



UNIVERSITÀ - OSPEDALE di PADOVA

MEDICINA NUCLEARE



CARDIOLOGIA NUCLEARE

Franco Bui, Diego Cecchin

Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

SPET MIOCARDICA PERFUSORIA

Cos'è ?

È una metodica non invasiva che prevede lo studio della **perfusione miocardica** tramite la visualizzazione scintigrafica del muscolo cardiaco in cui sia distribuito e concentrato un radiofarmaco somministrato per via venosa periferica. Può essere eseguita sia a riposo sia sotto sforzo ergometrico o stimolo farmacologico.

Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

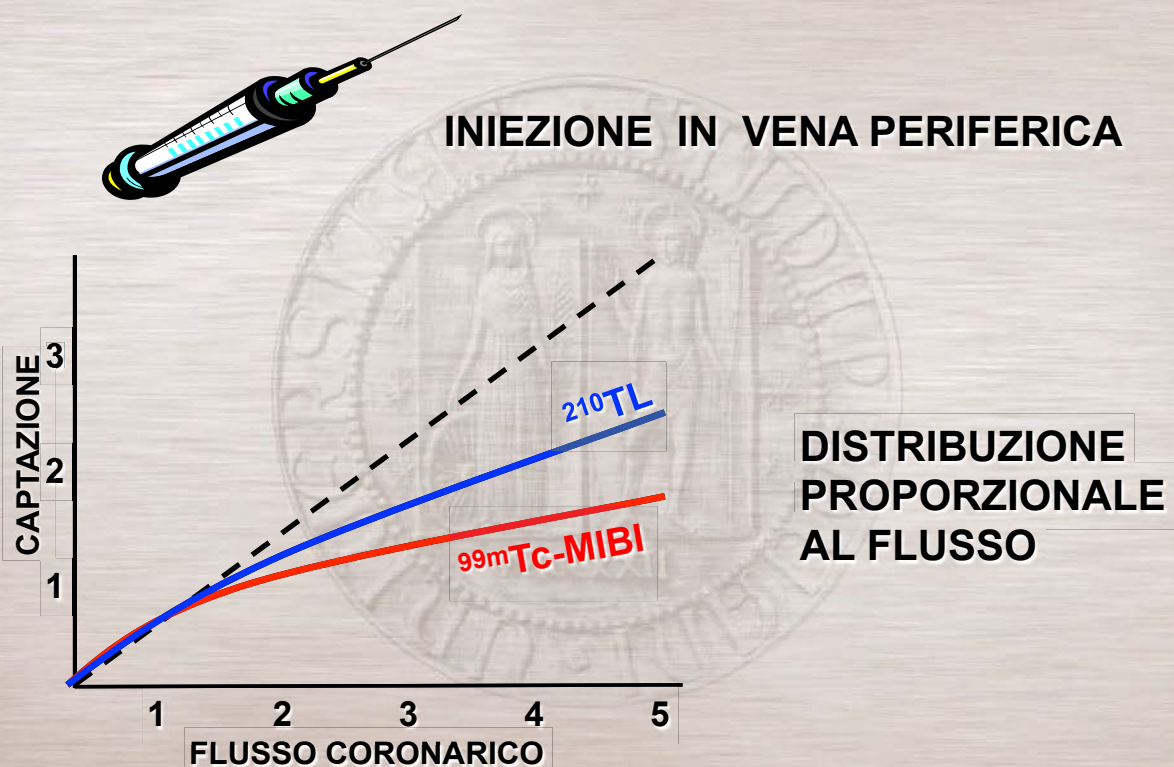
SPET MIOCARDICA PERFUSORIA

Radiofarmaci

In grado di concentrarsi nel miocardio in modo direttamente proporzionale al flusso coronarico regionale.

- ^{201}Tl allio
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmina

RADIOFARMACI



SPET MIOCARDICA PERFUSORIA

SPET

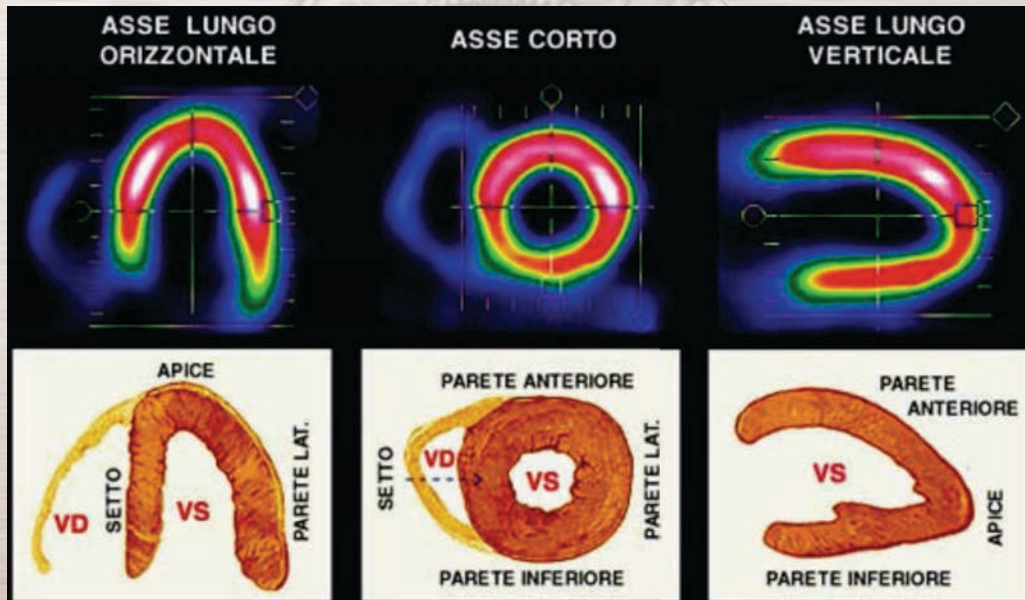
- a riposo
- dopo sforzo ergometrico
- dopo stimolo farmacologico
 - **Dipiridamolo**
 - **Adenosina**
 - **Dobutamina**

Come si fa ?

- 700-800 MBq di ^{99m}Tc -MIBI per via e.v. periferica.
- Acquisizione delle immagini (durata ~ 30') fra 30-90' dopo l'iniezione (quindi possibile iniezione in cardiologia o P.S.)
- Nel caso dello Stress prima di iniettare il radiofarmaco si deve raggiungere l'85% della frequenza cardiaca massima teorica (**Frequenza Cardiaca Massimale** = $220 - \text{anni di età}$)
- Preferibilmente almeno 24 ore di distanza fra indagine Stress e Rest (minori interferenze da radiofarmaco residuo)
- Indagine da Stress eseguita in equipe con un cardiologo ergometrista per i rischi connessi con lo sforzo ergometrico o farmacologico e per una miglior qualità complessiva della prestazione.

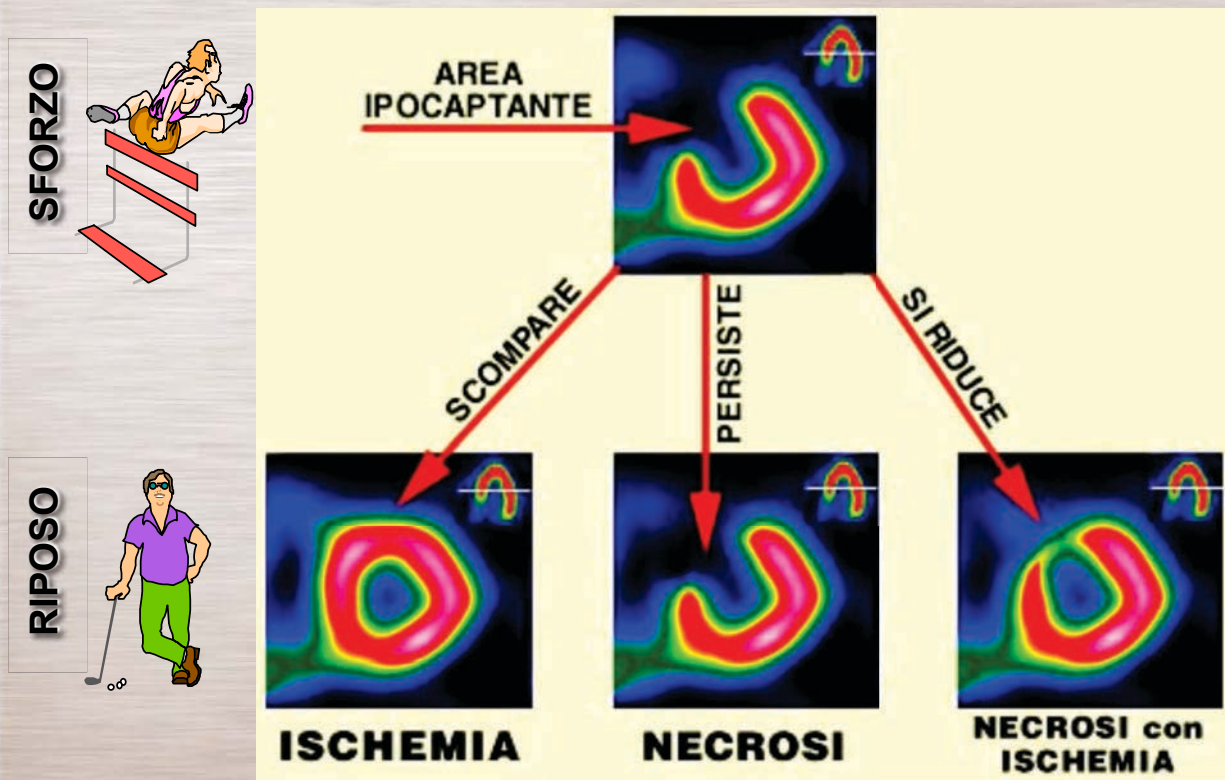
Che immagini si ottengono ?

