

*La Medicina Nucleare  
"convenzionale"*

*o*

*Medicina Nucleare ad  
emissione di fotone singolo*

# Principali radionuclidi emittenti "singolo fotone" impiegati in Medicina Nucleare convenzionale

RADIONUCLIDE	MODALITA' DI DECADIMENTO	EMIVITA FISICA	PRODOTTO DI DECADIMENTO
$^{67}\text{Ga}$	X, $\gamma$	78 ore	$^{67}\text{Zn}$
$^{123}\text{I}$	X, $\gamma$	13 ore	$^{123}\text{Te}$
$^{125}\text{I}$	CE, $\gamma$	60,2 giorni	$^{125}\text{Te}$
$^{131}\text{I}$	beta <sup>-</sup> , $\gamma$	8,1 giorni	$^{131}\text{Xe}$
$^{111}\text{In}$	X, $\gamma$	68 ore	$^{111}\text{Cd}$
$^{201}\text{Tl}$	CE, $\gamma$	73,5 ore	$^{201}\text{Hg}$
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	TI	6 ore	$^{99}\text{Tc} \rightarrow ^{99}\text{Ru}$

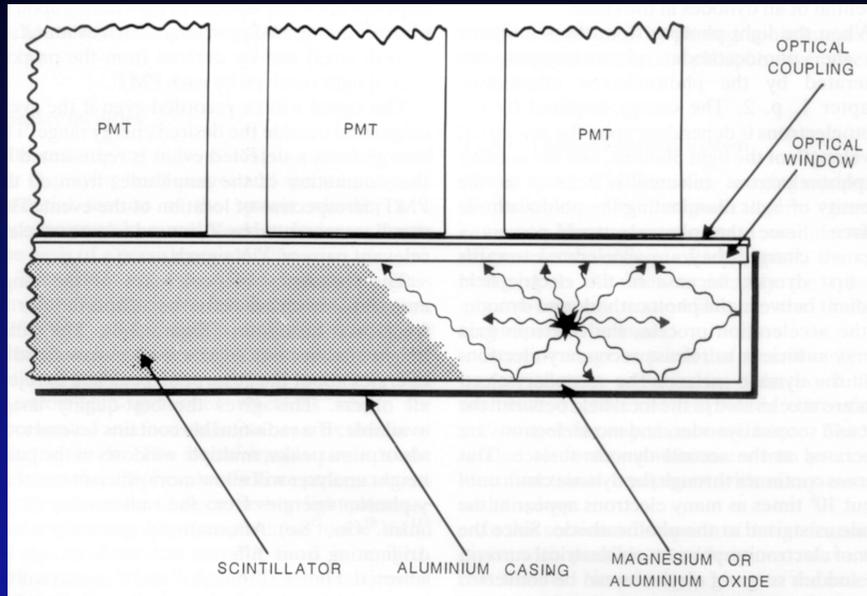




*I dispositivi di rivelazione  
in diagnostica convenzionale*

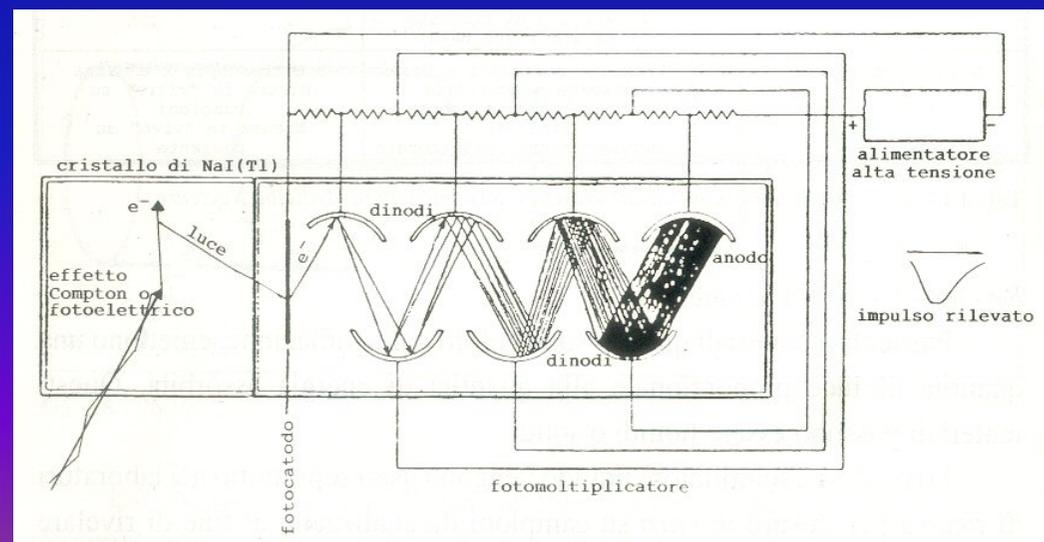
# Rivelatori a scintillazione

- Particolari **materiali**, quando sono colpiti dalla radiazione, emettono una **quantità di luce proporzionale alla quantità totale di energia assorbita**.
- I più utilizzati sono i rivelatori a **cristalli solidi inorganici**; fra questi, quello maggiormente impiegato in Medicina Nucleare convenzionale è il cristallo di **ioduro di sodio attivato con tallio**:  $\text{NaI (Tl)}$ .



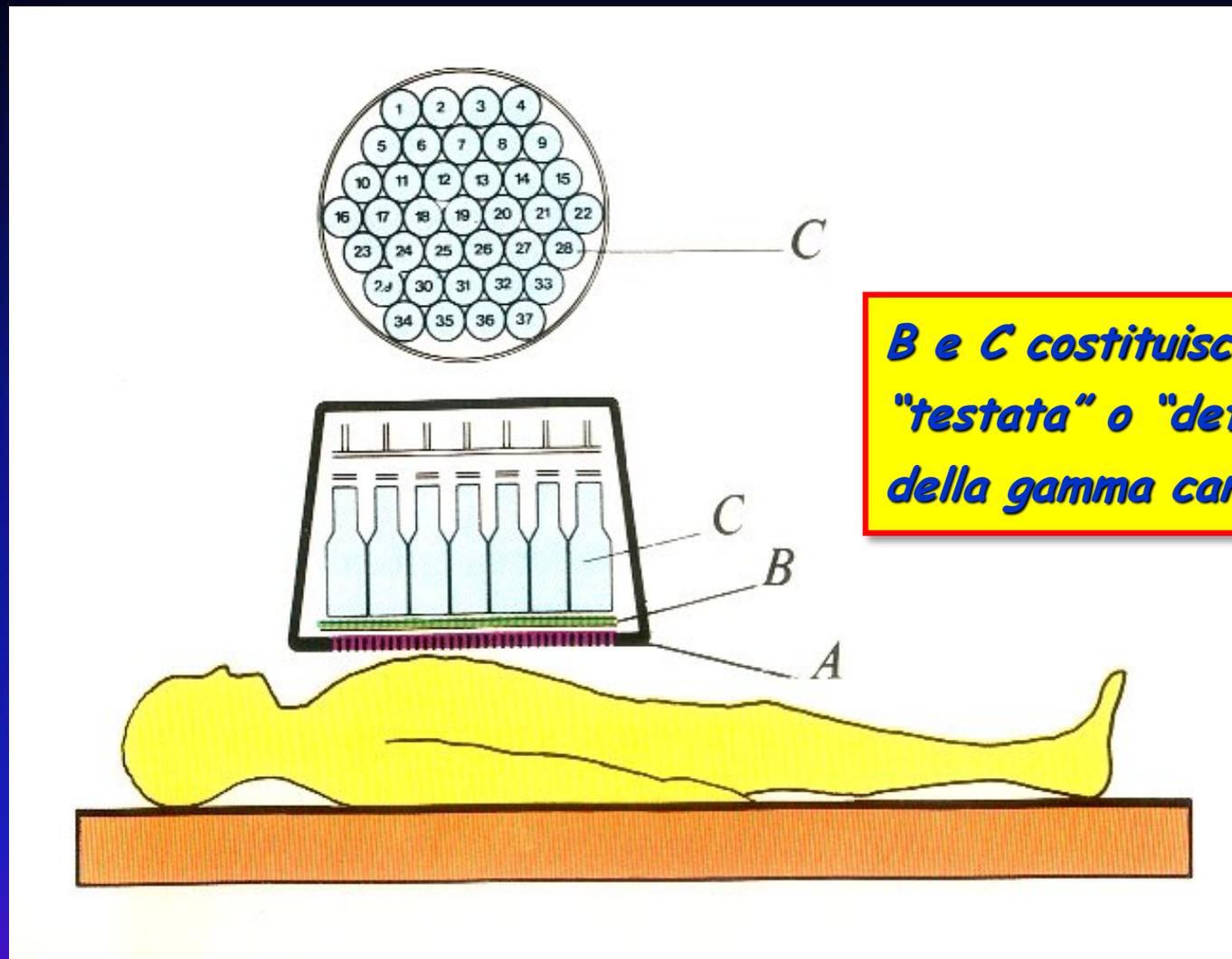
I raggi  $\gamma$  interagendo con il cristallo provocano ionizzazioni, poi trasformate in lampi di luce, la cui intensità è proporzionale all'energia depositata dal fotone incidente.

