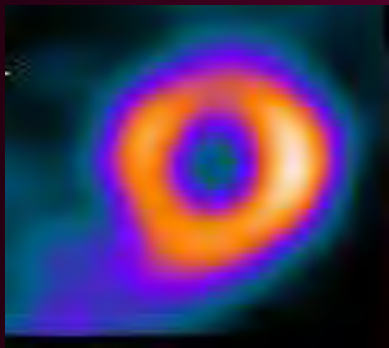


MEDYCYNA NUKLEARNA W KARDIOLOGII



BADANIA RADIOIZOTOPOWE SERCA

- Badanie przepływu krwi w miokardium.
- Badanie czynności komórek serca.
- Badanie ognisk zawałowych.

BADANIE PERFUZYJNE MIĘŚNIA SERCOWEGO

Badanie perfuzji mięśnia komory pozwala na stwierdzenie zaburzeń krwi w obrębie miokardium.

Podany radiofarmaceutyk gromadzi się w żywych komórkach mięśnia sercowego.

Na scyntygramie perfuzyjnym widoczna jest głównie lewa komora, ze względu na dużą masę mięśniową.

BADANIE PERFUZYJNE MIĘŚNIA SERCOWEGO

➤ Badanie perfuzji mięśnia sercowego

- Substancje – ^{201}Tl , MIBI – $^{99\text{m}}\text{Tc}$
- Badanie po wysiłku submaksymalnym.
- Badanie w spoczynku.
- Technika:
 - ✓ Badanie planarne w projekcji: AP, LAO 45° , LLAT,
 - ✓ Badanie SPECT: badanie tomograficzne wykonuje się stosując obrót gama-kamery o 180° (z pozycji RAO – 45° do LPOO – 45°).

SCYNTYGRAFIA REGIONALNA UKRWIENIA MIĘŚNIA SERCOWEGO

➤ Radioizotopy:

- ✓ ^{201}Tl otrzymywany w cyklotronie przez napromienienie.
- ^{201}Tl $T_{1/2}$ - 73h, i.v. - 1,5 – 2 mCi
- Tal określany jest jako biologiczny analog potasu.
- Gromadzenie talu przez komórki mięśnia sercowego zależy od czynnego transportu przez błony komórkowe i od przepływu krwi w czasie dużego stężenia talu w osoczu.
- Tal ulega redystrybucji.

SCYNTYGRAFIA REGIONALNA UKRWIENIA MIĘŚNIA SERCOWEGO

- ✓ Związki izonitrylowe ^{99m}Tc – MIBI (izonitryl - metoksyizobutyłowy)
- i.v. ^{99m}Tc – MIBI - 10 – 15 mCi
- Przyjmuje się, że MIBI gromadzi się w mięśniu sercowym dyfundując biernie przez błony komórkowe oraz przez błony mitochondrialne, natomiast dyfuzja zwrotna hamowana jest przez wysoki potencjał błonowy.
- MIBI czynnie transportowane do komórki mięśnia sercowego nie ulega redystrybucji

SCYNTYGRAFIA REGIONALNA UKRWIENIA MIĘŚNIA SERCOWEGO

Technika badania:

1. **Badanie perfuzyjne planarne** wykonuje się w projekcjach AP, LAO – 45⁰, LAO – 60⁰ i LL
- ✓ Minimalna ilość zliczeń – 300 tys. na projekcję.

2. **TOMOGRAFIA EMISYJNA POJEDYNCZYCH FOTONÓW**

SPECT

(ang. Single Photon Emission Computerized Tomography).

SCYNTYGRAFIA REGIONALNA UKRWIENIA MIĘŚNIA SERCOWEGO

Technika badania:

- **Badanie perfuzyjne metodą SPECT** – pozwala uzyskać obraz serca w trzech projekcjach. Umożliwia ono dokładniejsze przyporządkowanie miejsca niedokrwionego do obszaru perfuzji konkretnego naczynia wieńcowego i lepszą ocenę wielkości niedokrwienia.
- ✓ Badania wykonuje się w spoczynku i po wysiłku.
- ✓ Optymalny czas badania przy próbie wysiłkowej 5 – 20 min. od wstrzyknięcia.

PRÓBA WYSIŁKOWA

Warunki prawidłowo przeprowadzonej próby wysiłkowej:

- ST w EKG ulega obniżeniu o co najmniej 1mm.
- Wystąpienie bólu zamostkowego.
- Wzrost skurczowego ciśnienia tętniczego.
- Osiągnięcie limitu tętna wg protokołu.

TEST Z DIPYRIDAMOLEM

Test pozwala na zastąpienie próby
wysiłkowej w stanach, w których jej
przeprowadzenie jest niemożliwe lub
wynik testu może okazać się
niemiarodajny.

WSKAZANIA DO BADANIA PERFUZYJNEGO SERCA

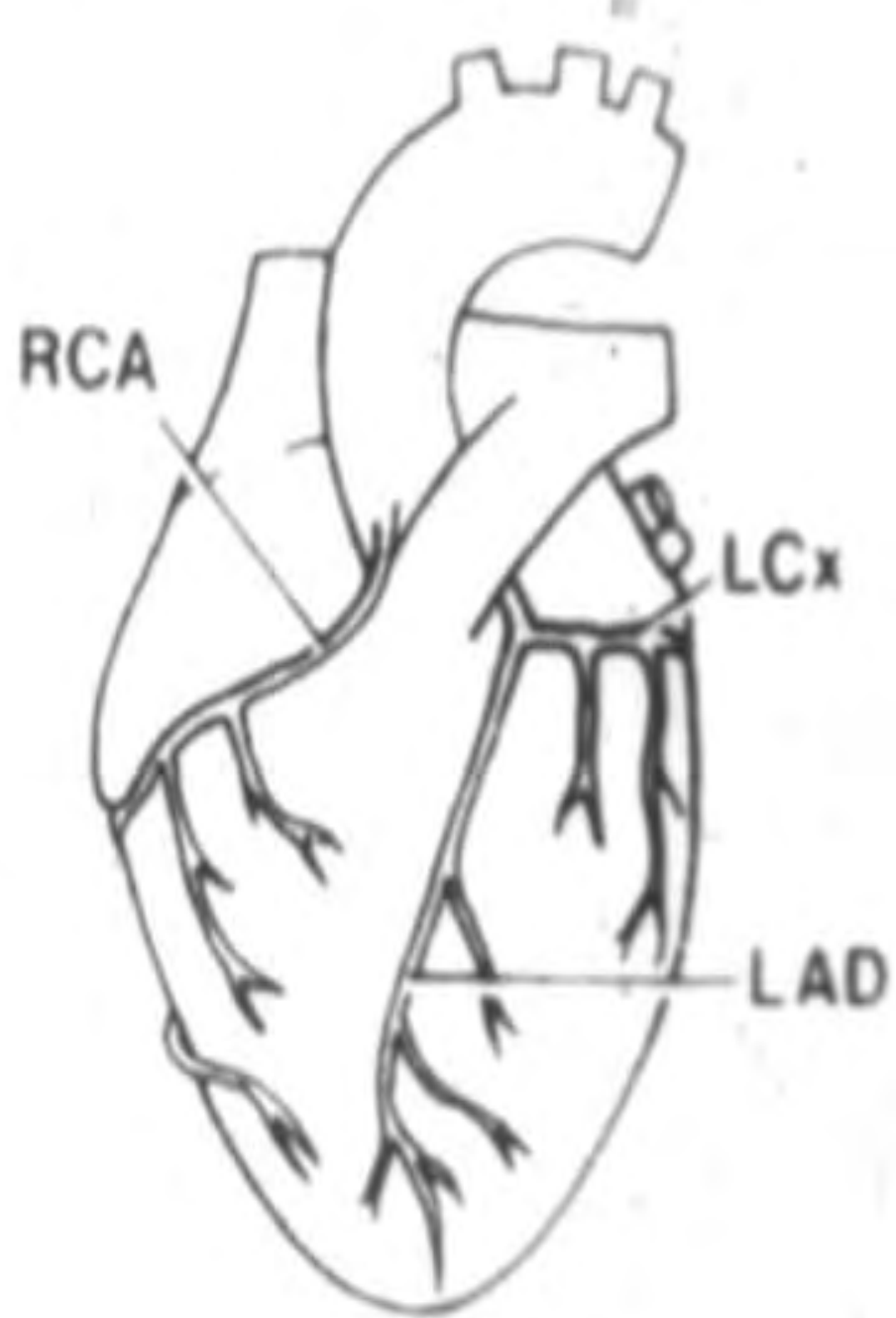
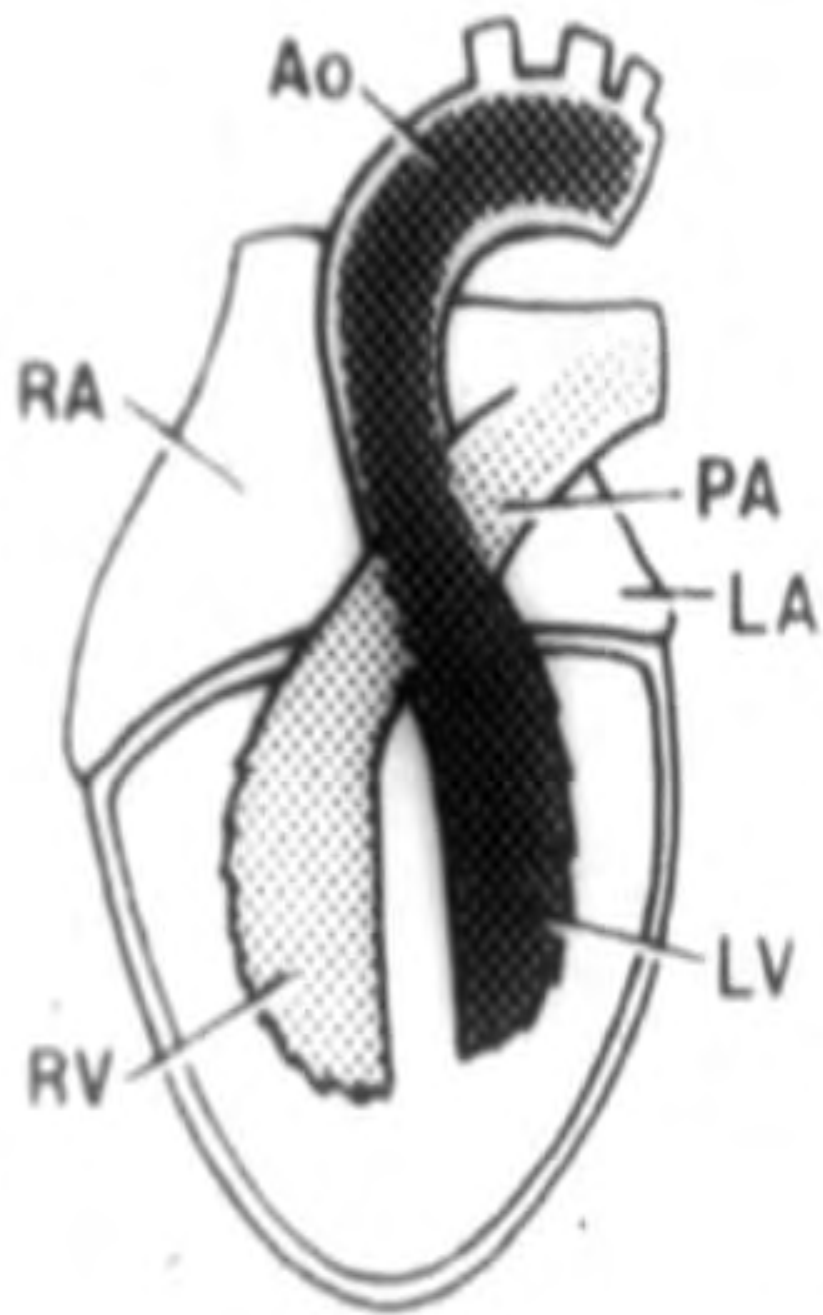
- Diagnostyka CHNW, kwalifikacja pacjentów do zabiegów rewaskularyzacyjnych, ocena skuteczności zabiegu.
- Ocena perfuzji przed nie kardiologicznymi zabiegami operacyjnymi.
- Ocena rokowania u pacjentów ze znaną CHNW.
- Ocena żywotności mięśnia sercowego.
- Monitorowanie leczenia.

Kontrola leczenia

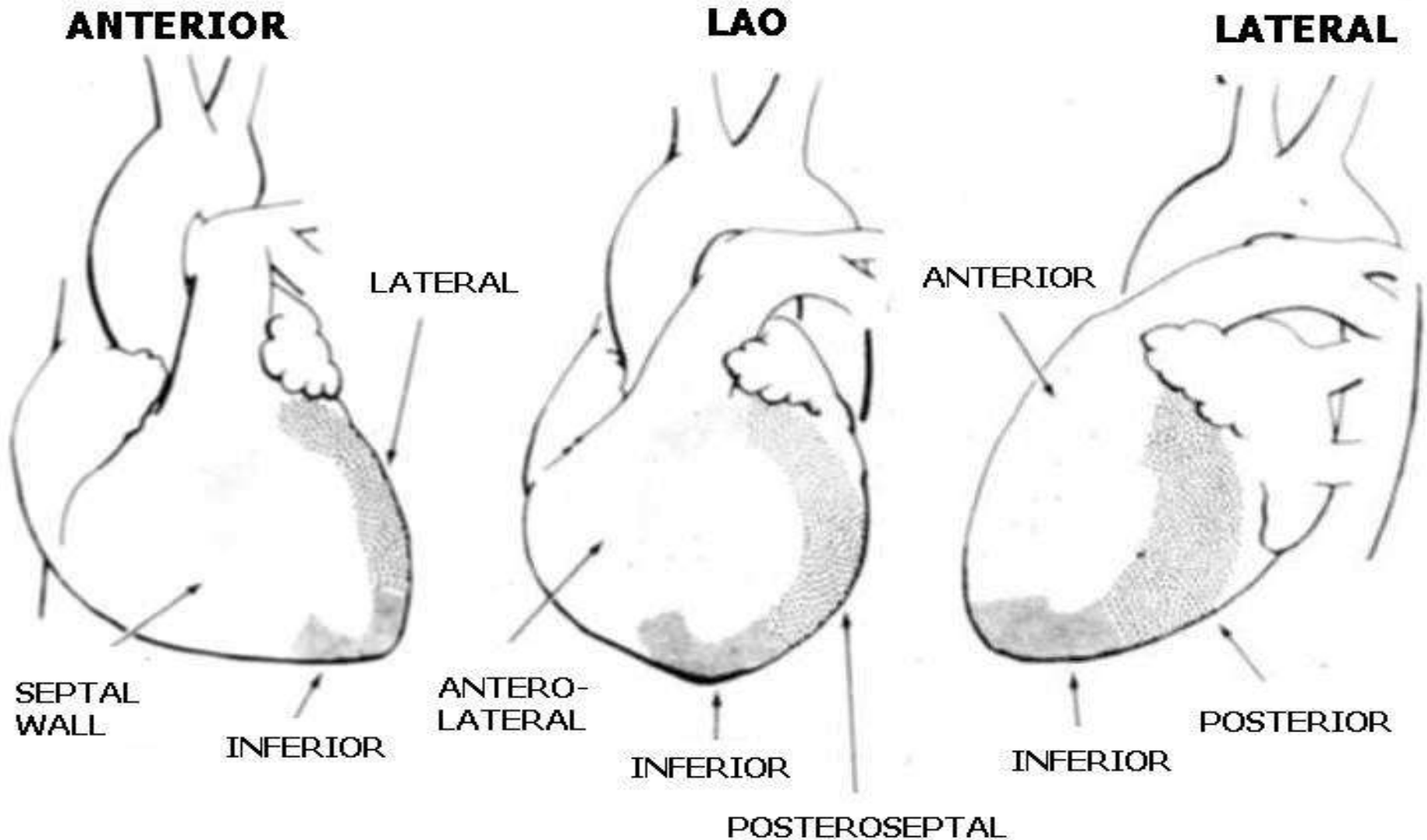
- Badanie scyntygraficzne stosowane jest jako uzupełnienie koronarografii - ocena stopnia niedokrwienia, określenie żywotności mięśnia lewej komory
- Jest użytecznym badaniem u chorych, u których występują objawy niedokrwienia po leczeniu rewaskularyzacyjnym (restenoza, nowe ognisko niedokrwienia)

Kontrola leczenia

- Scyntygrafia jest istotnym badaniem u chorych po transplantacji serca - w grupie tej niedokrwienie często występuje bezobjawowo.

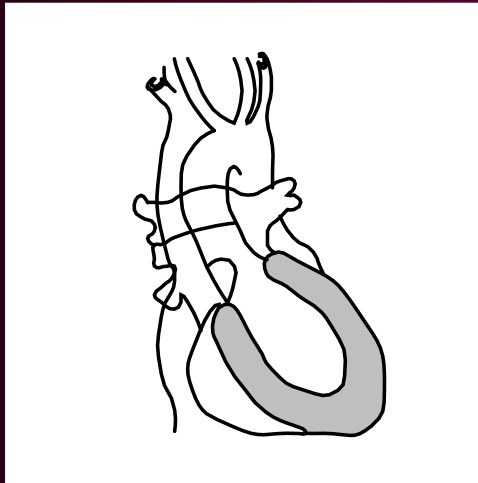


BADANIE PLANARNE

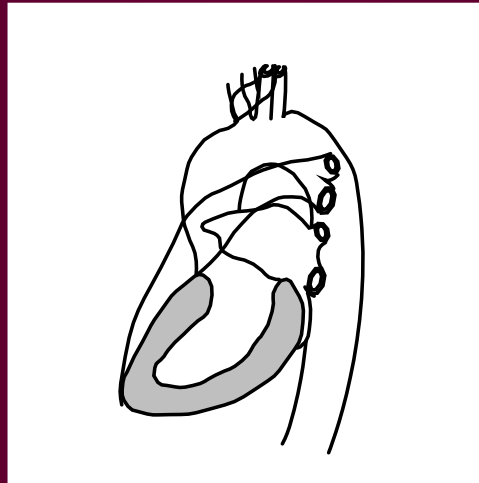


Badanie planarne

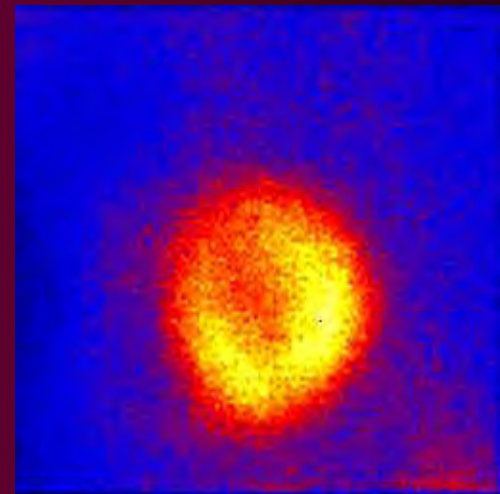
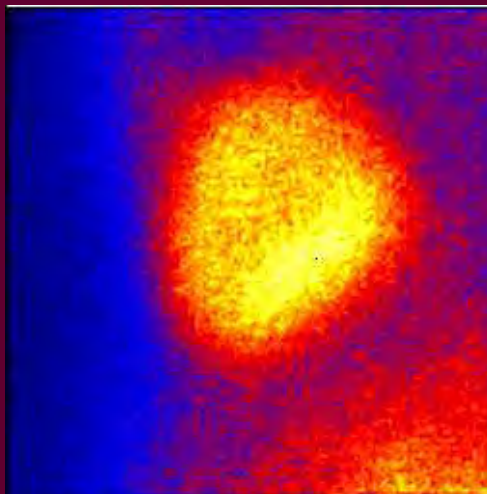
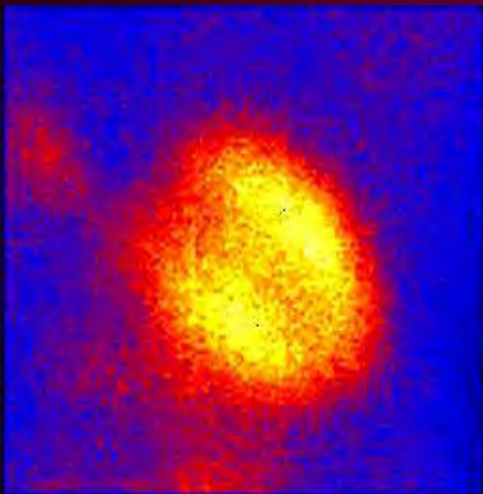
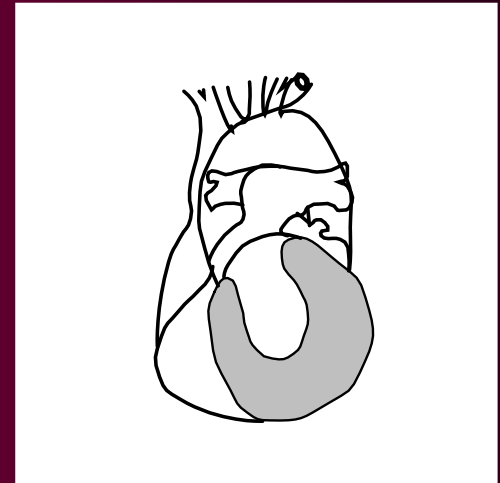
ANT

