

Metody nukleární kardiologie v rutinní klinické praxi

MUDr. Otto Lang, PhD.,

prof. MUDr. Milan Kamínek, PhD.

Klinika nukleární medicíny

UK 3. LF Praha a UP LF Olomouc

Nukleární kardiologie

- Souhrn neinvazivních převážně zobrazovacích diagnostických metod kardiovaskulárního aparátu
 - V klinice i v experimentu
- Obrovský rozmach v posledních 40 letech
 - U nás v posledních 20 letech
- Největší rozvoj v USA
 - Provádějí kardiologové, American Society of Nuclear Cardiology (ASNC), založena 1993
 - U nás PS NK ČKS, založena 1997, nyní část ČAKVZM

Základní princip vyšetření v NM

- Podání radioaktivního indikátoru do těla
 - Radiofarmakum – informaci o distribuci nesou fotony
 - Nosič + zdroj záření (radionuklid)
 - Ionty, komplexní molekuly, peptidy, protilátky, buňky
 - Určuje vlastnost, kterou můžeme vyšetřit
- Sledování jeho distribuce zevní detekcí
 - Detekční sonda – nezobrazovací metody
 - Gamakamera – zobrazovací metody
 - Planární (2D)
 - Tomografické (3D)
 - SPECT, PET, hybridy (SPECT/CT, PET/CT, PET/MRI)

Schematicke znazorneni toku informace

z pacienta do detektoru

silně zjednodušeno – detektor nevytváří obrazy
zdroj informace je v pacientovi






Radiofarmaka v nukleární kardiologii

Základní dělení radiofarmak

- **Podle způsobu zobrazení**
 - Jednofotonové – planární, SPECT
 - Dvoufotonové (koincidenční zobrazení) – PET
- **Podle zobrazované kvality**
 - Perfuze, metabolismus, ischemie, apoptóza, nekróza, sklerotické pláty, receptory, angiogenese ...
- **Podle účelu**
 - Rutinní klinické použití
 - Experimentální použití



Radiofarmaka
pro rutinní klinické
použití

Radiofarmaka pro perfuzi

- ^{201}Tl chlorid nebo $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MIBI, Myoview pro SPECT, $^{13}\text{NH}_3$, H_2^{15}O nebo ^{82}Rb chlorid pro PET
- Distribuce v myokardu je odrazem perfuze buněk
 - RF je intracelulárně (extravaskulárně)
 - nezobrazuje cévy (na rozdíl od kontrastních látek)
- Důležitá je farmakokinetika, množství koreluje s velikostí průtoku v širokém rozmezí hodnot
- ^{201}Tl vykazuje redistribuci
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MIBI a $^{99\text{m}}\text{Tc}$ Myoview redistribuci nemá

Radiofarmaka pro viabilitu

- Zachovaná funkce ATP-azy
 - Pozdní akumulace ^{201}Tl (integrita bb membrány)
- Zachovaná funkce mitochondrií (membrán)
 - Akumulace $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MIBI
- Zachovaný metabolismus glukosy nebo mastných kyselin
 - Akumulace ^{18}F -FDG nebo ^{123}I značených mastných kyselin (BMIPP)

Radiofarmaka pro zánět a inervaci

- Pozitivní chemotaxe
 - Značené leukocyty
- Zvýšená energetická spotřeba
 - Značená glukóza
- Prekurzor noradrenalinu
 - ^{123}I -MIBG



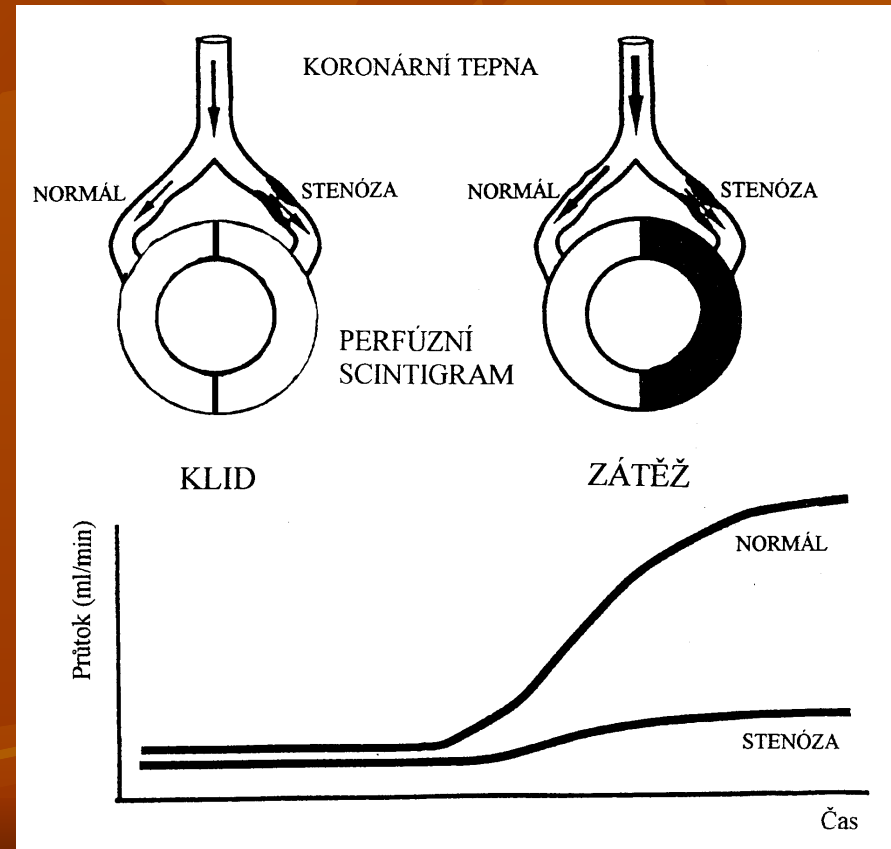
Patofyziologické poznámky



Perfuze myokardu

Perfuze při koronární ateroskleróze v klidu

- Fyziologická kompenzační **dilatace arterioli** v povodí zásobeném zúženou tepnou
- Průtok krve tkání je stejný jako v oblasti zásobené zdravou tepnou
- Distribuce radiofarmaka je homogenní – je úměrná krevnímu průtoku

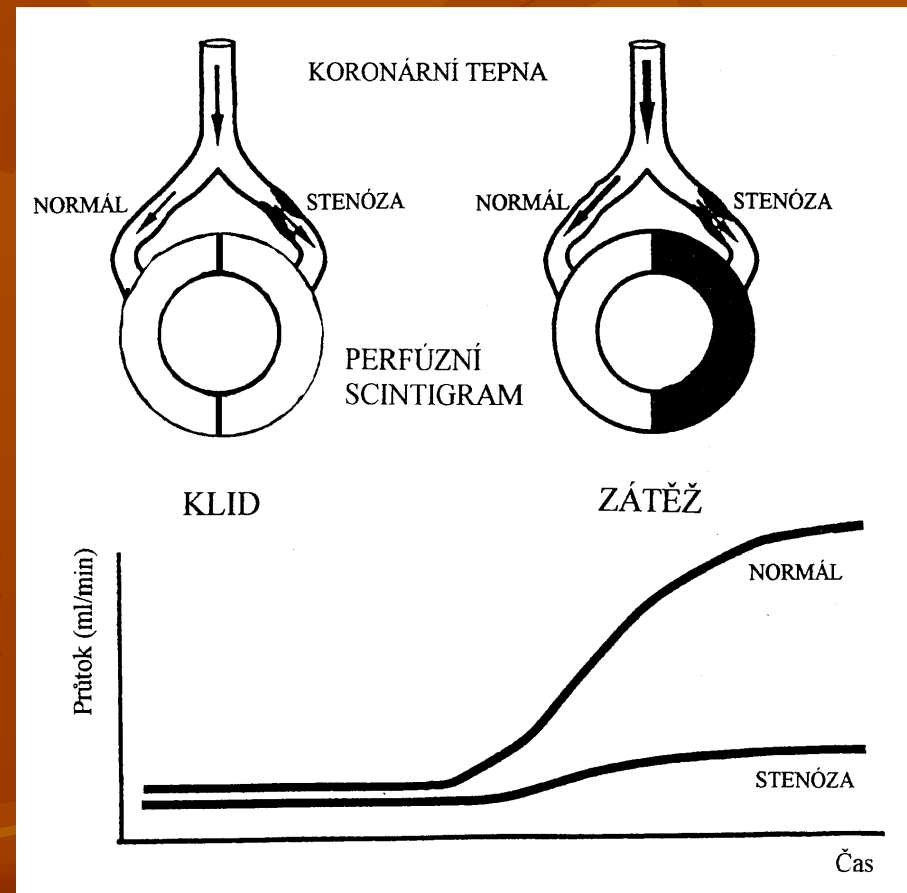


Perfuze při koronární ateroskleróze v zátěži

- V povodí zdravé koronární tepny dochází k **dilataci arterioli** - průtok stoupá

- V povodí zúžené tepny k další vasodilataci dojít nemůže (je už v klidu), takže průtok setrvává na klidové úrovni - **vyčerpaná koronární rezerva**

- Výsledkem je obraz nehomogenní perfuze myokardu – zobrazení jen relativní vztažené k maximu

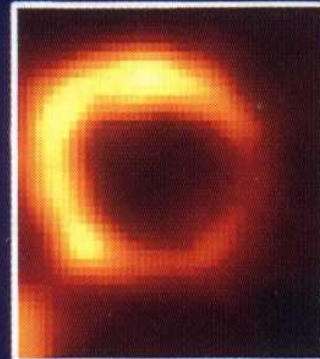
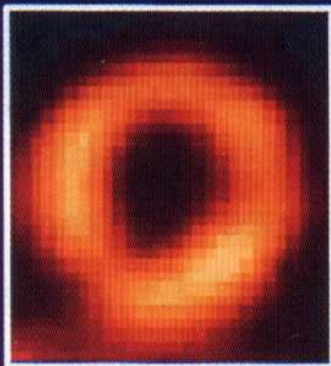


Viabilita myokardu

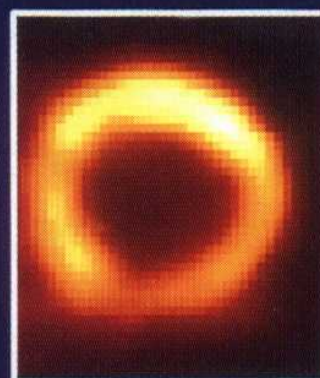
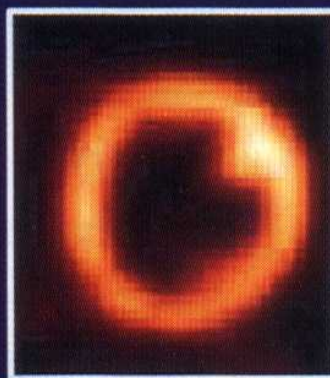
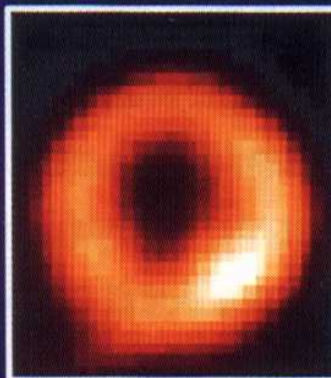
Týká se klidově dysfunkčního myokardu

PET vyšetření

Flow



Metabolism



Normal

Stunned

Mismatch

Scar

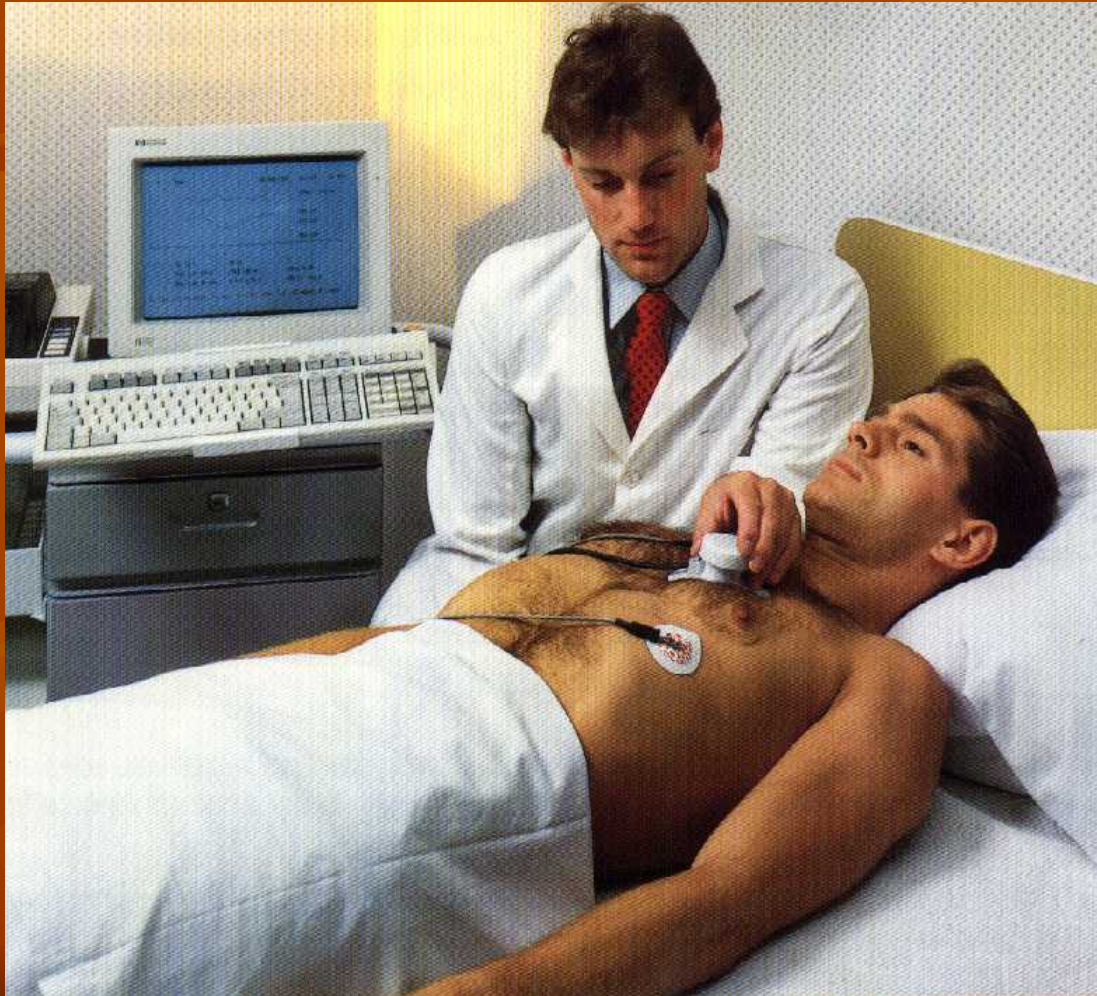
Stunned = omráčený, mismatch = hibernující



