

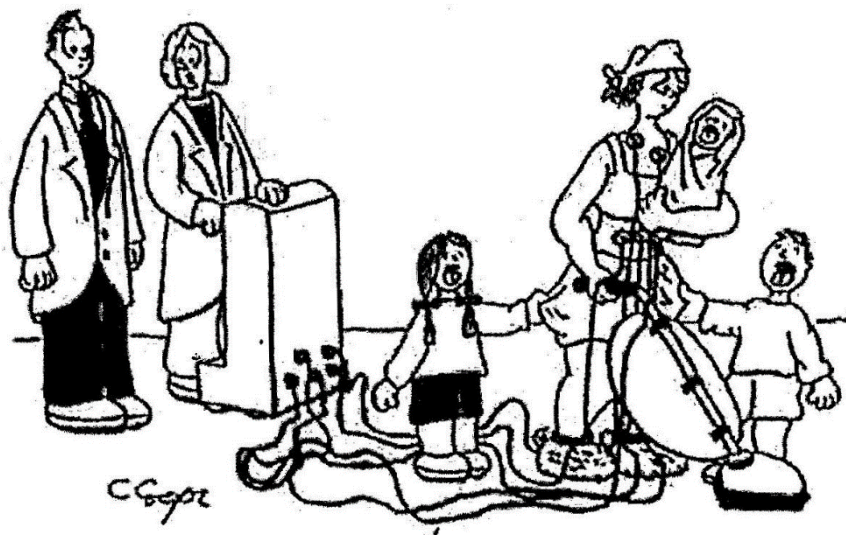
Zátěžová vyšetření v kardiologii



MUDr. Martin Kotrč

Proč zátěžové vyšetření?

Protože většina symptomů pacientů je námahových



"We wanted to make the stress test as realistic as possible."

1. Zátěžové vyšetření pomáhá objektivizovat tyto symptomy
2. Zátěžové vyšetření pomáhá určit správný původ symptomů v strukturním onemocnění srdce
3. 1/3 pacientů s kardiálními symptomy má nekardiální etiologii potíží

Indikace zátěže

- Diagnóza ICHS – dif.dg bolestí na hrudi
- Zhodnocení anatomické a funkční významnosti CAD
- Stratifikace rizika kardiovaskulárních příhod a úmrtí (prognóza)
- Zhodnocení fyzické výkonnosti a tolerance námahy
- Vyšetření námahových symptomů
- Vyšetření chronotropní kompetence, arytmií a odpovědi po implantaci KS
- Zhodnocení účinku farmakoterapie / intervenčního výkonu

- Testování významnosti chlopenních vad, určení prognózy



Kontraindikace zátěže

Absolutní kontraindikace:

- Akutní IM v posledních 2 dnech
- Nestabilní angína pectoris
- Aktivní IE
- **Symptomatická** významná AoS
- Dekompenzované SS
- Akutní PE, plicní infarkt, HŽT
- Akutní myo/perikarditida
- Disekce aorty

Relativní kontraindikace

- Známá významná stenóza kmene LCA
- Tachykardie s nevyrovnanou odpovědí komor
- Kompletní AV blokáda
- HCMP s významnou klidovou LVOTO
- Recentní CMP / TIA
- Snížená mentální kapacita / spolupráce
- Klidová hypertenze >200/110 mmHg
- Anemie, neléčená hypertyreóza

Typy zátěže

- Farmakologické vs. Fyzická aktivita (izotonické vs. Izometrické)
- Bez / s zobrazovacími metodami
- Neinvasivní vs. semiinvasivní



farmakologická
zátěž



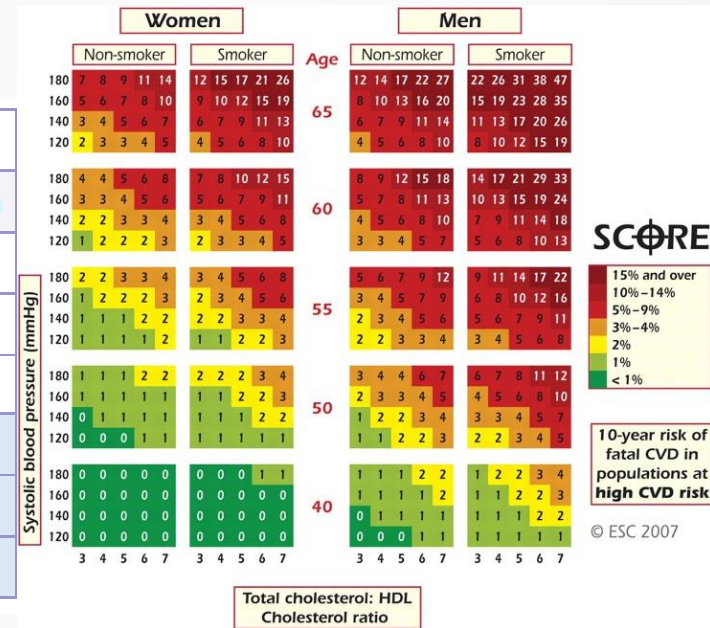
Dle vyšetřovacích metod

Dle onemocnění



ICHS

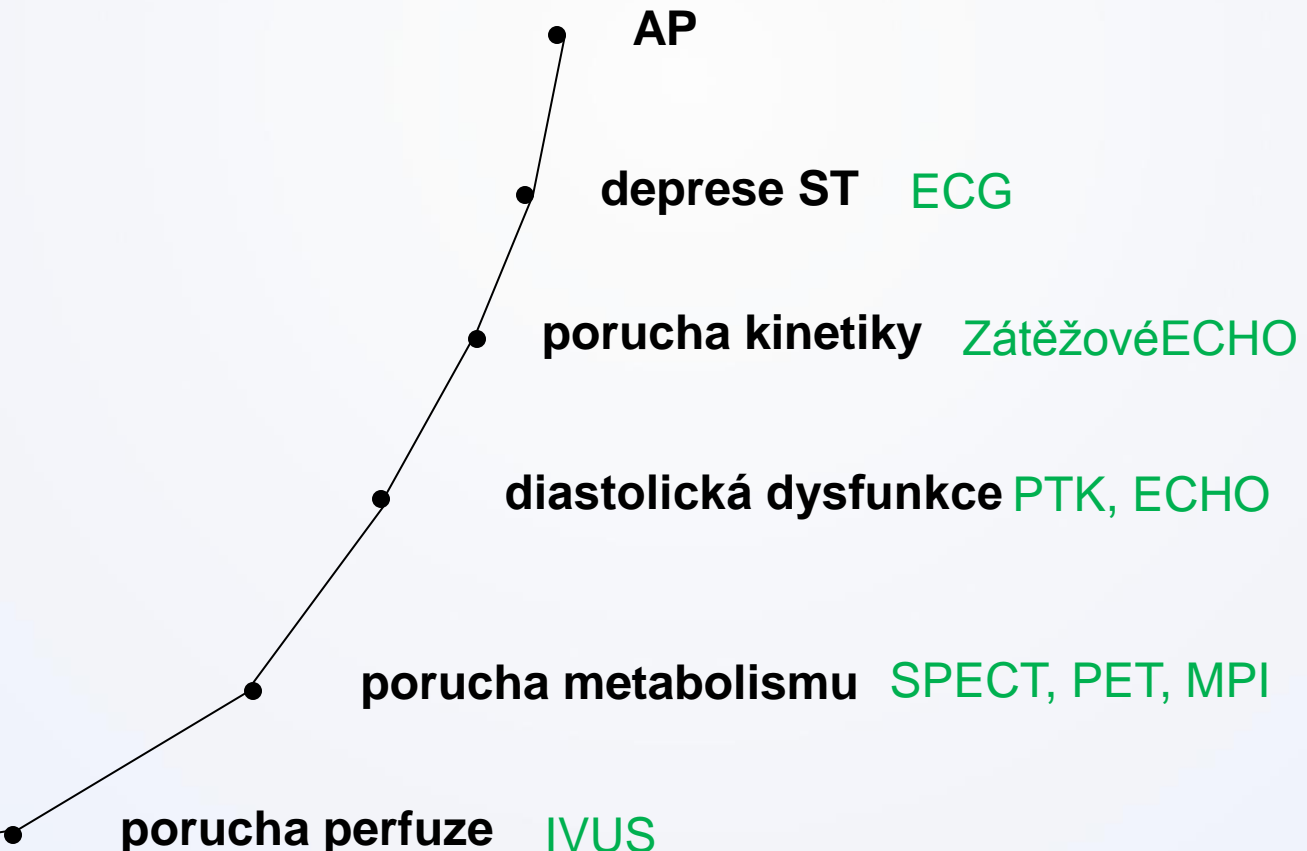
Age	Typical angina		Atypical angina		Non-anginal pain	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
30-39	59	28	29	10	18	5
40-49	69	37	38	14	25	8
50-59	77	47	49	20	34	12
60-69	84	58	59	28	44	17
70-79	89	68	69	37	54	24
>80	93	76	78	47	65	32



- ESC Guidelines 2013: Předtestová pravděpodobnost vs Heart SCORE
- Pravděpodobnost <15% - bez nutnosti zátěžového vyšetření (recidivující klidová bolest → vyšetření vasospastické angíny)
- Pravděpodobnost 15-85% - neinvasivní zátěžové vyšetření
- Pravděpodobnost >85% - klinické stanovení dg.ICHS, žádné zátěžové testování → CTA / SKG

Časový sled ischemických změn v průběhu stupňované zátěže

ischémie



klid

zátěž



	Diagnosis of CAD	
	Sensitivity (%)	Specificity (%)
Exercise ECG ^{a, 91, 94, 95}	45–50	85–90
Exercise stress echocardiography ⁹⁶	80–85	80–88
Exercise stress SPECT ⁹⁶⁻⁹⁹	73–92	63–87
Dobutamine stress echocardiography ⁹⁶	79–83	82–86
Dobutamine stress MRI ^{b,100}	79–88	81–91
Vasodilator stress echocardiography ⁹⁶	72–79	92–95
Vasodilator stress SPECT ^{96, 99}	90–91	75–84
Vasodilator stress MRI ^{b,98, 100-102}	67–94	61–85
Coronary CTA ^{c,103-105}	95–99	64–83
Vasodilator stress PET ^{97, 99, 104}	81–97	74–91

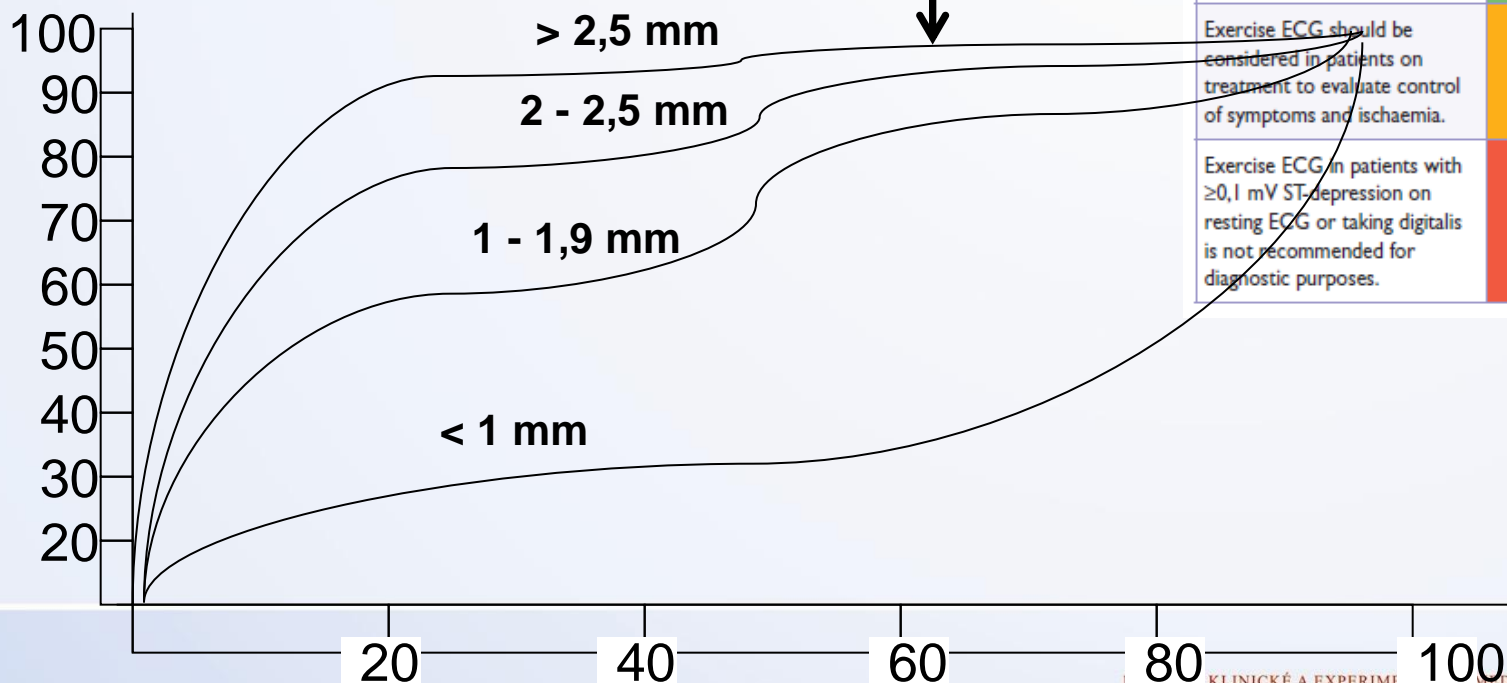


ICHS

Ergometrie

- Dostupné, jednoduché a levné
- Hl. kritérium: ST změny
- Δ krevního tlaku, Δ SF, symptomy a maximální dosažená zátěž

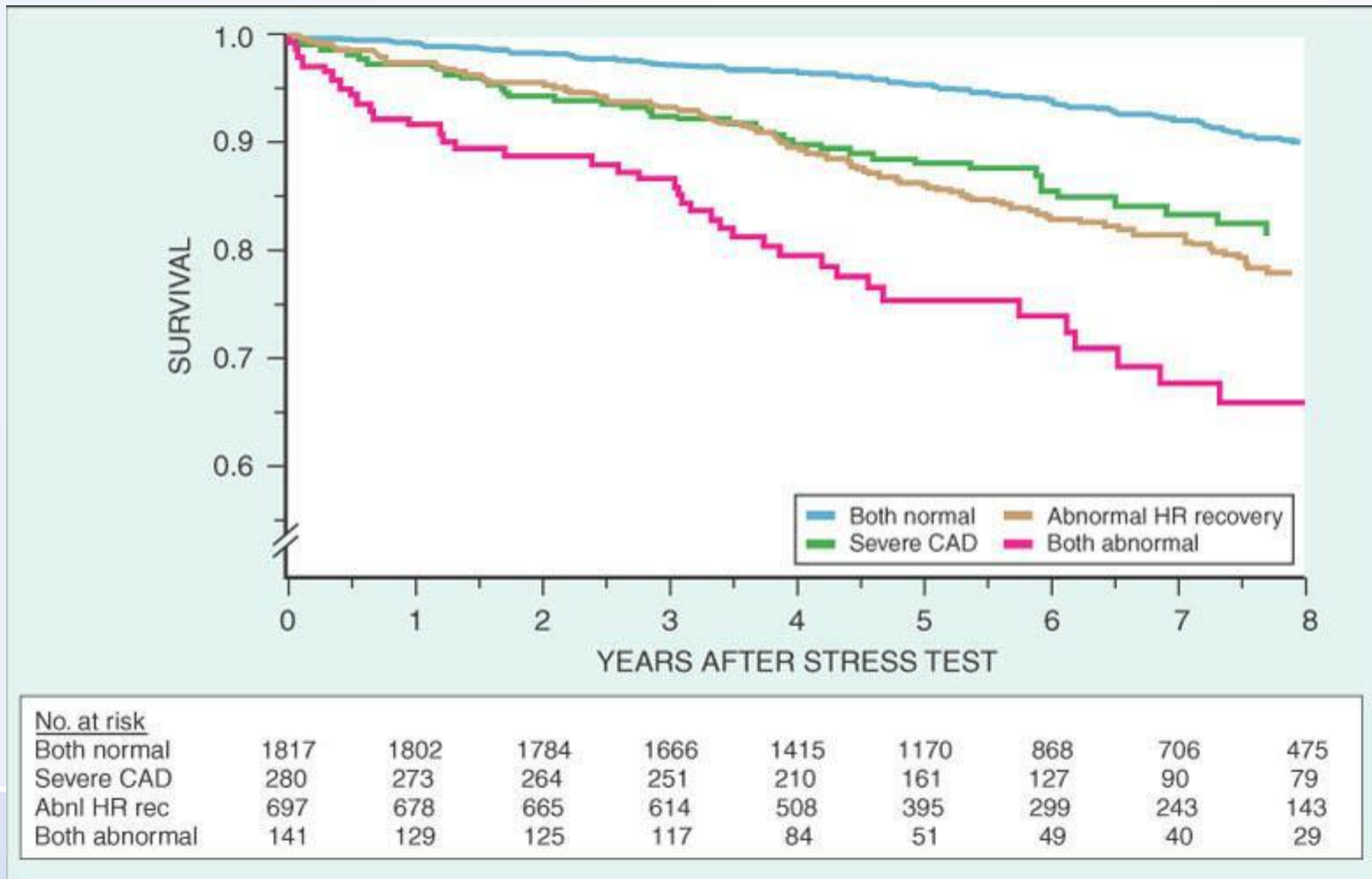
Potestová pravděpodobnost (%)



Předtestová pravděpodobnost (%)

Recommendations	Class ^a	Level ^b	Ref. ^c
Exercise ECG is recommended as the initial test for establishing a diagnosis of SCAD in patients with symptoms of angina and intermediate PTP of CAD (Table 13, 15–65%), free of anti-ischaemic drugs, unless they cannot exercise or display ECG changes which make the ECG non evaluable.	I	B	115, 116
Stress imaging is recommended as the initial test option if local expertise and availability permit.	I	B	117–120
Exercise ECG should be considered in patients on treatment to evaluate control of symptoms and ischaemia.	IIa	C	-
Exercise ECG in patients with $\geq 0,1$ mV ST-depression on resting ECG or taking digitalis is not recommended for diagnostic purposes.	III	C	-

ICHS – chronotropní kompetence



(From Vivekananthan DP, Blackstone EH, Poitner CE, et al: Heart rate recovery after exercise is a predictor of mortality, independent of the angiographic severity of coronary disease. *J Am Coll Cardiol* 42:831, 2003.)

