

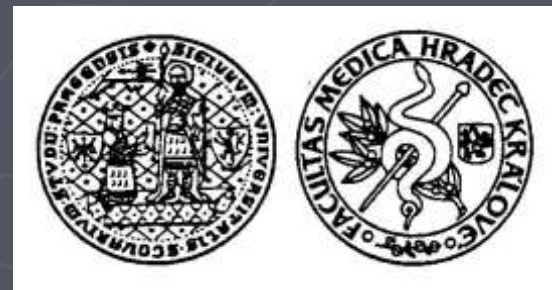
Malý výtokový trakt LK a/nebo anulus a jeho důsledky

M. Brtko, M. Tuna, J. Dominik

Kardiocentrum, Kardiochirurgická klinika Lékařské fakulty UK a Fakultní nemocnice, Hradec Králové



KARDIOCHIRURGIE
Hradec Králové



Malý LVOT, subvalvární obstrukce



Subvalvární obstrukce (obstrukce LVOT):

1. Fixní – subvalvární Ao stenóza (úzký LVOT)
2. Dynamická („úzký LVOT“ + SAM) –
 - HOKMP
 - výrazná hypertrofie LK (septal bulge – AoS, HN, ženy)
 - sekundární hyperkontraktilita base LK (hypovolemie, inotropika, Tako-tsubo, velký přední IM)
 - tachyarytmie (zkrácení diastoly)
 - tamponáda perikardu – zhoršené plnění LK
 - patologický útvar v LVOT (tumor)
 - morfologie Mi chlopně, st. p. plastice, kalcif. anulu
 - IABK
 - pooperačně po náhradě Ao chlopně pro stenózu (snížení afterloadu, nízká SVR)