Zobrazování

Nezobrazovací systémy

Nukleární stetoskop



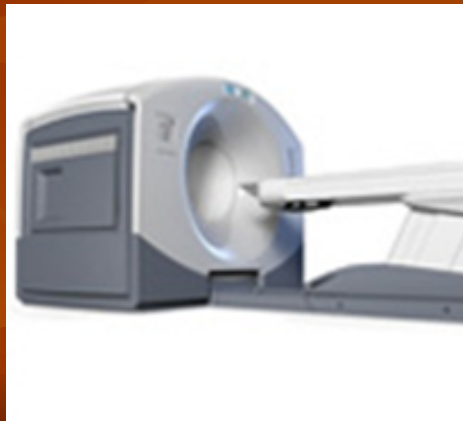
Ambulantní monitorování
funkce srdce



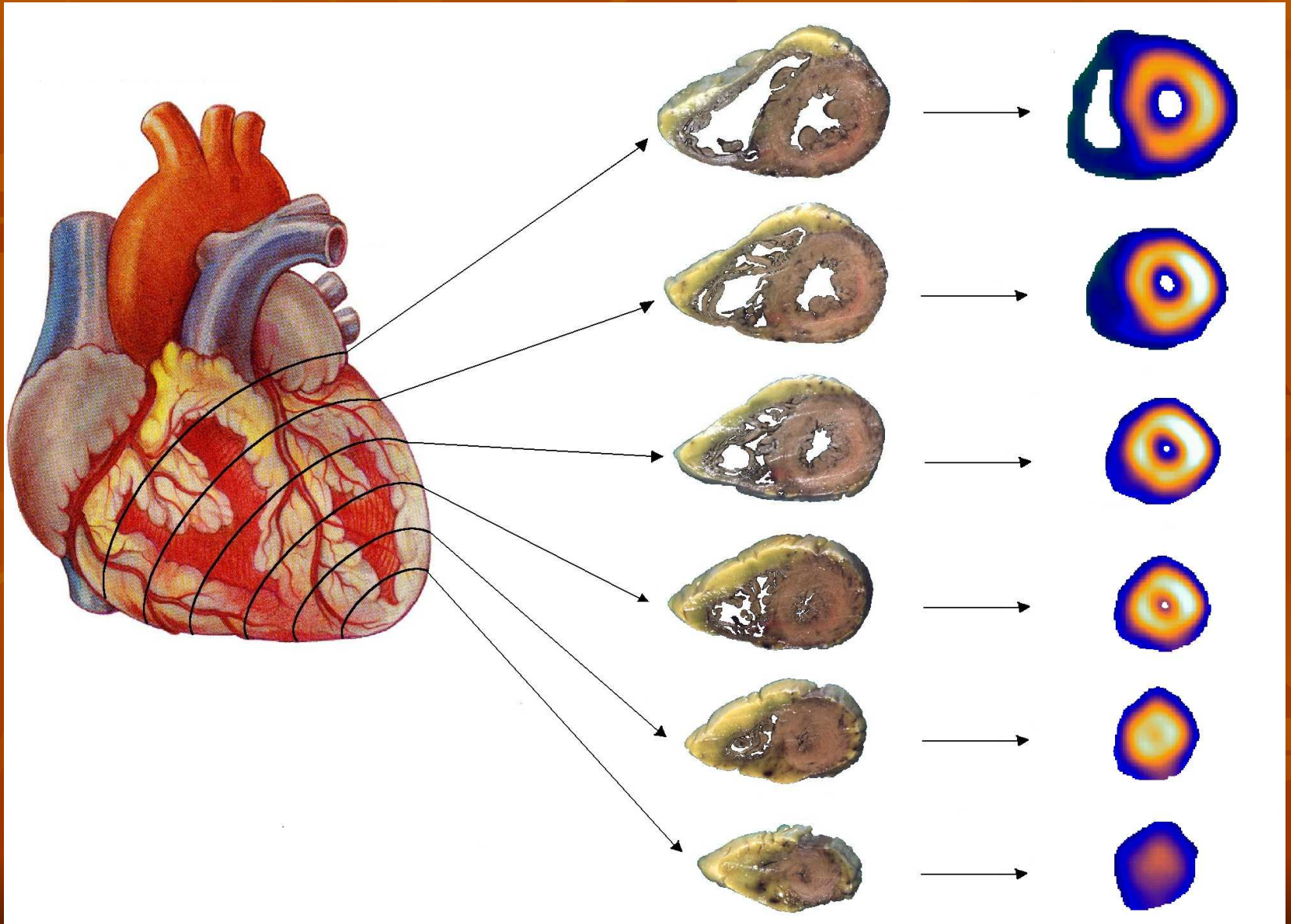
Gamakamery pro SPECT



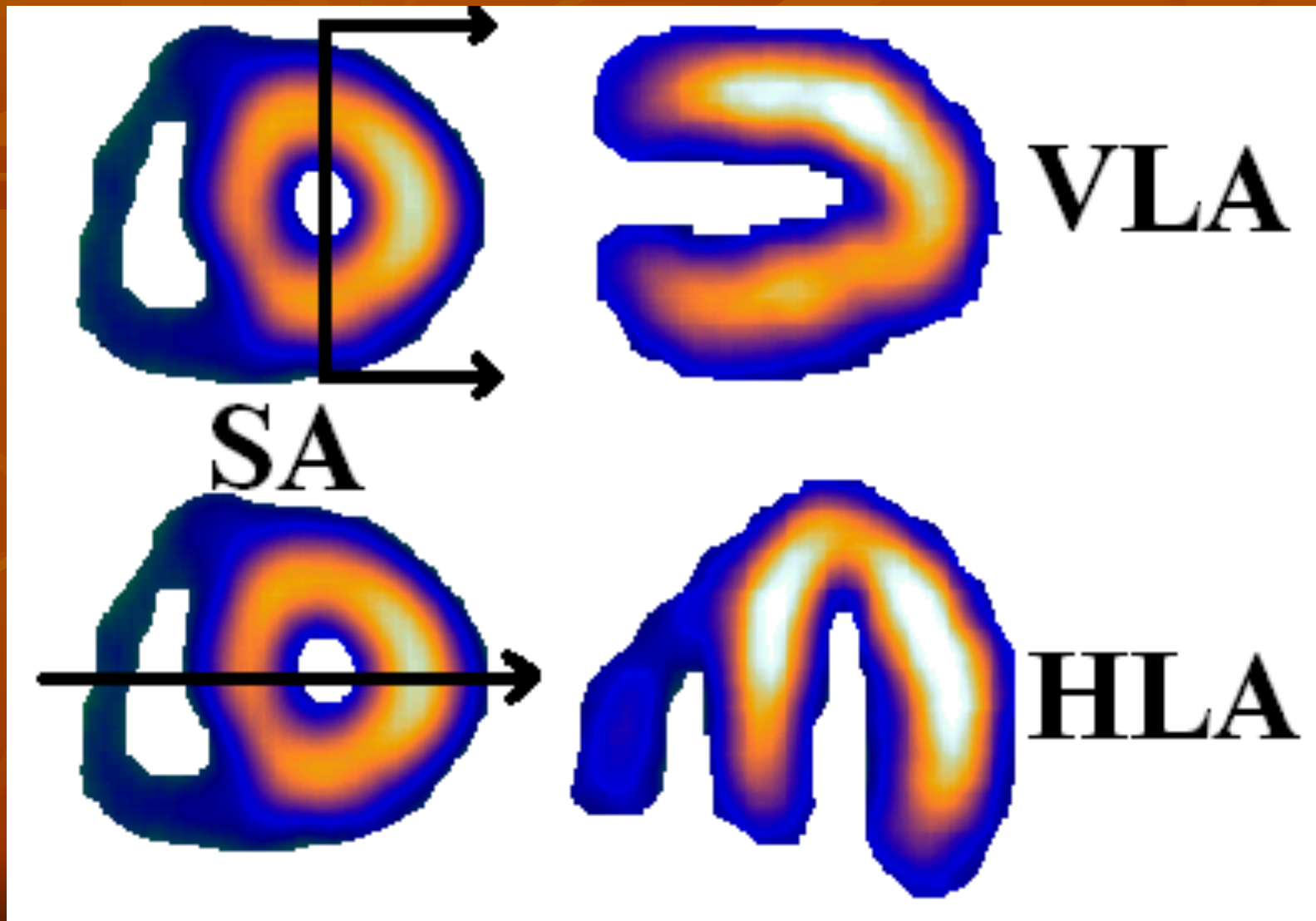
Hybridní kamery pro zobrazení SPECT-CT a PET-CT



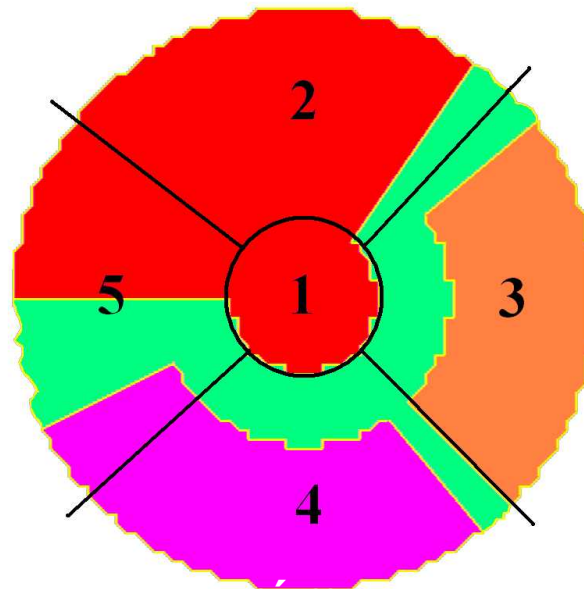
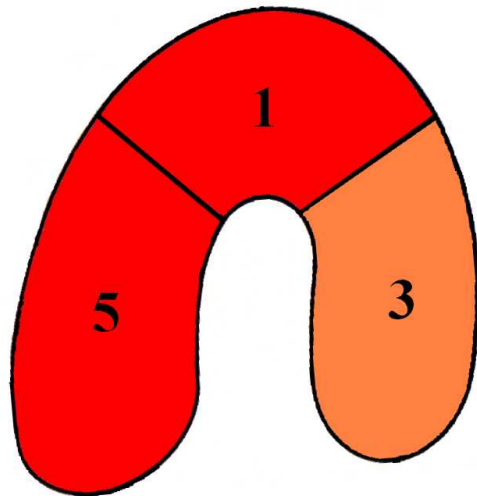
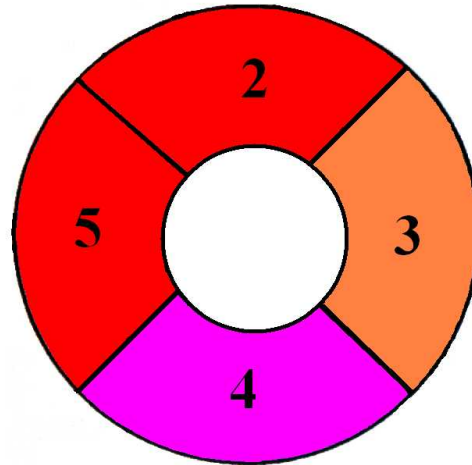
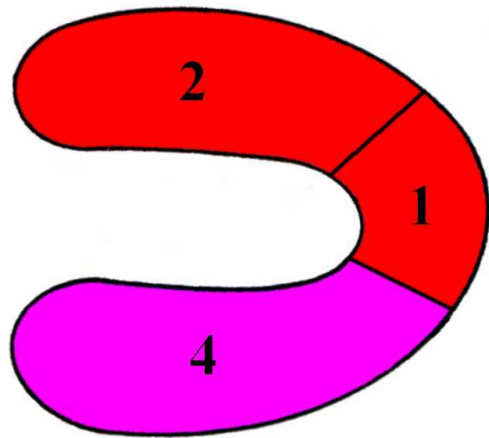
Zobrazení myokardu – SA řezy



Ostatní tomografické řezy



Určení lokalizace - názvosloví



Legenda:

1 - hrot

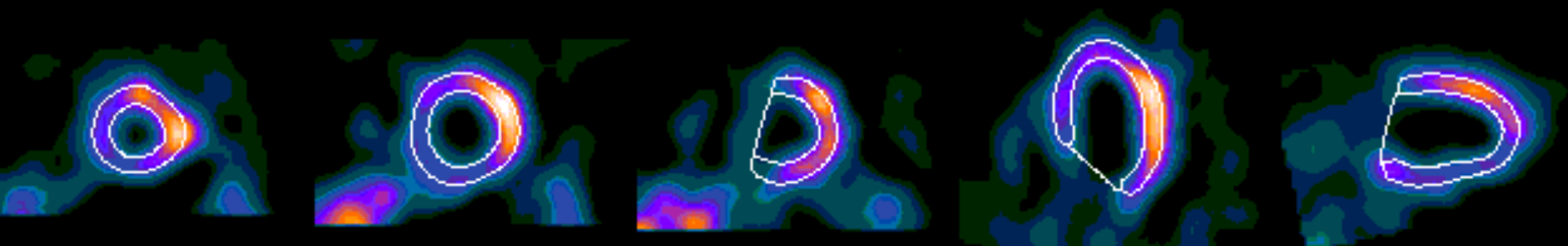
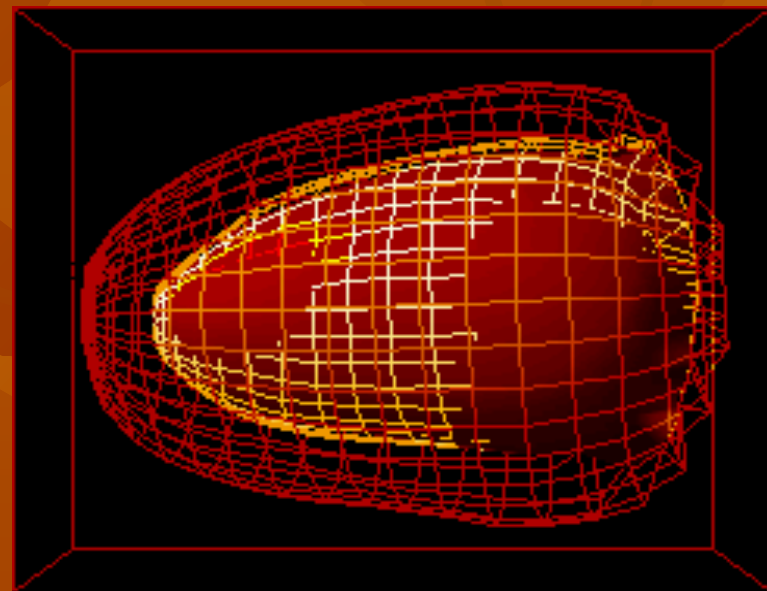
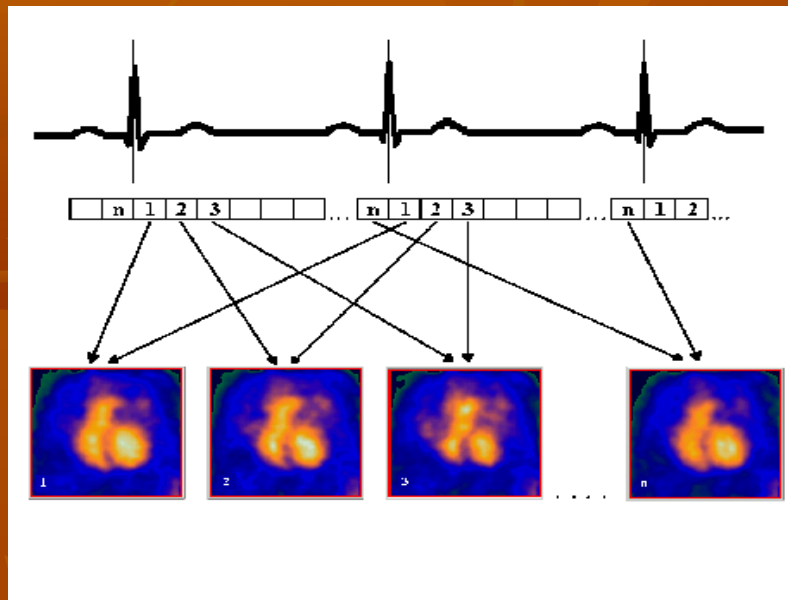
2 - přední stěna

3 - boční stěna

4 - spodní stěna

5 - septum

Synchronizovaný záznam



SA
apikálně

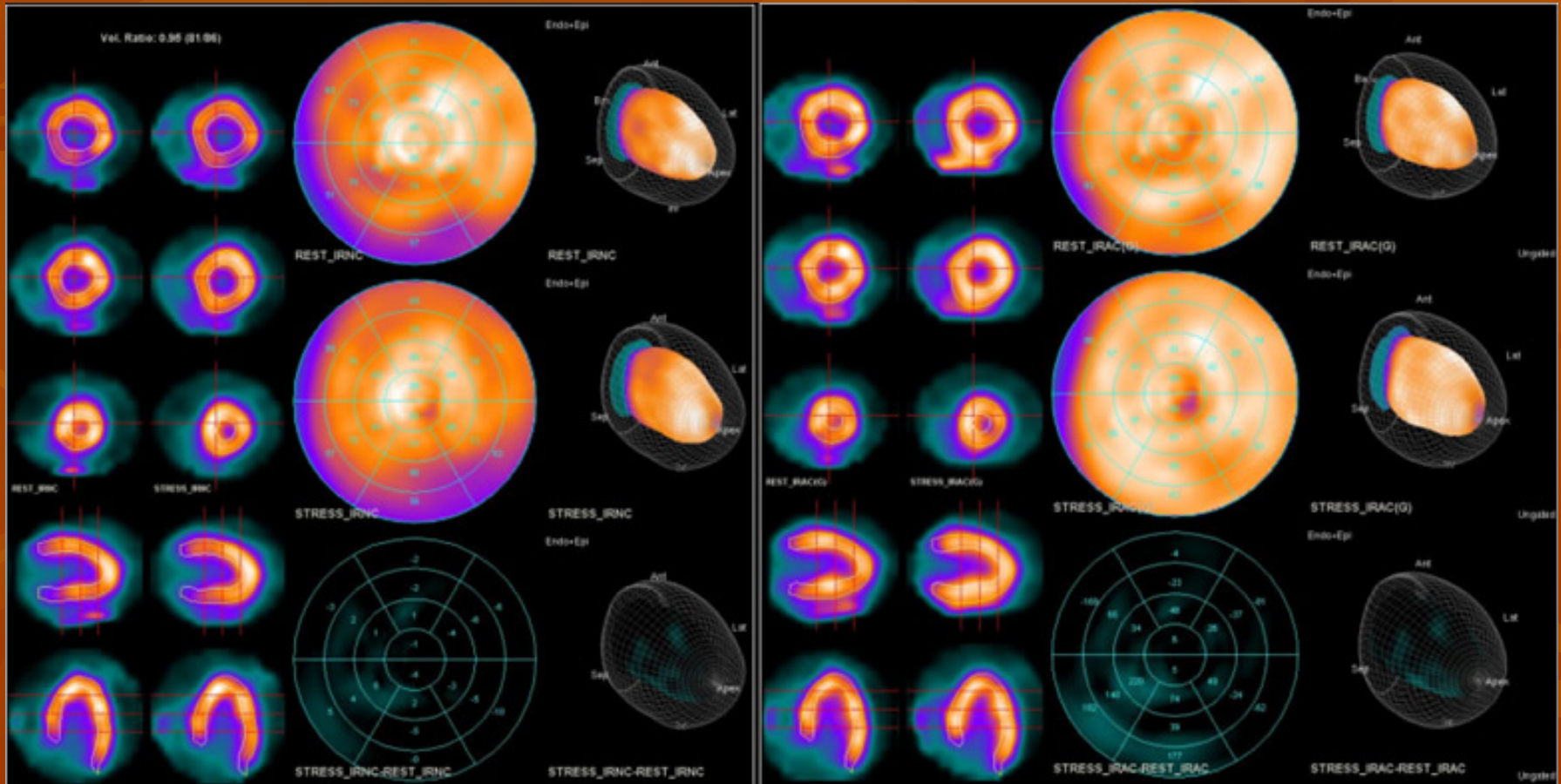
SA
střed

SA
bazálně

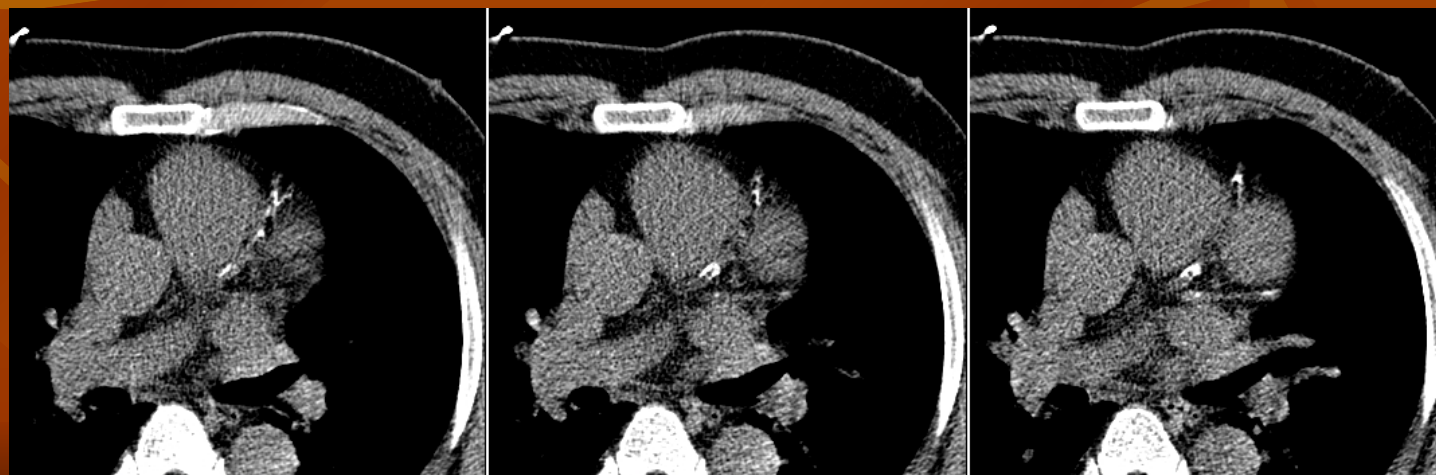
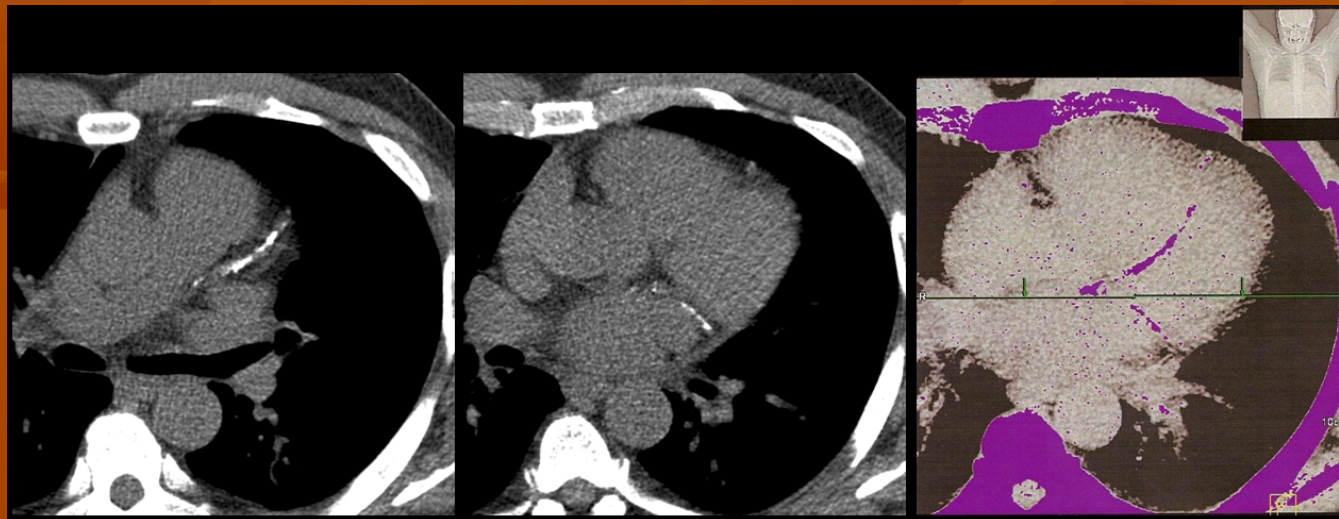
HLA
střed

VLA
střed

Korekce na zeslabení záření SPECT-CT – prevence artefaktů



Kalciové skóre PET-CT nebo SPECT-CT



Fúze CT angio + PET perfuze



The background features a warm orange gradient with faint, stylized leaf patterns in a slightly darker shade of orange, creating a textured, autumnal feel.

