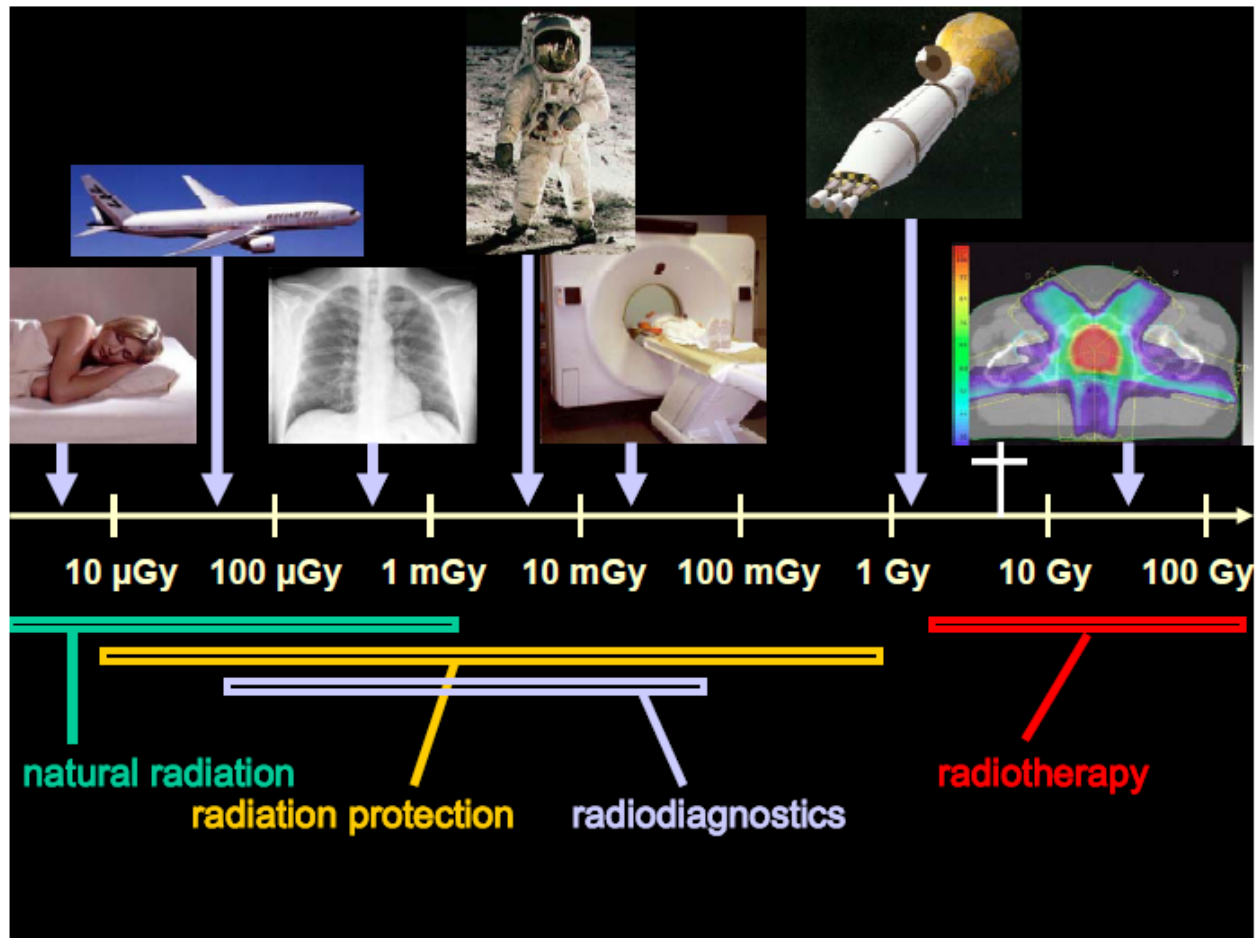


# Aplicaciones médicas

# Introducción

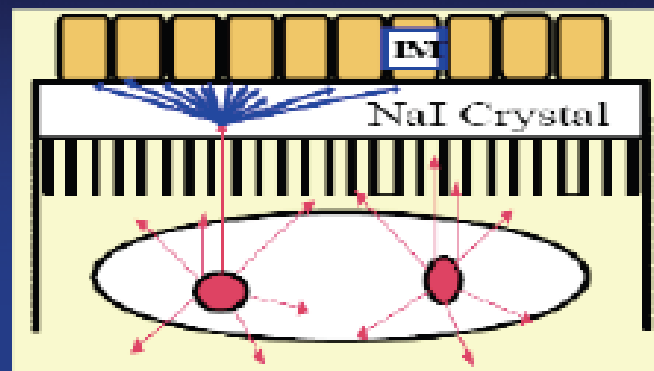


# Aplicaciones médicas

- 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

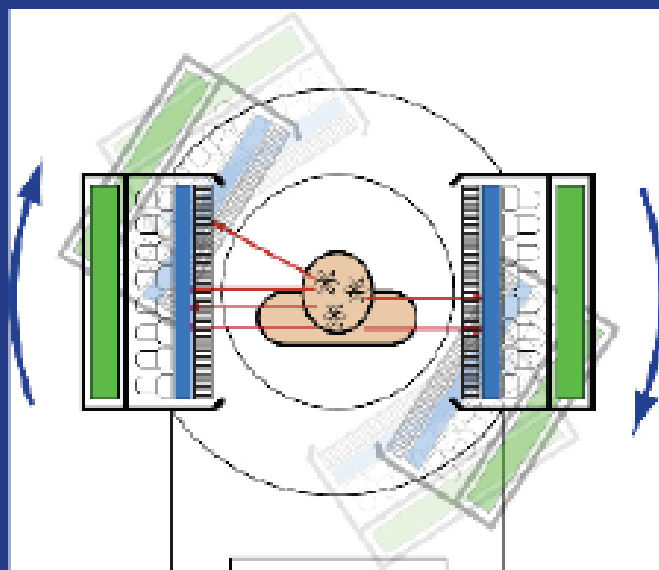
## Spatial resolution

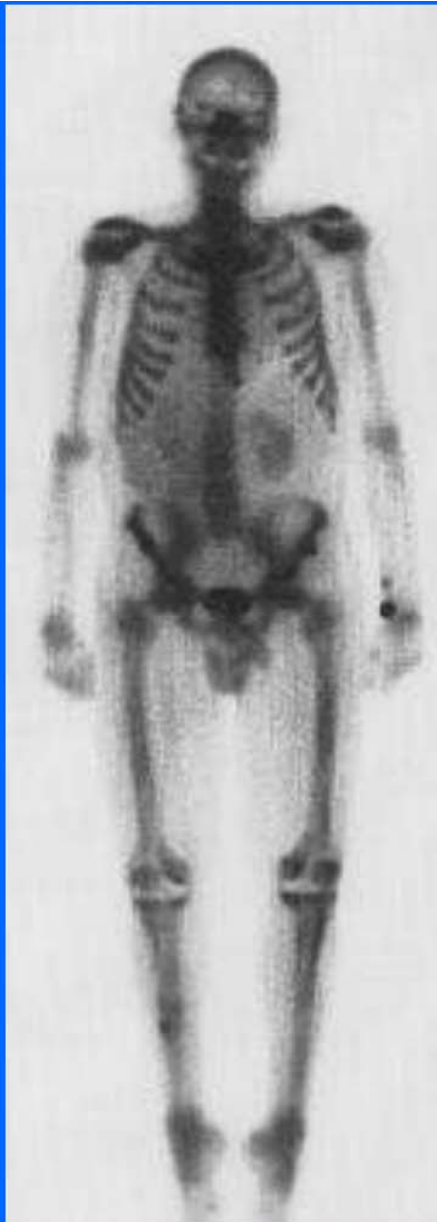


- **Collimator** – Ability of the collimator to localize the  $\gamma$ -ray source in the patient (~6-12 mm)