I dati acquisiti con tecnica tomoscintigrafica (SPET) vengono elaborati in modo da ottenere tre serie di immagini:

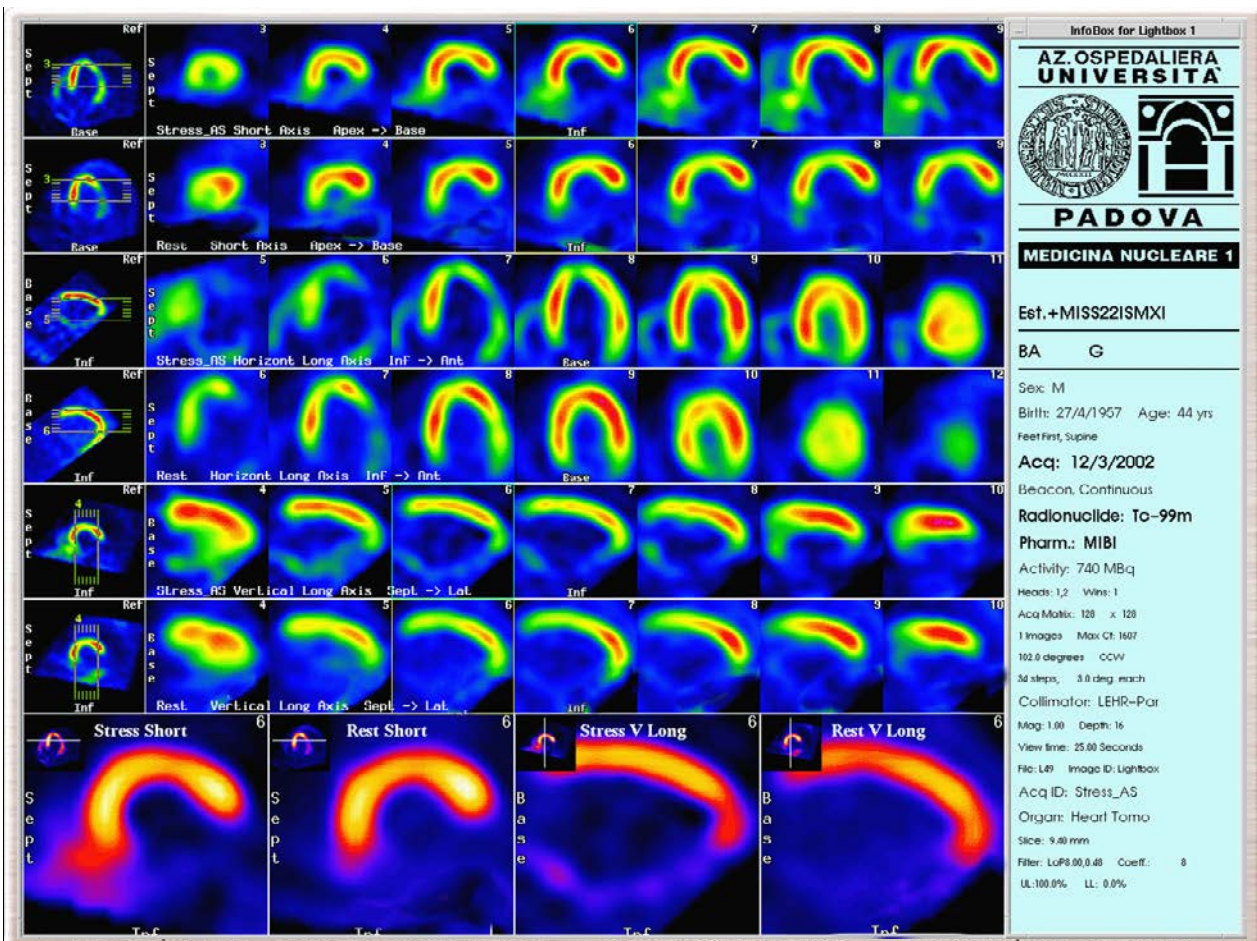
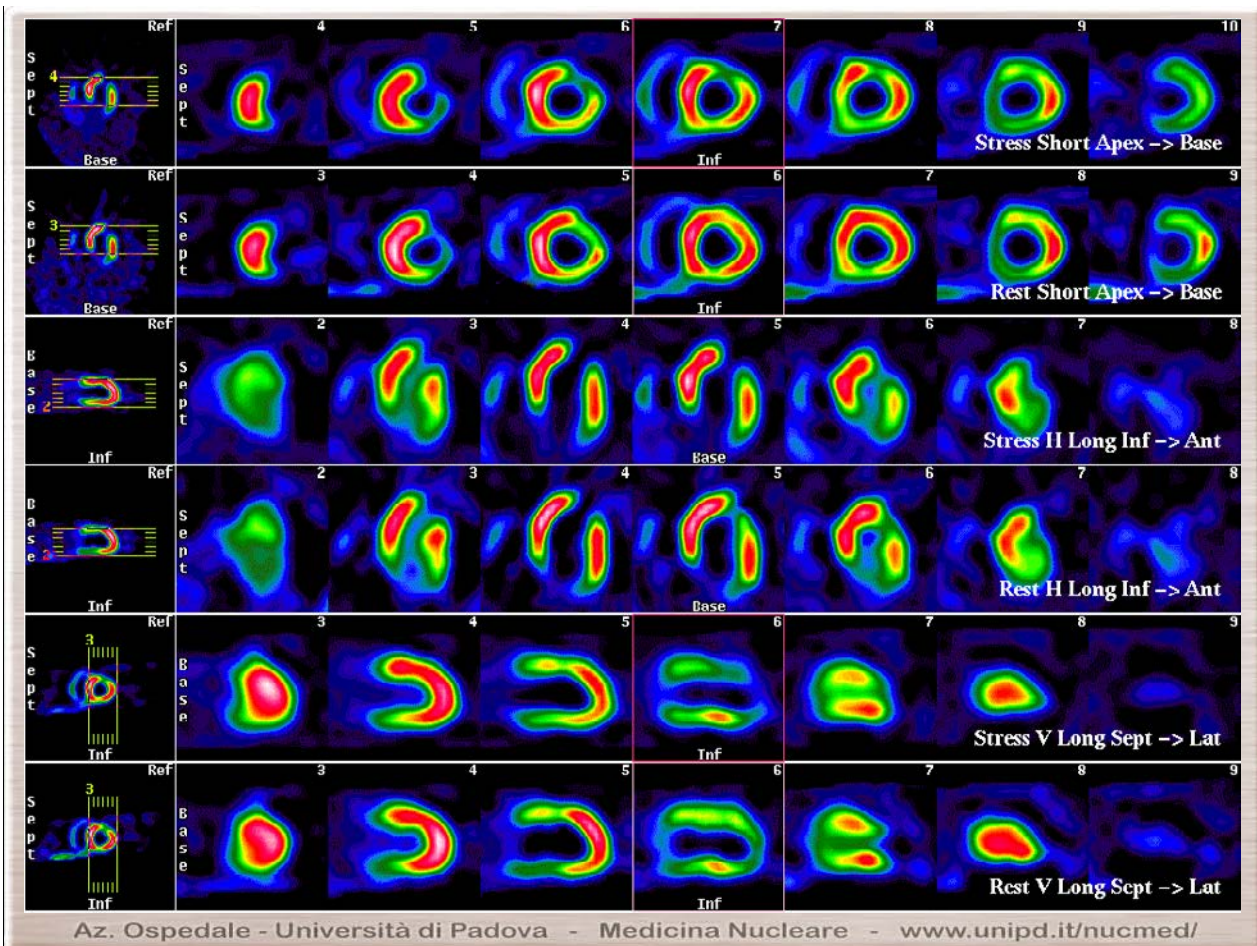


Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

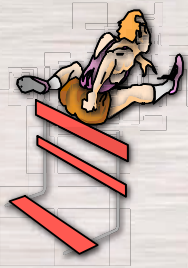
Che informazioni fornisce ?



