

# METODY NM V KARDIOLOGII

KLINIKA RADIOLOGIE A NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY FN BRNO  
MUDR.ZDENKA POVOLNÁ



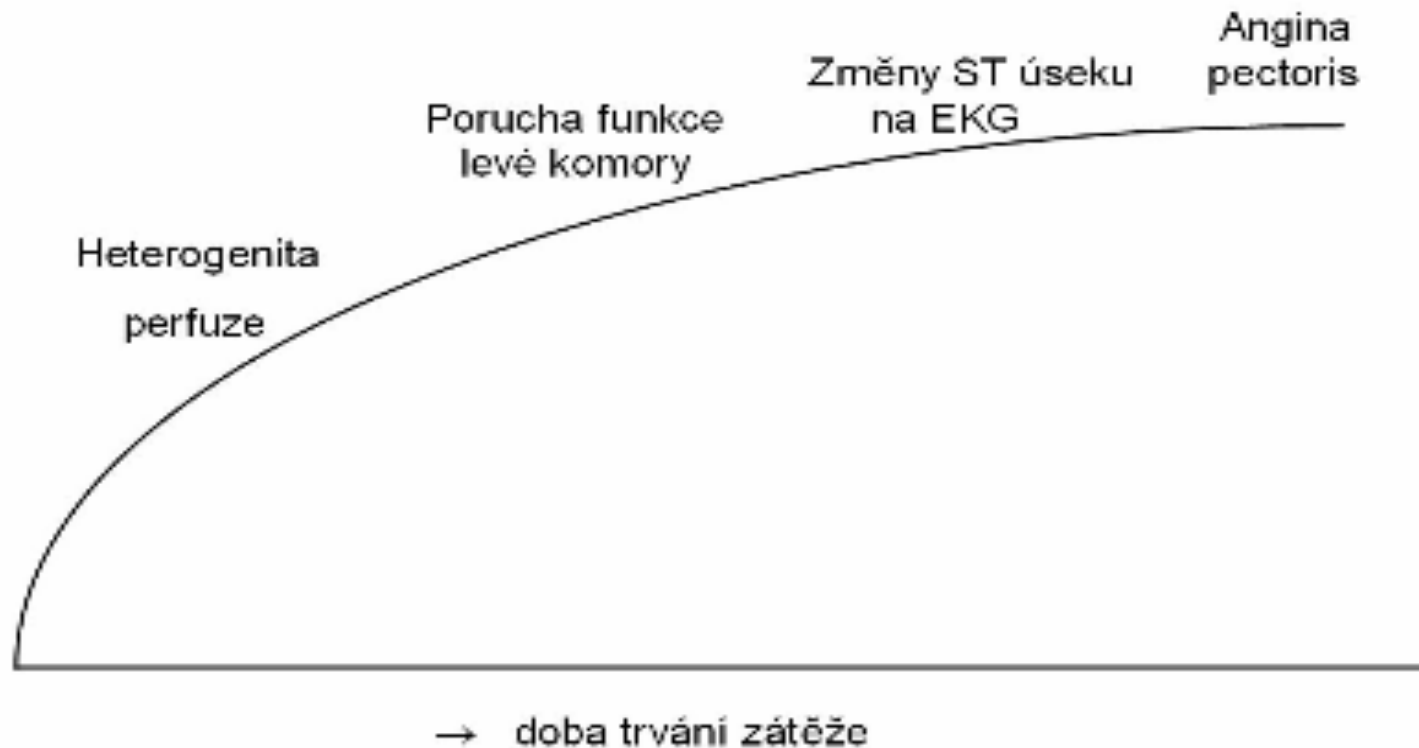
# PERFUZNÍ SCINTIGRAFIE MYOKARDU

- Nejčastější metoda nukleární kardiologie k zobrazení regionální myokardiální perfuze a funkce LK pomocí SPECT
- Posouzení funkční rezervy koronárního průtoku = dopad koronární stenózy na dodávku krve do srdce za klidových podmínek / na vrcholu zátěže
- Gated SPECT – synchronizace nahrávání dat s EKG umožňuje posouzení systolického ztlušťování a hybnost stěn LK, kvantifikovat EDV, ESV, EF, TID (posouzení perfuze, ale i funkce LK)
- Vyšetřovací protokol závislý na typu RF, typu zátěže, zvyklostech pracoviště, na KRNM dvoudenní protokol s použitím  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI

# RADIOFARMAKA PRO PERFUZNÍ VYŠETŘENÍ

- **201 Tl – chlorid thalný** (distribuce v myokardu proporcionální krvnímu průtoku a viabilitě myokardu, distribuce není statická, v dynamické rovnováze s krví - redistribuce)
- **Tc-sestamibi** (distribuce v myokardu je proporcionální koronárnímu průtoku v době aplikace, minimální redistribuce RF v čase)