**i bez
HLK !**

PHILIPS

TIS0.1 MI 0.3

CX7-2t/KCHTEE

FR 50Hz
13cm

M4

2D
73%
C 50
P Off
Gen



G
P R



JPEG

PAT T: 37.0C
TEE T: 38.3C

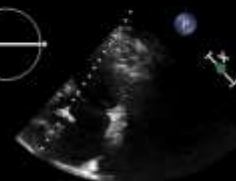
Fibromuskulární subvalvární Ao stenóza

*** bpm

FN Hradec Kralove KCH X5-1/Adult

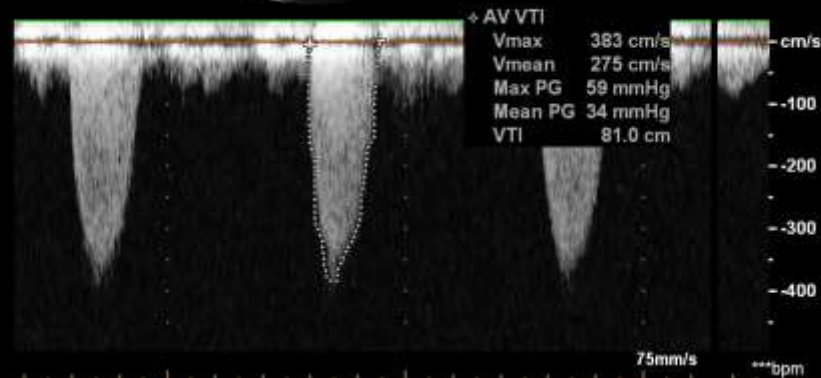
TIS0.7 MI 0.1

FR 50Hz
18cm
2D
68%
C 50
P Low
HGen

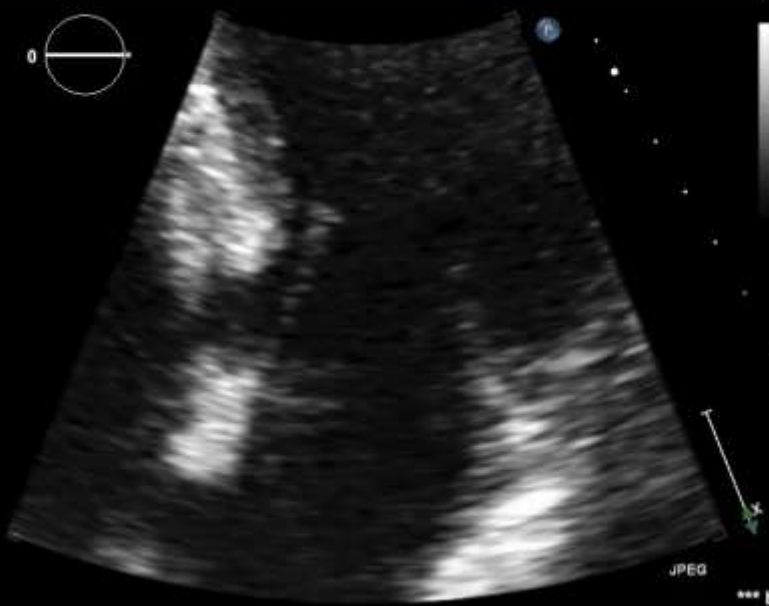


CW
50%
1.8MHz
WF 225Hz

M3