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

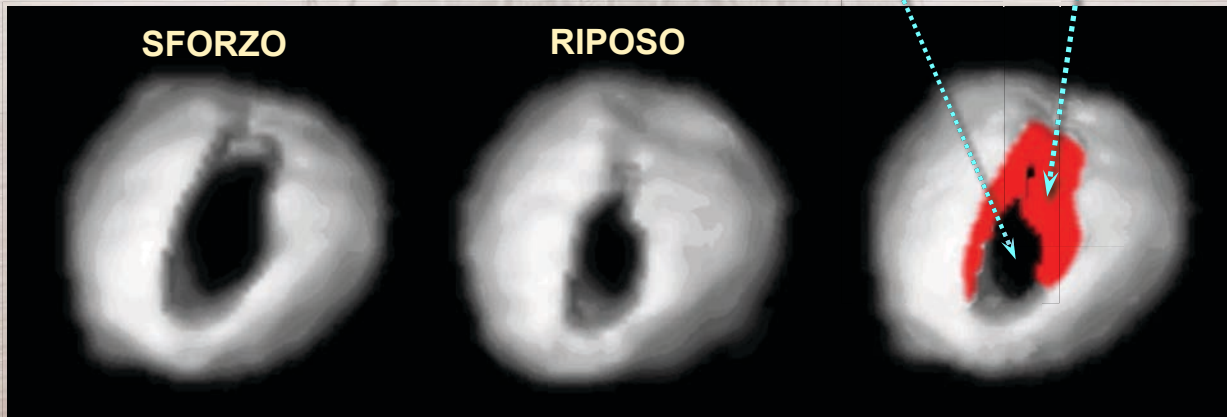


SPET MIOCARDICA PERFUSORIA S+R 3D



AREA
NECROTICA

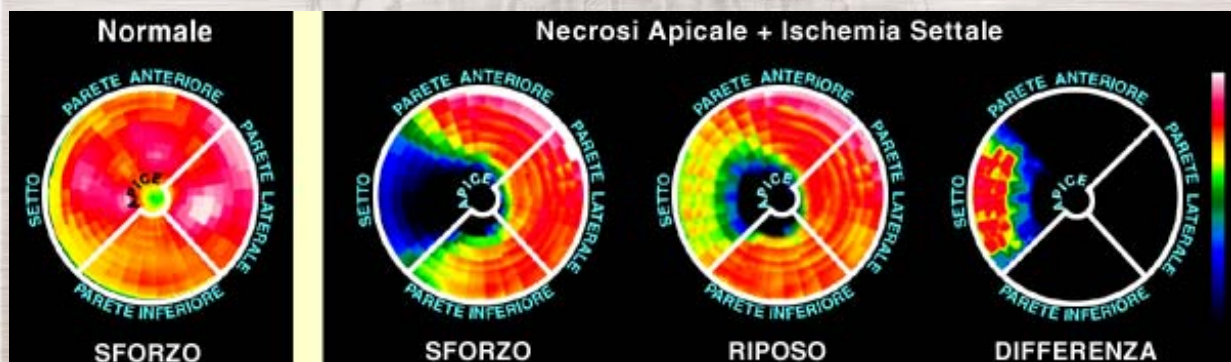
AREA
ISCHEMICA



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

SPET MIOCARDICA Perfusoria S+R Bull's eye

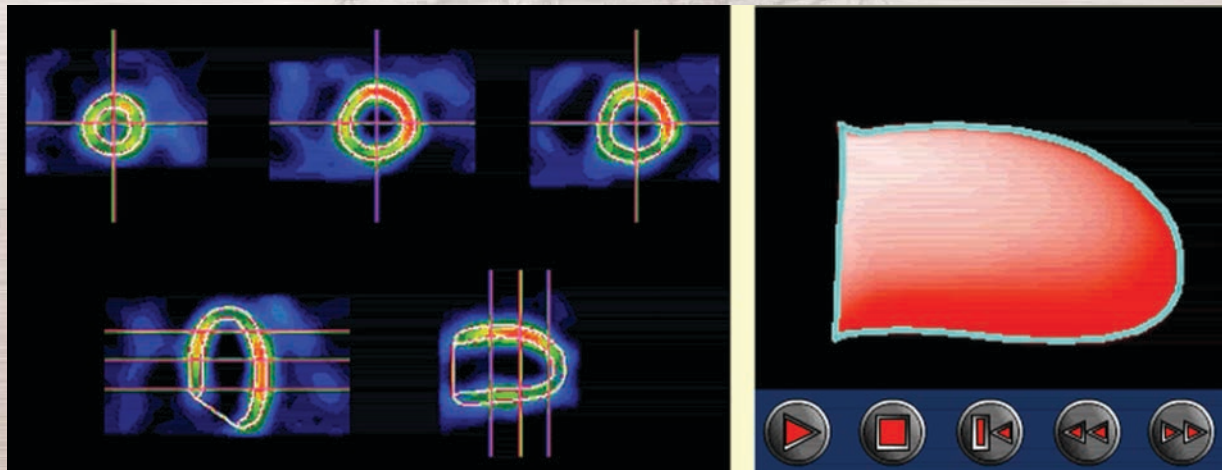
E' possibile con particolari elaborazioni ottenere una rappresentazione circolare del ventricolo sinistro detta "Bull's Eye". Ciò rende più facile il confronto punto a punto fra sforzo e riposo e consente di confrontare i dati del paziente con quelli di un database di immagini.



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

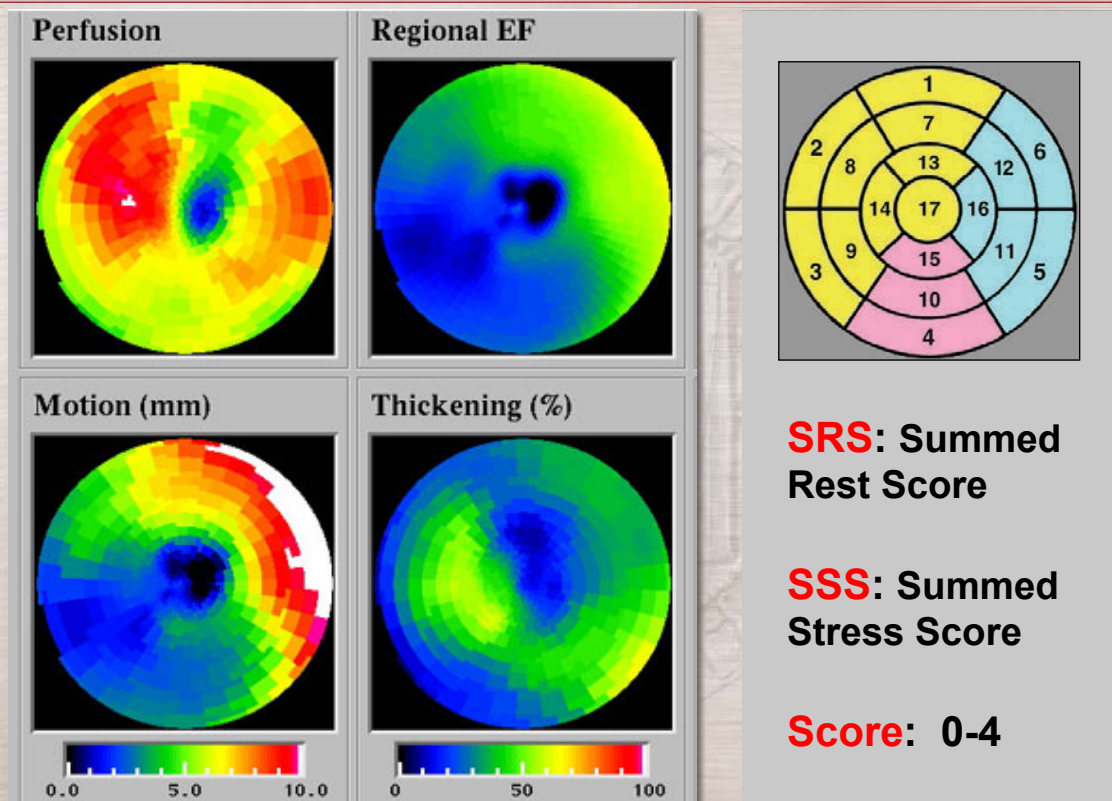
SPET MIOCARDICA Perfusoria - GSPET

Sincronizzando l'ECG con l'acquisizione delle immagini, è possibile acquisire contemporaneamente informazioni su perfusione, dinamica parietale, frazione di eiezione ecc.



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

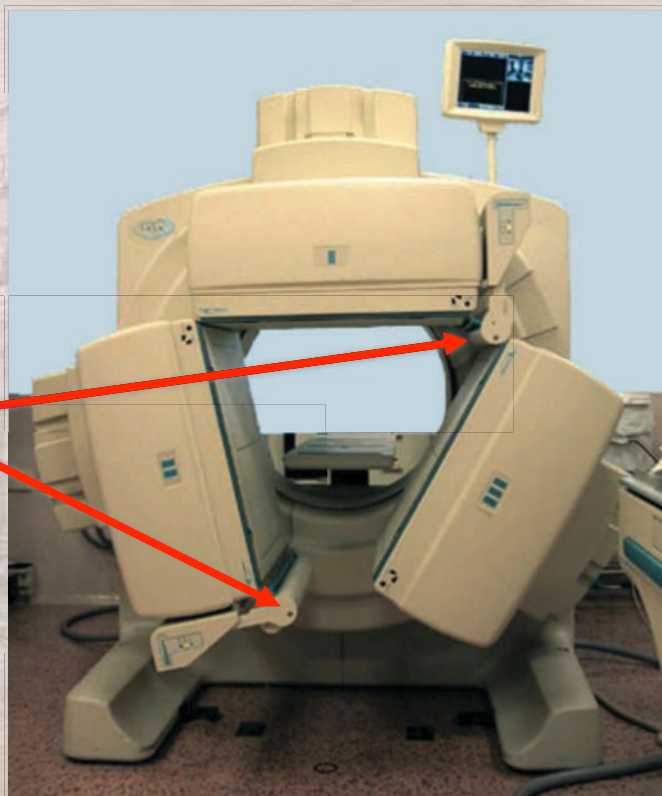
GSPET MIOCARDICA Perfusoria S+R Bull's eye