- **Intrinsic** – Ability of the NaI(Tl) crystal and PMT to localize the  $\gamma$ -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.





85% of all nuclear medicine

examinations use  
molybdenum/technetium

Generators for diagnostics of

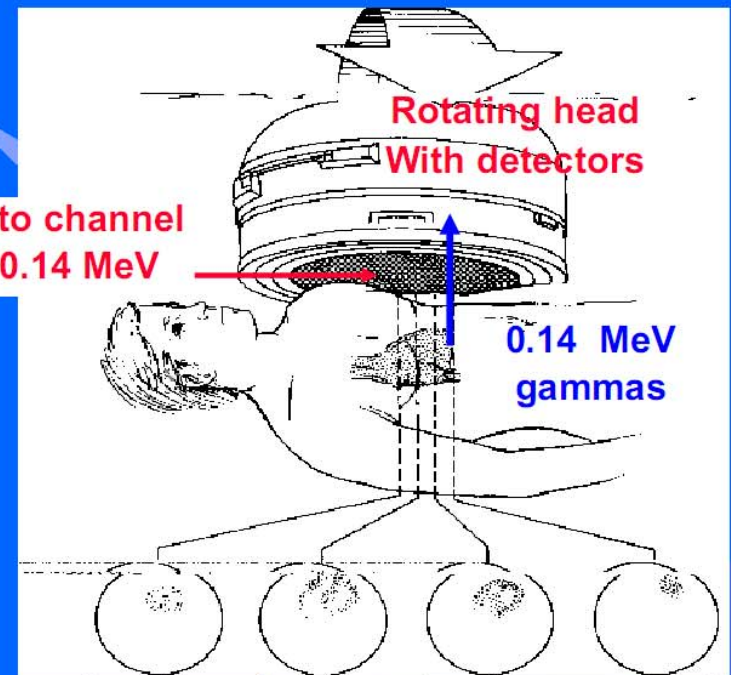
... liver

lungs

bones .....

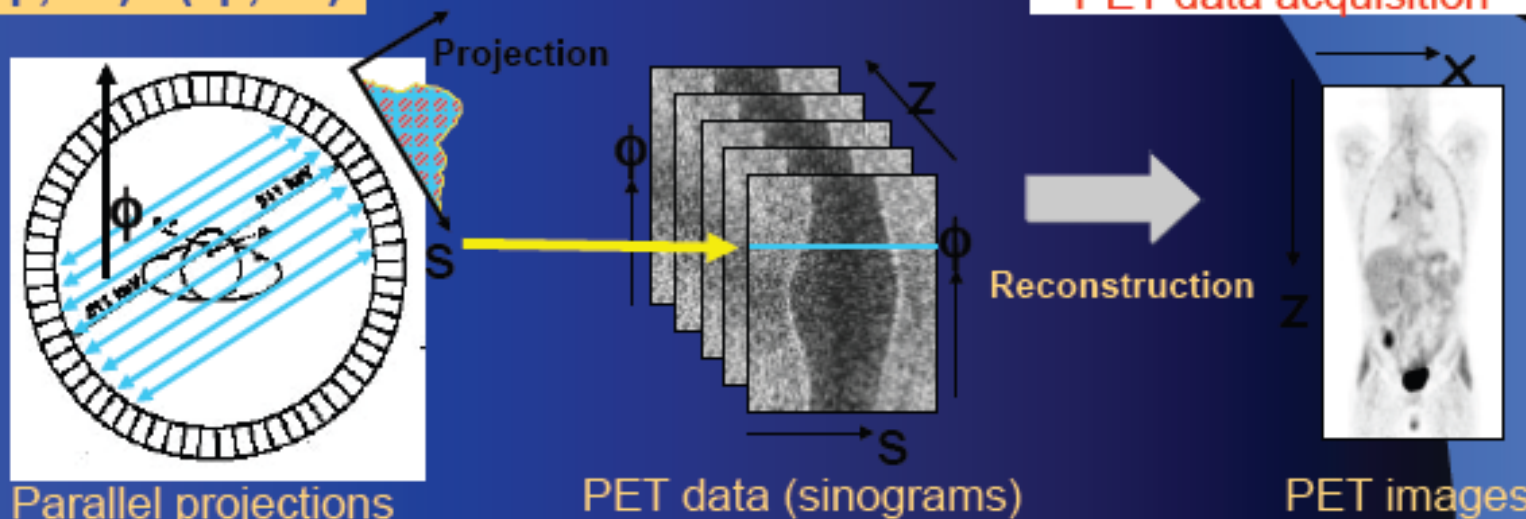
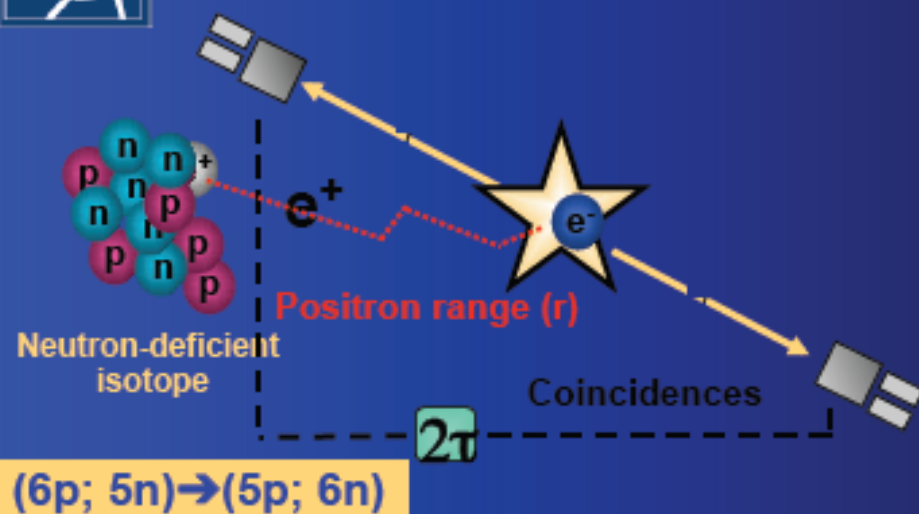
***SPECT scanner***