Kvantifikace

Kvantitativní analýza perfuze

- SW systémy pro zpracování dat
- Emory Cardiac Tool Box, 4DMSPECT, QGS/QPS
- V současné době segmentové modely pro srovnání s echokardiografií
- SPECT – semikvantifikace
 - Srovnání segmentů mezi sebou
- PET – kvantifikace
 - Měření koronární rezervy (ml/min/g tkáně)

Sedmnáctisegmentový model LK

podle ASNC 2002

SPECT

ECHO

Coronary Artery Territories

Short Axis

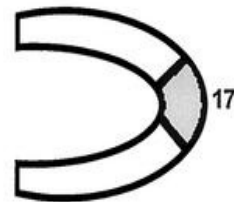
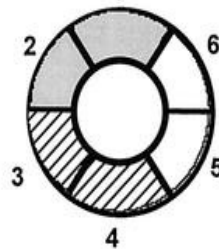
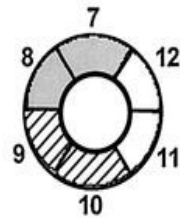
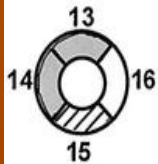
Vertical Long Axis

Apical

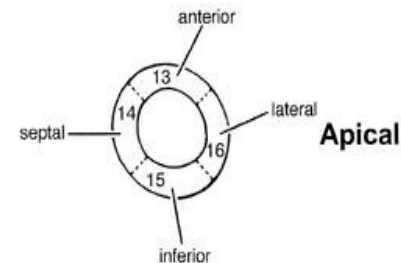
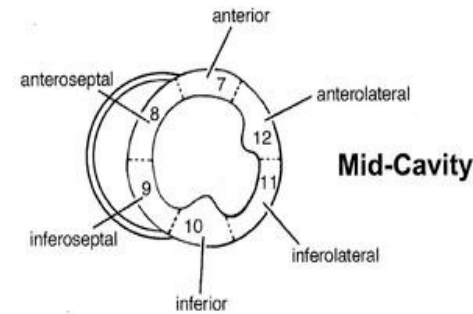
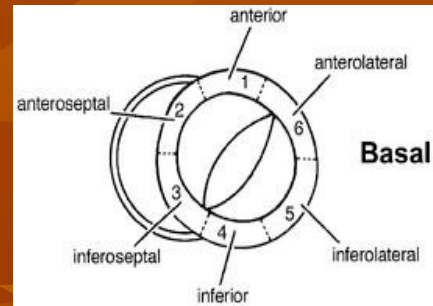
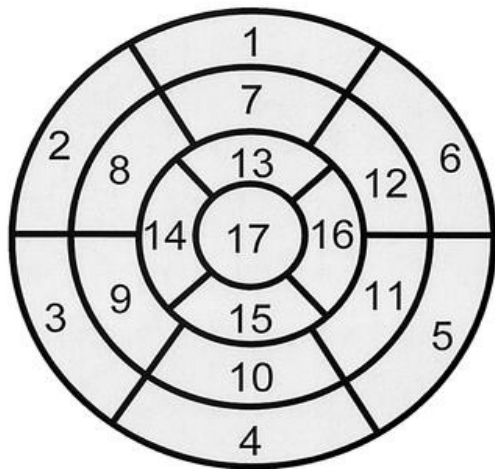
Mid

Basal

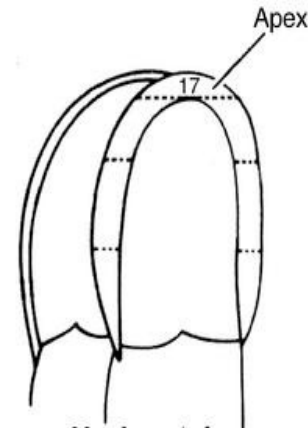
Mid



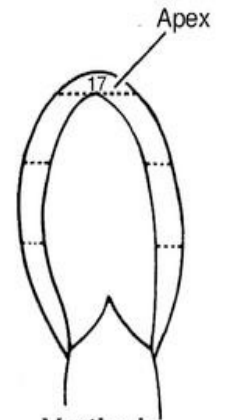
Left Ventricular Segmentation



Short Axis (SA)

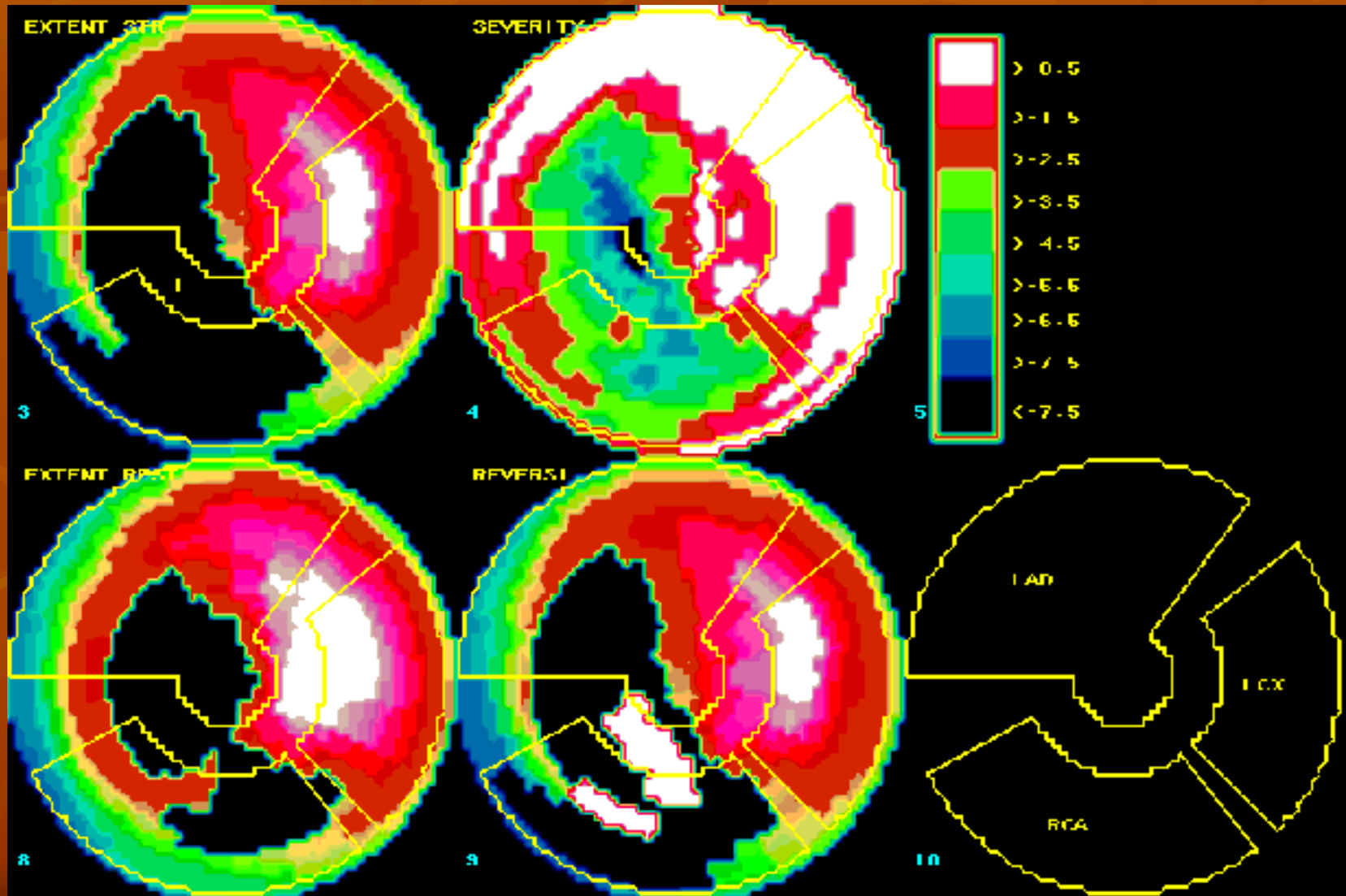


Horizontal Long Axis (HLA)
(4 Chamber)



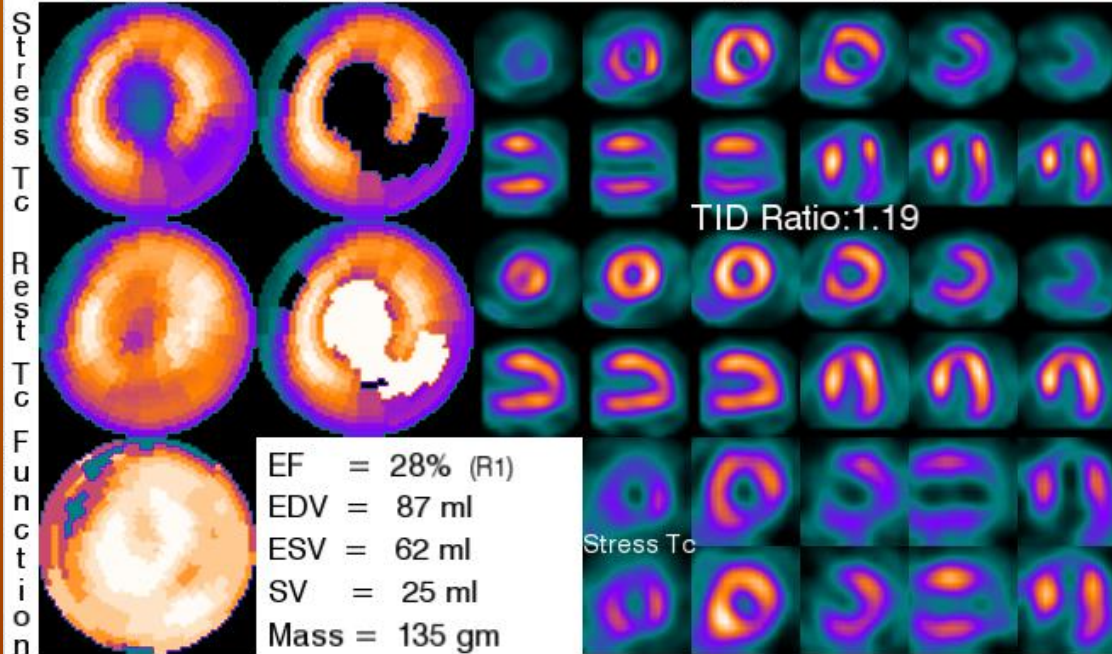
Vertical Long Axis (VLA)
(2 Chamber)

Polární mapy SW CEqual™

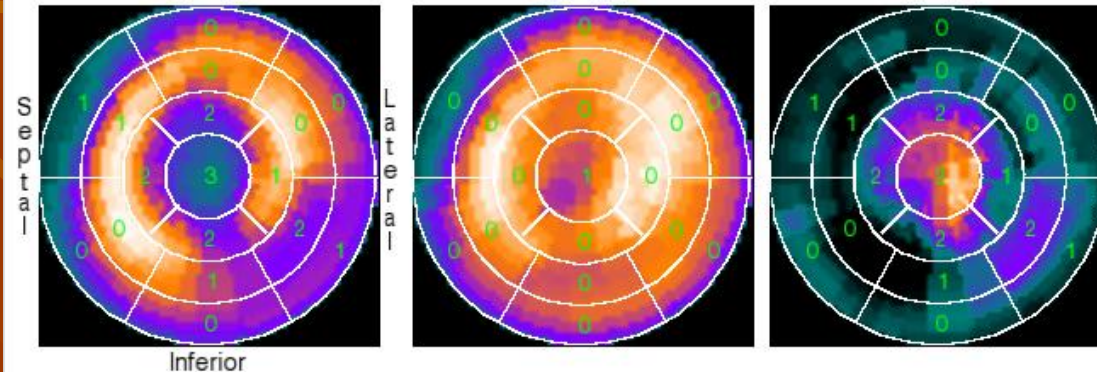


Výstup SW ECTb

Study Type: 1 Day Rest/Stress Sestamibi Study Date: 08/04/1999



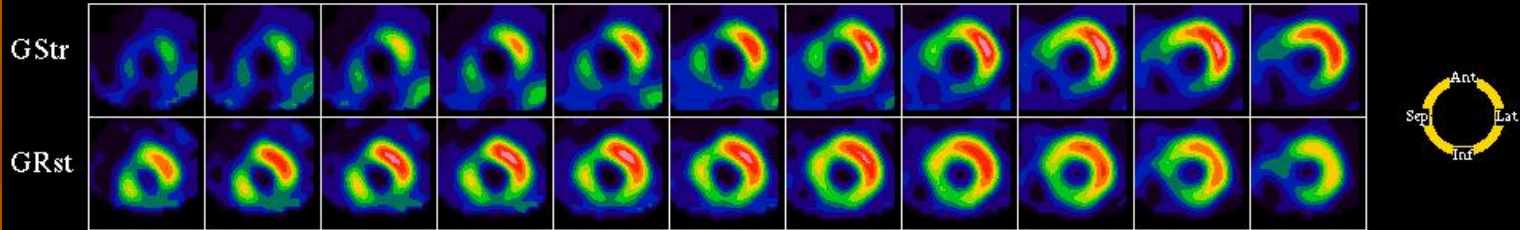
% Thickening
Scores Anterior



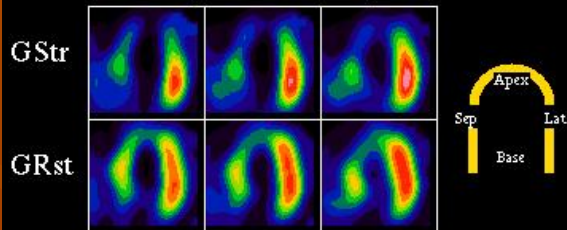
Scores: 0=Normal 1=Equivocal 2=Moderately Reduced 3=Severely Reduced 4=Absent
 Summed Stress Score: 16 Summed Rest Score: 1 Summed Difference Score: 15
Total Severity Scores
 Stress: 623 Rest: 19 Reversibility: 421
 Probability of Survival: 1 yr: 81% 2 yr: 77% 3 yr: 63% 4 yr: 42%

Výstup SW 4D-MSPECT

SA (Apex→Base)



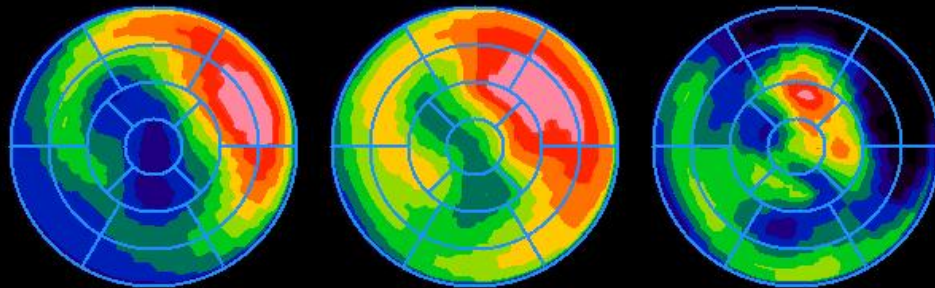
HLA (Post→Ant)



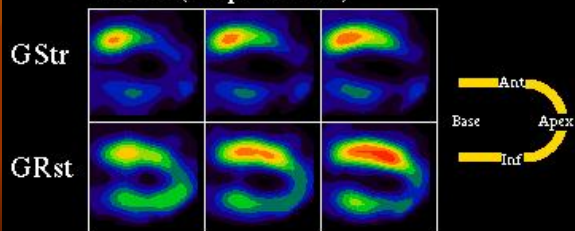
Stress MIBI-Gated

Rest MIBI-Gated [

Rel Diff (2-1)



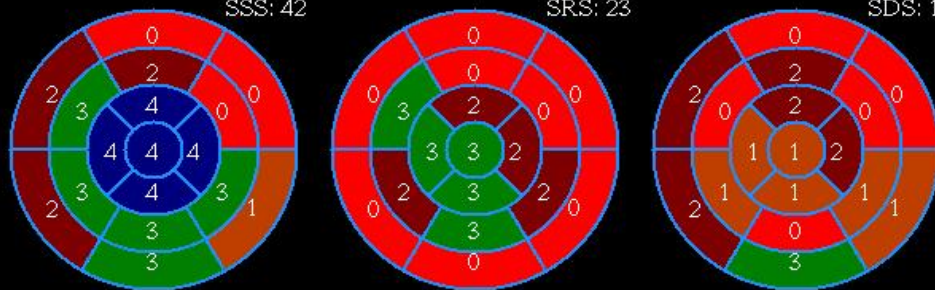
VLA (Sep→Lat)



SSS: 42

SRS: 23

SDS: 19

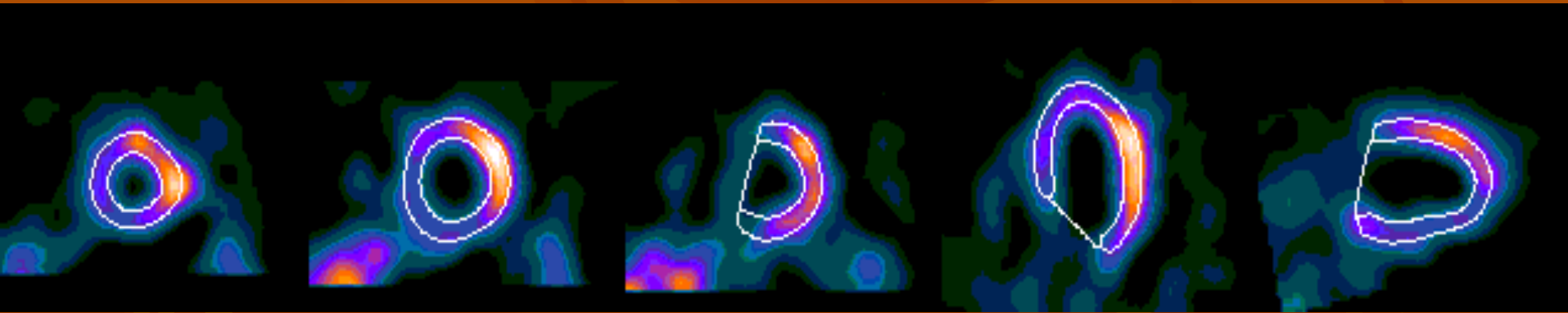


Perf: 0: Normal 1: Equivocal 2: Abnormal 3: Severe 4: Absent

Kvantitativní analýza funkce

- Synchronizovaná tomografie – gated SPECT, GSPECT, GPET
- Navazuje na kvantifikaci perfuze
- Dělí srdeční cyklus (R-R interval) na 8 (16) úseků
- Hodnotí mechanickou funkci – EF, EDV, ESV
- Hodnotí kinetiku - motion, thickening