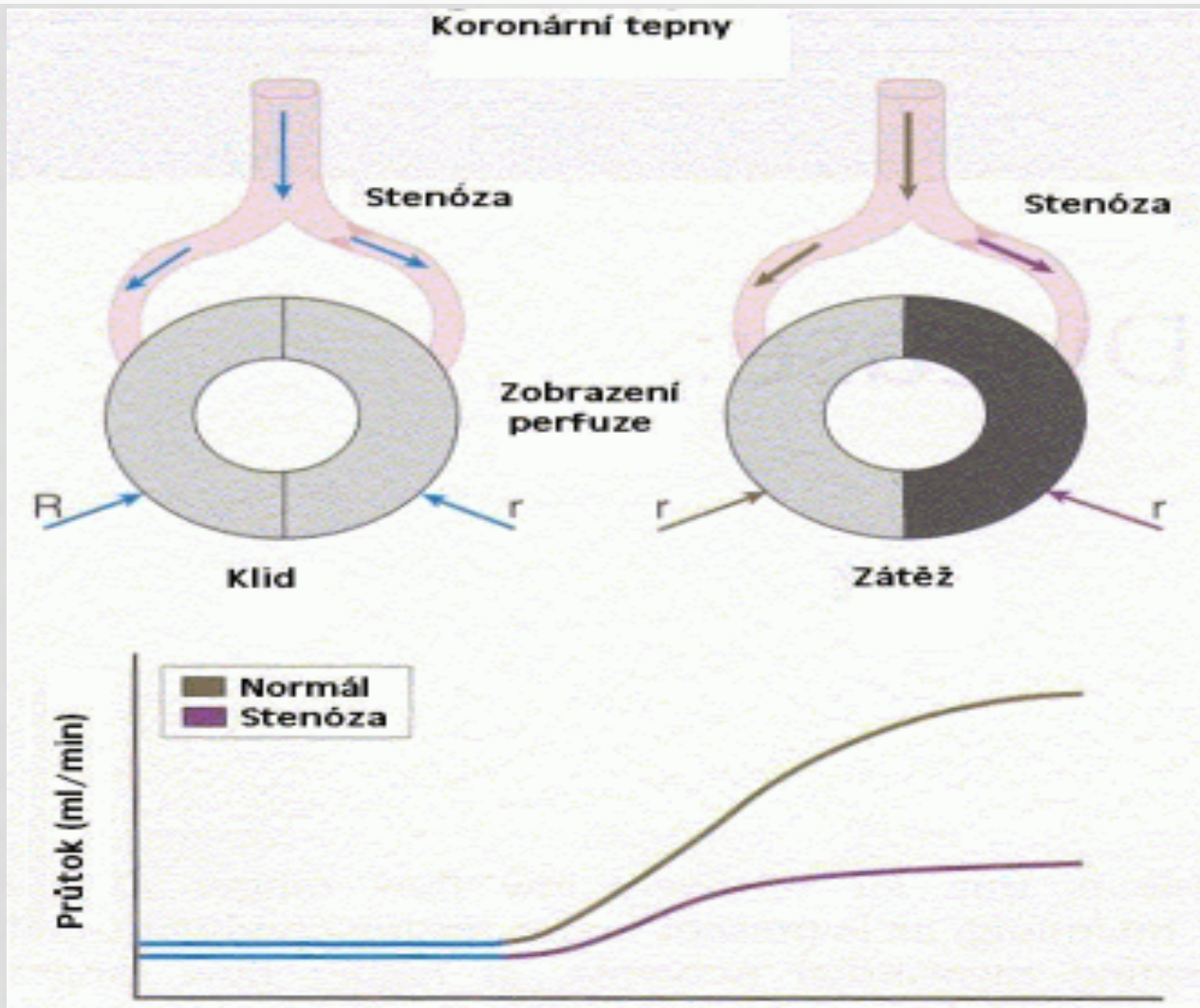
# ISCHEMICKÁ KASKÁDA



# ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ

- Pokud se nejedná o kritickou stenózu, průtok krve patologicky zúženými koronárními tepnami je za klidových podmínek normální (homogenní distribuce perfuze)
- Zátěž vede k zvýšení požadavku na dodávku O<sub>2</sub>, což vede k dilataci zdravých tepen a adekvátnímu zvýšení průtoku, ALE! v povodí s významným zúžením se již průtok vlivem zátěže nezvyšuje, stenozované tepny již dilatovány na své maximum v klidových podmínkách (heterogenita distribuce perfuze – perfuzní defekt v povodí zúžené tepny)
- 2 typy zátěže: **fyzická** (preferovaná, aplikace RF )
- **farmakologická** (volbou u pacientů s LBBB, regadenoson, dipyridamol, adenosin, dobutamin...atropin)

# HETEROGENITA PERFUZE PO ZÁTEŽI



# ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ

- Na lačno, vysazení BB nejlépe 2 dny před vyšetřením nebo alespoň v den vyšetření, neužít látky obsahující methylxantiny, léky obsahující teofylin (pro případ farmakol. zátěže)
- Zajištění periferní žíly, monitorace TK, EKG - 12svodové EKG, ergometr, defibrilátor, laryngoskop, ambuvak, léky pro kardiopulmonální resuscitaci
- Aplikace RF na vrcholu zátěže (85% TFmax, dvouprodukt nad 25000, subj. maximum, časně ukončení zátěže: stenokardie, výrazná dušnost, EKG změny ST segmentu, komorové arytmie ve vazbě, změny TK...)
- U farmakol. zátěže aplikace RF až po léku s vazodilatačním účinkem, současná kombinace s menší fyzickou zátěží – prevence poklesu TK, monitorace TK, EKG
- Po zátěži snímání do 15 minut po aplikaci, klidová studie: za 1 hod po aplikaci

# KONTRAINDIKACE ZÁTĚŽE

## Fyzická

- Akutní koronární syndrom
- Akutní plicní embolie
- Nekontrolovaná HT
- Nedostatečně komp. srdeční selhání
- Závažná aortální stenóza
- Nekontrolovaná srdeční arytmie

## Farmakologická

- Regadenoson
- – hypotenze
- - AV blok II. a III.st. či dysfunkce sinusového uzlu bez zajištění kardiostimulátorem
- - hypersenzitivita
- - nestabilní angina
- - dekompenzované srdeční selhání

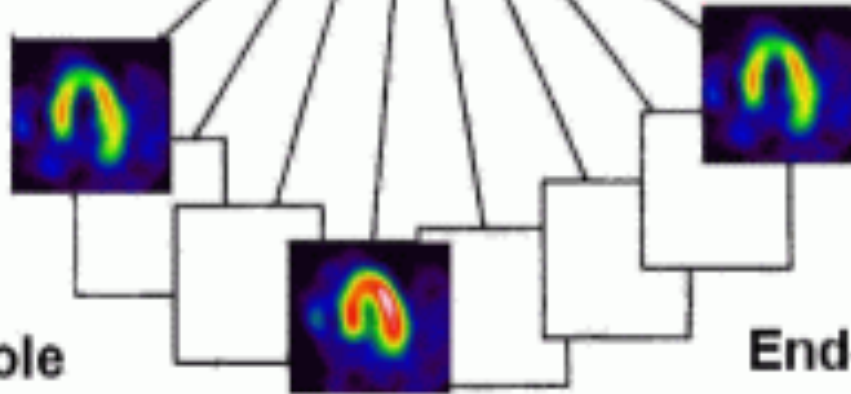
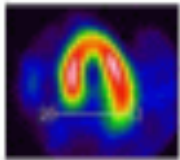


# GATED SPECT

- Akvizice nejčastěji pomocí dvoudetektorové gamakamery s detektory v úhlu 90 stupňů, v supine pozici s LHK mimo zorné pole, event. v prone pozici, snímání z pravé přední šikmé projekce do levé zadní šikmé projekce (180 stupňů)
- Srdeční cyklus je při nahrávání rozdělen na 8-16 stejných úseků (řádově stovky ms)
- Provádíme opakovaný záznam jednotlivých úseků do identických míst záznamového media v paměti počítače (několik set srdečních cyklů) – vytvoření záznamu 1 reprezentativního srdečního cyklu od end-diastoly, přes end-systolu, po další end-diastolu

# GATED SPECT

**HLA Slice  
Ungated**



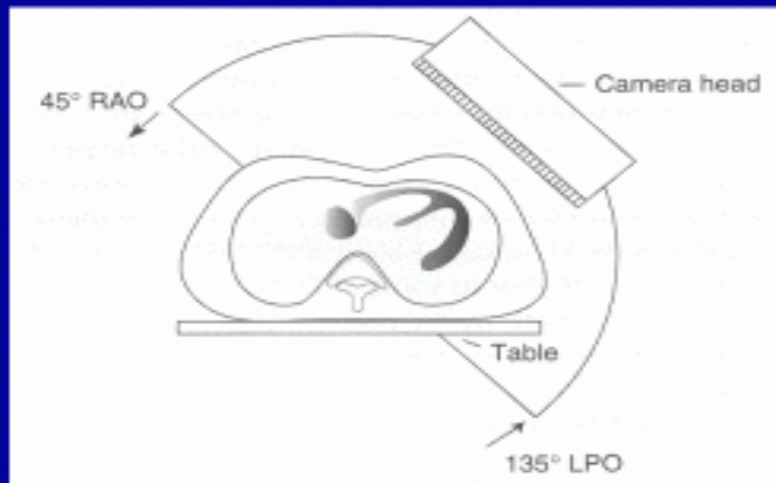
**End-diastole**

**End-diastole**

**End-systole**

# SPECT MYOKARDU

## Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT)



# TOMOGRAFICKÁ REKONSTRUKCE OBRAZU

## **Filtrovaná zpětná projekce (FBP)**

- Náchylná na artefakty, ale výpočetně málo náročná
- Standardní
- Normálová databáze vytvořené pomocí FBP