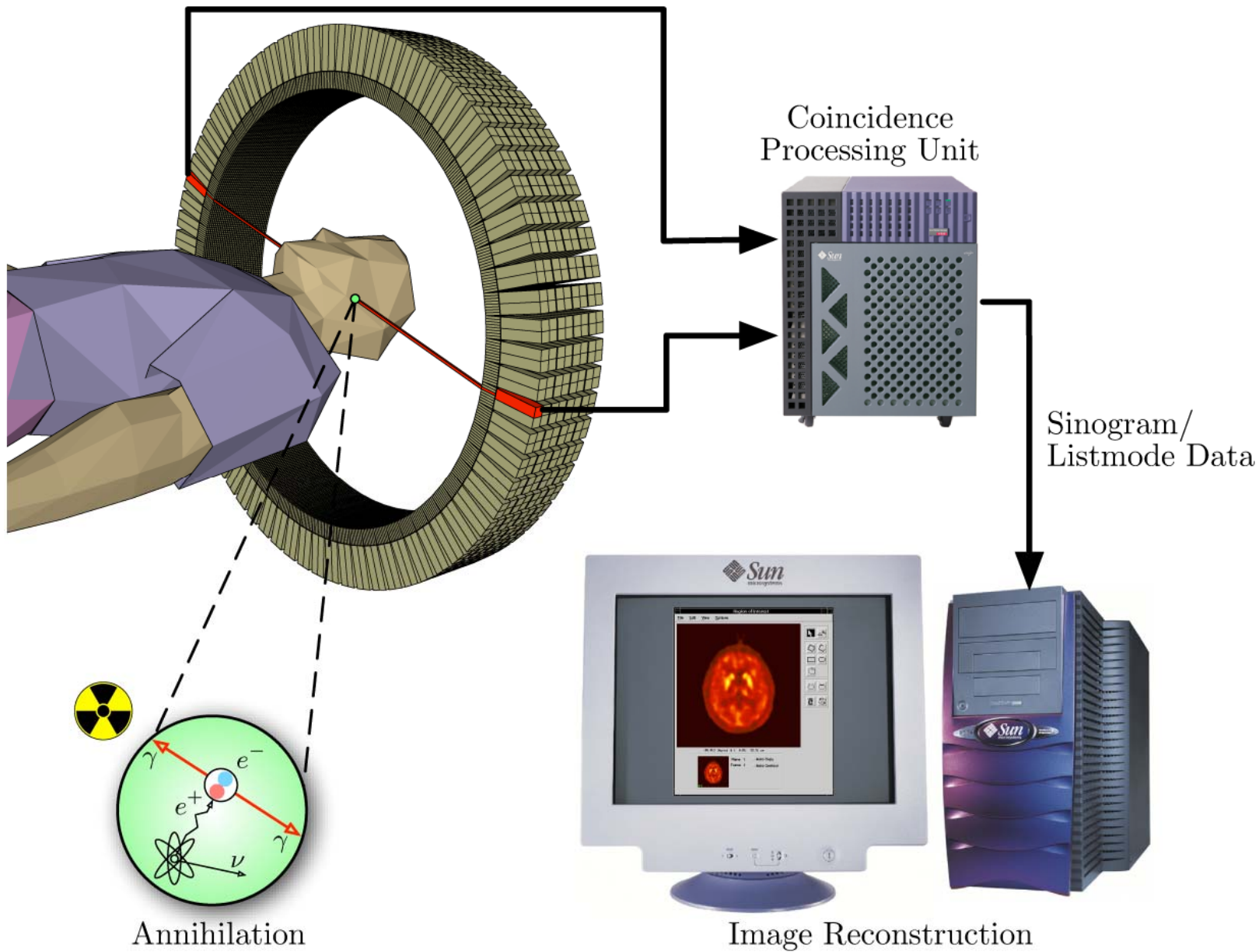
Lead collimators to channel  
the gammas of 0.14 MeV





