

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 β^+ e β^-

- Emissione β^-
- Un neutrone in eccesso si trasforma in protone:



Spettro di emissione continua

- Emissione β^+
- Un protone in eccesso si trasforma in neutrone :



emissione elettrone positivo o positrone. Questo annichilsce con elettrone nelle vicinanze e genera raggi γ a 180°

MEDICINA NUCLEARE

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

- **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 (γ)**



emissione elettrone positivo o positrone. Questo si annichila con elettrone nelle vicinanze e genera raggi γ a 180°

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 α (nuclei di elio), β
(elettroni) e **da radiazione γ .****

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
- 99mTC 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**

radionuclide	produzione
^{99m}Tc	generatore
^{131}I	reattore
^{123}I	ciclotrone
^{201}Tl	ciclotrone
^{67}Ga	ciclotrone
^{111}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
 $^{99}\text{Molibdeno/Tecnezio}$**

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

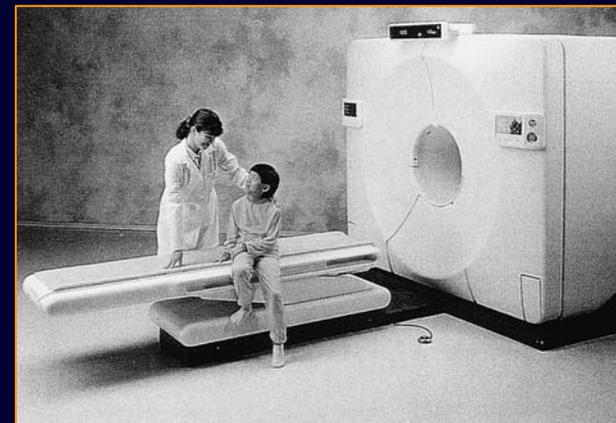
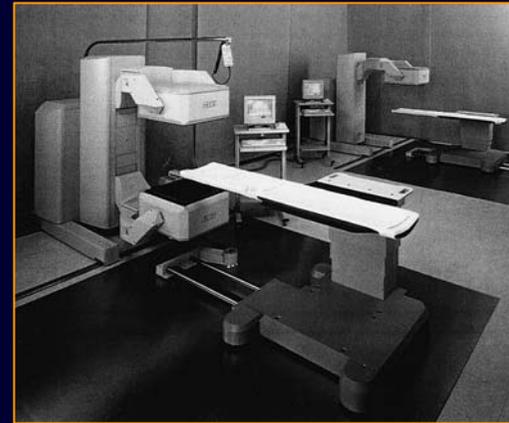


- **Gamma camera**
cristallo rivelatore di grandi dimensioni accoppiato a numerosi fotomoltiplicatori disposti a mosaico



Tomografia da emissione rotante computerizzata

SPECT	Tomografia computerizzata da emissione di fotone singolo
PET	Tomografia da emissione di positrone