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

SPET - SPECT

Sistema trasmissivo
per la correzione
dell'attenuazione



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

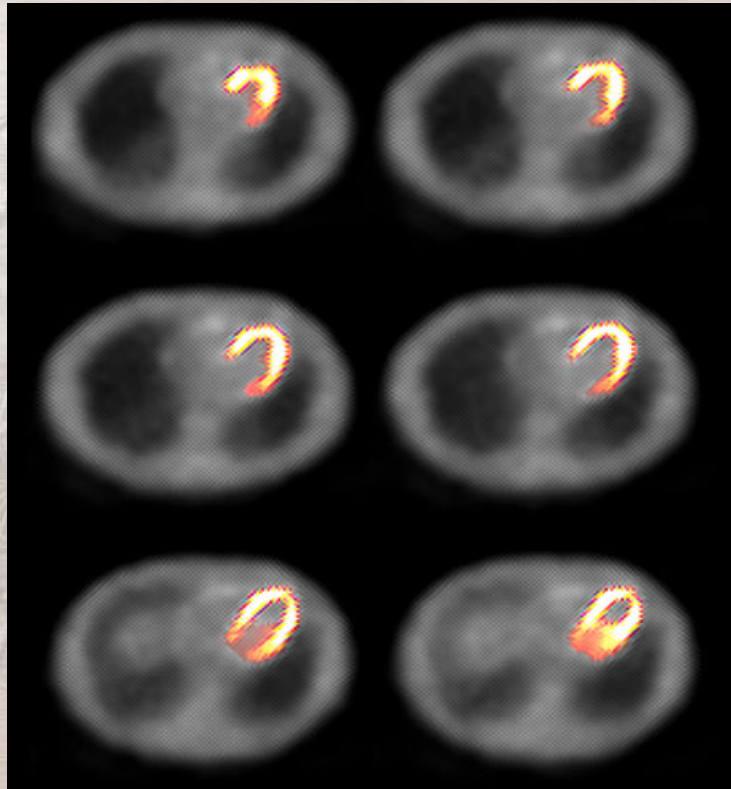
SPET



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

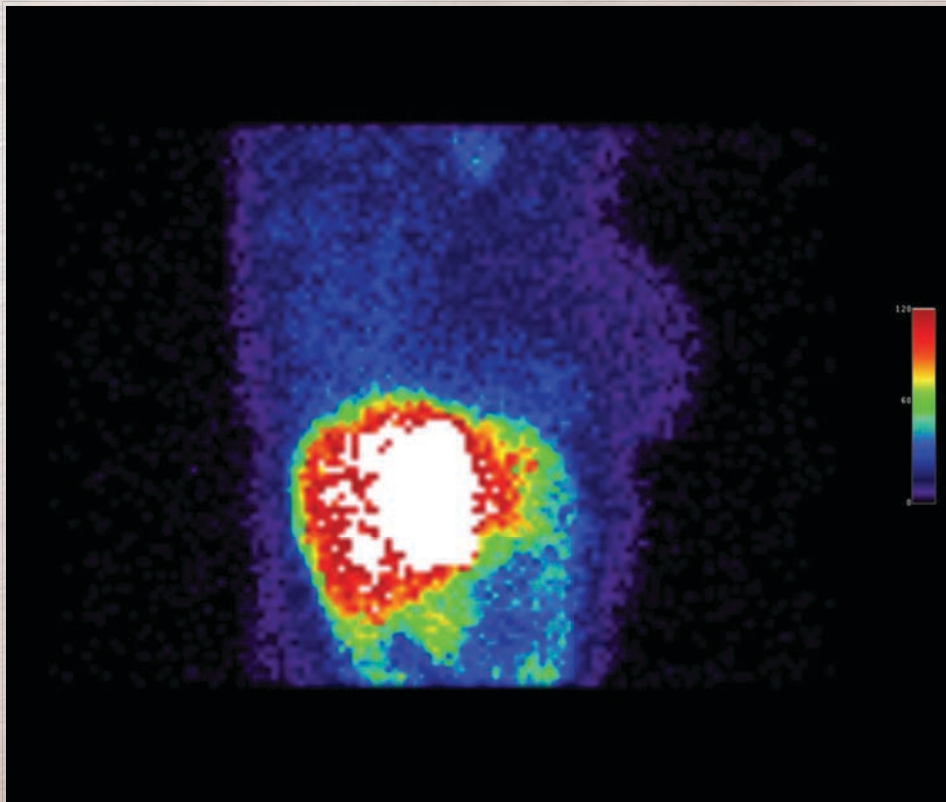
SPET - SPECT

Sistema trasmissivo
per la correzione
dell'attenuazione



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

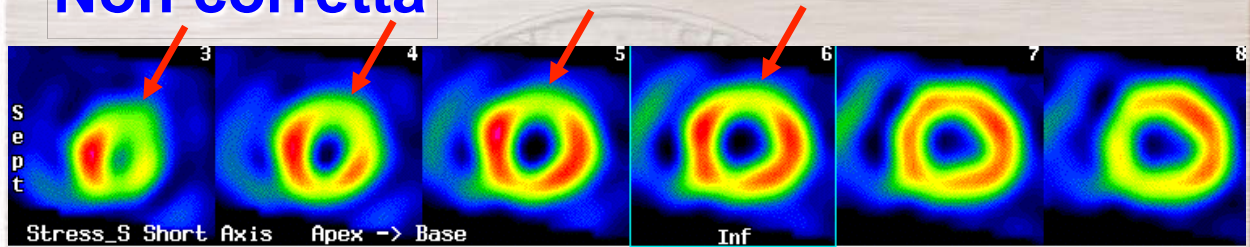
CORREZIONE PER L'ATTENUAZIONE



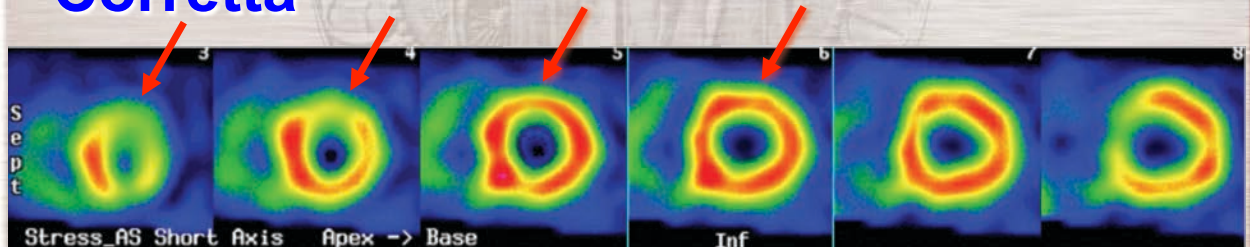
Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

CORREZIONE PER L'ATTENUAZIONE

Non corretta



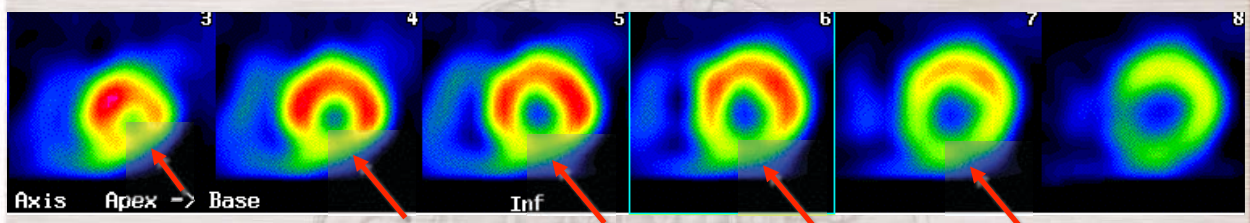
Corretta



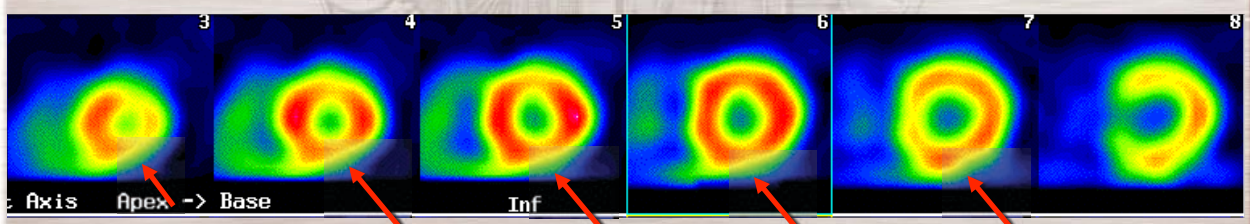
Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

CORREZIONE PER L'ATTENUAZIONE

Non corretta

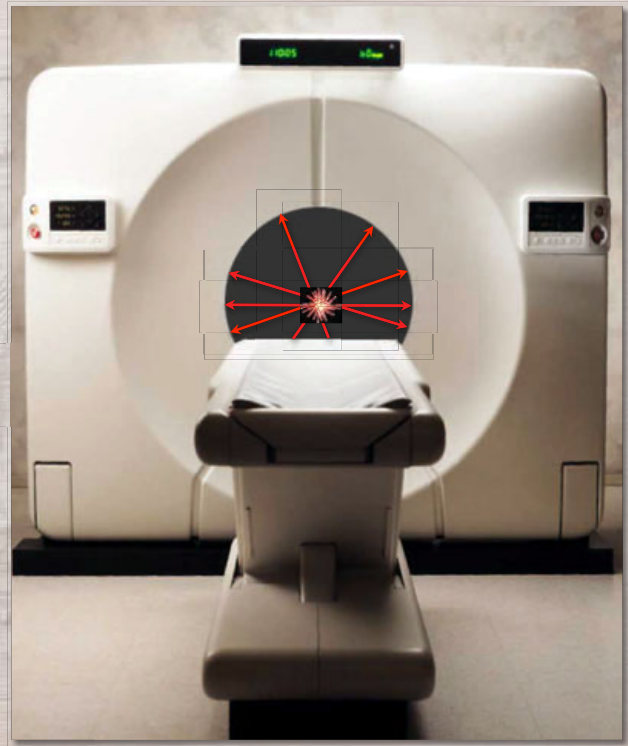
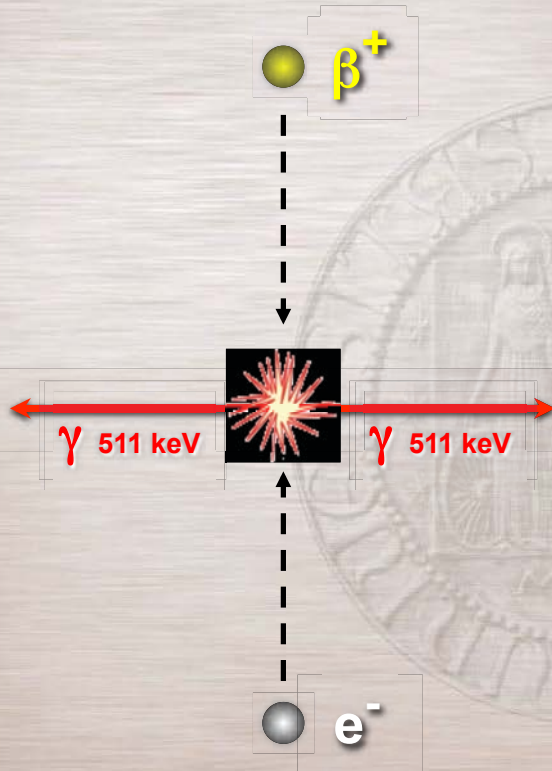


Corretta



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

P E T miocardica (metabolismo)



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

STUDIO DELLA VITALITÀ CON ^{18}F FDG

Presupposti:

- La frazione di estrazione del ^{18}F -desossiglucosio da parte delle cellule miocardiche è simile a quella del glucosio
- L'ossidazione del glucosio, nell'individuo sano e lontano dai pasti, contribuisce solo per una percentuale compresa fra il 20 e il 30% al consumo di O_2 da parte del miocardio
- L'ingestione di zucchero, provoca un rapido aumento (fino a ~ 3 volte) del consumo di glucosio nel miocardio, "a spese" del metabolismo degli acidi grassi (FFA)

Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

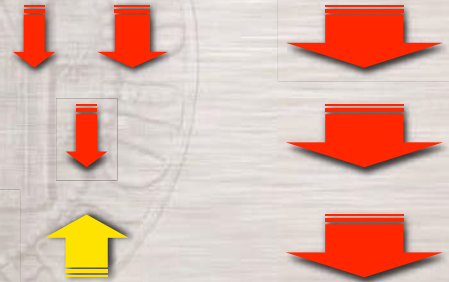
FLUSSO – METABOLISMO nell'ISCHEMIA MIOCARDICA

- Durante ischemia miocardica acuta si ha una riduzione della ossidazione degli FFA e un aumento dell'estrazione e utilizzo del glucosio da parte del miocardio affetto
- La valutazione sistematica di vari gradi di deficit di flusso regionale ha rilevato una relazione **bifasica** fra flusso e consumo di ossigeno:

FLUSSO

METABOLISMO ossidativo

Estrazione di O₂ e glucosio



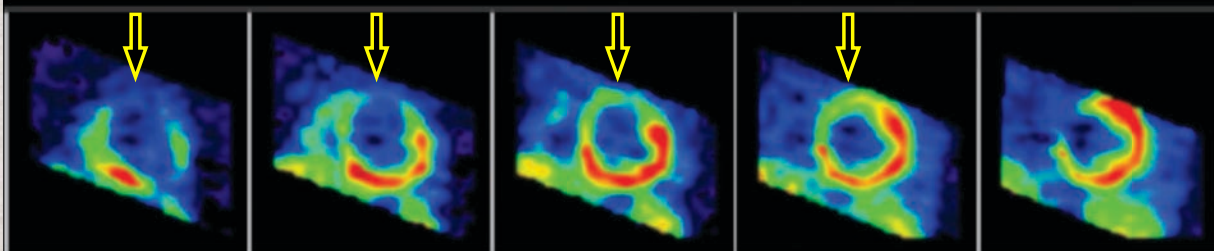
- il cambiamento metabolico persiste a lungo anche dopo risoluzione del quadro acuto