# PET Principles





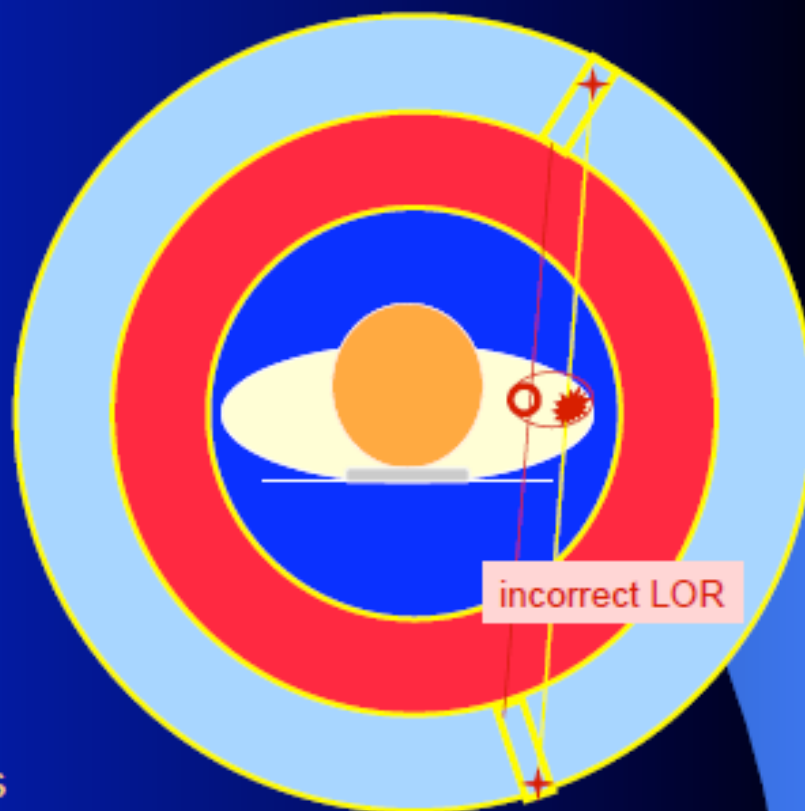


# Parallax error in PET



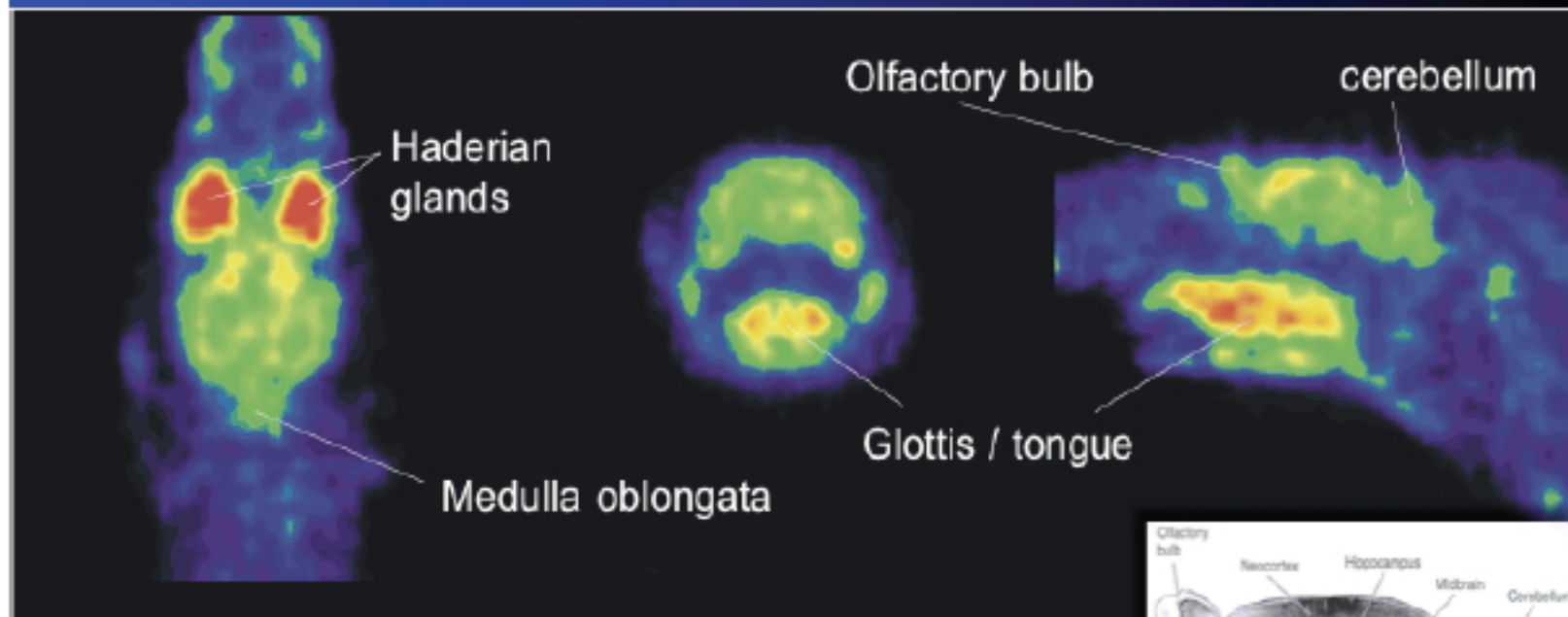
## Spatial Resolution - Depth-of-interaction DOI