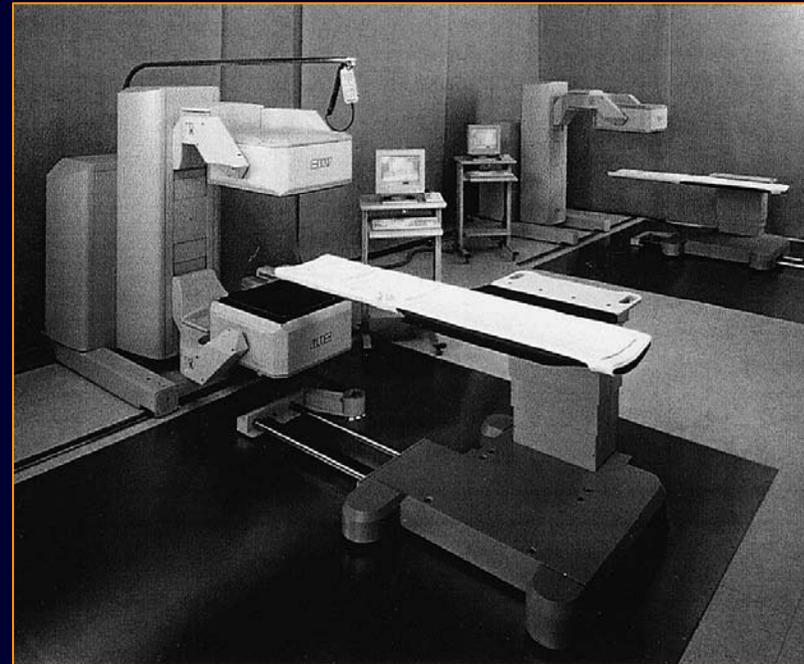


SPECT

basata sull'impiego di radionuclidi emittenti fotoni

gamma singoli

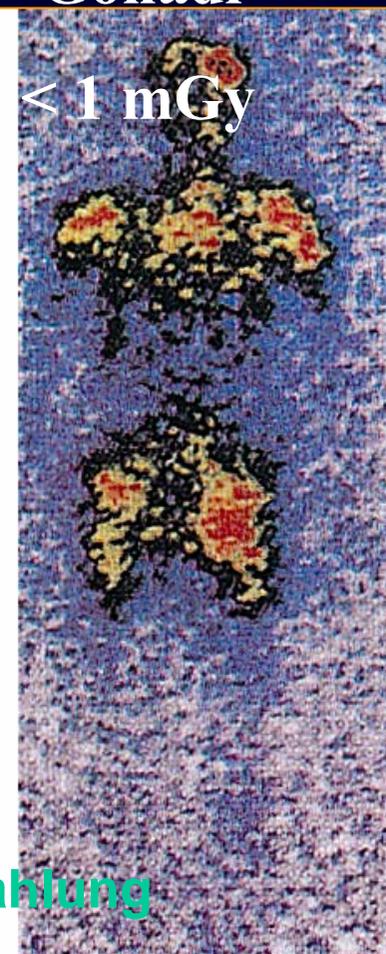
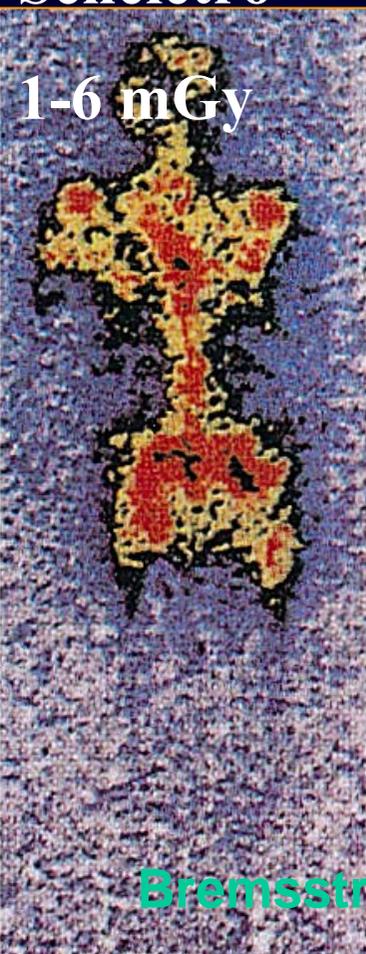
- **Arco di rotazione** (180°
cuore, tiroide, piccole
articolazioni - 360°
cerebrale polmone)
- **Zoom di acquisizione**
- **Matrice di acquisizione**
(128×128 o 64×64)
- **Campionamento
angolare** ($\leq 6^\circ$)
- **Tempo di acquisizione**
durata 30'' per proiezione