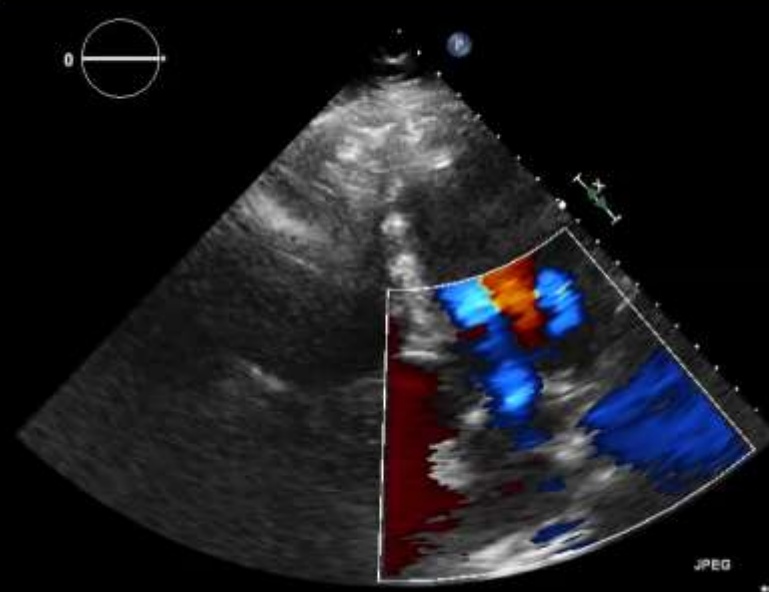
FR 97Hz
16cm
2D
71%
C 50
P Low
HGen



M3
0
M3

JPEG *** bpm

FR 11Hz
19cm
2D
74%
C 50
P Low
HGen
CF
63%
1.8MHz
WF High
Med



M3 M4
+61.6
-61.6
cm/s

JPEG *** bpm

2D
69%
C 50
P Low
HRes



M1
0
M1

Dist 0.956 cm ***bpm

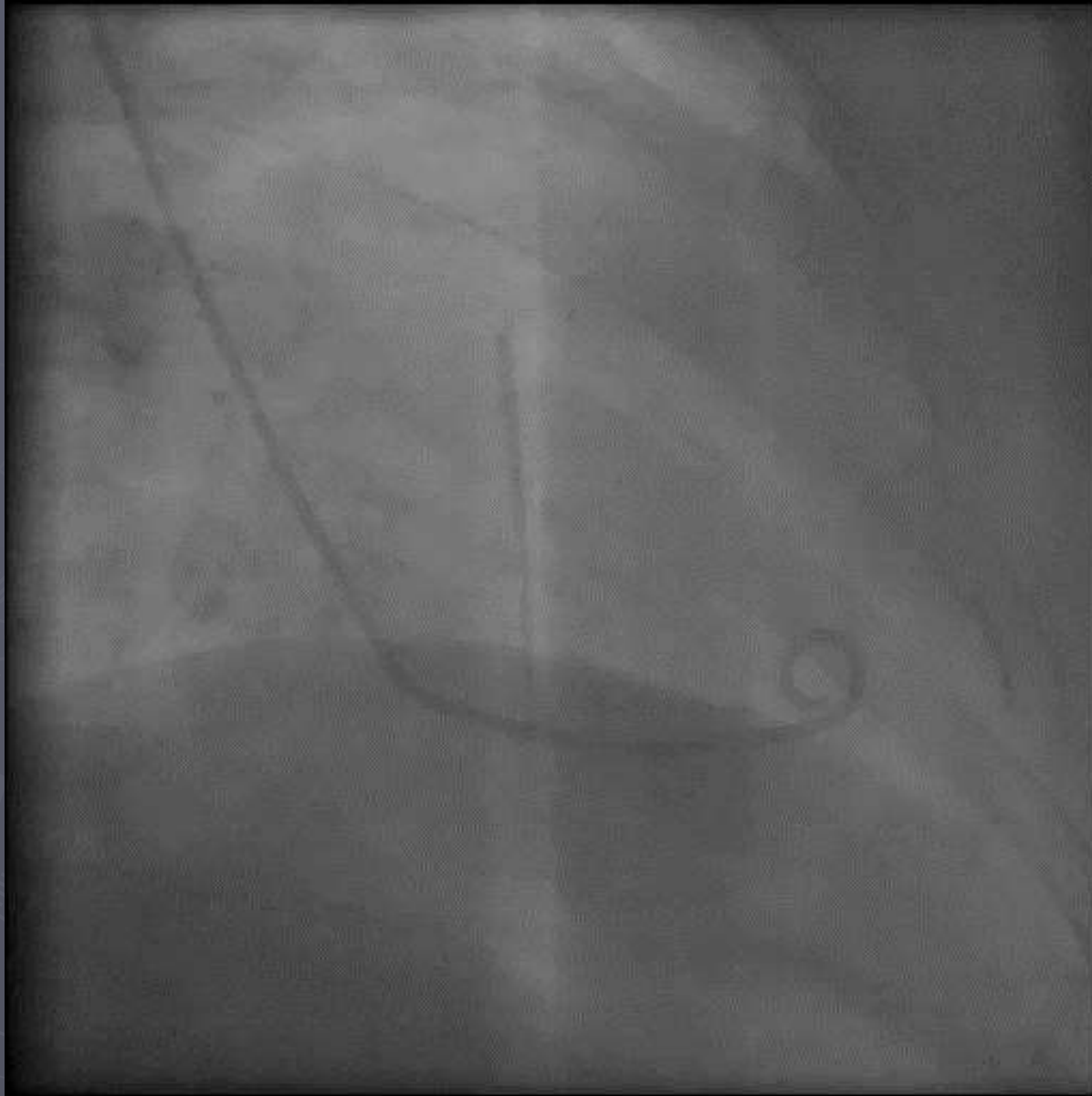
2D
69%
C 50
P Low
HRes



M1
0
M1

***bpm

Tako-tsubo kardiomyopatie



Mechanismus vzniku dynamické subvalv. obstrukce:

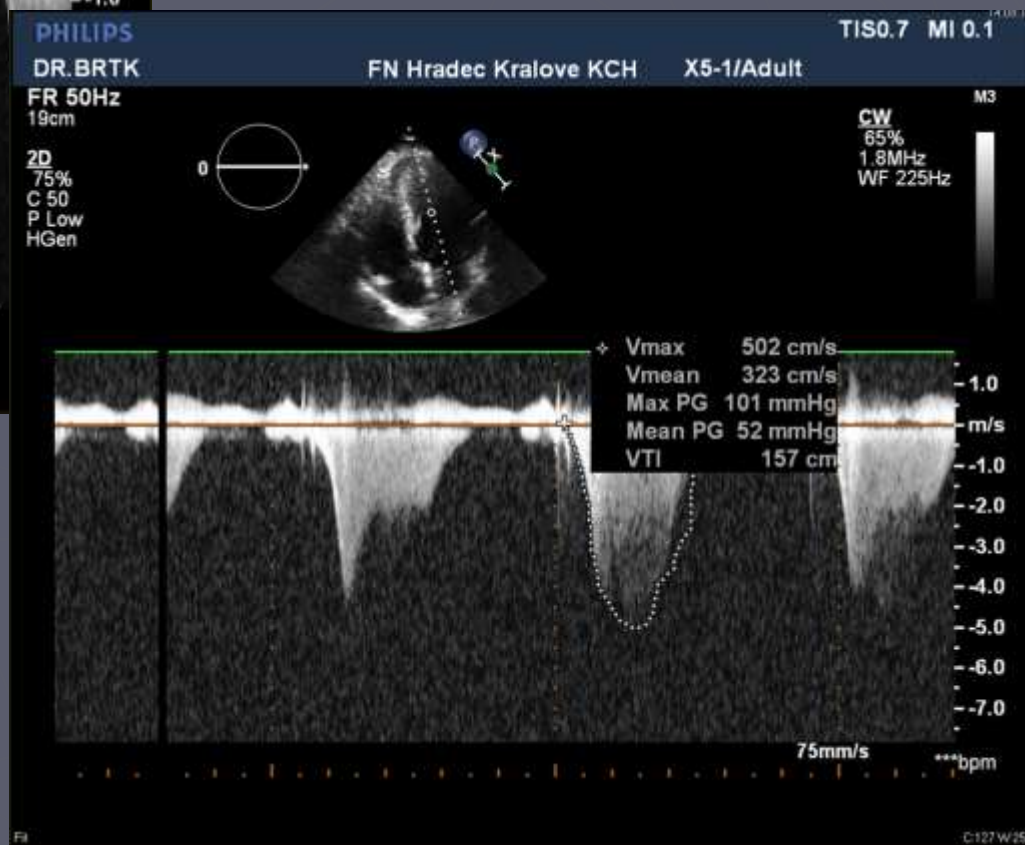
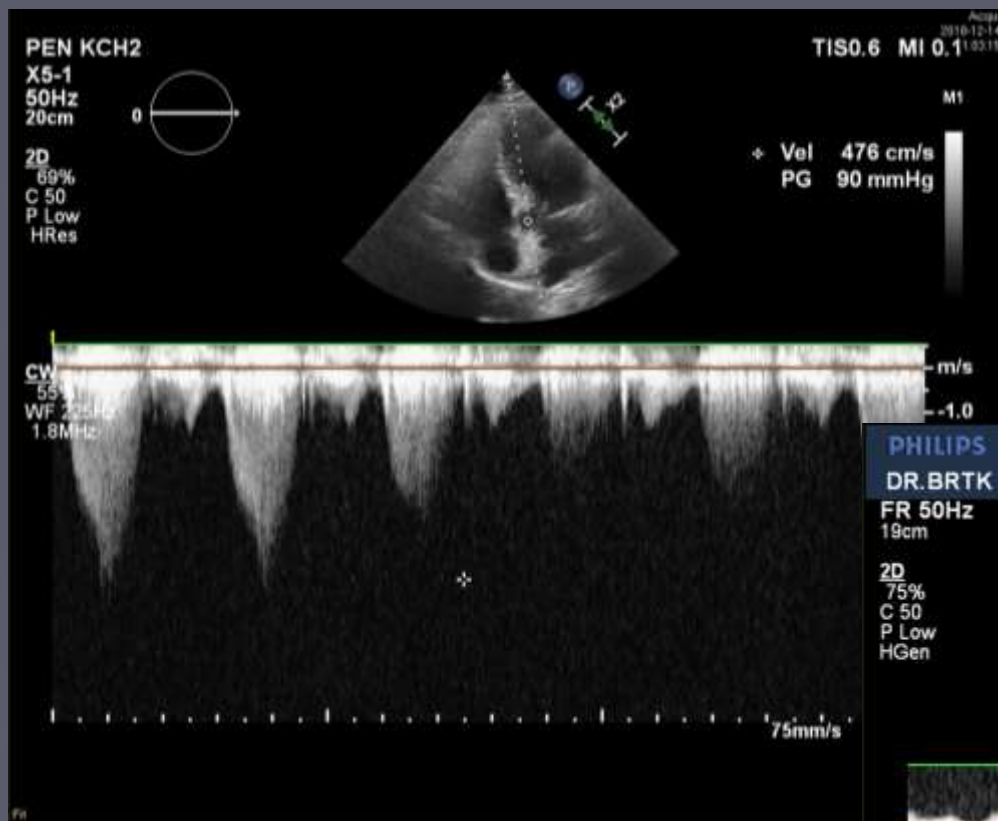
- ▶ urychlení toku v LVOT s nasáváním předního (zadního) cípu Mi chlopně a jeho závěsného aparátu (Venturiho efekt), anatomie papilárních svalů
- ▶ morfologie Mi chlopně:
 - vzdálenost koaptační bod – IVS (2,53 vs. 3,01 cm)
 - poměr velikosti AML/PML (0,99 vs. 1,95)
(koaptační bod posunut dopředu)
 - krátký a málo pohyblivý PML
- ▶ nutno odlišit midventrikulární obstrukci