Tale luce viene convertita in elettroni (al fotocatodo) mantenendo la proporzionalità. Gli elettroni così ottenuti vengono accelerati e moltiplicati nel tubo fotomoltiplicatore dai dinodi, ottenendo un impulso di corrente misurabile.



# La gamma camera

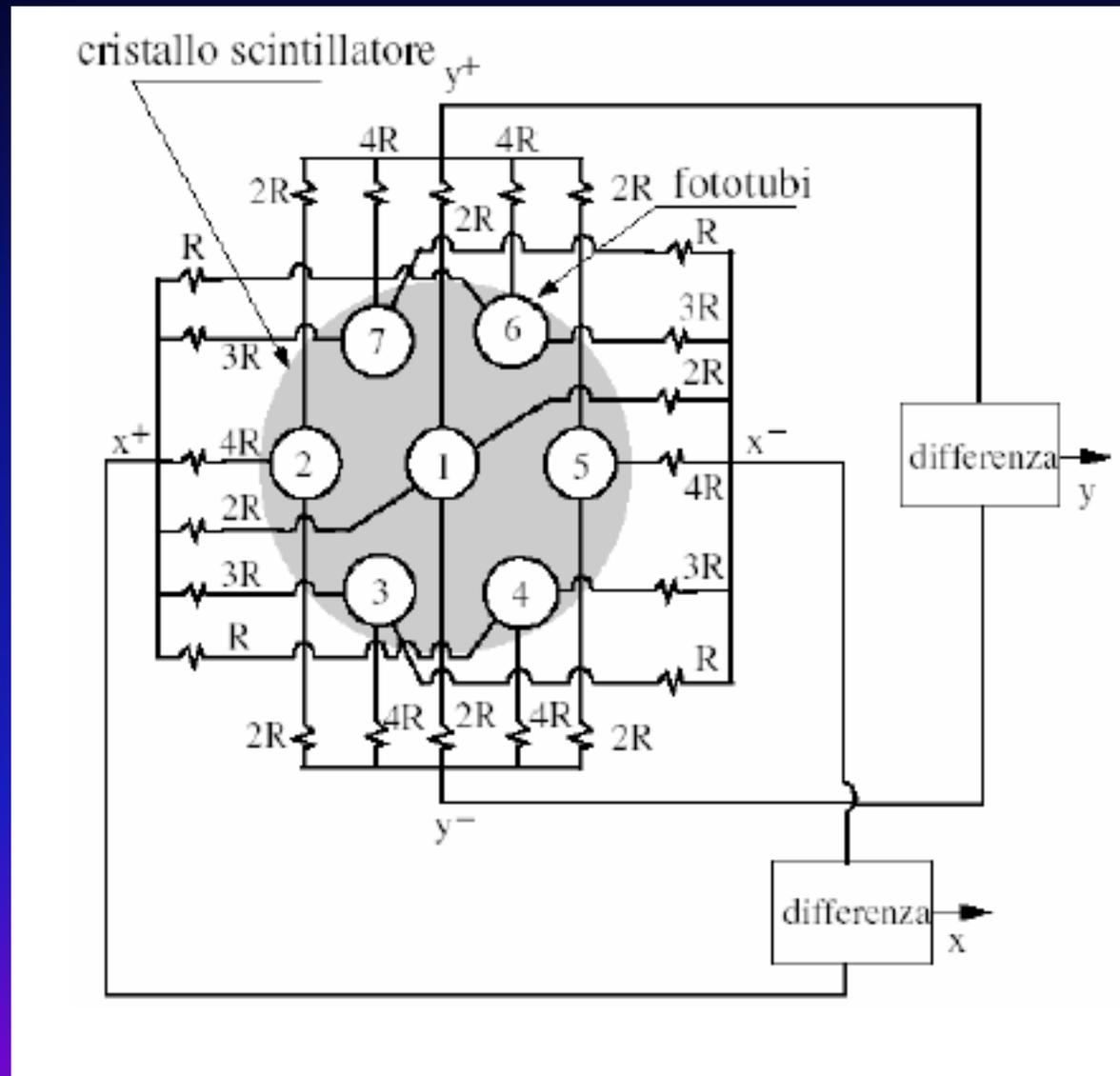
- La *camera di Anger*, comunemente detta "*gamma camera*", è uno strumento che permette di effettuare una *misura esterna* della radioattività nell'organo in esame fornendo anche una *rappresentazione* della distribuzione *bidimensionale* della stessa, cioè un'immagine.
- La testa della gamma camera è composta dal *crystallo* di NaI (diametro di circa 40 cm) *accoppiato* otticamente, mediante un fotocatodo, ad un *numero* di *tubi fotomoltiplicatori* (20-80) che lo ricoprono *totalmente* in geometria esagonale (a nido d'ape).



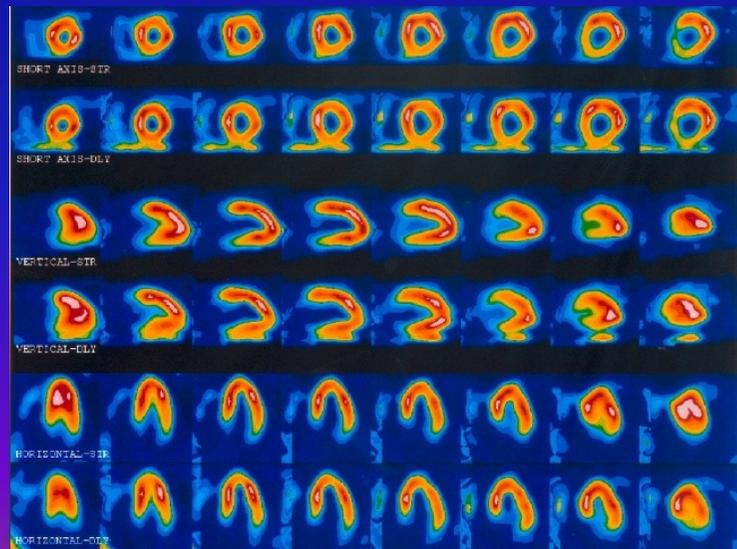
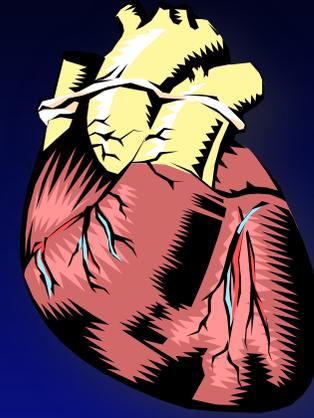
*B e C costituiscono la "testata" o "detector" della gamma camera.*

*(A) collimatore a fori paralleli, (B) cristallo di NaI (Tl);  
(C) tubi fotomoltiplicatori.*