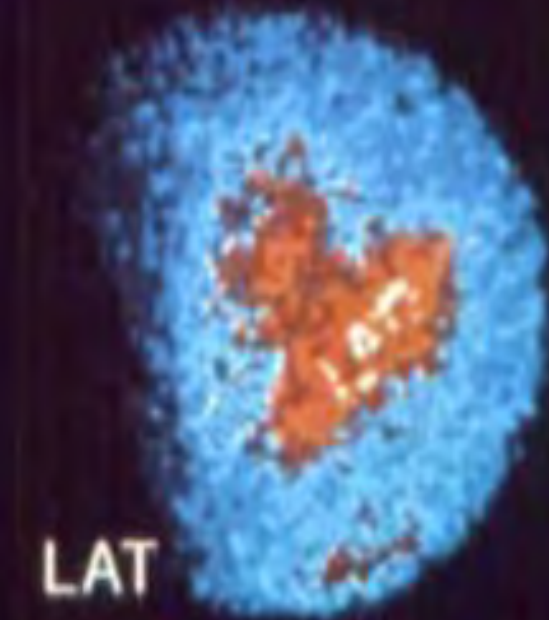
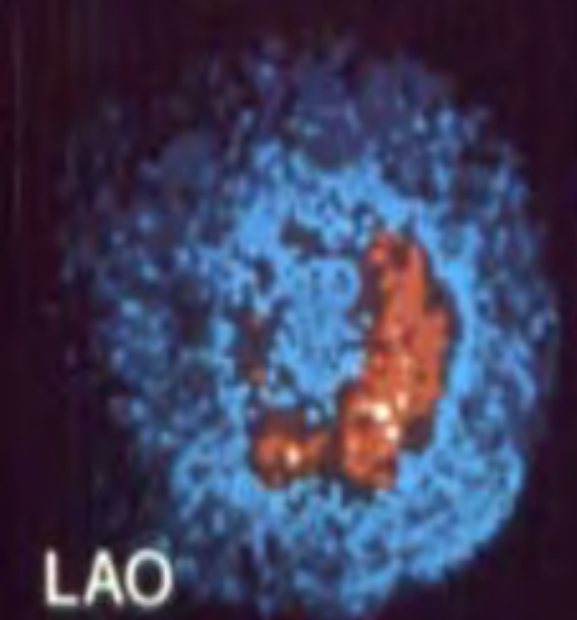
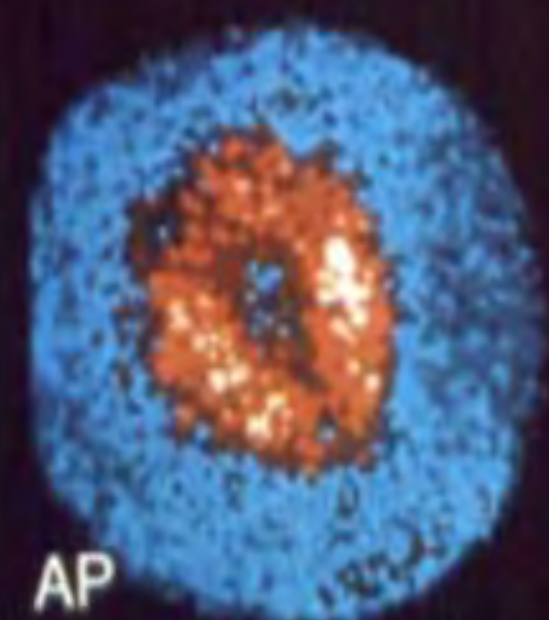
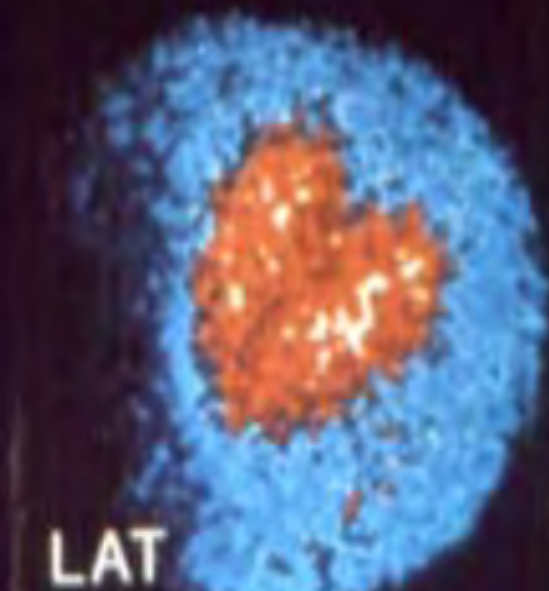
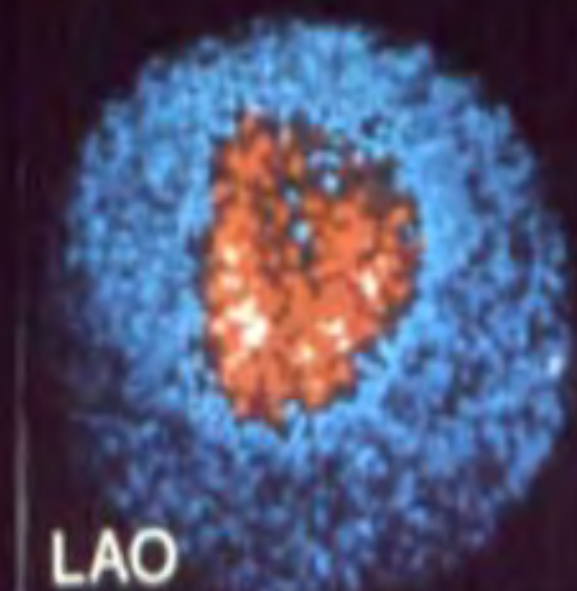
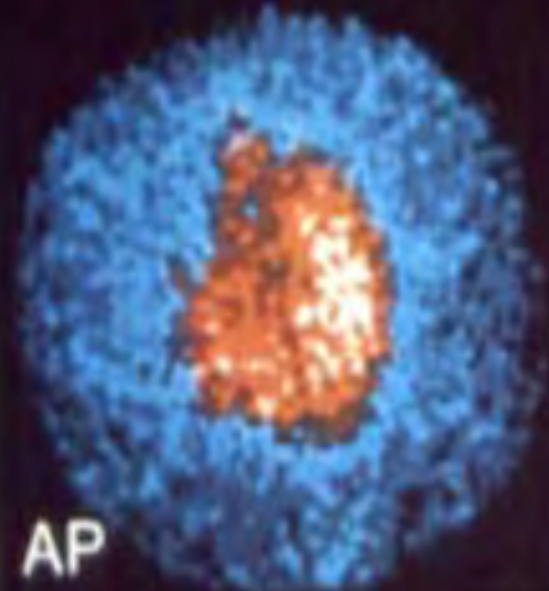


LLAT



LAO





Scyntygrafia serca

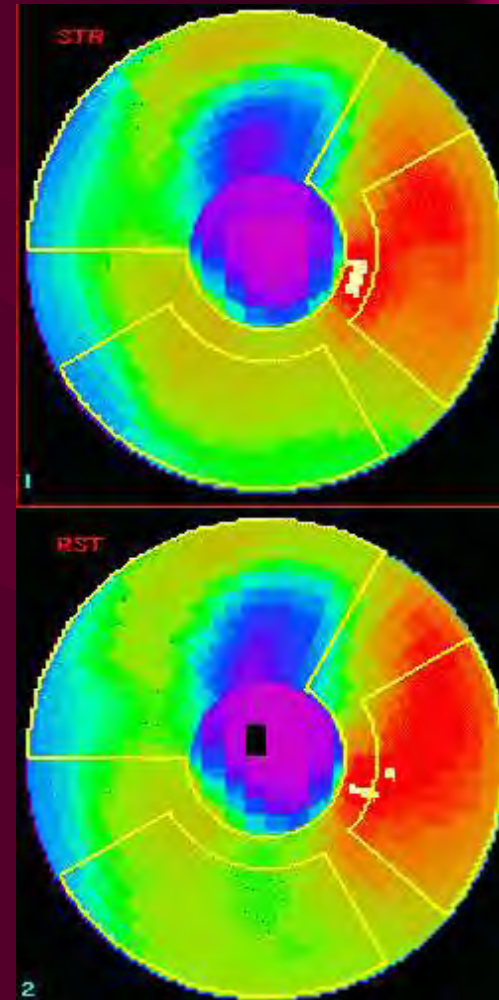


- **scyntygrafia perfuzyjna**
- **wentrykulografia radioizotopowa**
- **scyntygrafia zawału**
- **scyntygrafia układu receptorowego**
- **ocena metabolizmu**

Scyntygrafia perfuzyjna.

Diagnostyka ukrwienia mięśnia sercowego

- Ocena perfuzji:
 - ^{201}Tl
 - ^{82}Rb
 - **$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi**
 - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofozmina
 - ^{13}N - NH_3
 - ^{15}O - H_2O



Scyntygrafia perfuzyjna

- Ocena rezerwy wieńcowej - uwidocznienie regionalnej perfuzji mięśnia sercowego w warunkach spoczynkowych i podczas wysiłku fizycznego.
 - **Niedokrwienie** = ubytek perfuzji obecny w wysiłku, nie obecny w spoczynku.
 - **Blizna** = trwały ubytek perfuzji widoczny w warunkach spoczynkowych i wysiłkowych.

Scyntygrafia perfuzyjna- wskazania

- Diagnostyka CHNW, kwalifikacja pacjentów do zabiegów rewaskularyzacyjnych, ocena skuteczności zabiegu.
- Ocena perfuzji przed nie kardiologicznymi zabiegami operacyjnymi
- ocena rokowania u pacjentów ze znaną CHNW
- ocena żywotności mięśnia sercowego
- monitorowanie leczenia

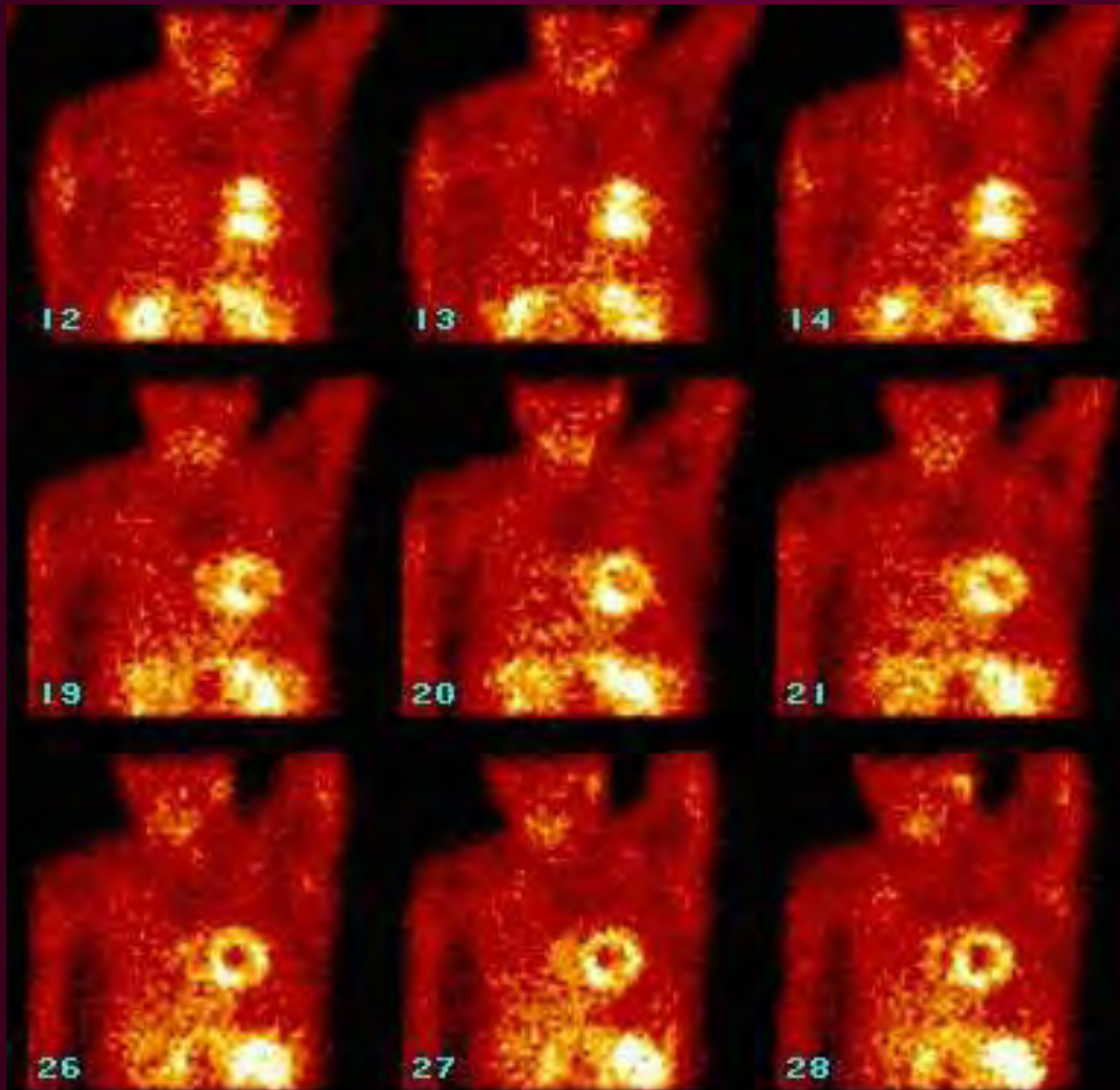
Choroba niedokrwienna serca

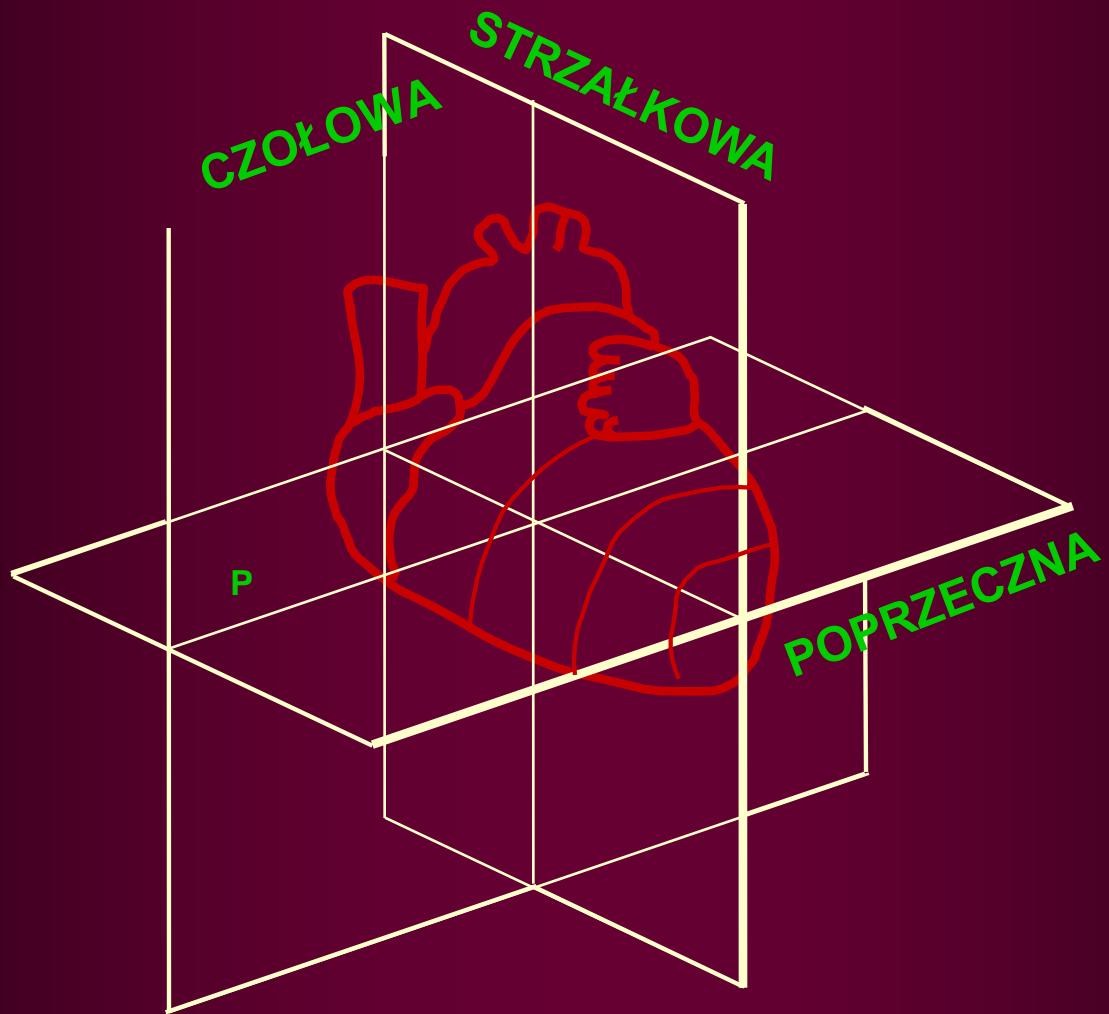
- Pierwszym badaniem diagnostycznym jest EKG w trakcie próby wysiłkowej.
- Badanie scyntygraficzne jest wskazane u chorych, u których test wysiłkowy jest niemożliwy do wykonania (testy farmakologiczne) lub interpretacja EKG jest niepewna.
- U chorych, u których występuje rozbieżność między wynikiem EKG i obrazem klinicznym

Technika badania

- **Badanie planarne**
- **Badanie SPECT**- z oceną przestrzennego rozkładu radiofarmaceutyku.
- **Badanie GSPECT (bramkowane):**
 - ocena frakcji wyrzutowej lewej komory,
 - ocena regionalnej ruchomości ścian,
 - ocena przyrostu grubości ściany,
 - ocena objętości lewej komory serca