ICHS

Ukazatele špatné prognózy (stratifikace rizika)

- Nízká tolerance zátěže
 - < 6.5 METS
- Malá vrcholová tepová frekvence
 - $HR < 120/\text{min}$ (při absenci terapie BB)
- Pokles systolického krevního tlaku
 - Zůstává pod 130mmHg
- Deprese ST segmentu > 2 mm
 - Ve více svodech
 - prodloužená recovery > 6 minutes
- Elevace ST segmentu
- Vyšší výskyt komplexní komorové ektopie / komorové arytmie
- Zátěží vyvolaná angina pectoris



ICHS – ergometrie

1. Negativní zátěžový test - konzervativní terapie
2. Rizikový výsledek (ST Δ , pokles TK, chronotropní inkompetence)
3. Objevili-li se AP
4. Objevili-li se známky srdečního selhávání
5. Objevily se opakované komorové arytmie

} CTA/SKG

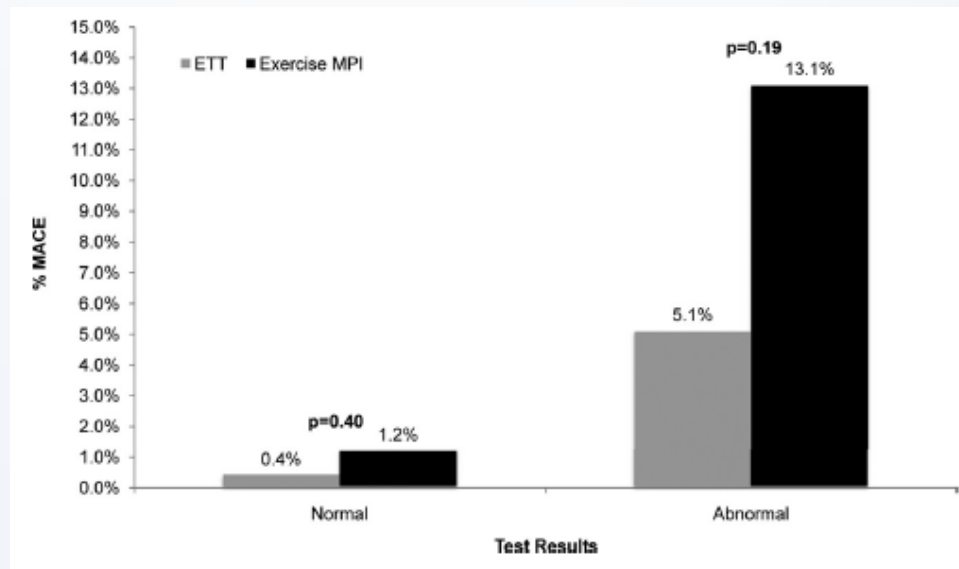
ICHS - ergometrie



ale...

ICHS

- Ergometrie není doporučována u více rizikových pacientů pro vyšší výskyt falešně negativních výsledků (předtestová pravděpodobnost > 65%)
- Klidové abnormality EKG (LBBB, stimulovaný rytmus, WPW...)
- Častěji falešně pozitivní u LVH, změn hladin elektrolytů, AFib)
- Malá specifická a senzitivita u žen¹ ?²
- Nekonklusivní test (<85% TF)

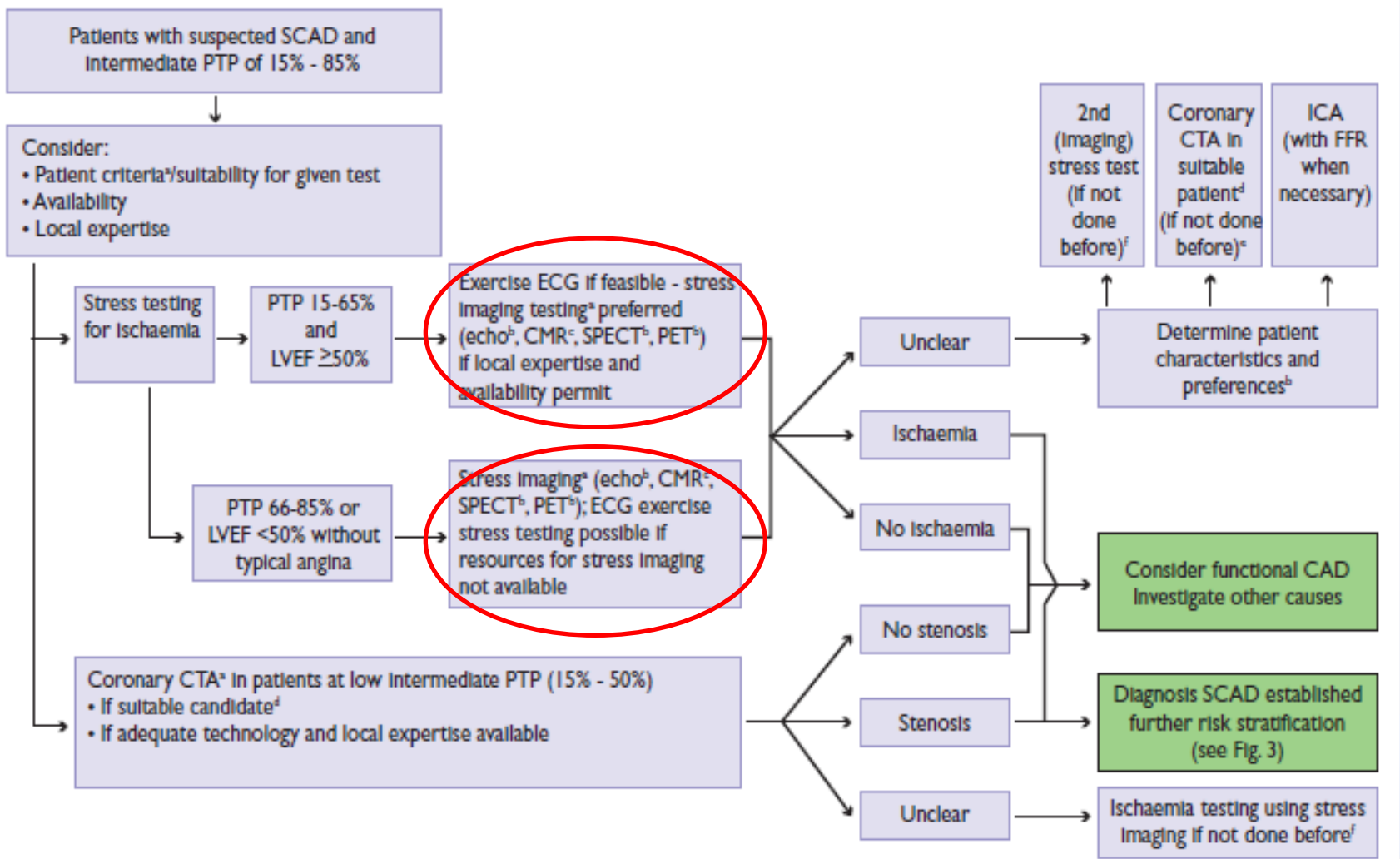


1 Morise AP, Diamond GA. Comparison of the sensitivity and specificity of exercise electrocardiography in biased and unbiased populations of men and women. Am Heart J 1995;130:741–747

Shaw LJ, Mieres JH, Hendel RH, Boden WE, Gulati M, Veledar E, Hachamovitch R,

2 Arrighi JA, Merz CN, Gibbons RJ, Wenger NK, Heller GV. Comparative effectiveness of exercise electrocardiography with or without myocardial perfusion single photon emission computed tomography in women with suspected coronary artery disease: results from the What Is the Optimal Method for Ischemia Evaluation in Women (WOMEN) trial. Circulation 2011;124:1239–1249

ICHS



ICHS

Zátěžová echokardiografie

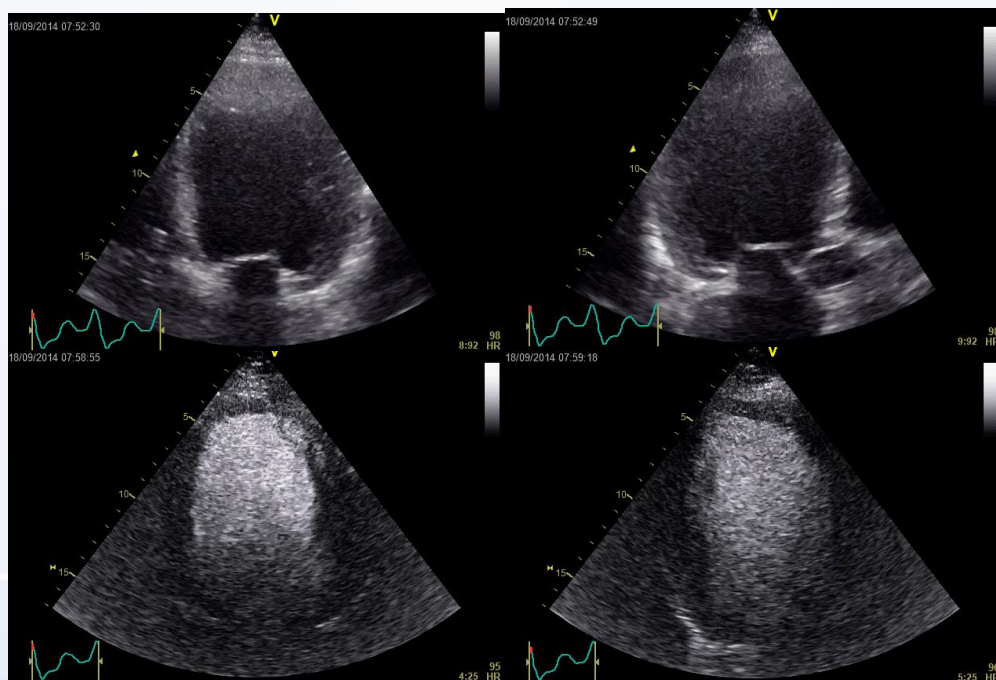
1. Dobutaminová – za přítomnosti klidové poruchy kinetiky (+viabilita)
 - Protokol vyšších dávek 10-20-30-40 μg
2. Ergometrie (více fyziologická)

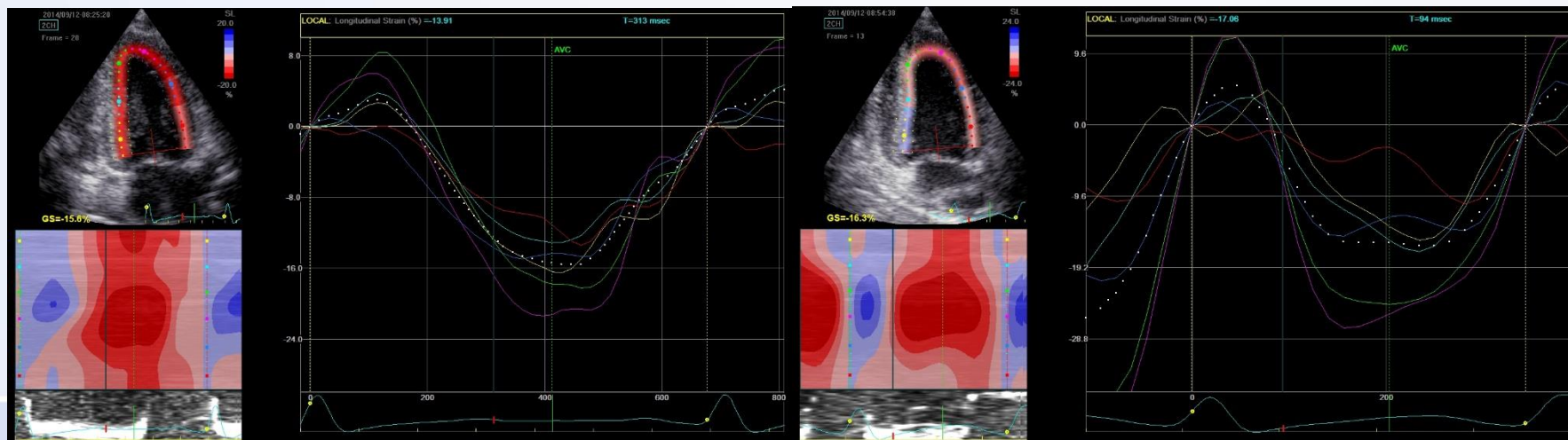
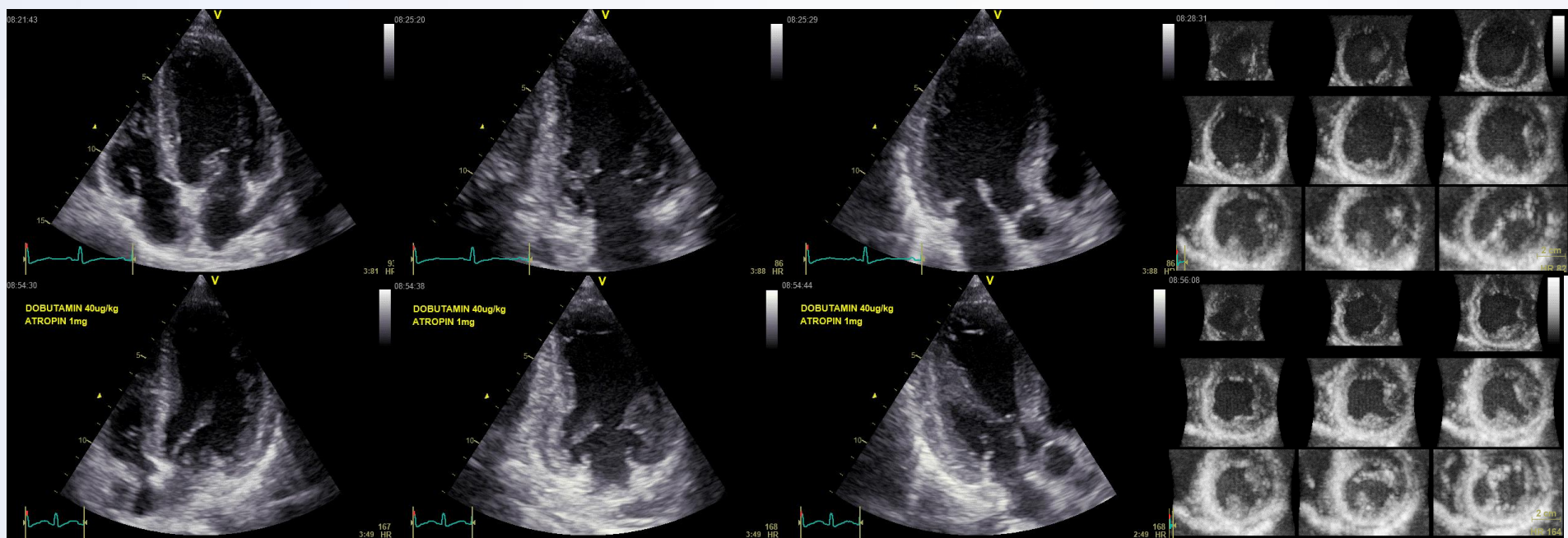
Výhody:

- hodnocení EKG i změn kinetiky
- vyšší Se a Sp u žen

Nevýhody:

- špatná vyšetřitelnost pacienta
- learning curve a zkušenosti





ICHS – kolo nebo dobutamin?

Differential Effects of Dobutamine Versus Treadmill Exercise on Left Ventricular Volume and Wall Stress

Praveen Mehrotra, MD, Sherif B. Labib, MD, FACC, and Edgar C. Schick, MD, FACC, *Burlington, Massachusetts*

Parameter	Dobutamine (n = 35)			Exercise (n = 35)		
	Rest	Stress	P*	Rest	Stress	P
EDD (mm)	43.8 ± 5.0	37.1 ± 4.6	<.0001	42.8 ± 4.1	41.3 ± 4.1	<.0001
ESD (mm)	28.6 ± 4.6	19.7 ± 2.8	<.0001	28.3 ± 3.7	23.1 ± 2.8	<.0001
PWTad (mm)	10.1 ± 1.1	10.5 ± 1.2	.004	9.6 ± 1.1	9.7 ± 1.1	.29
PWTas (mm)	15.2 ± 1.9	17.8 ± 2.3	<.0001	14.4 ± 2.0	16.5 ± 2.1	<.0001
EDVI (mL/m ²)	40.9 ± 10.2	27.2 ± 8.2	<.0001	42.0 ± 8.2	37.8 ± 6.0	.0001
ESVI (mL/m ²)	14.0 ± 5.9	6.1 ± 2.4	<.0001	14.9 ± 4.8	9.0 ± 2.9	<.0001
SVI (mL/m ²)	26.9 ± 5.6	21.1 ± 6.7	<.0001	27.1 ± 5.1	28.8 ± 4.6	.009
CI (L/min/m ²)	1.9 ± 0.5	2.9 ± 1.0	<.0001	2.2 ± 0.5	4.7 ± 0.9	<.0001
SVRI (dynes · sec · m ² /cm ⁵)	4,137 ± 1,070	2,578 ± 1078	<.0001	3,524 ± 962	1,872 ± 398	<.0001
EF (%)	66.7 ± 7.1	77.5 ± 6.0	<.0001	64.8 ± 6.8	76.4 ± 5.7	<.0001
WTN ($\times 10^9$ dynes/cm)	375.4 ± 78.7	306.9 ± 98.9	<.0001	322.2 ± 56.8	393.6 ± 71.3	<.0001
PSS ($\times 10^9$ dynes/cm ²)	333.5 ± 70.0	254.1 ± 73.6	<.0001	304.0 ± 60.1	361.1 ± 69.9	<.0001

Dobutaminoá zátěž vs bicyklové echo:

- U DSE je menší změna ST segmentů
- méně výrazné abnormality regionální poruchy kinetiky

Proto upřednostňováno je kolo před DSE



ICHS

SPECT

- perfuze myokardu + metabolismus myokardu
- funkce komor
- Inervace myokardu
- Zobrazení velikosti infarktové zóny (postižení >40% myokardu)