*La scintigrafia  
ad emissione di  
fotone singolo*



# La scintigrafia planare statica

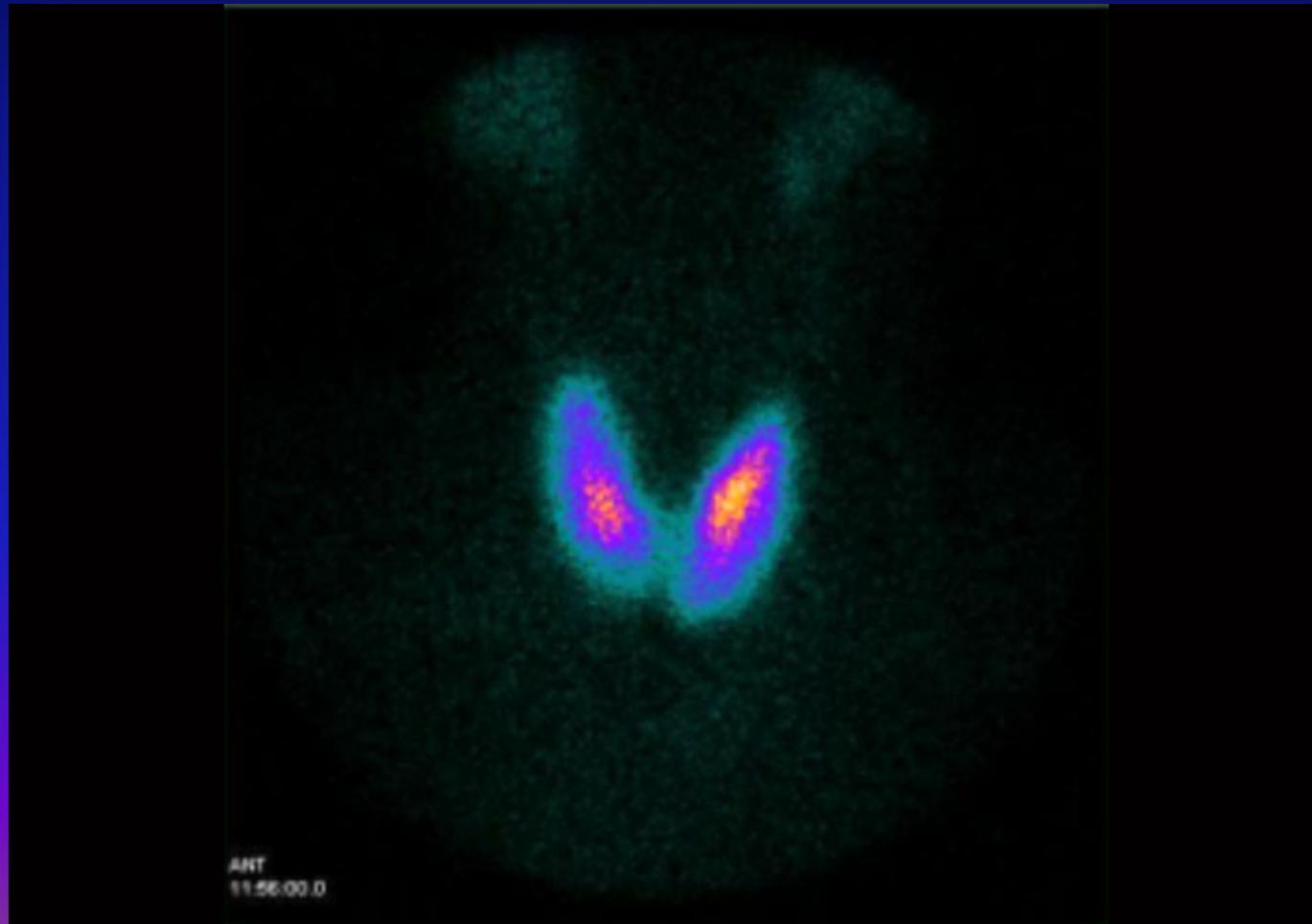
- Tipicamente realizzata mediante **gamma camera** di Anger che rileva, con **tecnica planare**, le radiazioni ed esplora nello stesso tempo l'intera area in esame, la cui estensione non é generalmente superiore alla superficie del cristallo.
- Ha come scopo la rappresentazione della **distribuzione del tracciante**, stabilmente **concentratosi** in un determinato organo.



# Applicazioni cliniche

- *Scintigrafia d'organo: tiroide, paratiroidi, polmoni, surreni, scheletro, linfonodi, ecc...*
- *Ricerca e/o valutazione di estensione di "focolai attivi" di infezione o sanguinamento.*
- *Possibilità di eseguire una scansione totale corporea (total body).*

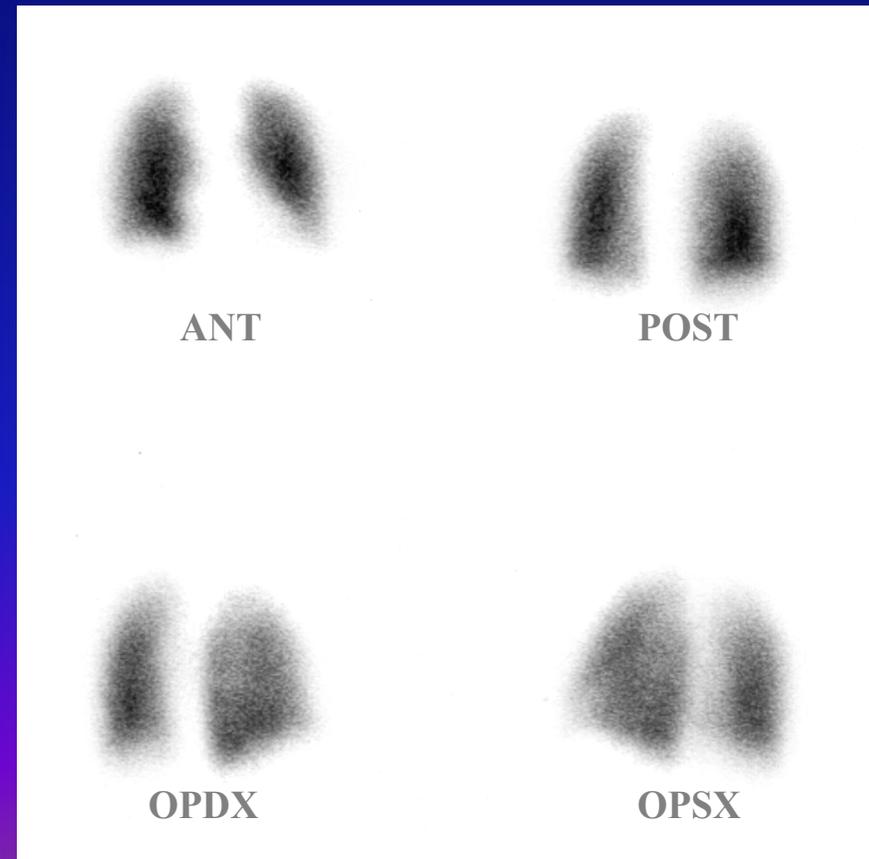
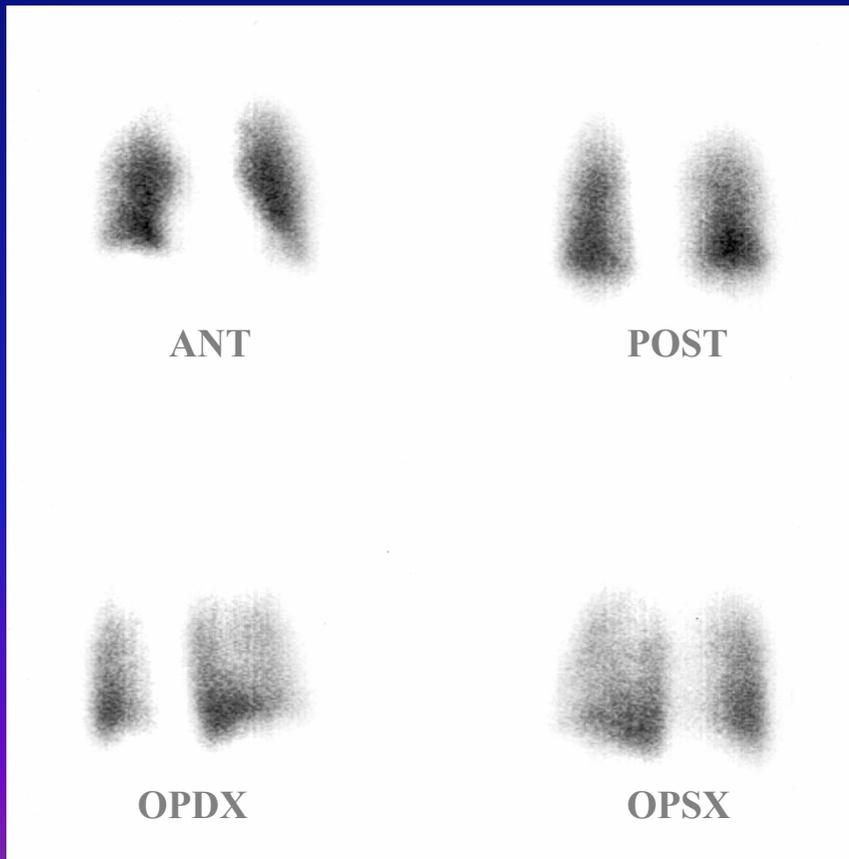
# *Scintigrafia della tiroide con $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetato*