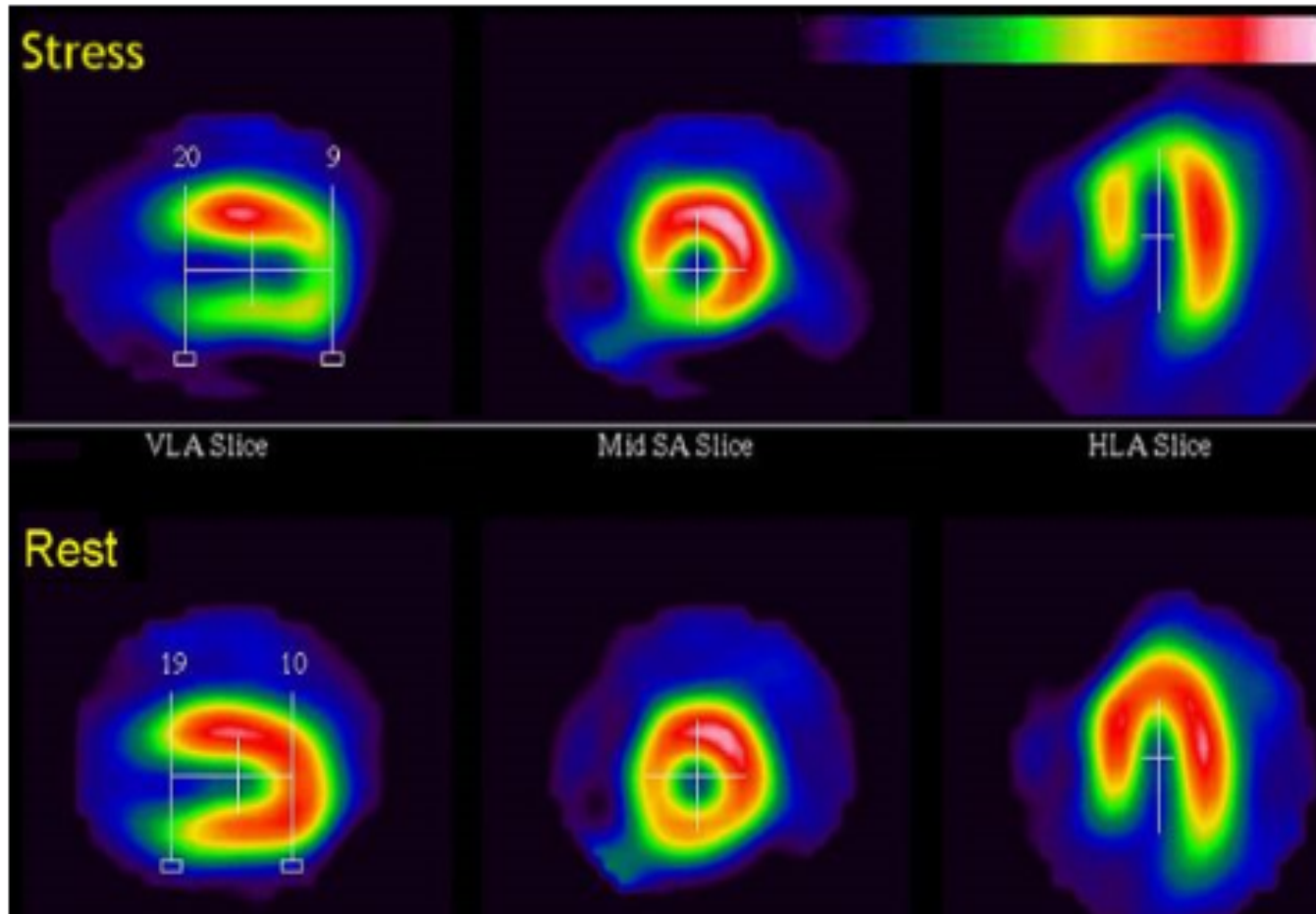
## **Iterativní rekonstrukce**

- Větší kvalita obrazů
- Stabilnější, výpočetně náročnější

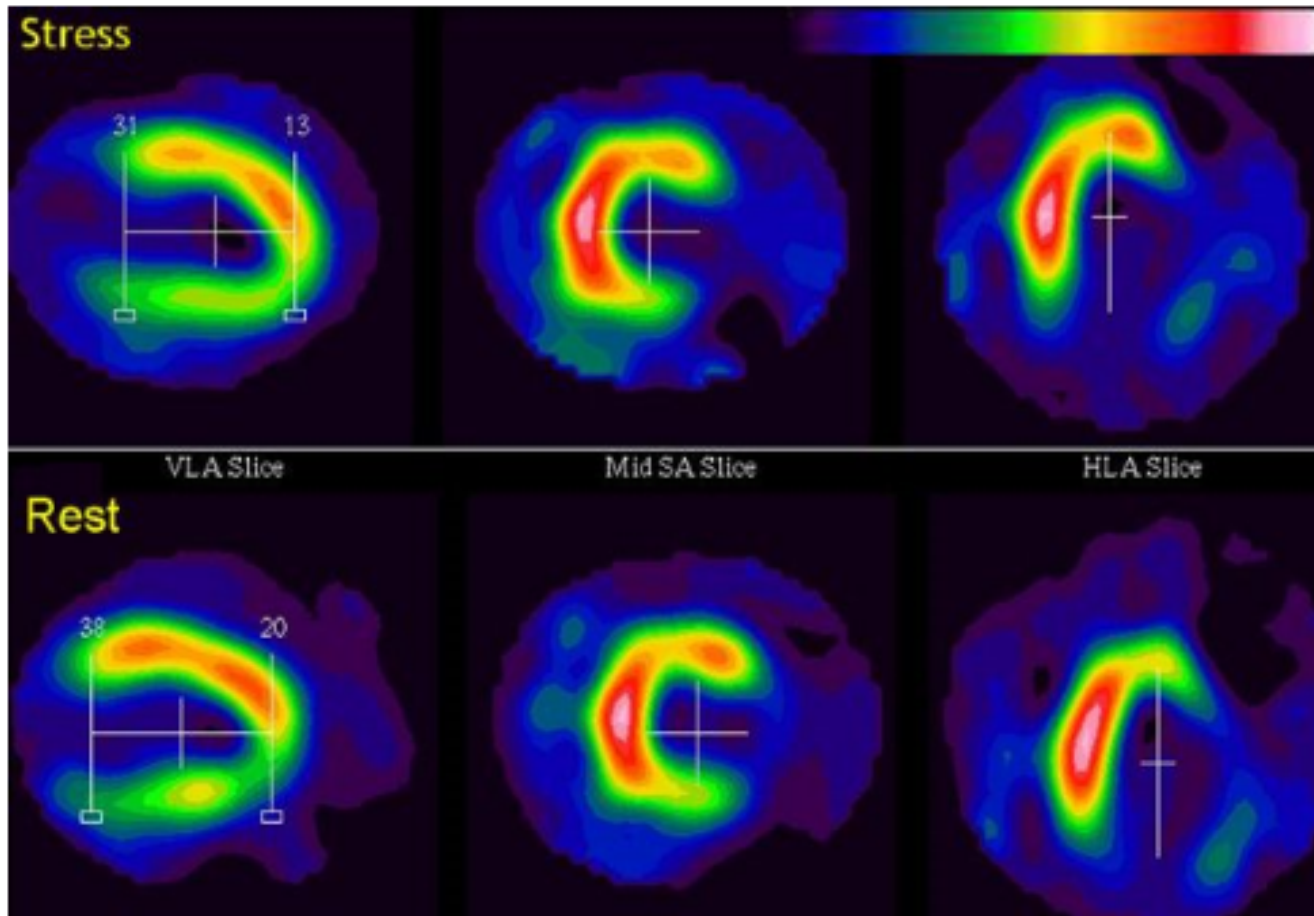
# VIZUELNÍ A KVANTITATIVNÍ HODNOCENÍ VYŠETŘENÍ