Vybrané řezy v pohybu



SA
apikálně

SA
střed

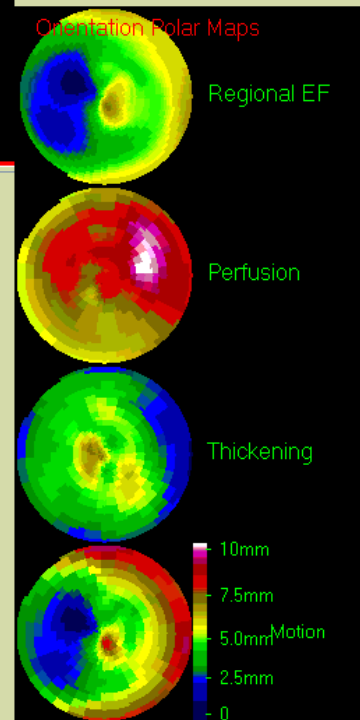
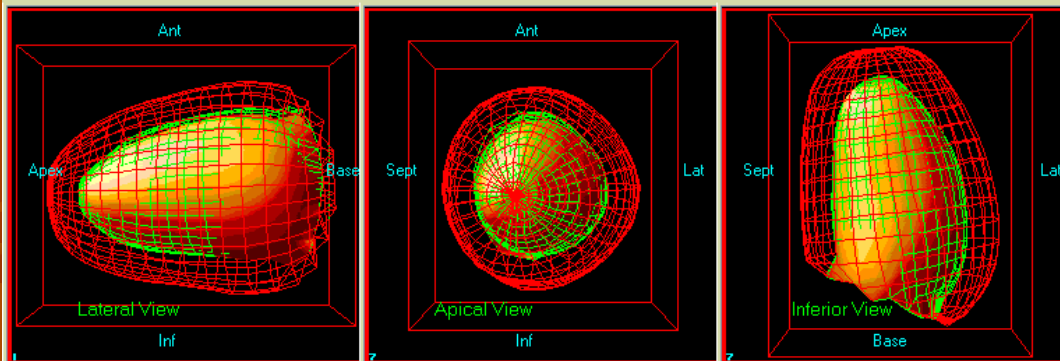
SA
bazálně

HLA
střed

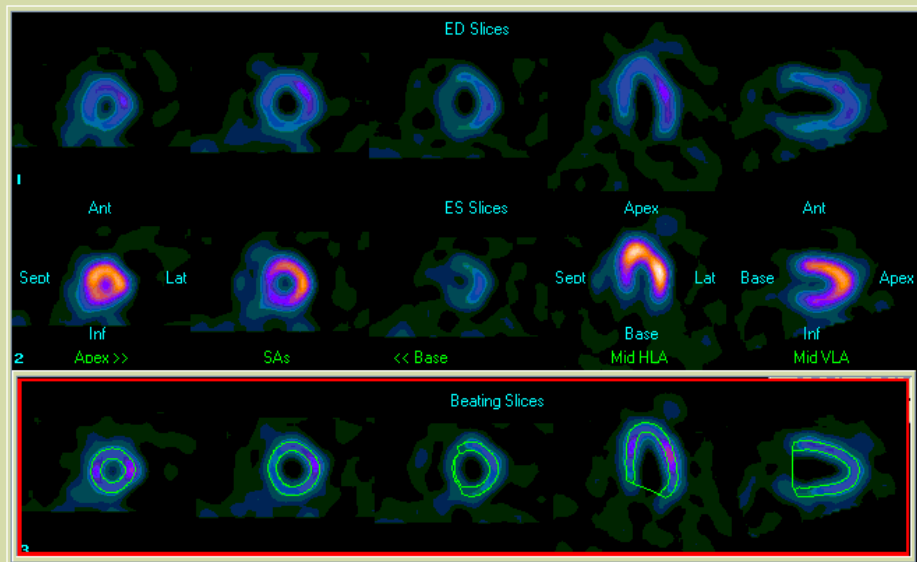
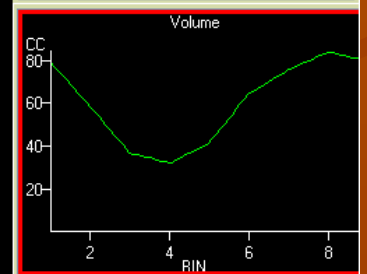
VLA
střed

Gated SPECT perfuze (QGS)

výstupní protokol



Ejection Fraction
61 %
 End Diastolic Volume **83Units**
 At interval No. **8**
 End Systolic Volume **32Units**
 At interval No. **4**



Validace metody globální funkce (EF LK)

- Ejekční frakce, EDV i ESV jsou měřené **správně** ve srovnání s jinými metodami - kontrastní ventrikulografií, echokardiografií, MR (3D i cine) i RNV
- Měření je **správné** bez ohledu na použité radiofarmakum (^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MIBI i Myoview)
- Měření je **přesné** (stejně výsledky při opakování) i **spolehlivé** (nízká variabilita)

Při zobrazování mohou vzniknout artefakty

- většinou způsobí falešně pozitivní závěry
- zdroj
 - pacient
 - přístroj
 - zpracování obrazu
- prevence
 - důsledná kontrola kvality
 - znalost nejčastějších artefaktů

Artefakty mohou vzniknou i matematickým zpracováním obrazů



**výsledky zpracování vždy porovnáváme
s nasnímanými daty**

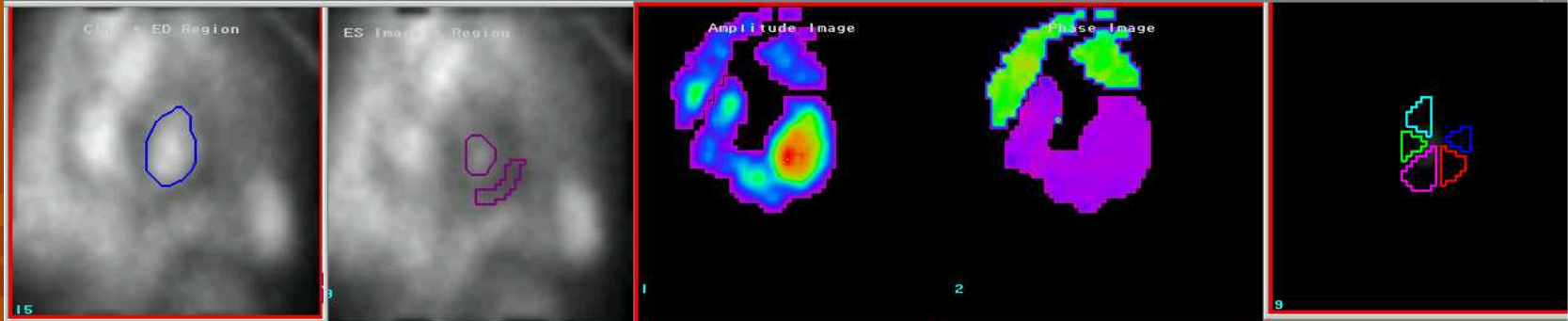
Základní vyšetření

- zobrazení náplně komor
- zobrazení vlastností myokardu

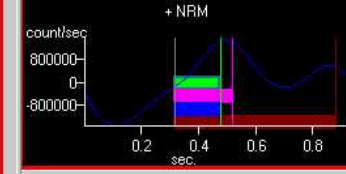
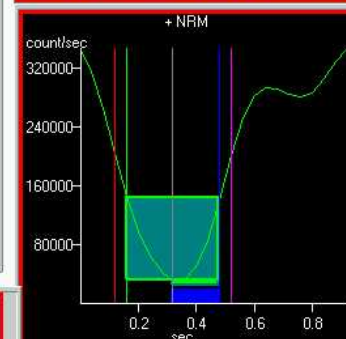
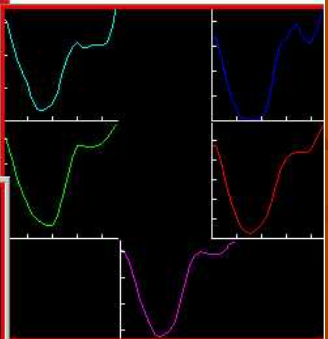
Radionuklidová ventrikulografie rovnovážná (MUGA)

- Zobrazuje změnu náplně komor v průběhu stahu
- Informace o regionální a globální funkci komor
- Vysoká reprodukovatelnost výsledků
- **Indikace**
 - Kardiotoxicita cytostatik
 - Alternativa u ECHO špatně vyšetřitelných

RNV u HKPM (vysoká EF)



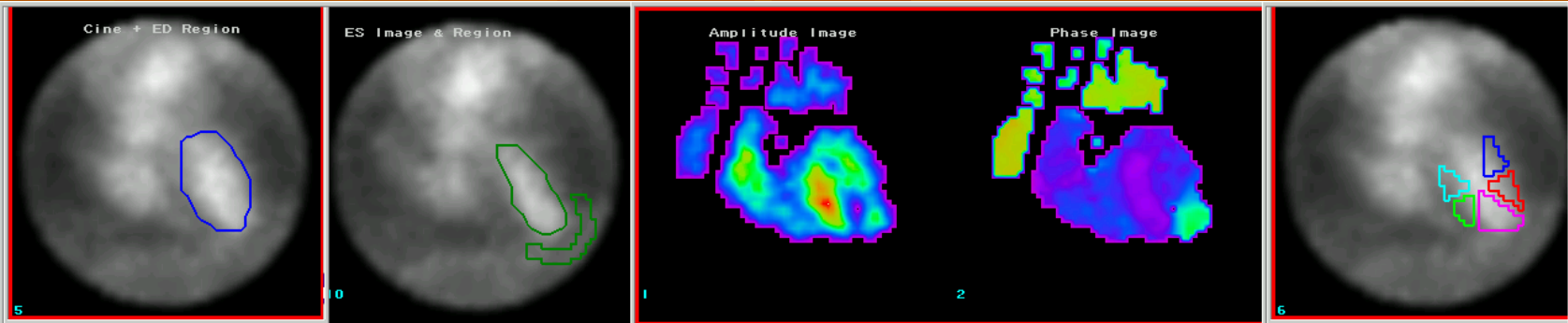
Patient Information					
Patient Name	ID	Age	Years	Report Date 01/04/2000	
Projection	Acquired: 7.78	Mins	6004.00 KCnts	Tech. Initials	
Gated Blood Pool Analysis					
EJECTION FRACTION		90.33 %			
Time per frame:	0.04	End Diastolic time :	0	Peak Ejection Rate :	5.51
R to R interval:	0.96	End Systolic time:	0.32	At (from Diastolic) :	0.12
Heart Rate (beats/min):	62.50	Diastolic to Systolic:	0.32	Peak Filling Rate :	5.25
* All Times are in Seconds.				At (from Systolic) :	0.16



	Ejection Fraction	Peak Eject. Rate	Peak Fill. Rate
Lateral	97.40	7.87	8.64
Inferior	93.06	7.02	5.88
Apical	81.72	5.15	5.66
Inf. Septal	87.80	5.17	5.97
Septal	89.39	5.22	4.93

Diastolic Function Parameters			
End Diastolic Volume	57.9	ES to 1/3 activity	0.16
End Systolic Volume	5.60	ES to First Peak of Filling	0.16
Time Interval of 1/3 activity	0.32	1/3 of the Diastolic time	0.20
ES to Atrial kick	0.56	Rate at 1/3 / Maximal Rate	0.97
		Rate at kick / Maximal Rate	0.38

RNV po IM - dyskinesa hrotu



Patient Information

Patient Name ***** ABNC IDAPEX 209 Age _____ Years Report Date 01/03/1997
 Projection _____ Acquired: 0 Mins 0 KCnts Tech. Initials _____

Gated Blood Pool Analysis

EJECTION FRACTION 49.72 %

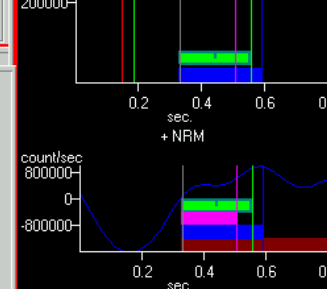
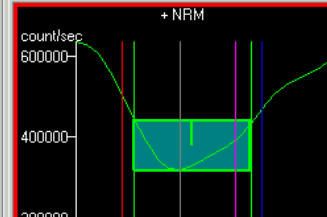
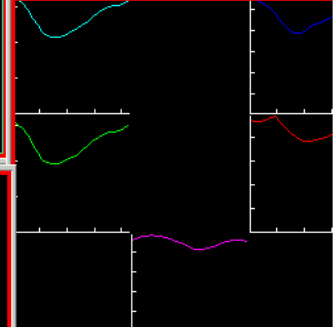
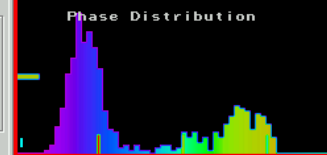
Time per frame: 0.04 End Diastolic time: 0 Peak Ejection Rate: 3.17

R to R interval: 0.89 End Systolic time: 0.33 At (from Diastolic): 0.15

Heart Rate (beats/min): 67.57 Diastolic to Systolic: 0.33 Peak Filling Rate: 1.90

* All Times are in Seconds.

At (from Systolic): 0.26



	Ejection Fraction	Peak Ejection Rate	Peak Filling Rate
Lateral	74.10	4.15	2.27
Inferior	67.92	5.06	2.46
Apical	47.94	2.94	1.47
Inf. Septal	43.54	3.50	2.07
Septal	72.60	5.18	2.91

Diastolic Function Parameters

End Diastolic Volume 133.1 ES to 1/3 activity 0.22

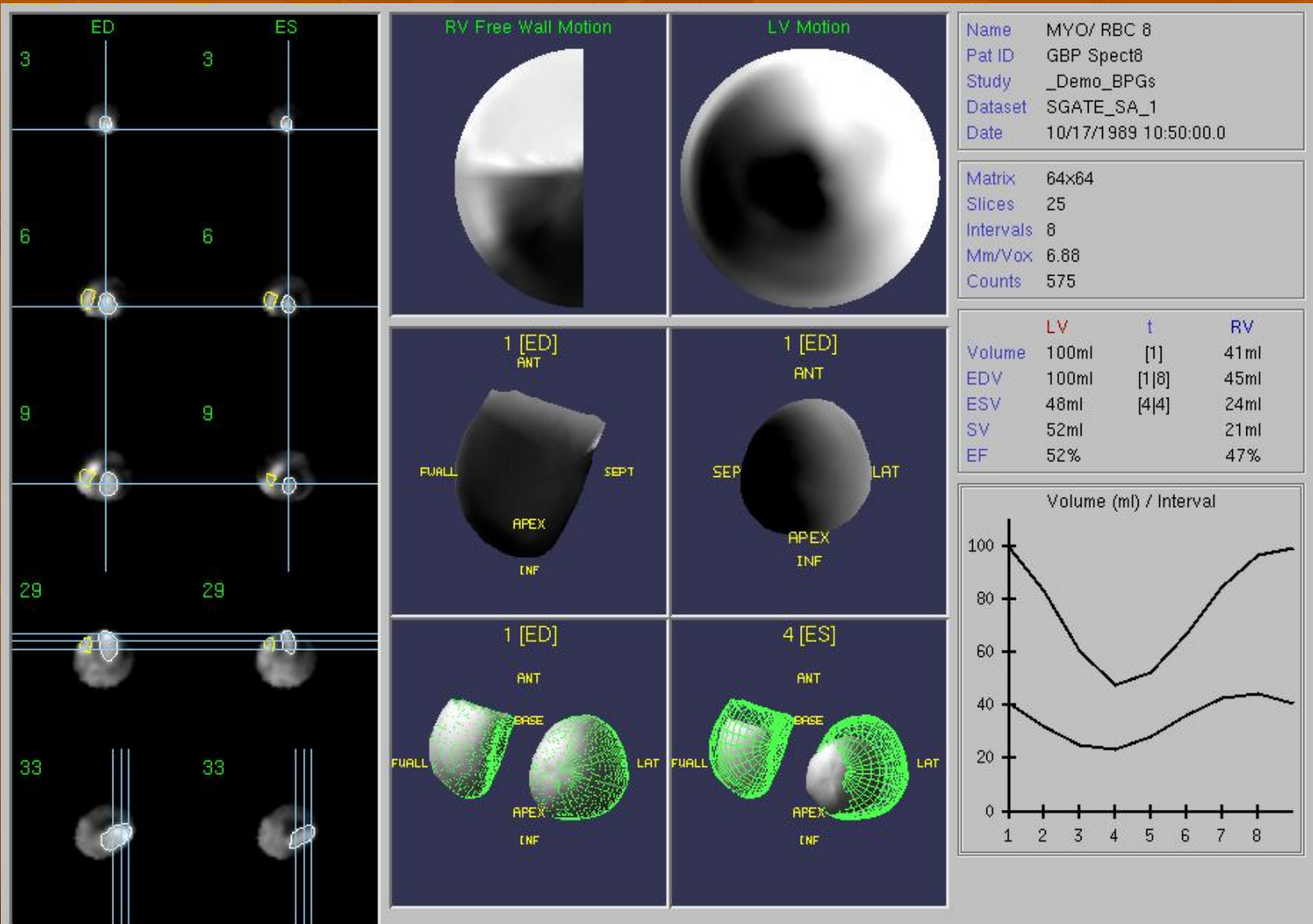
End Systolic Volume 66.9 ES to First Peak of Filling 0.26

Time Interval of 1/3 activity 0.37 1/3 of the Diastolic time 0.17

ES to Atrial kick 0.48 Rate at 1/3 / Maximal Rate 0.49

Rate at kick / Maximal Rate 0.64

Kvantitativní GBP SPECT



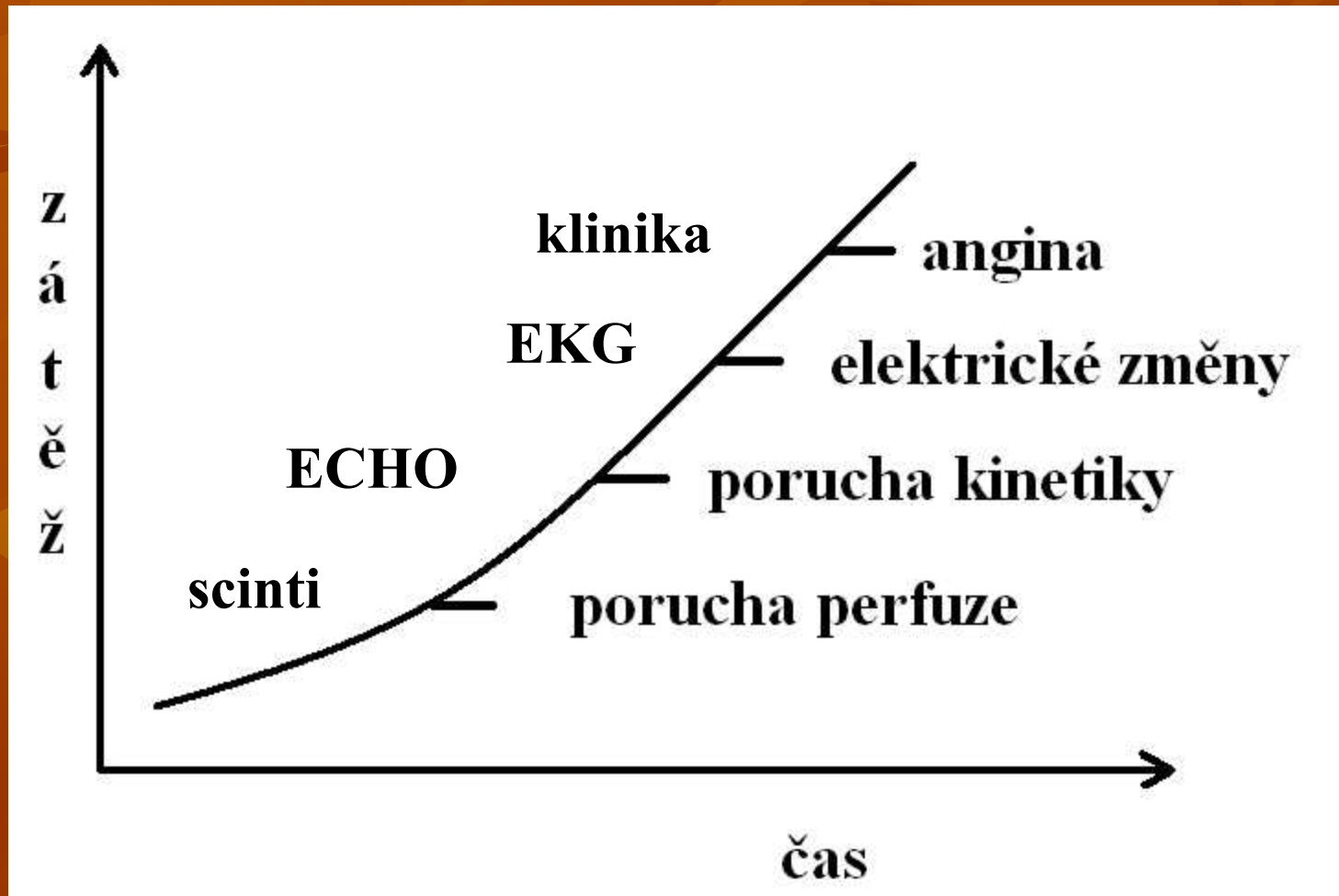
**Zobrazení vlastností
myokardu - perfuze
provedení
zpracování
interpretace**

