

# MEDICINA NUCLEARE

impiego a scopo diagnostico e terapeutico dei radionuclidi  
(isotopi radioattivi) prodotti artificialmente

- Composizione dell'atomo (piccola sfera  $10^{-9}$  cm):
  - a) costituita dal nucleo protoni (+) e neutroni (costituisce quasi tutta la massa dell'atomo)
  - b) e dagli elettroni (-)
- Numero di massa N+P

- Nuclei instabili (radionuclidi) tendono ad una condizione di maggiore stabilità disintegrandosi ed **emettendo una o due particelle**: il tipo di disintegrazione dipende dall' eccesso di neutroni o positroni ed emettendo una o due particelle

# MEDICINA NUCLEARE

L'imaging diagnostico utilizza l'emissione gamma, la cattura elettronica e le emissioni  $\beta^+$  e  $\beta^-$

- Emissione  $\beta^-$
- Un neutrone in eccesso si trasforma in protone:



Spettro di emissione continua

- Emissione  $\beta^+$
- Un protone in eccesso si trasforma in neutrone :



emissione elettrone positivo o positrone. Questo annichilsce con elettrone nelle vicinanze e genera raggi  $\gamma$  a  $180^\circ$

# MEDICINA NUCLEARE

L'imaging diagnostico utilizza l'emissione gamma, la cattura elettronica e le emissini  $\beta^+$  e  $\beta^-$

- **Cattura elettronica**
- **Un elettrone è catturato dal nucleo e viene emesso un neutrino:**



**Il riassetto elettronico determina la emissione di radiazione x**

- **Emissione Gamma**
- **Un nucleo mantiene lo stato di eccitazione che gli deriva dall'assorbimento di energia per breve tempo e poi decade attraverso emissione di fotoni ad alta energia o raggi gamma ( $\gamma$ )**



**emissione elettrone positivo o positrone. Questo si annichila con elettrone nelle vicinanze e genera raggi  $\gamma$  a  $180^\circ$**

# RADIONUCLIDI

Nuclei di determinati elementi “bombardati” con particelle pesanti (reattore nucleare, ciclotrone...) divengono capaci di emettere radiazioni ionizzanti. La radiazione emessa è costituita da particelle  $\alpha$  (nuclei di elio),  $\beta$  (elettroni) e **da radiazione  $\gamma$ .**

# **MEDICINA NUCLEARE**

**rilevazione delle radiazioni**

**Rilevazione delle radiazioni :**

**fenomeni di ionizzazione e d'eccitazione  
prodotti in un mezzo al loro passaggio.**

**I RILEVATORI**

# MEDICINA NUCLEARE

impiego a scopo diagnostico e terapeutico dei radionuclidi  
(isotopi radioattivi) prodotti artificialmente

- Diagnostico (in vivo)

espressione della distribuzione della radioattività

## Radionuclidi

- “ *in quanto tali* ”  
99 TC, 131 I, 123 I, 201 Tl.....

- Terapeutico

Complesso radionuclide-farmaco

## Radiofarmaci

- accumulo (selettivo)  
preferenziale in specifiche sedi  
di eliminazione
- <sup>99m</sup>Tc più usato anche perché di  
pronta disponibilità; non  
prontamente disponibili  
marcatura in sedi  
radiofarmaceutiche →

### ANALISI

MORFOLOGICA - FUNZIONALE

Indicatori



Positivi e Negativi

Traccianti



Cinetica naturale

# RADIONUCLIDI

- **Energia di emissione tale da attraversare le strutture corporee** (*sistemi di rilevamento per energie di emissione comprese tra 50 e 200 KeV*)
- **Minima esposizione del paziente**
- **Emivita di ore**

| <b>radionuclide</b>                 | <b>produzione</b> |
|-------------------------------------|-------------------|
| <b><math>^{99m}\text{Tc}</math></b> | <b>generatore</b> |
| $^{131}\text{I}$                    | reattore          |
| $^{123}\text{I}$                    | ciclotrone        |
| $^{201}\text{Tl}$                   | ciclotrone        |
| $^{67}\text{Ga}$                    | ciclotrone        |
| $^{111}\text{In}$                   | generatore        |



