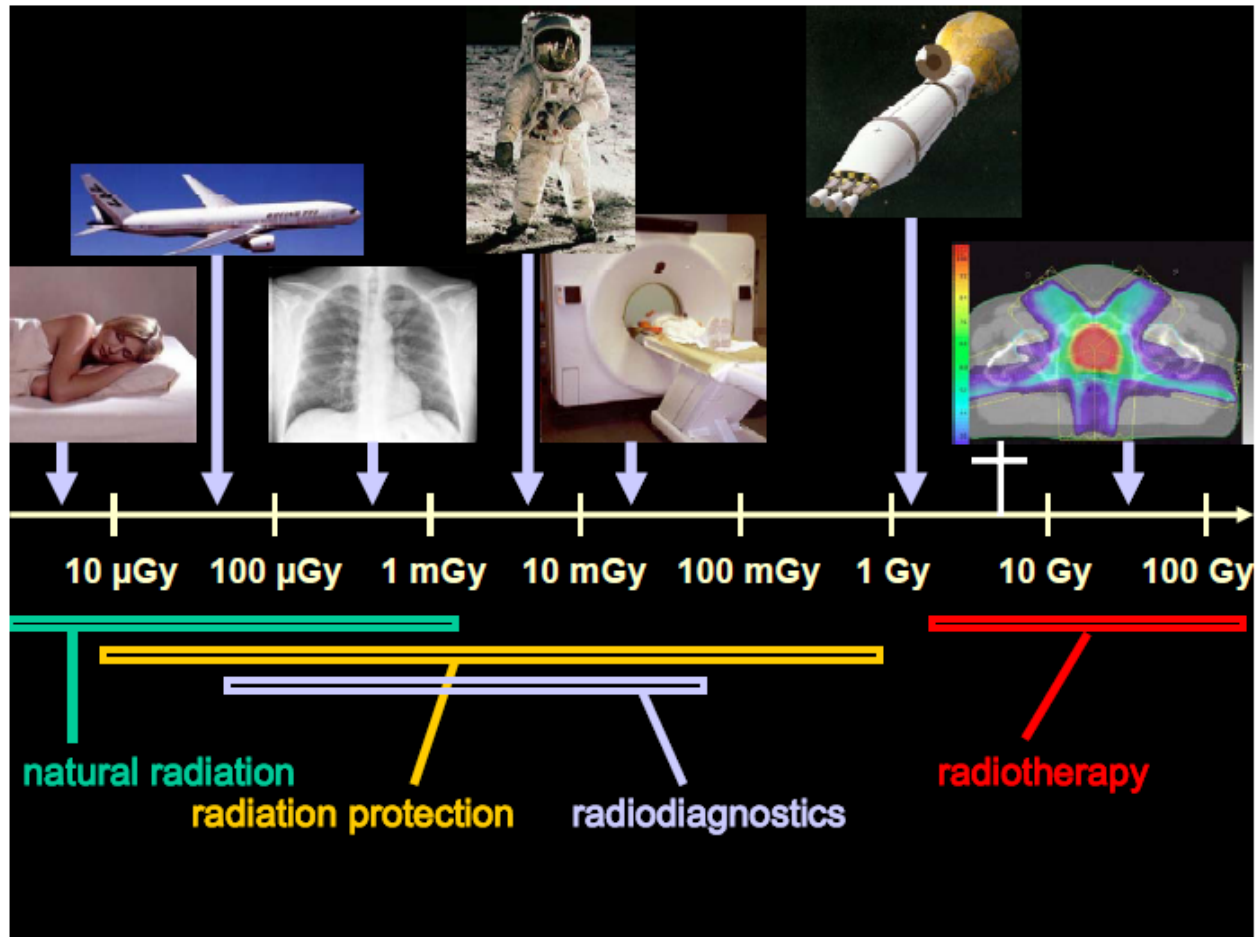


Aplicaciones médicas

Introducción

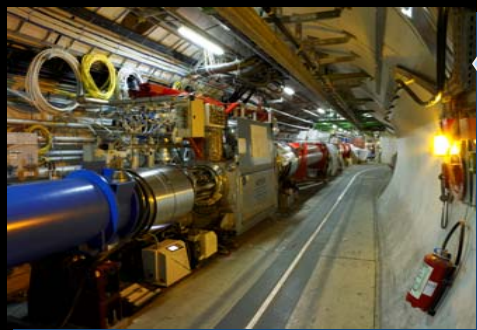




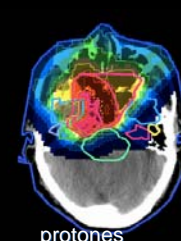
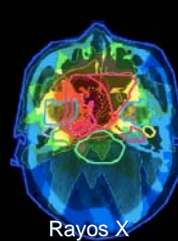
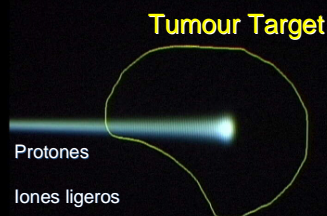
Tecnología e Innovación

Aplicaciones médicas

Combinación de la Física, la Biología y la Medicina en la lucha contra el cáncer



Terapia de hadrones



El liderazgo en
Terapia con Haces
de Iones está
actualmente en
Europa y Japón

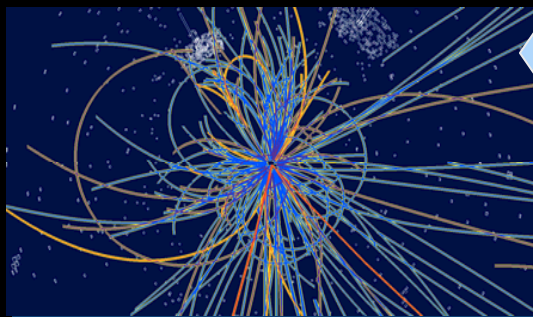
Acelerando haces de partículas

~30.000 aceleradores en el mundo
~17.000 usados en Medicina

Más de 70.000 pacientes tratados en el mundo (30 instalaciones)
Más de 21.000 pacientes tratados en Europa (9 instalaciones)

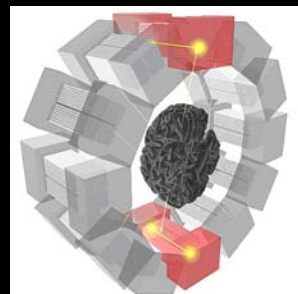
escáner PET

Aplicaciones de la "antimateria"

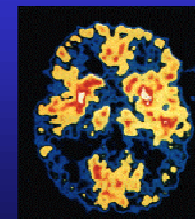
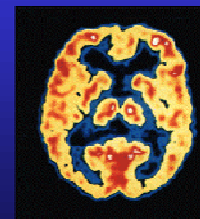


Imágenes

Ensayo clínico para un nuevo sistema de escáner de pecho (Clear-PEM)