- **Základní typy nálezů:**
  - A) normální pozátěžová perfuze
  - B) zátěží navozený reverzibilní defekt perfuze (ischemie)
  - C) fixní defekt perfuze (nejčastěji jizva po IM)
- Kvantifikace k posouzení rozsahu a závažnosti perfuzní abnormality:
  - Polární mapy, 17 segmentový model LK, 5ti stupňová škála závažnosti perfuzní abnormality, SSS, SRS, SDS skóre
- Nutnost komplexního hodnocení
- Z revaskularizace profitují nejvíce pacienti s více než 10% ischemického myokardu

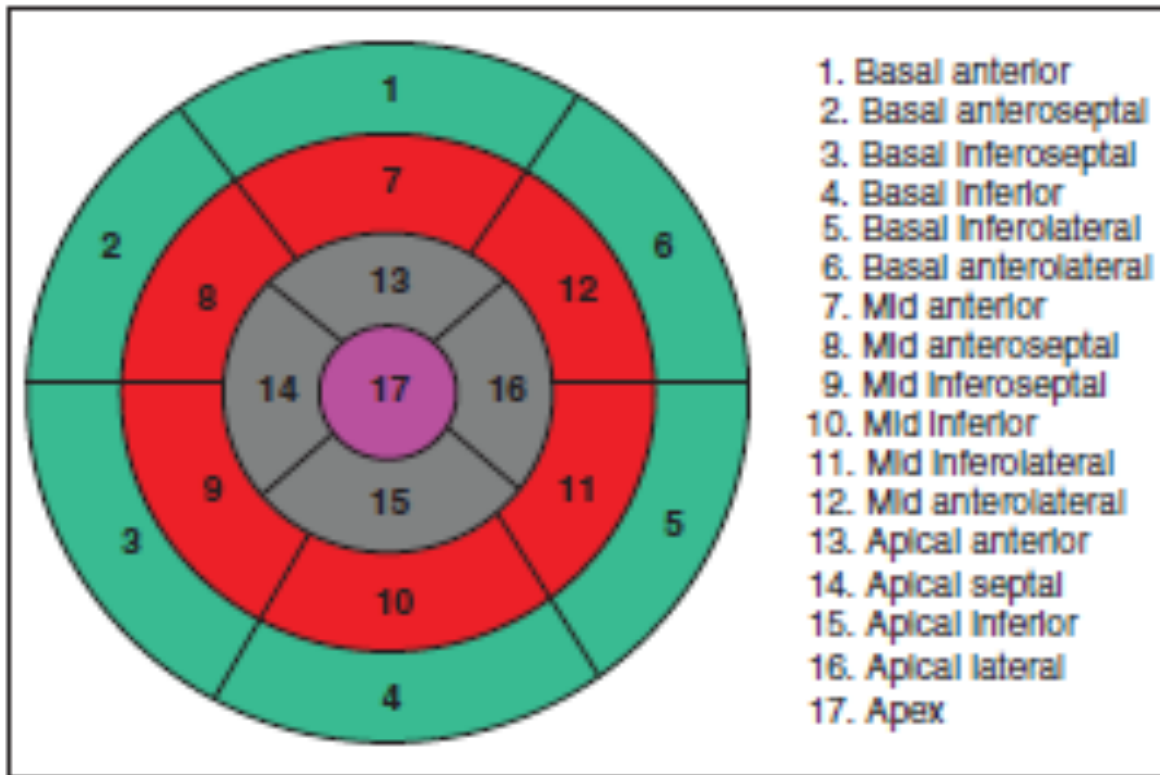
# REVERZIBILNÍ DEFEKT



# FIXNÍ DEFEKT



# 17- SEGMENTOVÝ MODEL LK

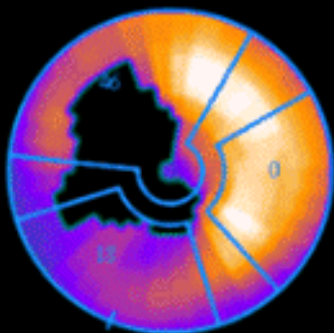




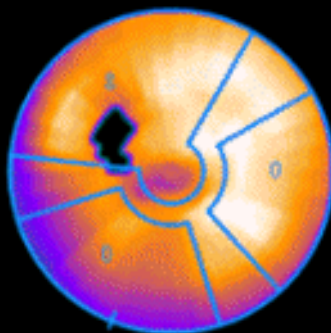
# SSS, SRS, SDS SKÓRE

## Defect Blackout Map

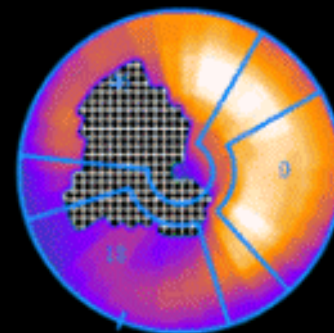
Stress [Recon]



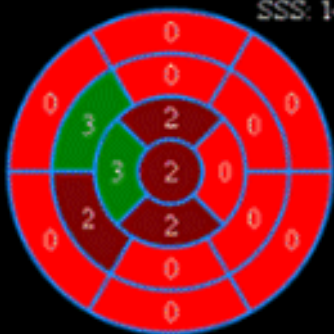
Rest [Recon]



Reversibility



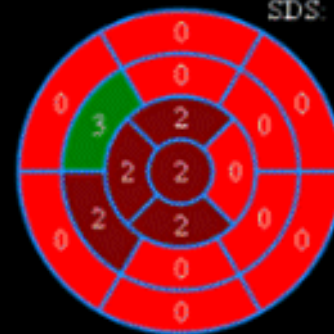
SSS: 14



SRS: 1



SDS: 13



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

# ZÁVAŽNOST PERFUZNÍ ABNORMALITY

Parametr	Perfúzní abnormalita		
	Malá	Střední	Rozsáhlá
Postižená koronární povodí	< 1/2	1	2 až 3
Sumační zátěžové skóre (SSS)	4 – 8	9 – 13	> 13
Rozsah postižení (% z LK)	< 10%	10 – 20%	> 20%

# FUNKCE LK

## Tc-99m-MIBI Gated SPECT

	<i>Muži</i> ( <i>n=78</i> )	<i>Ženy</i> ( <i>n=100</i> )
<i>LVEF (%)</i>	59 ± 9	67 ± 9
<i>EDV (ml)</i>	95 ± 31	62 ± 22
<i>ESV (ml)</i>	40 ± 19	21 ± 13
<i>Abnorm. EDV (ml)</i>	> 157	> 106
<i>Abnorm. ESV (ml)</i>	> 78	> 47

*Rozanski A, et al. J Nucl Med 2000;41:1445-1450*

# INDIKACE

- **Diagnostika ICHS** (detekce, lokalizace, určení rozsahu a závažnosti ischemie, zejména pacienti se střední předtestovou pravděpodobností ICHS)
- Stratifikace rizika, posouzení závažnosti stenózy koronární tepny zjištěné při SKG (defekty postihující více povodí, rozsáhlé defekty reverzibilní či fixní nad 10% myokardu LK, elevace TID, pozátěžové zhoršení kinetiky stěn, pokles EF, nízká EF a zvětšené objemy LK)
- Zhodnocení efektu revaskularizace s recidivou symptomů či pozitivním anebo neddiag. zátěžovým EKG, při absenci symptomů kontrolní vyš. Po 5 letech, event. dříve při nekompletní revaskularizaci
- Stanovení viability myokardu u pacientů s dysfunkcí LK při plánování revaskularizace