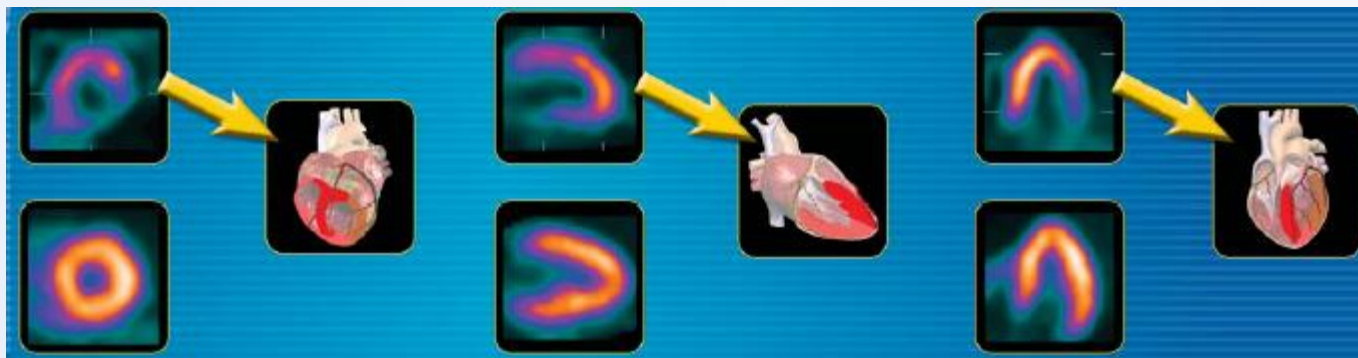
Thallium - 201

Technetium-99 MIBI

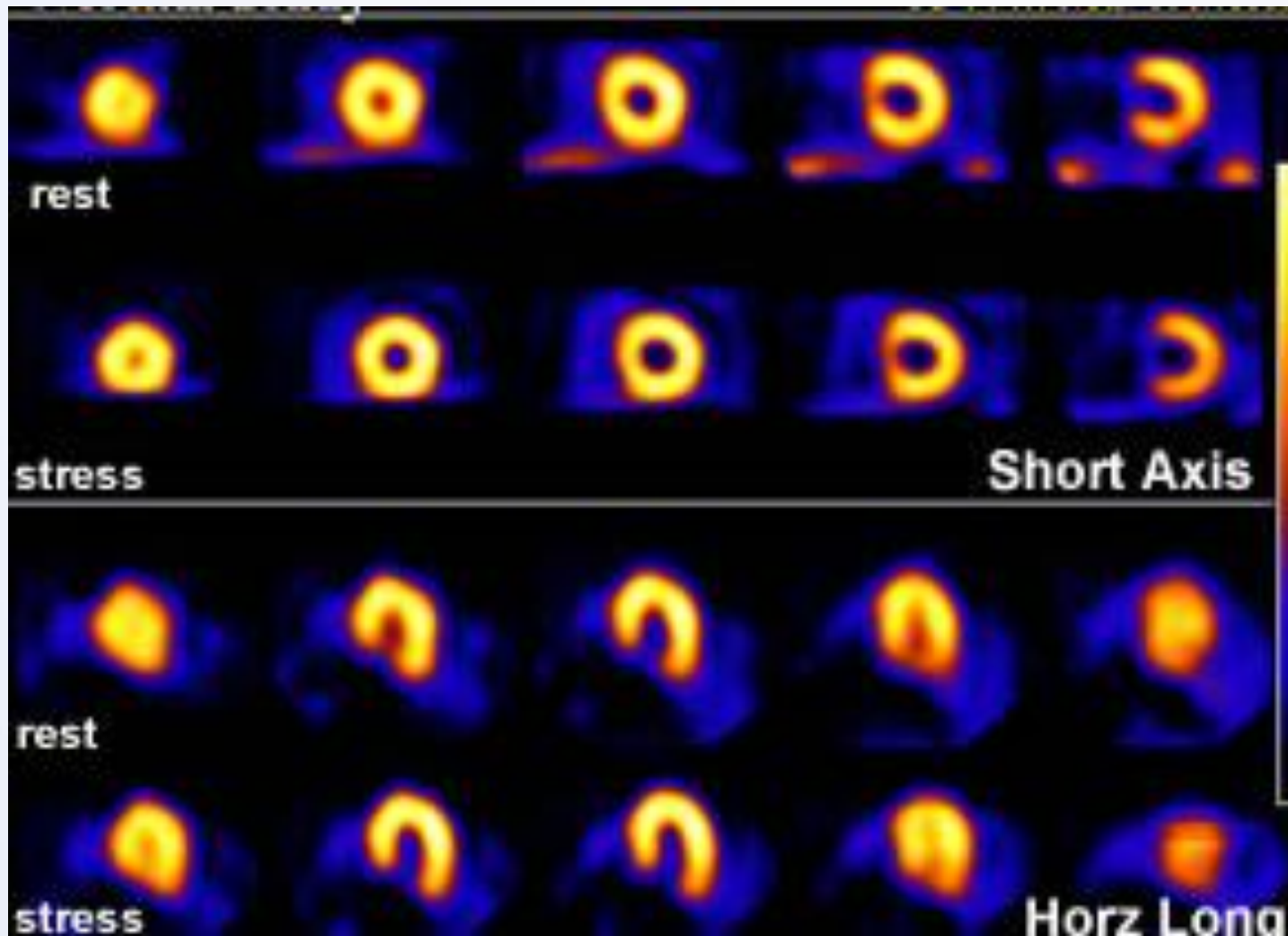
Technetium-99 m Tetrofosmin

1. Fyzická zátěž – kolo

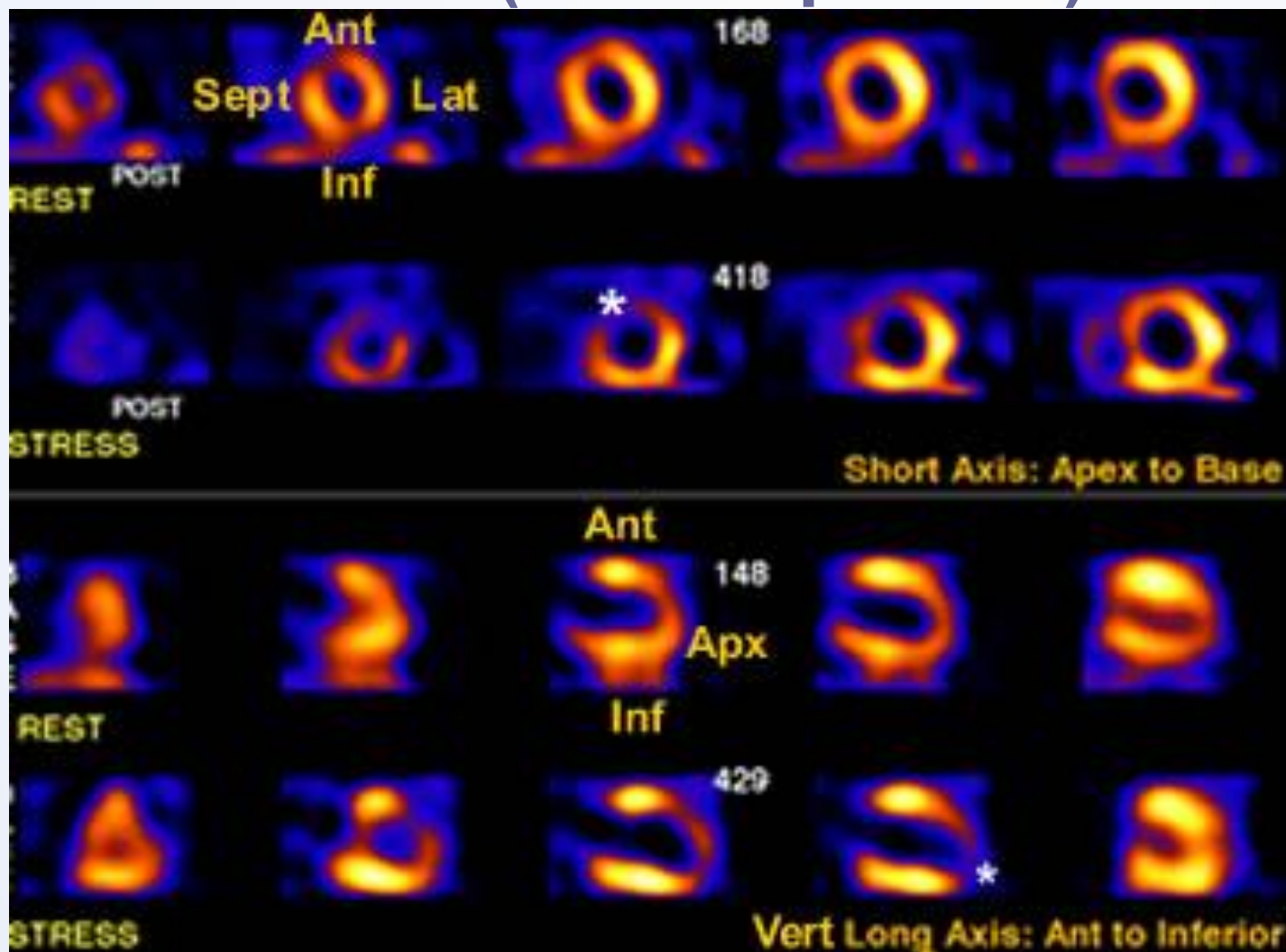
2. Farmakologická -vasodilatační



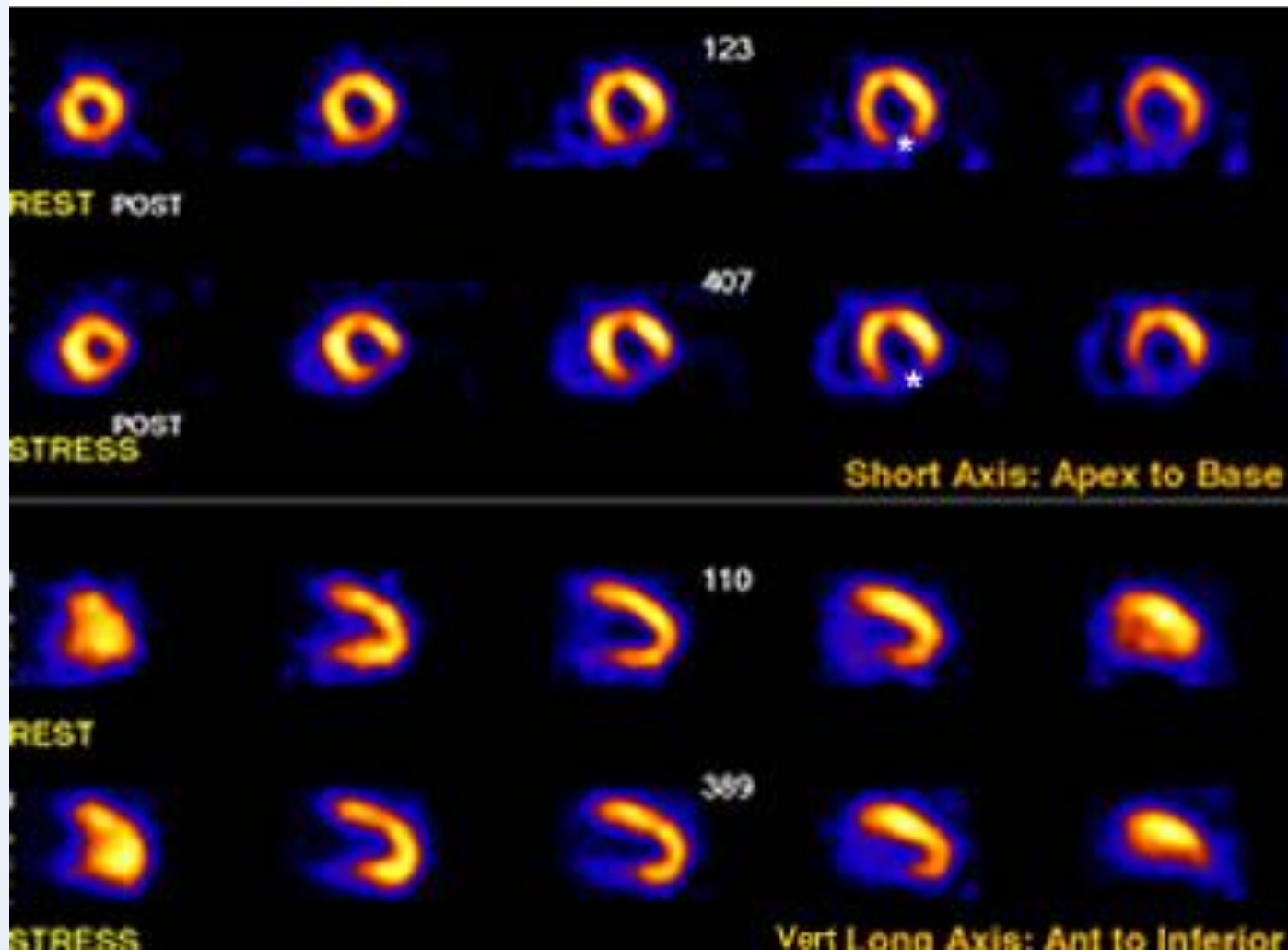
ICHS – normální nále



ICHS – ischemie (anteroapikálně)

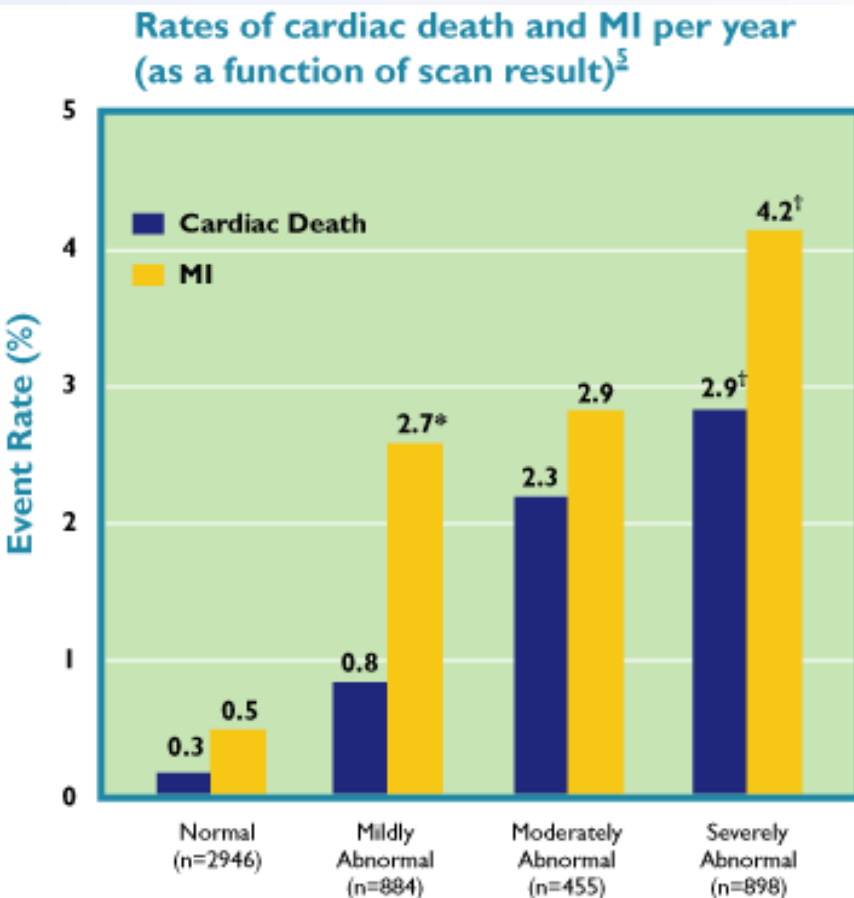


ICHS – infarktová zóna (inferolaterálně)



ICHS – MPI (perfuze myokardu)

- nabízí excelentní negativně prediktivní hodnotu



Scan Result	Annualized risk of cardiac events	Treatment implications (majority of patients)
Normal	<1% risk of both cardiac death and MI	Risk factor modification (RFM) in addition to current regimen
Mildly abnormal	Low risk of cardiac death; Intermediate risk of MI	Aggressive RFM/ medical treatment
Moderately to severely abnormal	Intermediate-to-high risk of both cardiac death and MI	Catheterization (possible revascularization)/RFM

Dlouhodobé výsledky pacientů se středním rizikem při ergometrii a bez poruchy perfuze při radionuklidovém vyšetření:
Přežití 99.8% v 1 roce, 99.0% v 5 letech and 98.5% v 7 letech.

ICHS – zátěžové ECHO vs MPI

Zátěžové echo:

- ↑ specificita
- Širší využití
 - Hodnocení srdeční anatomie a funkce
- pohodlnější
 - ↓ trvání testu
- levnější

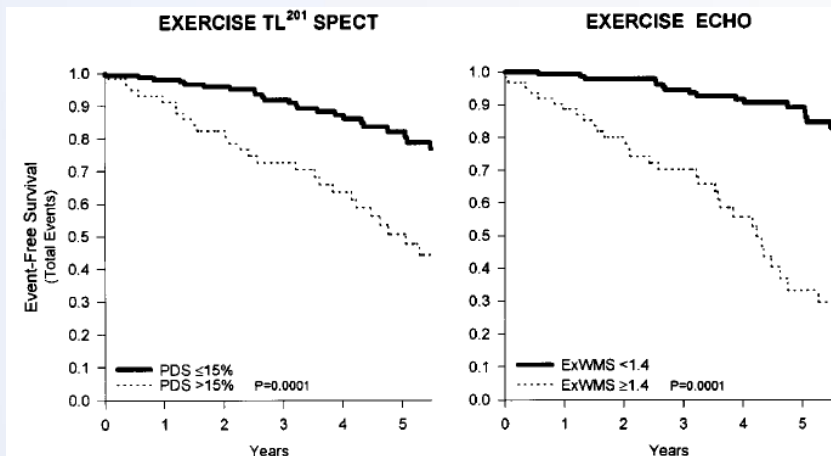


Radionuklidová perfuse

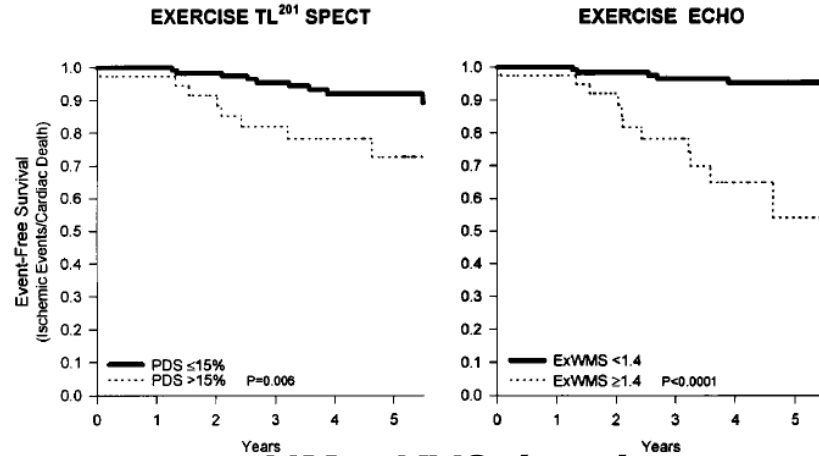
- Vyšší technická úspěšnost a reproducibilita
- ↑ sensitivita pro 1VD
- ↑ přesnost při postižení více segmentů
- ↑ publikovaných dat

Long-Term Prognostic Value of Exercise Echocardiography Compared With Exercise ^{201}Tl , ECG, and Clinical Variables in Patients Evaluated for Coronary Artery Disease

Leopoldo I. Olmos, MD; Habib Dakik, MD; Richard Gordon, MD; J. Kay Dunn, PhD; Mario S. Verani, MD; Miguel A. Quiñones, MD; William A. Zoghbi, MD

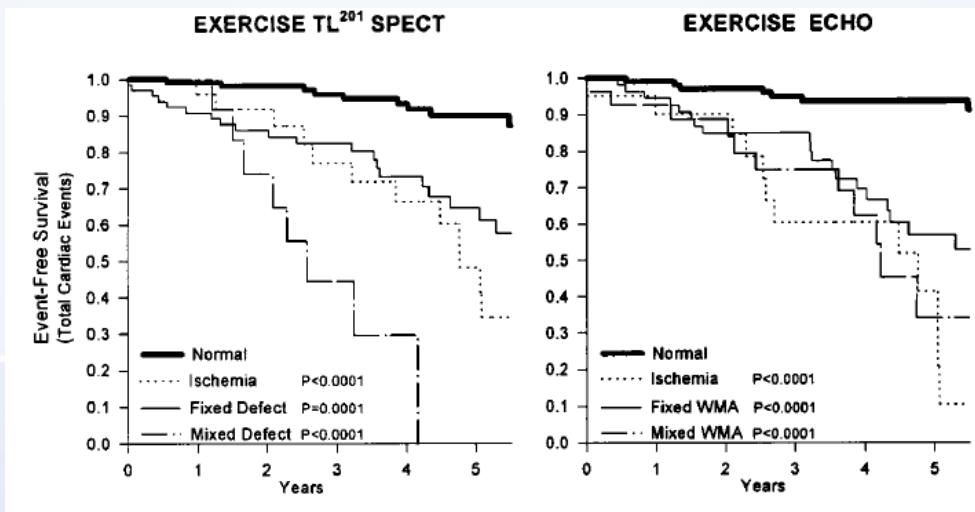


KVS příhody



AIM a KVS úmrtí

Resumé: výběr SPECT nebo zátěžového ECHA je na dostupnosti, ceně, zkušenostech a preferenci lékaře