Zátěžový test

- Nedílná součást perfuzní scintigrafie myokardu
- Cílem je navodit heterogenitu perfuze myokardu – test koronární rezervy
 - Selektivní dilatace odporového řečiště v závislosti na stupni koronární stenózy
 - Nejčastěji nepřímá – fyzická práce, pozitivně inotropní a chronotropní léky
 - Alternativně přímá – vasodilatační léky
- Další informace o pacientovi

Ischemická kaskáda

postupný nástup patofyziologických změn v závislosti na stupni stenózy a době trvání zátěže



Perfuzní scintigrafie je principiálně nejcitlivější

Možnosti zátěže

- Fyzická dynamická
 - Ergometr, běhátko
- Farmakologická
 - Vasodilatační – dipyridamol, adenosin
 - Pozitivně inotropní – dobutamin, arbutamin
- Kombinovaná
 - Dipyridamol + fyzická
 - Fyzická + atropin

Fyzická dynamická zátěž

- Náležitá TF je 85% z 220-věk (nebo dvojproduktu nad 25 tisíc)
- Zátěž po 50 (25) wattech po 3 (2) minutách
- Frekvence šlapání 40 – 60/min.
- **Aplikace radiofarmaka na vrcholu zátěže**
 - Distribuce úměrná prokrvení v době aplikace
- Udržet hemodynamický stav 0,5 – 1,5 min.
- Vysadit betablokátory, pacient lačný

Záznam dat na gamakameře

- Obvykle vleže na zádech, možno v sedě
- Tl
 - Ukončení záznamu do 30 min. po aplikaci
 - Z kola rovnou na kameru
- Tc radiofarmaka
 - Záznam za 15 – 60 minut po aplikaci
 - Umožnit clearance z jater
 - Ztráta informace o omráčení (stunning)
 - Časný záznam i za cenu horší kvality obrazů



Vlastní zpracování

- Postprocessing
 - Nikoli v reálném čase
- Provádí NLZP
 - Šetří čas lékaře
- Firemní SW – reorientace, tvorba řezů
- Kvantitativní SW – porovnání s databází
- Vlastní interpretace a psaní nálezu

Interpretace obrazů

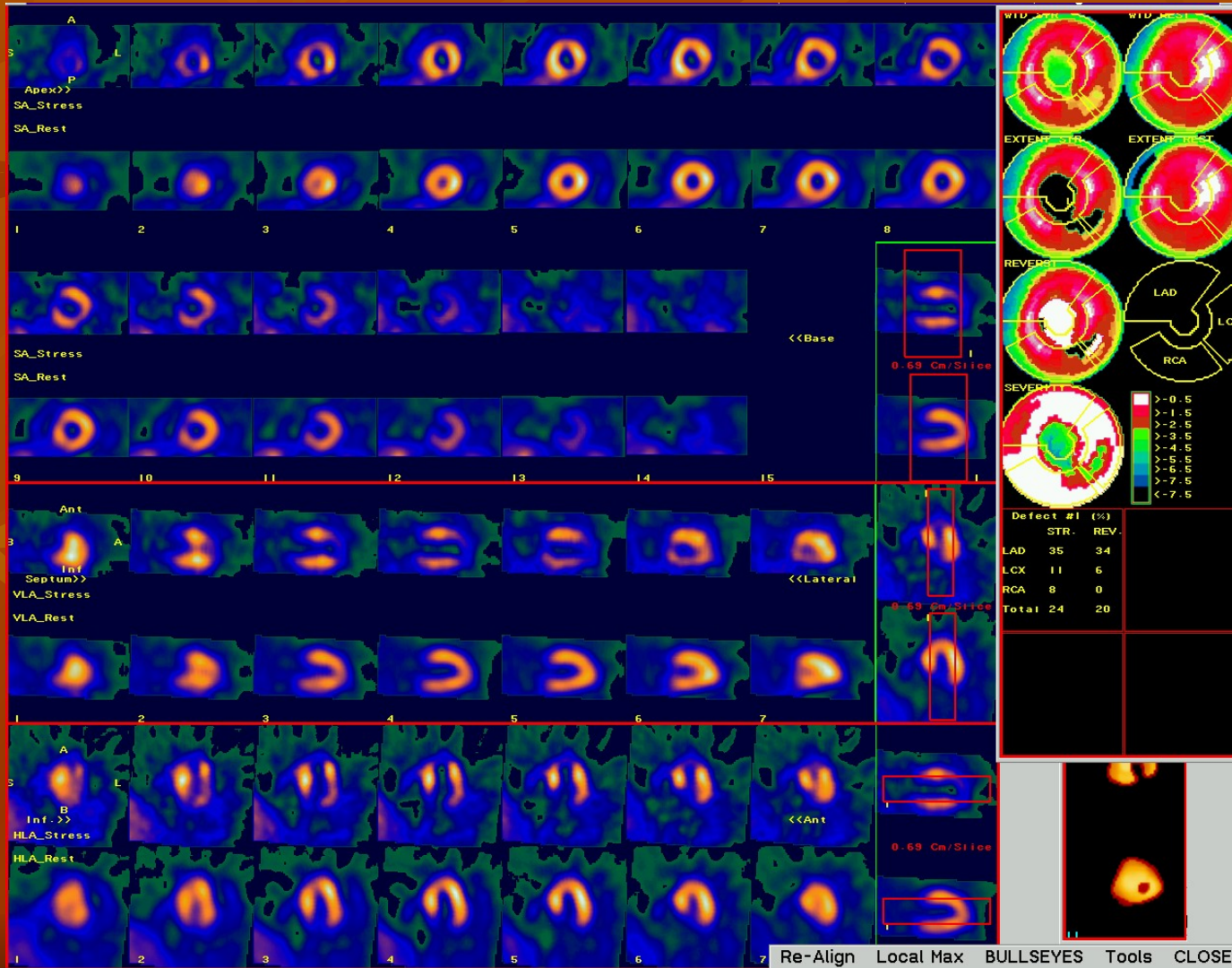
reversibilní defekt

- Bez významných změn
 - Defekt do 5% myokardu LK (SSS < 3)
- Drobná ischemie (mildly abn)
 - Defekt do 10% myokardu LK (SSS 4 - 8)
- Ischemie (moderately abn)
 - Defekt 10%-20% myokardu LK (SSS 9 - 13)
- Závažná ischemie (severly abn)
 - Defekt nad 20% myokardu LK (SSS > 13)

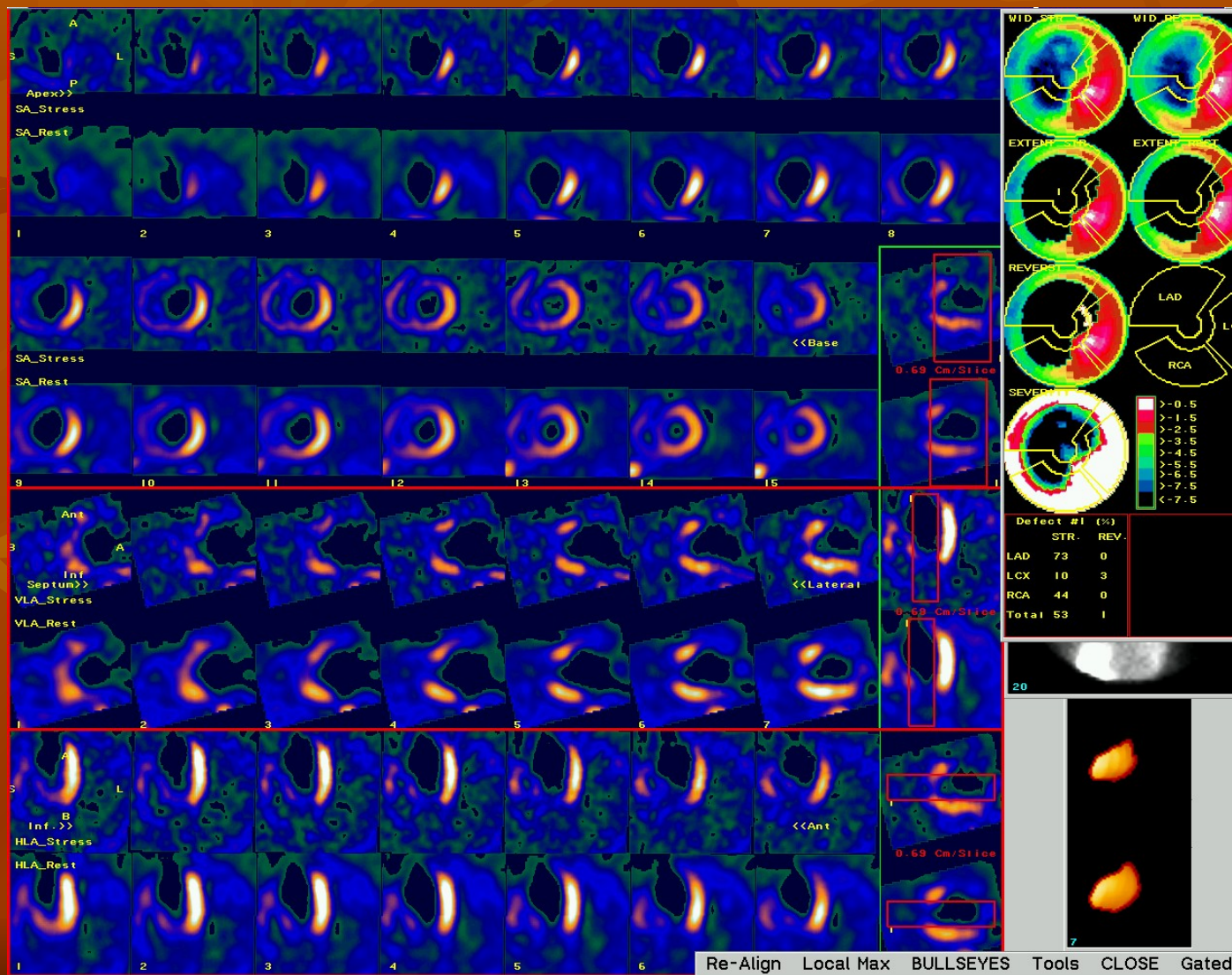
Interpretace obrazů fixní defekt

- Závisí na stupni redukce akumulace radiofarmaka (severity)
- Nad 50% maxima
 - Viabilní nebo netransmurální jizva
- Pod 50% maxima
 - Dop. vyšetření viability pomocí FDG nebo T1

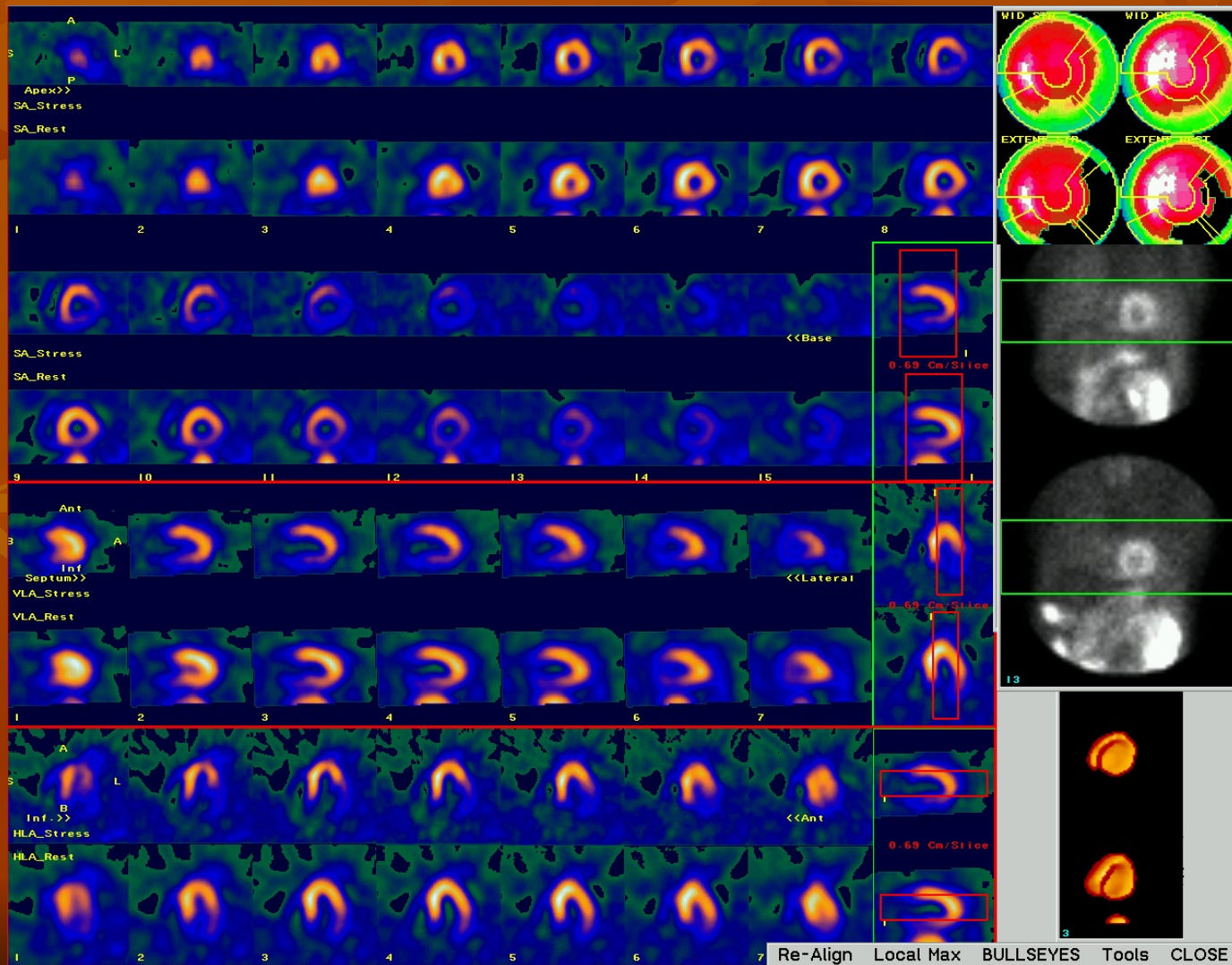
Ischemie hrotu a inferolaterálně



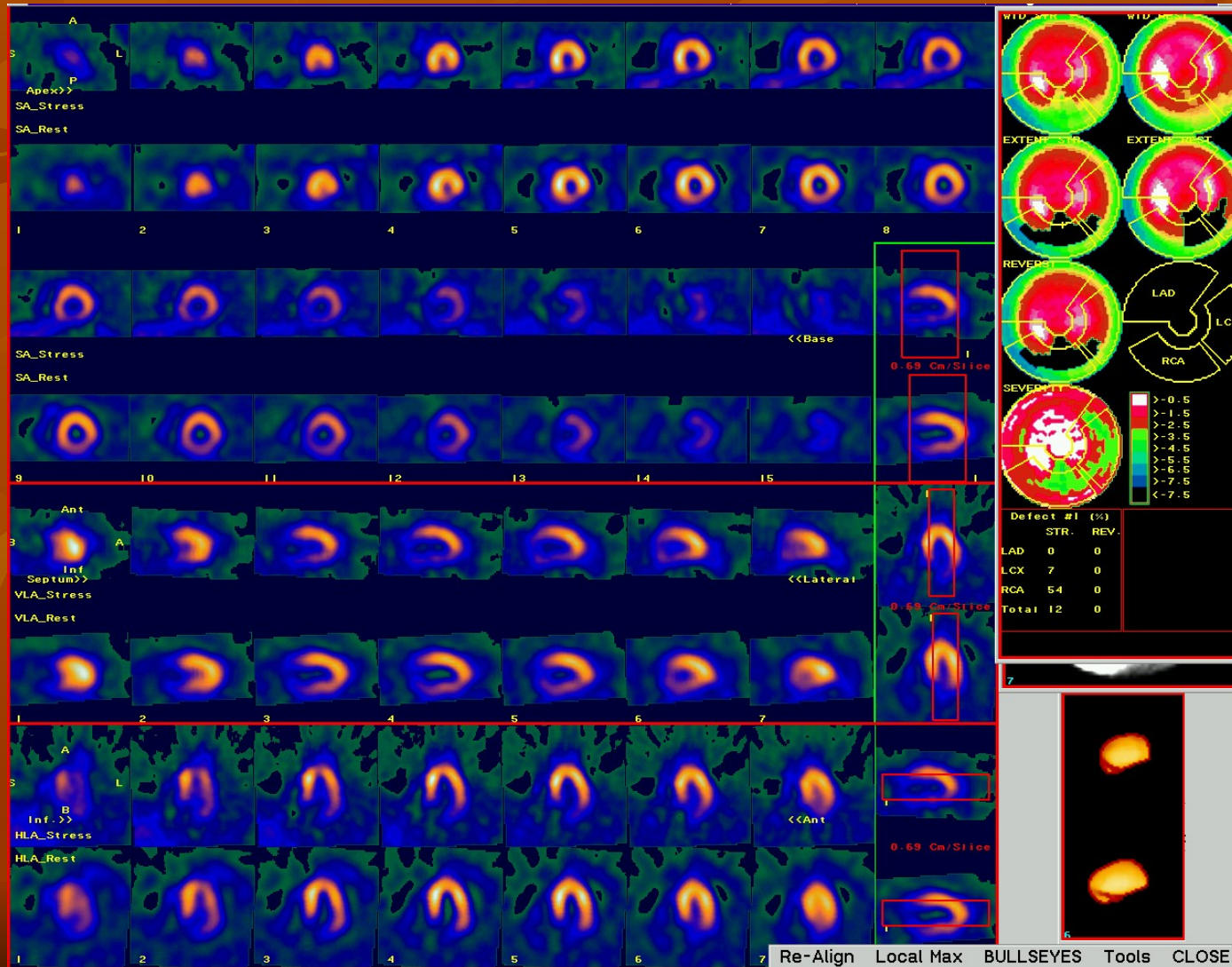
Velká jizva v povodí RIA




Muž 60 let, po PTCA ACD, uzávěr RC – ischemie?