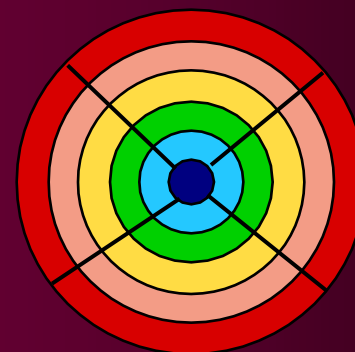
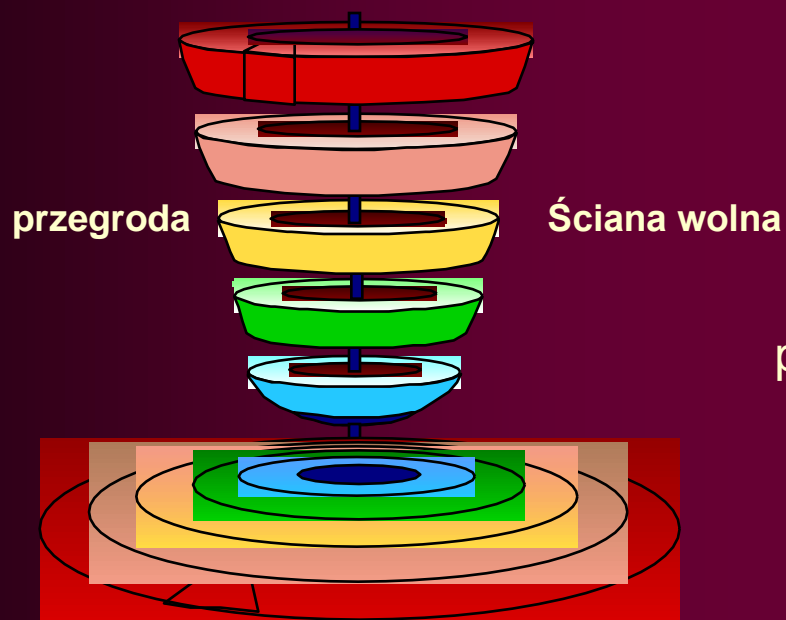
Technika SPECT





OCENA ILOŚCIOWA WYNIKU BADANIA PERFUZYJNEGO

- porównanie badania spoczynkowego z wysiłkowym
- porównanie wyniku z normą



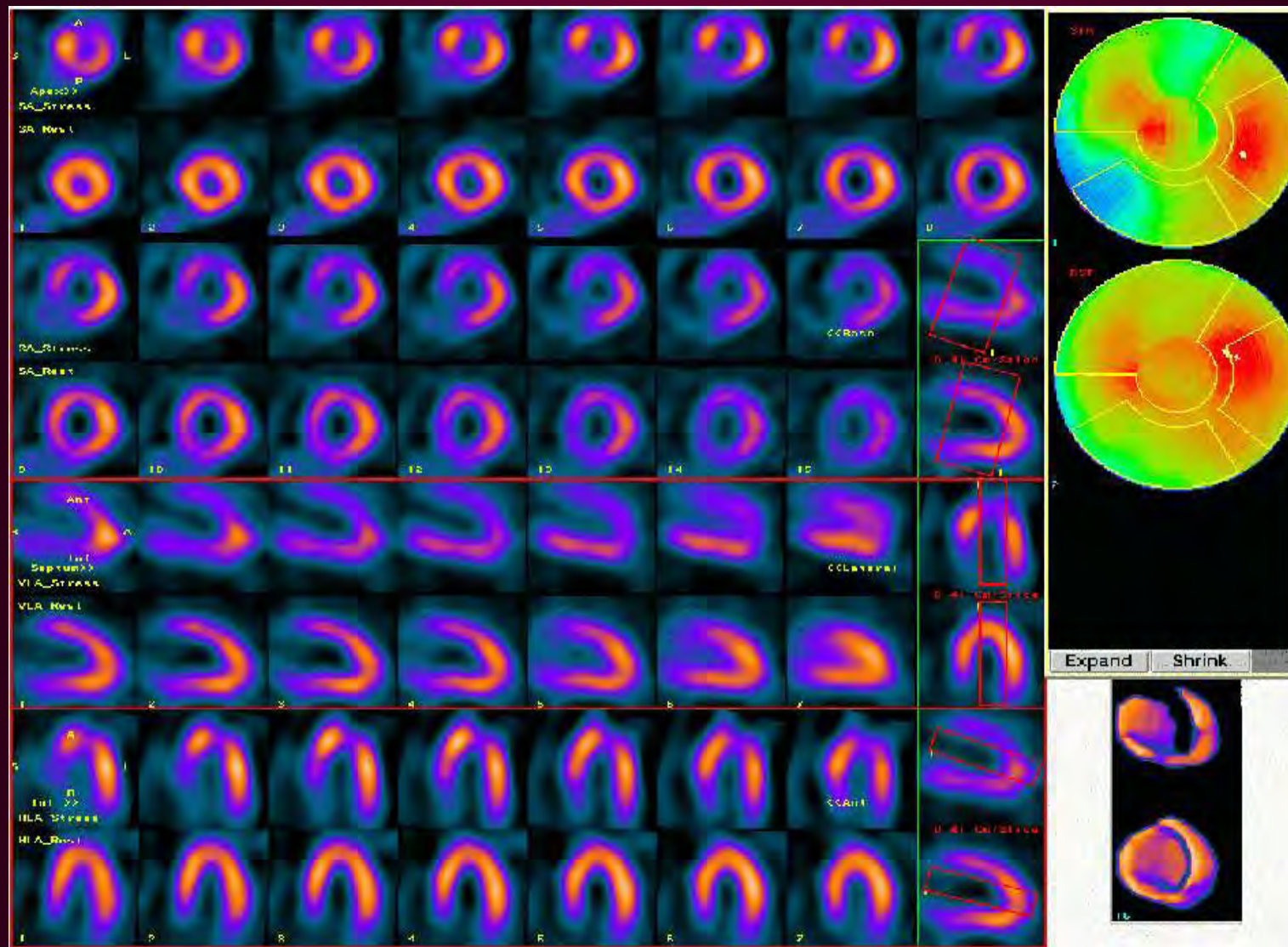
przód

przegroda

ściana wolna

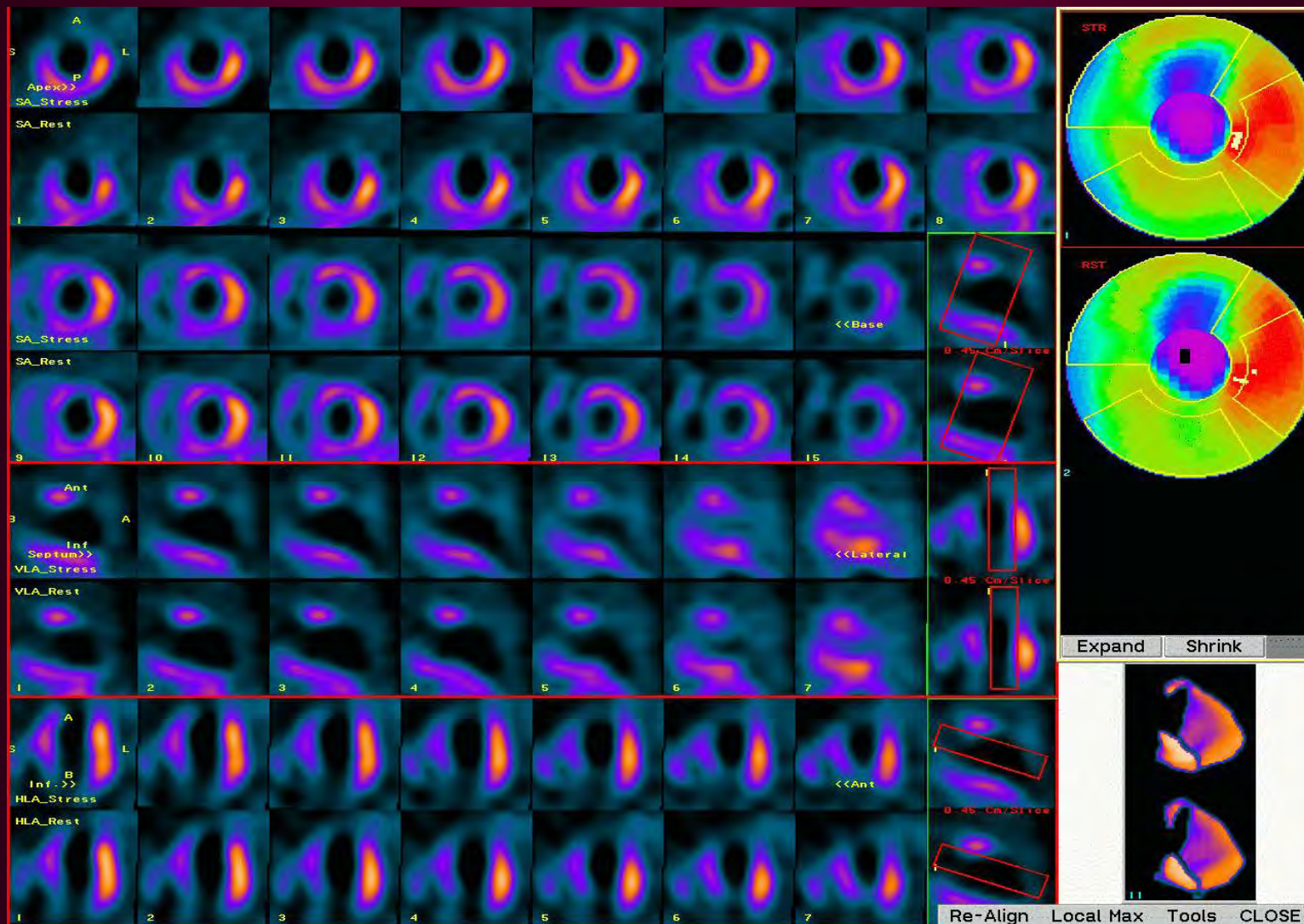
dół

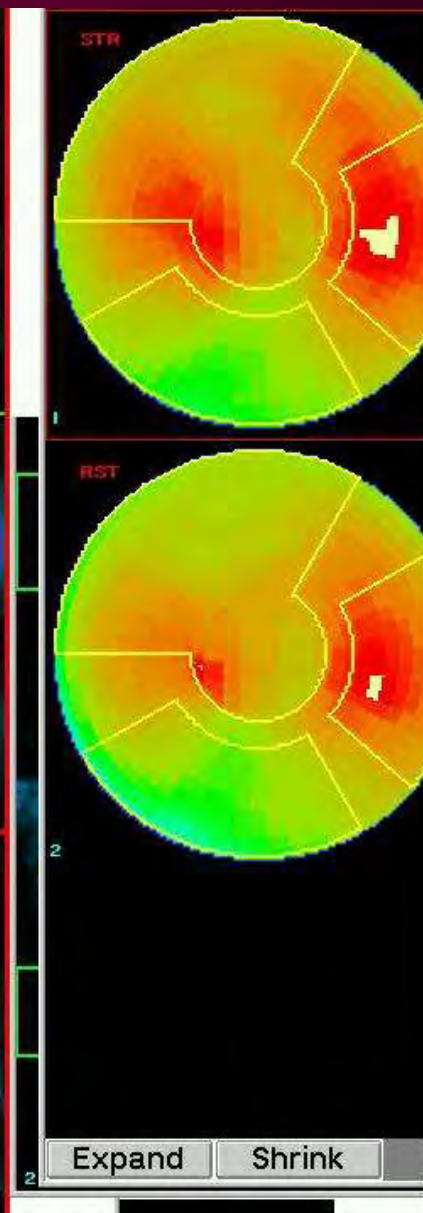
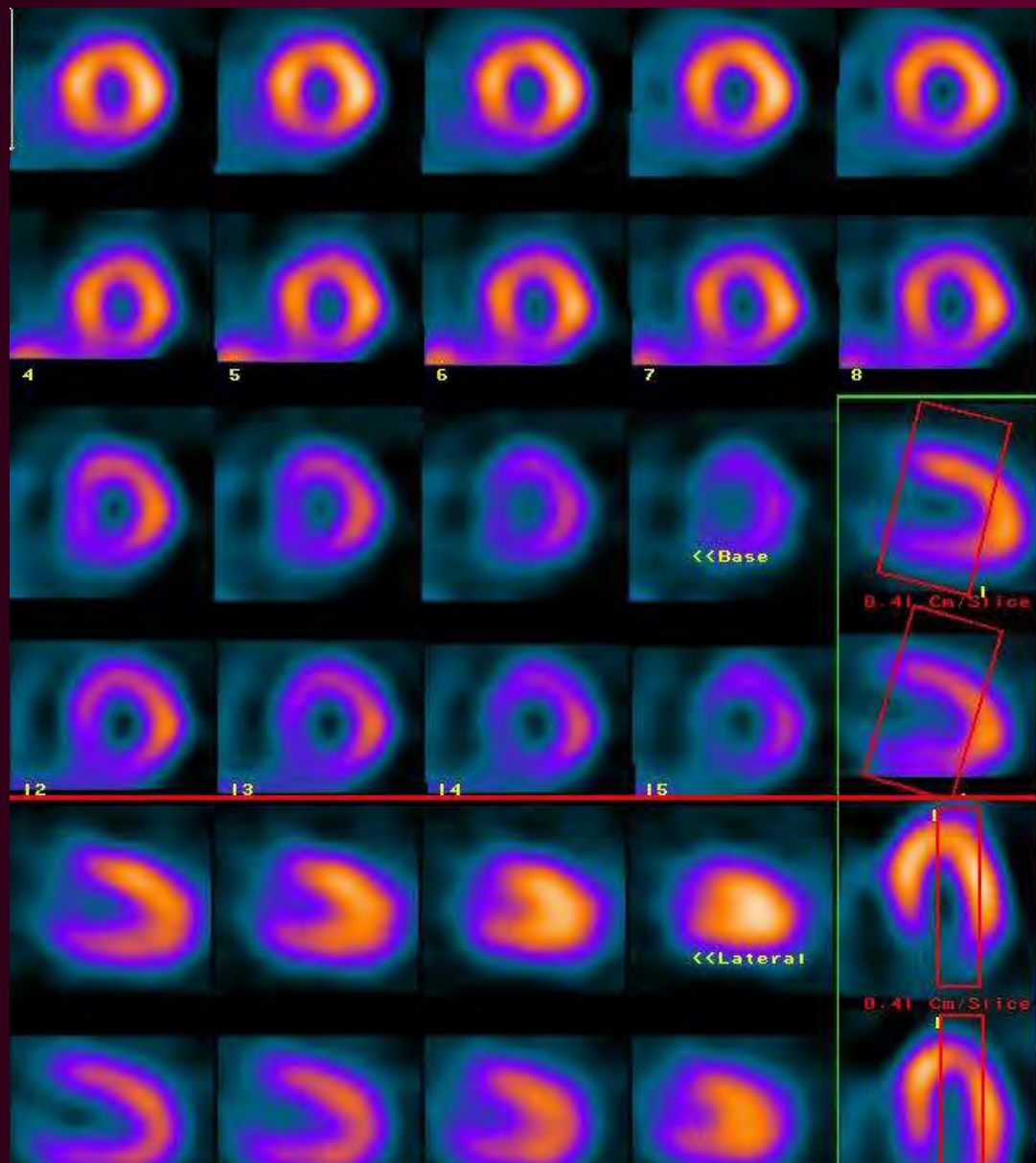
Scyntygrafia perfuzyjna – niedokrwienie – ubytek widoczny w trakcie wysiłku, nie obecny w spoczynku

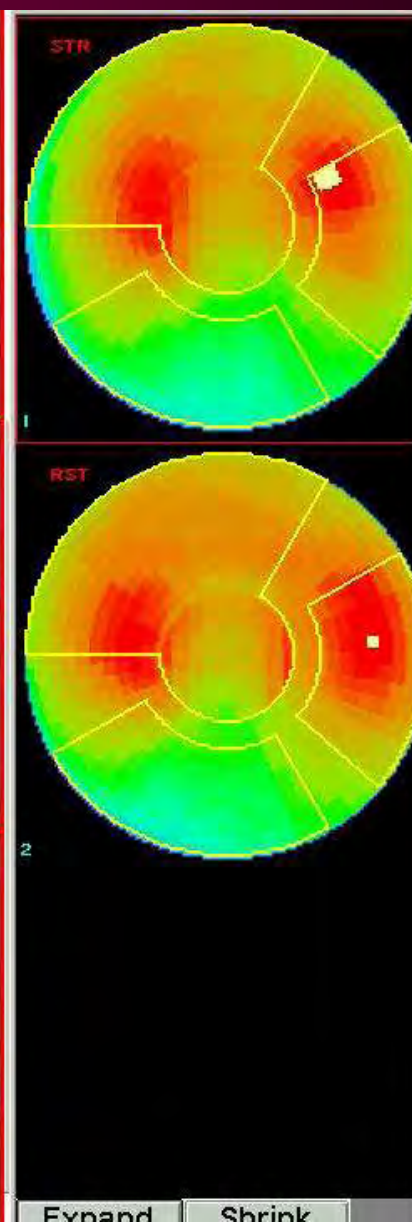
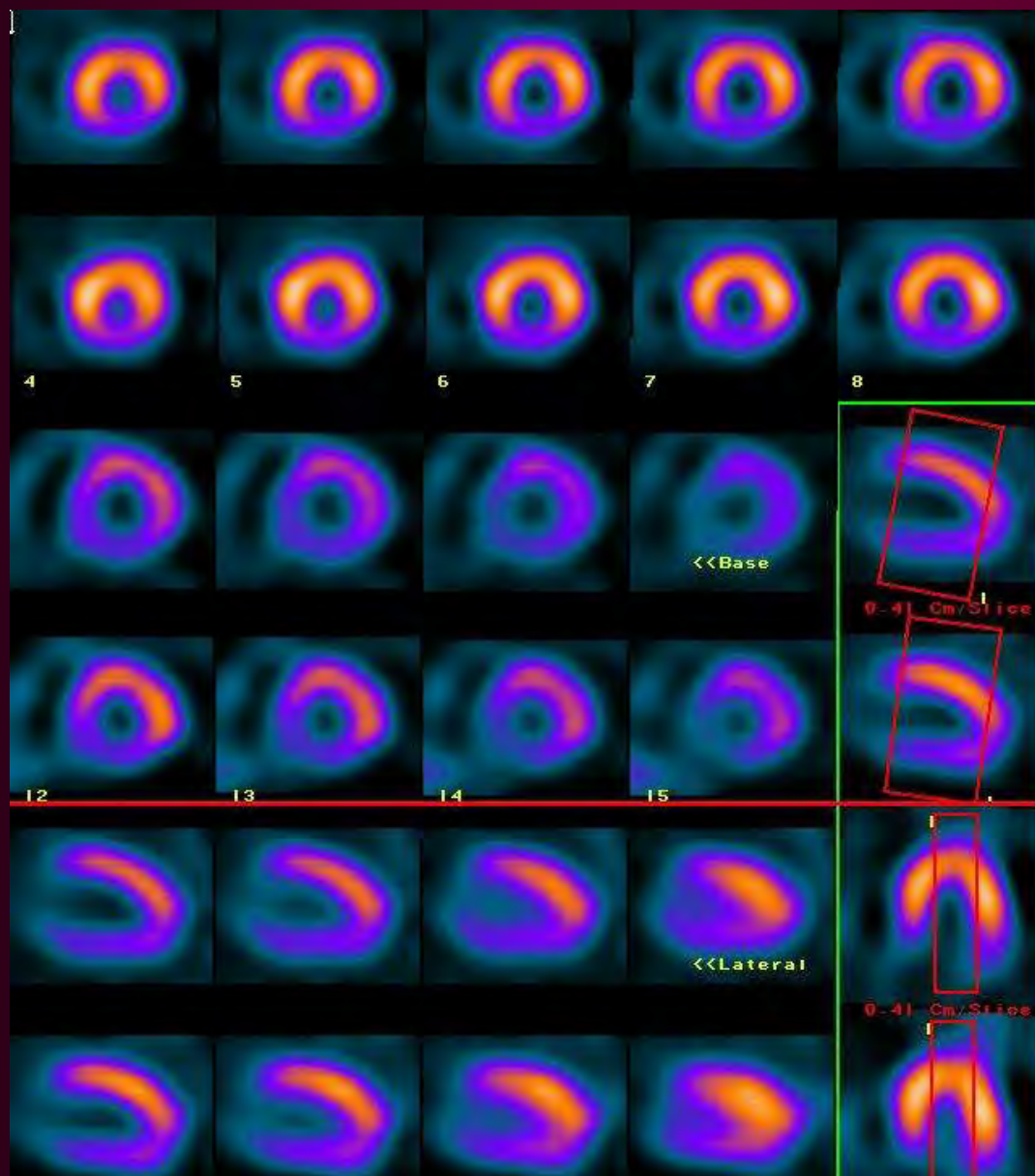