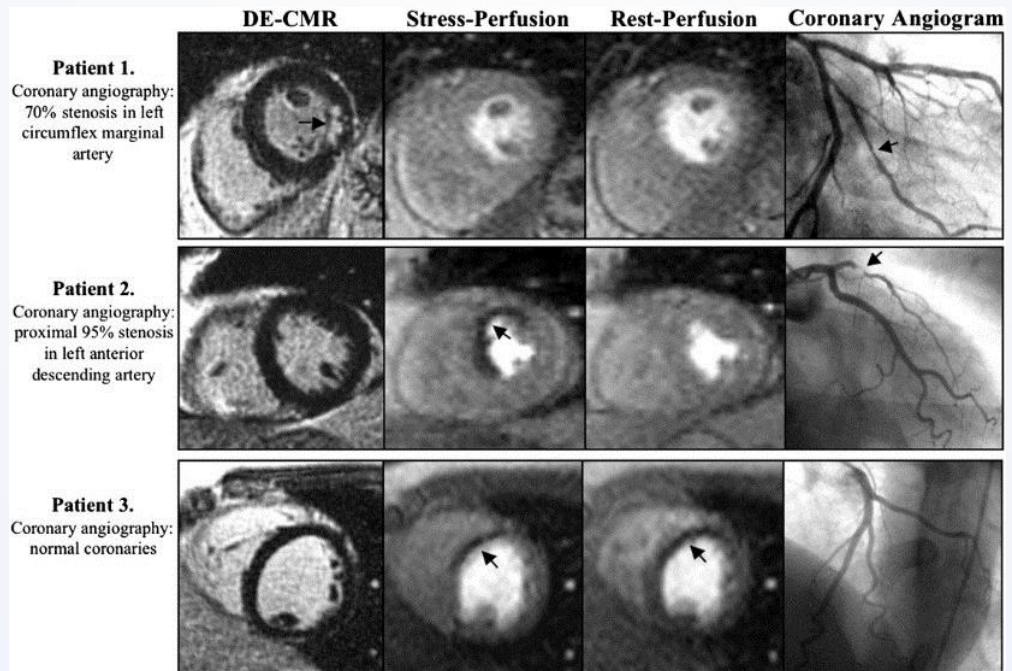


Přežití bez MACE

ICHS

Magnetická rezonance

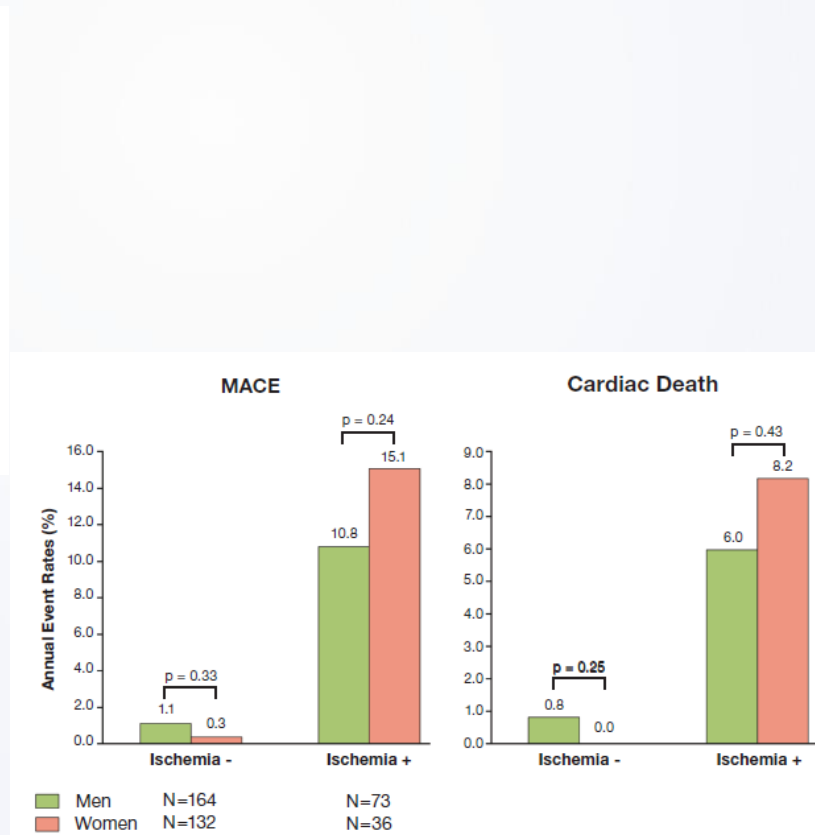
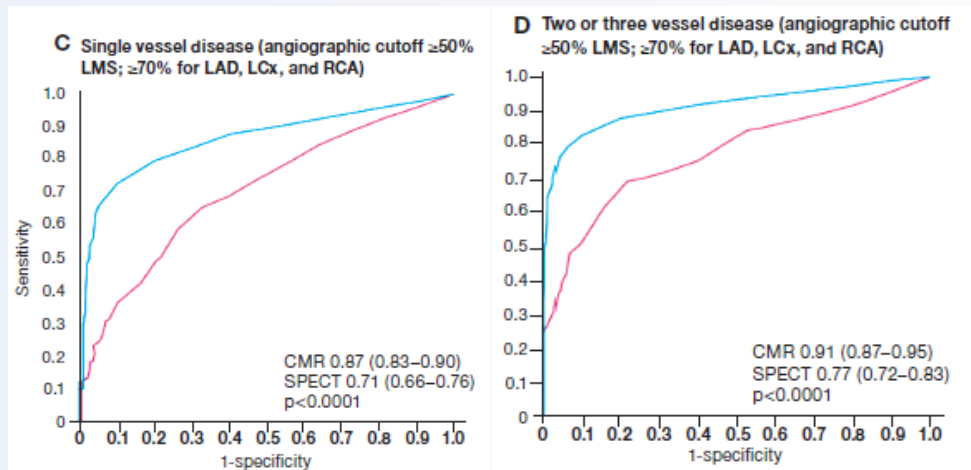
- Farmakologická (adenosin) – steal fenomen a snížení časného sycení myokardu s postiženou tepnou
- LGE – zobrazení poinfarktové jizvy (i subendokardiální – výhoda proti radionuklidům)



SCHWITTER J, WACKER CM, WILKE N, et al. *MR-IMPACT II: Magnetic Resonance Imaging for Myocardial Perfusion Assessment in Coronary artery disease Trial: perfusion-cardiac magnetic resonance vs. single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease: a comparative multicentre, multivendor trial.* Eur Heart J 34: 2013, 775-781.

ICHS – MRI vs radionuklidové MPI

Studie CE-MARC: MRI ukázalo vyšší dg. sensitivitu pro ICHS u 1VD i 2-3VD



- Velmi dobrá negativní prediktivní hodnota pro předpověď MACE a úmrtí z kardiovaskulárních příčin

Greenwood JP, Maredia N, Younger JF, Brown JM, Nixon J, Everett CC, et al. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. Lancet. 2012 Feb 4;379(9814):453-60

Za kolik?

	Cena IKEM k 10/2014
Ergometrie (17113)	498,- Kč
Základní ECHO vyšetření (17261)	806,- Kč
Dobutaminové zátěžové echo (17266)	2560,- Kč
SPECT (47269)	5286,- Kč
Zátěžová MRI (89717)	11143,- Kč



ICHS – průkaz viability

© Mike Baldwin / Cornered

BALDWIN



“Couldn’t find anything wrong with this one. Maybe he’s just lazy.”

Ischemický myokard:

- Revaskularizovat ?
- Riziko a přínos?

Pacienti s „chronickou“ ischemickou systolickou dysfunkcí LK a sníženou EFLK

- Odlíšení ischemického myokardu od jizvy
- Předpověď zlepšení funkce po event. revaskularizaci

Viabilita – studie STITCH

Table 1 Comparison of the various imaging techniques for detecting hibernating myocardium

Technique	No. of studies	No. of patients	Mean EF (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)
Dobutamine echocardiography—total	41	1421	25–48	80	78
Low-dose DbE	33	1121	25–48	79	78
High-dose DbE	8	290	29–38	83	79
Myocardial contrast echocardiography— total	10	268	29–38	87	50
Thallium scintigraphy— total	40	1119	23–45	87	54
TI-201 rest-redistribution	28	776	23–45	87	56
TI-201 re-injection	12	343	31–49	87	50
Technetium scintigraphy—Total	25	721	23–54	83	65
Without nitrates protocol	17	516	23–52	83	57
With nitrates protocol	8	205	35–54	81	69
Positron emission tomography—total	24	756	23–53	92	63
Cardiovascular magnetic resonance— total	14	450	24–53	80	70
Low-dose dobutamine protocol	9	272	24–53	74	82
Late gadolinium-enhancement protocol	5	178	32–52	84	63

Viabilita

PET

- Gold standard – hodnocení metabolismu
- Hodnocení metabolismu glukózy v ischemickém myokardu (místo MK)
- Fluorine-18 fluorodeoxyglukóza

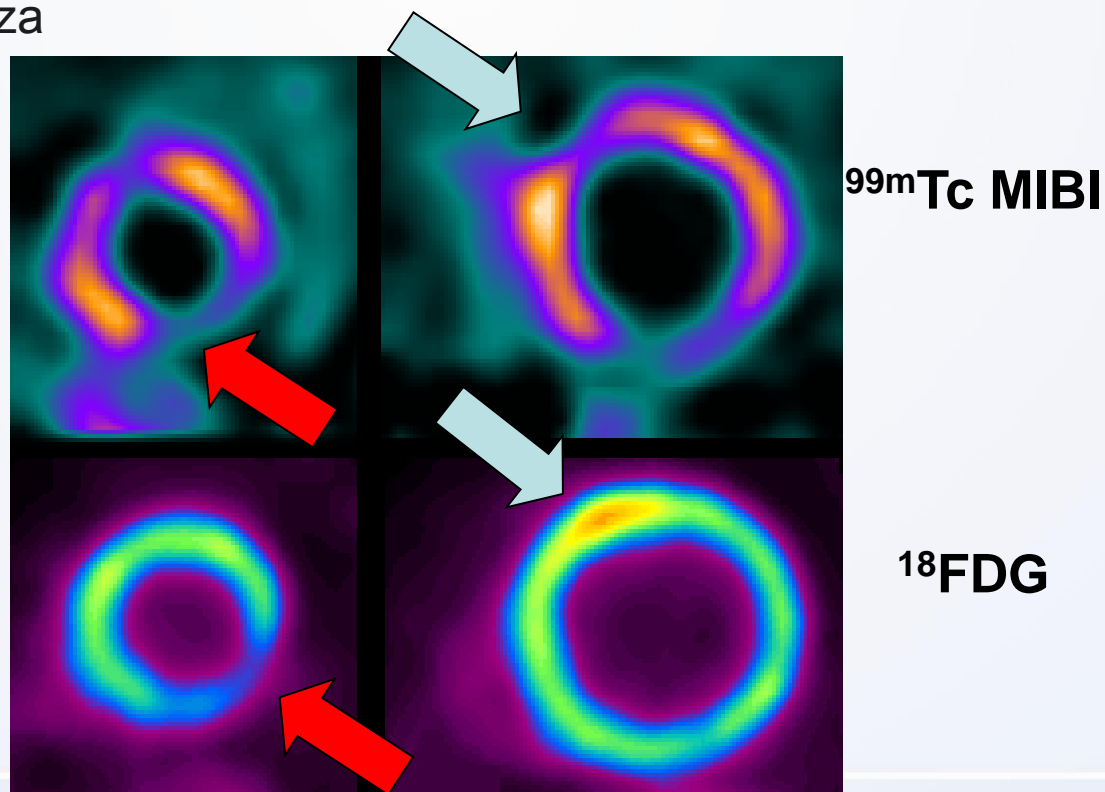
Viabilní myokard:

-Mismatch irreverzibilní defekt perfúze (MIBI) ale zachovalý metabolismus myokardu (FDG)

Neviabilní myokard (jizva):

-irreverzibilní porucha perfúze a porucha mtb myokardu

Nevýhoda: malé prostorové rozlišení



Viabilita myokardu LK

Dobutaminová echokardiografie

- hodnocení kinetiky: 4 druhy odpovědi – normální, ischemická, nekrotická a viabilní (+ bifazická)
- Hibernovaný myokard – reverzibilní dysfunkce myokardu
- Protokol – „low-dose“ dobutamin: 2,5 – 5 - 7,5 – 10 - 20 µg/kg

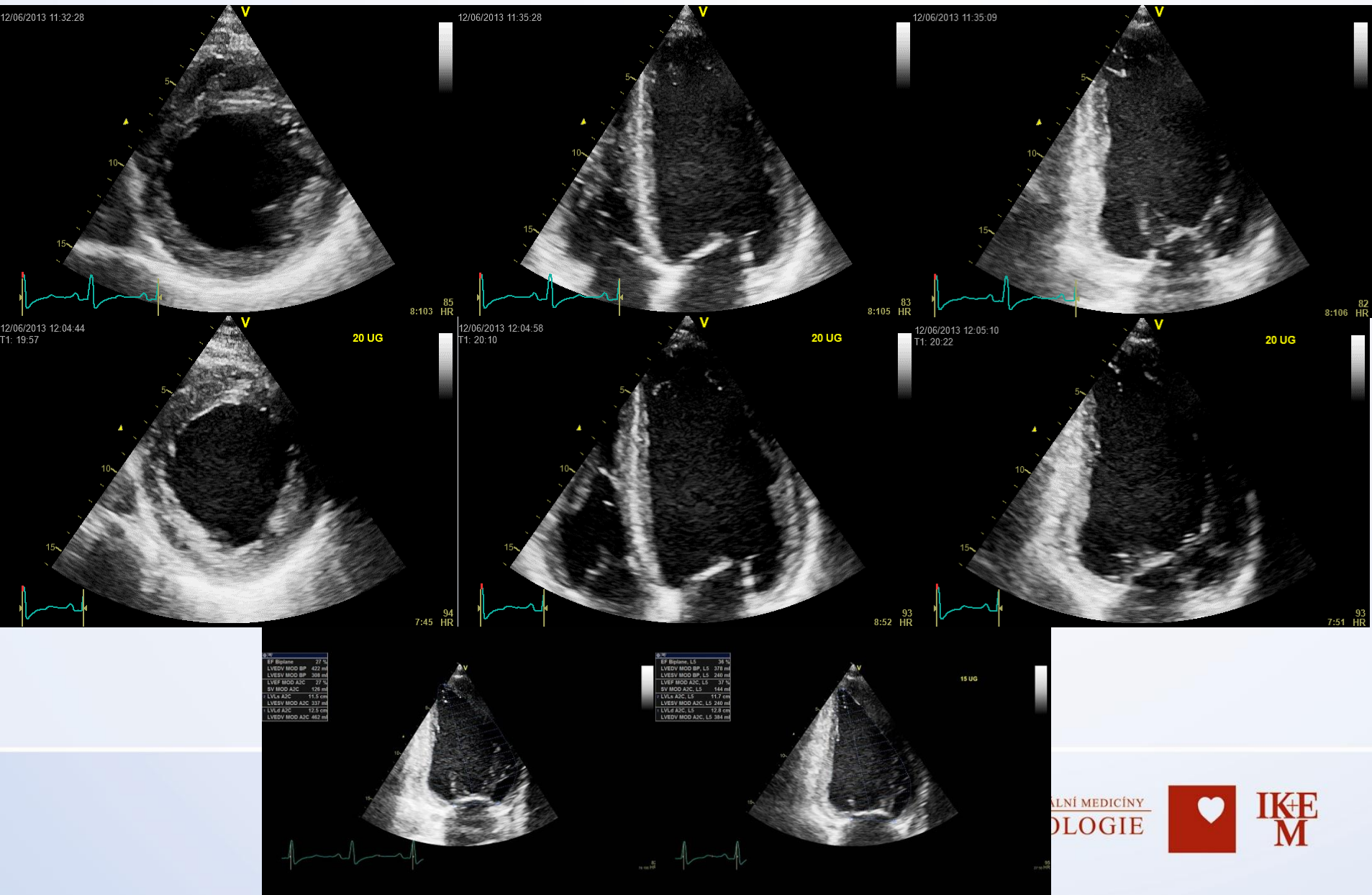
- Prokázaná viabilita – bez následné revaskularizace – horší prognóza
 - významný nález jen u pacientu s těžkou dysfunkcí LKS
 - má význam u LK bez významné remodelace (ESV < 140ml)
 - Tloušťka stěny minimálně 6mm
- Pooperační zlepšení funkce při průkazu >4 viabilních segmentů a WMSI > 0,25 (20% LKS)

- **Nevýhoda:** operator depending, horší vyšetřitelnost

* Senior R, Lahiri A: Role of DSE in detection of myocardial viability for predicting outcome after revascularisation in ischemic cardiomyopathy. J Am Soc Echocardiogr 2001, 14:240-248



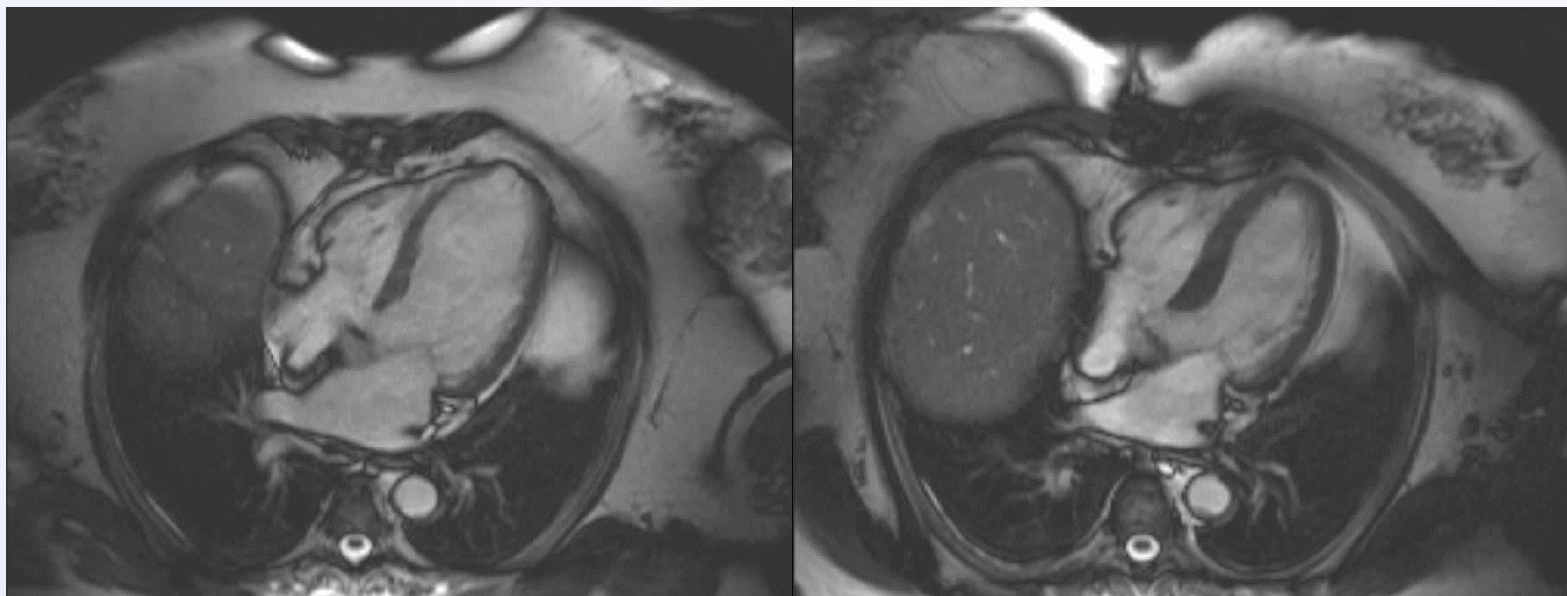
Viabilita



Viabilita

Magnetická rezonance

- hodnocení % tloušťky / transmurality IM (>75% postižení stěny → neviabilní)
- postižení 25-60% je viabilní jen v 40% případů (protokol s dobutaminem a odlišení zlepšení kontraktility)



CAMICI PG, PRASAD SK, and RIMOLDI OE. *Stunning, hibernation, and assessment of myocardial viability*. Circulation 117: 2008, 103-114.