**Fissione nucleare**



**Accelerazione di  
particelle su n  
bersaglio stabile**



**Un radionuclide genitore  
attraverso una cascata di  
eventi può dare origine ad  
un radionuclide figlio  
 $^{99}\text{M}$ olibdeno/ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ecnezio**



| radionuclide          | decadimento            | T/2         | emissione              |
|-----------------------|------------------------|-------------|------------------------|
| $^{99m}\text{Tc}$     | gamma                  | 6 ore       | 140 KeV                |
| $^{131}\text{I}$      | $\beta^-$              | 8.08 giorni | 280,360,640<br>Kev     |
| $^{123}\text{I}$      | Cattura<br>elettronica | 13.2 ore    | 160 Kev                |
| $^{201}\text{Tallio}$ | Catt. elettr.          | 73.5 ore    | 68-80 KeV              |
| $^{67}\text{Gallio}$  | Cattura<br>elettronica | 78.3 ore    | 92,182,300,<br>390 KeV |
| $^{111}\text{Indio}$  | Cattura<br>elettronica | 100 minuti  | 391 KeV                |

# Apparecchiature

Scanner lineare

Gamma camera

- **Opportuni cristalli trasformano in fotoni luminosi una parte dell'energia in essi dissipata a seguito dell'assorbimento dei fotoni gamma. Gli impulsi rilevati vengono trasformati in segnale elettrico, amplificati, analizzati e contati**

# Apparecchiature

- **Scanner lineare**  
cristallo connesso ad un singolo  
fotomoltiplicatore

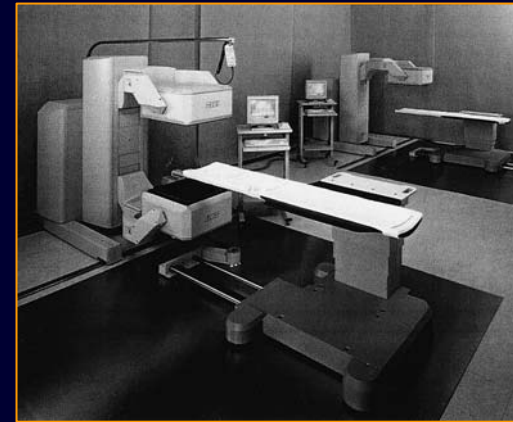


- **Gamma camera**  
cristallo rivelatore di grandi  
dimensioni accoppiato a  
numerosi fotomoltiplicatori  
disposti a mosaico



# Tomografia da emissione rotante computerizzata

|                |  |
|----------------|--|
| SPECT          | Tomografia computerizzata da emissione di fotone singolo |
| <del>PET</del> | <del>Tomografia da emissione di positrone</del>          |