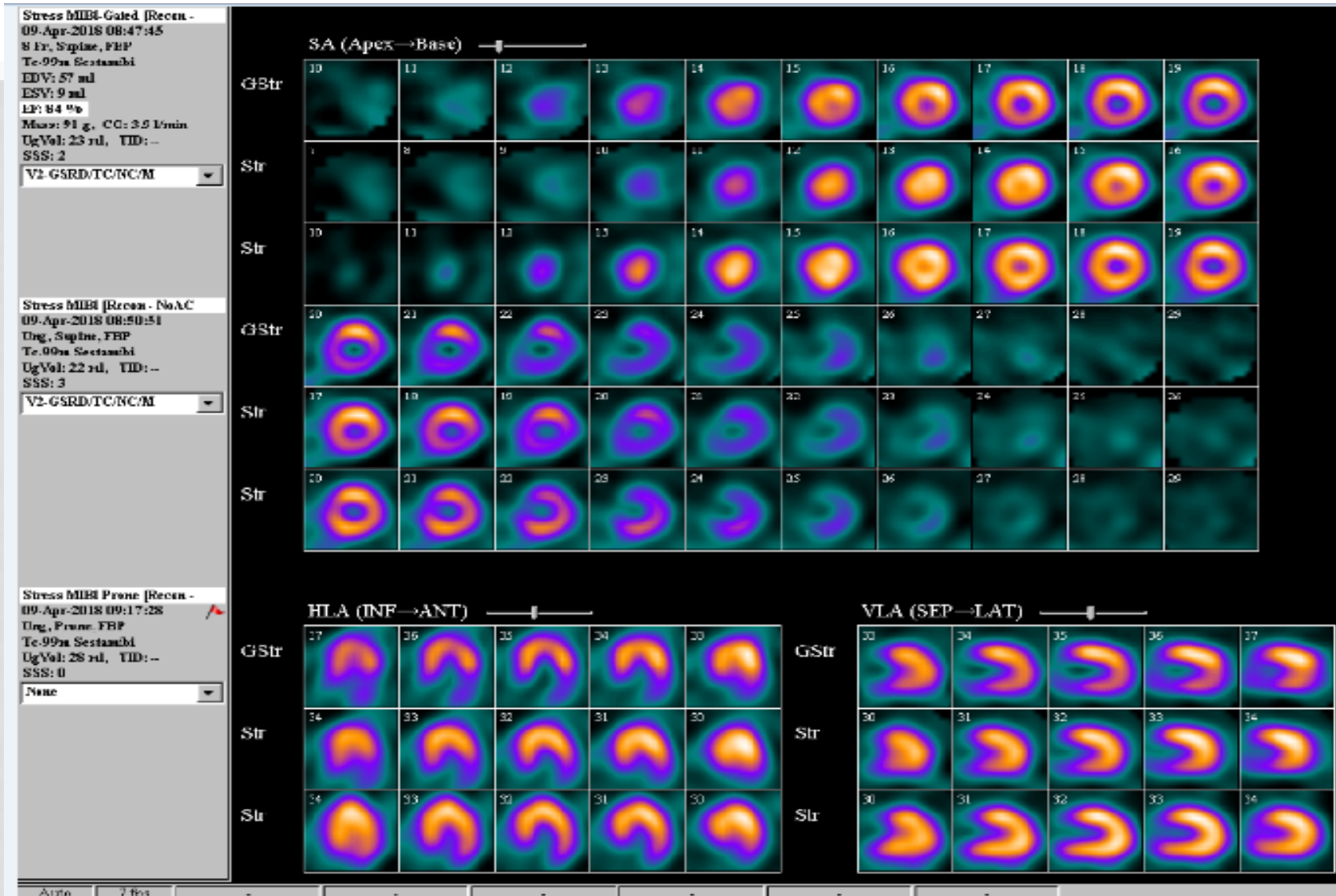
# INDIKACE

- Pacienti s nově dg. srdečním selháním, pacienti s arytmiemi, st.p. synkopálním stavu se středním rizikem ICHS
- Pacienti před nekardiálním operačním výkonem s vysokým rizikem

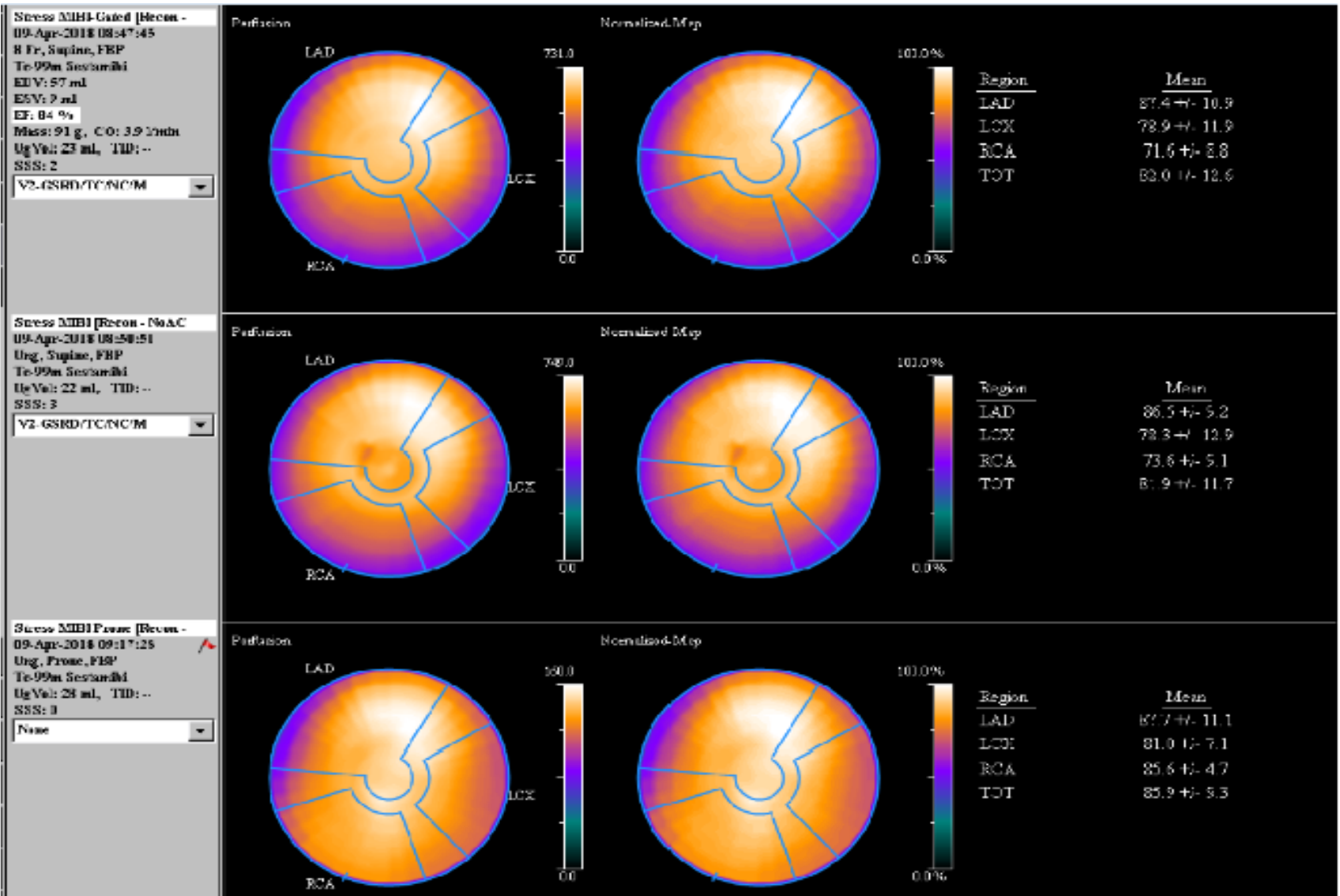
# STANOVENÍ VIABILITY MYOKARDU

- Nejhorší prognóza pacienti s dysfunkčním hibernujícím myokardem bez revaskularizace než neviabilním myokardem bez revaskularizace
- PET FDG nejcitlivější metoda (příprava!!!)
- SPECT Thallium, Sestamibi (může podhodnocovat rozsah viabilního myokardu, proto nejlépe v kombinaci s aplikací nitroglycerinu před vyšetřením)