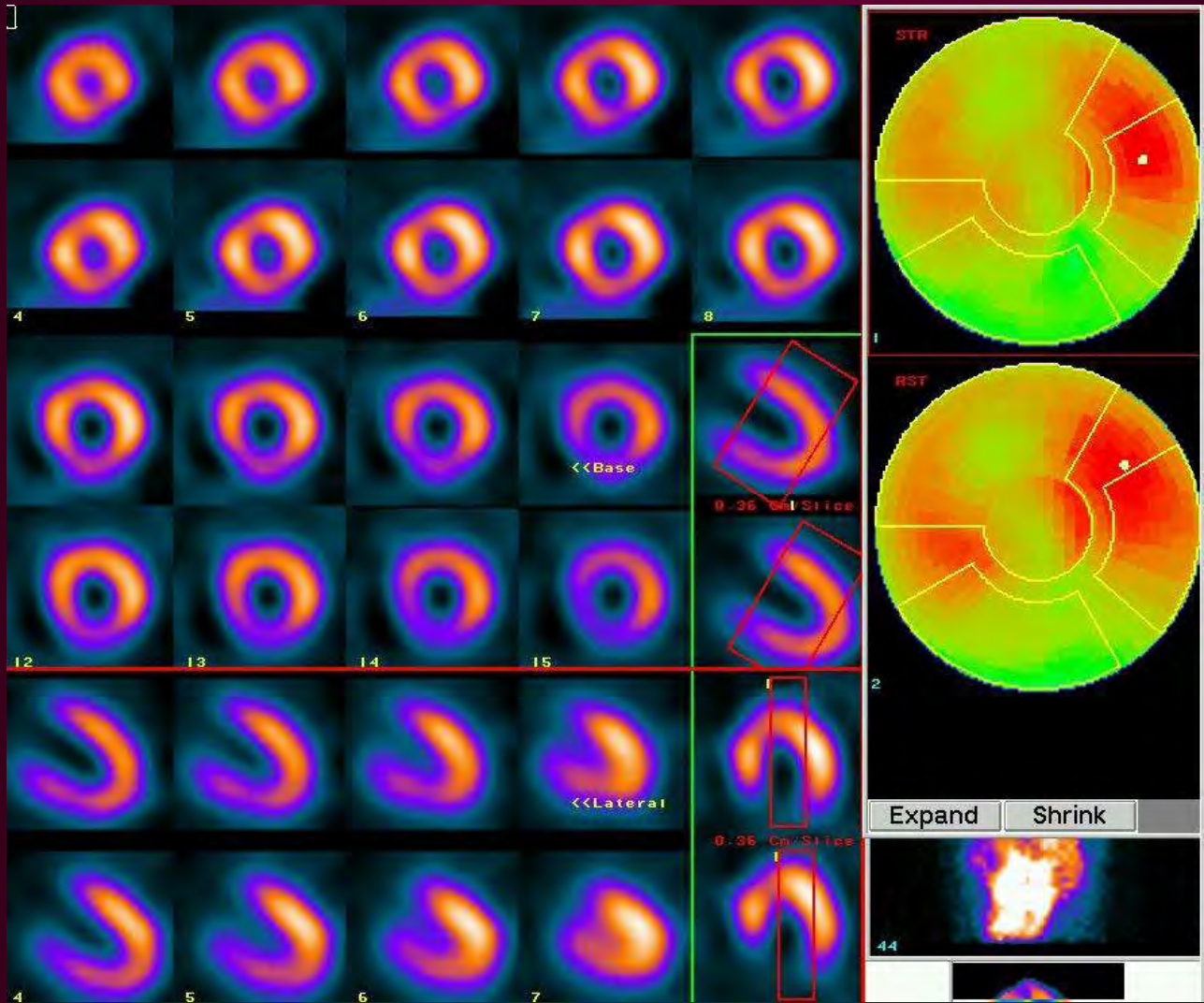
Scyntygrafia perfuzyjna-blizna pozawalowa

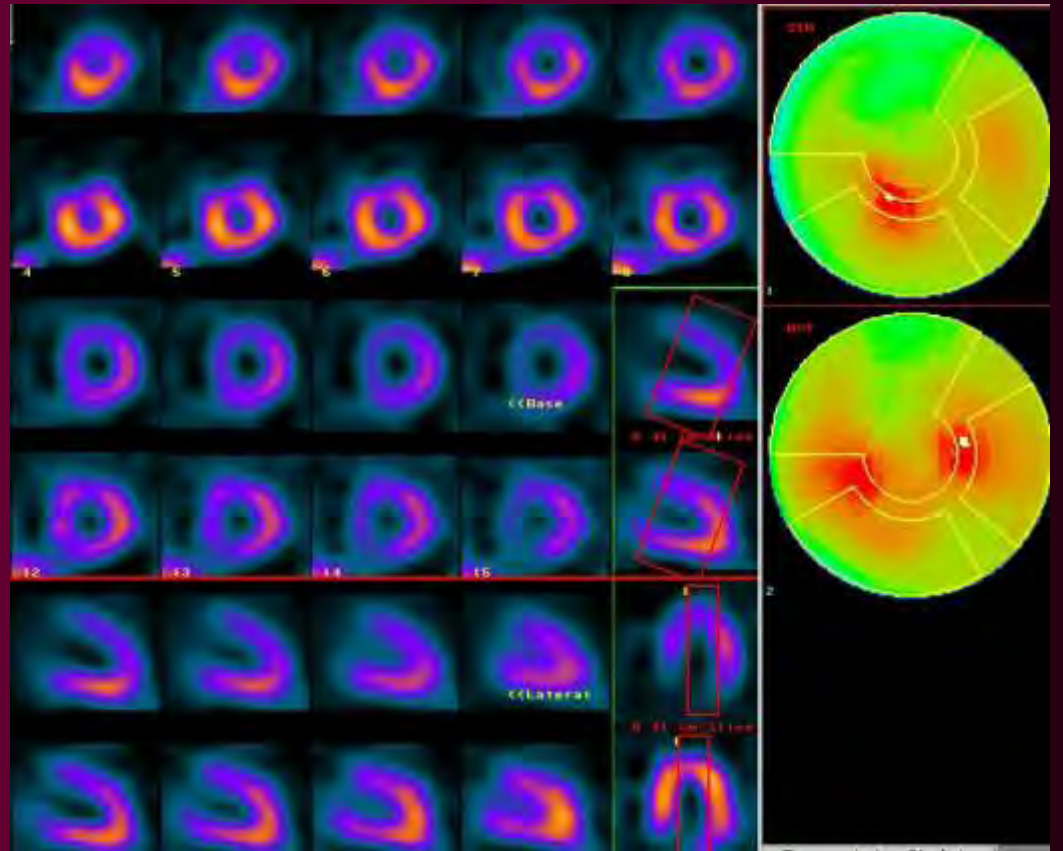
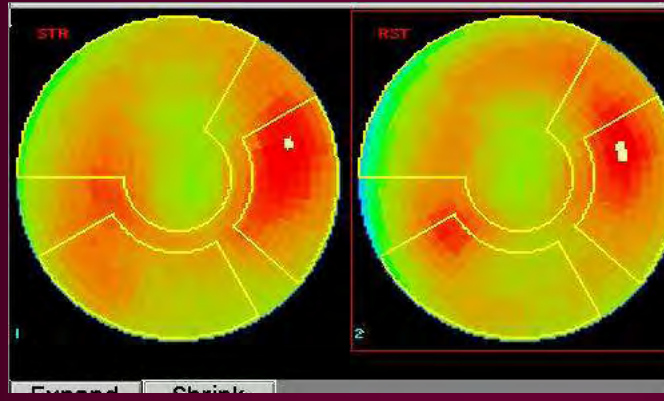
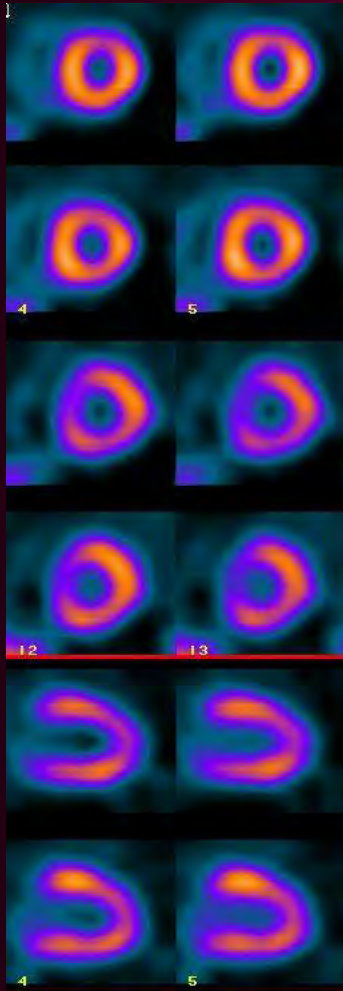
- ubytek perfuzji widoczny w trakcie wysiłku i w spoczynku.

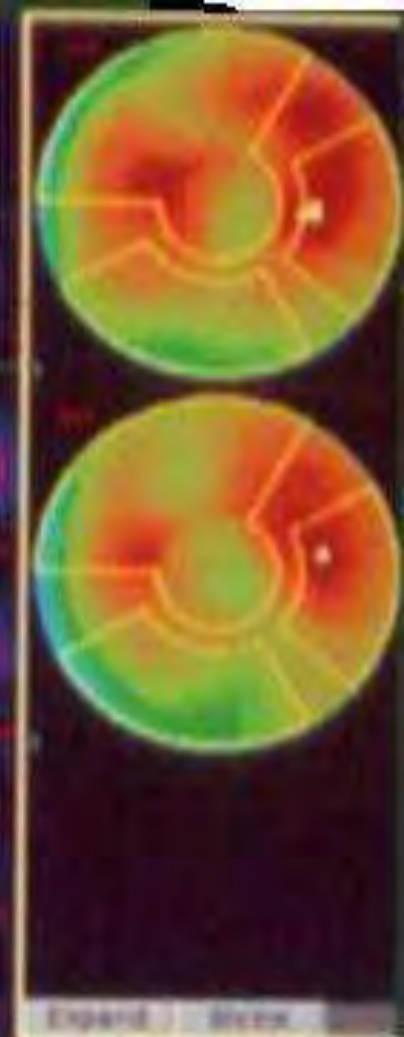
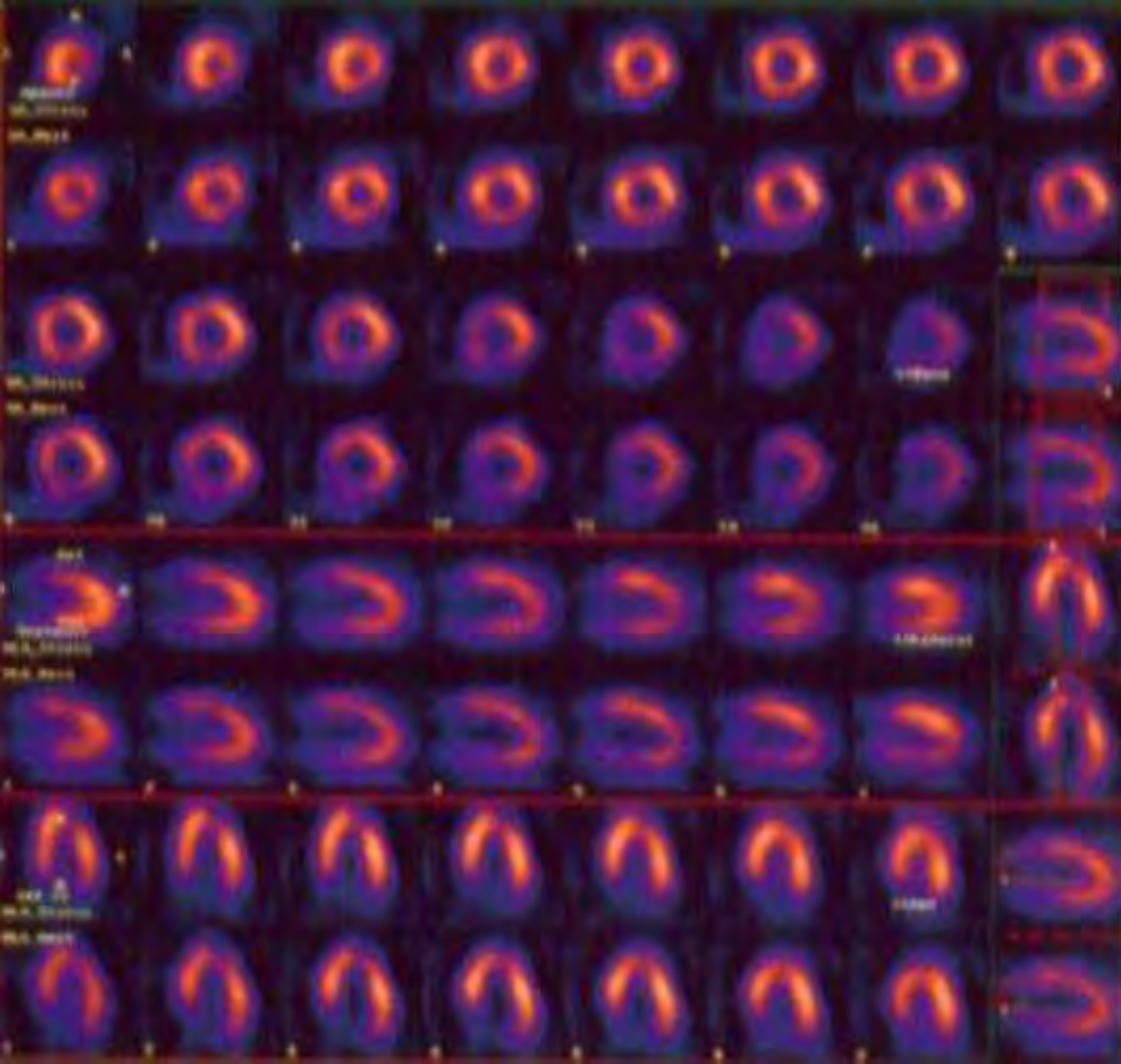


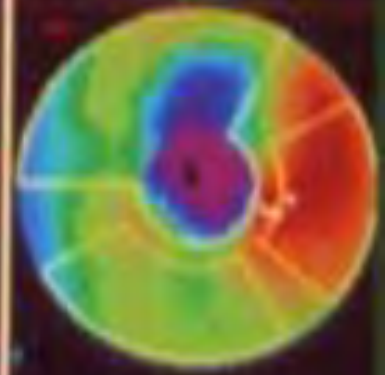
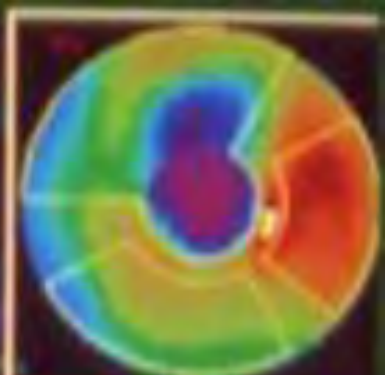
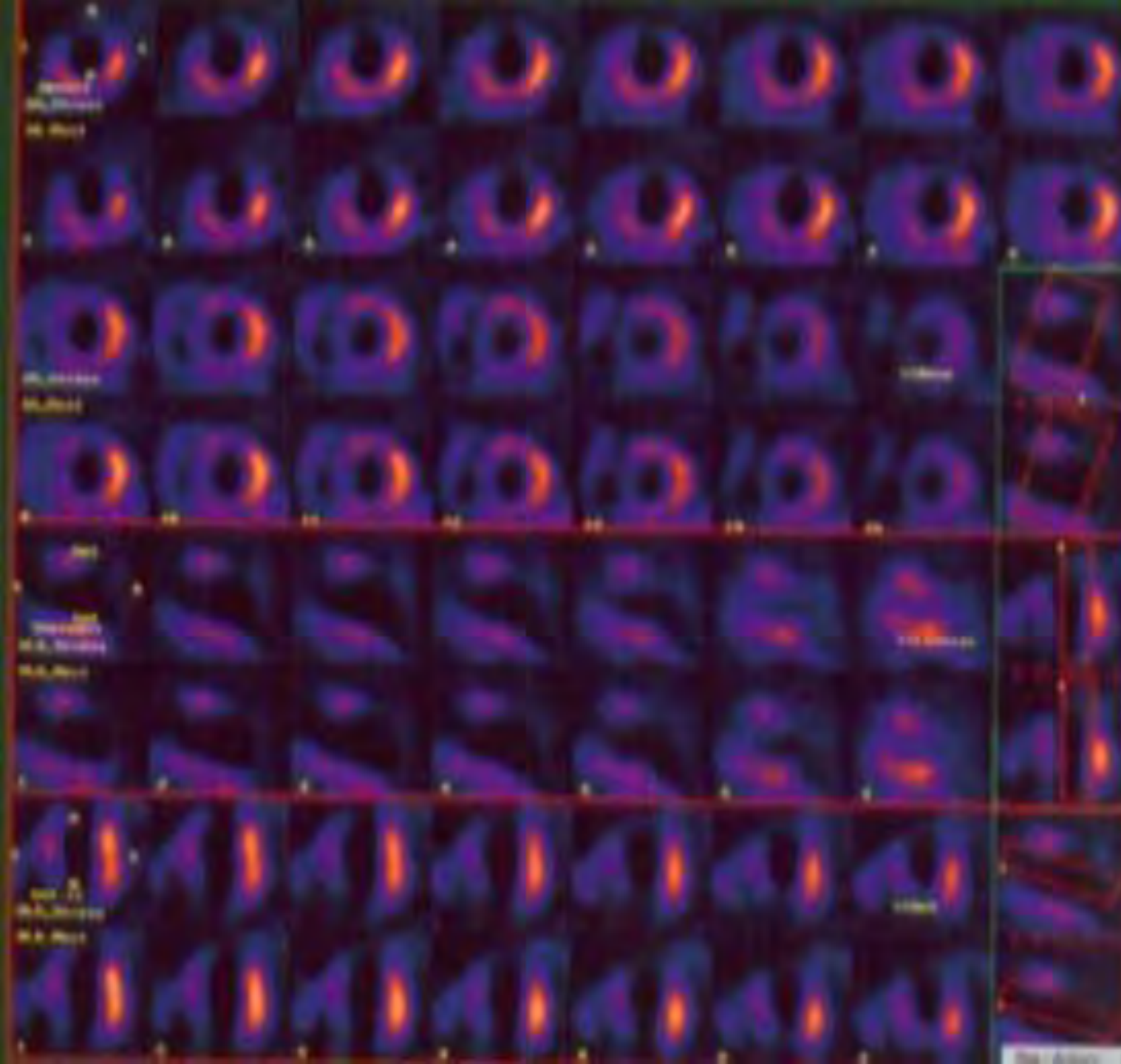