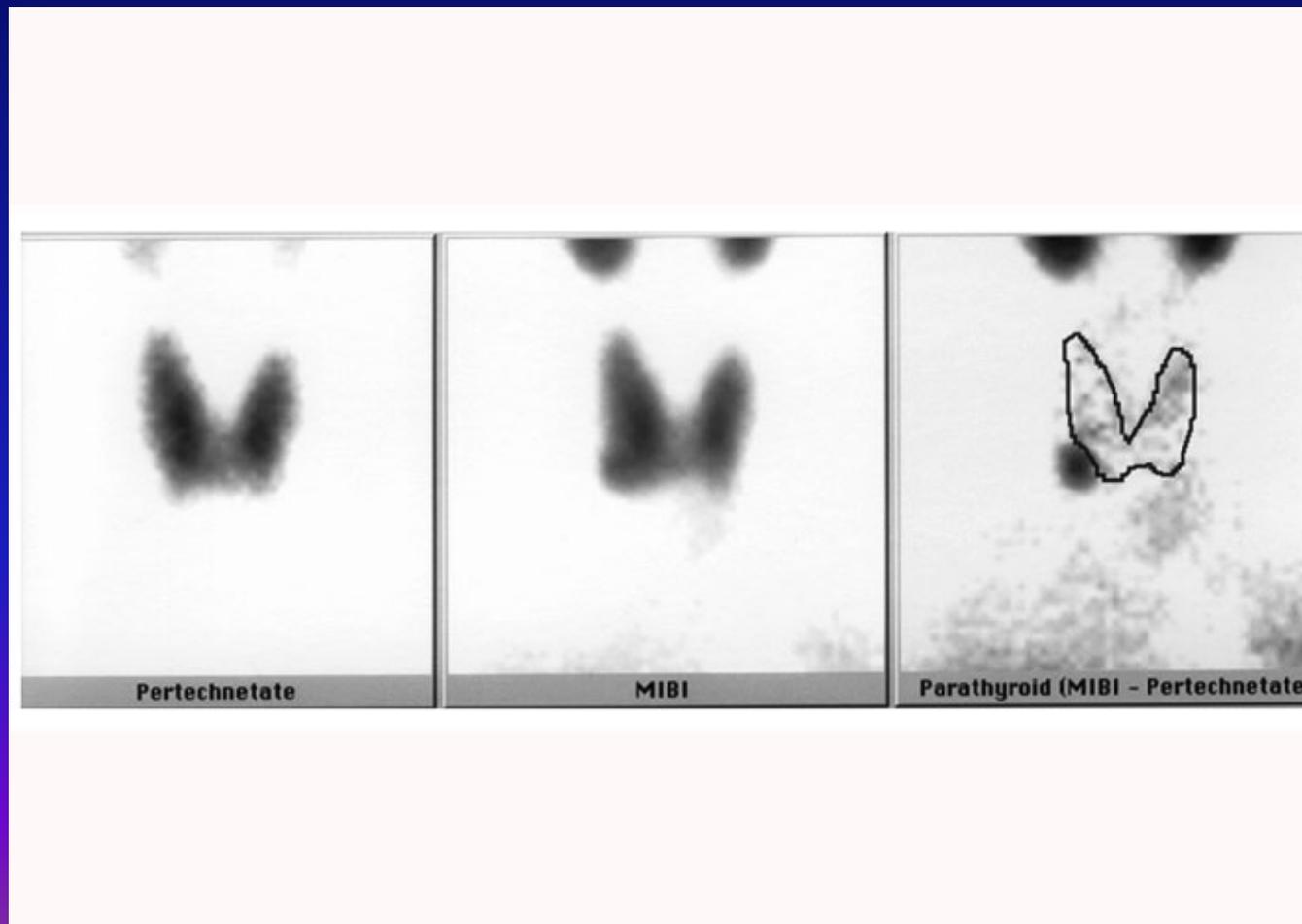
# Scintigrafia polmonare ventilo-perfusoria