Dose assorbita

Scheletro

Gonadi



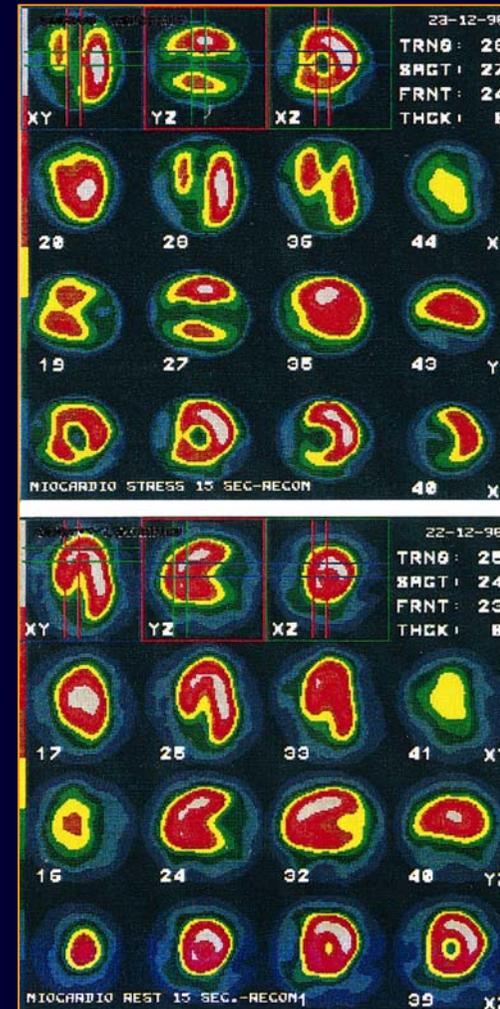
prima e dopo terapia

SCINTIGRAFIA SCHELETRICA IN METASTASI OSSEE

APPARATO CARDIOVASCOLARE

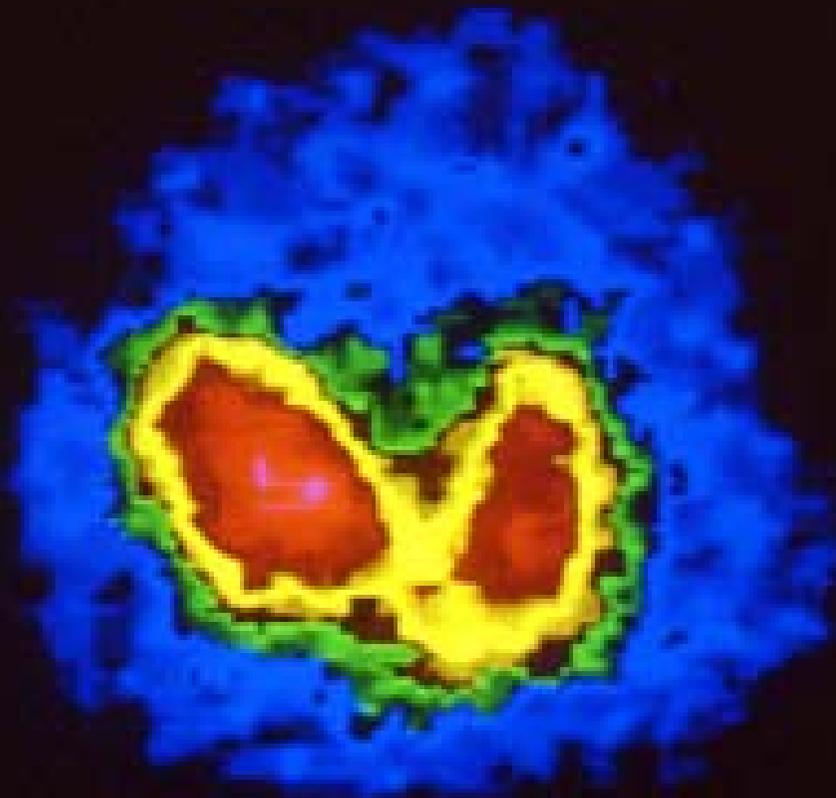
Scintigrafia miocardica perfusionale

- ^{201}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