Muž 60 let, po PTCA RC





Použití scintigrafie myokardu v klinice

Nukleární kardiologie v klinice

- Oficiální zakotvení metod NK v klinice
 - Guidelines ACC/AHA
 - První publikace 1986
 - Poslední publikace 2017
 - J Nucl Cardiol 2017;24:2064
 - <https://doi.org/10.1007/s12350-017-1057-y>
 - 3 hlavní oblasti použití
 - akutní koronární syndromy
 - chronická ICHS
 - srdeční selhání

Perfuze myokardu


klinické studie

- Měření velikosti infarktového ložiska a ohroženého myokardu
 - Uznáno jako zástupné kritérium (FDA) pro hodnocení různých způsobů léčby akutní ischemie
 - Vhodné pro pilotní studie – malé množství pacientů ve srovnání s mortalitními studiemi
 - Např. CORE, STOPAMI, AMISTAD

Perfuze myokardu

klinická praxe

- Detekce ischemie myokardu (vyloučení)
 - Lokalizace, rozsah (extent), závažnost (severity)
 - Kalciové skóre, CT koronarografie
 - Hemodynamická významnost prokázaných stenóz
 - určení „culprit lesion“
- Prognóza pacientů s ICHS
 - Obecně
 - Vybrané skupiny (ženy, po IM, po revask., diabetici)
- Viabilita myokardu
- Akutní koronární syndromy
- Kardiální riziko operace u nekoronárních výkonů



**Detekce
ischemie
myokardu**

Detekce CAD

- SPECT **Tl** scintigrafie
- Soubor 1.527 pacientů - senz. 90%, spec. 70% (více FP - artefakty), norm. rate 89%
 - Pacienti bez IM - senz. 85%
 - Pacienti s IM - senz. 99%
 - Nemoc 1 tepny - senz. 83%
 - Nemoc 2 tepen - senz. 93%
 - Nemoc 3 tepen - senz. 95%
- SPECT ^{99m}Tc **MIBI** scintigrafie
- Senzitivita 87%
- Specifická 73% (méně artefaktů u GSPECT)
- Normalcy rate 92%

Metelková a kol. Cor Vasa 2008: „gold st“ stenóza >50% na SKG
582 pacientů; ^{201}Tl chlorid, ^{99m}Tc MIBI; GSPECT 4D-MSPECT
senzitivita 93%, specifická 79%

Detekce CAD

parametry metody

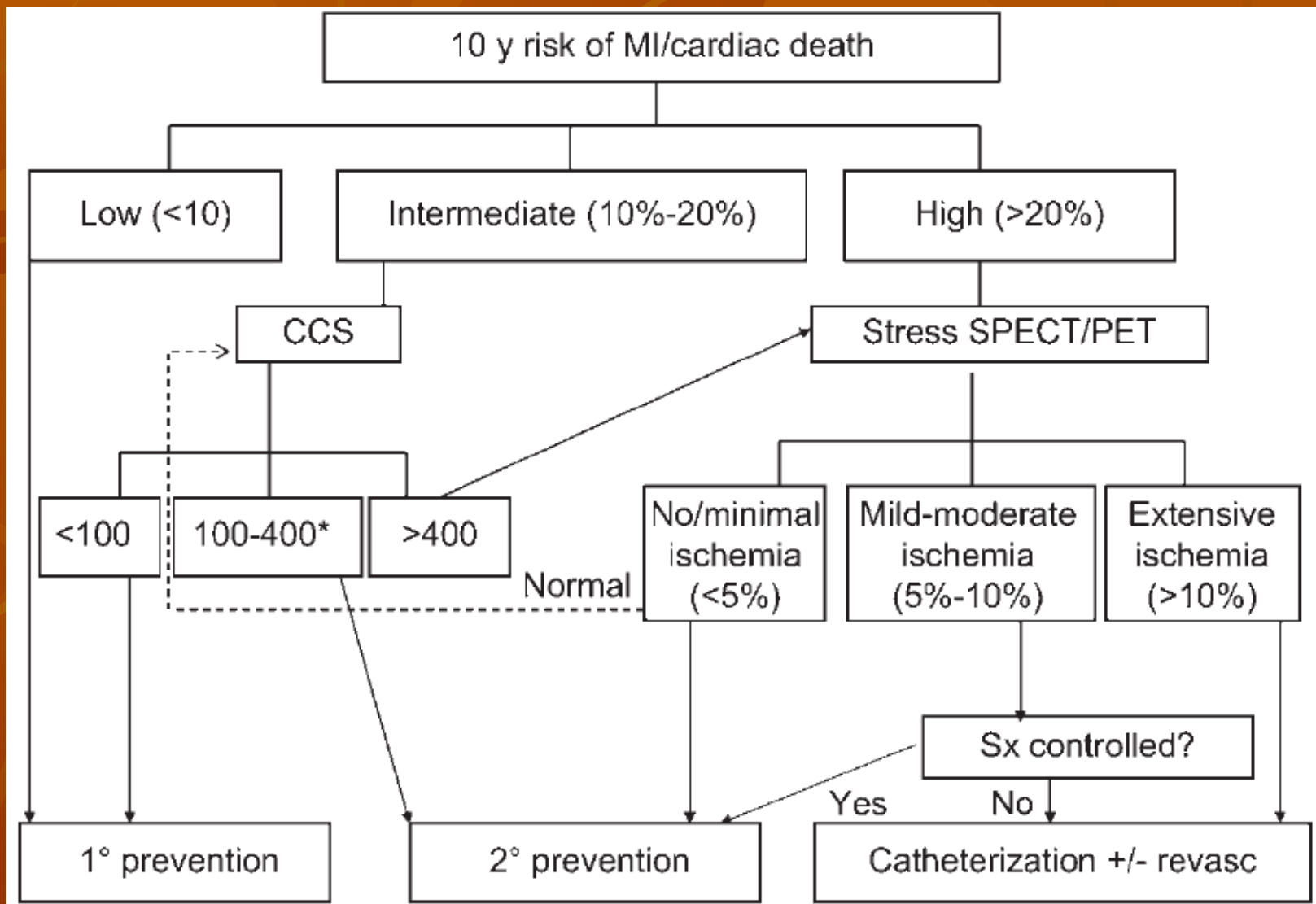
- Neprokáván rozdíl
 - ^{201}Tl proti $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MIBI
 - MIBI proti Myoview
 - Fyzická proti farmakologické zátěži
 - Muži proti ženám
- Prokázáno zlepšení přesnosti
 - SPECT proti planární scintigrafii
 - GSPECT, kvantifikace, prone projekce

Hybridní zobrazování (staro)nové možnosti

Ca skóre u asymptomatických pacientů

- Koronární nemoc (CAD)
≠
ischemická choroba srdeční (IHD)
- Screeningový test
vs
symptomatický pacient

Berman DS, et al. J Nucl Med 2006: Schéma využití CCS (Coronary Ca Score) při screeningu asymptomat. osob

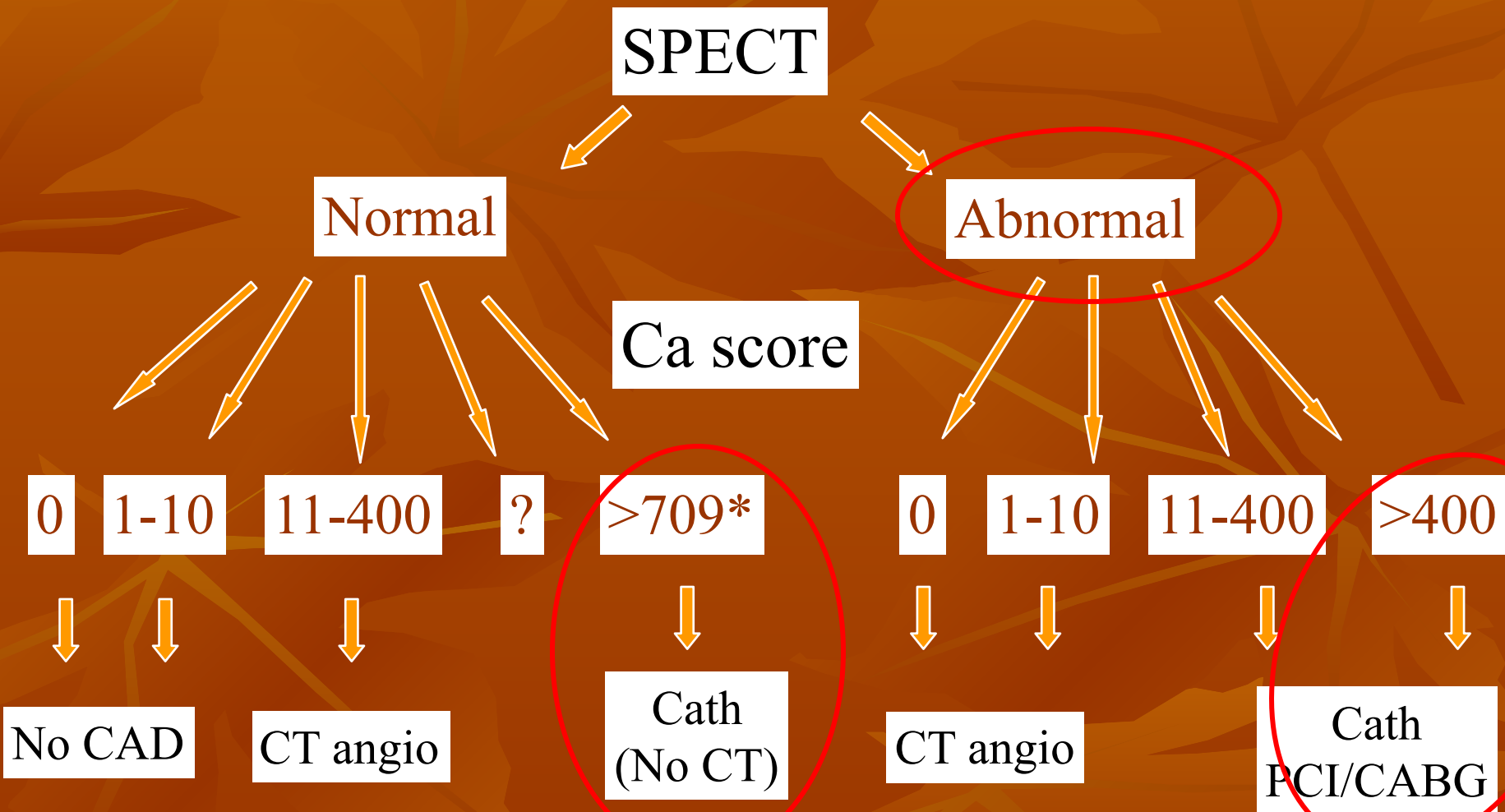


*Consider SPECT/PET in higher-risk subjects

Ca skóre
u symptomatických
pacientů

?

Possible Integration of SPECT, CTCA and Calcium Score



Kaufmann PA: Annual EANM congress, Copenhagen 2007

**Schepis T, et. Al. J Nucl Med 2007;48:1424-30*

Kamínek



Riziková stratifikace

Prostředky pro rizikovou stratifikaci

- Klinické vyšetření + klidové EKG
 - Málo spolehlivé
- Zátěžové vyšetření (EKG, Duke)
 - >55% střední riziko – další stratifikace nutná
- Koronarografie
 - Problém s hraniční stenózou 50-70%
- Neinvazivní zobrazovací metody
 - Ultrazvuk, scintigrafie (SPECT, PET), CT, MRI

Scintigrafie perfuze myokardu

myocardial perfusion imaging MPI

- **Poskytuje všechny parametry důležité pro určení rizika**
- Kvantitativní hodnocení perfuzní poruchy
 - Velikost, závažnost
- Typ poškození myokardu
 - Ischemie, jizva, hibernace
- Mechanická funkce srdce
 - Ejekční frakce, EDV, ESV

Prognóza po PCI

- Pfisterer M, JACC, 1993, 490 pacientů
 - Rutinně MPI 6 měsíců po PTCA
 - Frekvence srdečních příhod
 - 9% u normální MPI, 48% u defektu perfuze
- Cottin Y, Am Heart J, 2001, 152 pacientů
 - MPI v průměru 5 měsíců po stentu
 - Frekvence srdečních příhod
 - 10% u normální MPI, 51% při ischemii

Koho po PCI vyšetřovat?

- Ne rutinně všechny pacienty
- Vhodné vyšetřit pacienty s vysokým rizikem
 - Diabetici
 - Pacienti s městnavým srdečním selháním

Prognóza po CABG

- Zellweger MJ, JACC, 2001
 - 1544 pacientů, 7 ± 5 let po CABG, FU >1 rok
 - Prediktory úmrtnosti
 - Velikost infarktu a přítomnost ischemie
 - Roční přírůstek smrti
 - 3,1% se střední a závažnou poruchou perfuze
 - 0,7% s malou nebo žádnou poruchou perfuze

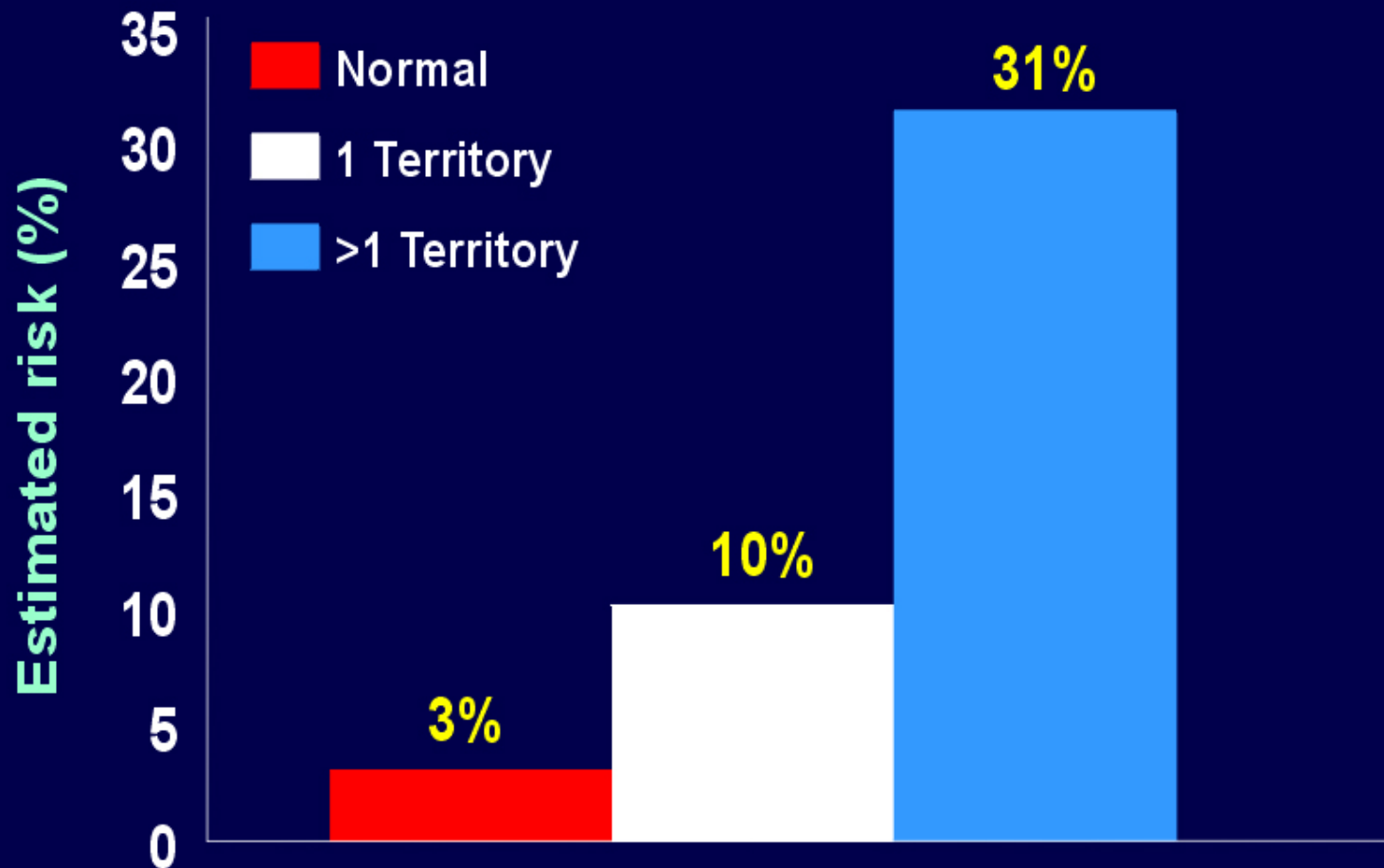
Koho po CABG vyšetřovat?

- Do 5 let po CABG
 - Jen symptomatické pacienty
- Více než 5 let po CABG
 - Všechny pacienty

Prognóza u vybraných populací pacienti s diabetem

- Ve světě 150 milionů diabetiků
- V ČR 610 tisíc diabetiků
- V populaci ČR 6% diabetiků
- V souboru našich pacientů 20% (1698/8359)

Risk of Hard Events in Asymptomatic Diabetics Related to Sestamibi SPECT Results



(De Lorenzo, Am J. Cardiol 2002; 90: 827-32)

Prognóza u vybraných populací ženy se susp. nebo známou ICHS (ASNC)

Dobrá tolerance zátěže a
normální klidové EKG

Diabetes, abnormální EKG nebo
redukováná tolerance zátěže

Zátěžové EKG

Zátěžový GSPECT

zátěž fyzická, při kapacitě
pod 5 MET farmakologická

Nízké riziko

Střední riziko

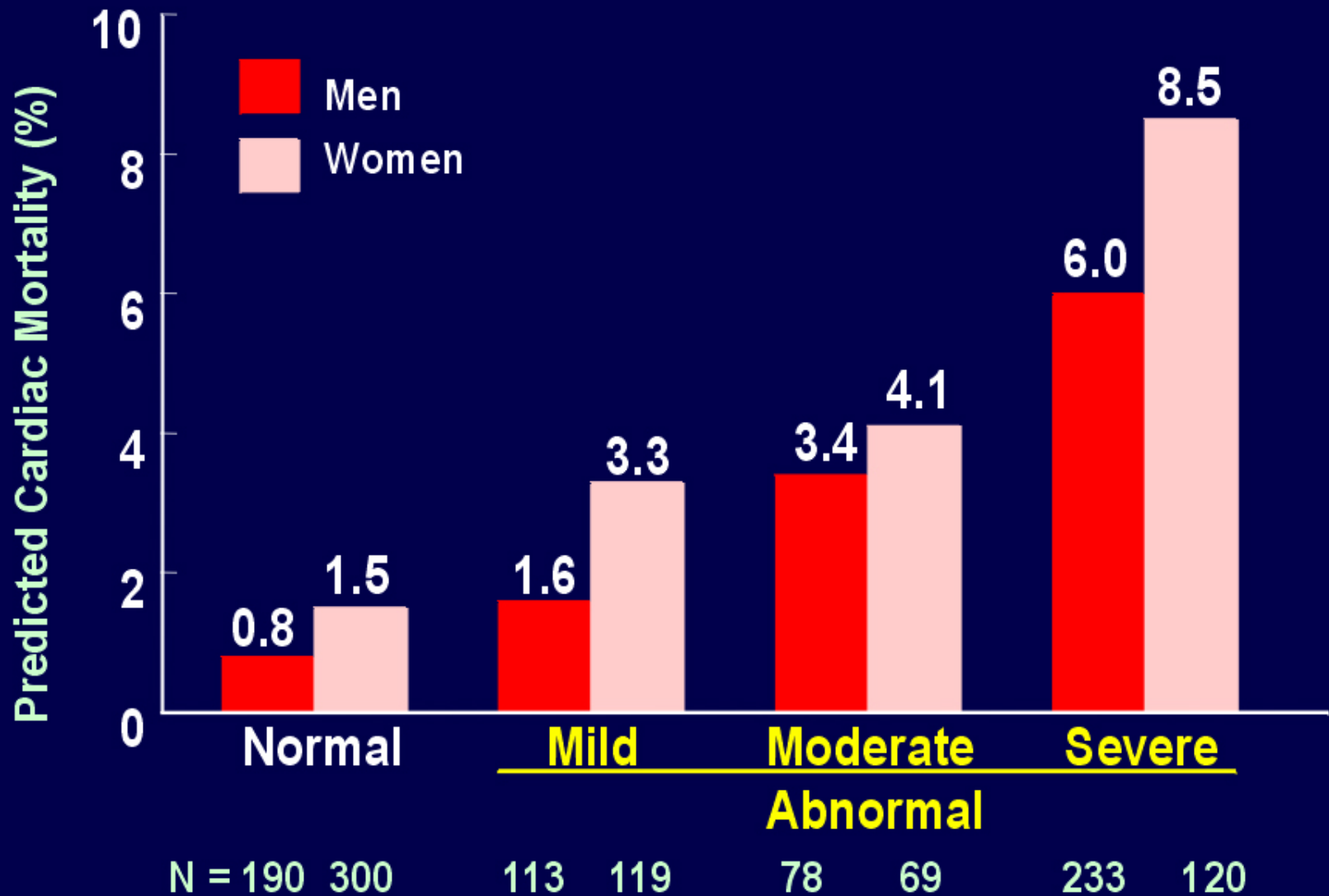
Normální nebo
lehce abnormální s
dobrou funkcí LK