Známá ICHS / post CABG

- Post-MI
 - Hodnocení prognózy
 - Doporučení pohybové aktivity (USA)
 - Zhodnocení efektu farmakoterapie
 - Přetrvávající ischemie (post-procedurální angina pectoris)
 - Průkaz restenózy / otázka zásobení teritoria



Poruchy rytmu

TABLE 13G-12

ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing for Investigation of Heart Rhythm Disorders

Class	Indication
I (indicated)	<ol style="list-style-type: none">1. Identification of appropriate settings in patients with rate-adaptive pacemakers2. Evaluation of congenital complete heart block in patients considering increased physical activity or participation in competitive sports
IIA (good supportive evidence)	<ol style="list-style-type: none">1. Evaluation of patients with known or suspected exercise-induced arrhythmias2. Evaluation of medical, surgical, or ablative therapy in patients with exercise-induced arrhythmias (including atrial fibrillation)
IIB (weak supportive evidence)	<ol style="list-style-type: none">1. Investigation of isolated ventricular ectopic beats in middle-aged patients without other evidence of coronary artery disease2. Investigation of prolonged first-degree atrioventricular block or type I second-degree Wenckebach block, left bundle branch block, right bundle branch block, or isolated ectopic beats in young patients considering participation in competitive sports
III (not indicated)	Routine investigation of isolated ectopic beats in young patients

ergometrie

ACC/AHA = American College of Cardiology/American Heart Association.
From Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, et al: ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: Summary article. A report of the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation* 106:1883, 2002.

(From Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, et al: ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: Summary article. A report of the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation* 106:1883, 2002.)



Chlopenní vady

- Disproporce objektivního nálezu a klidové hemodynamiky se zátěžovými symptomy
- Stratifikace rizika
- Úloha echokardiografie
- Menší úloha farmakologické zátěže (kontraktilní rezerva)



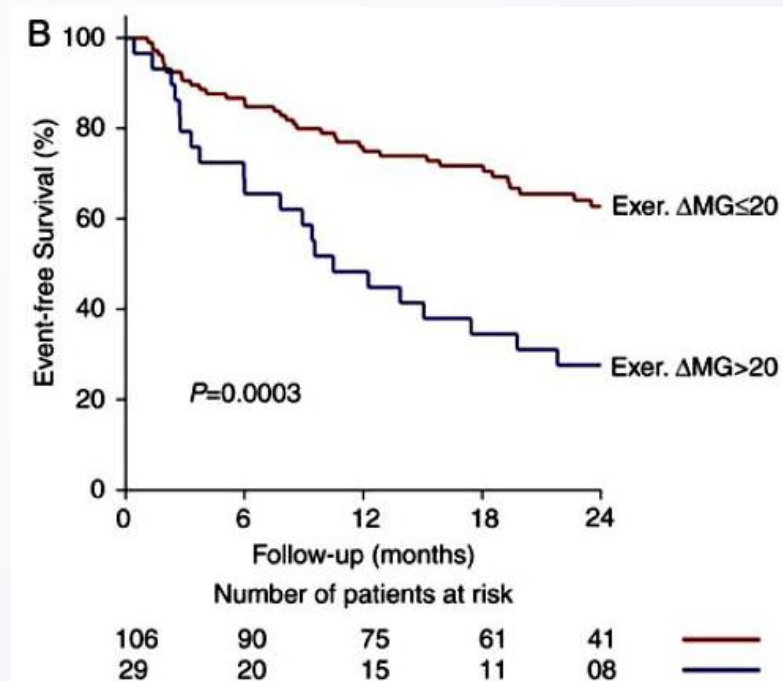
**“I already diagnosed myself on the Internet.
I’m only here for a second opinion.”**

Stenotické vady – aortální stenóza

1. asymptomatická významná AS
2. Low-flow low-gradient AS
3. Symptomatická středně významná AS

Asymptomatická významná AoS

- Skutečně asymptomatická – roční mortalita < 1%
- pac. s malou fyzickou aktivitou, u starších pacientů
- Typ zátěže: ergometrie – bicyklové ECHO (ESC třída I, AHA IIa doporučení)
- AVR: Rozvoj symptomů (ESC třída I), hypotenze (třída IIa) a komorové arytmie (třída IIb)
- Zvýšení středního gradientu > 18-20 mmHg – významný prediktor rychlého rozvoje symptomů / úmrtí / hospitalizace^{1 2} (indikace k AVR: třída IIb)
- Stratifikace rizika: absence kontraktilní rezervy
 - ↓ EFLK (latentní dysfunkce, fibróza při subendokardiální ischemii)
 - ↑ PASP (zátěžová hodnota >60mmHg spojená s 2x rizikem úmrtí do 3 let)



•1. Lancellotti P, Lebois F, Simon M, Tombeux C, Chauvel C, Pierard LA. Prognostic importance of quantitative exercise Doppler echocardiography in asymptomatic valvular aortic stenosis. *Circulation*. 2005;112(9Suppl):I377-I382

•2. Amato MC, Moffa PJ, Werner KE, Ramires JA. Treatment decision in asymptomatic aortic valve stenosis: role of exercise testing. *Heart* 2001;86:381-6.

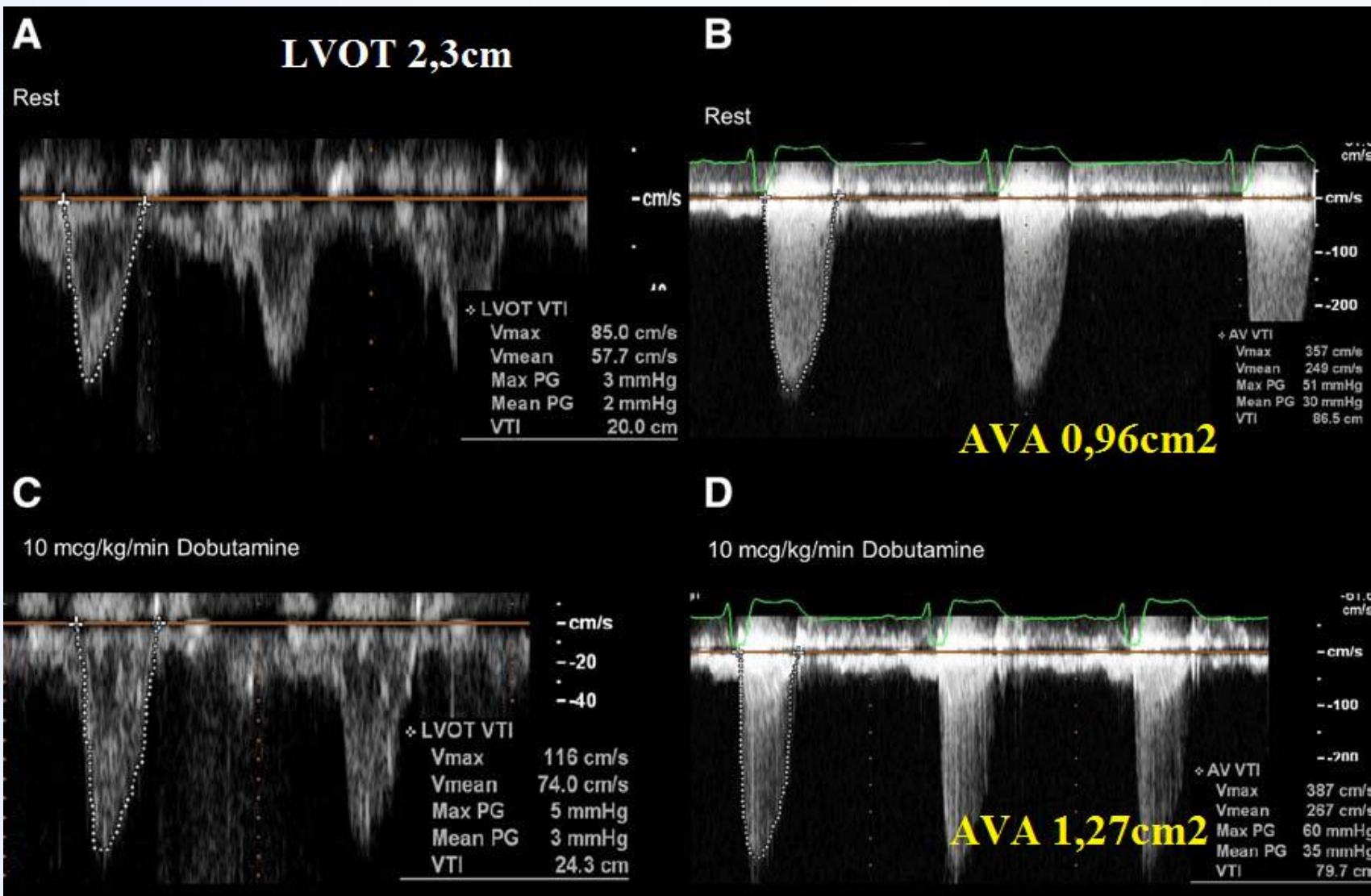
Stenotické vady – aortální stenóza

Low flow-low gradient AoS

- AVA < 1cm², ale gradient < 40mmHg
- Snížený srdeční výdej (< 35ml/m²) – EFLK < 40%, HCMP, malý LVEDV, porucha longitudinální kontrakce (latentní dysfunkce)

Významná AoS vs. pseudostenóza

- Typ zátěže: DSE s nízkými dávkami dobutaminu 5-10-15-20 µg (třída IIa)
 - Nutné vynechání betablokátorů
- 1. hodnocení kontraktilní rezervy – zvýšení SV > 20%, EF > 5%
- 2. hodnocení gradientů a VTI v LVOT/ AoV
- Prevalence pseudostenózy u LFLG AoS: 20-30%
- Hlavní limitace: při absenci kontraktilní rezervy nelze rozlišit rozdíl mezi pravou významnou stenózou a pseudostenózou
 - Propočet „projected AVA“ na základě standardizovaného průtoku aortálním ústím



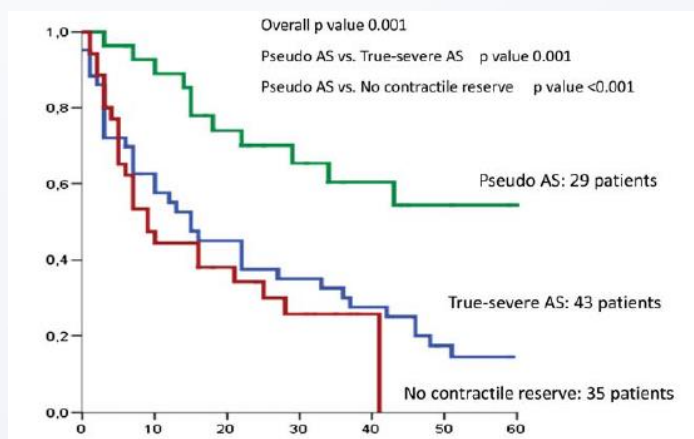
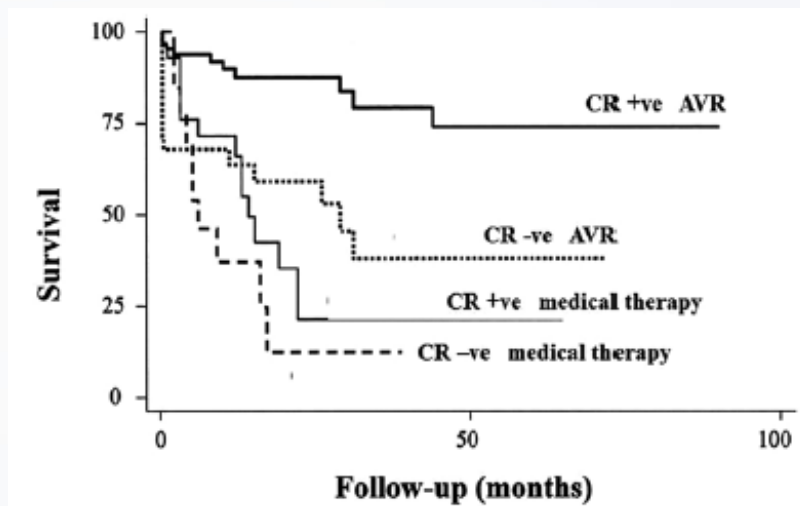
Stenotické vady – aortální stenóza

- Velmi špatná prognóza pacientů s významnou AoS bez kontraktilní rezervy (perioperační mortalita 30% vs 5% se zachovalou KR)
- 5-letá mortalita po AVR (31%) přijatelnější než mortalita při konzervativním postupu (87%) proto by chirurgické řešení nemělo být hned zavrženo

A proč rozlišovat významnost ?

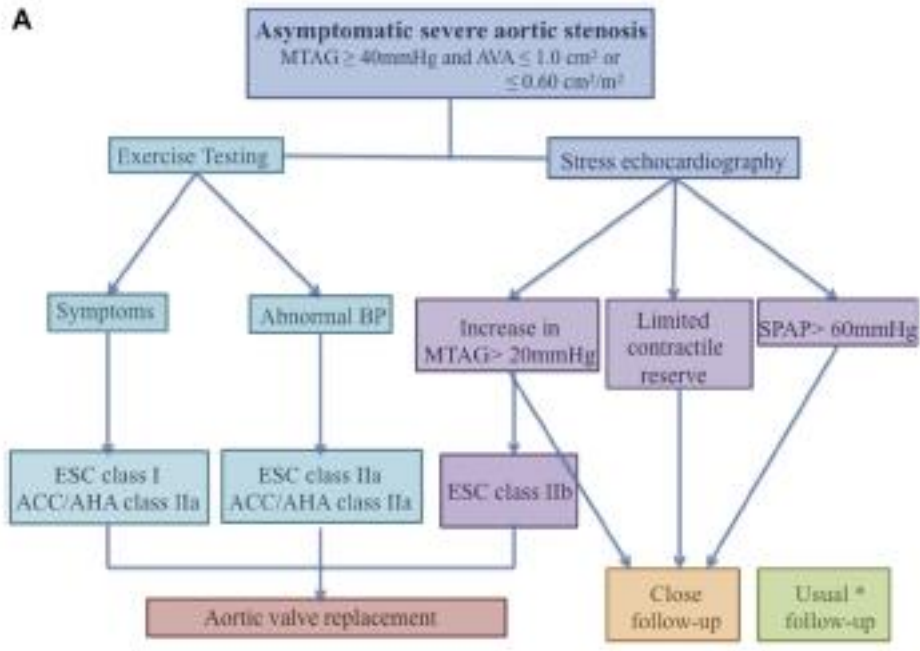
Celková prognóza pacientů s pseudostenózou je mnohem lepší než u pacientů s pravou významnou AoS

-pacienti více profitují z konzervativní terapie

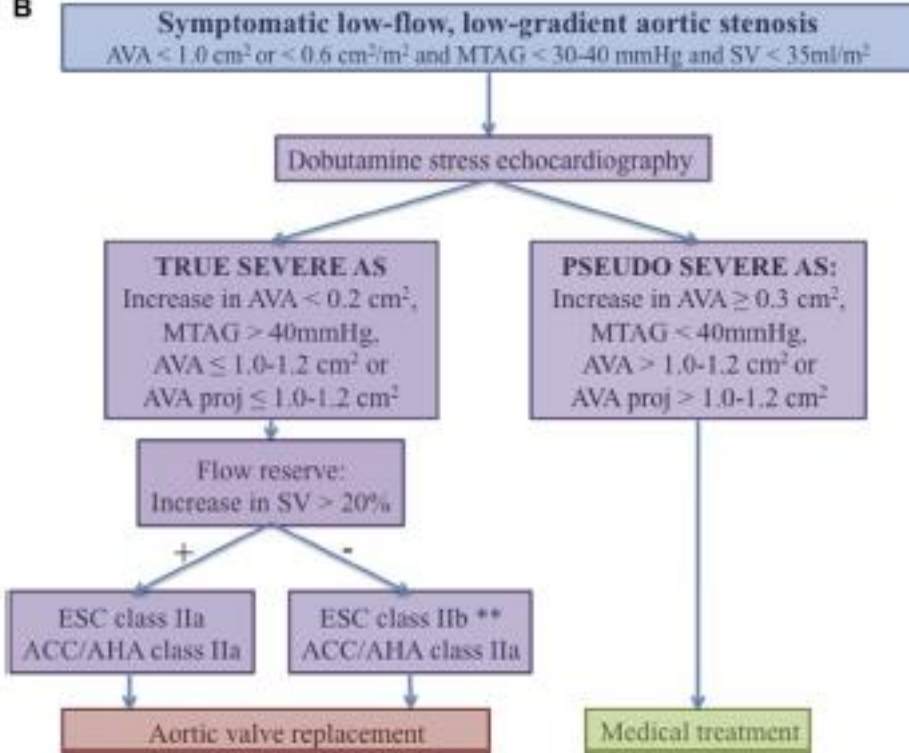


• Monin JL, Quéré JP, Monchi M, Petit H, Baleynaud S, Chauvel C, Pop C, Ohlmann P, Lelguen C, Dehant P, Tribouilloy C, Guéret P. Low-gradient aortic stenosis: operative risk stratification and predictors for long-term outcome: a multicenter study using dobutamine stress hemodynamics. *Circulation*. 2003;108:319–324.