Brain Metabolism in Alzheimer's Disease: PET Scan



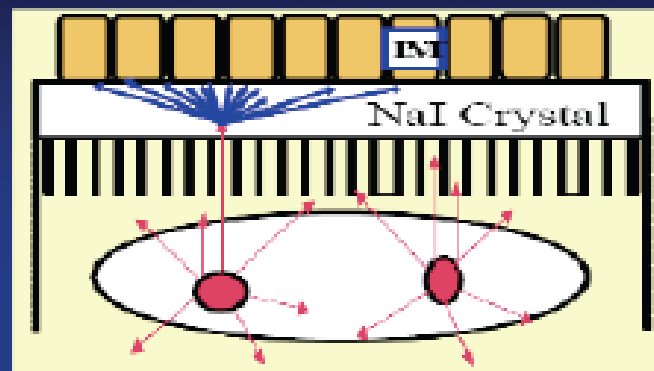
Detectando partículas

Aplicaciones médicas

- Detección y diagnóstico: SPECT (TAC) y PET
 - La **SPECT** o **Tomografía Computarizada por Emisión de Fotones Individuales** (en inglés *single photon emission computed tomography*) es una técnica [médica](#) de [tomografía](#) que utiliza [rayos gamma](#). Es muy parecida a una [radiografía](#), pero utiliza una cámara sensible a los rayos gamma y no a los [rayos X](#). Como en una radiografía, cada uno de las imágenes que se obtienen es bidimensional, pero pueden combinarse muchas imágenes tomadas desde distintas posiciones alrededor del paciente para obtener una imagen tridimensional. Esta imagen tridimensional puede después manipularse informáticamente para obtener secciones dimensionales del cuerpo en cualquier orientación.
 - El SPECT utiliza los rayos gamma que producen isótopos radioactivos como el [tecnecio 99m](#). Estos isótopos se introducen en el cuerpo humano como parte de moléculas biológicamente activas. El procedimiento es similar al del [tomografía por emisión de positrones](#) (PET), pero en el SPECT es el isótopo el que produce directamente el rayo gamma, mientras en el PET el isótopo produce un [positrón](#) que después se aniquila con un [electrón](#) para producir los dos rayos gamma. Estos dos rayos gamma salen en direcciones opuestas y su detección simultánea permite localizar el isótopo de forma más precisa que en el SPECT. El SPECT es, sin embargo, más simple porque pueden usarse isótopos más fáciles de obtener y de [vida media](#) más larga.
 - La cámara de rayos gamma se gira alrededor del paciente. Se adquieren imágenes en ángulos definidos, típicamente cada 3-6 [grados](#). En la mayoría de los casos se realiza una rotación completa de 360 grados que permite una reconstrucción tridimensional óptima. Cada imagen tarda típicamente 15-20 [segundos](#), con lo que el proceso completo tarda de 15 a 20 [minutos](#). Se pueden utilizar también cámaras gamma con muchas cabezas para acelerar el proceso. Por ejemplo, se pueden poner dos cabezas espaciadas 180 grados para obtener dos proyecciones simultáneamente, o tres cabezas espaciadas 120 grados
- Radioterapia

SPECT principle

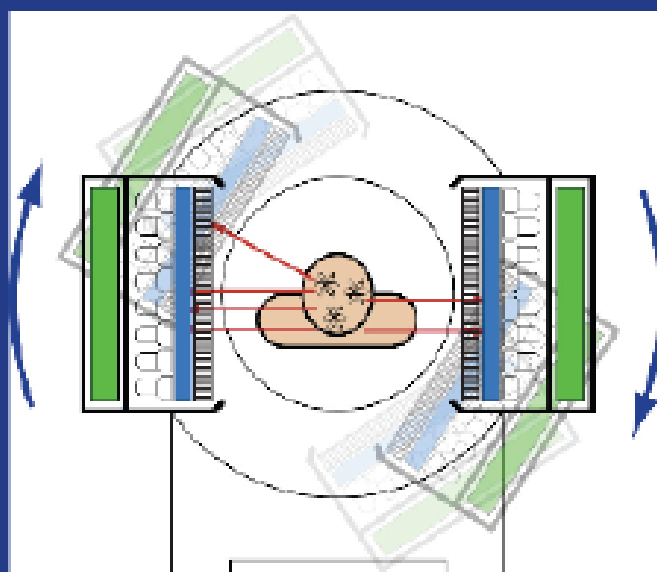
Spatial resolution



- **Collimator** – Ability of the collimator to localize the γ -ray source in the patient (~6-12 mm)

- **Intrinsic** – Ability of the NaI(Tl) crystal and PMT to localize the γ -ray interactions in the crystal (~3-4 mm)

- **Extrinsic** – Overall system resolution combining collimator and intrinsic factors. Quadratic sum of FWHM of intrinsic and collimator resolution.