OCENA JAKOŚCIOWA WYNIKU BADANIA PERFUZyjNEGO

Obecność defektu perfuzji: stały lub przemijający

WYSIŁEK

SPOCZYNEK

NORMA



NIEDOKRWIENIE



ZAWAŁ



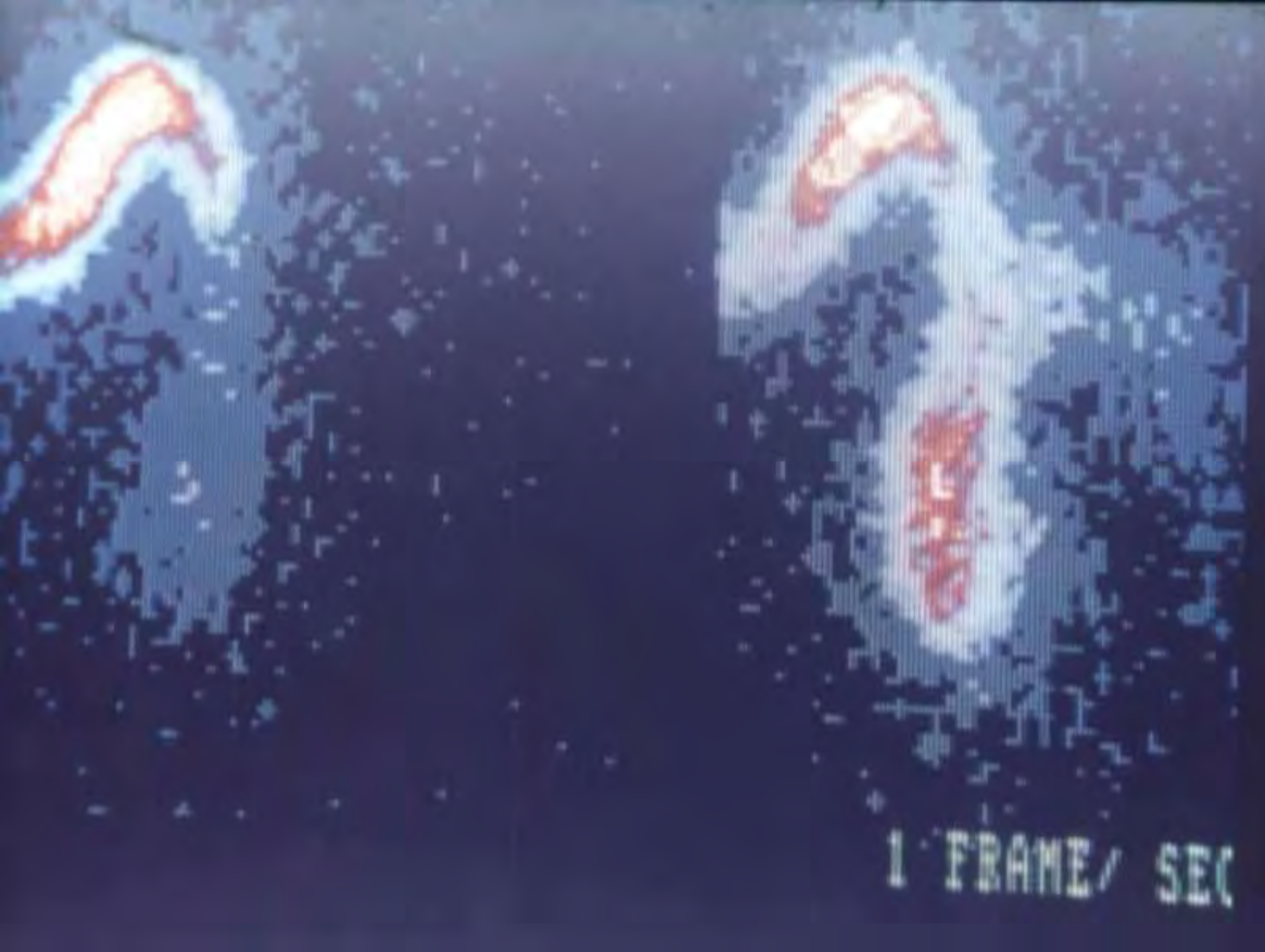
BADANIA RADIOIZOTOPOWE SERCA WENTRIKULOGRAFIA IZOTOPOWA

- Badanie metodą pierwszego przejścia
- Badanie puli krwi (bramkowane)

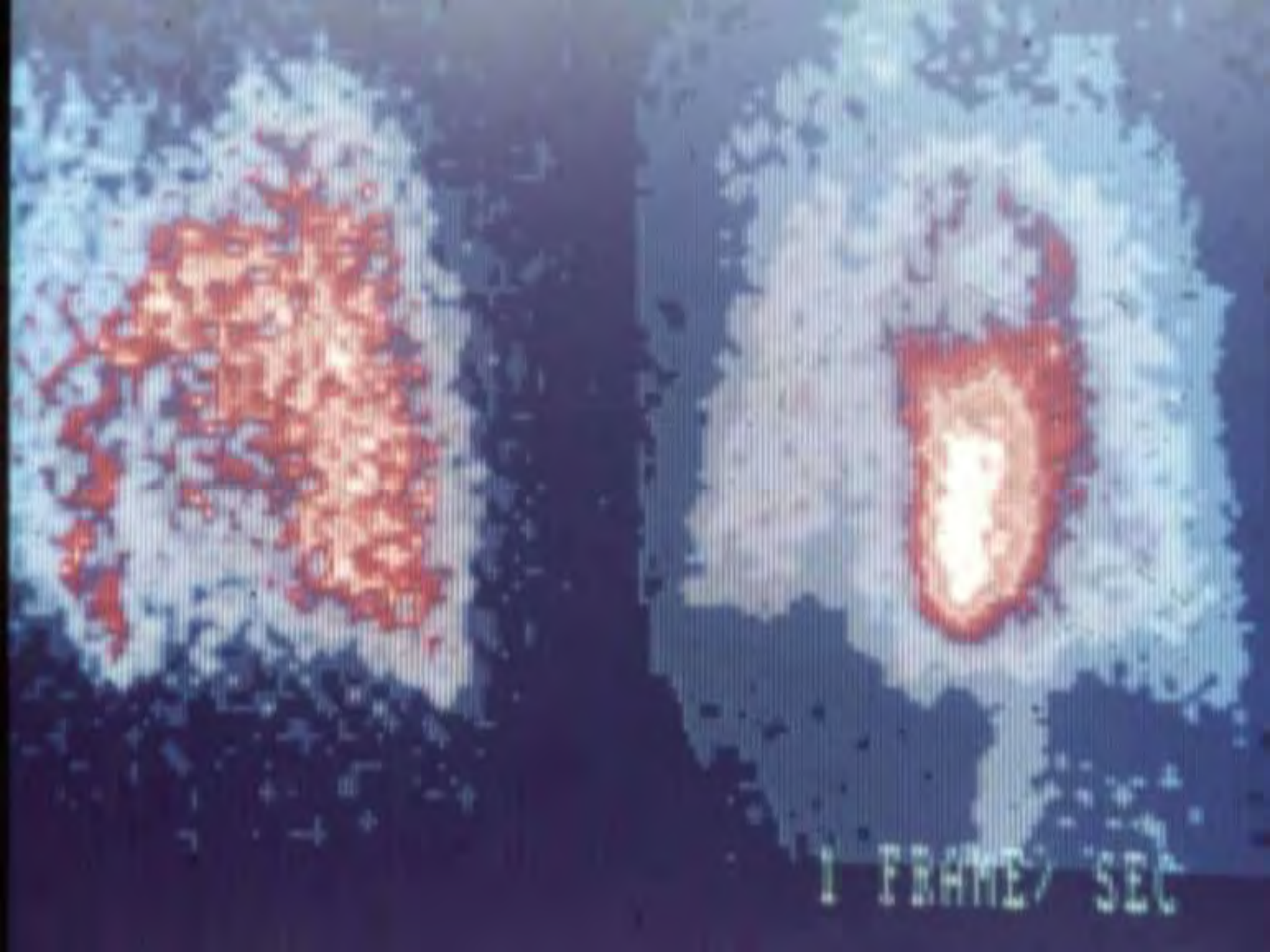
WENTRIKULOGRAFIA IZOTOPOWA – (SCYNYGRAFIA ZBIORU KRWI)

➤ BADANIE METODĄ PIERWSZEGO PRZEJŚCIA

- Badanie to polega na obserwacji radiofarmaceutyka wstrzykniętego metodą bolusa przez kilkadziesiąt sekund. Następnie wykonuje się badania perfuzyjne. Stężenie znacznika jest nie wyrównane.
- $^{99m}\text{TcO}_4$ bolus 20 mCi w objętości < 1 ml
- Rejestracje obrazu znad serca rozpoczyna się w momencie wstrzyknięcia izotopu, tylko w jednej projekcji (RAO 30° , LAO 30° , LAO 45° , LAO 75°).
- Oceniamy:
- Czas krążenia płucnego (norma 7,2 – 0,3 sek.).
- Przecieki wewnątrzsercowe.
- Frakcję wyrzutową LK.

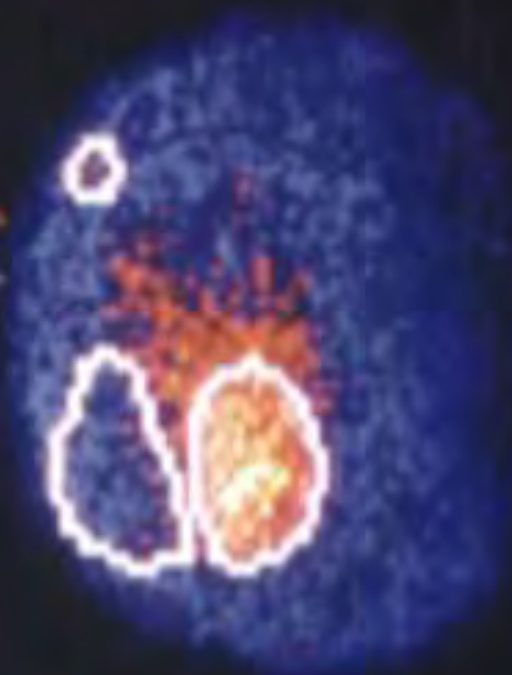
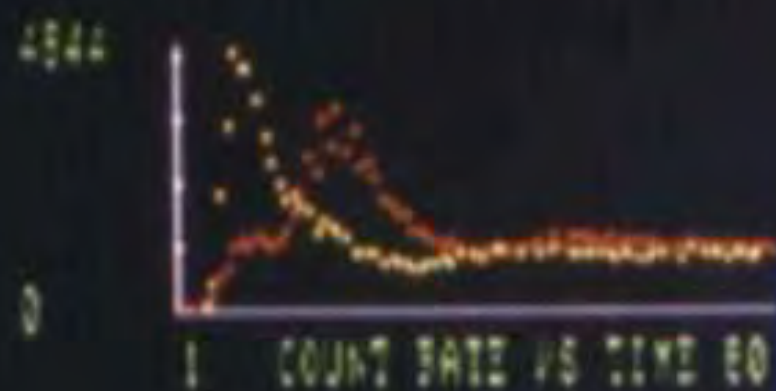


1 FRAME / SEC



1 FRAME / SEC

PAULIA SCORZANO, 7 MEKH. . . D. 8-12-60



WENTRIKULOGRAFIA IZOTOPOWA

BADANIA METODĄ „BRAMKOWANĄ”

- Badanie to polega na obserwacji zmian wielkości i kształtu zbioru krwi jam serca.
- Stężenie znacznika jest wyrównane.
- Substancje:
 - Erytrocyty znakowane in vivo ^{99m}Tc – 15 – 20 mCi
 - Erytrocyty znakowane in vitro.

Nadtechnecjan swobodnie dyfunduje do i z krwinek czerwonych ale nie wiąże się z nimi trwale. Uprzednie podanie jonu cynawego doprowadza do wyznakowania krwinek. Obecność jonu cynawego w krwinkach czerwonych decyduje o związaniu ^{99m}Tc z łańcuchem beta - hemoglobiny.

WENTRIKULOGRAFIA IZOTOPOWA METODĄ „BRAMKOWANĄ”

ZASADA BADANIA

- Badanie w spoczynku
- Badanie po wysiłku

Przed rozpoczęciem badania zakłada się elektrody EKG i wybiera odprowadzenie z najwyższym załamkiem R.

Bramka sercowa steruje zbieraniem informacji przez komputer opierając się na czynności elektrycznej serca.

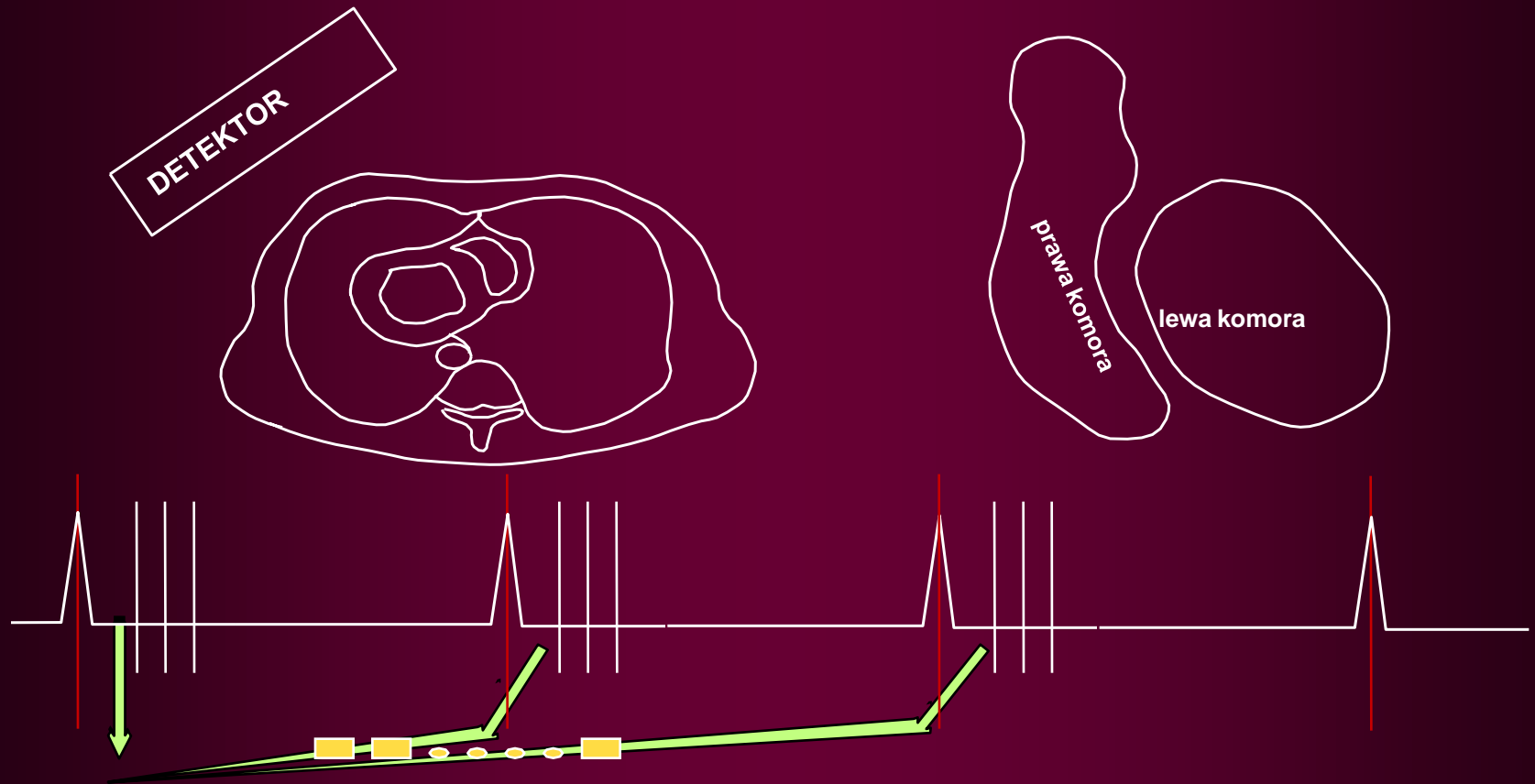
WENTRIKULOGRAFIA IZOTOPOWA

- Technika badania - badanie dynamiczne techniką bramkowaną, w pozycji LAO
- Cel badania - ocena funkcji lewej komory
- Zadania - ocena frakcji wyrzutowej, kurczliwości, objętości lewej komory

WSKAZANIA DO WYKONANIA WENTRYKULOGRAFI

1. Choroba niedokrwienne mięśnia sercowego.
2. Tętniak serca.
3. Ocena ryzyka po zawale.
4. Ocena EF i ruchomości ścian przed i po operacjach .
5. Ocena EF w czasie podawania leków.
6. Diagnostyka przecieków z L → P, P → L.
7. Ocena wielkości jam serca w kardiomiopatiach.