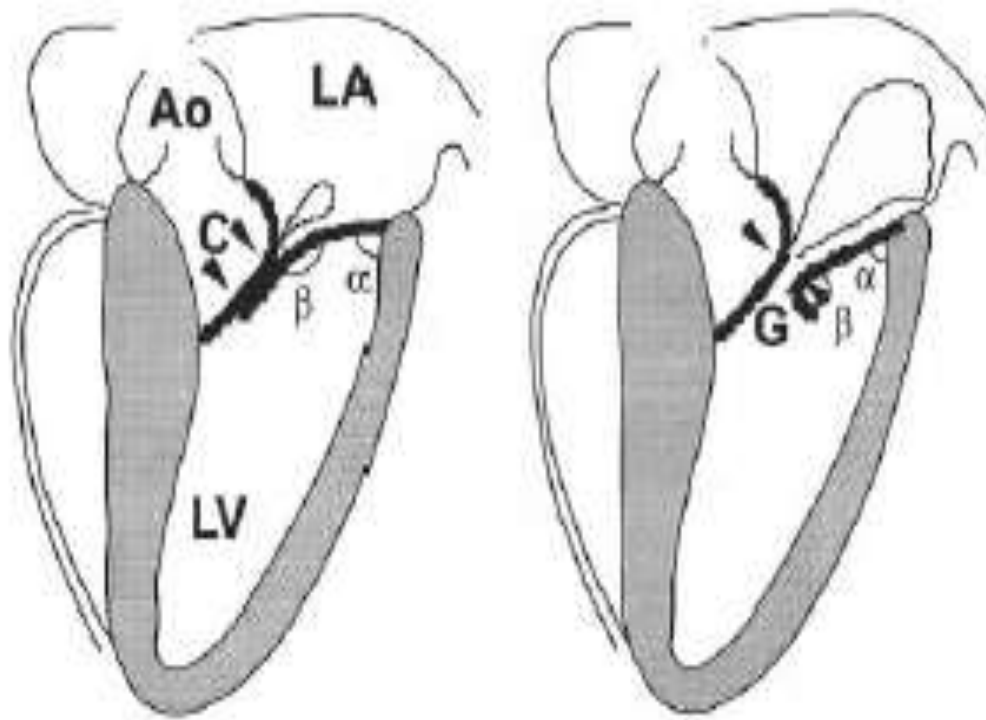
Maslow AD – JACC 1999;34:2096-104

Schwammenthal E – Circulation 1998;98:856-65

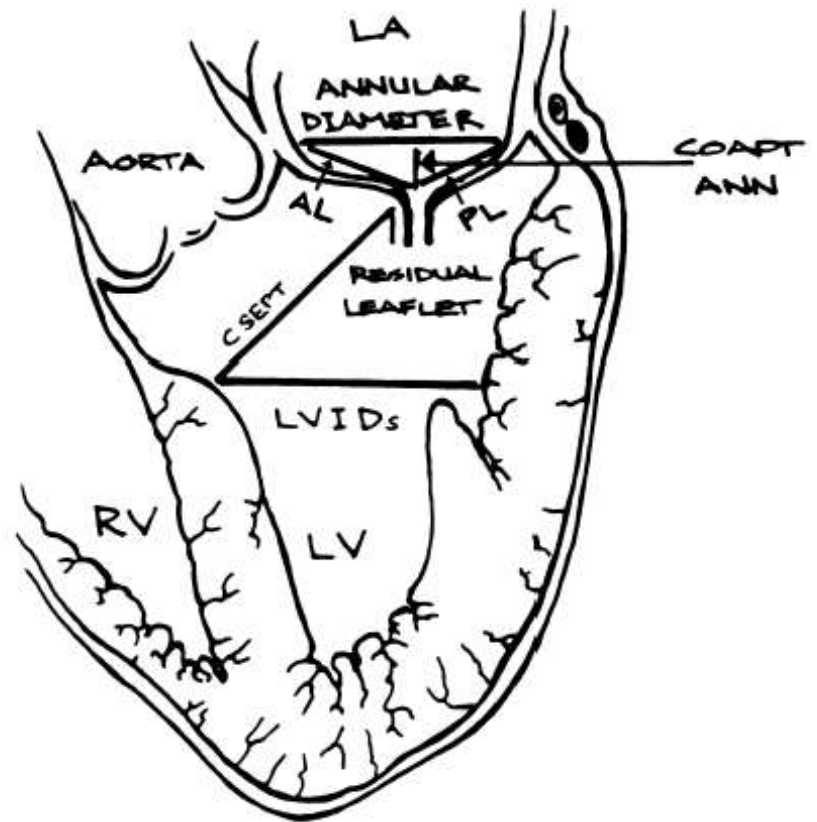
Dynamická obstrukce

Paradoxní tok při
midventrikulární
obstrukci





Schwammenthal E – Circulation
1998;98:856-65



Maslow AD – JACC 1999;34:2096-104

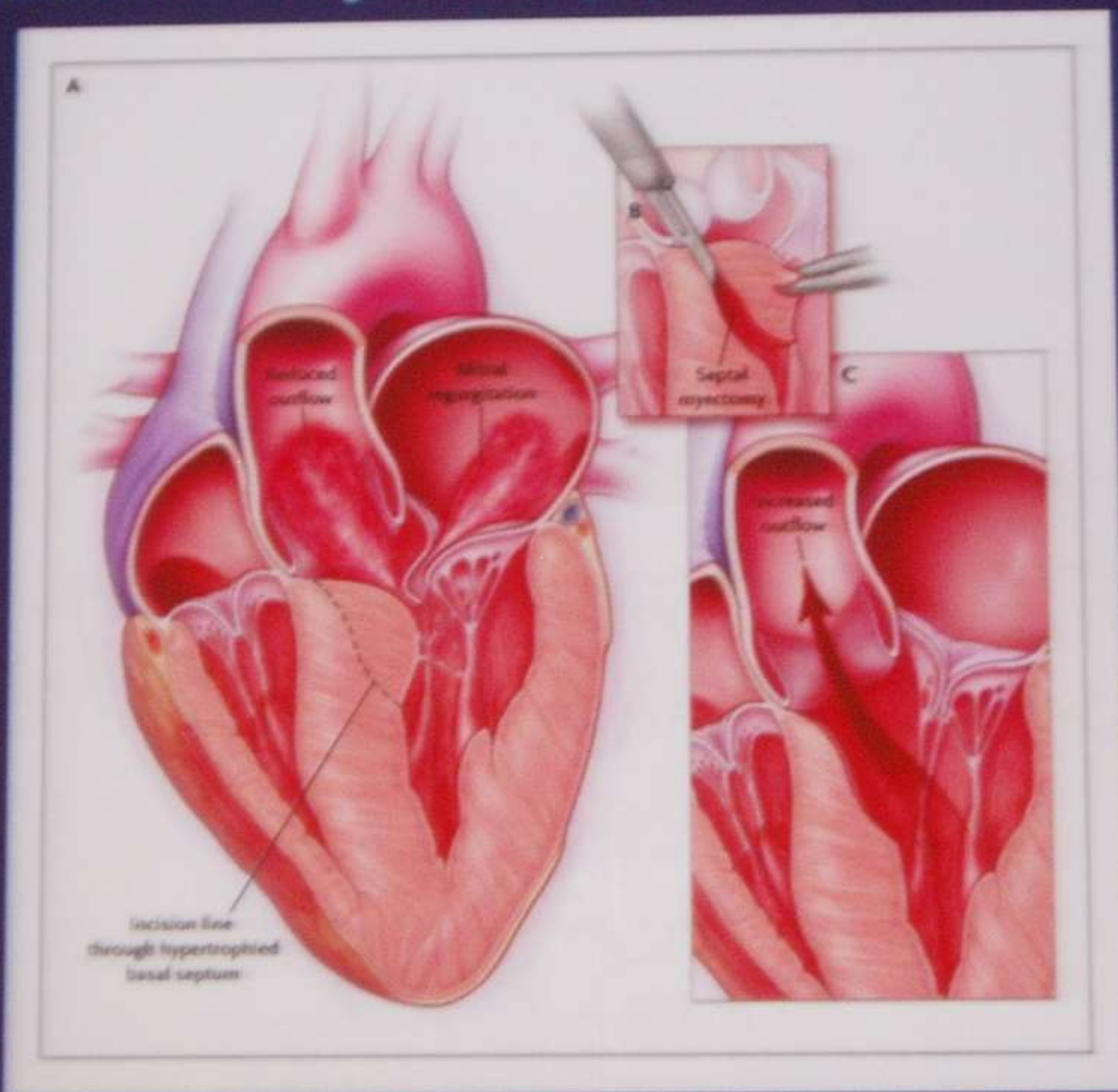
SAM:

- ▶ 0 – chybí
- ▶ 1 – mírný (AML – IVS $>$ 10 mm)
- ▶ 2 – střední (AML – IVS $<$ 10 mm)
- ▶ 3 – závažný (AML – IVS v kontaktu)

CAVE ! – nemocní s AoS

- ▶ demografie: starší žena, malá BSA
- ▶ předoperační UZ:
 - výrazná HLK, malá hyperkontraktilní LK, úzký LVOT, parabolický a pilovitý tvar křivky tlakového gr., diastolická dysfunkce LK, malá AVA
- ▶ při vysokém riziku vzniku indikovat s náhradou i myektomií
- ▶ pooperačně – prevence vyvolávajících momentů (hypovolemie, arytmie, inotropika, IABK, ...)