FLUSSO – METABOLISMO nell'ISCHEMIA MIOCARDICA

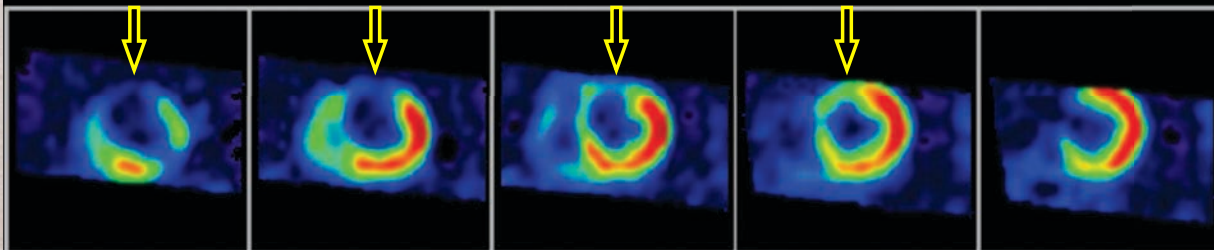
- In pazienti affetti da CAD, anche senza precedente IM, si evidenzia un'**umentata** concentrazione di ¹⁸FDG in regioni miocardiche **ipoperfuse**. Questo potrebbe rappresentare un processo di adattamento metabolico in presenza di persistente riduzione di O₂ e substrati, consistente con il concetto di **"ibernazione"**
- E' stato dimostrato che i **miociti "ibernati"**, caratterizzati da perdita di proteine contrattili e depositi perinucleari di glicogeno, hanno **un'umentata captazione di ¹⁸FDG**

PET MIOCARDICA $^{13}\text{NH}_3$ + ^{18}F FDG [MATCH]

$^{13}\text{NH}_3$ - PERFUSIONE



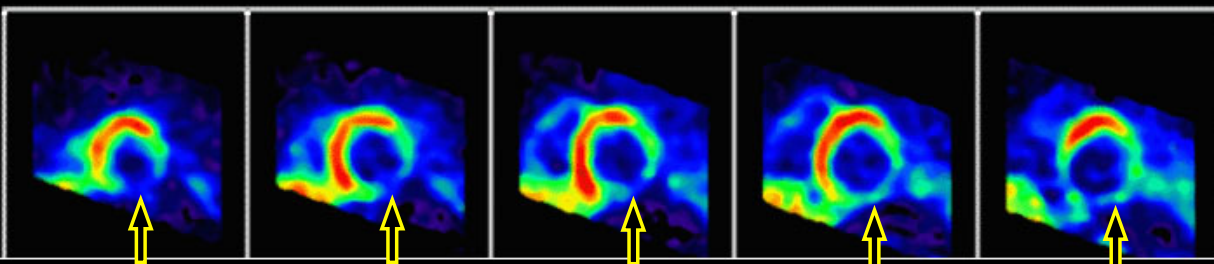
^{18}F FDG - METABOLISMO



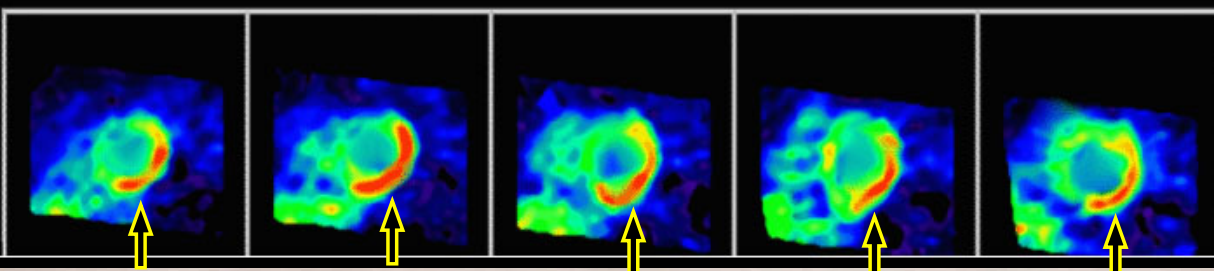
Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

PET MIOCARDICA $^{13}\text{NH}_3$ + ^{18}F FDG [MIS-MATCH]

$^{13}\text{NH}_3$ - PERFUSIONE

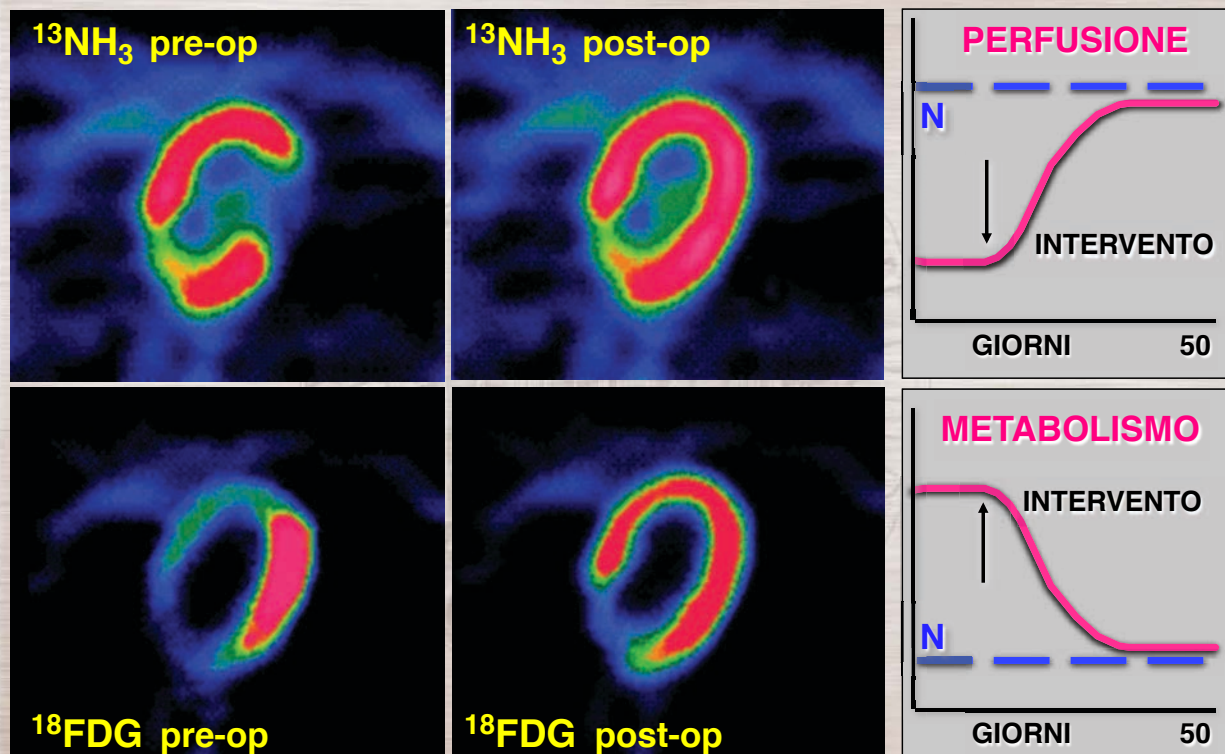


^{18}F FDG - METABOLISMO

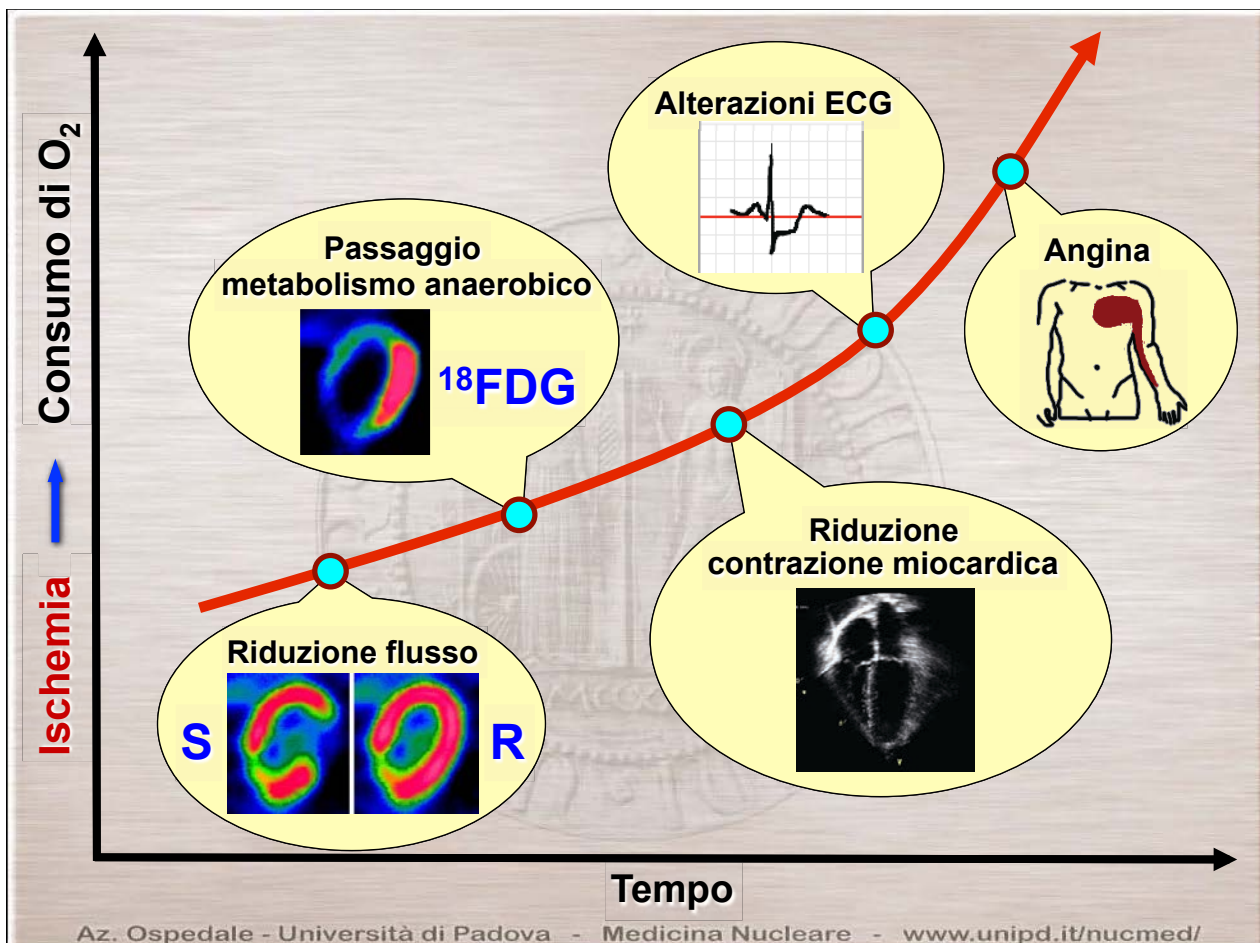


Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

PET MIOCARDICA $^{13}\text{NH}_3$ + ^{18}F [MIS-MATCH]



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

SIGNIFICATO CLINICO dell'ipercaptazione di ^{18}F FDG



Il quadro di una regione miocardica **ipocinetica e normo- o ipo-perfusa**, con **aumentata captazione di ^{18}F FDG**, rappresenta un indice di **potenziale reversibilità** della disfunzione contrattile?