# NEGATIVNÍ NÁLEZ



# NEGATIVNÍ NÁLEZ



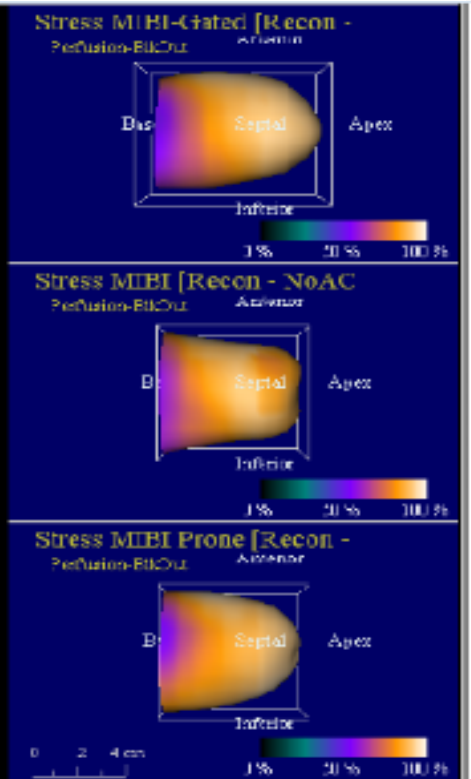
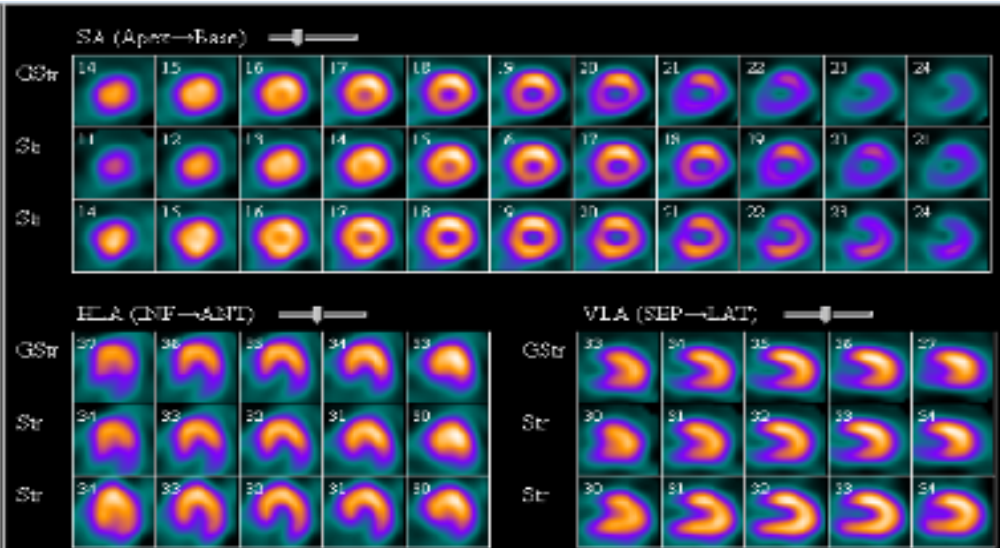


# NEGATIVNÍ NÁLEZ

**Stress MIBI-Gated [Recon -**  
 09-Apr-2016 08:47:45  
 8 Fr, Supine, FRP  
 Tr:99m TcSestamibi  
 EDV: 57 ml  
 ESV: 9 ml  
 EF: 84 %  
 Mass: 91 g, CO: 5.9 l/min  
 UgVol: 23 ml, TID: -  
 SSS: 2  
 VZ-GSRD,TC/NCM

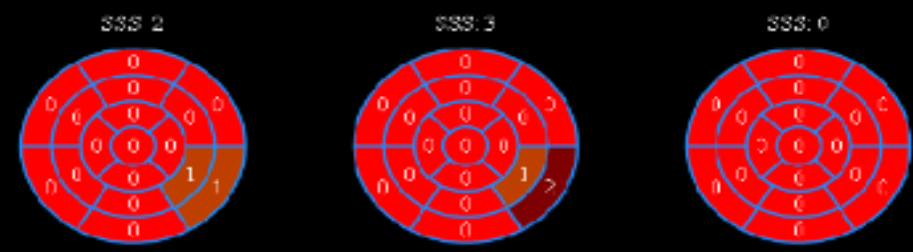
**Stress MIBI [Recon - NoAC**  
 09-Apr-2016 08:50:51  
 1ng, Supine, FRP  
 Tr:99m TcSestamibi  
 UgVol: 22 ml, TID: -  
 SSS: 3  
 VZ-GSRD,TC/NCM

**Stress MIBI Prone [Recon -**  
 09-Apr-2016 09:17:28  
 1ng, Prone, FRP  
 Tr:99m TcSestamibi  
 UgVol: 28 ml, TID: -  
 SSS: 0  
 None

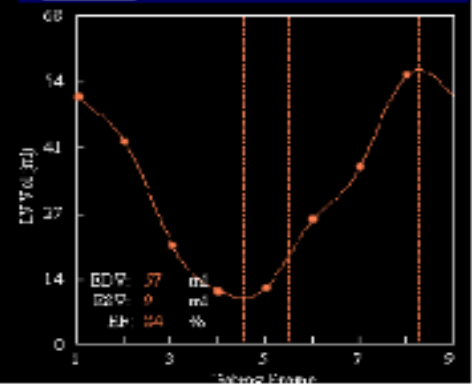


Defect Blackout Map

Region	Extent	Extent	Extent
LAD	0 %	0 %	--
LCX	9 %	15 %	--
RCA	0 %	0 %	--
TOT	2 %	3 %	--