Transaortic Myectomy (Morrow Procedure)



Náhrada aortální chlopně pro stenozu - KCH klinika, FN, Hradec Králové

▶ 162 pacientů / 1 rok (7/2004-6/2005)

- 119 (73,5%) izol. Ao náhrada
- 31 (19,1%) Ao náhrada + AKB
- 12 (7,4%) Ao + výkon na jiné chlopni
- 5 (3%) s Ao náhradou myektomie

▶ 30-denní mortalita 4,3%

- ## ▶ dyn. subvalv. obstrukce - 6 pac. (3,8%) (5 žen, 1 muž, všichni mechan. protéza)
- 3 pac. zemřeli (1,9%)

▶ podíl na celk. mortalitě 43%



Malý aortální anulus, patient-prosthesis mismatch



Patient-prosthesis mismatch

- ▶ stav, kdy efektivní plocha ústí (EOA-effective orifice area) implantované srdeční chlopně je příliš malá vzhledem k povrchu těla operovaného (BSA-body surface area)
- ▶ Rahimtoola SH – Circ. 1978;58:20-24

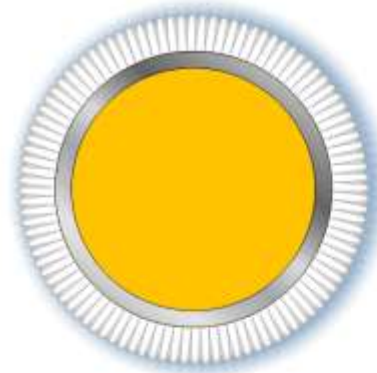
EOA / BSA = EOAI



Hemodynamická významnost PPM

- ▶ PPM nevýzn. EOAI > 0,85 cm²/m²
- ▶ PPM význ. EOAI < 0,85 cm²/m²
(GOAI < 1,2 cm²/m²)
- ▶ PPM těžký EOAI < 0,65 cm²/m²
- ▶ EOA – o 1/3-1/4 menší, než GOA

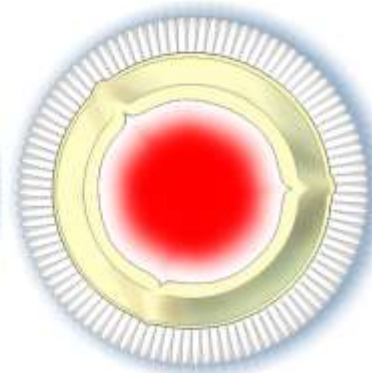
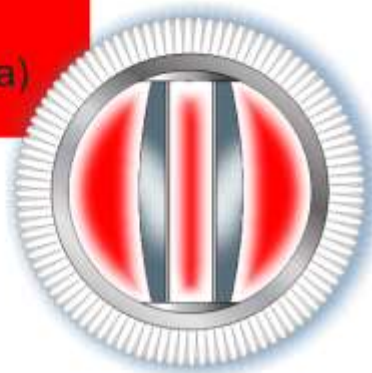
GOA
(geometric orifice area)



COA
(clear orifice area)