SPECT scanner

85% of all nuclear medicine

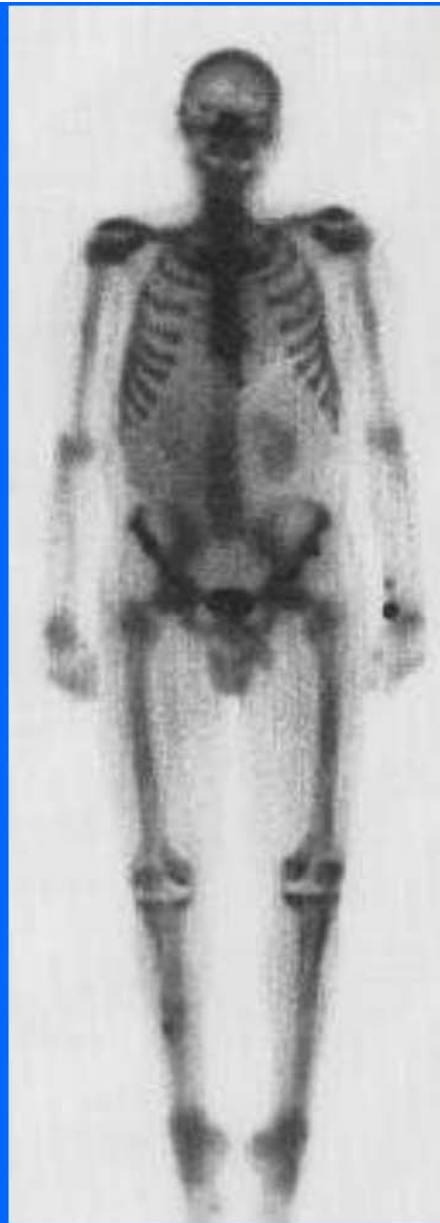
examinations use
molibdenum/technetium

Generators for diagnostics of

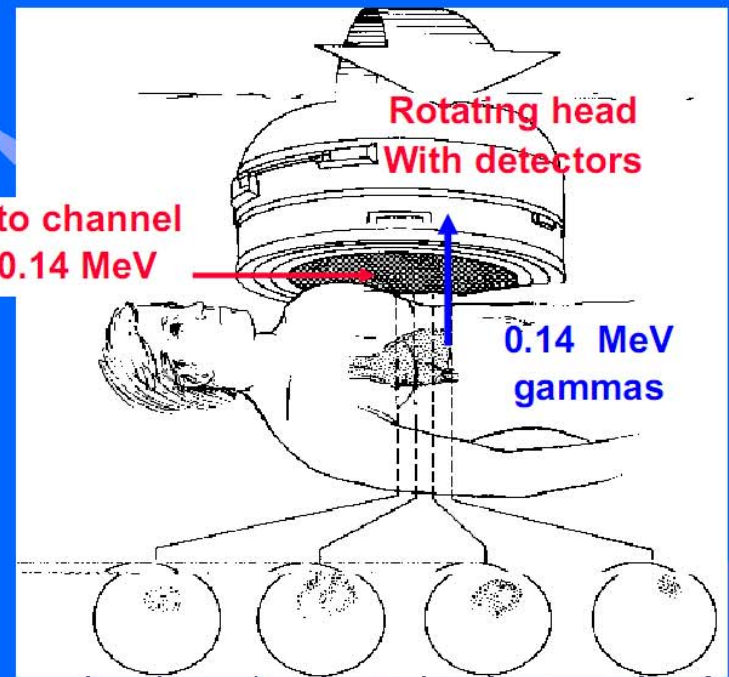
... liver

lungs

bones

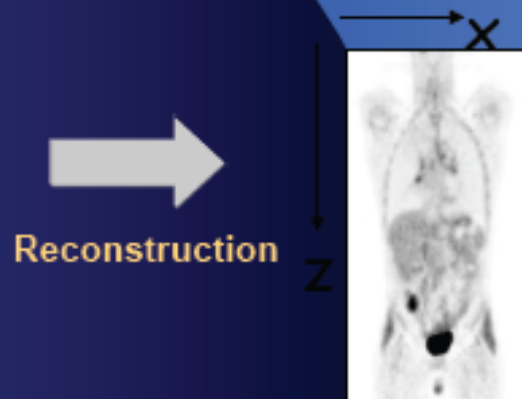
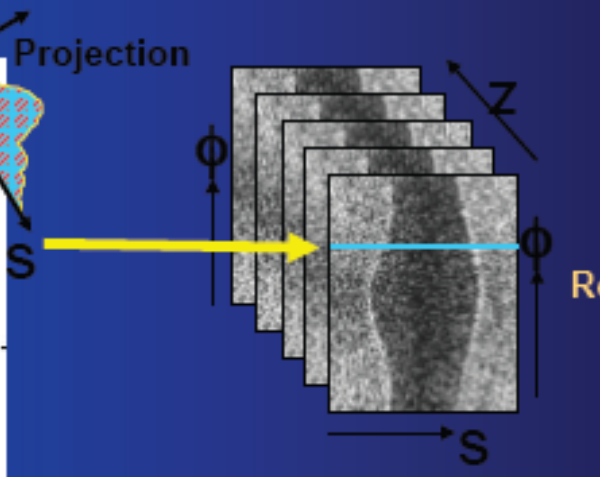
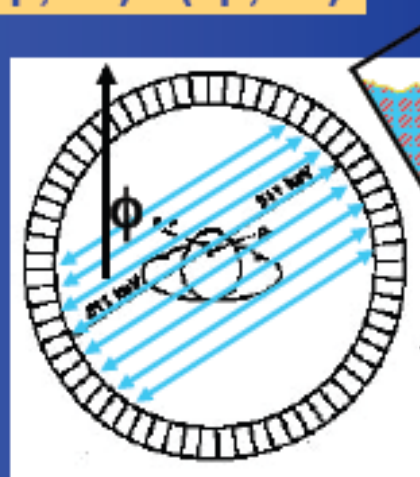
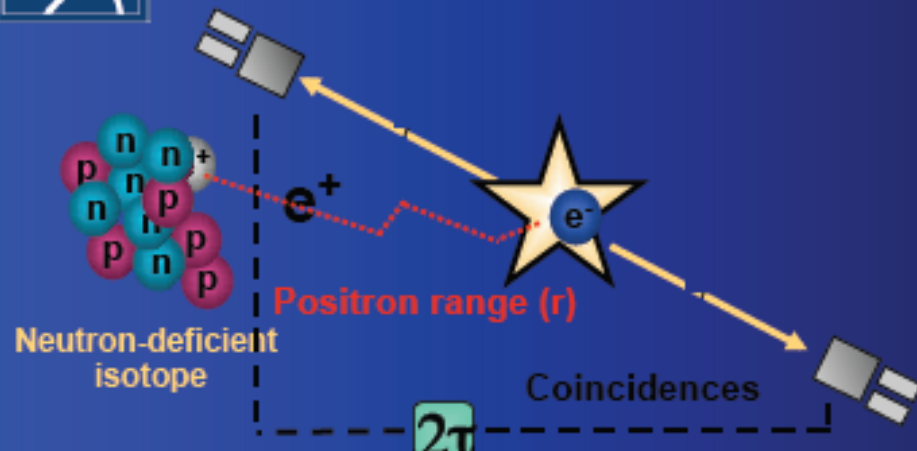