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



# POZITIVNÍ NÁLEZ

24. Apr. 2017 09:22:07  
Ung, Frano, FBP  
Tc-99m Sestamibi  
Ug/Vol: 146 ml, TID: 1.25  
SSS: 22

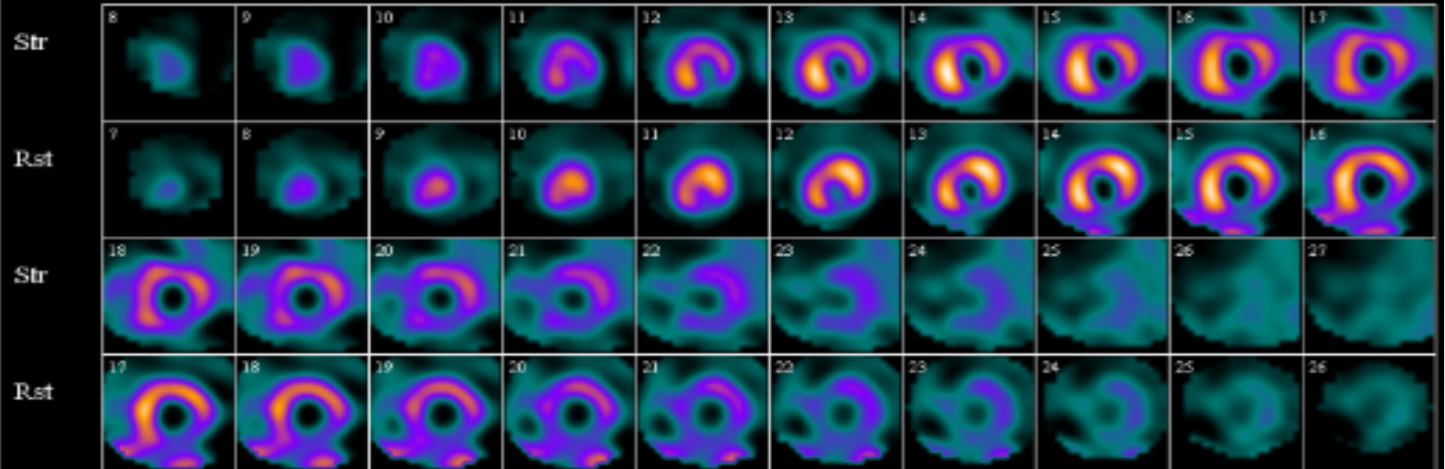
V2-GSRD/TC/NC/M

Rest MIBI [Recon - NoAC]

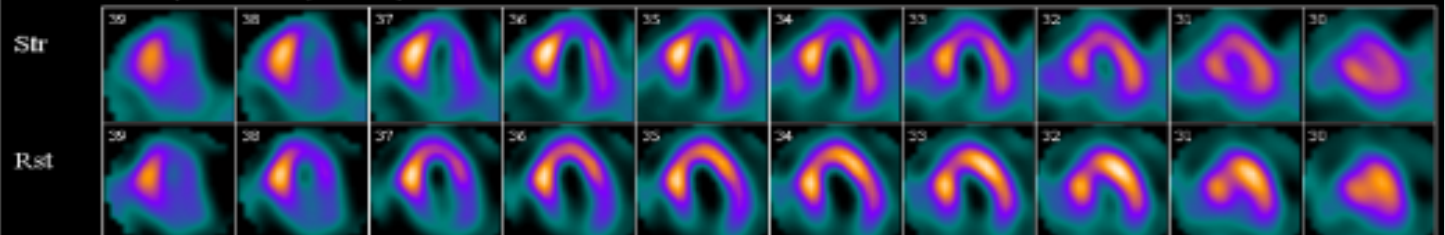
28. Apr. 2017 09:12:09  
Ung, Supina, FBP  
Tc-99m Sestamibi  
Ug/Vol: 117 ml, TID: -  
SSS: 12

V2-GSRD/TC/NC/M

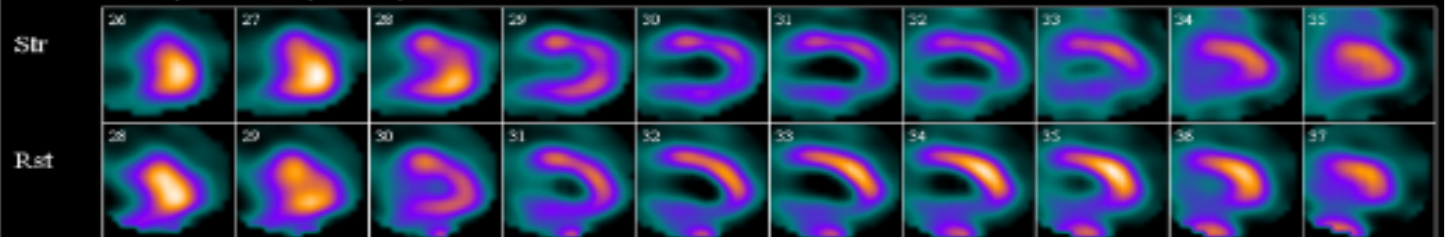
SA (Apex→Base)



HLA (INF→ANT)



VLA (SEP→LAT)



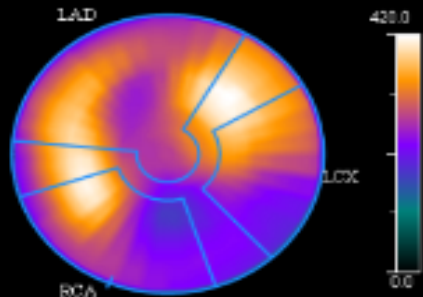
# POZITIVNÍ NÁLEZ

## Stress MIBI-Gated [Recon -

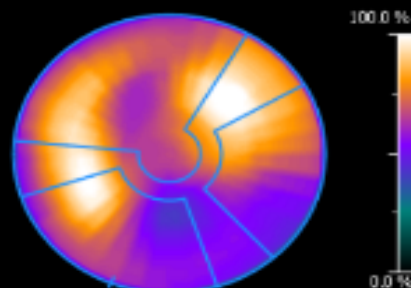
24-Apr-2017 08:44:54  
 8 Fr, Supine, FBP  
 Tc-99m Sestamibi  
 EDV: 200 ml  
 ESV: 131 ml  
 EF: 35 %  
 Mass: 186 g, CO: 6.7 l/min  
 UgVol: 121 ml, TID: 1.25  
 SSS: 14

V2-GSRD/TC/NC/M

### Perfusion



### Normalized Map



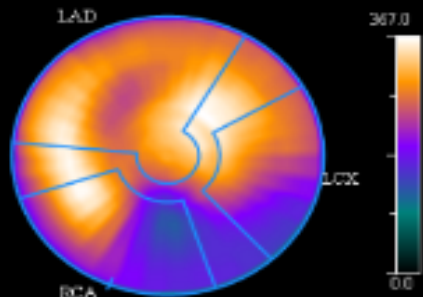
Region	Mean
LAD	73.6 +/- 9.4
LCX	71.1 +/- 14.2
RCA	66.4 +/- 15.7
TOT	72.4 +/- 14.3

## Rest MIBI-Gated [Recon - N

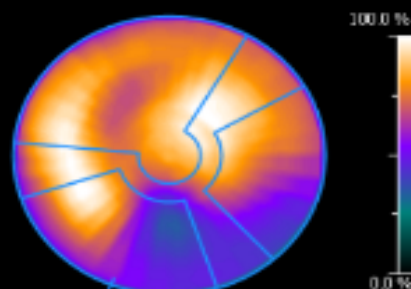
28-Apr-2017 09:09:11  
 8 Fr, Supine, FBP  
 Tc-99m Sestamibi  
 EDV: 198 ml  
 ESV: 93 ml  
 EF: 53 %  
 Mass: 186 g, CO: 10.1 l/min  
 UgVol: 120 ml, TID: --  
 SRS: 11

V2-GSRD/TC/NC/M

### Perfusion



### Normalized Map



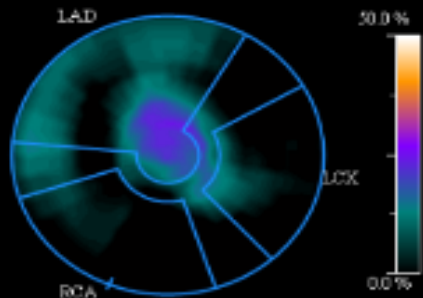
Region	Mean
LAD	81.8 +/- 8.5
LCX	70.7 +/- 14.8
RCA	61.8 +/- 18.6
TOT	74.7 +/- 16.5

## Reversibility

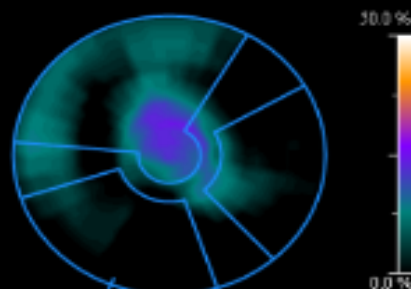
24-Apr-2017 08:44:54  
 8 Fr, --  
 Tc-99m Sestamibi