*ventilazione*

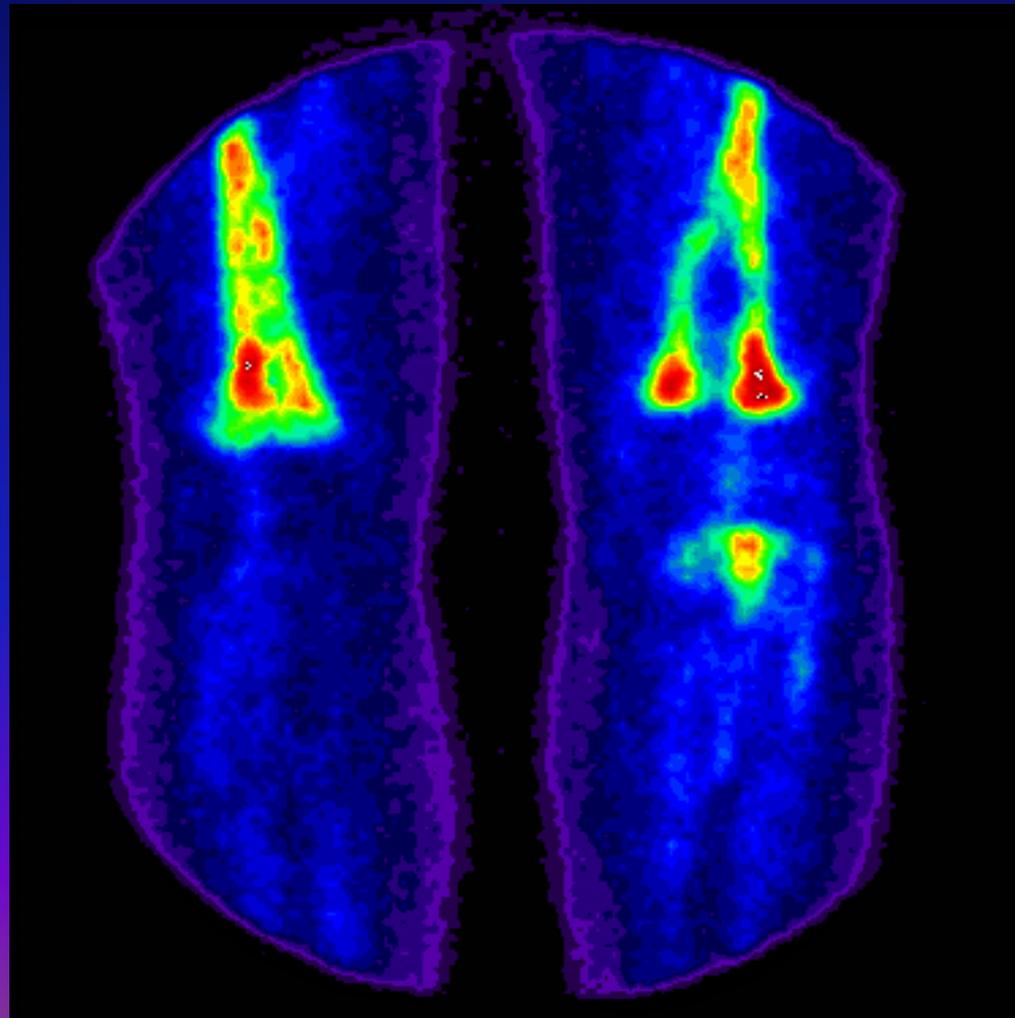
*perfusione*



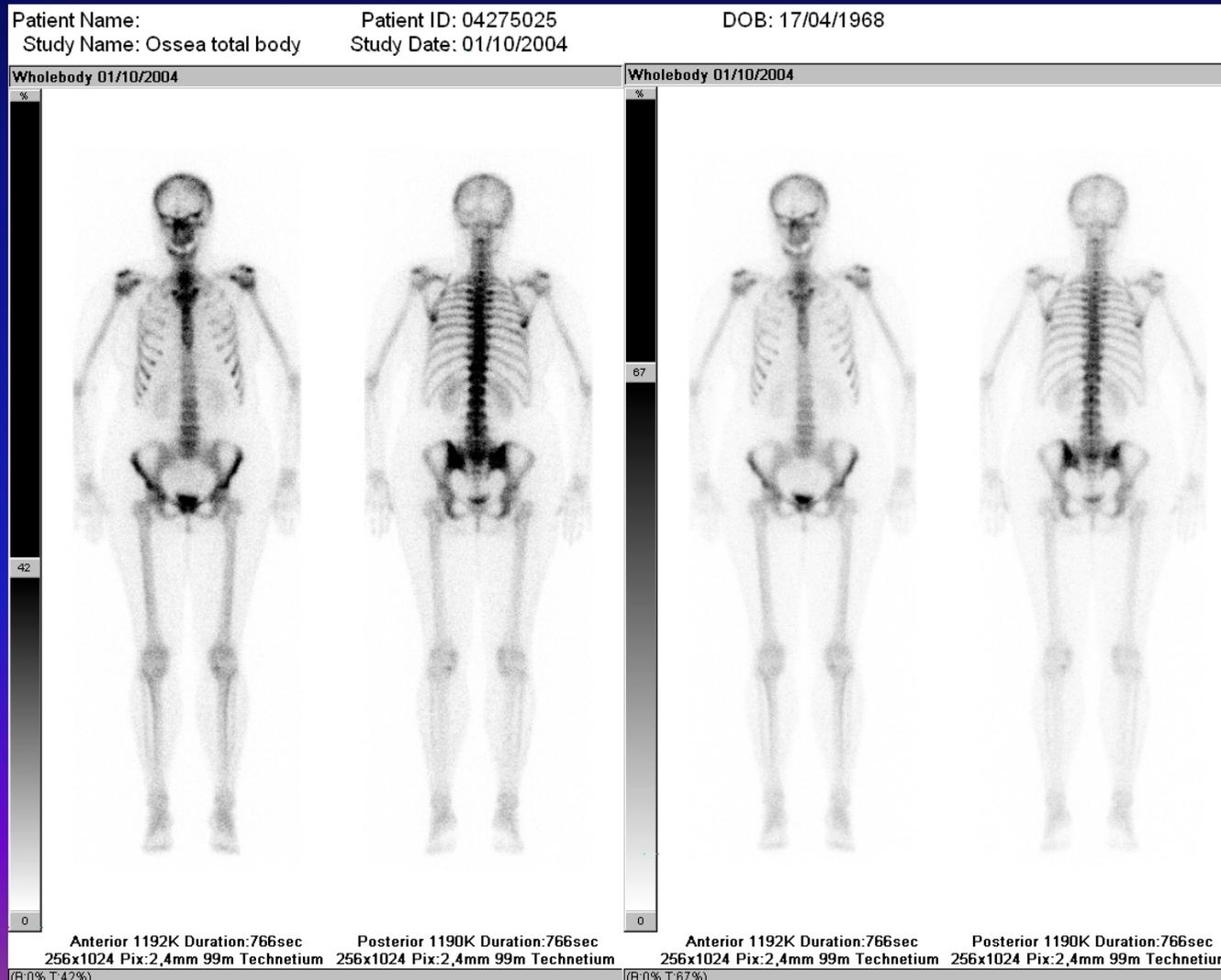
# *Scintigrafia delle paratiroidi con tecnica a doppio tracciante*



# *Scintigrafia con leucociti autologhi marcati del ginocchio*



# Scintigrafia ossea total body con $^{99m}\text{Tc}$ -metilendifosfonato



# La scintigrafia planare dinamica

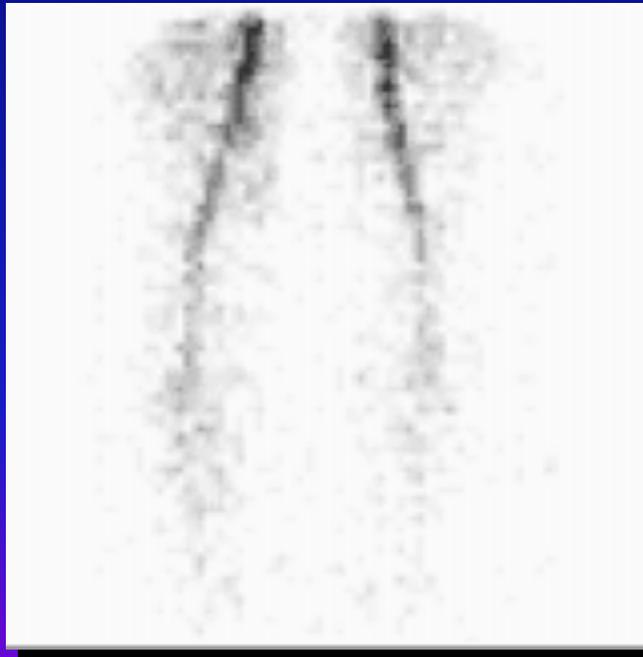
- Tipicamente realizzata mediante **gamma camera** di Anger che rileva, con **tecnica planare**, le radiazioni ed esplora nello stesso tempo l'intera area in esame, la cui estensione non é generalmente superiore alla **superficie del cristallo**.
- Tale acquisizione avviene durante **intervalli di tempo** più o meno ravvicinati, al fine di documentare il **transito del tracciante** in determinate strutture.



# Applicazioni cliniche

- **Scintigrafia d'organo:** scintigrafia ossea "polifasica", velocità di clearance polmonare, scintigrafia renale, scintigrafia delle ghiandole salivari, transito esofageo, svuotamento gastrico, cistoscintigrafia, ecc...

# *Scintigrafia ossea "polifasica" delle ginocchia*



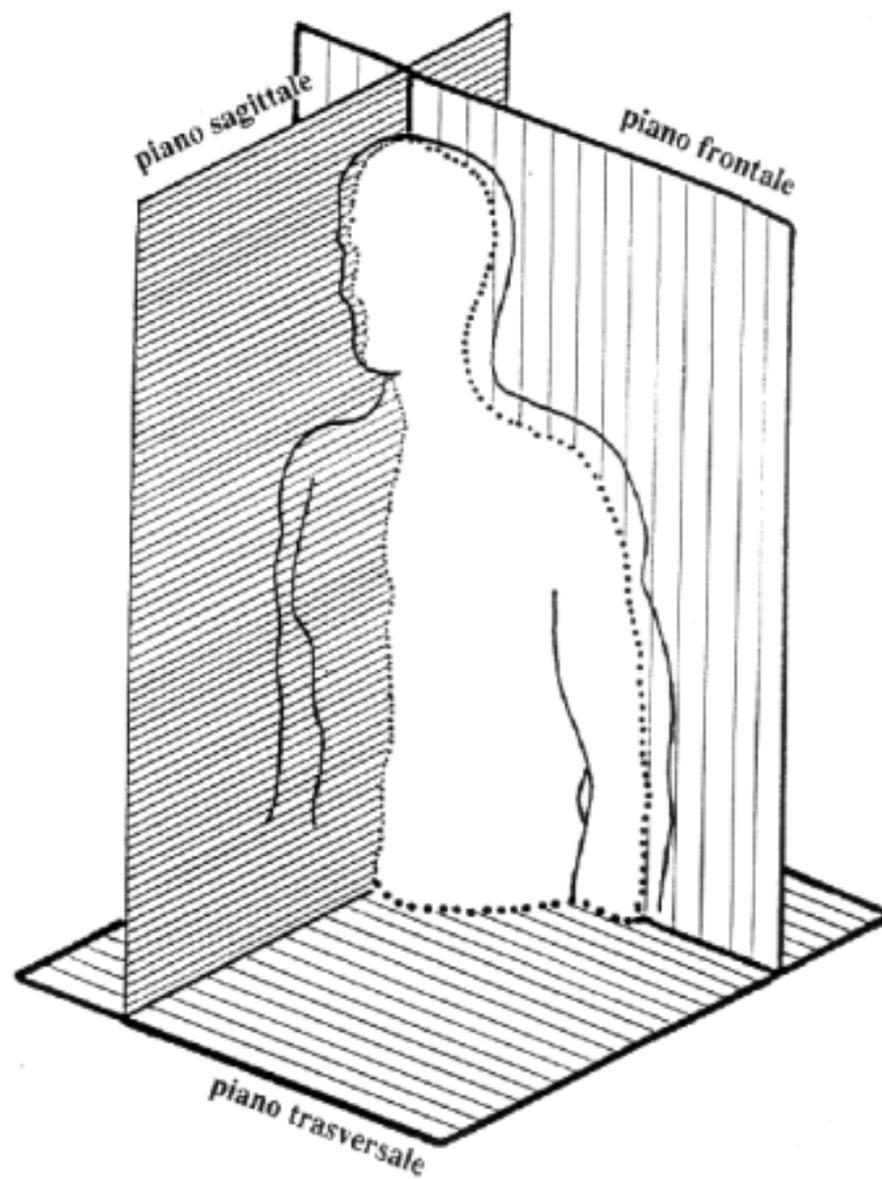
*La tomografia da emissione di  
fotone singolo*