Lead collimators to channel
the gammas of 0.14 MeV





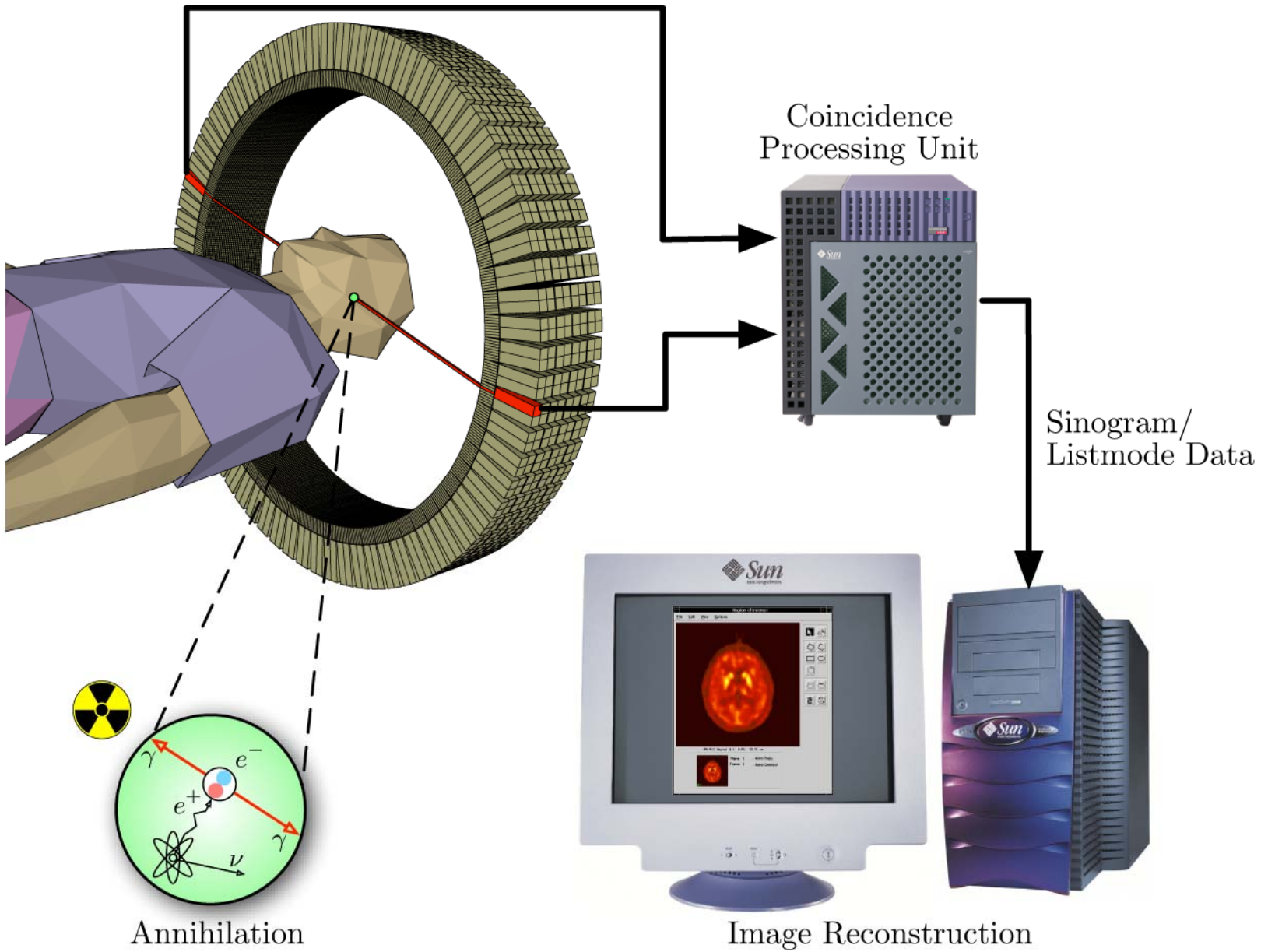
PET Principles



Parallel projections

PET data (sinograms)

PET images



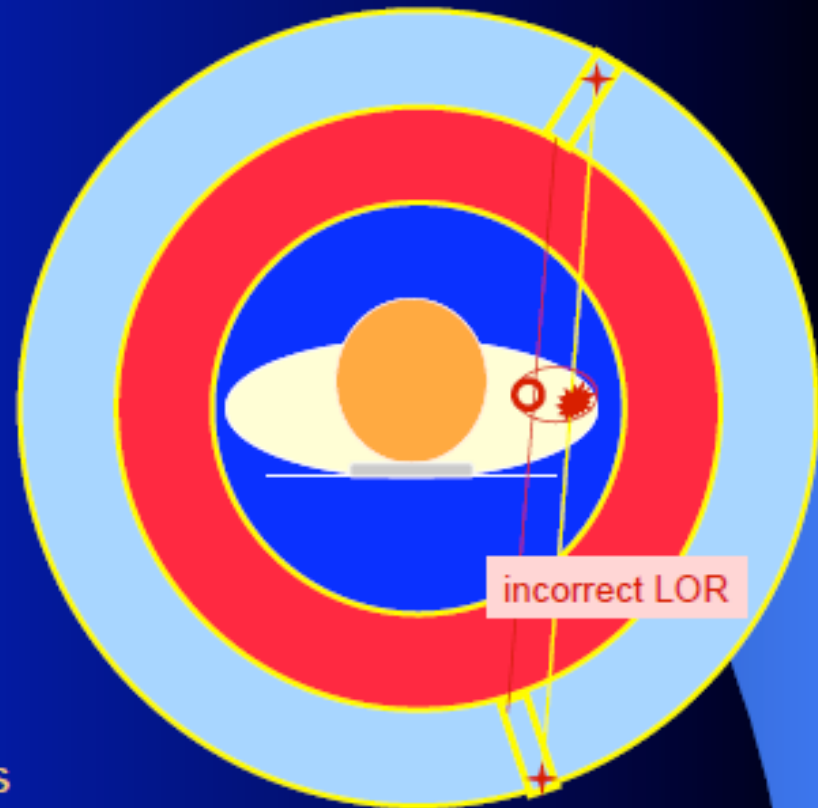


Parallax error in PET



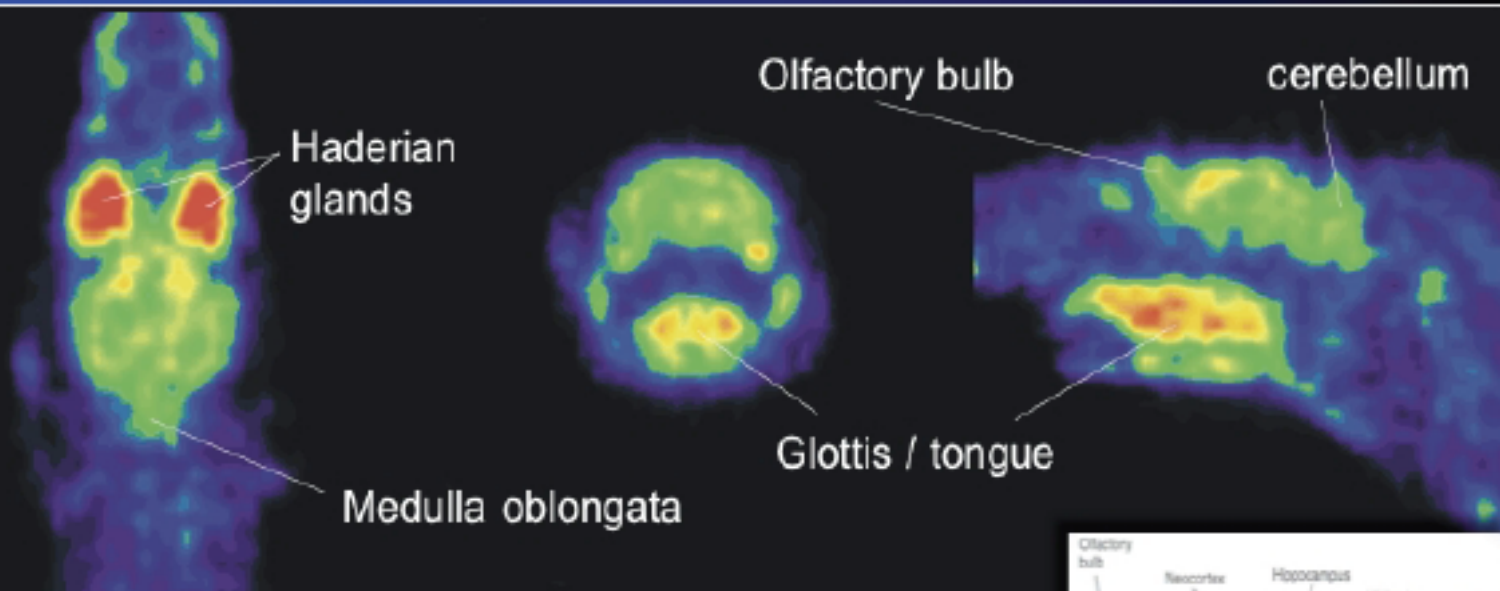
Spatial Resolution - Depth-of-interaction DOI

Depth-of-interaction
(DOI) information is
needed to maintain good
resolution at off-centre positions