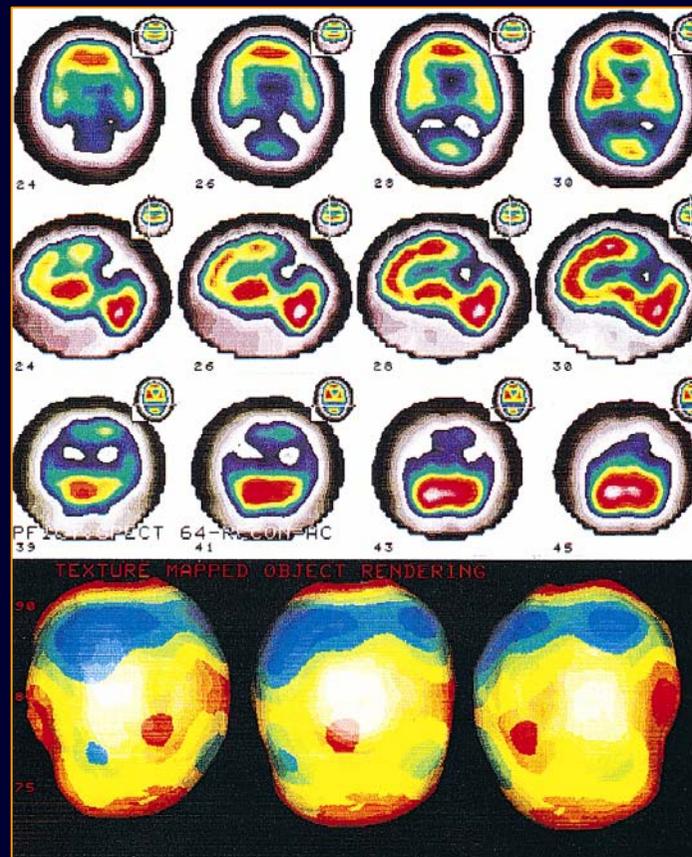
201 TL - PIN

SPECT cerebrale: studio di perfusione (^{99m}Tc -HMPAO e il ^{99m}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

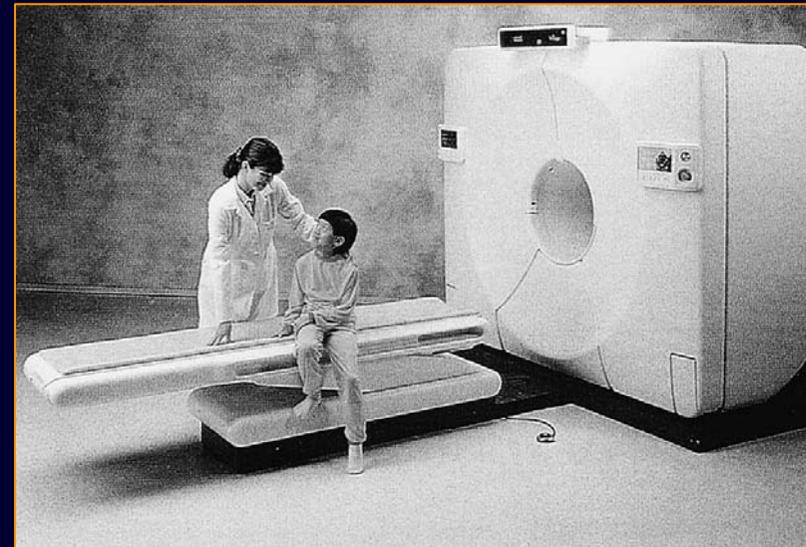
(tomografia computerizzata da emissione di fotone singolo)