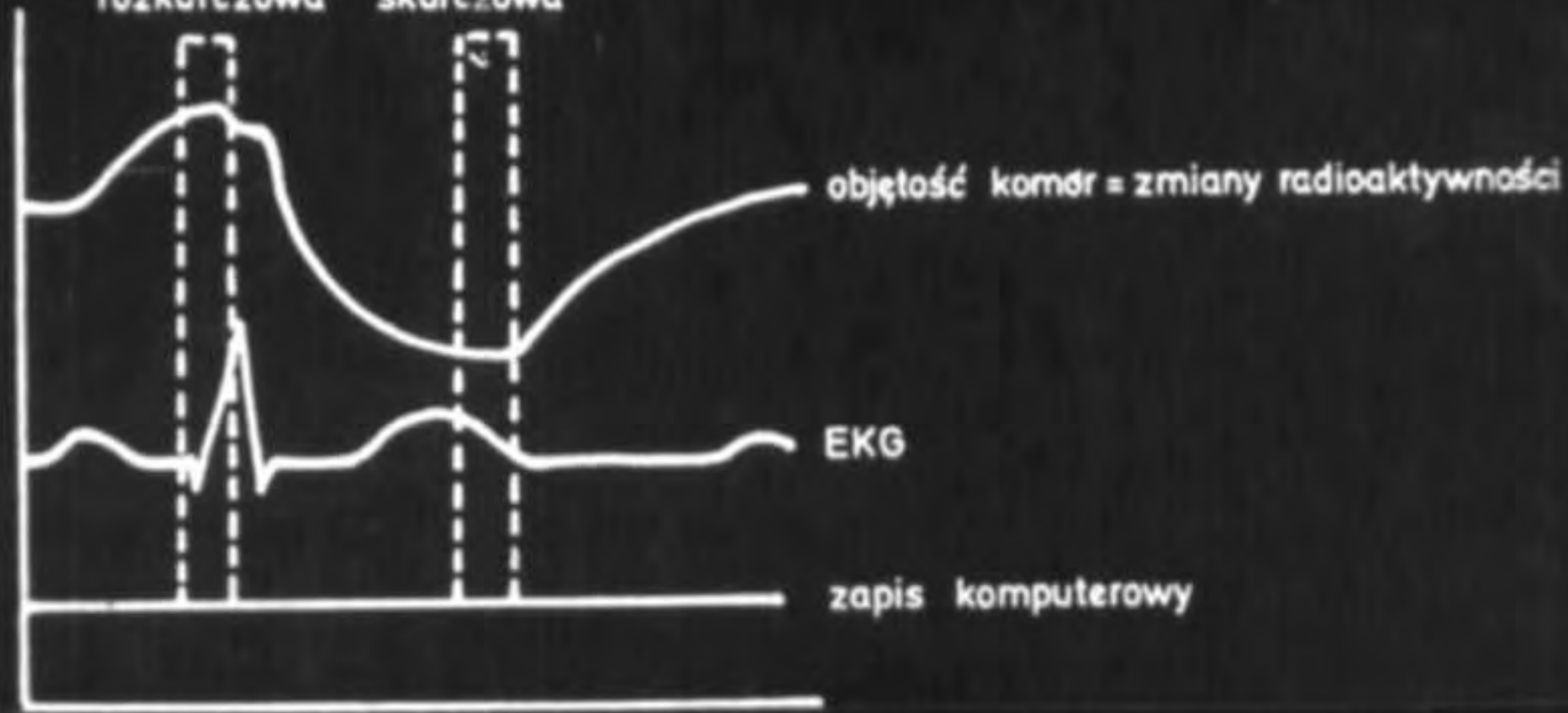
Wentrykulografia radiozotopowa



bramki:

rozkurczowa

skurczowa



objętość komórek = zmiany radioaktywności

EKG

zapis komputerowy

OCENA ILOŚCIOWA BADANIA WENTRYKULOGRAFICZNEGO

1. Obliczanie frakcji wyrzutowej dla całej komory
2. Obliczanie frakcji wyrzutowej regionalnej.

$$EF = \frac{KD - KS}{KD - TŁO} \%$$

3. Parametryczna ocena fazy i amplitudy.

MOVIE:
RT= 00.0
FM=00030
SCrnSave
SAveStdy

REgional
DEtails
PRintCts

RGionCin
SEparCin
OVerlay

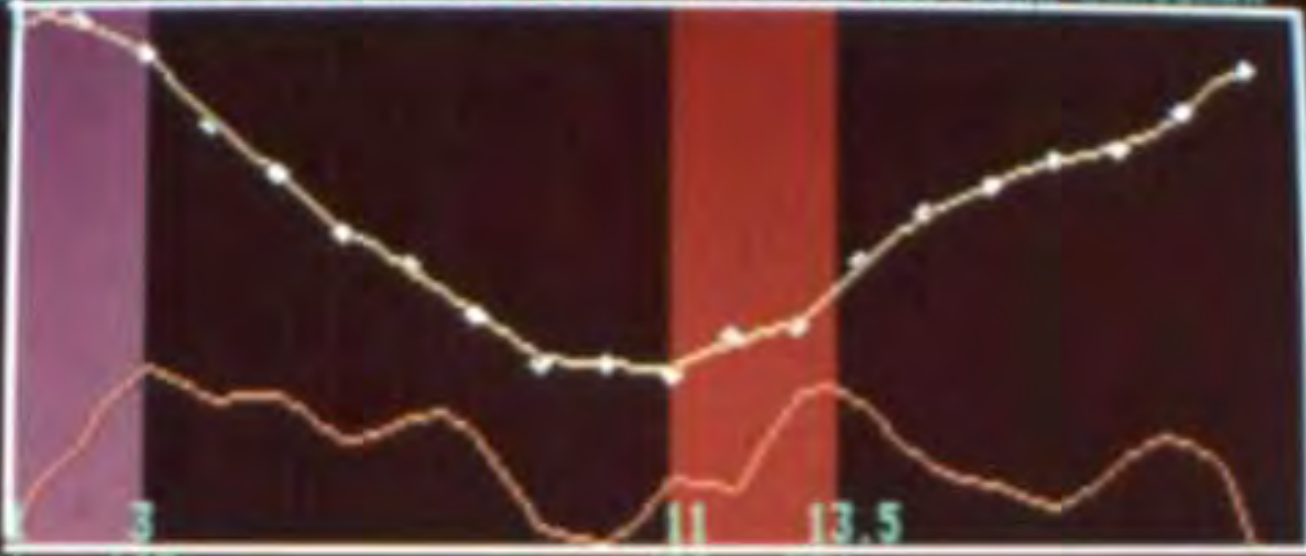
MOdify
BKgRedo
SPlash

Counts
16122

5291

Frames

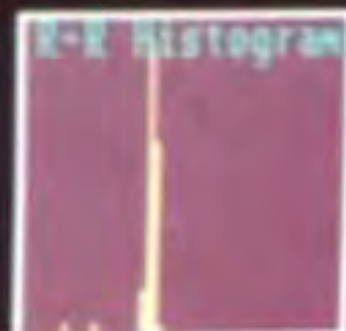
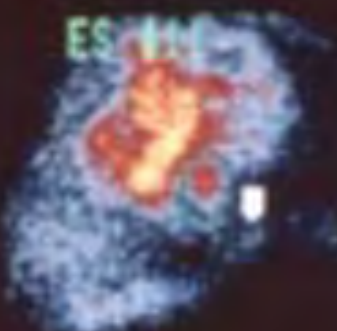
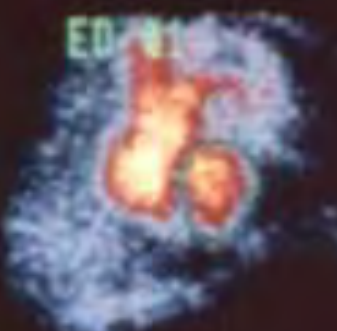
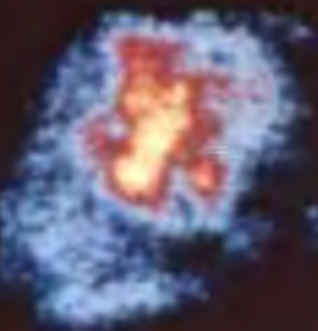
mSec



3

11

13.5



Batch EF 67 %

Bkg cts/pix 53

Heart Rate 73 BPM in Window

Use UP/DN keys to select item or enter two letter code: [DE]

Window +/-22%

Total Beats

Accepted 506

Rejected 24

MHuOff

EScape

camla

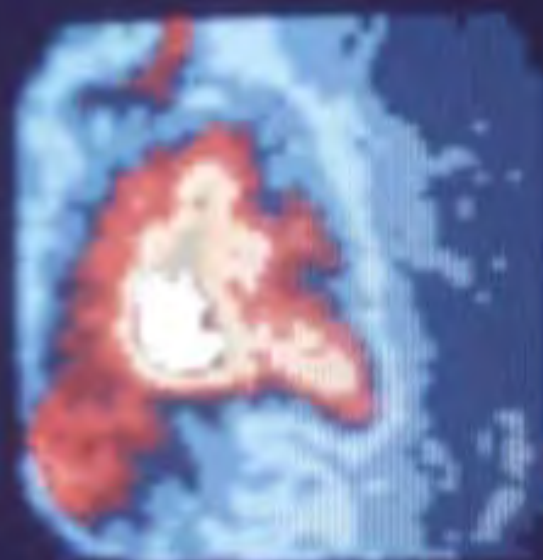
CO TEN

MEADT

ION

rMC

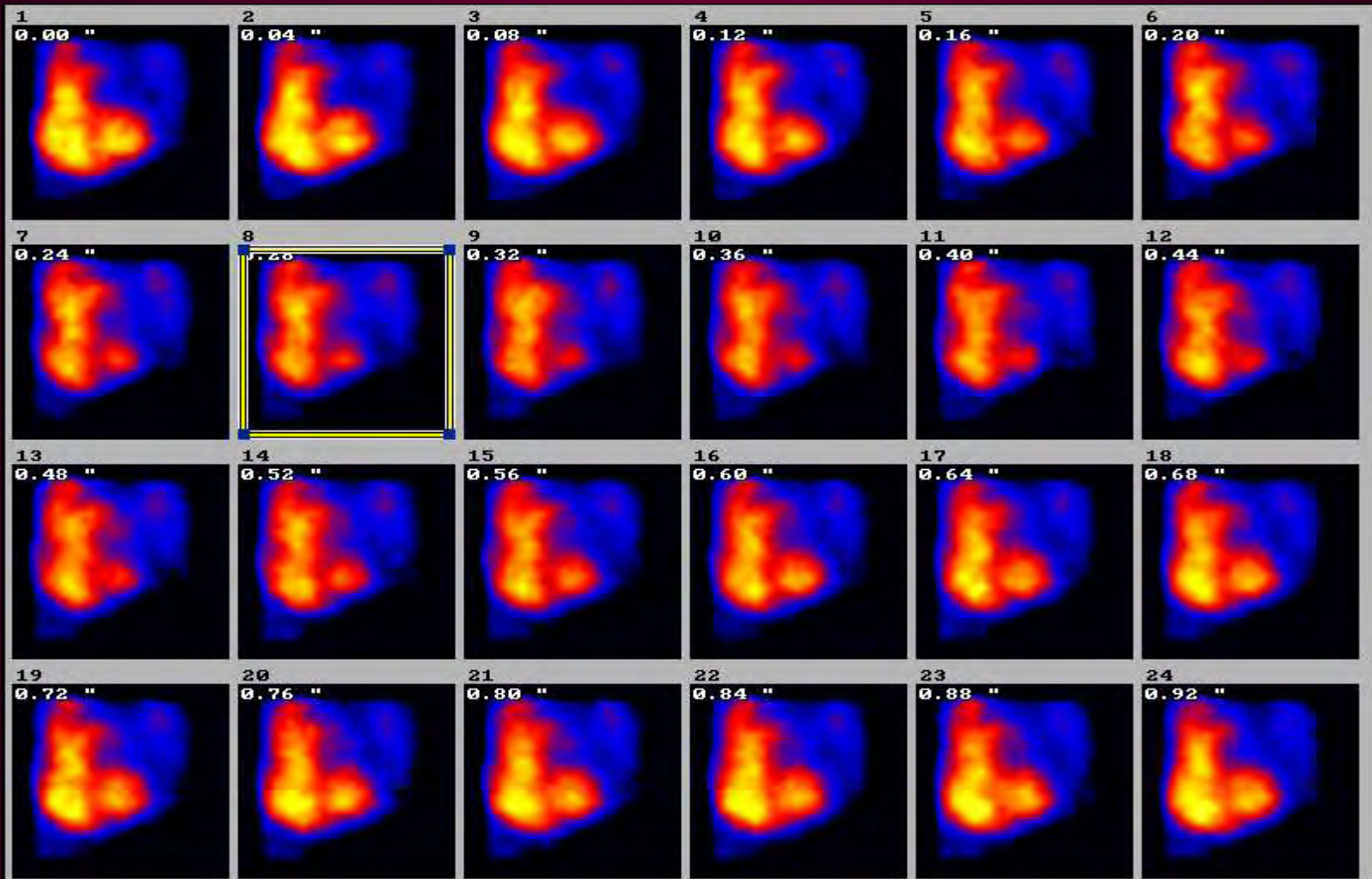
PA:4. 03-APR-87, .X00



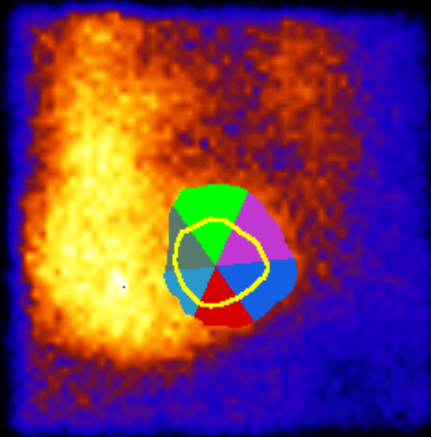
PBAW.B. BAO

1 FRAME

Wentrykulografia, EF- 57%

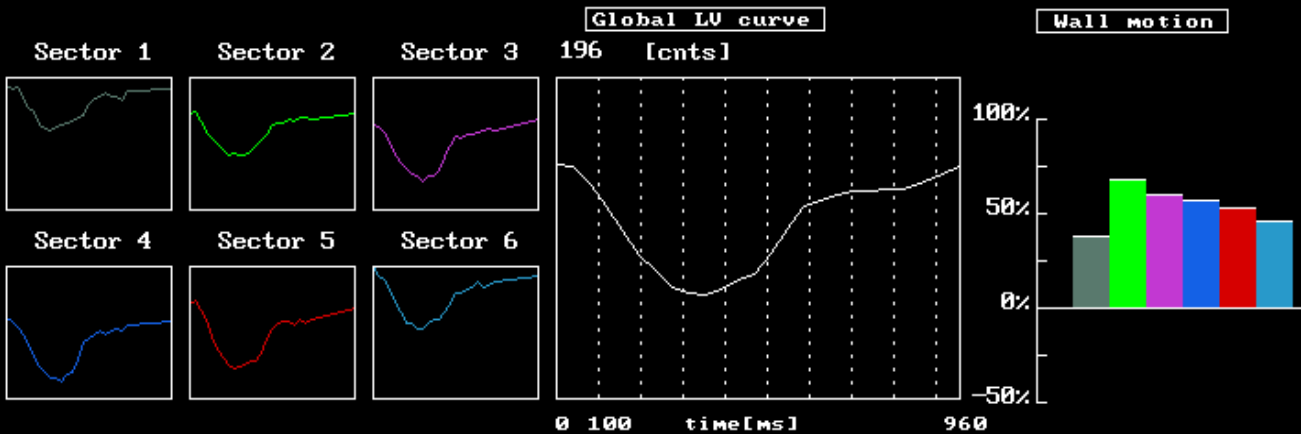


Ocena frakcji wyrzutowej

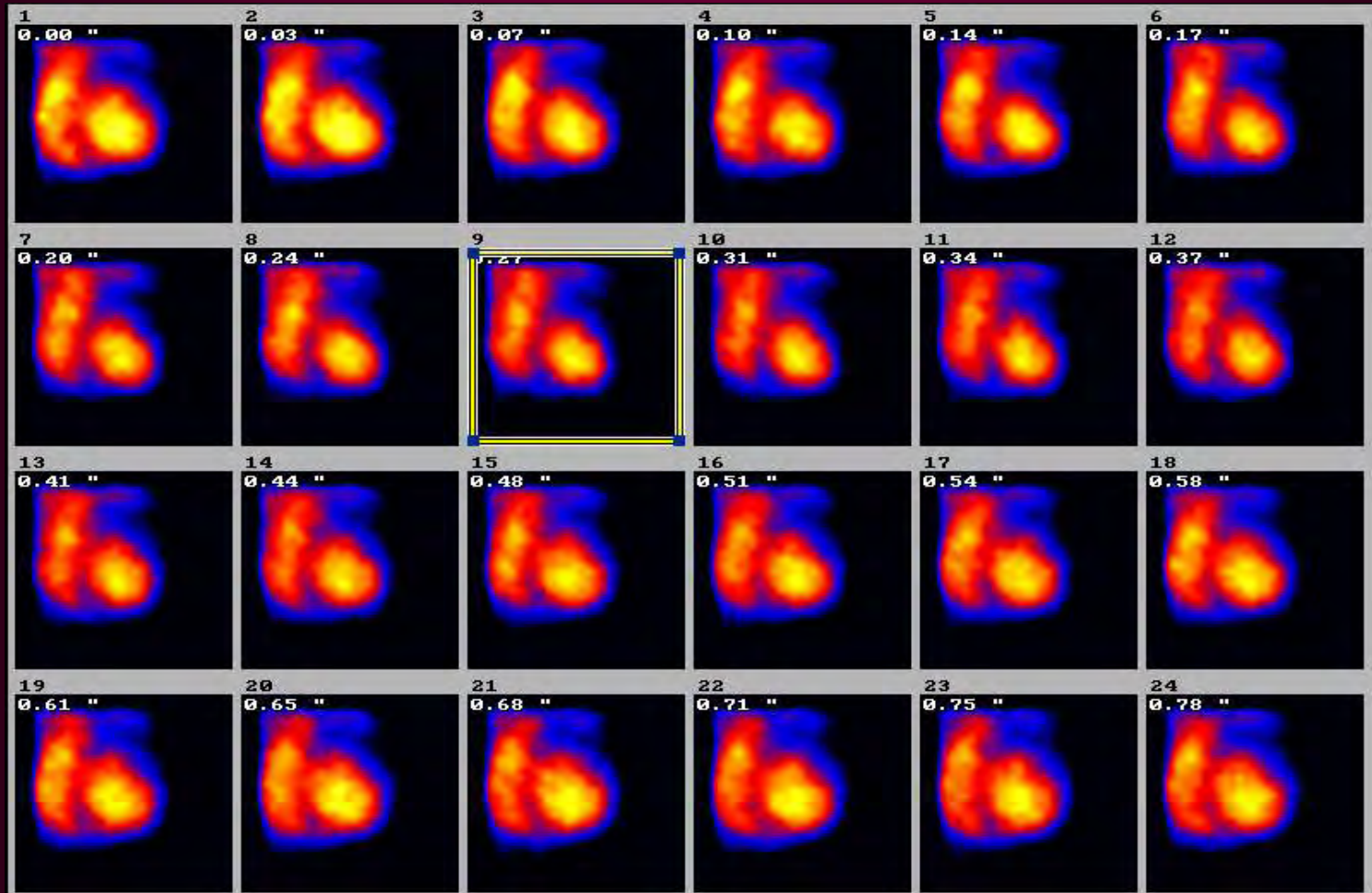


Hemodynamic Parameters

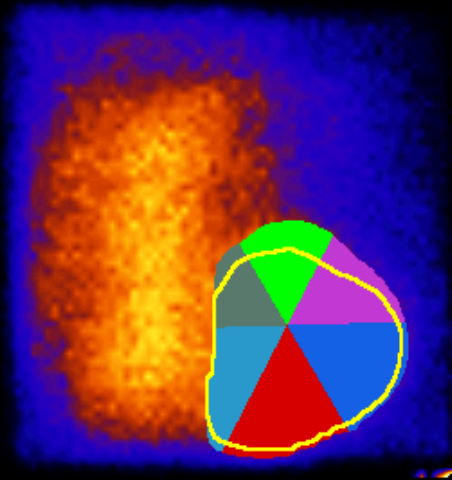
EF [%]	71	PFR[%/s]	118
EF S1	55	PER[%/s]	123
EF S2	76	tPFR[ms]	540
EF S3	77	tPER[ms]	140
EF S4	72	tEDES[ms]	360
EF S5	68	HR[1/min]	62
EF S6	71	Reject[%]	9