Středně / významně
abnormální nebo
snížená EF

**Modifikace RF a
/ nebo
antiischemická
léčba**

Katetrizace

Predicted Cardiac Mortality in Diabetic Men And Women Based on Adenosine SPECT Results



(Berman JACC 2003; 41: 1125-33)

Prognóza pacientů s ICHS

shrnutí

- Význam MPI pro prognózu byl prokázán v řadě klinických studií
- MPI je efektivní bez ohledu na radiofarmakum, typ zátěže, pohlaví či přítomnost diabetu.
- Chybí randomizovaná data vlivu výsledku MPI na změnu léčby pacientů



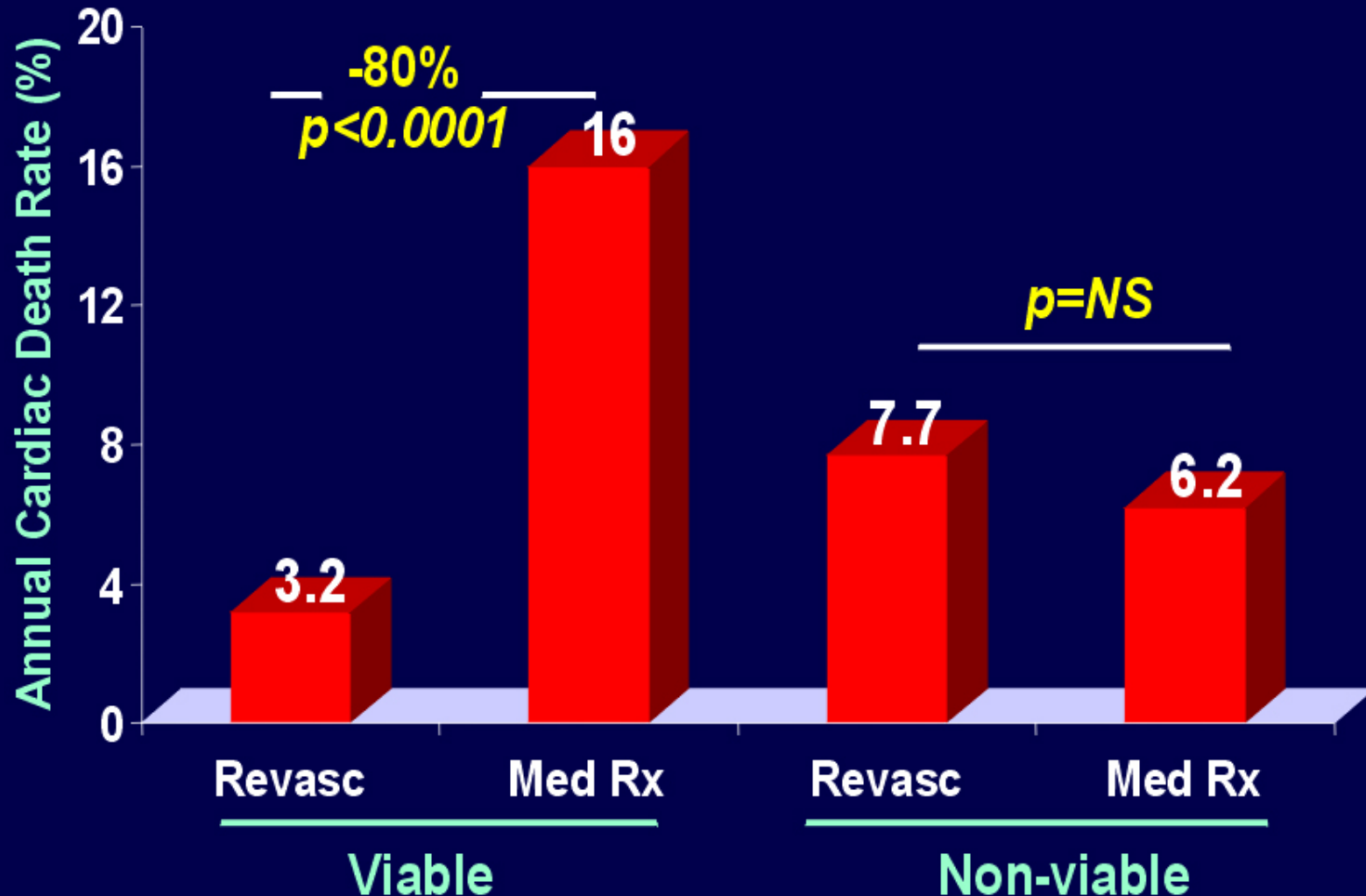
Viabilitata myokardu

Viabilní myokard

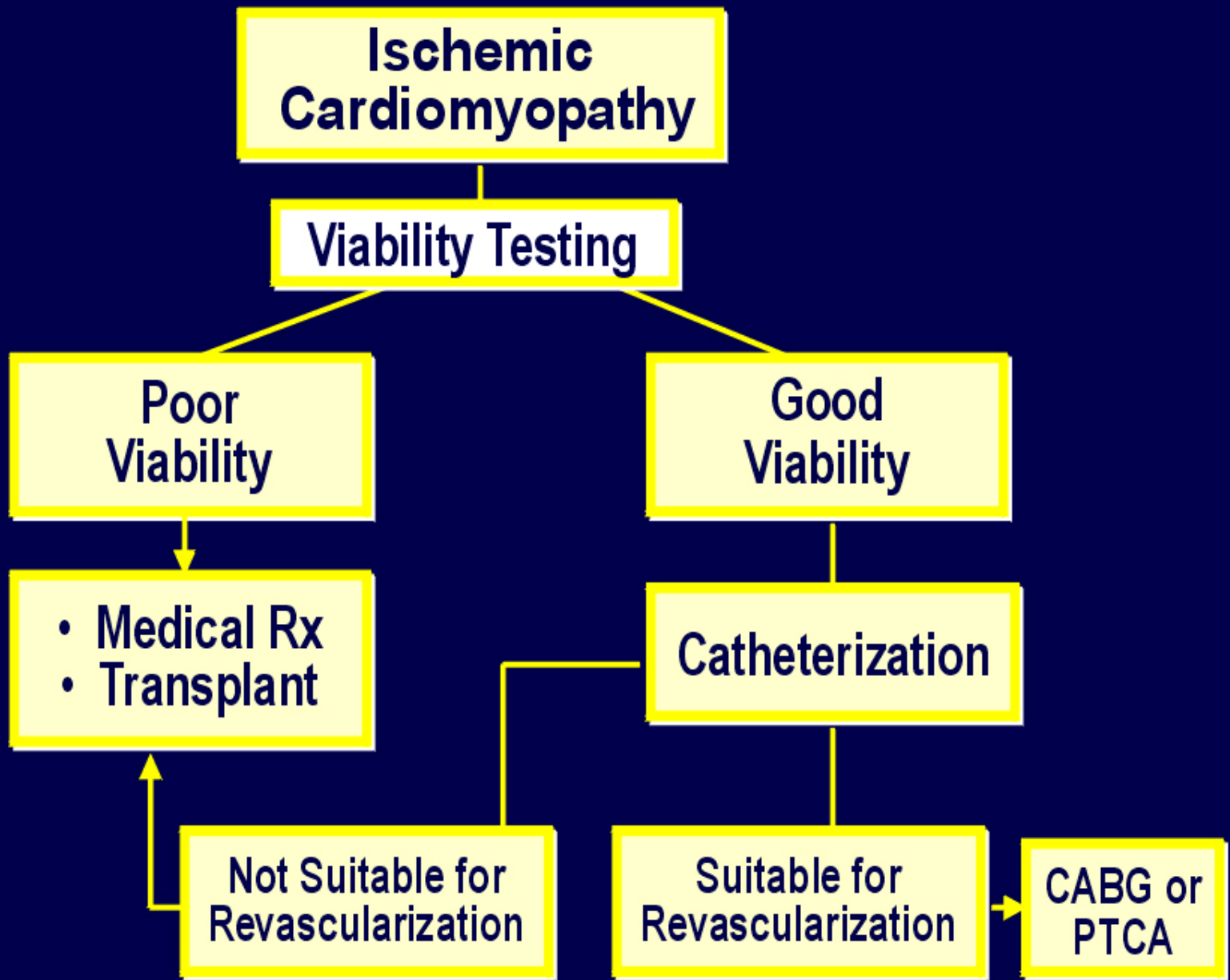
klidově dysfunkční

- Parametry perfuze, metabolismu a funkce
- Omráčený myokard
 - Porucha kinetiky, normální perfuze, zachovaný metabolismus
- Hibernující myokard
 - Porucha kinetiky, porucha perfuze, zachovaný metabolismus
- Jizva
 - Porucha kinetiky, perfuze i metabolismu

Influence of Viability Testing on Outcomes With Revascularization



(Allman, JACC 2002; 39: 1151-1158)



**Ischemic
Cardiomyopathy**

Viability Testing

**Poor
Viability**

**Good
Viability**

- Medical Rx
- Transplant

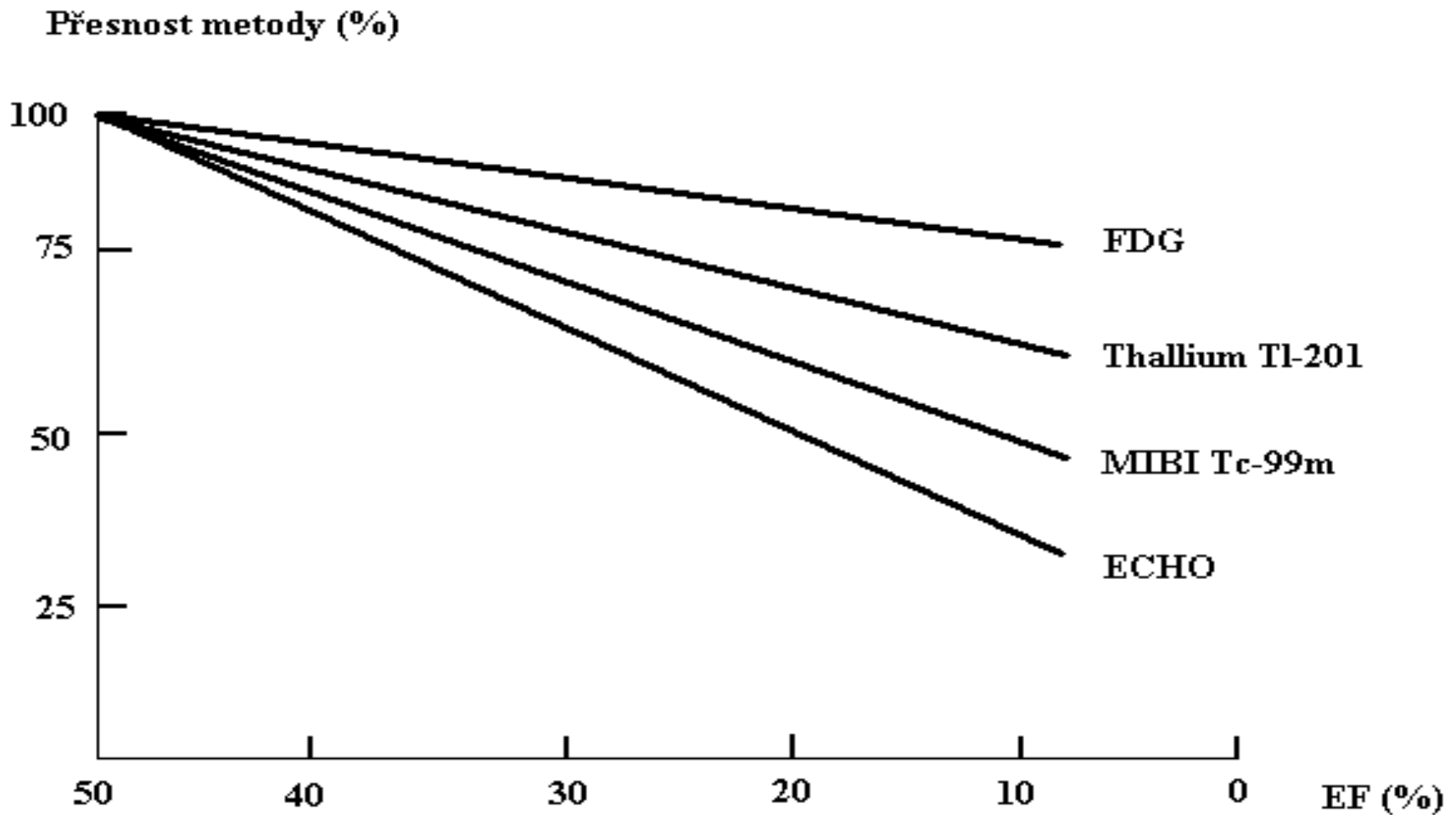
Catheterization

**Not Suitable for
Revascularization**

**Suitable for
Revascularization**

**CABG or
PTCA**

Viabilita myokardu přesnost metod



**Vyšetření
pacientů
s podezřením
na embolii
do plicnice**

Radionuklidová flebografie a scintigrafie plic

- Hlavní klinickou indikací je podezření na plicní embolizaci
- Hlavní význam metody je v **negativním nálezu - vylučuje embolizaci**
- Dobře dostupná je perfuzní scintigrafie
- Vhodné je hybridní zobrazení SPECT/CT
- Ventilační scinti
 - užitečná u EP pod 50%
 - u pacientů s CHOPN

Perfuzní scintigrafie plic

- ^{99m}Tc MAA - kapilární mikroembolizace, distribuce zobrazuje krevní tok v plicích
- Nezvyšuje tlak v plicnici (P-L zkraty)
- Aplikace vleže
- Zobrazení planární nebo SPECT/CT
- Doba vyšetření cca 30 minut
- Interpretace vizuální
 - PIOPED kriteriá 1993 (vyžadují i ventilační scinti)
 - PISA-PED kriteriá 1998 (jen perfuzní scinti)

Perfuzní scintigrafie plic vyšetření



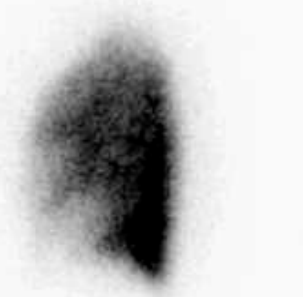
Perfuzní scintigrafie plic planární obrazy - normální