*o*

*Single Photon Emission  
Computed Tomography  
(SPECT)*

# RICOSTRUZIONE TRIDIMENSIONALE

## DELLE IMMAGINI



# La SPECT

- *La tomografia computerizzata da emissione di fotone singolo (SPECT) si basa sulla rilevazione di fotoni emessi da radionuclidi gamma-emittenti.*
- *Tale metodica si fonda sulla ricostruzione dell'oggetto attraverso proiezioni multiple, realizzate tramite una gamma camera rotante secondo una traiettoria circolare o ellissoidale generalmente attorno all'asse longitudinale del paziente.*



*Configurazione 180°*



*Configurazione 90°*

# La SPECT

- *Il movimento è interrotto ad **intervalli prefissati** (tecnica "step and shoot") per l'effettuazione delle misure secondo determinati angoli.*
- *Il passaggio tra le misure effettuate dall'esterno e la ricostruzione delle strutture interne comporta l'esecuzione di un **elevato numero di calcoli** alla quale è preposto un computer dedicato che, generalmente, utilizza un algoritmo detto di "**retroproiezione filtrata**" (filtered back-projection - FBP) o **metodi iterativi**.*

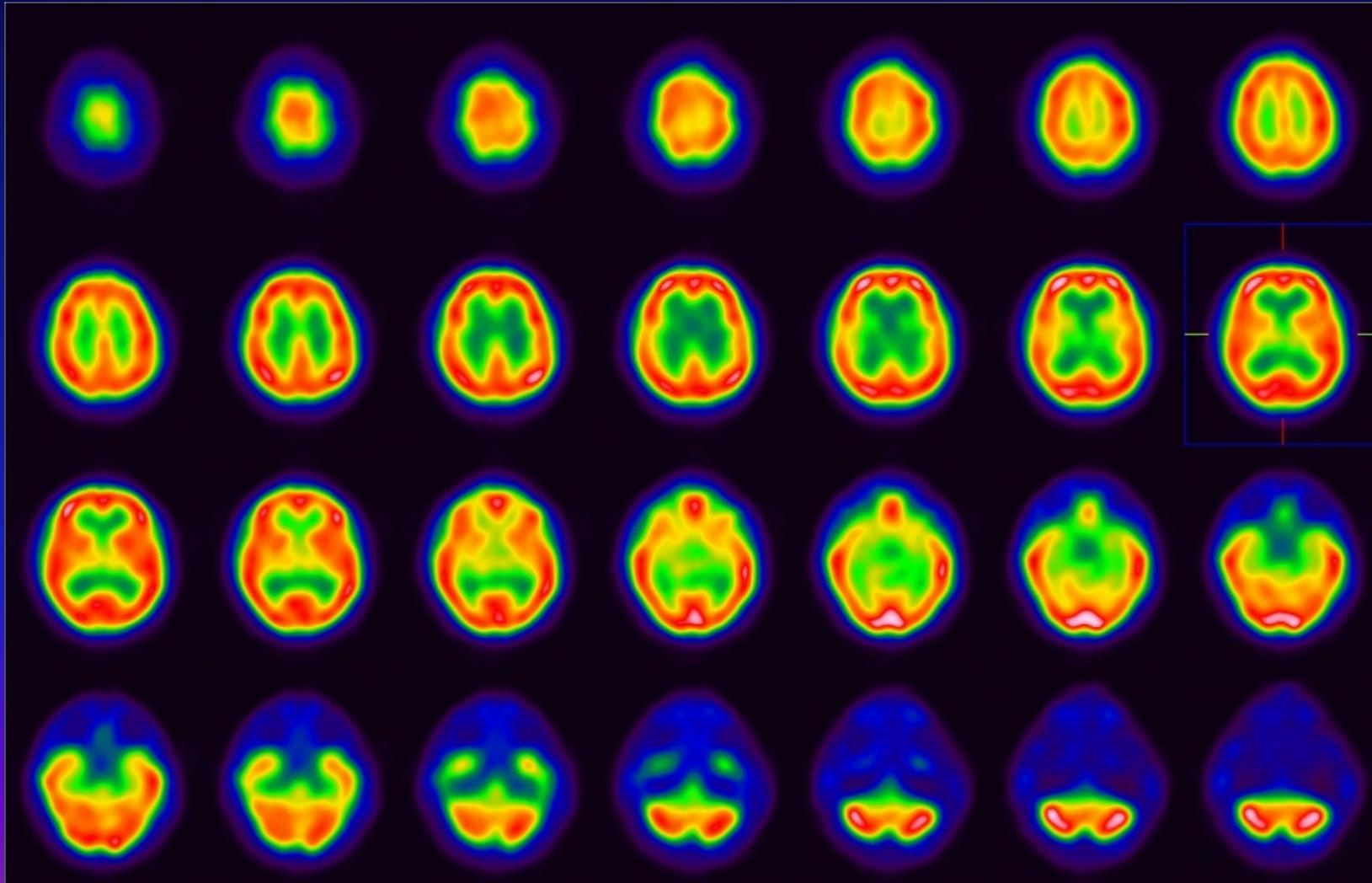
# La SPECT: vantaggi

- Elimina il problema, che si verifica in planare, della **sovrapposizione di aree** radioattive sopra e sottostanti la struttura in esame.
- Ricostruisce in maniera **tridimensionale** l'organo fornendo sezioni sui tre piani dello spazio.
- E' quindi in grado di **aumentare** tanto il **potere risolutivo** della metodica scintigrafica, quanto il **contrasto** delle varie strutture in esame.
- Consente una **valutazione semi-quantitativa** della fissazione del radiofarmaco nell'organo in studio.