Numerosi studi retrospettivi e prospettici hanno concordemente evidenziato:

Cinetica pre-op	ridotta	ridotta
Perfusione pre-op	normale-ridotta	ridotta
Metabolismo ^{18}F FDG pre-op	normale-elevato	ridotto
Cinetica post-op	migliorata	invariata

Il quadro “**captazione di ^{18}F FDG in miocardio ipoperfuso**” è attualmente considerato il “**gold standard**” di vitalità miocardica e ipofunzionalità contrattile reversibile.

VALORE PROGNOSTICO a breve e medio termine

Uno studio su pazienti con cardiomiopatia ischemica e FE media del 30%, sottoposti a bypass coronario, ha evidenziato:

- Vitalità con ^{18}F FDG-PET



- Complicanze peri-op



- Mortalità a 30 giorni

1%

17.2%

VALORE PROGNOSTICO a breve e medio termine

Numerosi studi in pazienti trattati farmacologicamente, con vari gradi di riduzione della LVEF, descrivono una forte associazione fra presenza di **mismatch perfusione – metabolismo di ^{18}F FDG e morte cardiaca improvvisa**

VALORE PROGNOSTICO a lungo termine

	Perfusione	↔	¹⁸ F ¹⁸ FDG
	MISMATCH		MATCH
Sopravvivenza 5 anni dopo CABG [vs. terapia medica]	x 2		x 1.3

Questo indica che l'imaging perfusione-metabolismo è un importante ausilio per valutare il "rischio cardiaco" e orientarsi verso un trattamento chirurgico o medico

L'inclusione dei criteri PET rappresenta un valido ausilio nella scelta del protocollo terapeutico più opportuno nel paziente infartuato