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

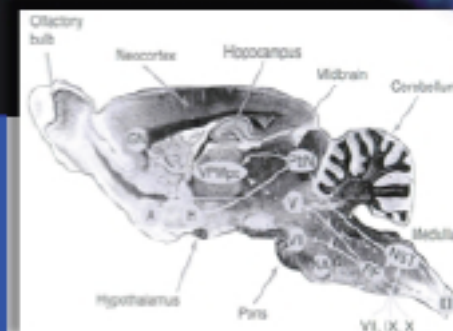


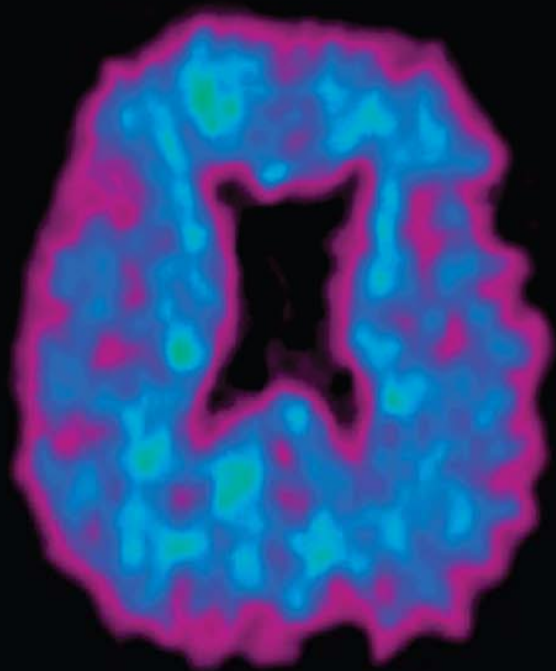


# ClearPET®, small animal PET Crystal Clear Collaboration

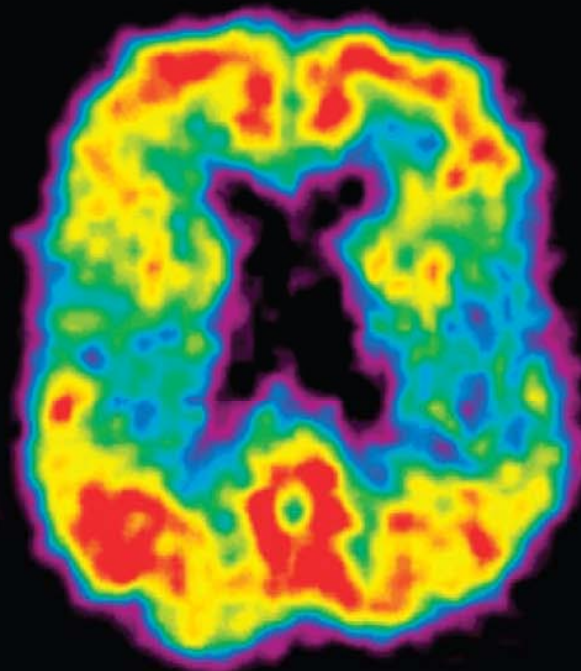


*Rat brain FDG image*



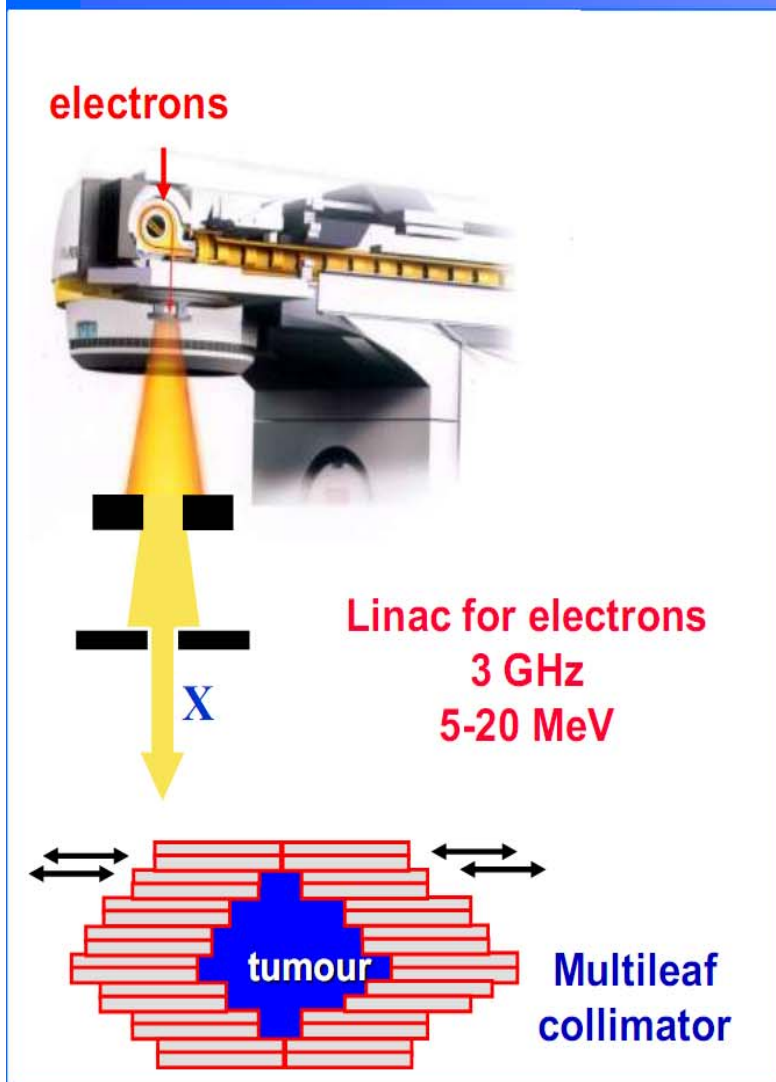