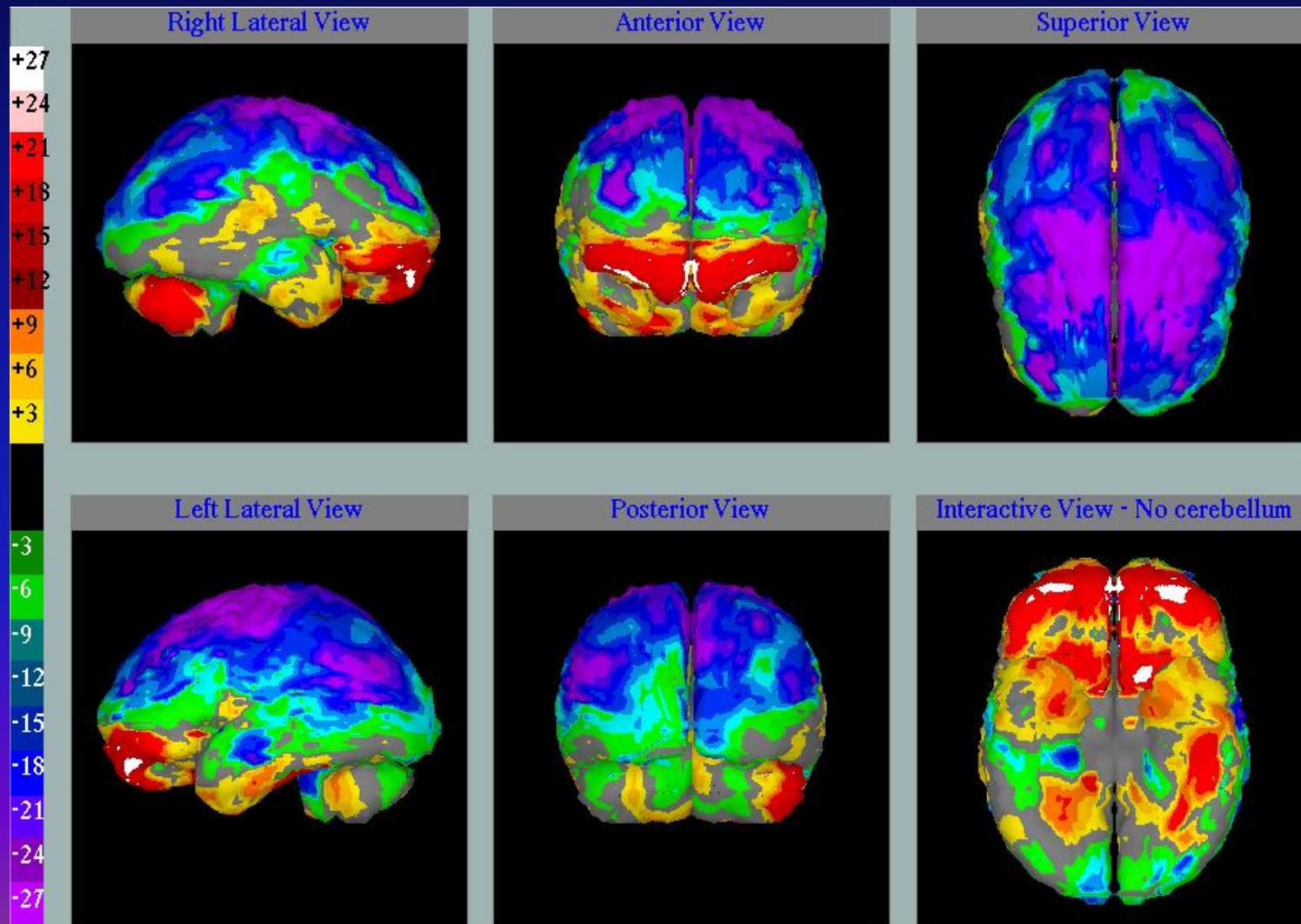
# Applicazioni cliniche

- *Scintigrafia d'organo*: in pratica si possono fare acquisizioni SPECT di *qualsiasi organo* studiato in planare. Addirittura *cervello* e *cuore* sono organi che attualmente vengono indagati solo con tecnica tomografica.
- Ricerca e valutazione di estensione di "*focolai attivi*" generalmente di natura *oncologica* (linfomi, tumori neuroendocrini e tiroidei, etc) o *flogistico/infettiva* (osteomieliti, sarcoidosi, disciti, etc).
- *Sincronizzazione* con segnale fisiologico (*ECG*): *gated-SPECT*.

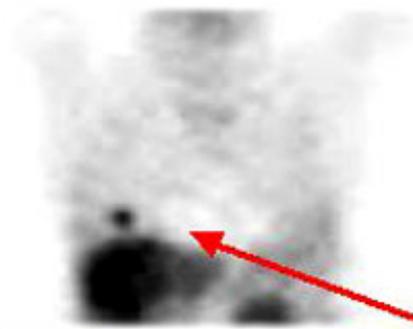
# *SPECT cerebrale con $^{99m}\text{Tc}$ -ECD*



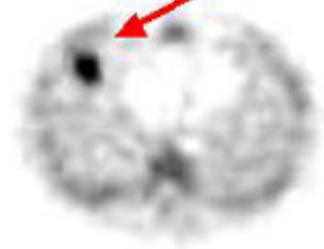
# *SPECT cerebrale con $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO (quantificazione in volume rendering 3D)*



# *SPECT toracica con $^{111}\text{In}$ -octreotide (carcinoide bronchiale)*



SPECT Coronale

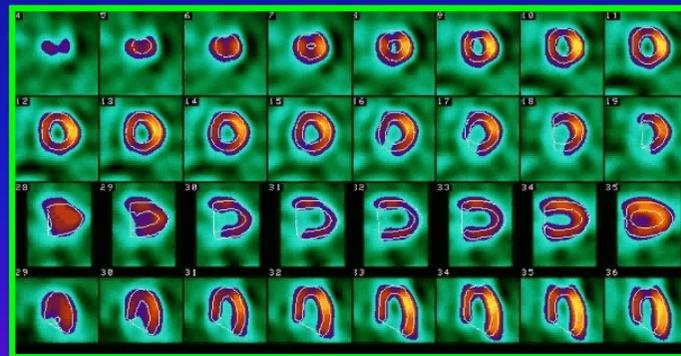


SPECT Transassiale



TC

# La gated-SPECT

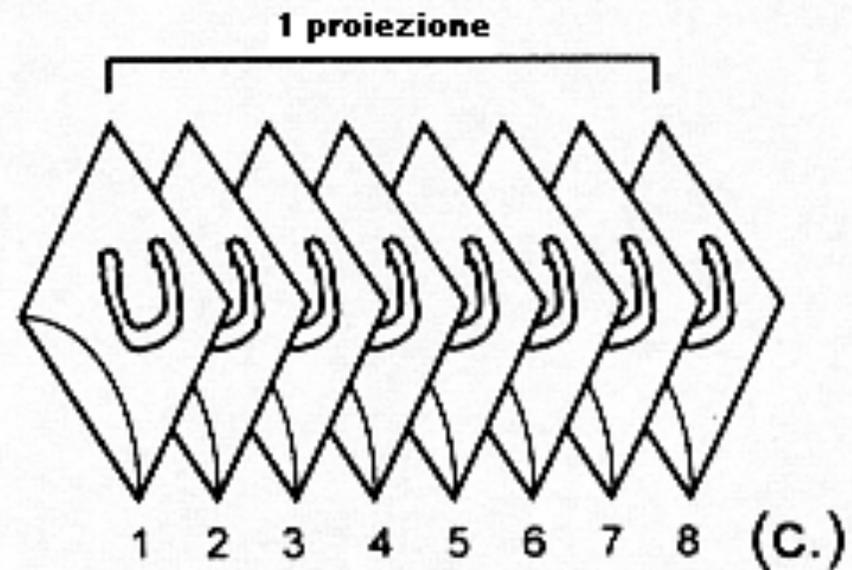
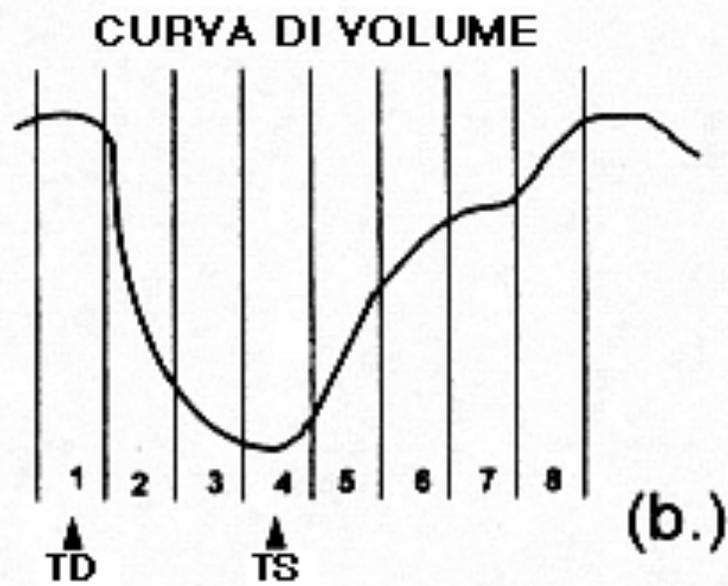
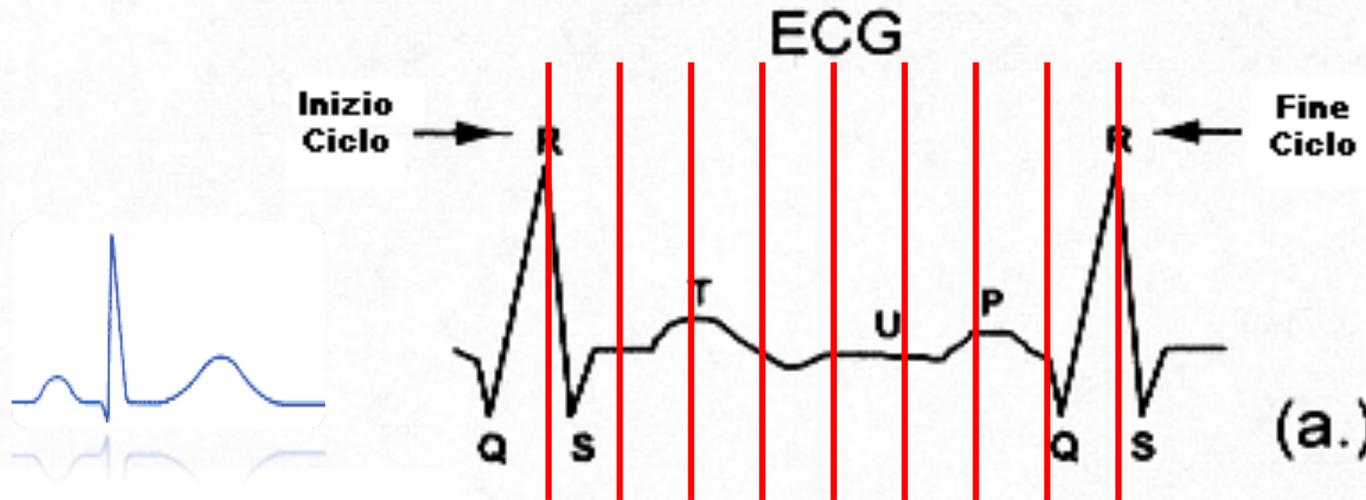