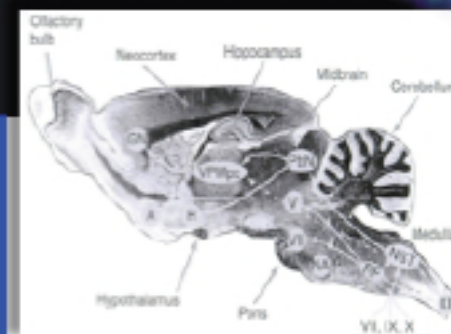


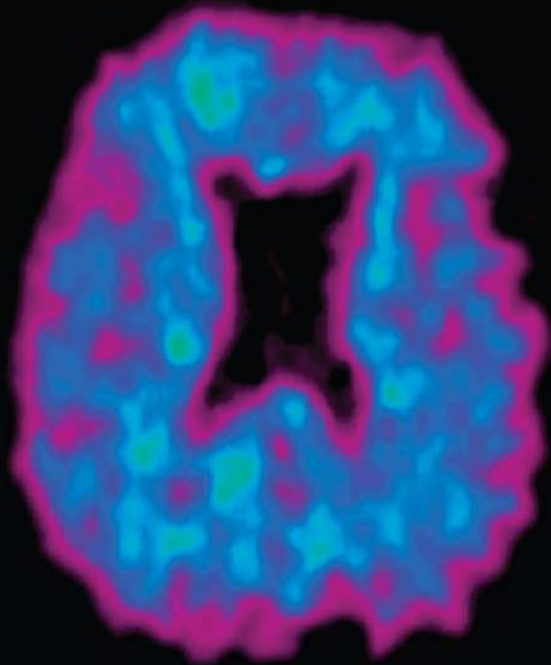


ClearPET[®], small animal PET Crystal Clear Collaboration

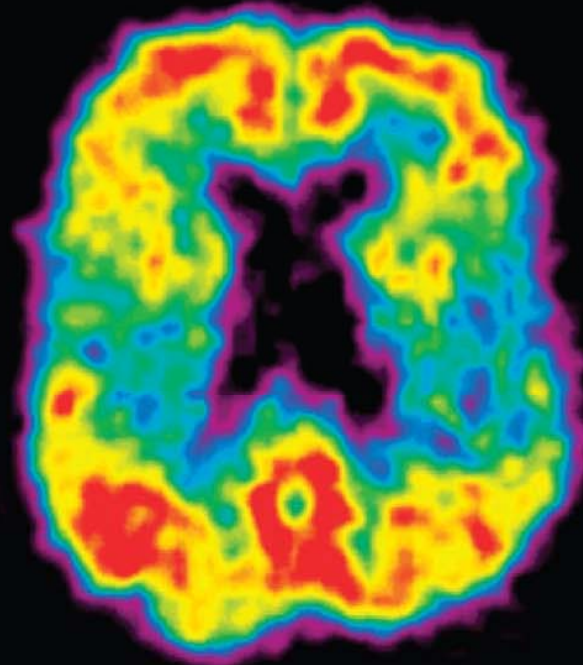


Rat brain FDG image





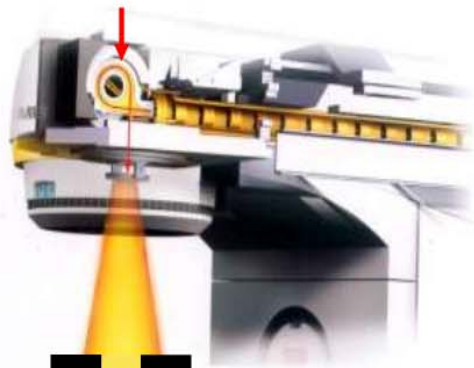
Healthy brain



Alzheimer's patient

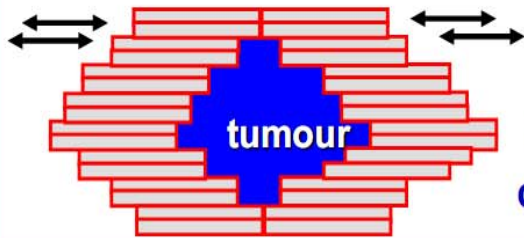
'Conventional' radiotherapy: linear accelerators dominate