V-REVER

### Reversibility



### Normalized Map



Region	Mean
LAD	12.0 +/- 7.2
LCX	2.9 +/- 5.6
RCA	-1.7 +/- 5.1
TOT	5.8 +/- 8.7

# POZITIVNÍ NÁLEZ

Stress MIBI-Gated [Recon -  
24-Apr-2017 08:44:54  
8 Fr, Supine, FBP  
Tc-99m Sestamibi  
EDV: 200 ml  
ESV: 131 ml  
EF: 35 %  
Mass: 186 g, CO: 6.7 l/min  
UgVol: 121 ml, TID: 1.25  
SSS: 14

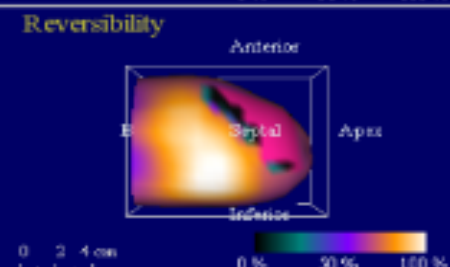
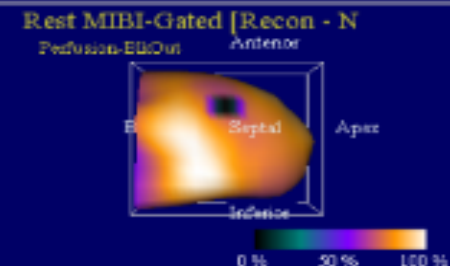
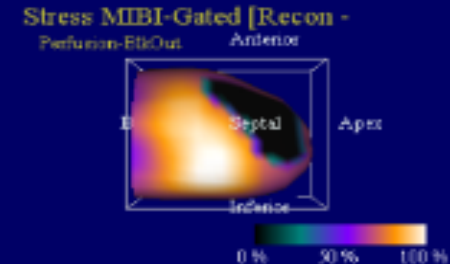
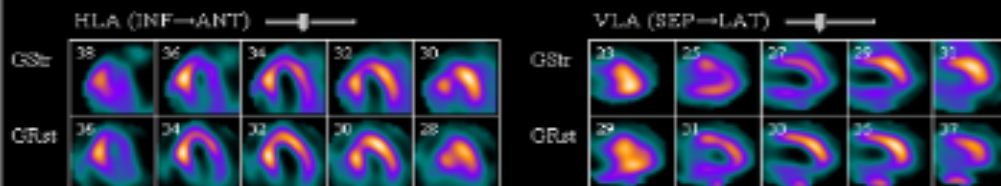
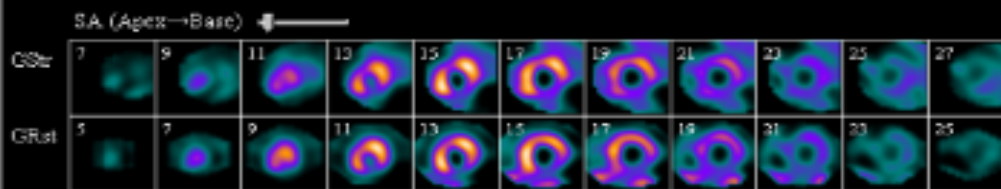
V2-GSRD/TC/NC/M

Rest MIBI-Gated [Recon - N  
28-Apr-2017 09:49:11  
8 Fr, Supine, FBP  
Tc-99m Sestamibi  
EDV: 198 ml  
ESV: 93 ml  
EF: 53 %  
Mass: 186 g, CO: 10.1 l/min  
UgVol: 120 ml, TID: --  
SRS: 11

V2-GSRD/TC/NC/M

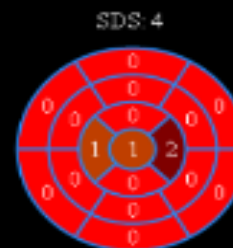
Reversibility  
24-Apr-2017 08:44:54  
8 Fr, --  
Tc-99m Sestamibi

V-REVER

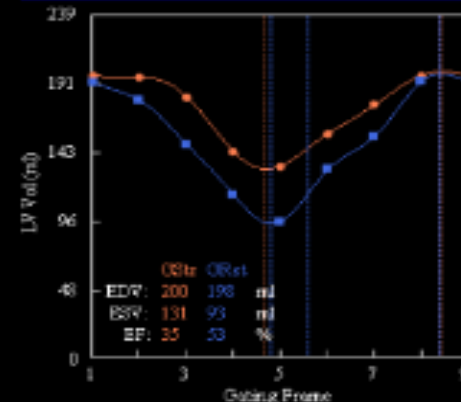


## Defect Blackout Map

Region	Extent	Extent	Nml	Fixed	Revers
LAD	20 %	3 %	80 %	5 %	15 %
LCX	64 %	66 %	36 %	49 %	15 %
RCA	23 %	34 %	77 %	23 %	0 %
TOT	29 %	24 %	71 %	18 %	11 %



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



# MUGA SCAN

- Radionuklidová ventrikulografie (multigated acquisition study) pomocí značených erytrocytů (740 MBq)
- Umožňuje sledování změn objemu srdečních komor během srdečního cyklu, dává informace o regionální kinetice jejich stěn
- **Stanovení EFLK založeno na hodnocení objemových změn** : emitované county odpovídají objemu komory
- $EFLK = \frac{\text{end diastolic counts} - \text{end systolic counts}}{\text{end diastolic counts}}$
- 16-32 snímků v průběhu 1 srdečního cyklu (gated záznam)
- Příprava: EKG, odběr krve (značení in vitro, in vivo)
- Stanovení a monitorování LVEF při kardiotoxické léčbě (doxorubicin)

# I123-MIBG

- Jod 123- Meta-iodo-benzyl-guanidine (analog noradrenalinu)
- Umožňuje posoudit hustotu sympatické inervace myokardu
- Planární snímání časně a pozdní se stanovením poměru akumulace v srdci a mediastinu (Heart mediastinum ratio), rychlosti vyplavování (při poškození inervace klesá HMR a zrychluje se vyplavování RF)
- Metodu lze využít: u pacientů s ICHS (nervový systém je citlivější na ischemii než myokard), po transplantacích srdce (stav reinervace myokardu), s arytmiemi (porucha inervace je někdy jedinou patologií), s diabetem (diabetická neuropatie postihuje i nervy srdce a znamená vyšší riziko smrti), k posouzení kardiotoxicity léků (poškození inervace předchází poškození myokardu), **při indikaci implantace defibrilátorů** (rozsah poškození inervace souvisí s rizikem vzniku arytmií a profitem z implantace) nebo k stanovení prognózy a efektu terapie při městnavém srdečním selhání.

# DPD SCAN

- Kit Teceos (tetranatrium butedronát), t.č. neregistrovaný přípravek (nutno hlásit na SÚKL)
- Původní využití při scintigrafii skeletu
- dg. TTR-amyloidosy (AL amyloidosa obvykle neakumuluje RF)
- Hodnocení vizuelní (score 0-4, charakter akumulace) a semikvantitativní (hodnocení celotělové retence RF a retence v myokardu)

- Děkuji za pozornost.



# PET/CT, PET/MR

- $^{18}\text{F}$ -FDG
- Příprava! : nalačno 6-12 hodin, vysokolipidová dieta den před vyšetřením
- Sarkoidoza, zánět

Děkuji za pozornost.....