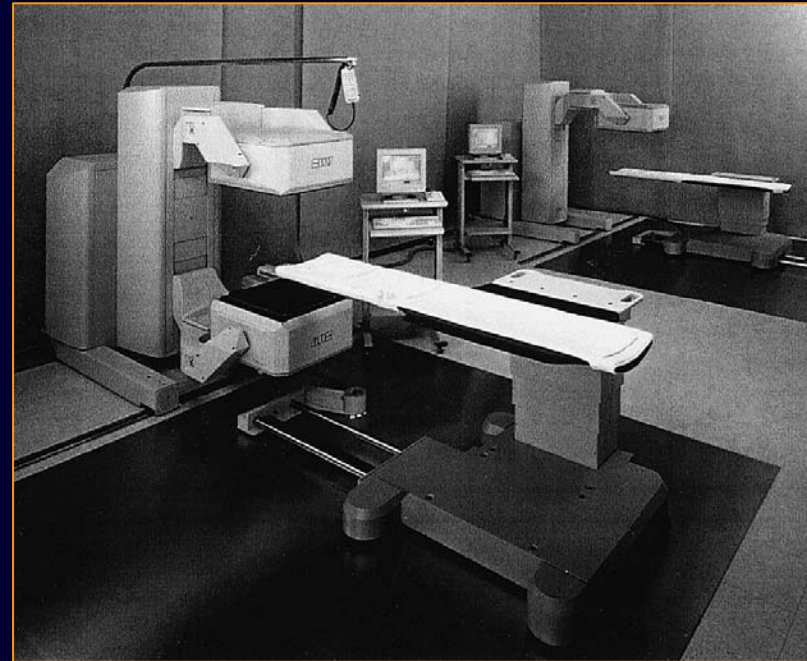


# SPECT

basata sull'impiego di radionuclidi emittenti fotoni

gamma singoli

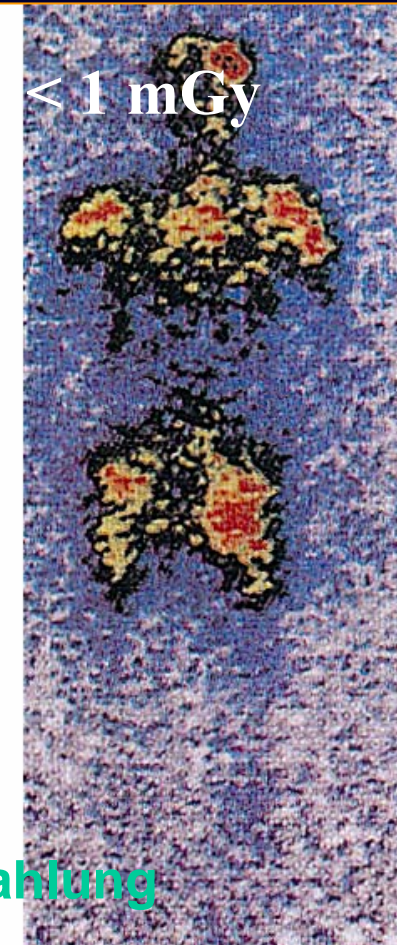
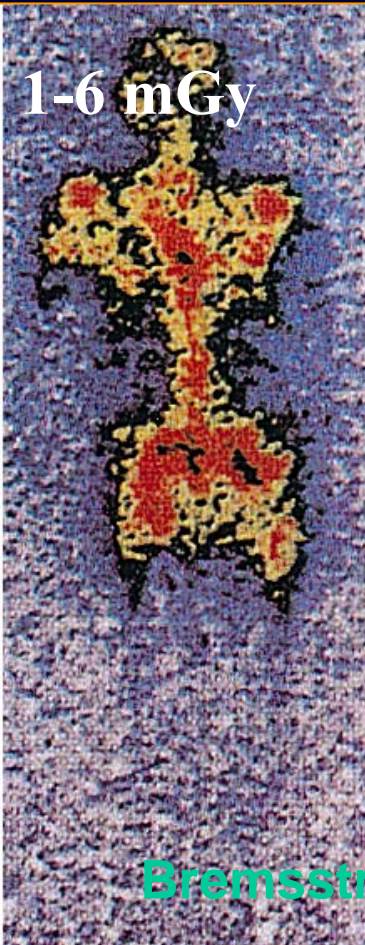
- **Arco di rotazione** ( $180^\circ$  cuore, tiroide, piccole articolazioni - $360^\circ$  cerebrale polmone)
- **Zoom di acquisizione**
- **Matrice di acquisizione** (128x128 o 64x64)
- **Campionamento angolare** ( $\leq 6^\circ$ )
- **Tempo di acquisizione** durata 30'' per proiezione