MATCH P-M

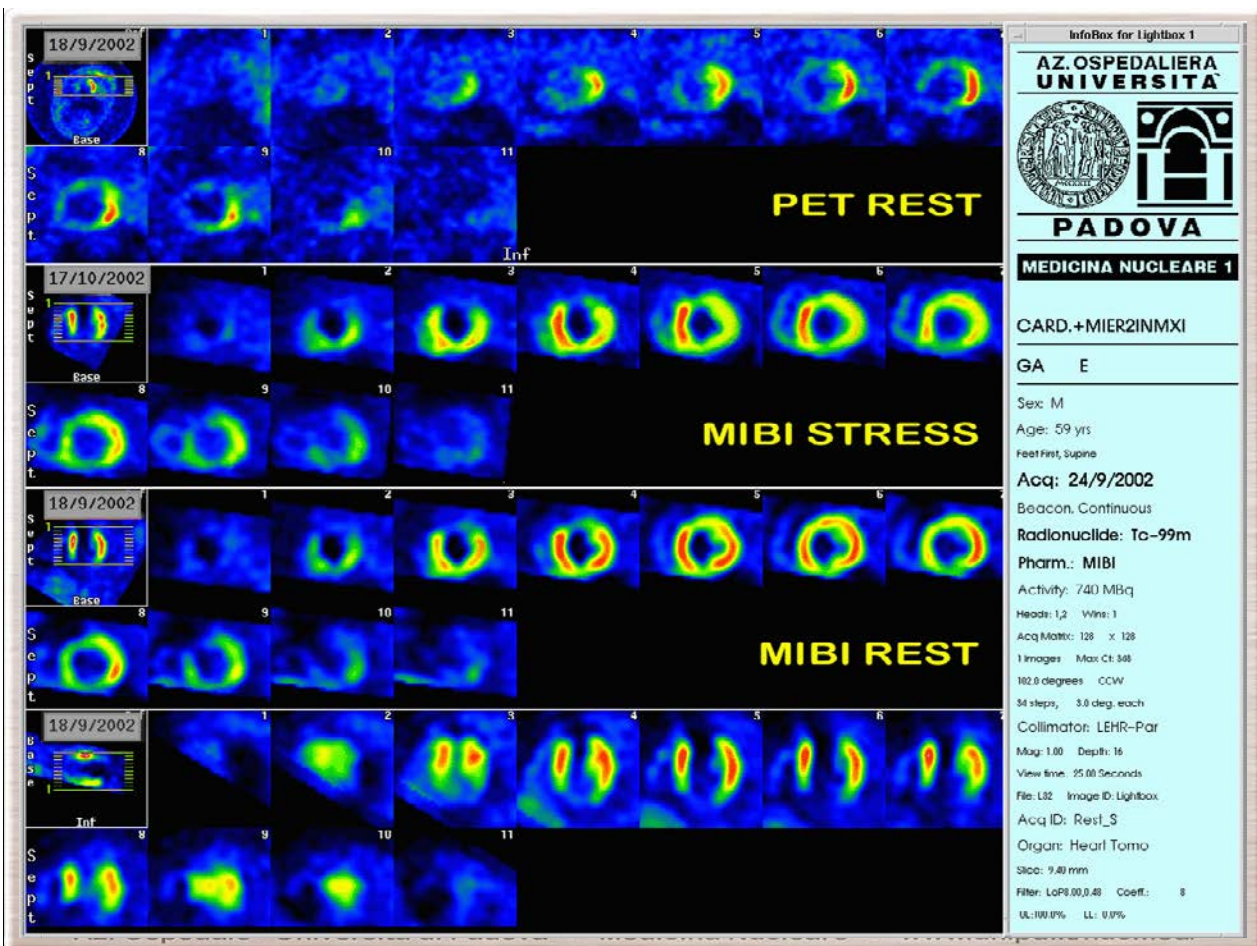


- Terapia Medica
- Trapianto

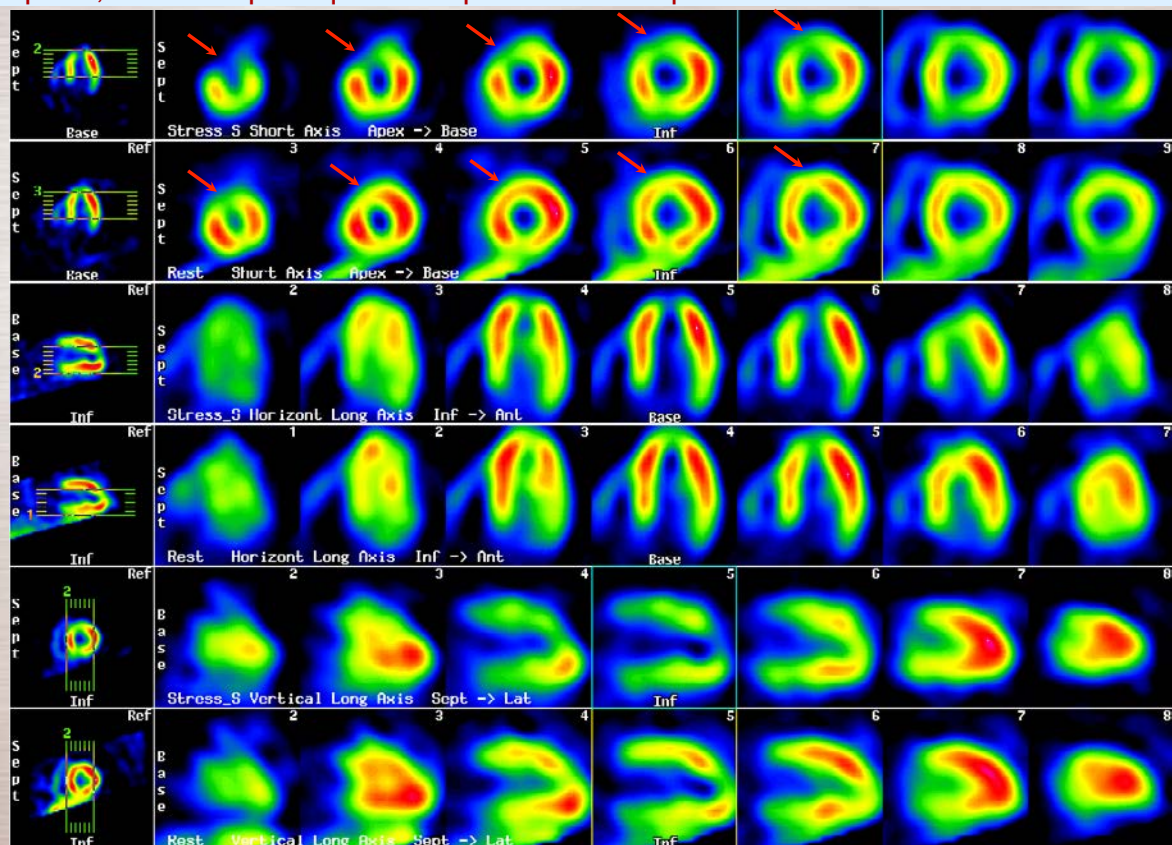
MIS-MATCH



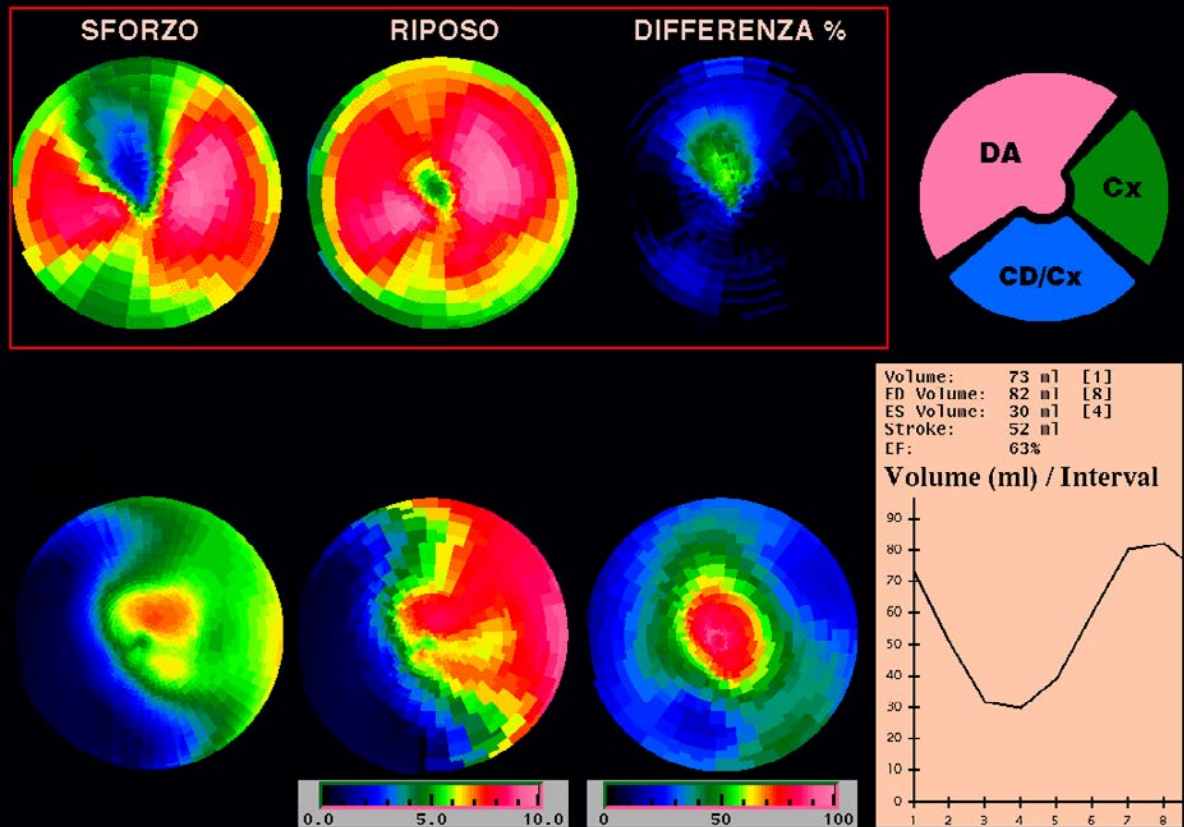
- Rivascolarizzazione



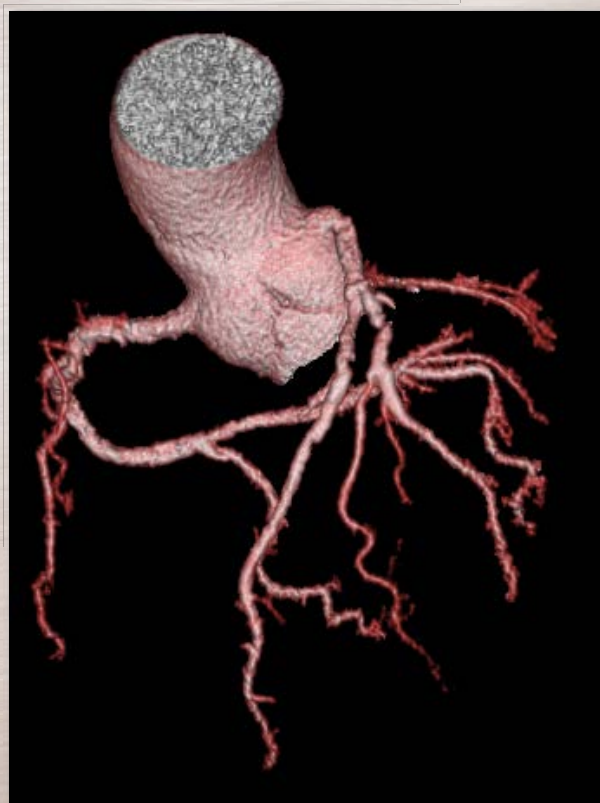
Netta ipoperfusione dell'apice e della parete antero-settale nei piani medi ed apicali, che scompare quasi completamente a riposo.



GSPET MIOCARDICA – IMMAGINI "Bull's Eye"

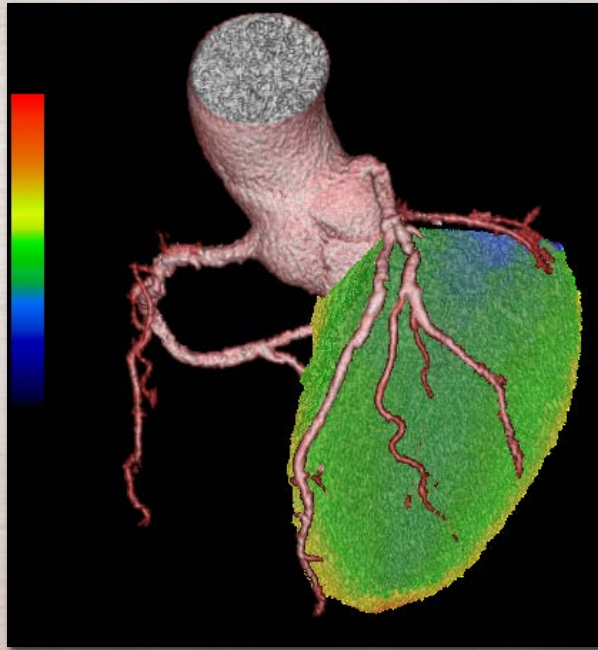


ANGIO-CT



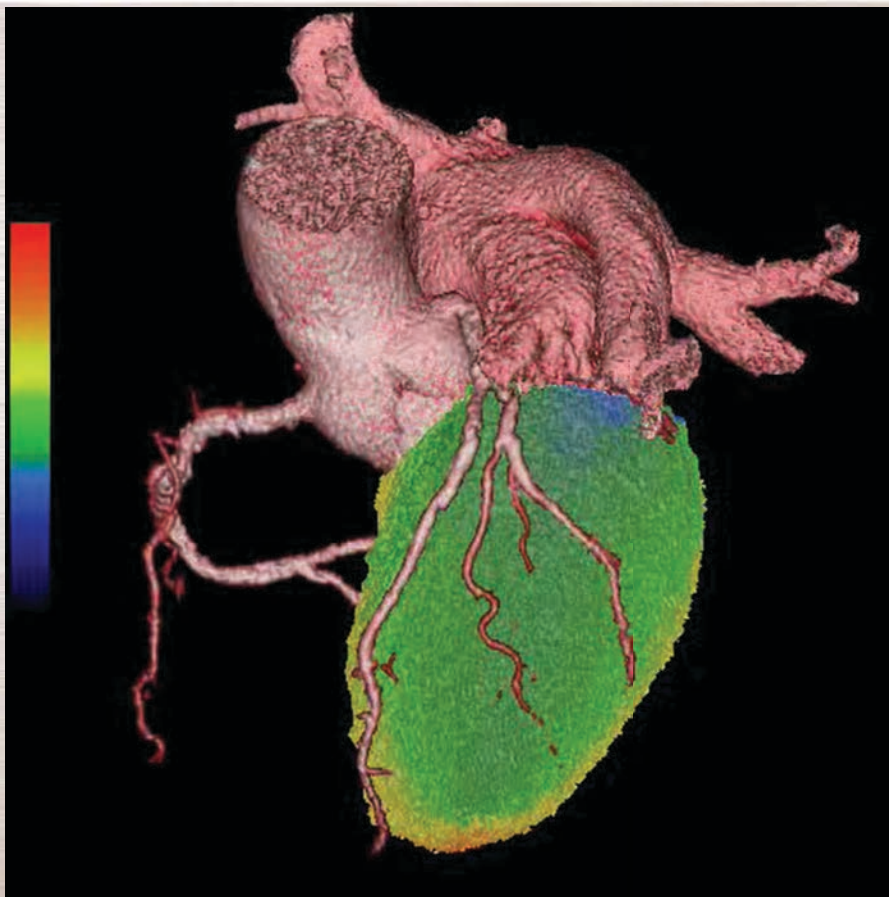
- Diffuse Calcifications
- LAD 50% stenosis
- LAD-D1 >50% stenosis
- LCX anomalous origin from RCA
- RCA calcification, no stenosis

ANGIO-CT + SPET / PET (Adenosin-Stress)



- Stress-induced ischemia anterior/lateral

Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

Angio-Cardio-Scintigrafia di PRIMO TRANSITO

Cos'è ?

- E' una metodica che prevede la rilevazione scintigrafica sequenziale del primo transito di un bolo radioattivo attraverso le sezioni cardiache di destra, l'arteria polmonare ed i suoi rami, il circolo capillare polmonare, le cavità cardiache di sinistra e le parti prossimali dell'aorta.

Come si fa ?

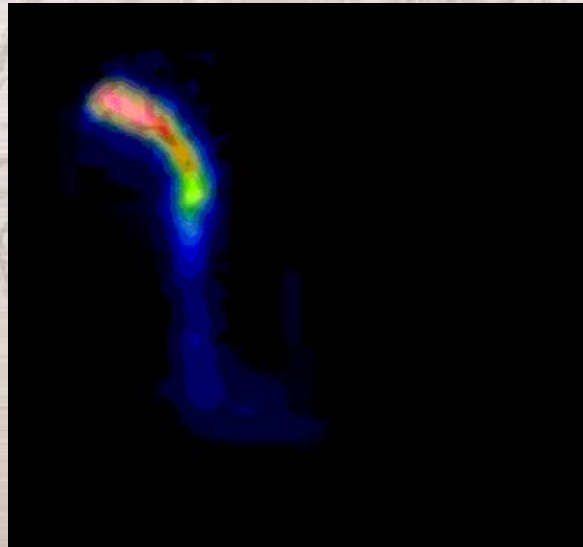
- Radiofarmaco: normalmente ^{99m}Tc -DTPA
- Iniezione impulsiva in una vena periferica
- Volume del bolo inferiore a 1 ml (più possibili puntiforme) per la corretta separazione temporale cuore dx - cuore sn
- 25-50 immagini/secondo per 30-40 secondi (45° OADX)
- Acquisizione sincronizzata di ECG ed immagini

Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

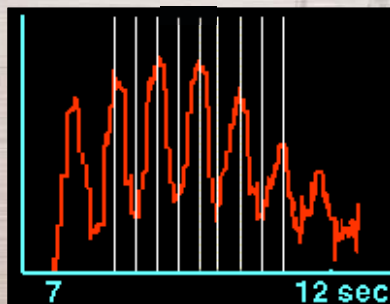
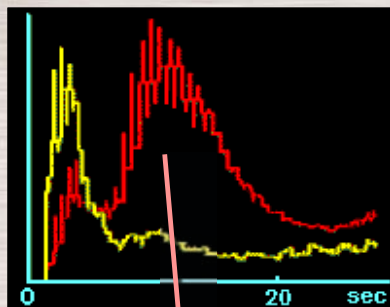
Angio-Cardio-Scintigrafia di PRIMO TRANSITO

Che informazioni fornisce ?