electrons

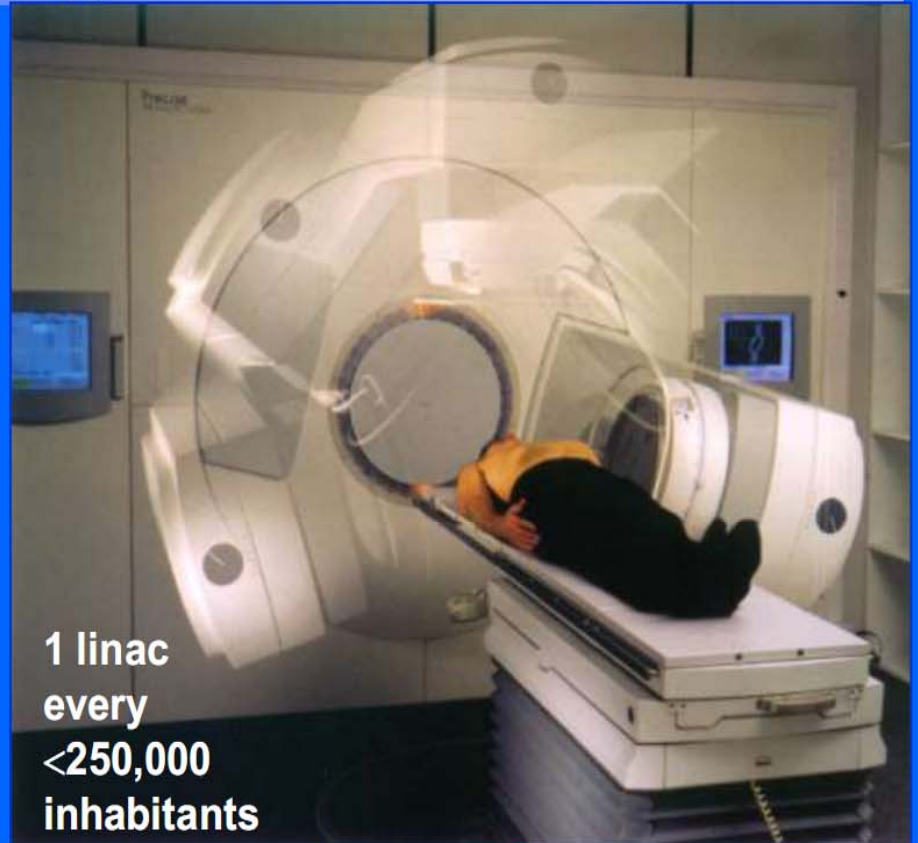


Linac for electrons
3 GHz
5-20 MeV

X



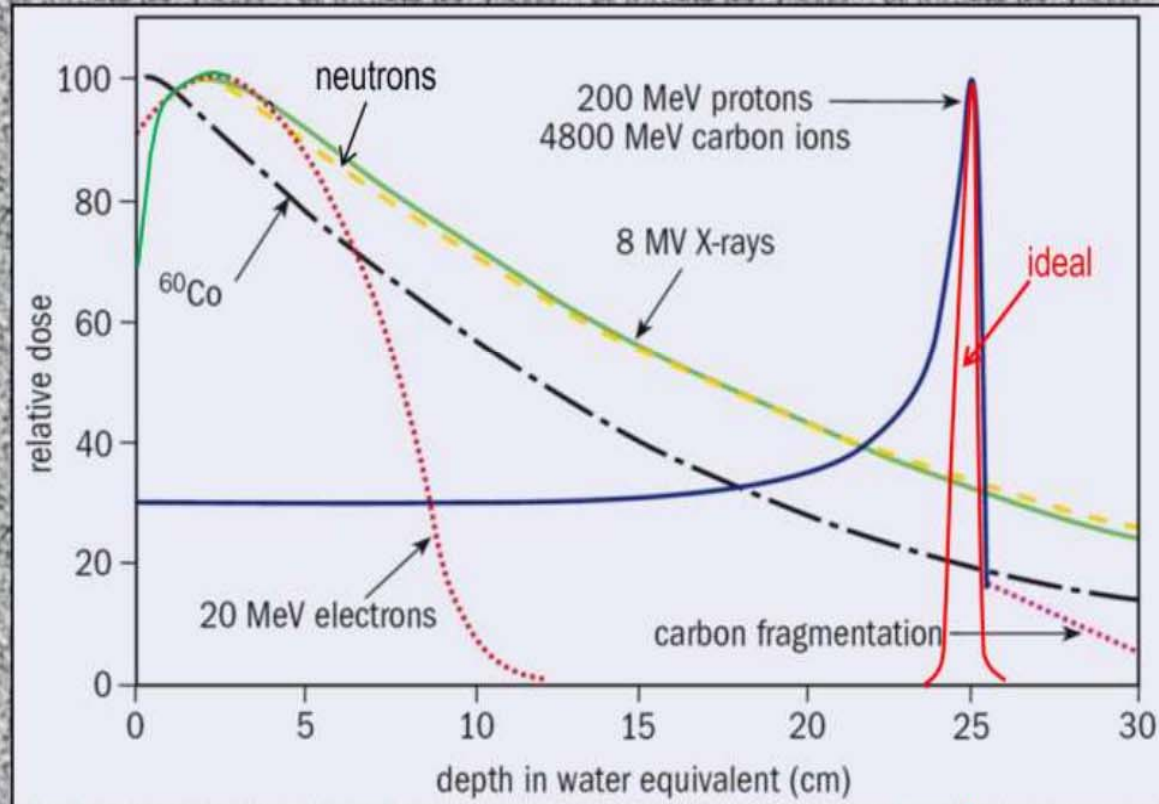
Multileaf
collimator



1 linac
every
<250,000
inhabitants

In the world radiation oncologists
use 15 000 electron linacs
40% of all the existing accelerators

The icon of radiation therapy with charged hadrons

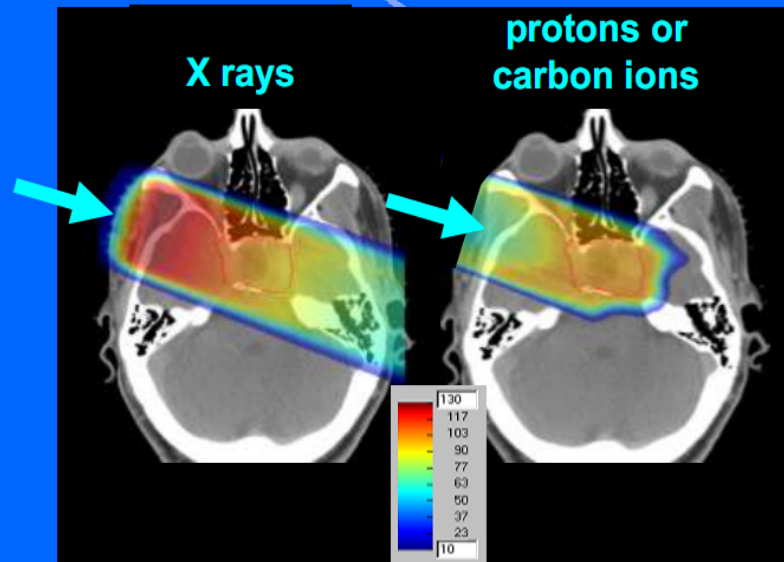
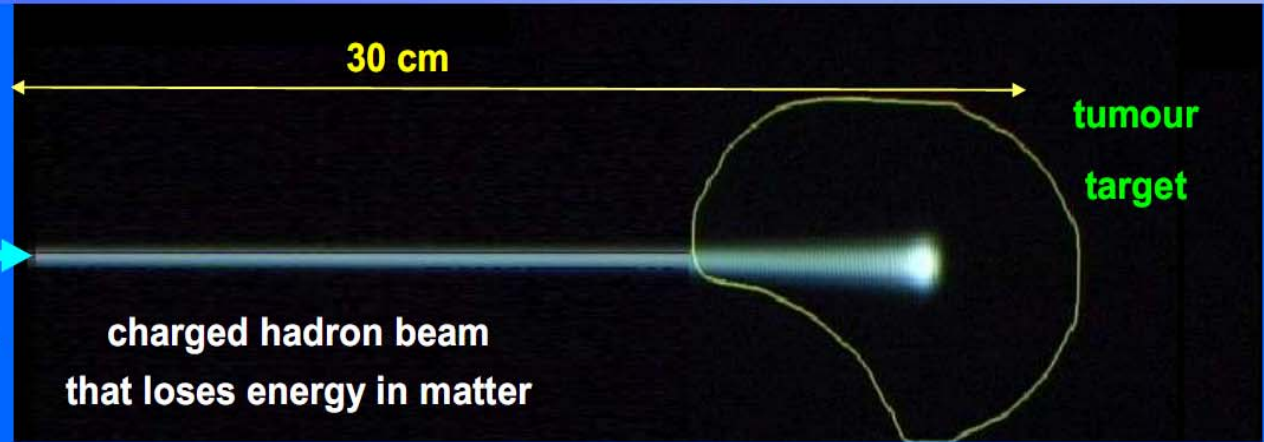