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



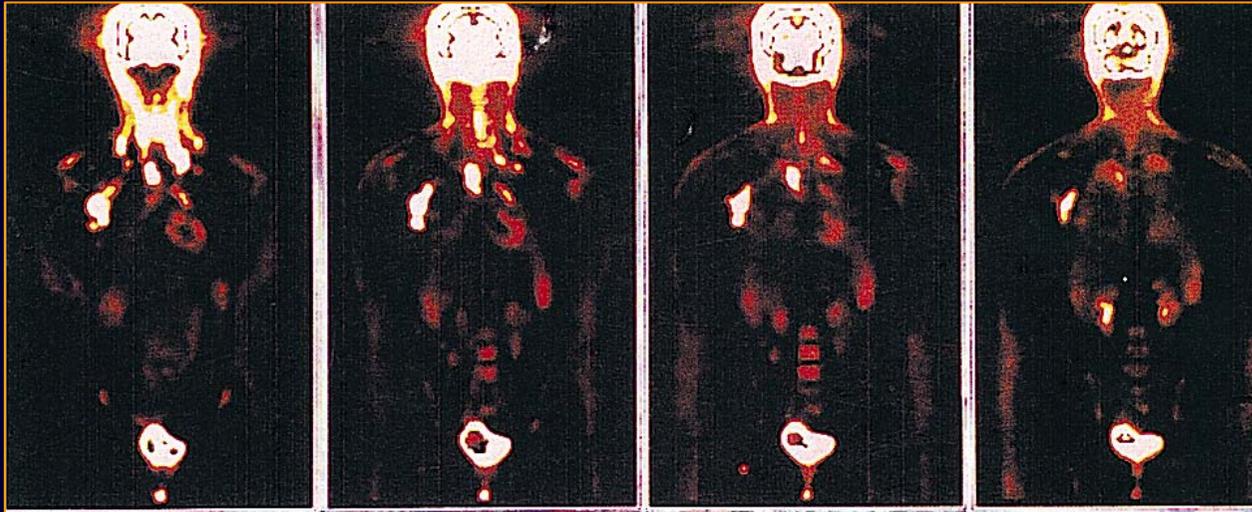
PET: Oncologia

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

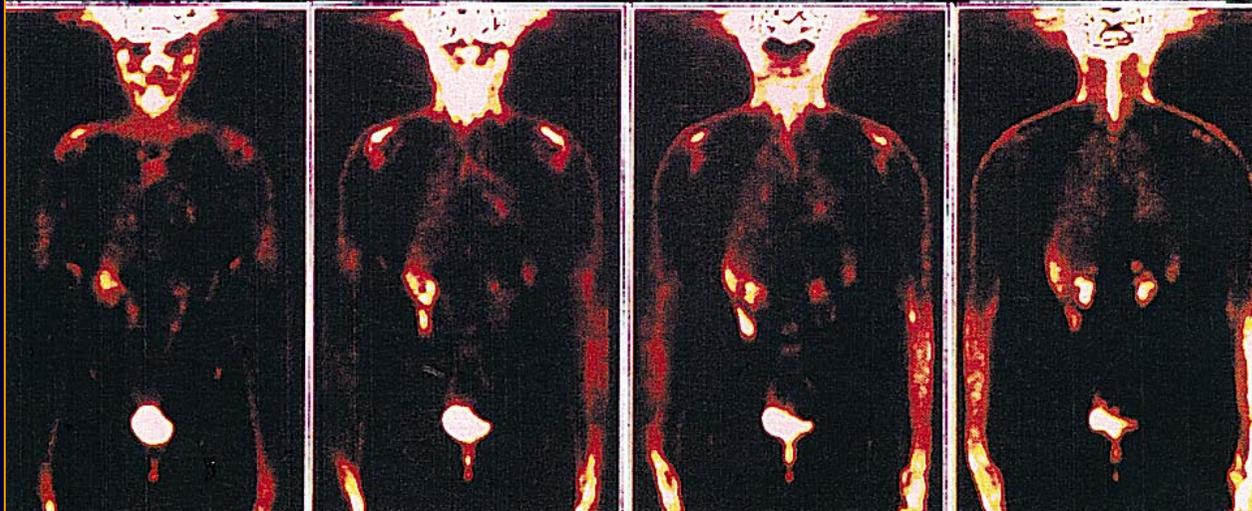
FDG è rapidamente trasportato attraverso le membrane cellulari del tumore metabolicamente attivo ma non viene metabolizzato dall'attività glicolitica.

Ne deriva accumulo intratumorale

PET: linfoma prima e dopo terapia



prima



dopo