**Healthy brain**



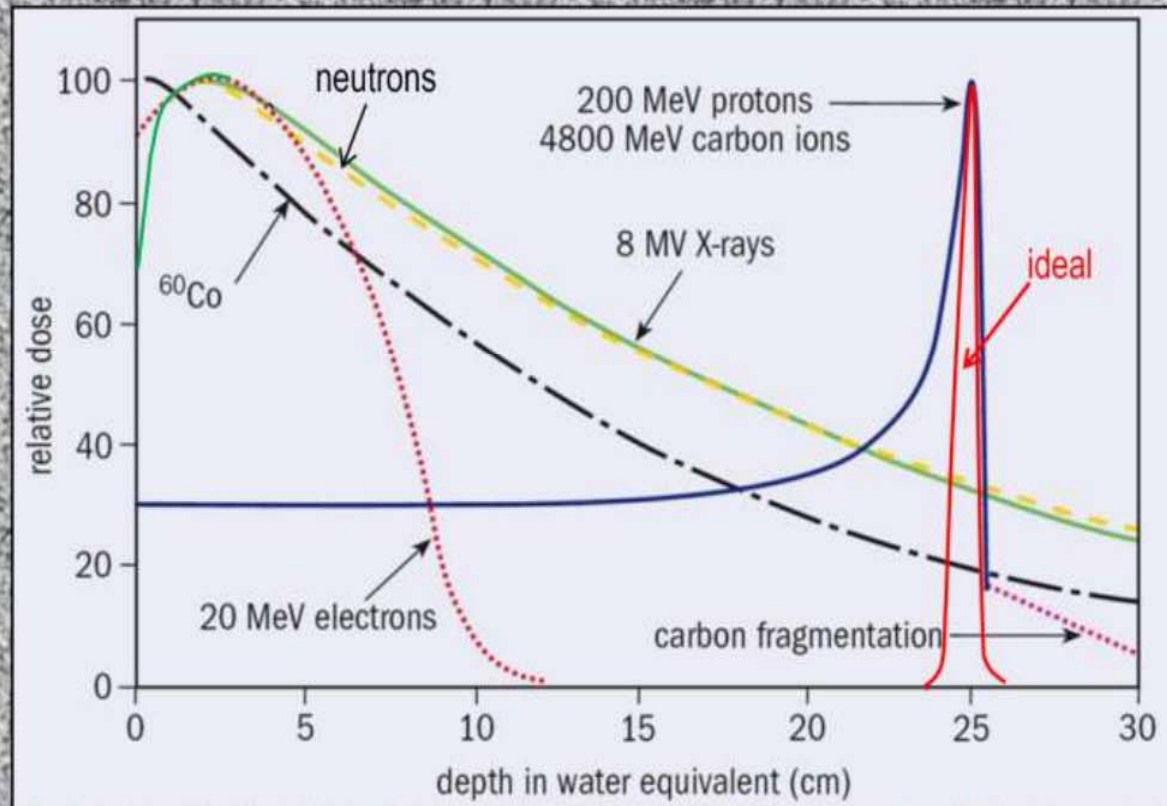
**Alzheimer's patient**

## ***'Conventional' radiotherapy: linear accelerators dominate***



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

## *The icon of radiation therapy with charged hadrons*

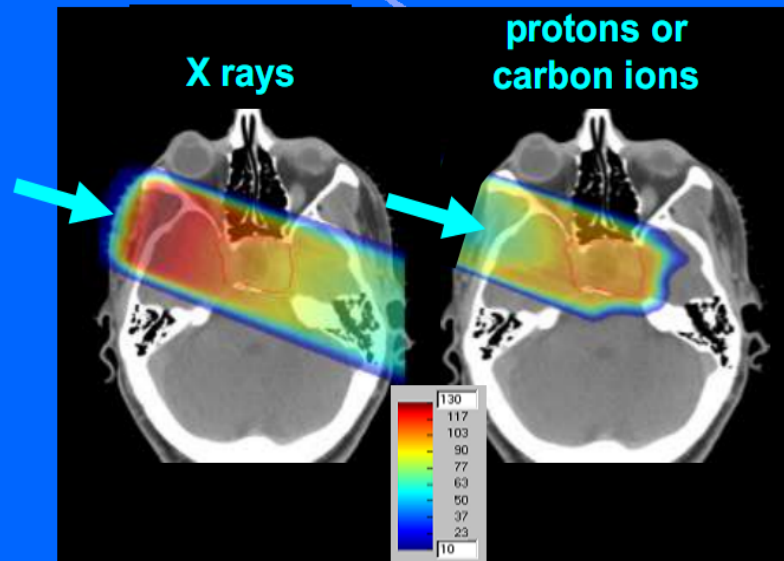
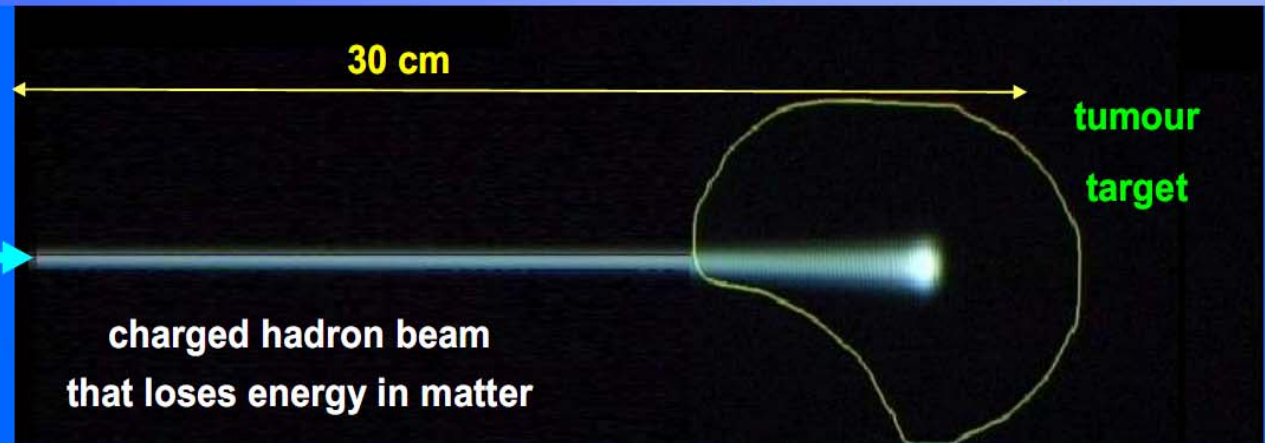