Dose assorbita

Scheletro

Gonadi



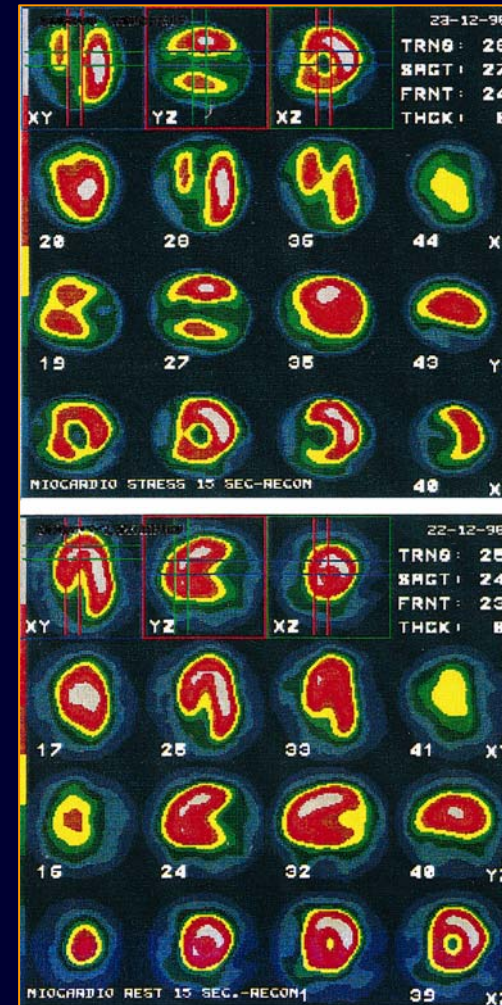
prima e dopo terapia

**SCINTIGRAFIA SCHELETRICA IN METASTASI OSSEE**

# APPARATO CARDIOVASCOLARE

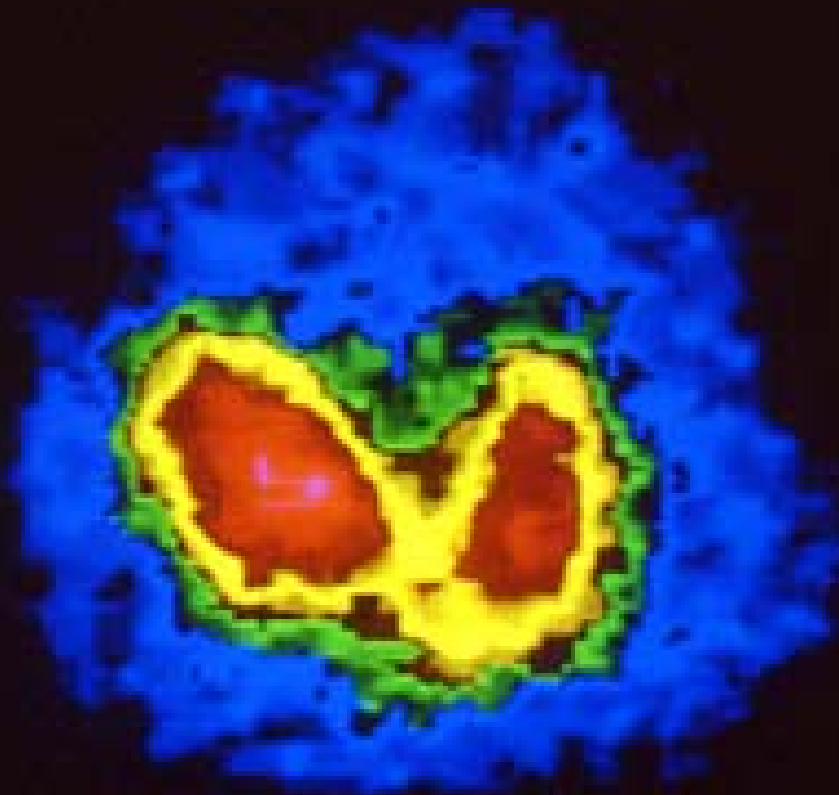
## Scintigrafia miocardica perfusionale

- $^{201}\text{Tl}$  Tallio cloruro
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -SestaMIBI
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmina



**SPECT miocardica con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI.**

**Ischemia plurivasale**



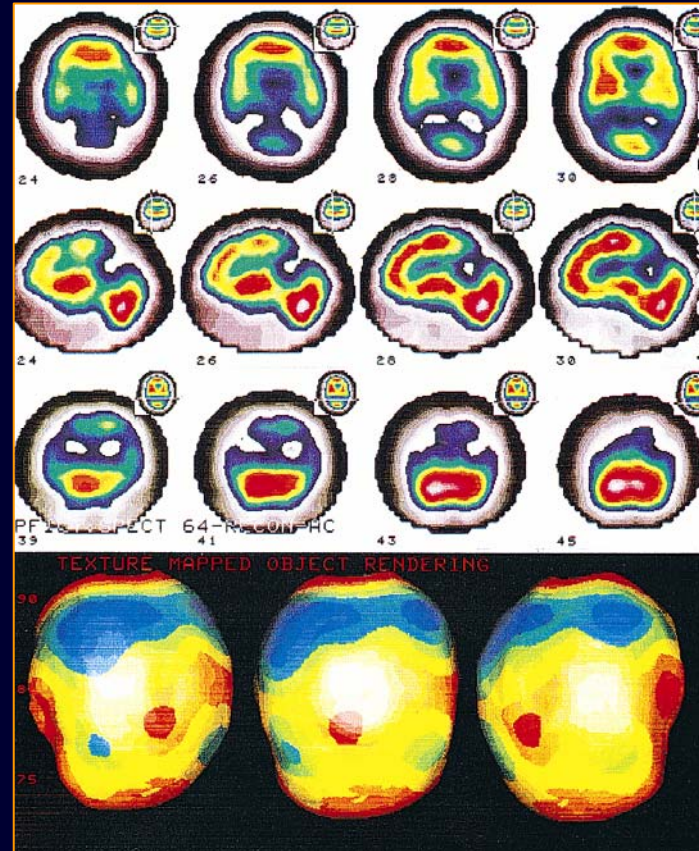
201 TL - PIN



## SPECT cerebrale: studio di perfusione ( $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO e il $^{99m}\text{Tc}$ -ECH)

- supera la barriera emato-encefalica e vi rimane per ore

- Digiuno 4-6 ore
- Protetto da stimoli sensoriali almeno 30'



**SPECT cerebrale in paziente con morbo di Alzheimer: vasta area di ipoperfusione parietale bilaterale**

# PET

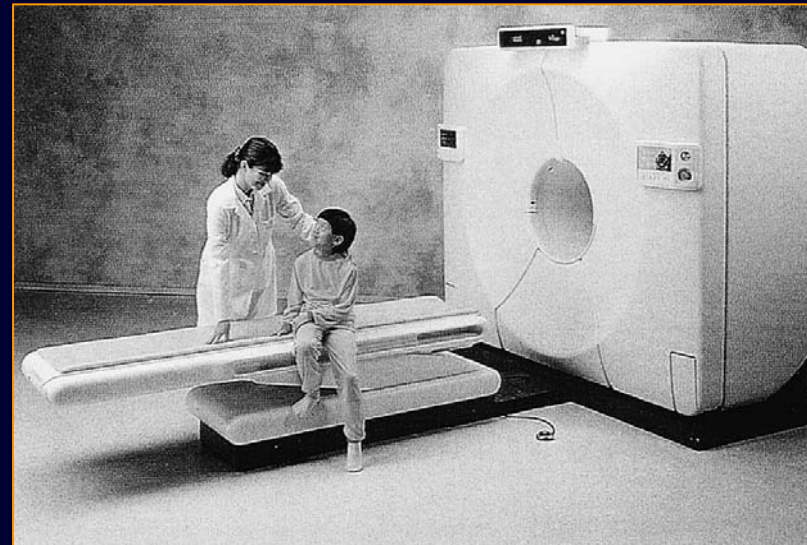
(tomografia computerizzata da emissione di fotone singolo)

basata sull'impiego di radionuclidi emittenti positroni che annichiliscono emettendo due fotoni gamma ad alta energia (511 Kev ciascuno) in direzione opposta rilevata da due opposti scintillatori