ANT



LAO



LL



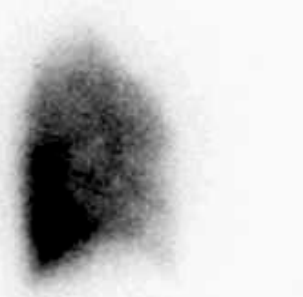
LPO



POST



RPO

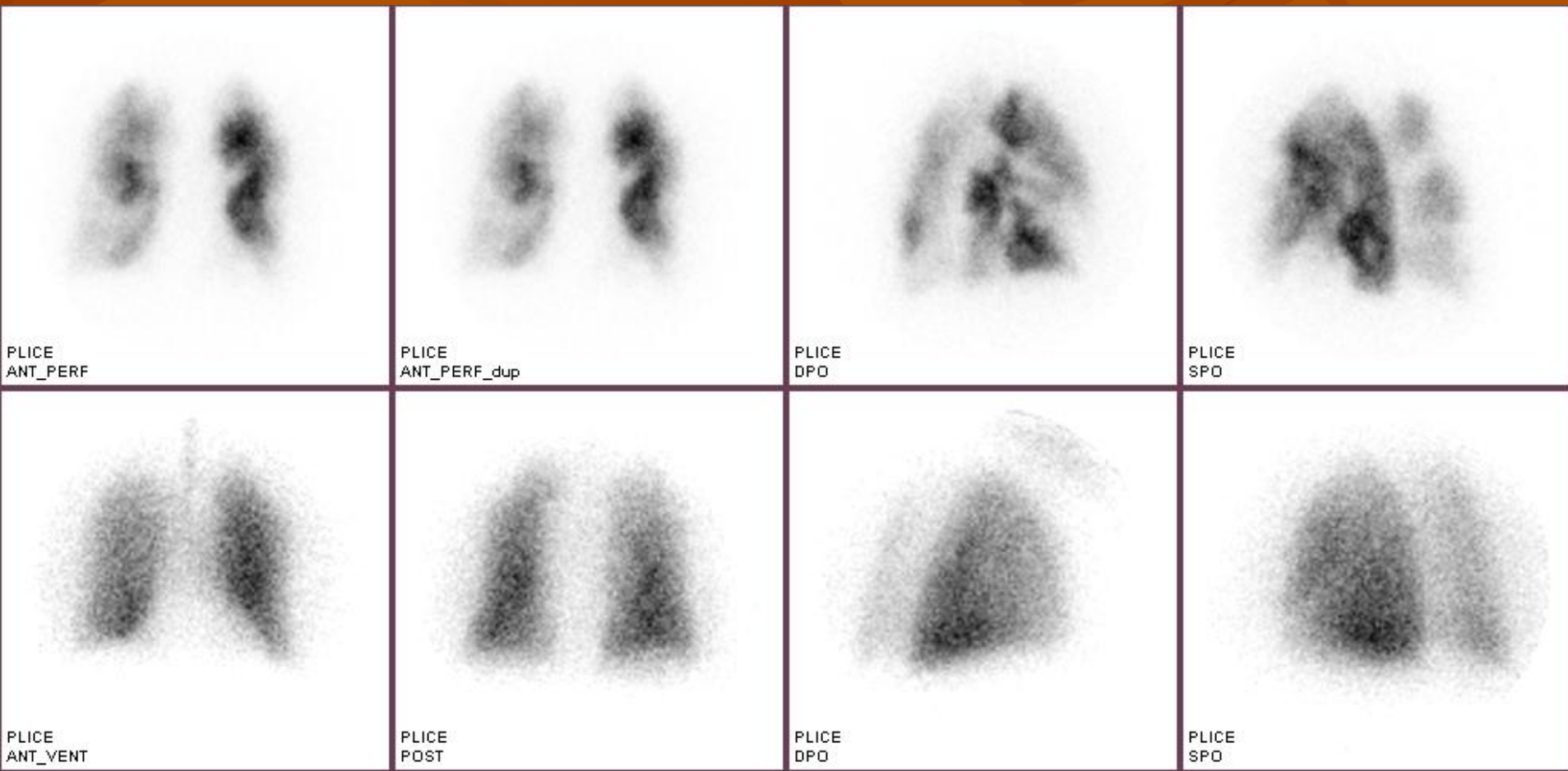


RL

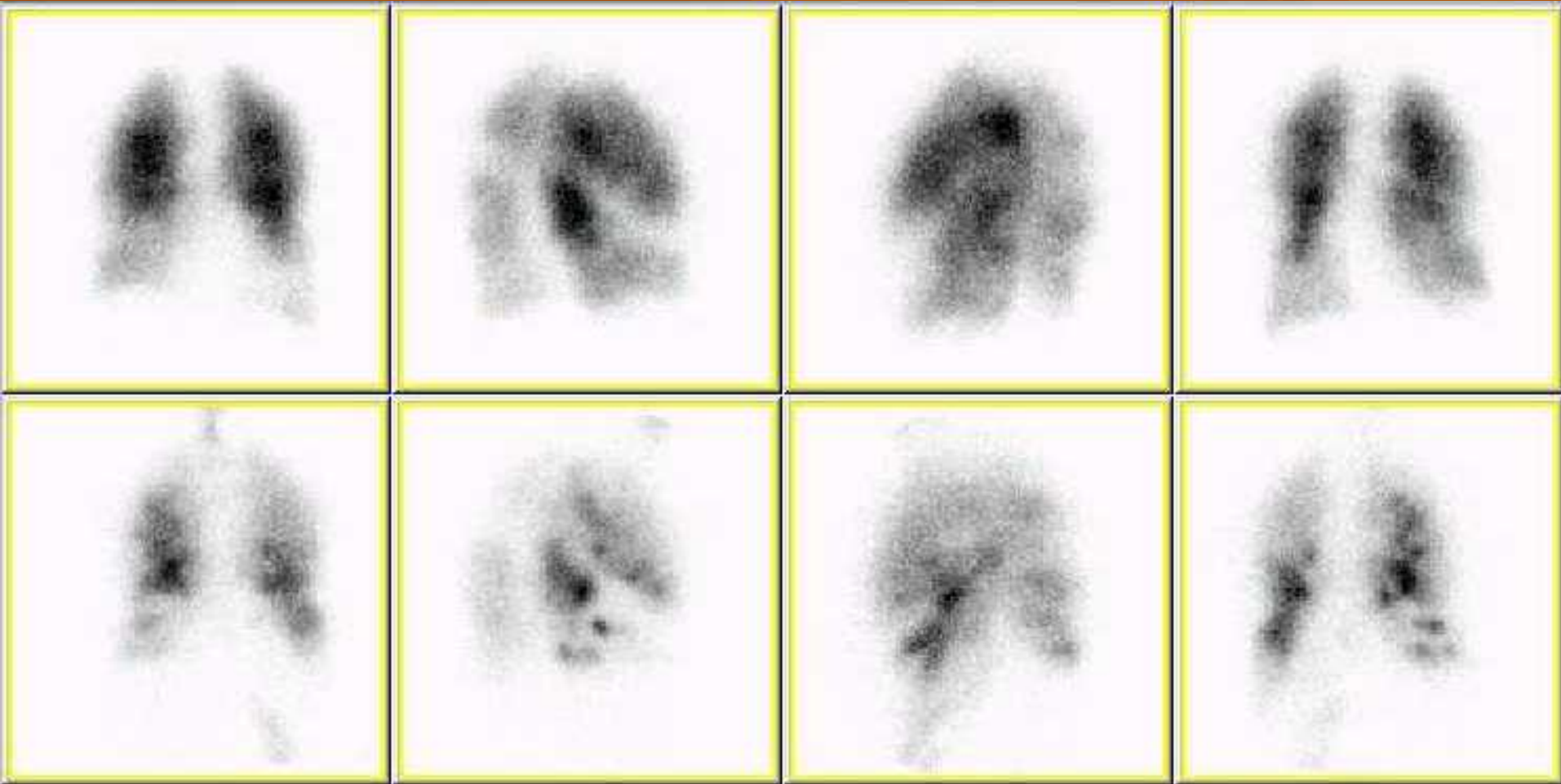


RAO

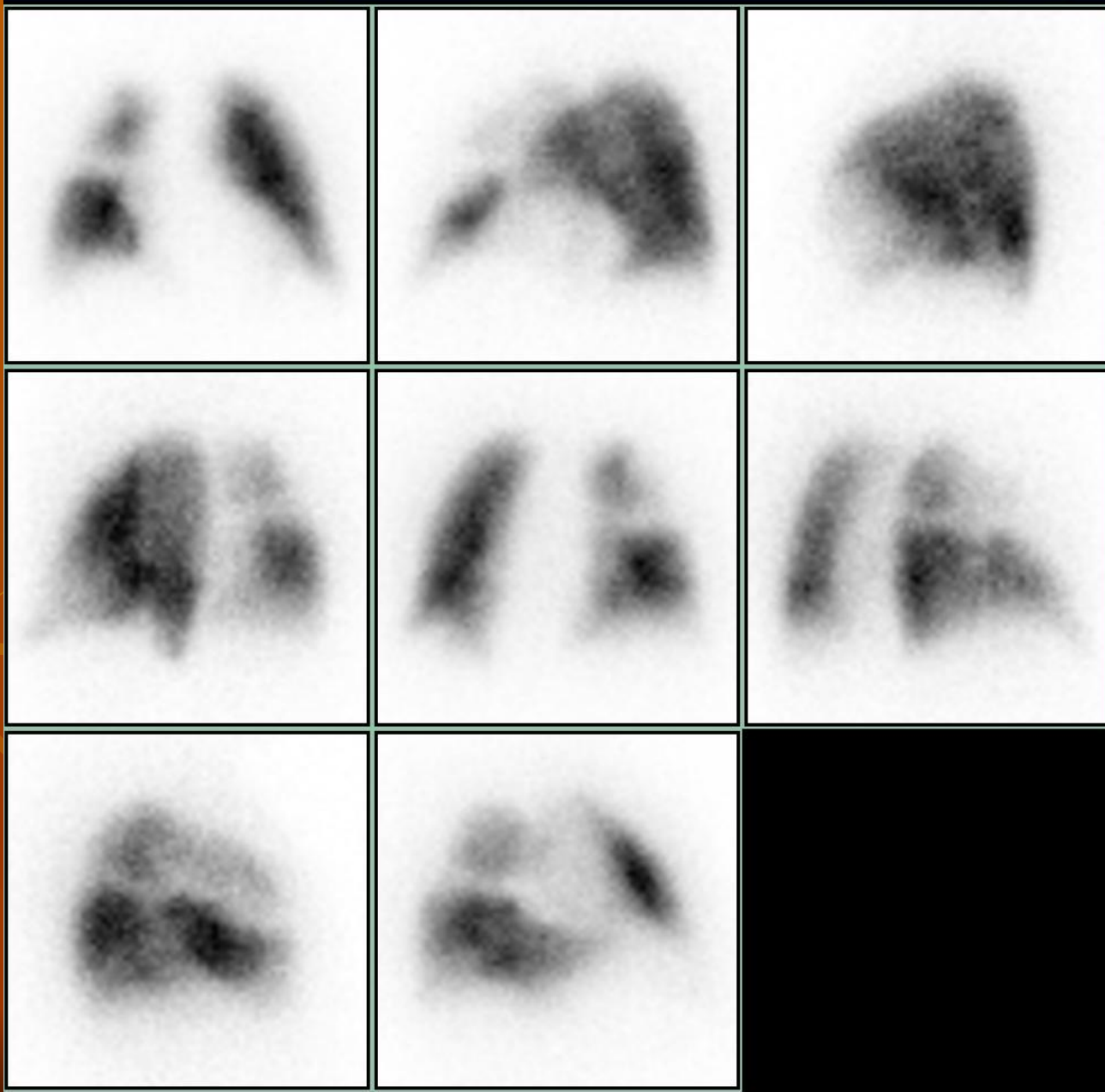
Perfuzní a ventilační scintigrafie plic embolie do plicnice



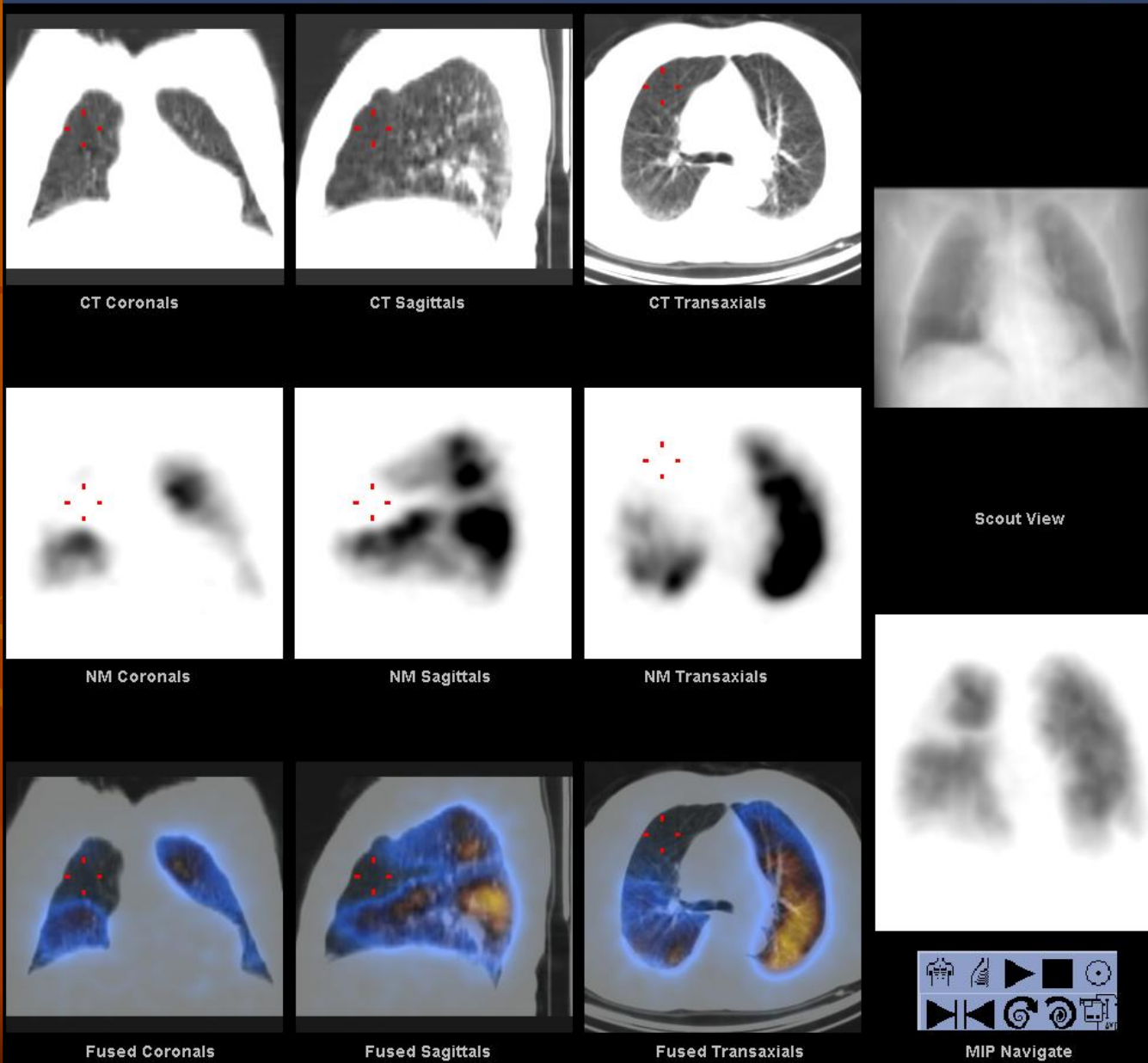
Perfuzní a ventilační scintigrafie plic obraz CHOPN



Planární perfuze plic - CHOPN



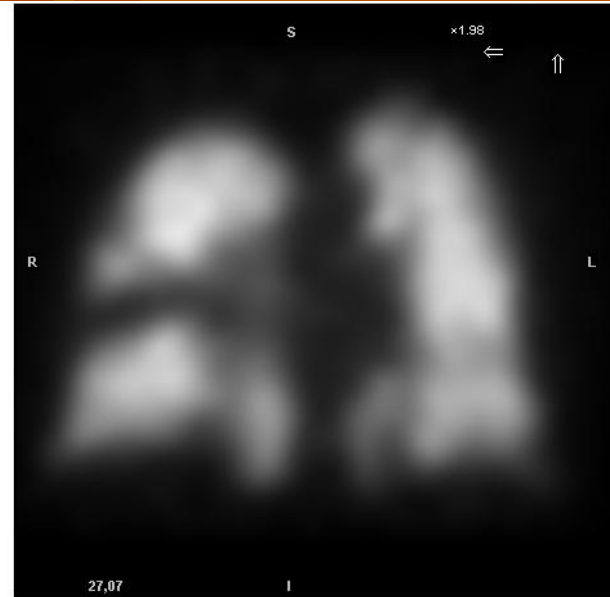
SPECT perfuze + LDCT stejny p.



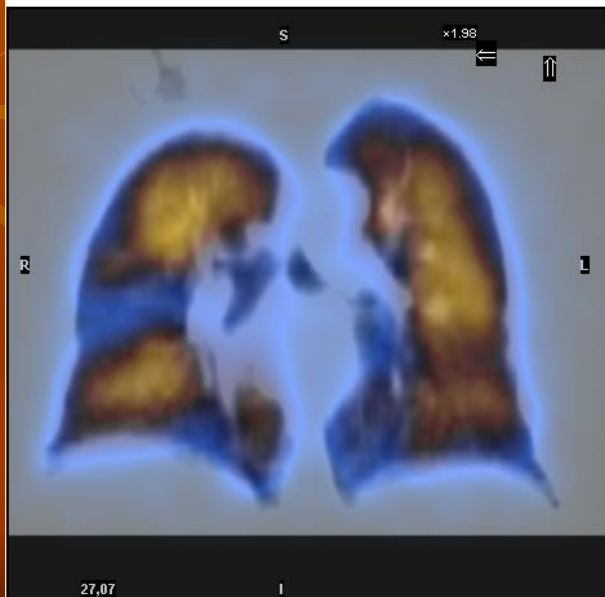
SPECT perfuze + LDCT - EP



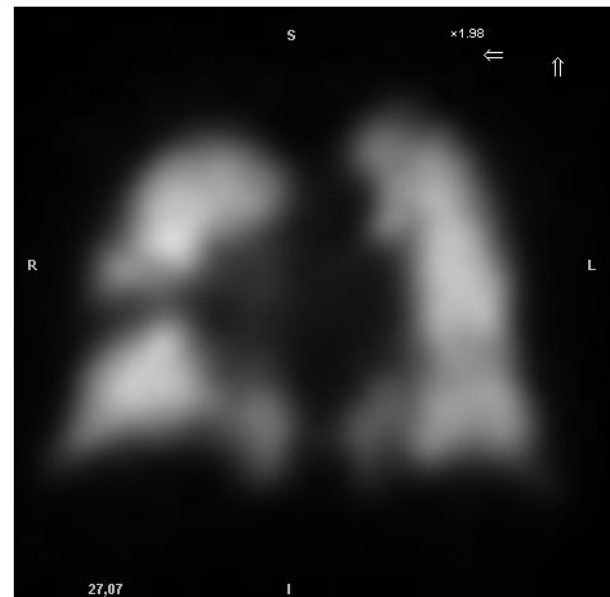
CT Coronals



NM Coronals



Fused Coronals



NM NACCoronals

Radionuklidová flebografie

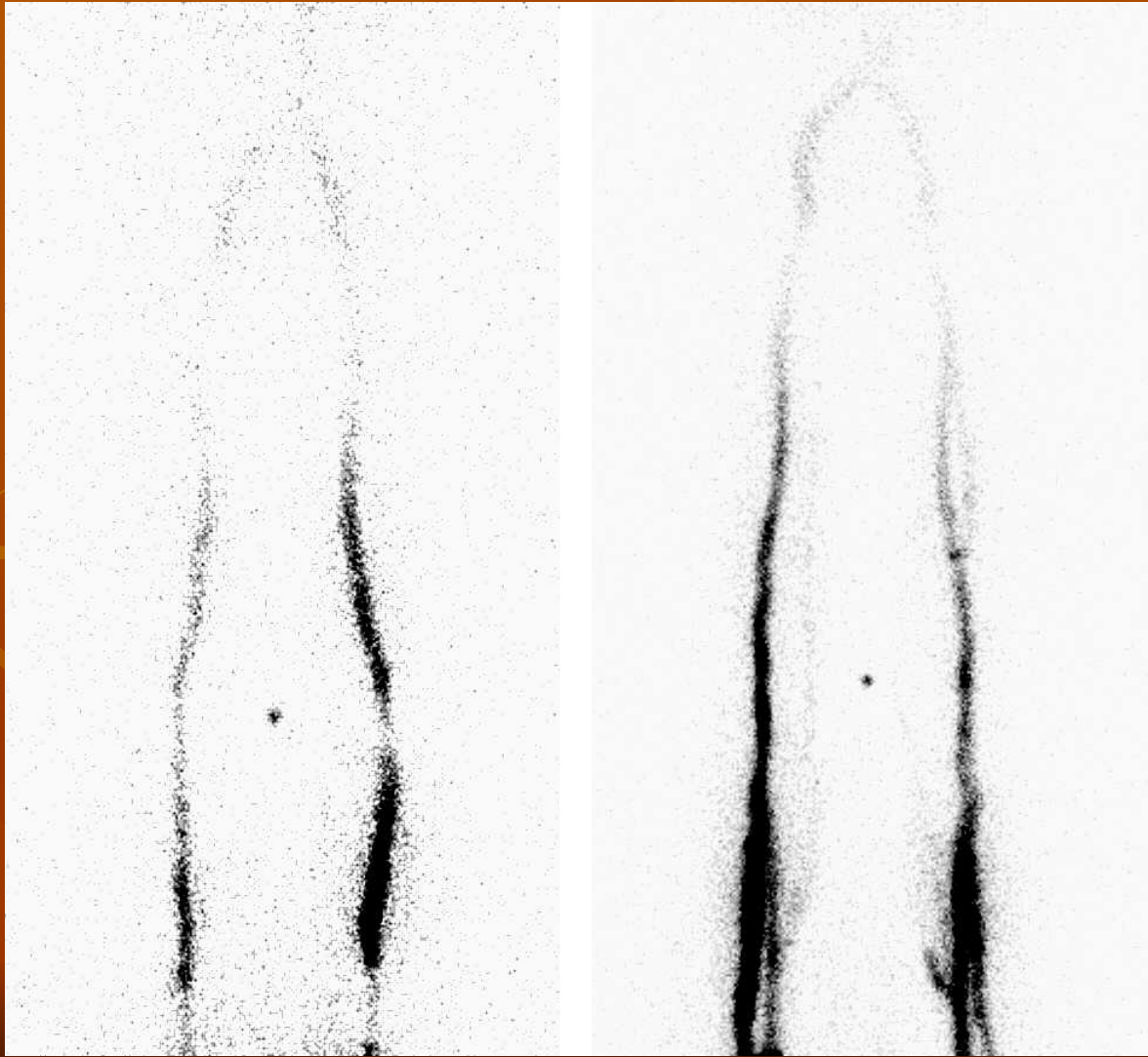
- Zobrazuje průchodnost žilního řečiště dolních končetin
- Zobrazuje insuficienci žilních spojek
- Zobrazuje kolaterální oběh
- **Nezobrazuje trombus**
- Aplikace ^{99m}Tc MAA na dorsum pedis
- Perfuzní scintigrafie plic navazuje
- Doba vyšetření cca 30 minut

Radionuklidová flebografie aplikace a vyšetření



Radionuklidová flebografie

obrazy: vlevo se, vpravo bez škrtidel



Radionuklidová flebografie patologický nále



Děkuji za pozornost.