Viene visualizzato il primo transito del bolo radioattivo in:
vena cava sup. --> cuore Dx --> polmoni --> cuore Sn --> aorta



Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/



- Si calcolano le curve attività/tempo del ventricolo Destro e Sinistro
- Se l'iniezione é stata impulsiva si ottengono 2 curve distinte, seghettate (armoniche). I picchi corrispondono alle fasi telediastoliche (TD) e gli avvallamenti alle fasi telesistoliche (TS).

$$FE \% = \frac{(\text{Cont. TD} - \text{Cont. TS}) \times 100}{\text{Cont. TD}}$$

Az. Ospedale - Università di Padova - Medicina Nucleare - www.unipd.it/nucmed/

L'indagine fornisce informazioni qualitative e quantitative su:

- Tempi di transito polmonare
- Shunt intracardiaci DX -> SN e SN -> DX
- Dinamica parietale regionale dei ventricoli
- Funzionalità globale dei ventricoli; in particolare è possibile determinare la frazione di eiezione (FE) senza necessità di conoscere il volume ventricolare telediastolico e telesistolico e di dover approssimare geometricamente la morfologia dei ventricoli (al contrario di ECO e Cine-Ventricolografia).

Attualmente è il **gold standard** per calcolare la FE (per scopi di ricerca, validazione di altre metodiche, ecc.)

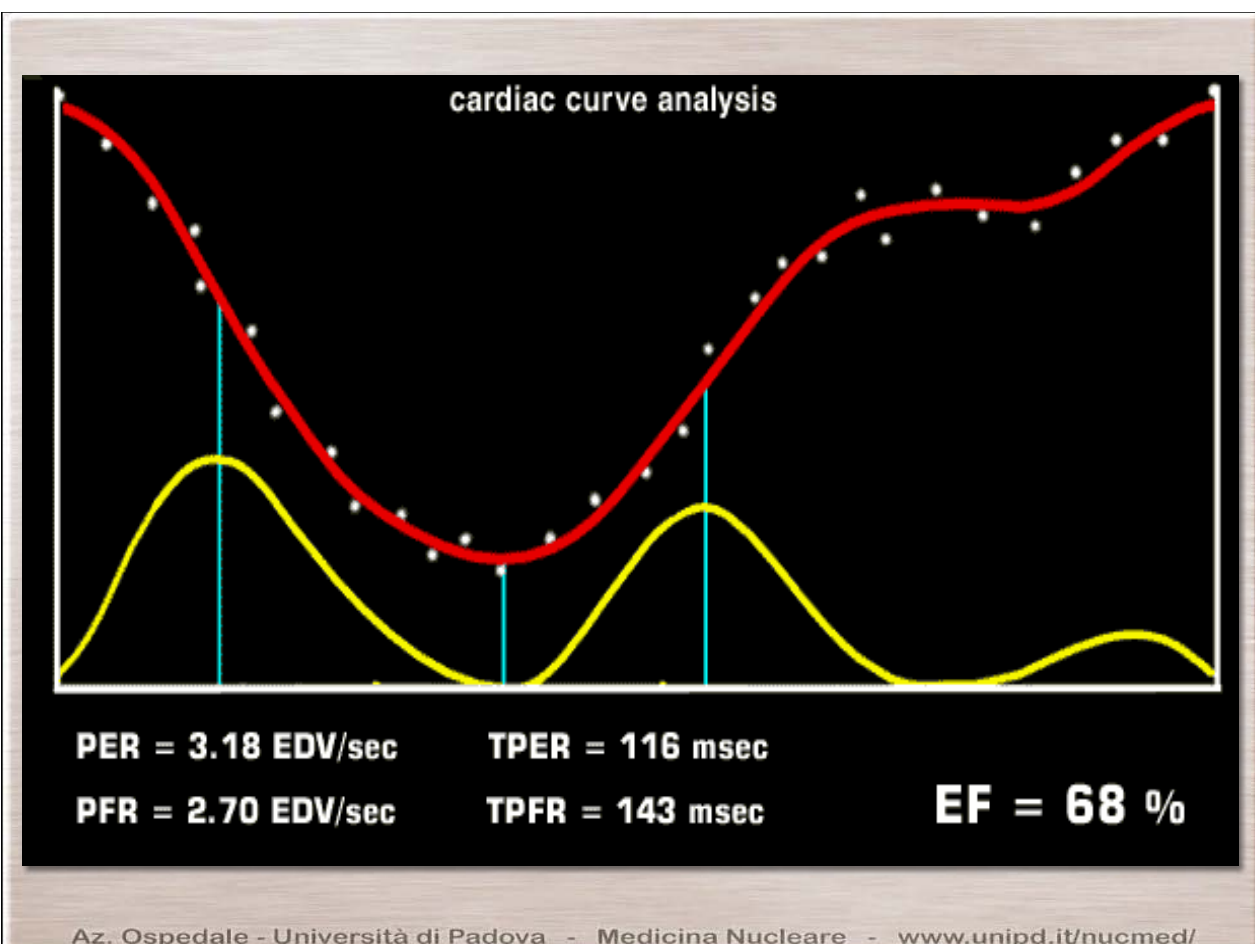
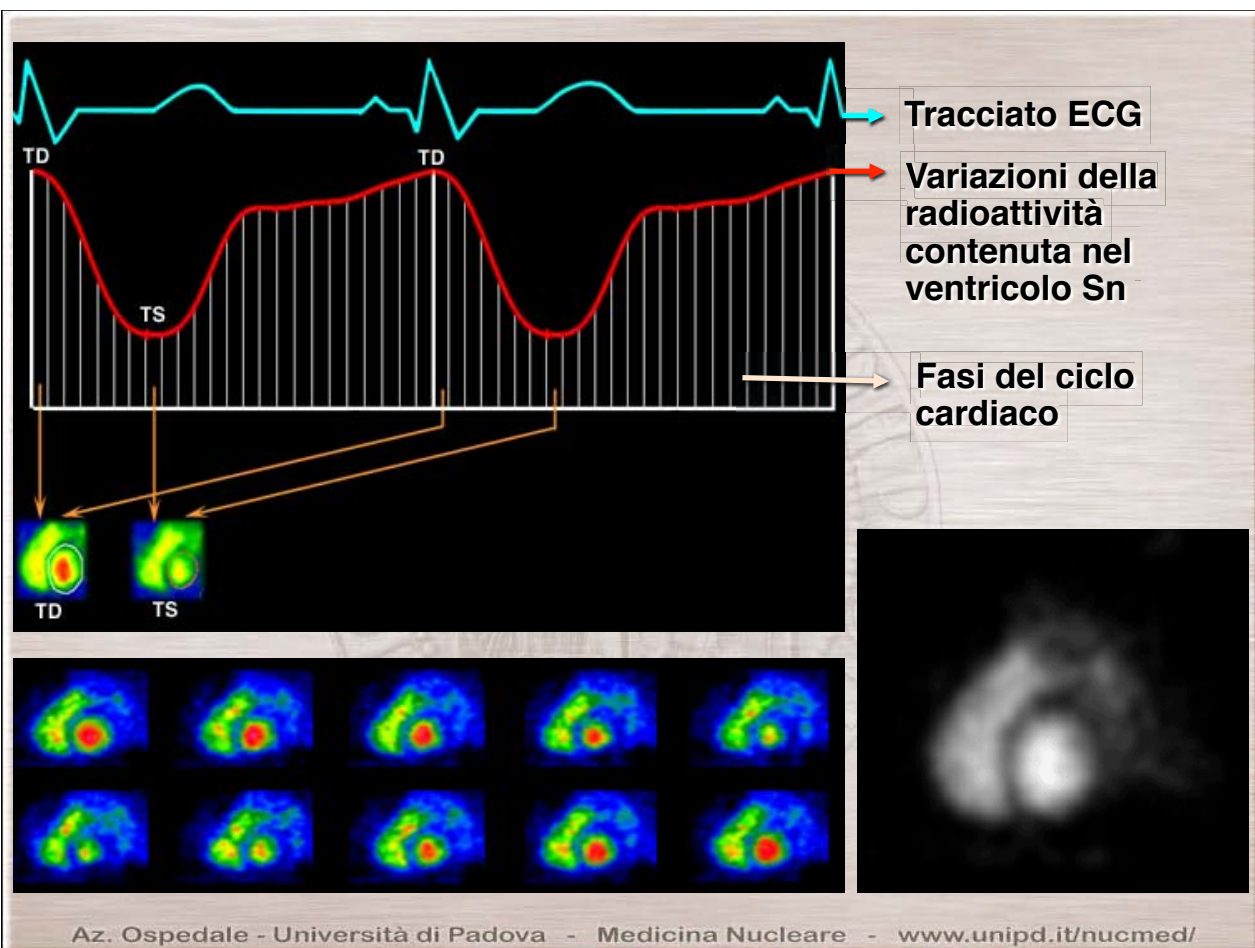
Angio-Cardio-Scintigrafia all'equilibrio - GATED

Cos'è ?

- È una metodica che permette la visualizzazione scintigrafica della radioattività contenuta nei ventricoli. Si attende che il radiofarmaco iniettato e.v. si sia uniformemente distribuito nel pool ematico in modo che la sua concentrazione risulti la stessa in tutto il compartimento cardiovascolare.

Come si fa ?

- Radiofarmaco: GR-marcato con ^{99m}Tc
- Iniezione in una vena periferica
- Non è possibile la separazione temporale --> separazione spaziale (proiezione obliqua anteriore sinistra)
- Immagini per 600-900 cicli cardiaci
- Acquisizione sincronizzata (GATED) di ECG ed immagini



Si possono ottenere immagini contenenti, in ogni pixel, un valore corrispondente ad un parametro prescelto dall'operatore, quindi definite "**parametriche**".