Radiation beam in matter

Protons and ions spare healthy tissues

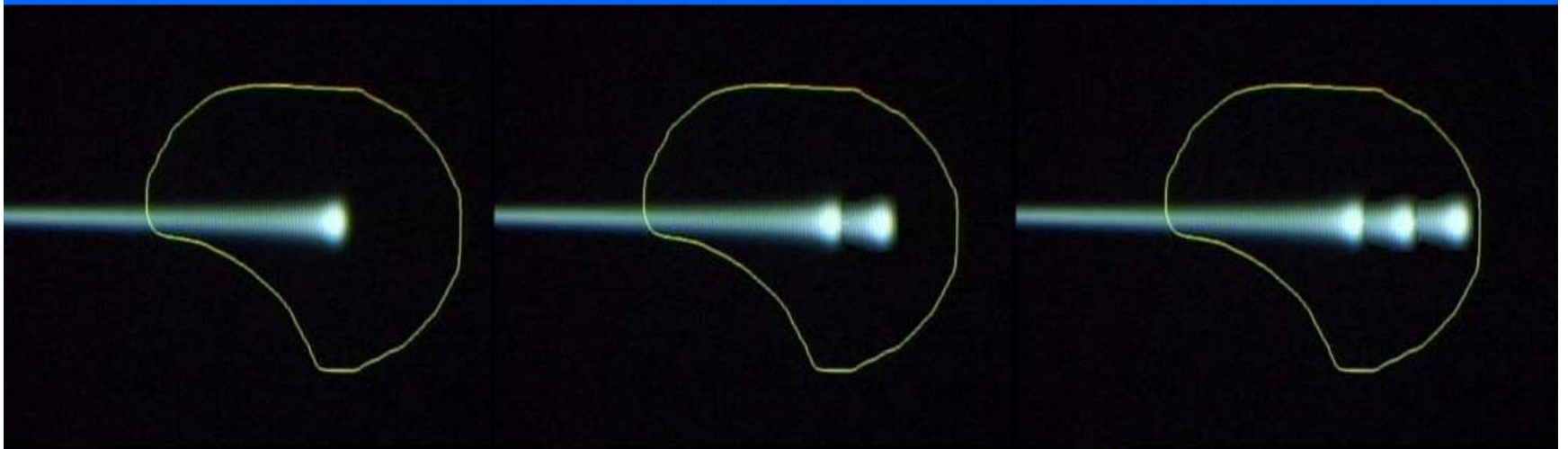
200 MeV - 1 nA
protons

4800 MeV – 0.1 nA
carbon ions
which can control
radioresistant
tumours



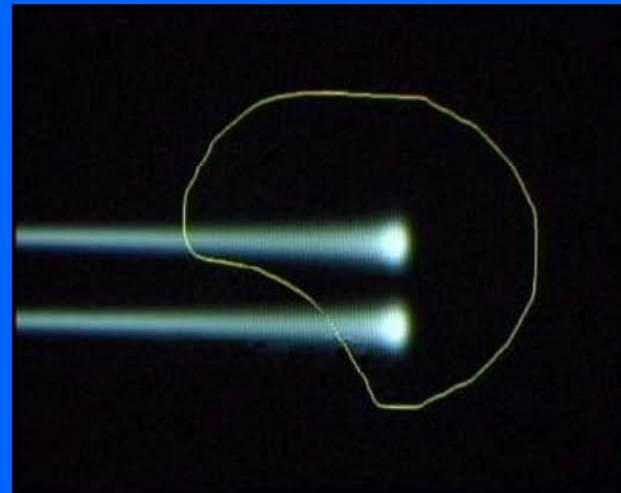
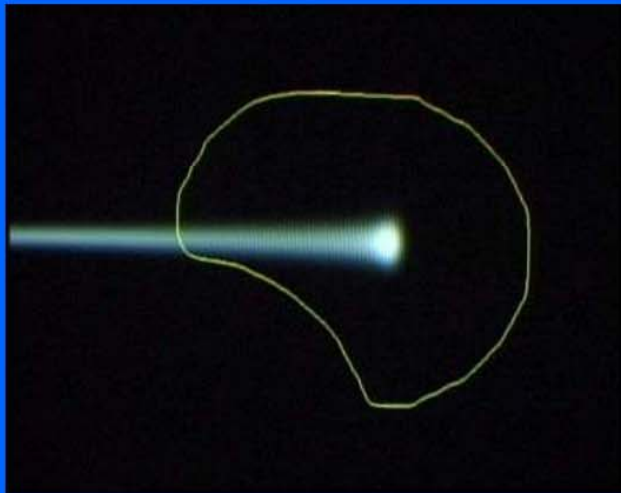
Charged hadrons can deliver the dose in three dimensions