A



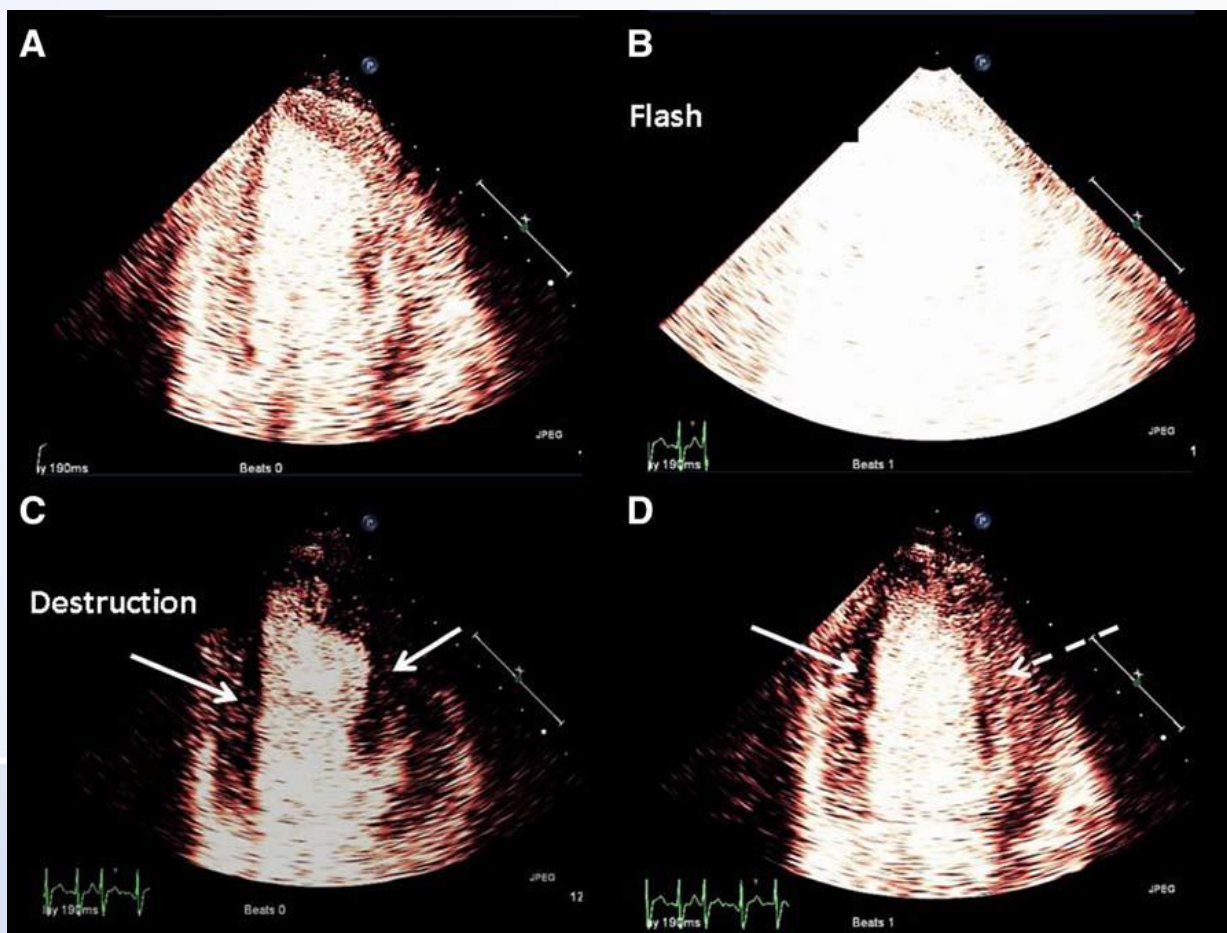
B



Stenotické vady – aortální stenóza

Symptomatická středně významná AS

- Nutné vyloučení jiné příčiny potíží - ICHS
- Typ zátěže: Lze využít protokol DSE nízké dávky → vysoké dávky



Stenotické vady – mitrální stenóza

- MVA závisí na mnoha faktorech – stavu chlopně (kalcifikace, poddajnost cípů), compliance LS
- Compliance LS – největší vliv na zátěžovou MVA a nepřímý vztah k PASP a NYHA třídě
- Typ zátěže: bicyklová echokardiografie, (DSE vysoké dávky?)

1. Asymptomatická významná MiS (MVA < 1,5cm²)

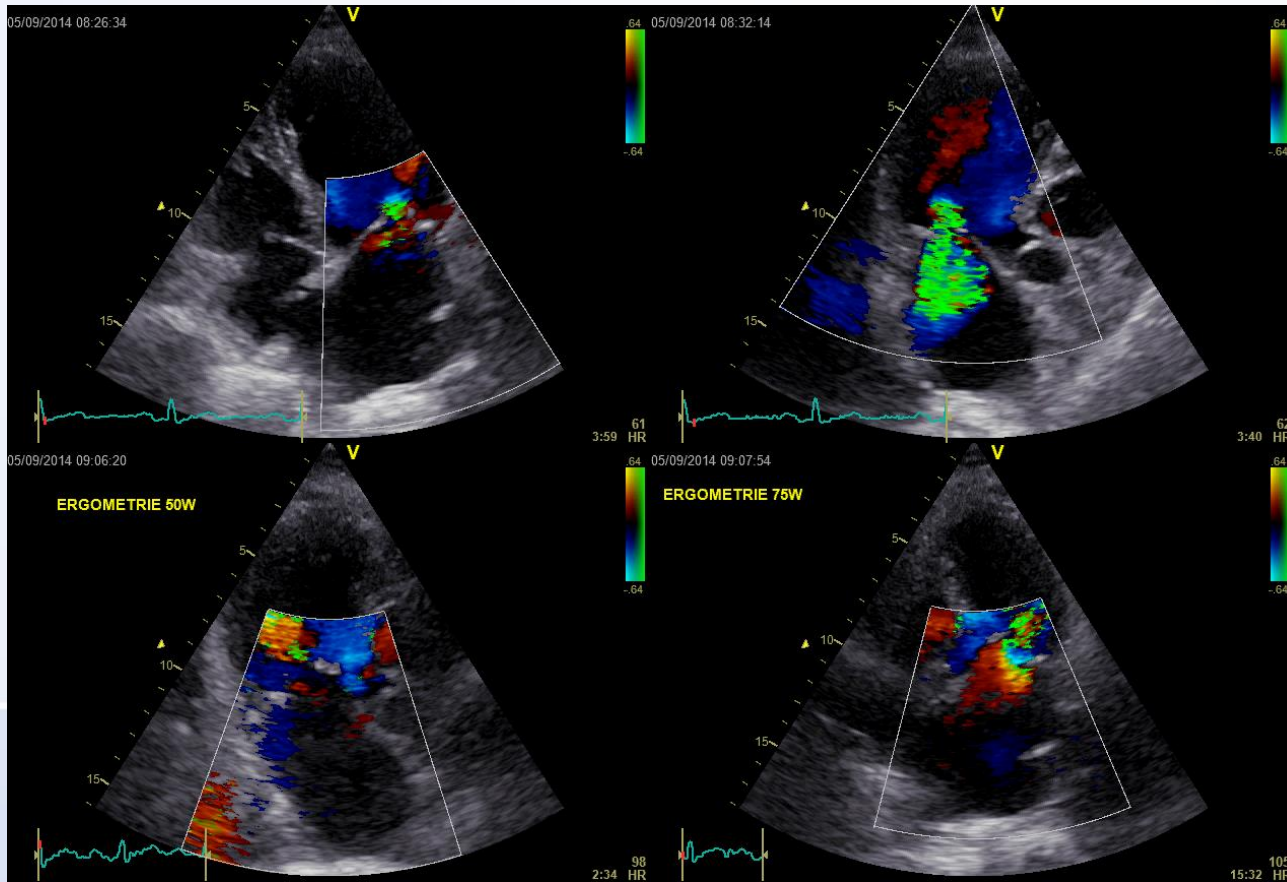
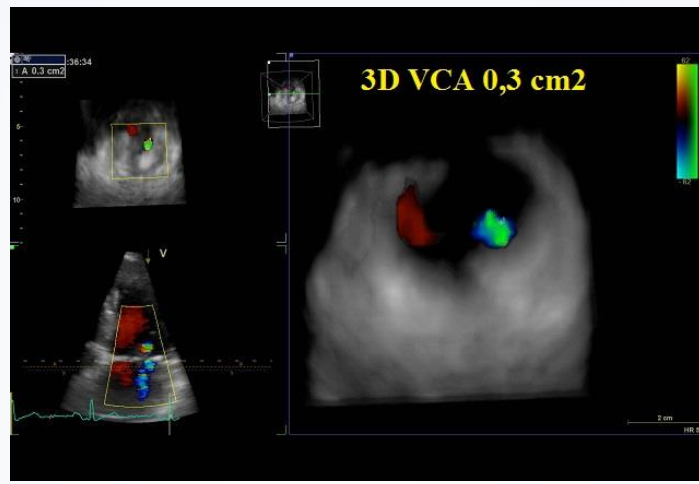
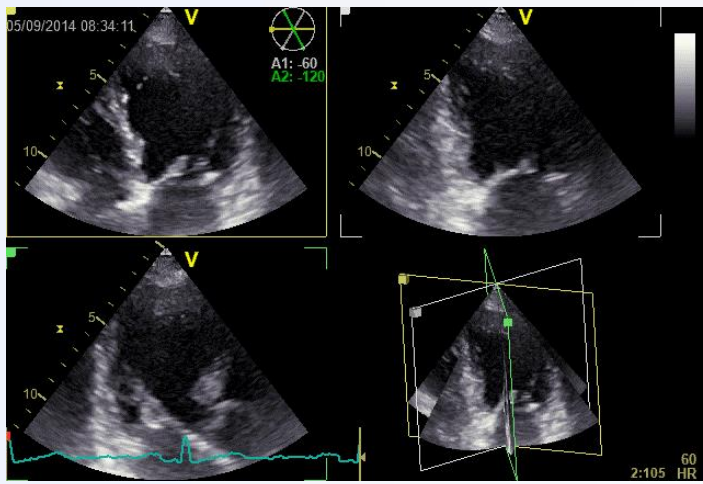
- SE pomáhá odkrýt symptomy a dynamické změny MV gradientů a PASP

2. Symptomatická lehká / středně významná MiS

- Vzestup středního gradientu o >15 mmHg a/nebo PASP > 60 mmHg → PTMV (třída IIb)

• Grimaldi A, Olivotto I, Figini F, Pappalardo F, Capritti E, Ammirati E, Maisano F, Benussi S, Fumero A, Castiglioni A, De Bonis M, Vermi AC, Colombo A, Zangrillo A, Alfieri O. Dynamic assessment of 'valvular reserve capacity' in patients with rheumatic mitral stenosis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2012;13:476–482

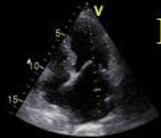




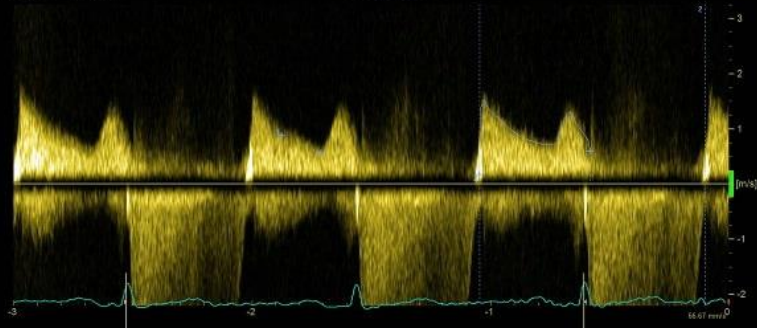
Y
E



MV Vmax	1.53 m/s
MV Vmean	1.00 m/s
MV maxPG	9.40 mmHg
MV meanPG	4.18 mmHg
MV VTI	46.1 cm
HR	63 BPM
1 MV PHT	132 ms
MVA By PHT	1.7 cm ²



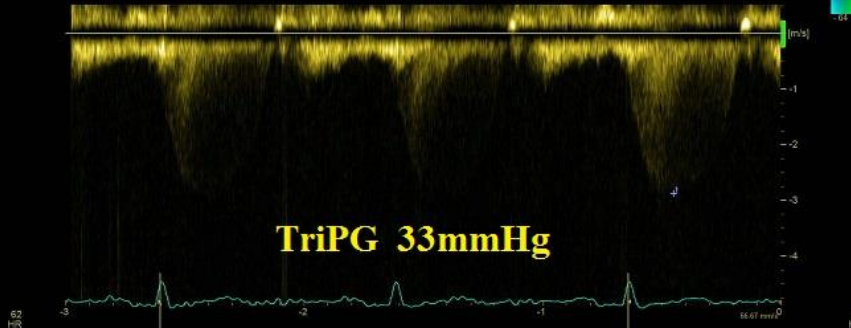
PG střed 4 mmHg



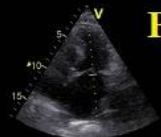
1 TR Vmax	2.88 m/s
TR maxPG	33.23 mmHg



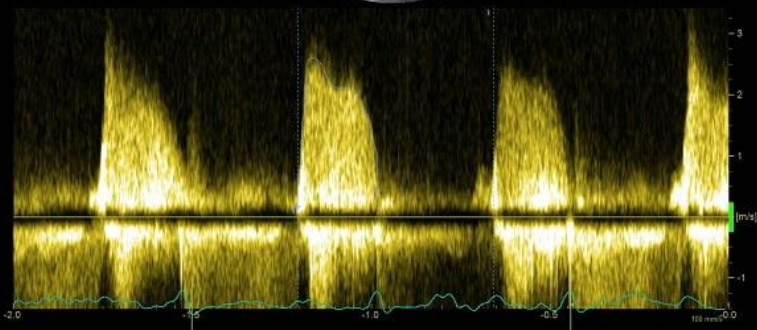
TriPG 33mmHg



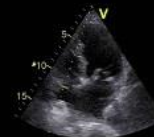
MV Vmax	2.83 m/s
MV Vmean	2.02 m/s
MV maxPG	27.63 mmHg
MV meanPG	17.19 mmHg
MV VTI	44.8 cm
HR	110 BPM



PGstřed 17mmHg



1 TR Vmax	4.05 m/s
TR maxPG	65.74 mmHg



TriPG 66mmHg

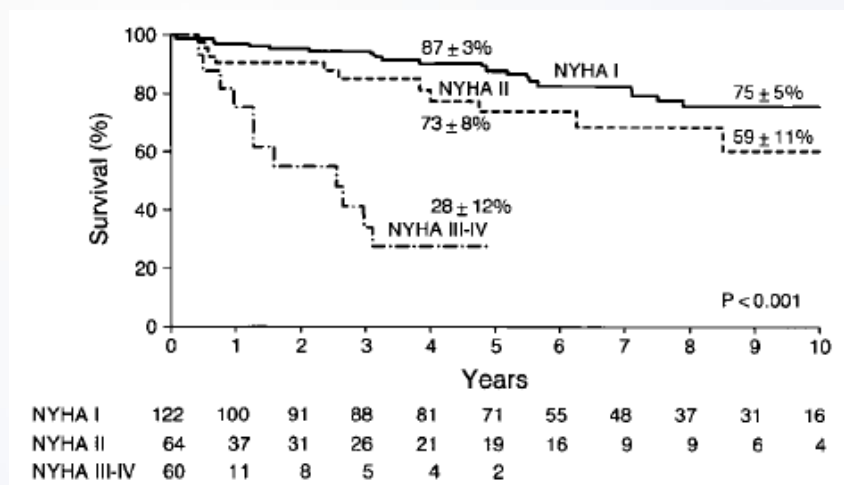


Regurgitační vady – aortální regurgitace

- Spolehlivá korelace symptomů s přežíváním¹
- Zátěž se rutinně nedoporučuje

Typ zátěže: ergometrie, bicyklové ECHO

- EFLK 50-55% a ESD 50mm / 25mm/m²
- Latentní systolická dysfunkce
- Predikce rozvoje dysfunkce pooperačně (61pts farmakoterapie vs AVR)²



1 Dujardin KS, Enriquez-Sarano M, Schaff HV, et al. Mortality and morbidity of aortic regurgitation in clinical practice. A long-term followup study. Circulation 1999;99:1851-7

2 Wahi S, Haluska B, Pasquet A, et al. Exercise echocardiography predicts development of left ventricular dysfunction in medically and surgically treated patients with asymptomatic severe aortic regurgitation. Heart 2000;84:606-14

Regurgitační vady – mitrální regurgitace

Primární mitrální regurgitace

- Funkční kapacita je snížena u 20% pacientů s organickou MiR¹ bez ohledu na významnost a je spojená s horší prognózou
- Typ zátěže: bicyklové ECHO, radionuklidová cineangiografie
- Asymptomatická významná MiR nebo symptomat. méně významná (třída IIa)

- Horší prognóza: \uparrow EROA $>$ 10mm² a RVol $>$ 15ml, PASP $>$ 60mmHg a zátěžová dysfunkce PK (TAPSE $<$ 19mm)
- radionuklidy: zátěžové zhoršení funkce predikuje rychlejší rozvoj symptomů²
- Absence kontraktlní rezervy a snížení longitudinálního strainu je spojený s horší EFLK pooperačně
- Doporučení KCH výkonu: při PASP $>$ 60mmHg během zátěže (třída IIb)

1 Messika-Zeitoun D, Johnson BD, Nkomo V, et al. Cardiopulmonary exercise testing determination of functional capacity in mitral regurgitation: physiologic and outcome implications. J Am Coll Cardiol 2006;47: 2521-7

2 Borer JS, Hochreiter C, Rosen S. Right ventricular function in severe non-ischaemic mitral insufficiency. Eur Heart J 1991;12(suppl B):22-5

Regurgitační vady – mitrální regurgitace

Sekundární mitrální regurgitace

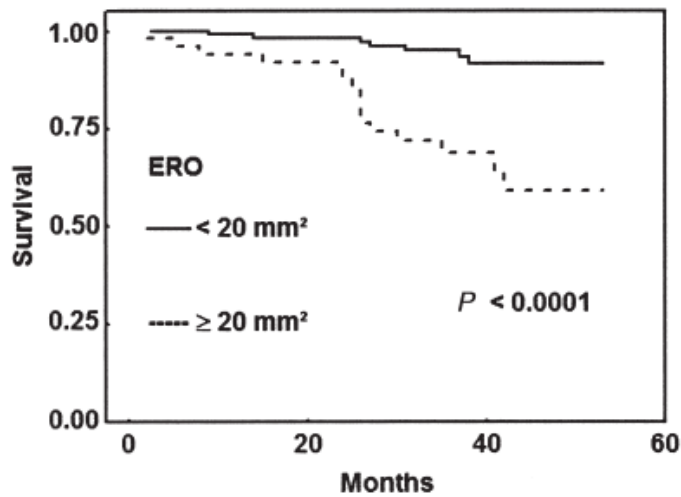
- Možný důsledek ischemie při zátěži (nejčastěji RCA / RCx)
- Indikace (ESC / ACC-AHA):
 1. Symptomy neúměrné ke stupni dysfunkce LK a významnosti MiR
 2. Akutní plicní edém bez zjevné příčiny
 3. Střední MiR před chirurgickou revaskularizací
 4. Riziková stratifikace u srdečního selhání
- Typ zátěže: bicyklové ECHO, DSE (jen viabilita)

- Významná klidová MiR: EROA > 0,20cm²
- Vzestup EROA > 0,13cm² je prediktorem mortality a rehospitalizací pro HF¹²
- Pokles EFLK >5%, vzestup PASP na > 60mmHg

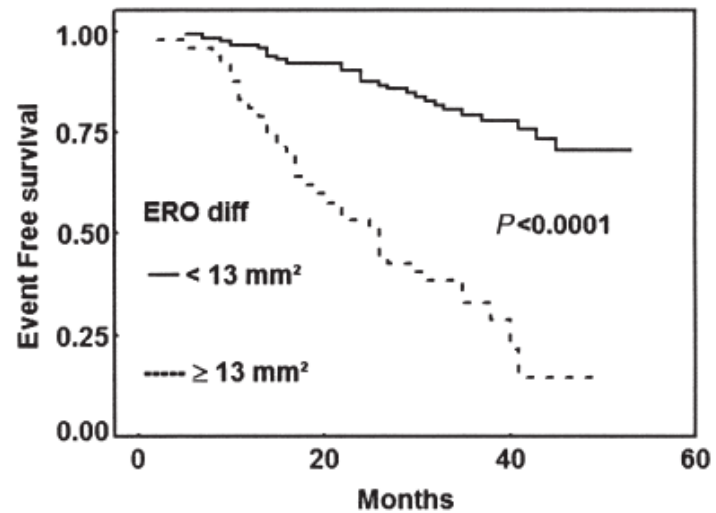
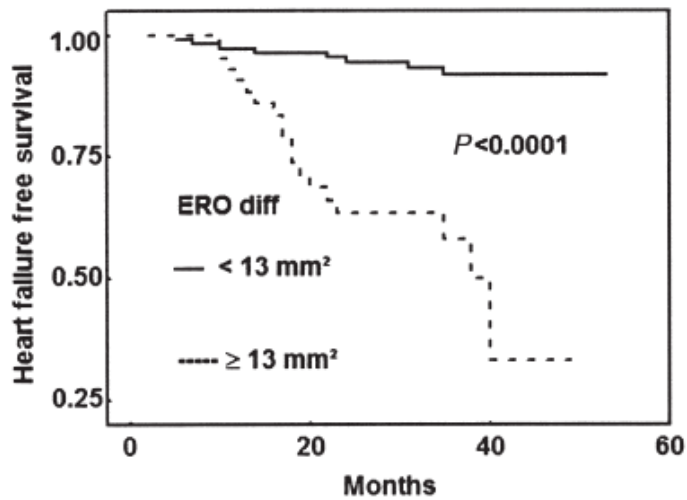
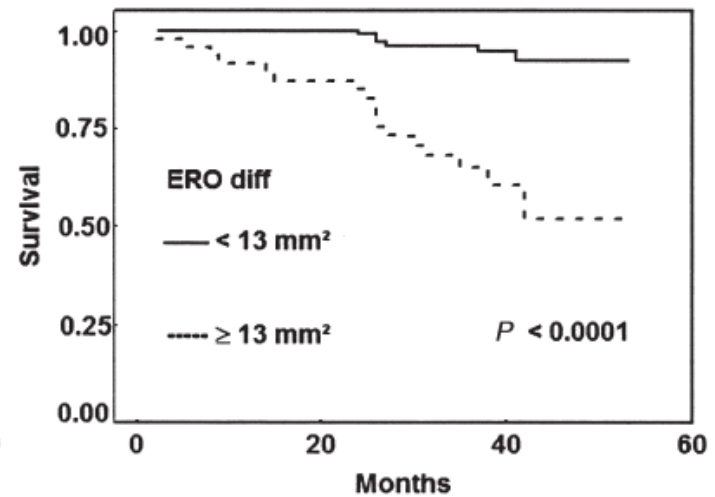
1 Lancellotti P, Gerard PL, Pierard LA. Long-term outcome of patients with heart failure and dynamic functional mitral regurgitation. Eur Heart J 2005;26:1528-32.