**Radiation beam in matter**

## Protons and ions spare healthy tissues

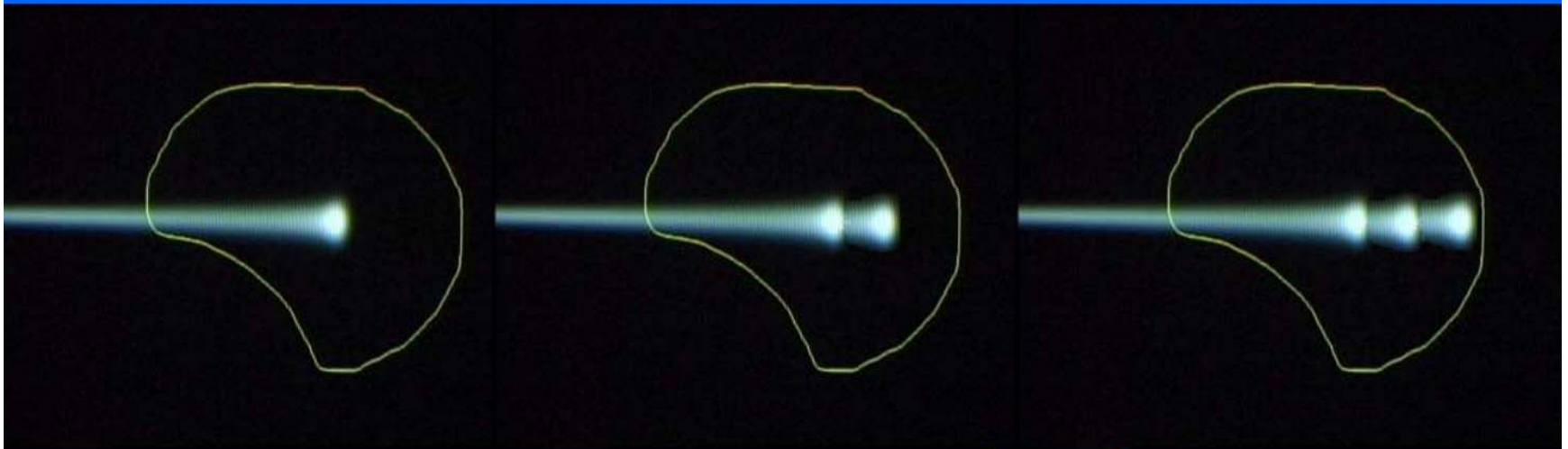
200 MeV - 1 nA  
protons

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



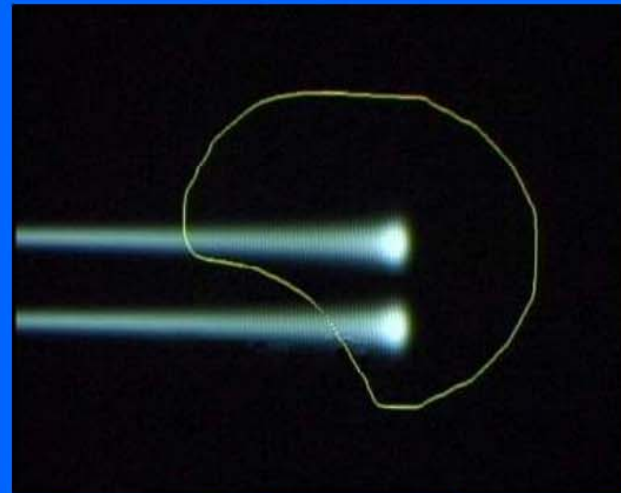
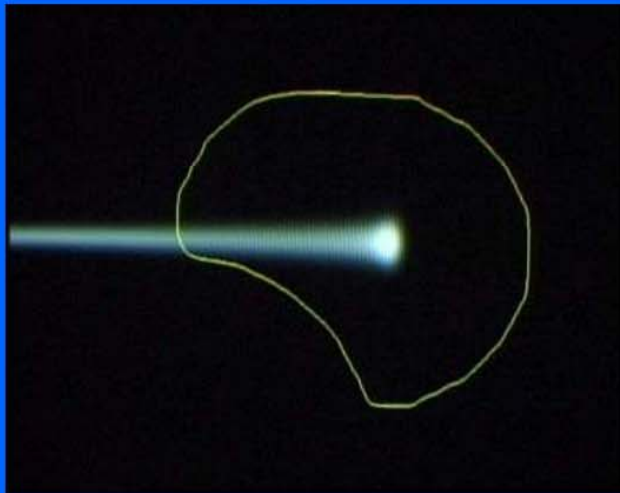
## ***Charged hadrons can deliver the dose in three dimensions***