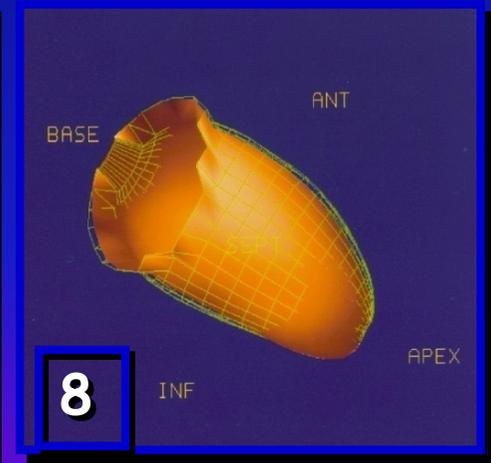
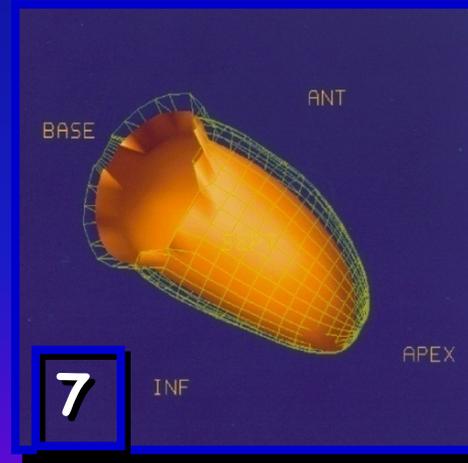
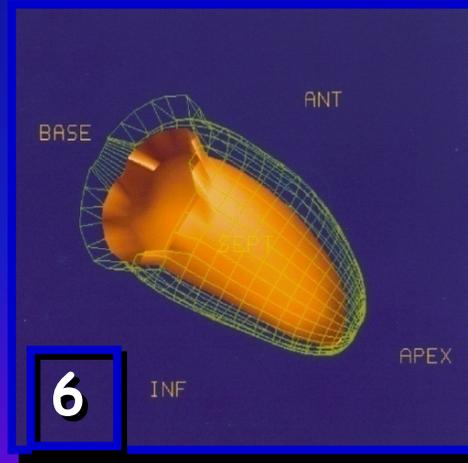
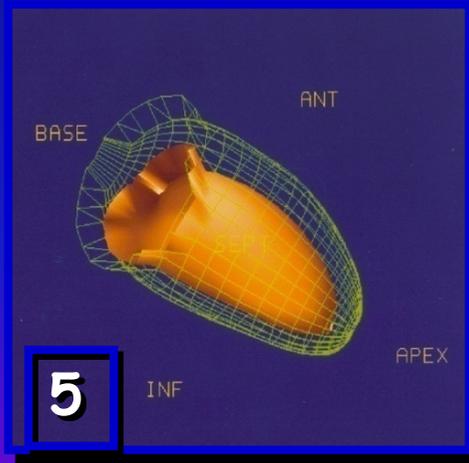
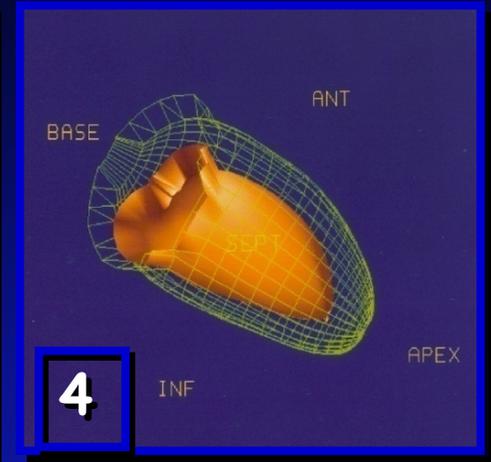
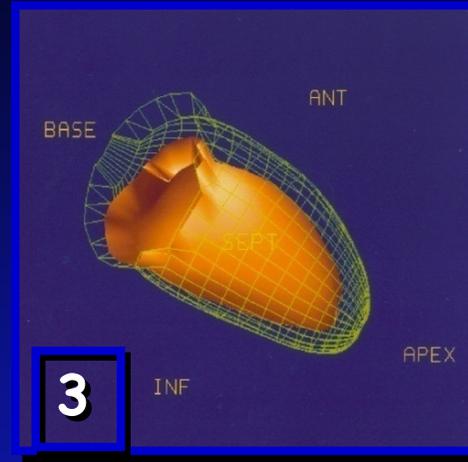
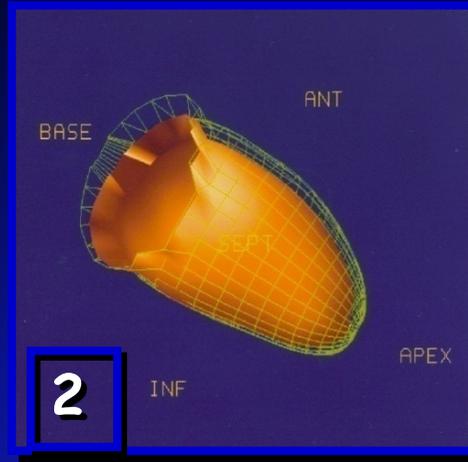
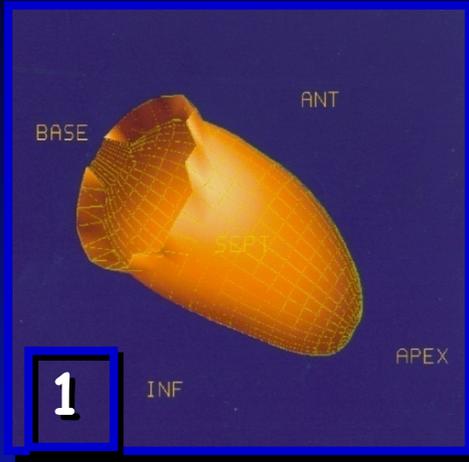
# La gated-SPECT

- *Tecnica scintigrafica che consente di ottenere, con una singola iniezione di tracciante, immagini della perfusione miocardica e della funzione del ventricolo sinistro in pazienti in ritmo sinusale.*
- *Essa prevede l'acquisizione delle immagini tomografiche in modo sincronizzato all'elettrocardiogramma (ECG).*

# La gated-SPECT

- Vengono create da **8 a 16 immagini** planari per ogni **singolo angolo** di rotazione della testa della gamma-camera, suddividendo i conteggi acquisiti per ogni angolo di vista su più di un intervallo.
- I **conteggi**, distribuiti nei **vari intervalli temporali**, vengono inoltre **sommati** tra loro, battito dopo battito, in modo corrispondente alla **fase**.
- In tal modo ciascuna delle immagini planari corrisponderà ad una **porzione specifica del ciclo cardiaco** (detta anche "interval" o "frame").





QGS: non-diagnostic