2 Vecera J, Bartunek J, Vanderheyden M, Kotrc M, Kockova R, Penicka M: Three-Dimensional Echocardiography-Derived Vena Contracta Area at Rest and Its Increase During Exercise Predicts Clinical Outcome in Mild-Moderate Functional Mitral Regurgitation. Circ J. 2014 Oct 3

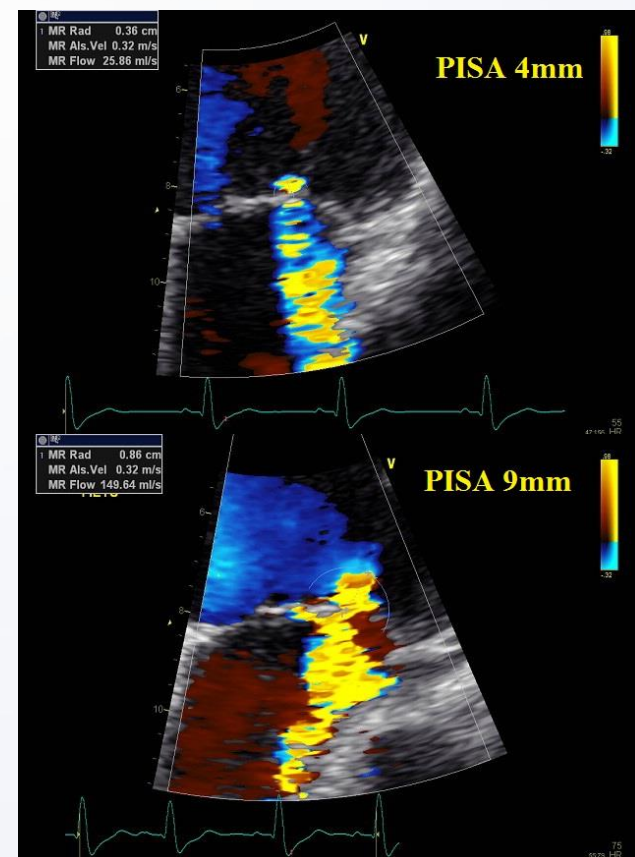
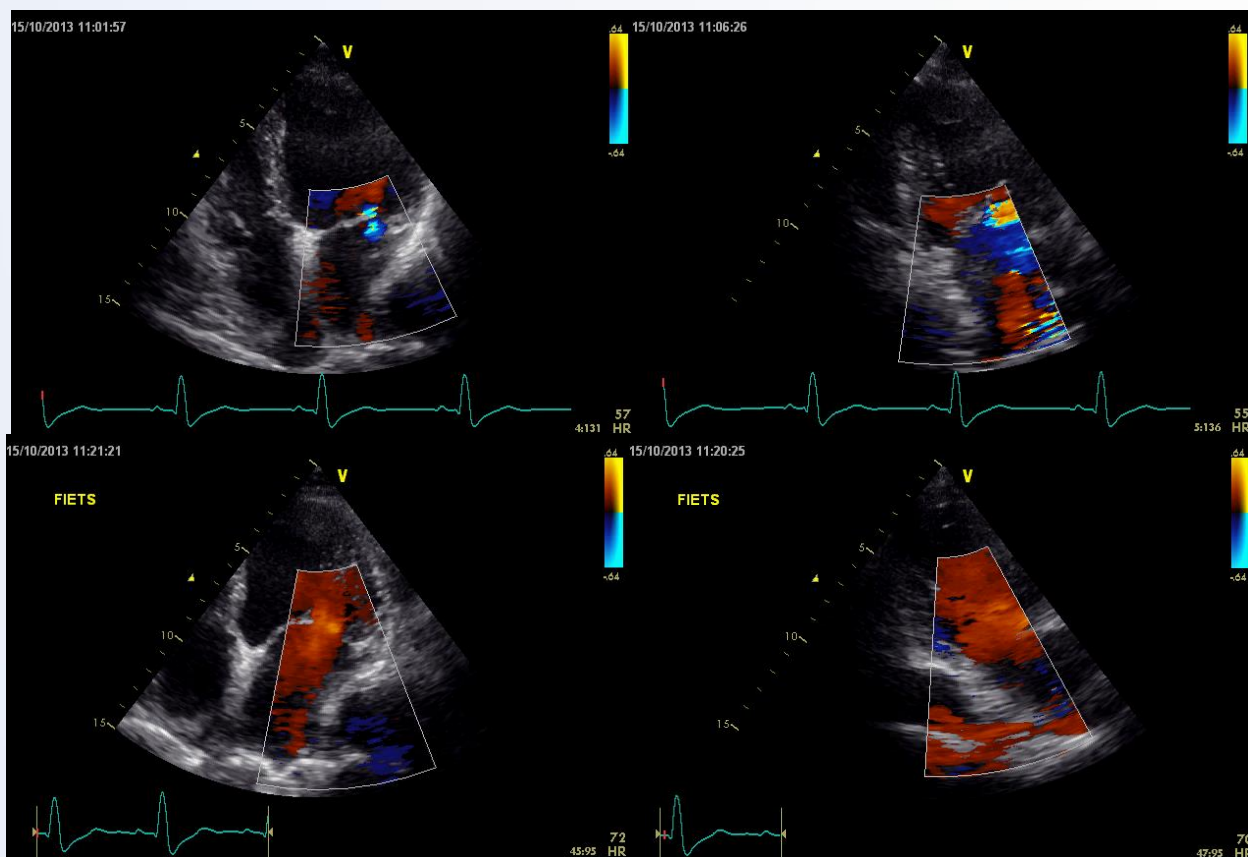
V klidu

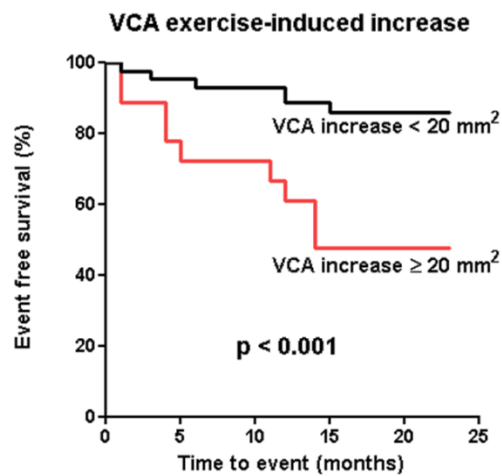
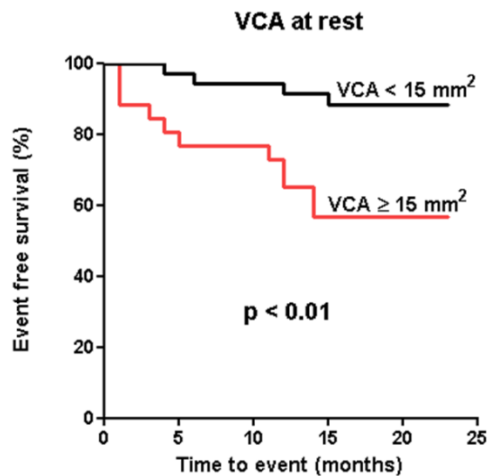
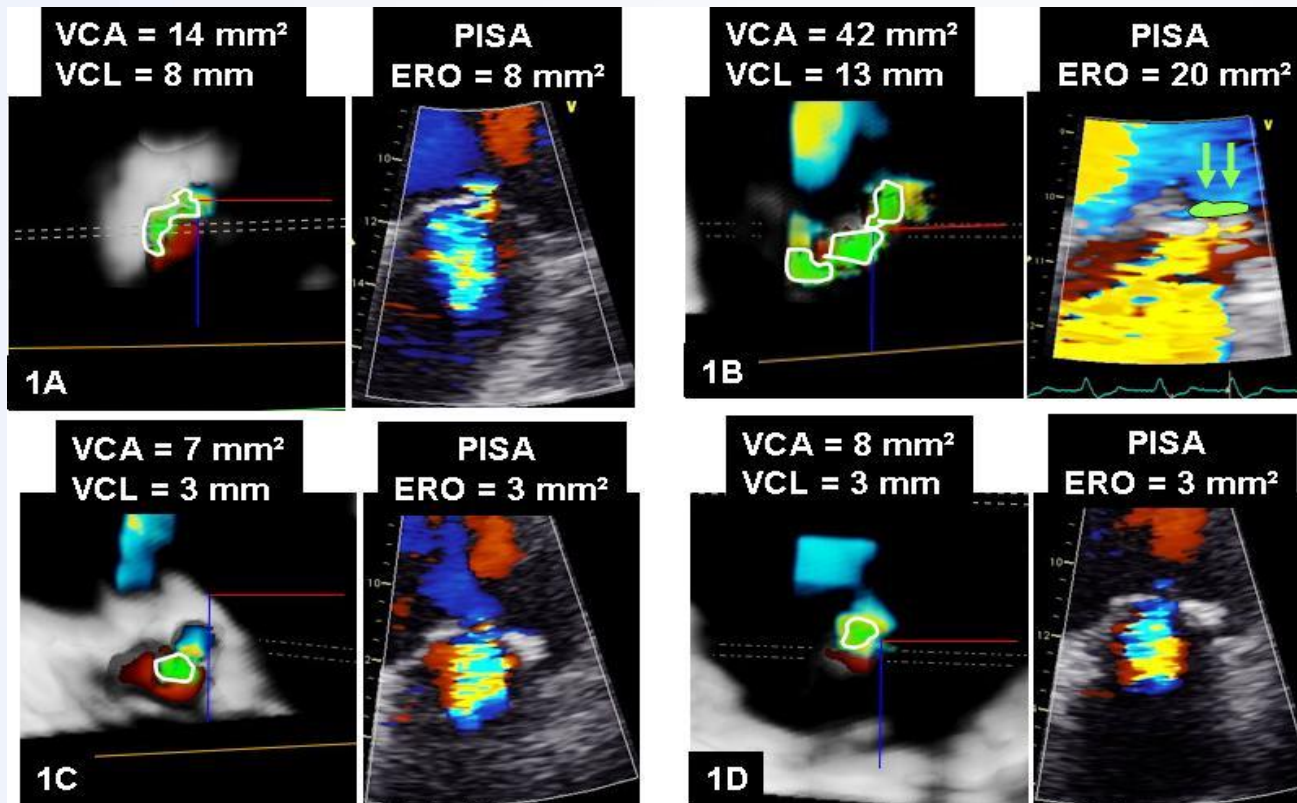


Zátěž

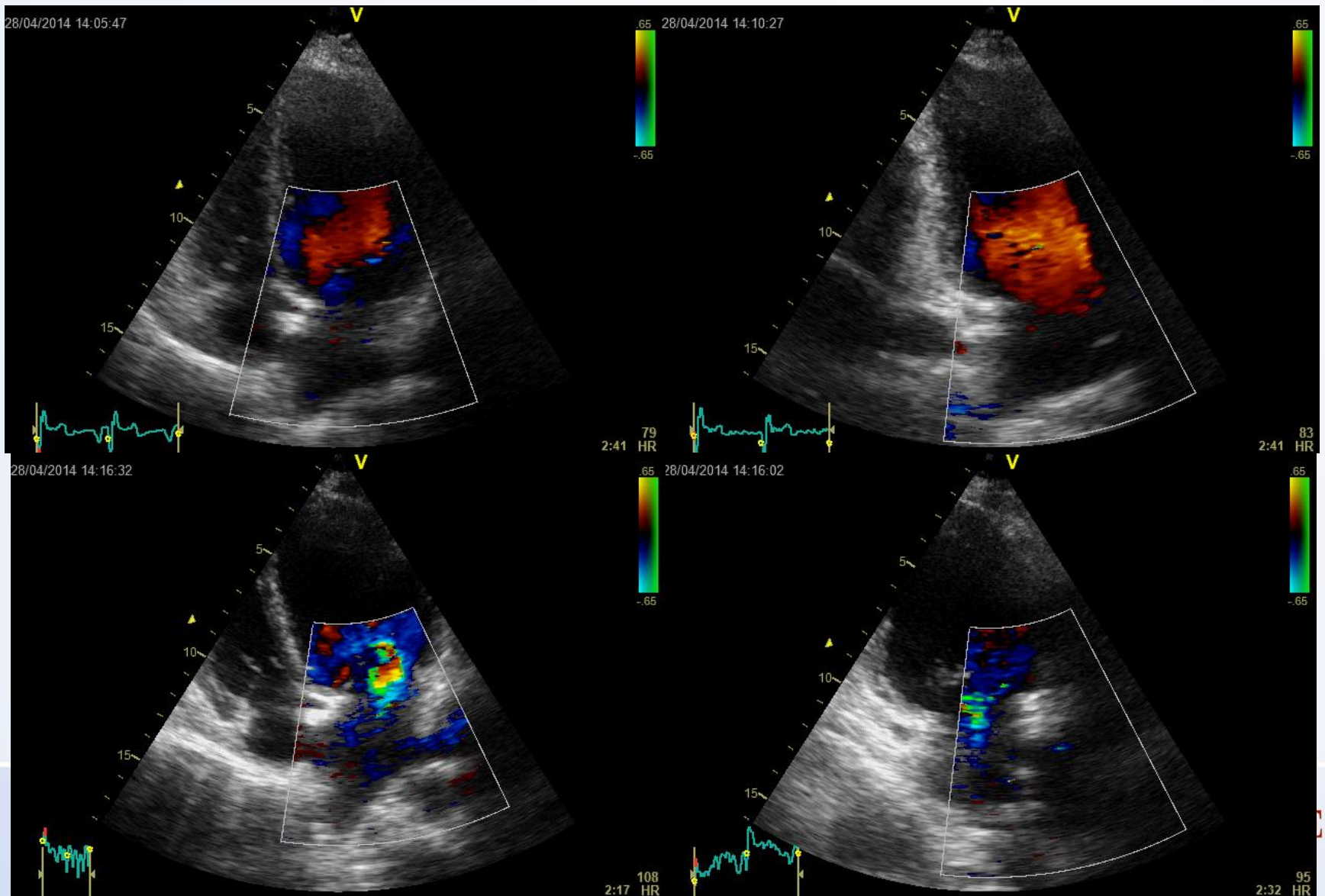


Mitrální regurgitace – bicyklové echo





Mitrální regurgitace – handgrip



Regurgitační vady – mitrální regurgitace

1. pacienti se střední až významnou sekundární MiR, dysfunkcí LK, ICHS a prokázanou viabilitou – indikace KCH výkonu (třída I)
2. Významná sekundární MiR se samotnou revaskularizací nevyřeší – proto má jít o kombinovaný výkon (třída IIa)
3. Středně významná MiR → zátěžové vyšetření s hodnocením symptomů a PASP, v přítomnosti dynamické MiR zvážit KCG (třída IIa)
4. Středně významná MiR s absencí dynamické MiR (\uparrow EROA $<$ 0,13cm²) – lze pokračovat konzervativně (nutná větší studie)
5. Efekt resynchronizační terapie ?