- **11 Carbonio**
- **15 Ossigeno**
- **13 Azoto ...rubidio..**

o analoghi di sostanze che partecipano ai processi metabolici

Fisiopatologia e sul  
meccanismodi farmaci



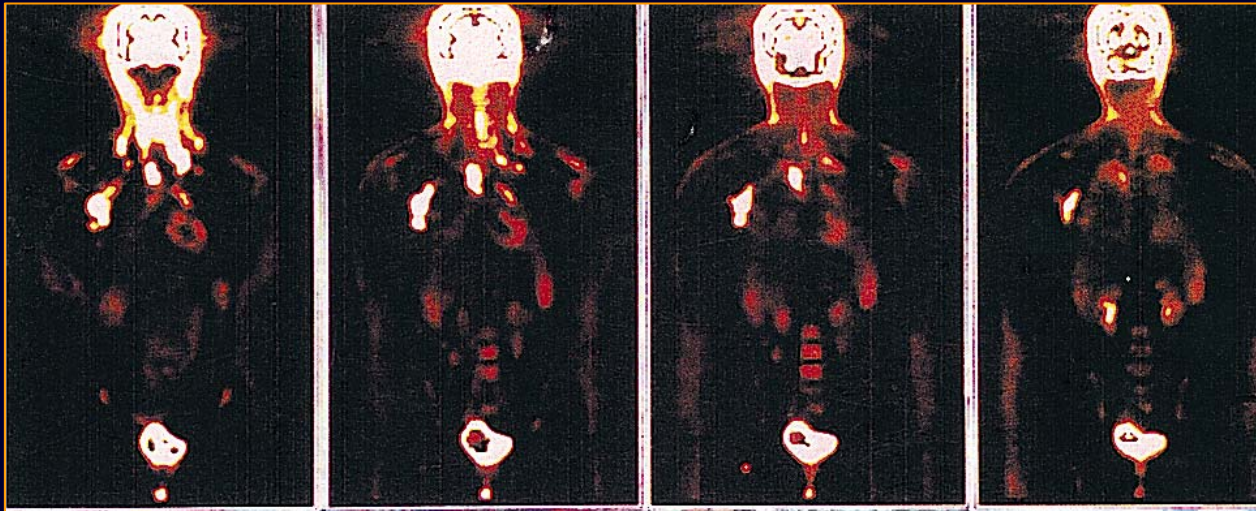
## **PET: Oncologia**

**Utilizza il fluoro-18 desossiglucosio per identificare la presenza del cancro**

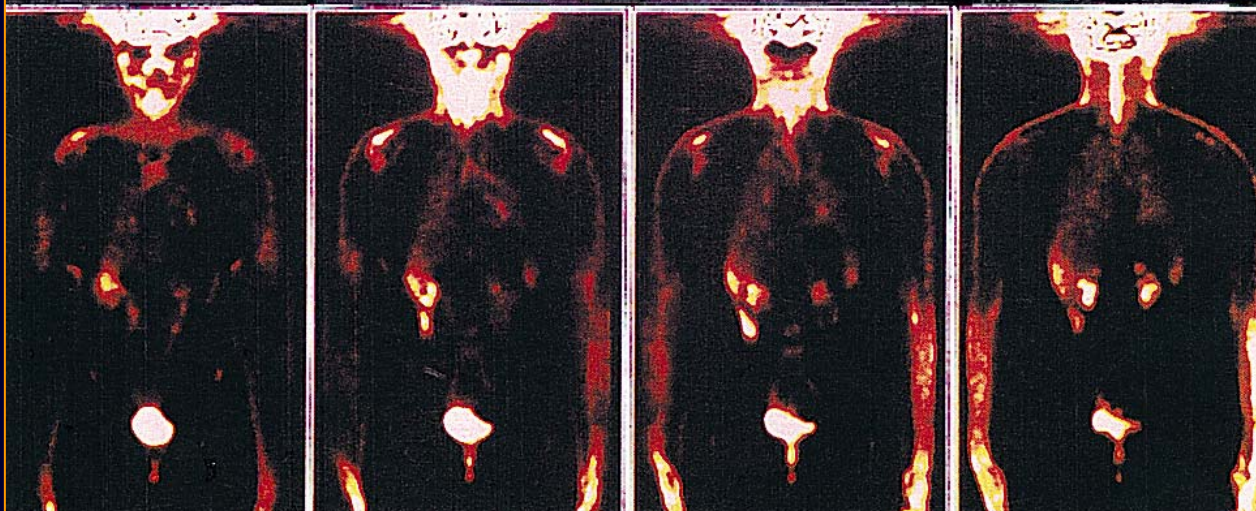
**FDG è rapidamente trasportato attraverso le membrane cellulari del tumore metabolicamente attivo ma non viene metabolizzato dall'attività glicolitica.**

**Ne deriva accumulo intratumorale**

# PET: linfoma prima e dopo terapia



**prima**



**dopo**