Wentrykulografia, EF- 21%

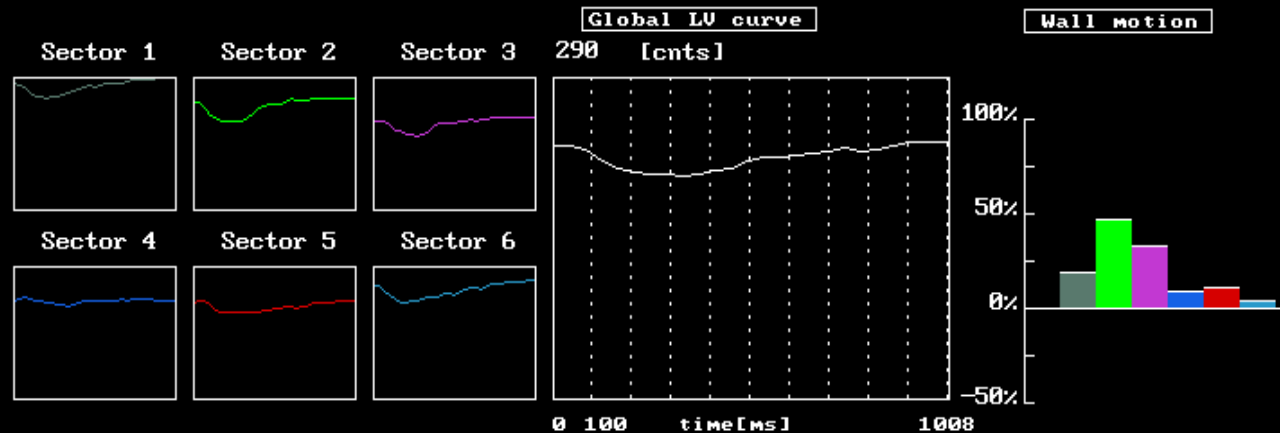


Ocena frakcji wyrzutowej



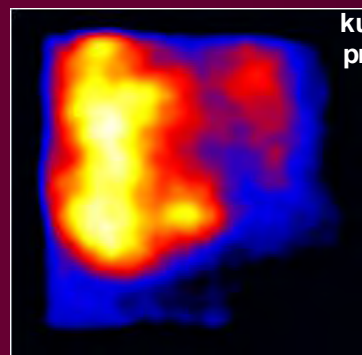
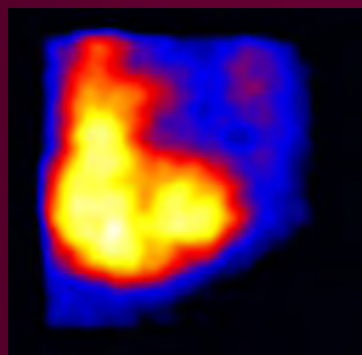
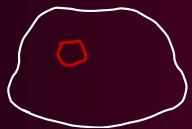
Hemodynamic Parameters

EF [%]	21	PFR[%/s]	43
EF S1	23	PER[%/s]	74
EF S2	46	tPFR[ms]	441
EF S3	32	tPER[ms]	63
EF S4	8	tEDES[ms]	294
EF S5	15	HR[1/min]	59
EF S6	14	Reject[%]	26



Wentrykulografia

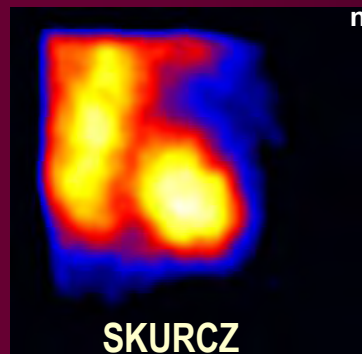
DETEKTOR



kurczliwość
prawidłowa



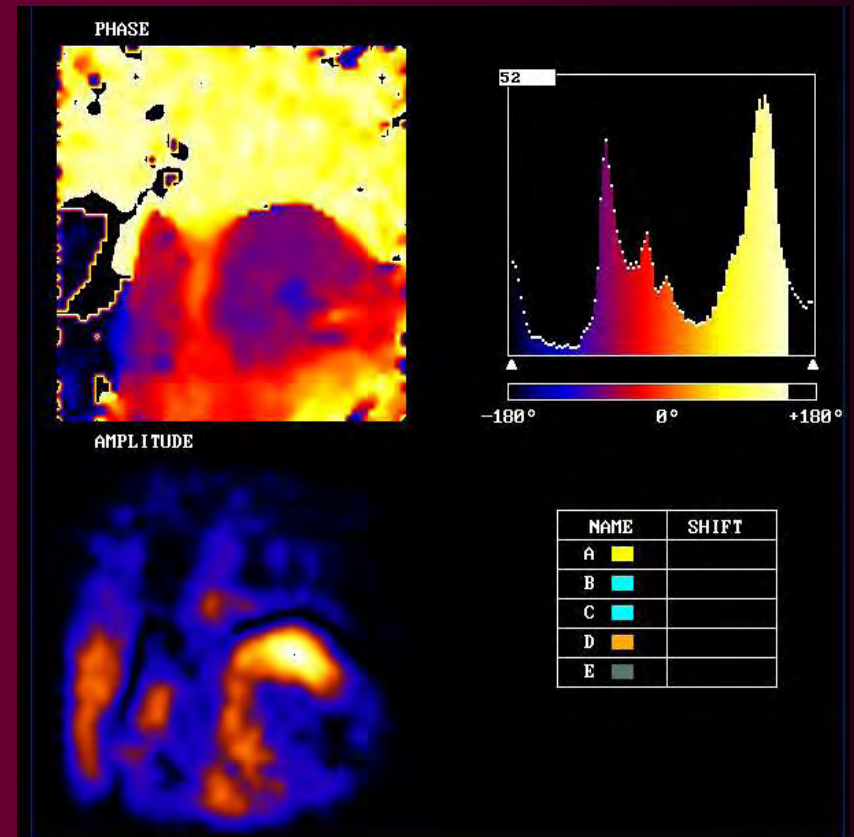
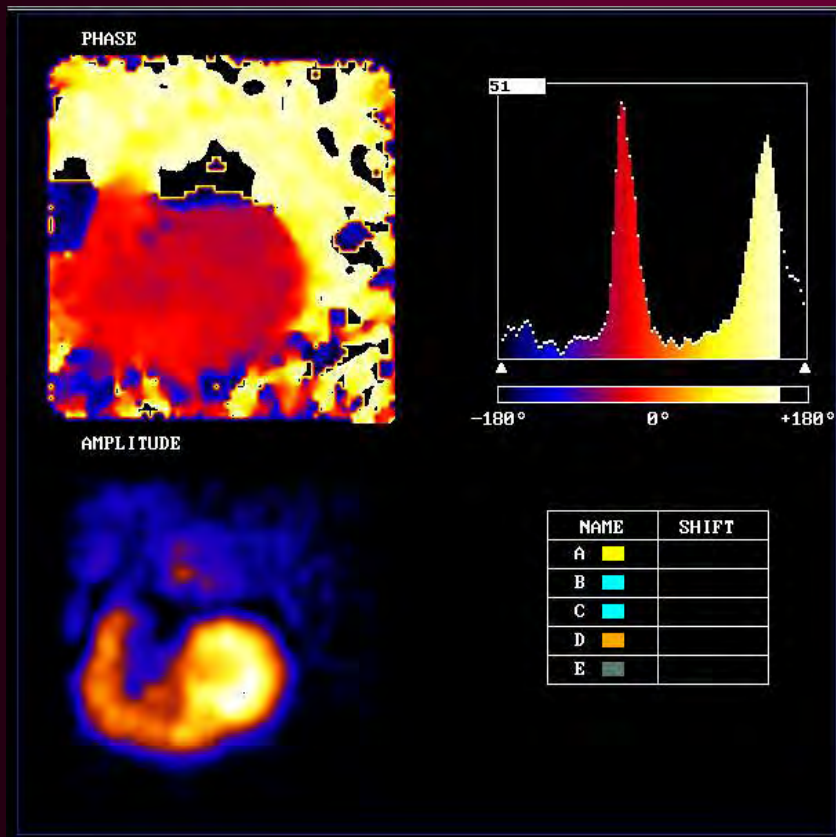
ROZKURCZ



kurczliwość
nieprawidłowa

SKURCZ

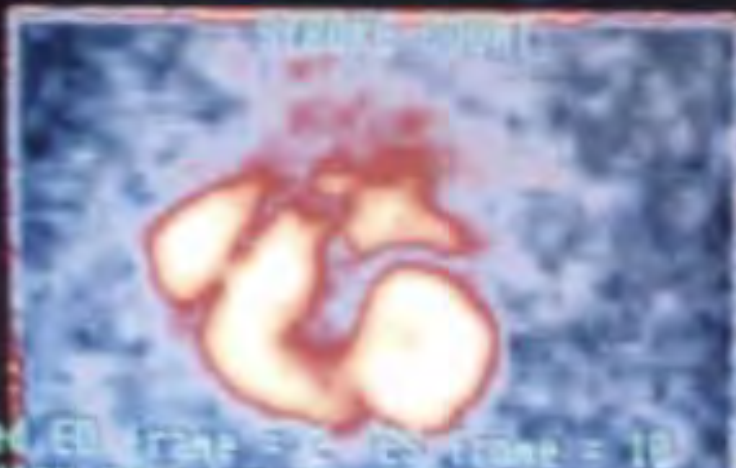
Analiza fazowa i amplitudowa



STROKE VOLUME

PARADOXTM

X=00099
Y=00223
D=00170



EJECTION FRACTION



Estimated ED frame = 2 ES frame = 10

DO YOU WISH TO SAVE THE CURRENT SCREEN (Y OR N) [N] >

FUNCTIONAL IMAGES

20 FRAMES LOADED, LAST USEFUL FRAME=20

Example

MCADT 1 00 .rnc 20:4. 83-APR-87. .x00

Ocena żywotności mięśnia sercowego.

- Techniki:
 - Scyntygrafia perfuzyjna z talem (^{201}Tl)
 - Scyntygrafia pirofosforanami znakowanymi $^{99\text{m}}\text{Tc}$
 - Scyntygrafia z przeciwciałami antymiozynowymi
 - GSPECT - test nitroglicerynowy (NTG)
 - technika PET-obrazowanie z ^{18}FDG

BADANIE ŻYWOTNOŚCI MIĘŚNIA SERCOWEGO

Substancje:

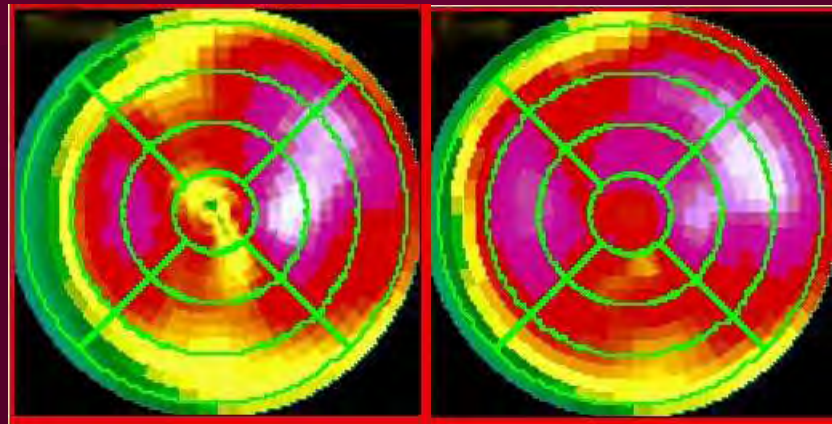
Pirofosforany znakowane ^{99m}Tc

Przeciwciała antymiozynowe

- Badanie przyłózkowe wczesnych zawałów.
- Znaczniki te umożliwiają uwidocznienie obszaru martwicy powstałej w mięśniu sercowym po zawale. Pirofosforany gromadzą się w uszkodzonych miocytach, w których dochodzi do pojawienia się mikrozwapnień w mitochondriach.
- Pirofosforany wiążą się z kryształami fosforanu wapnia.

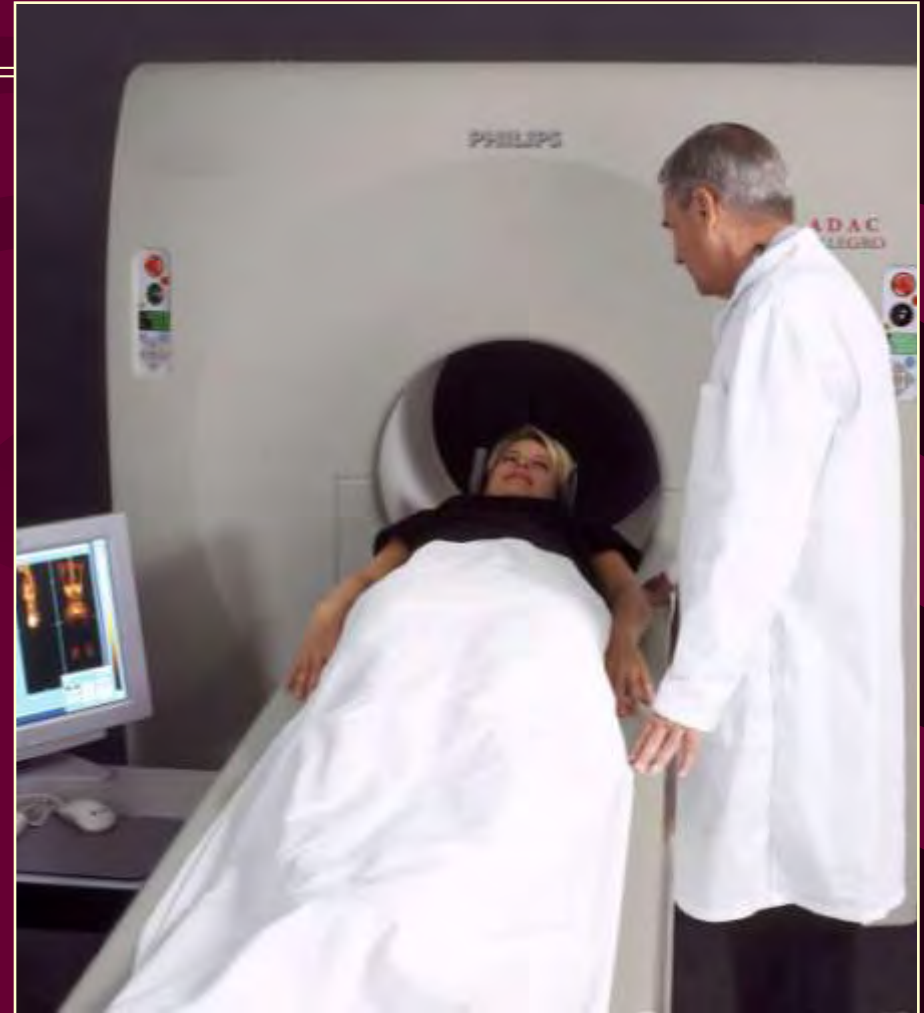
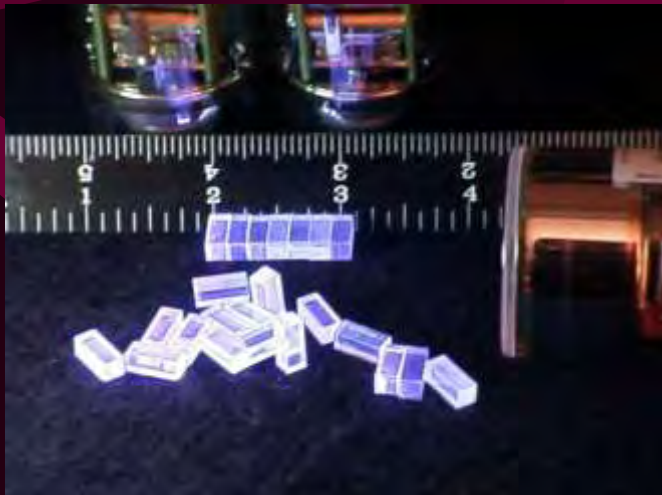
Przeciwciała antymiozynowe wchodzą w kontakt w momencie powstałej martwicy komórek z włóknami miozyny.

Test nitroglicerynowy- obraz perfuzji (bullseye)



Allegro PET™ PET

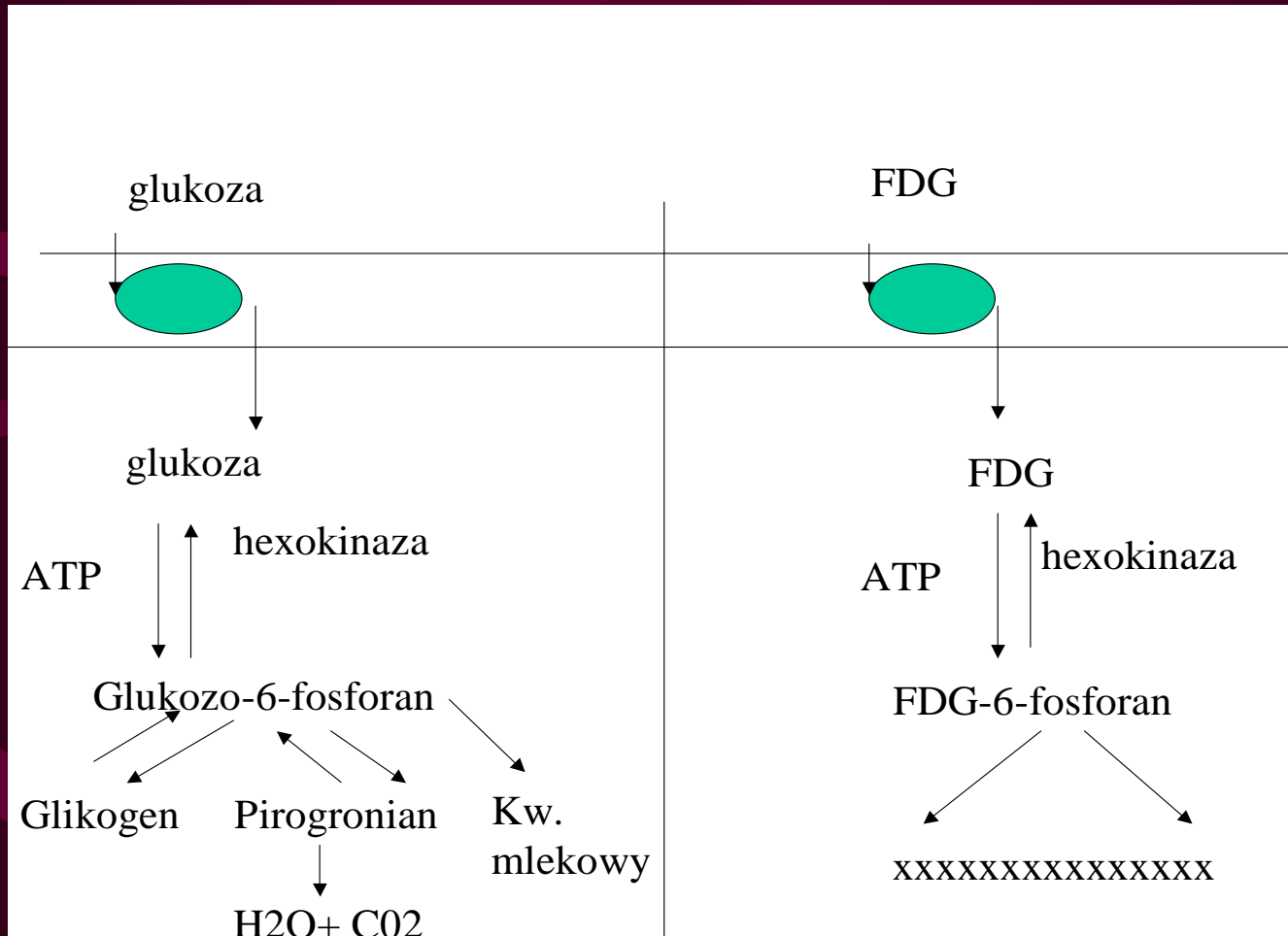
- System PET w pełni 3D
 - 28 modułów PIXELAR™
 - 17,864 kryształów GSO
- Rozdzielczość energetyczna systemu = 15%
- Czulość systemu > 650 kcts/sec
- Otwór gantry: 62 cm (GEMINI)
- Długość pola widzenia w osi: 18 cm



PET-metabolizm glukozy

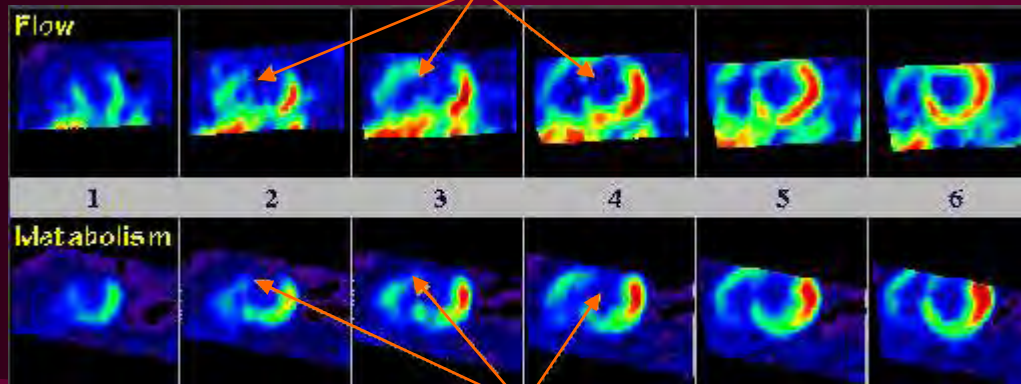
- Cel :
 - określenie żywotności mięśnia = **ZŁOTY STANDARD.**
- Metoda :
 - ^{11}C -palmitynian
 - ^{11}C -kwas octowy
 - ^{18}F -FDG

FDG-PET



Badania żywotności i ukrwienia serca

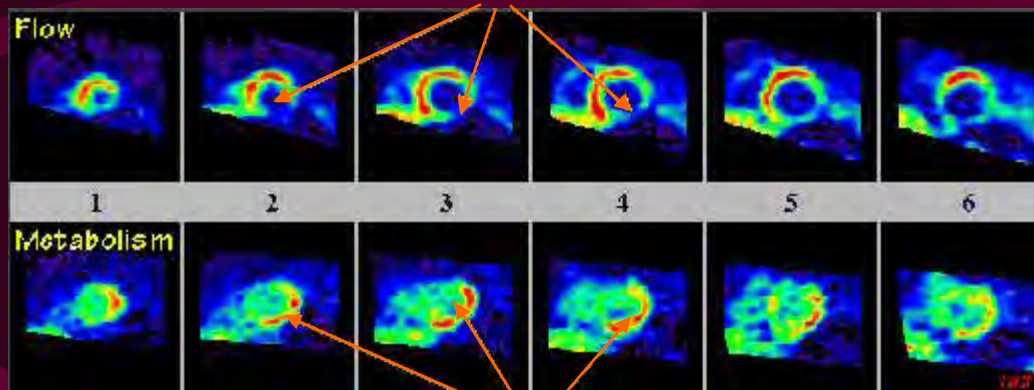
Defekt ukrwienia



Defekty zgodne.
Miokardium jest nieżywotne
we wskazanych
miejscach.
Rewaskularyzacja
bezczelowa.