Longitudinal movement by varying the energy of the beam

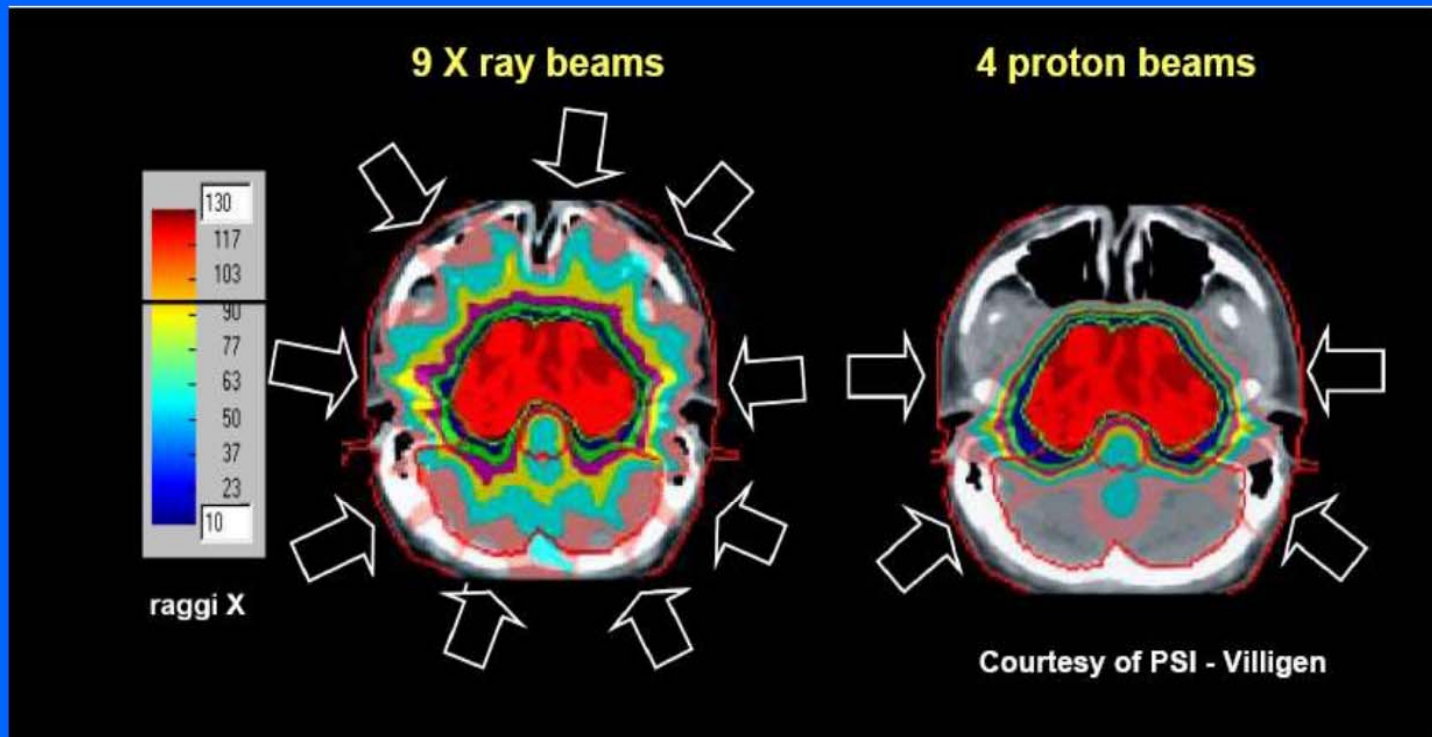


Charged hadrons can deliver the dose in three dimensions

Lateral movement with a transverse magnetic field



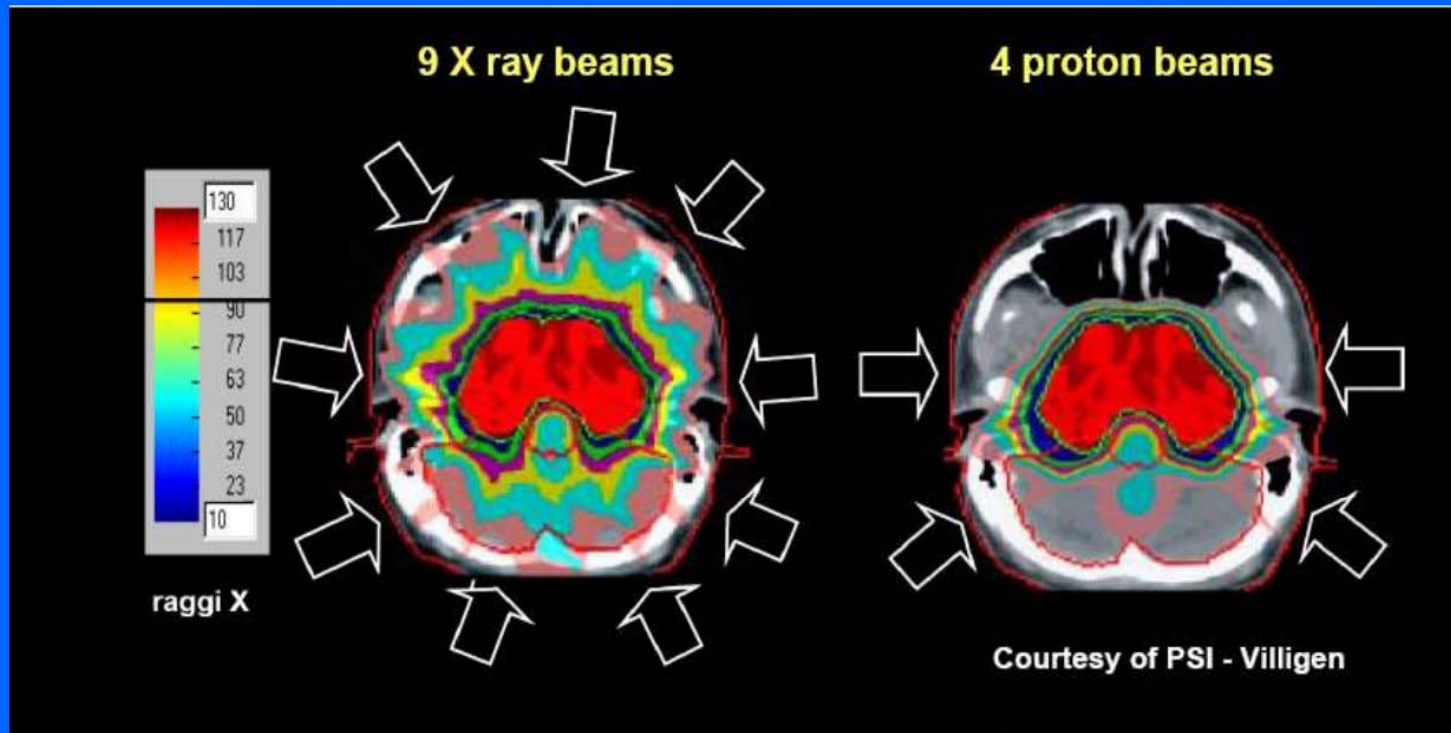
Protons are qualitatively different from X-rays



Carbon ions deposit in a cell 24 times more energy than a proton producing not reparable multiple close-by double strand breaks

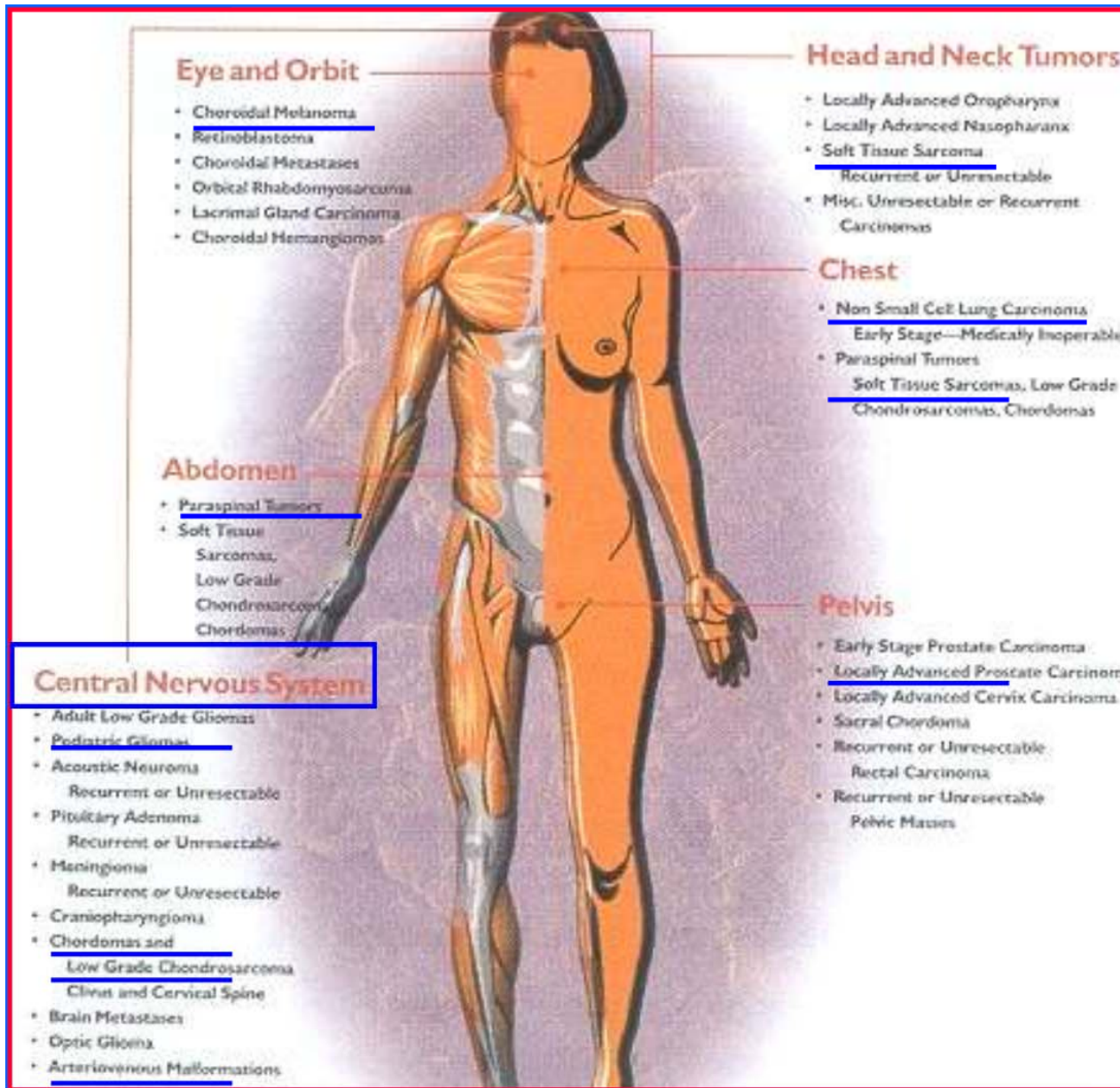
Carbon ions can control radio-resistant tumours

Carbon ions are qualitatively different from X-rays



Carbon ions deposit in a cell 24 times more energy than a proton producing not reparable multiple close-by double strand breaks

Carbon ions can control radio-resistant tumours



The site treated with hadrons

In the world
protontherapy:
60'000 patients

carbon ion
therapy
5 000 patients
mainly at HIMAC

First important results obtained with protontherapy