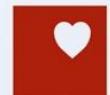


Kardiomyopatie

- Ergometrie
- Spiroergometrie
- EKG
- Handgrip
- 6m walking test – test chůze

Zátěžové vyšetření provokuje symptomy a slouží k

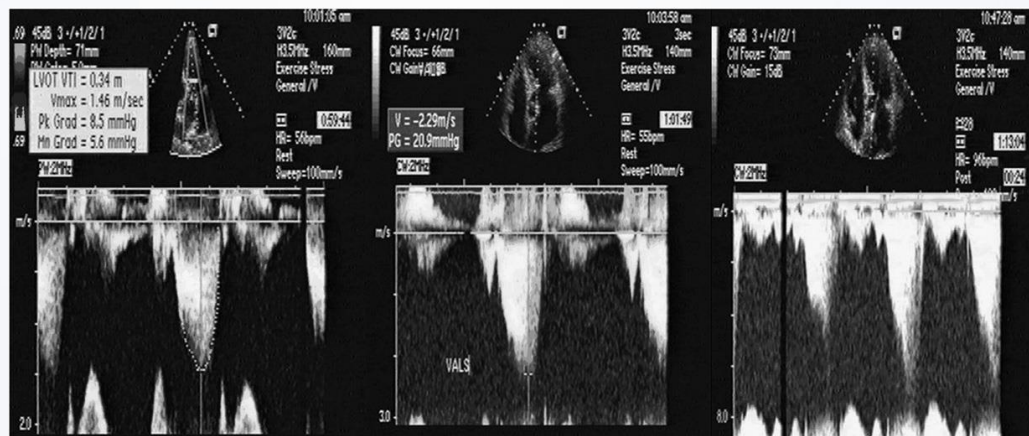
- ➔ posouzení závažnosti stavu
- ➔ hodnocení funkční kapacity
- ➔ indikaci k farmakologické a chirurgické léčbě (vč. transplantace)
- ➔ kontrole účinku terapie a rehabilitace
- ➔ prognóza dalšího vývoje



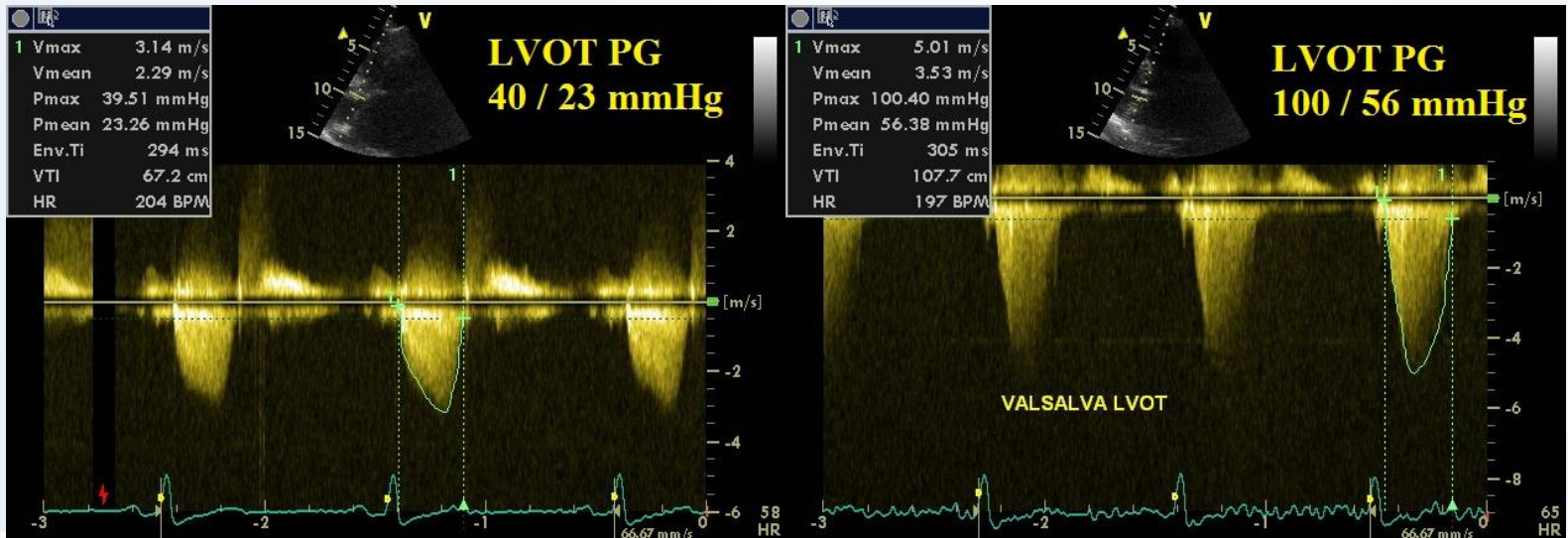
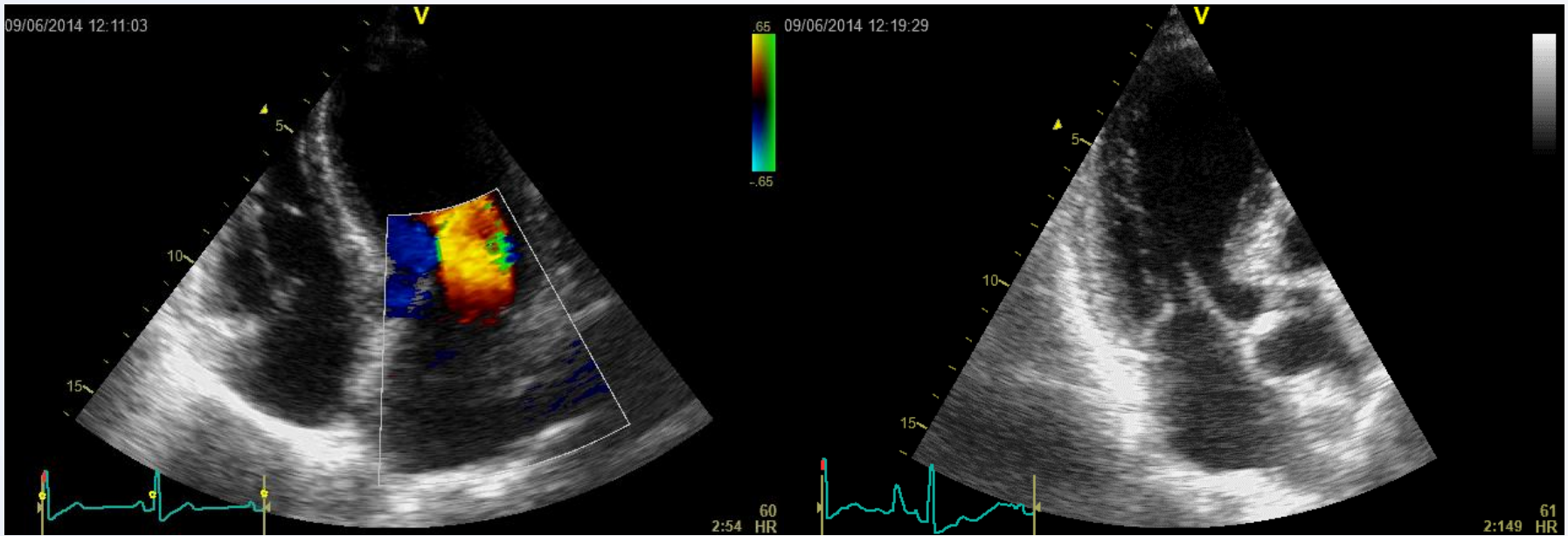
Kardiomyopatie

Hypertrofická kardiomyopatie

- Dynamická LVOT obstrukce (významná v klidu jen u 25-30% pacientů)
 - 53-62% pacientů vyvine v zátěži významnou obstrukci
- Typ zátěže: Valsalvův manévr, změna polohy, farmakologická provokace, bicyklové ECHO, ergometrie



- Klidový gradient >30mmHg – zvýšení rizika SCD a celkové mortality
 - Nejasný vliv dynamické obstrukce na mortalitu



Kardiomyopatie HCMP

- Symptomy
- EKG změny (CAVE: baseline změny) a arytmie (AF, bradykardie, KT)
- Δ krevního tlaku (pokles > 20 mmHg –horší prognóza)
- Δ gradientu v LVOT
- Systolická funkce LK, LVEDV a Δ SV
- regionální kinetika – ICHS u HCMP je velmi nepříznivým faktorem (10-leté přežití pac. s a bez CAD je 46,1% vs. 77,1%¹
 - CAVE: Jen malá pozitivní prediktivní hodnota pro CAD (SPECT, PET, MRI, ECHO)
 - Proto jako indikace není doporučována
- Zátěžové vyšetření u významné HCMP je bezpečné²



Selected prospective studies evaluating the predictive value of abnormal blood pressure response in patients with HCM

Study	No. of patients	Prevalence	RR/OR	PPV	NPV	Comments
Sadoul et al ¹⁶	161	37%	2.4, $P < .01$	15%	97%	Sudden cardiac death, ≤ 40 years old
Olivotto et al ¹³	126	22%	4.5, $P = .04$	14%	95%	Cardiovascular mortality, < 50 years old only
Elliot et al ¹⁷	368	38%	1.8, $P = .22$	–	–	Sudden death, < 40 years old only

1 Sorajja P, Ommen SR, Nishimura RA, et al: Adverse prognosis of patients with hypertrophic cardiomyopathy who have epicardial coronary artery disease. Circulation 2003;108:2342-2348

2 Drinko JK, Nash PJ, Lever HM, et al: Safety of stress testing in patients with hypertrophic cardiomyopathy. Am J Cardiol 2004;93: 1443-1444, A12



2. Funkční kapacita a kontraktilní rezerva

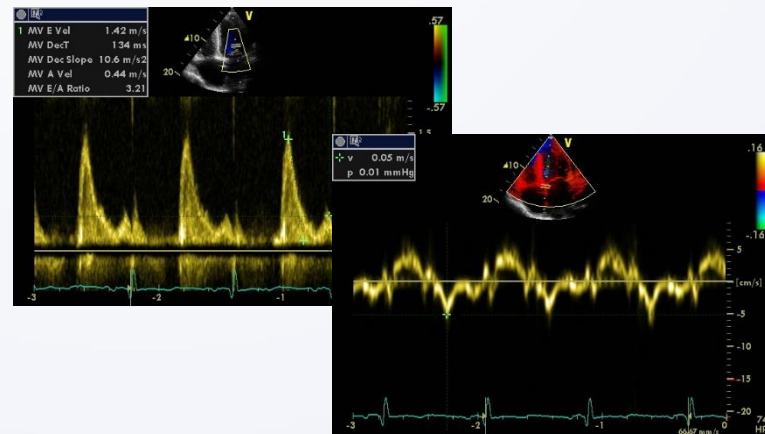
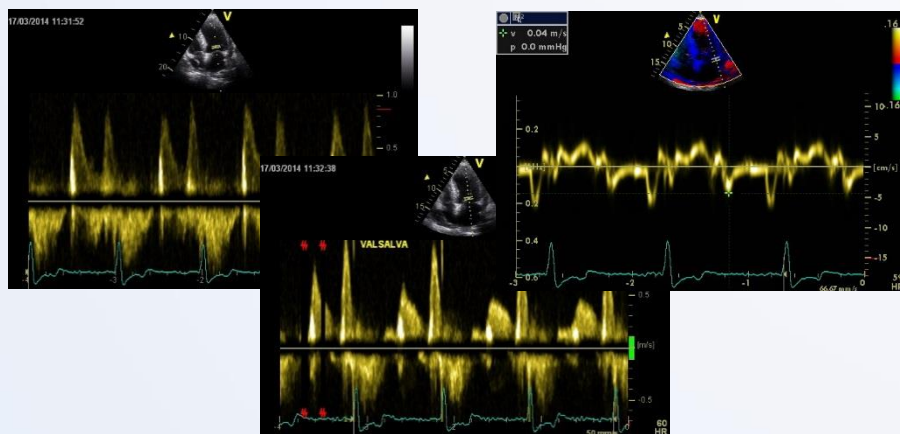
- Bicyklová zátěž (fyziologické podmínky)
- Hodnotíme:
 - kontraktilní rezerva LV – vzestup EF > 5%
 - Diastolická funkce LK
 - sPAP a RV EF (TAPSE, Smi TDI, FAC)

Riziko (VO ₂ max 10-14)	Nízké (5-10%/rok)	Vysoké (>25-30%/ rok)
Funkční kapacita	≥8-10 min	< 8min
Kontraktilní rezerva	+	-
Plicní hypertenze	< 45mmHg	> 45mmHg
Dysfunkce PK	-	+
MiR	↓ nebo =	↑↑

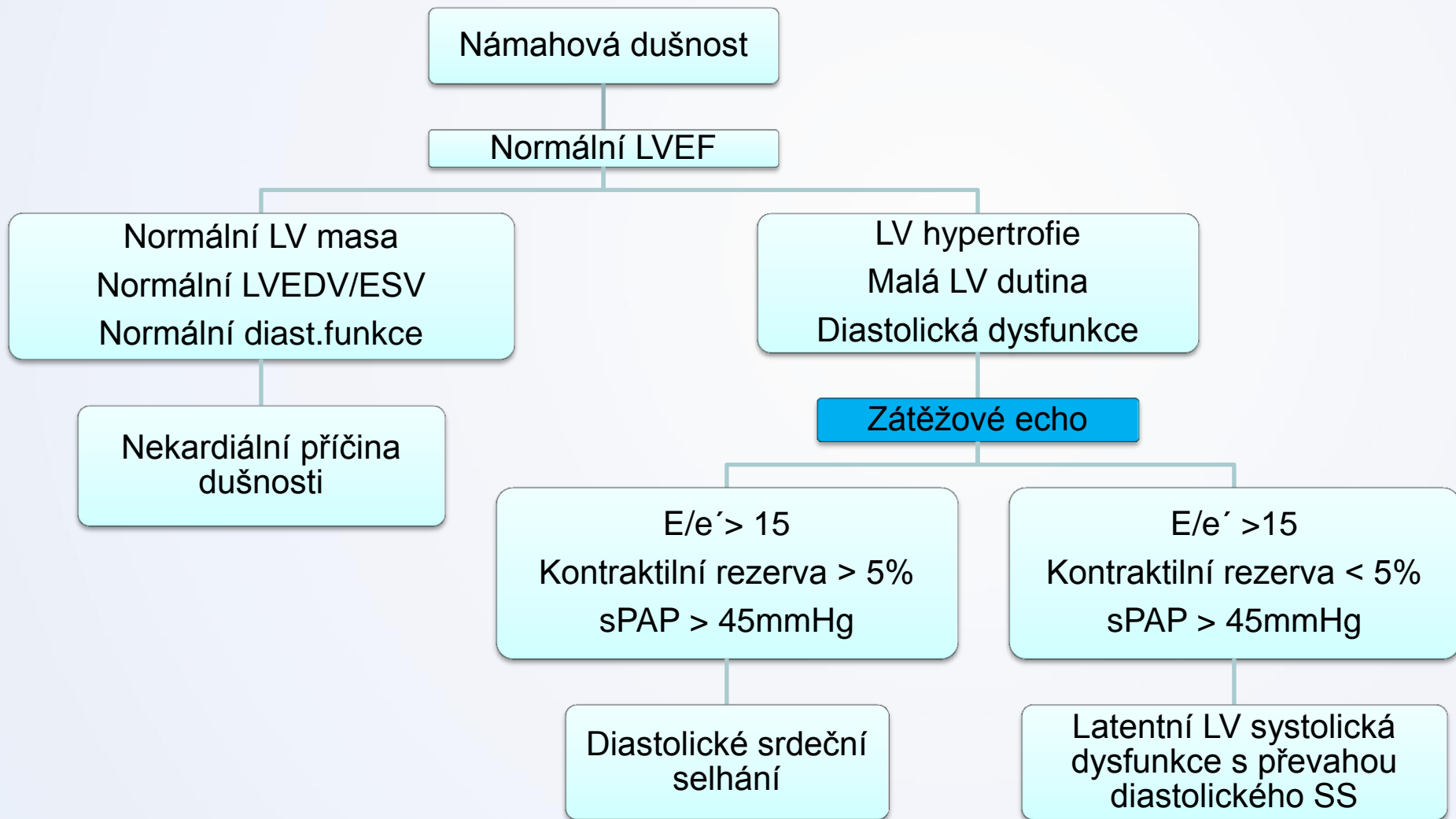
Diastolické srdeční selhání

- Asymptomatická porucha relaxace vs. Symptomatická diast.dysfunkce
- V klidu může být přítomný jen málo významný nále

1. \uparrow LVEDP a \uparrow PVP při zátěži \rightarrow \downarrow plicní compliance \rightarrow dušnost/ LSI*
2. Hypertrofie LV a \downarrow LVEDV \rightarrow nízký SV / CO



*Ha J, Pellikka P, Oh J, Marwick T. Diastolic stress echocardiography: hemodynamic validation and clinical significance of estimation of ventricular filling pressure with exercise. J Am Coll Cardiol 2006;47:1891-1900

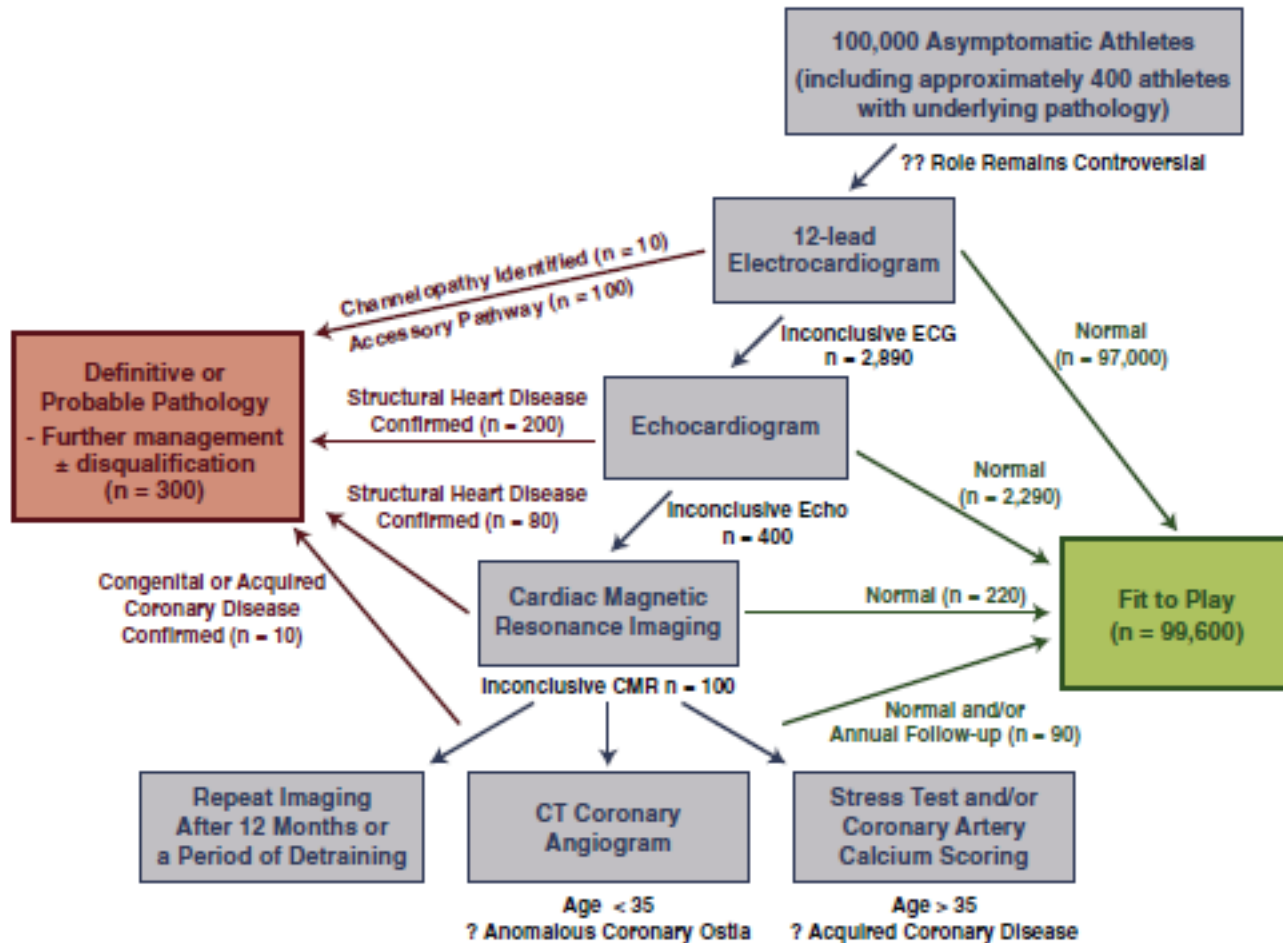


*Ha JW, Oh JK.: Effects of treadmill exercise on mitral inflow and annular velocities in healthy adults. Am J Cardiol 2003, 91:114-115,

*Gaasch WH, Zile MR: Left ventricular diastolic dysfunction and diastolic heart failure, Annu Rev Med 2004, 55:373-394

Atletické srdce

- Typ zátěže: ergometrie (> 10 MET: spolehlivá negativní predikt.hodnota)



Na závěr:

Zátěžové vyšetření mají čím dal větší úlohu v diagnostickém procesu

- námahová dušnost nekorelující s klidovou LV dysfunkcí a významností MiR
- Akutní LSI / plicní edém bez zřejmého důvodu

Úloha při nejednoznačném postupu

Zda operovat – revaskularizace, operace chlopní

Individuální stratifikace rizika u se srdečním selháním



cvičení na víkend



Děkuji za pozornost