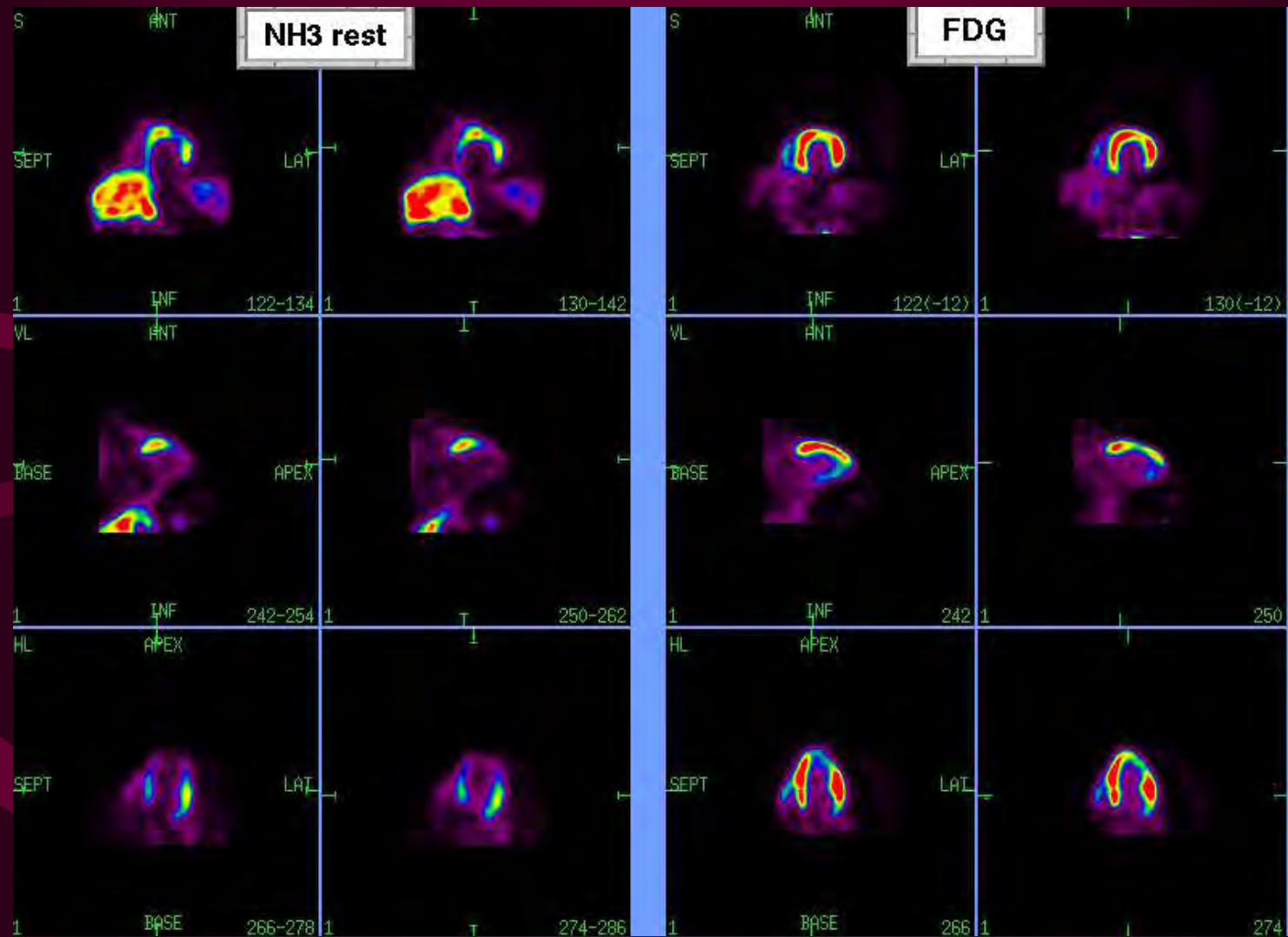
Regionalny hypo-metabolizm

Defekt ukrwienia



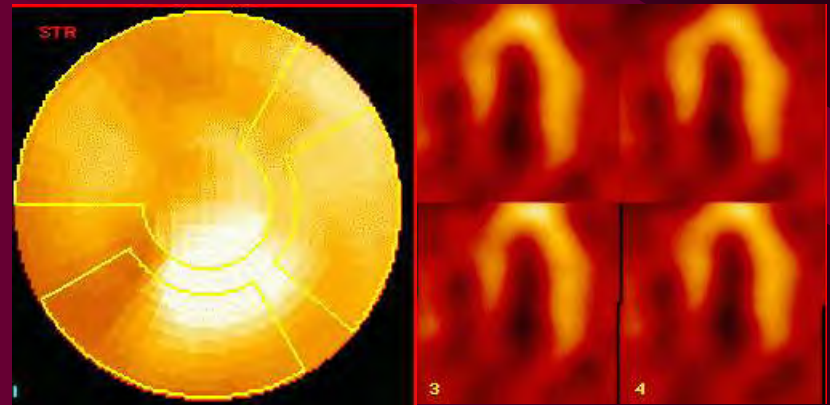
Defekty niezgodne.
Miokardium jest żywotne
we wskazanych
miejscach
Rewaskularyzacja
wskazana.

Regionalny hyper-metabolizm



MIBG

- Diagnostyka układu nerwowego serca



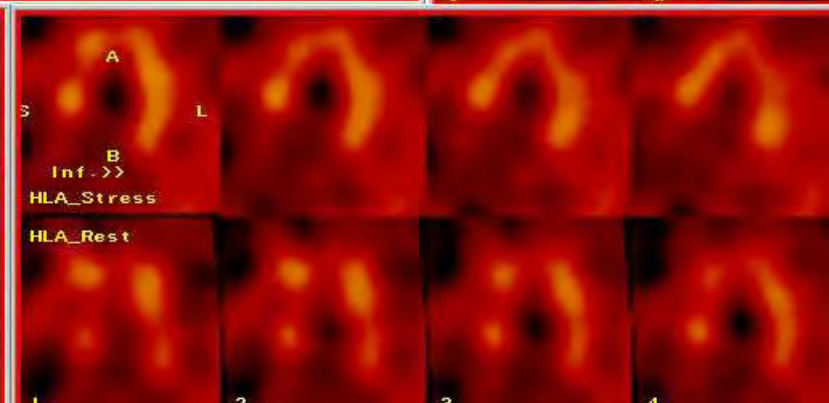
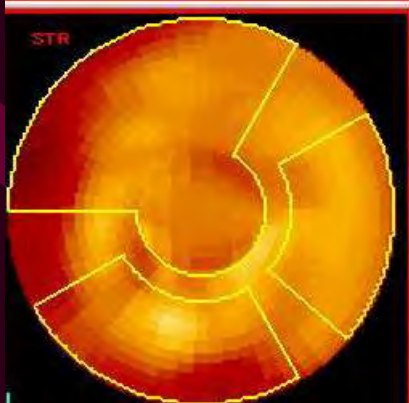
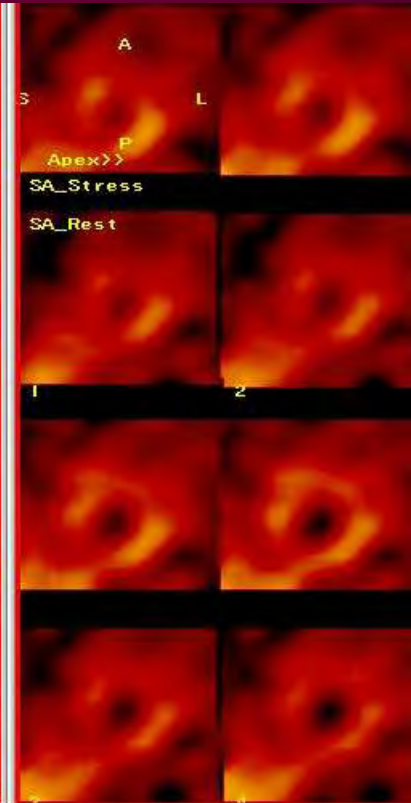
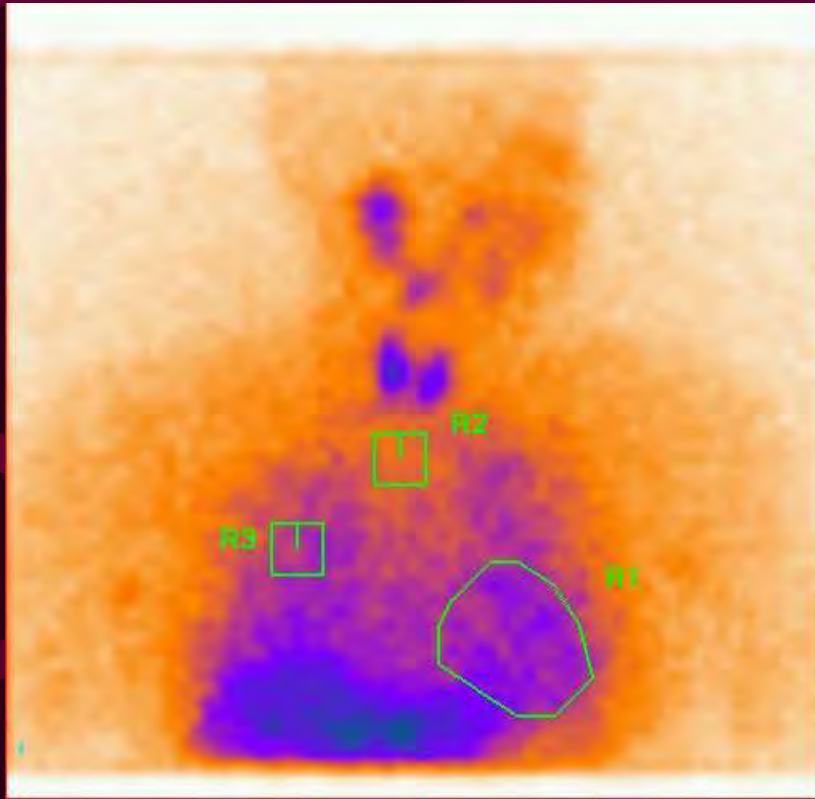
Przydatność kliniczna badania z MIBG:

- Zawał serca, wywołuje martwicę zakończeń nerwowych obwodowo do strefy zawału.
- Wydaje się, że zaburzenia rytmu serca generowane są w obszarze żywego mięśnia, nie posiadającego unerwienia współczulnego, najprawdopodobniej w mechanizmie nadwrażliwości po odnerwieniu.
- Zmniejszone gromadzenie MIBG stwierdzone było w grupie pacjentów z nagłymi utratami przytomności.

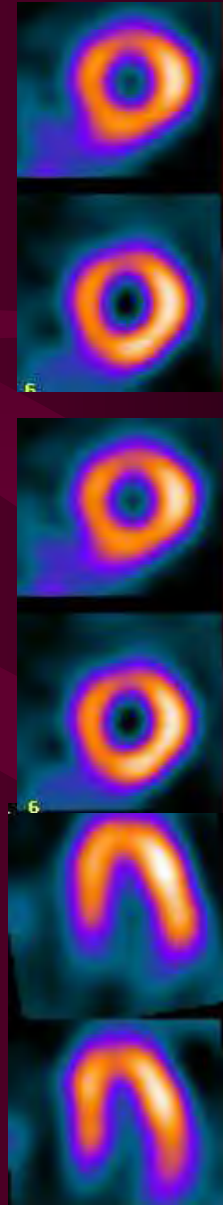
Przydatność kliniczna badania z MIBG:

- Ocena serca w cukrzycy
- Ocena serca po przeszczepie (po kilku mc. pojawia się unerwienie współczulne)
- Określenie optymalnego momentu transplantacji serca,
- Ocena serca w nabytej niewydolności- (stwierdza się zmniejszony wychwyty MIBG)
- MIBG lepszym czynnikiem prognostycznym powikłań i zgonu sercowego niż :
 - współczynnik sercowo-piersiowy w bad. Rtg,
 - objętość późnorozkurczowa w bad. echokardiograficznym,
 - Frakcja wyrzutowa lewej komory serca.

MIBG



MIBI



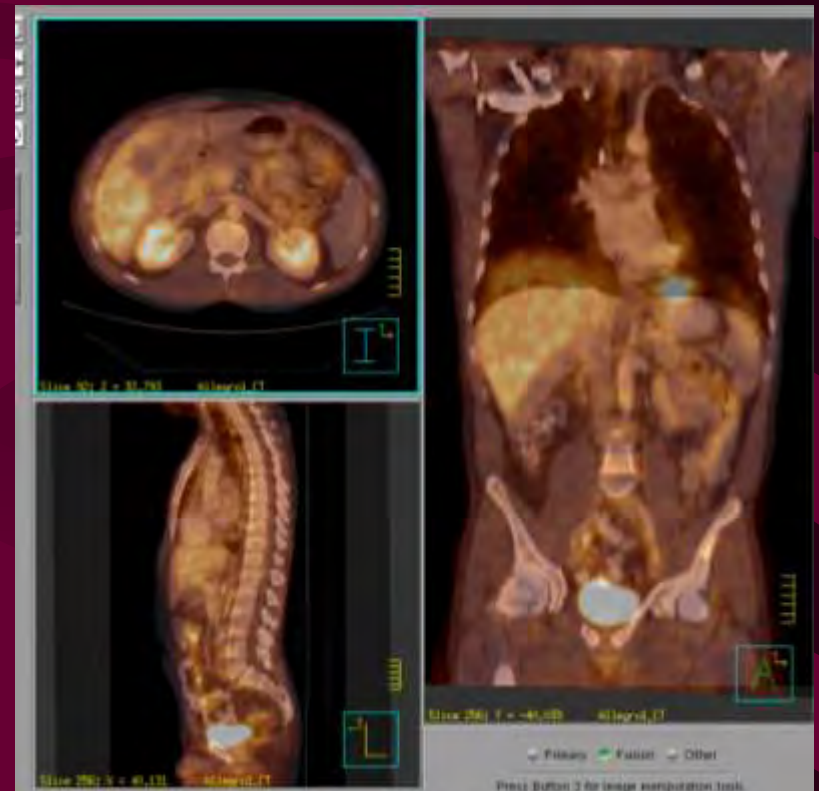
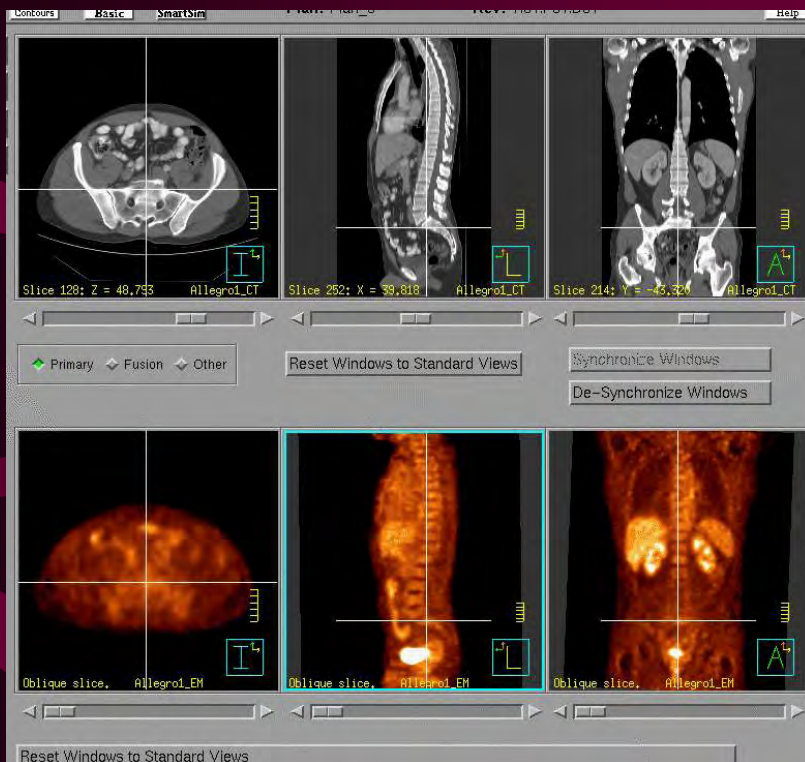
Apoptoza – programowana śmierć komórki

- ^{99m}Tc -Anneksyna V – nowy radiofarmaceutyk dla oznaczania apoptozy.

Apoptoza – programowana śmierć komórki

- Apoptoza odgrywa główną rolę w sytuacjach:
 - śmierci komórek po przebyciu ostrego niedokrwienia wieńcowego,
 - zapalenia wirusowego i autoimmunologicznego mięśnia sercowego
 - kardiomiopatii

Fuzja - CT / scyntygrafia



Napromieniowanie pacjenta

CT j.brzuszna 20 mSv

Arteriografia 18 mSv

Scyntygrafia kości 5 mSv

PET w onkologii 6-9 mSv

PET serce,mózg 5 mSv

Medycyna Nuklearna

- **Medycyna nuklearna jest dziedziną, której rozwój zależy od współpracy wielu specjalistów: fizyków, biologów, chemików, lekarzy.**
- Medycyna nuklearna jest dziedziną, której potencjał jest nieograniczony ponieważ o jej rozwoju decyduje postęp w różnych specjalnościach naukowych.