**Longitudinal movement by varying the energy of the beam**

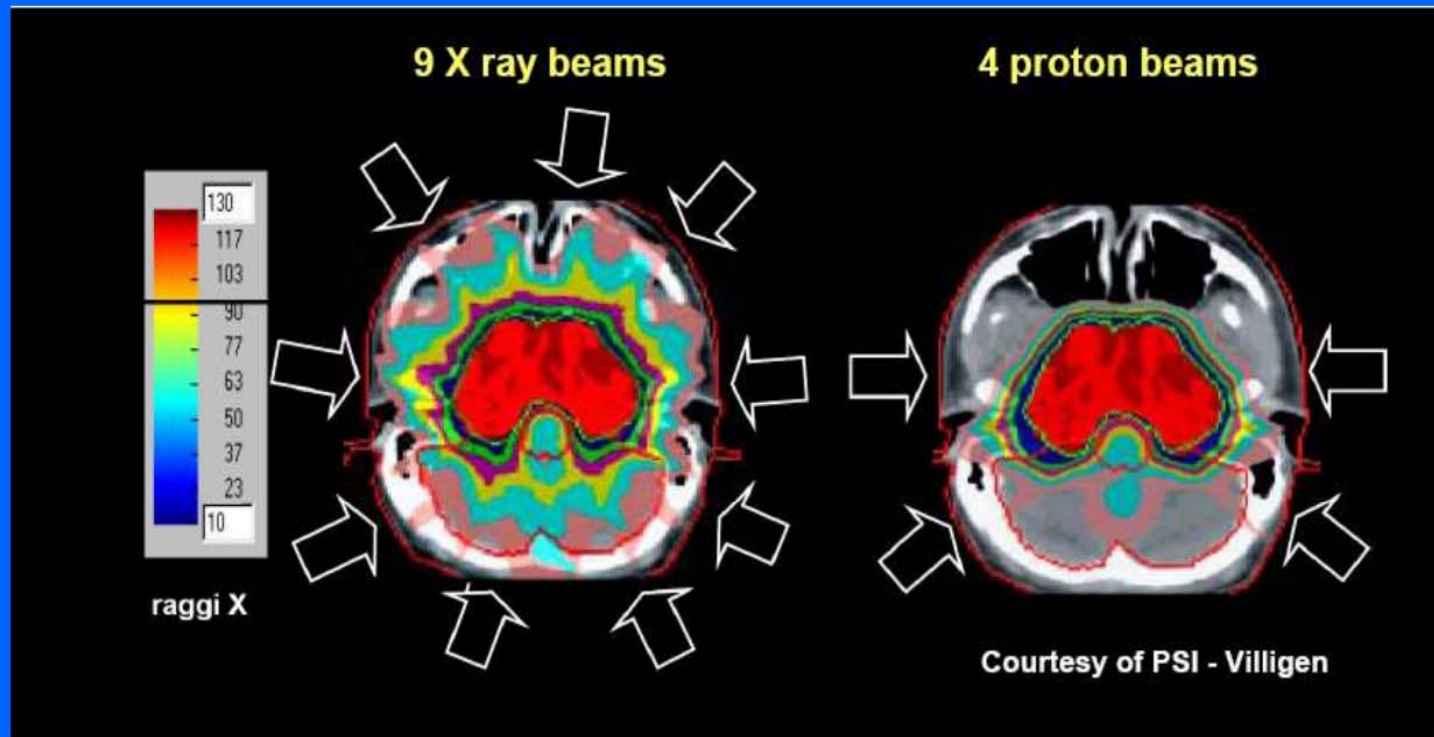


## ***Charged hadrons can deliver the dose in three dimensions***

**Lateral movement with a transverse magnetic field**



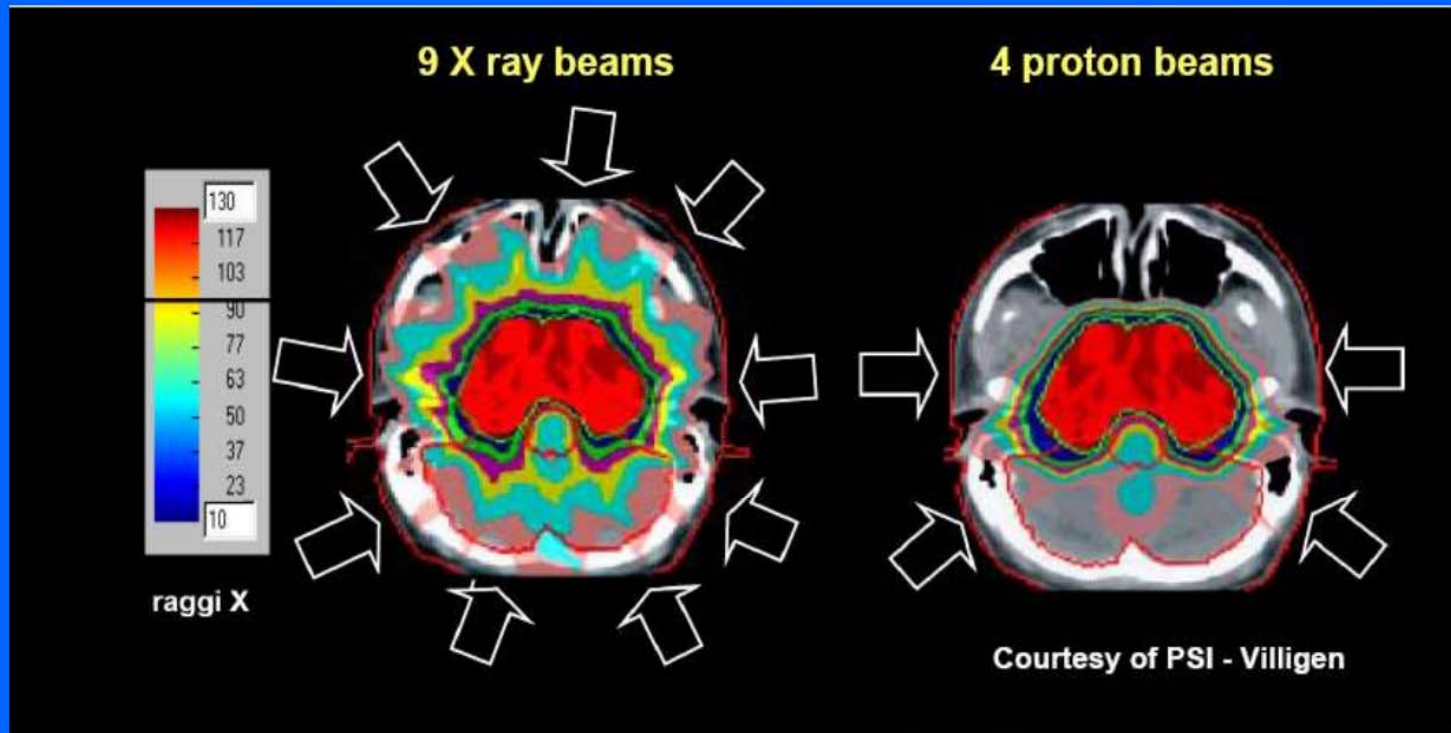
## *Protons are qualitatively different from X-rays*



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

### Eye and Orbit

- Choroidal Melanoma
- Retinoblastoma
- Choroidal Metastases
- Orbital Rhabdomyosarcoma
- Lacrimal Gland Carcinoma
- Choroidal Hemangiomas

### Head and Neck Tumors

- Locally Advanced Oropharynx
- Locally Advanced Nasopharynx
- Soft Tissue Sarcoma
  - Recurrent or Unresectable
- Misc. Unresectable or Recurrent Carcinomas

### Chest

- Non Small Cell Lung Carcinoma
  - Early Stage—Medically Inoperable
- Paraspinal Tumors
  - Soft Tissue Sarcomas, Low Grade Chondrosarcomas, Chordomas

### Abdomen

- Paraspinal Tumors
- Soft Tissue
  - Sarcomas,
  - Low Grade Chondrosarcomas,
  - Chordomas

### Pelvis

- Early Stage Prostate Carcinoma
- Locally Advanced Prostate Carcinoma
- Locally Advanced Cervix Carcinoma
- Sacral Chordoma
- Recurrent or Unresectable Rectal Carcinoma
- Recurrent or Unresectable Pelvic Masses

### Central Nervous System

- Adult Low Grade Gliomas
- Pediatric Gliomas
- Acoustic Neuroma
  - Recurrent or Unresectable
- Pituitary Adenoma
  - Recurrent or Unresectable
- Meningioma
  - Recurrent or Unresectable
- Craniopharyngioma
- Chordomas and Low Grade Chondrosarcoma
  - Clinical and Cervical Spine
- Brain Metastases
- Optic Glioma
- Arteriovenous Malformations

*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*