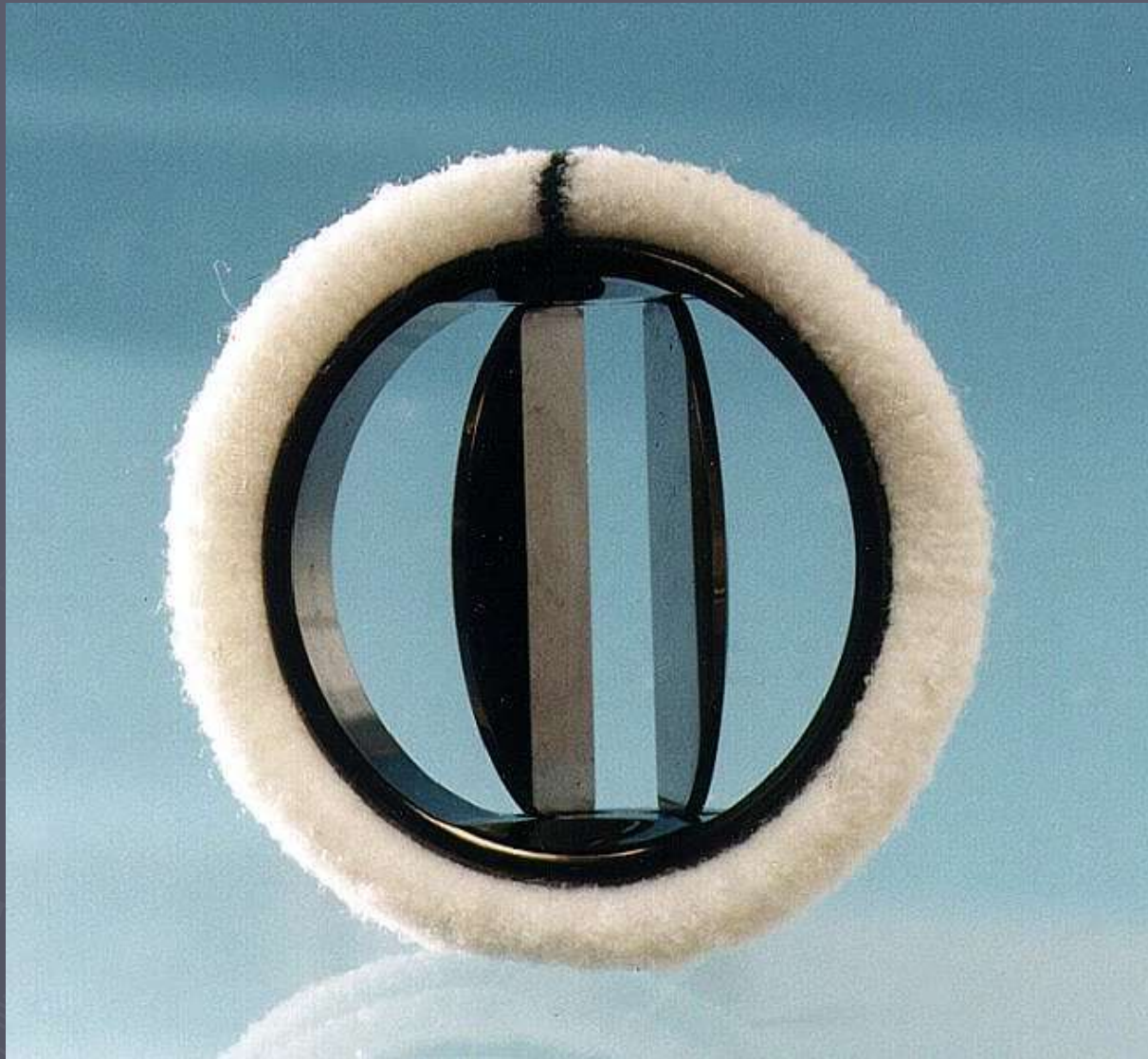
EOA
(effective orifice area)



a)

b)

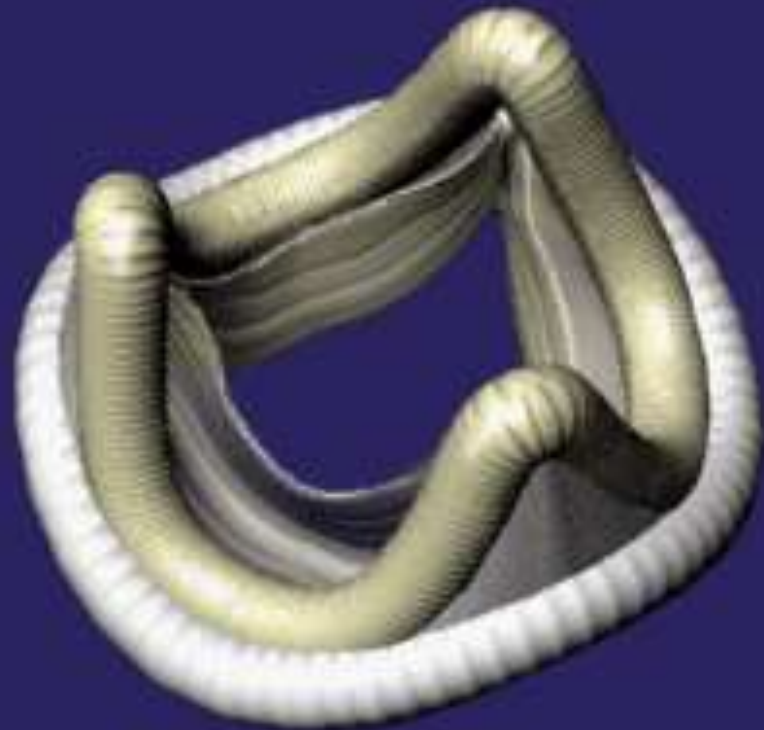
c)



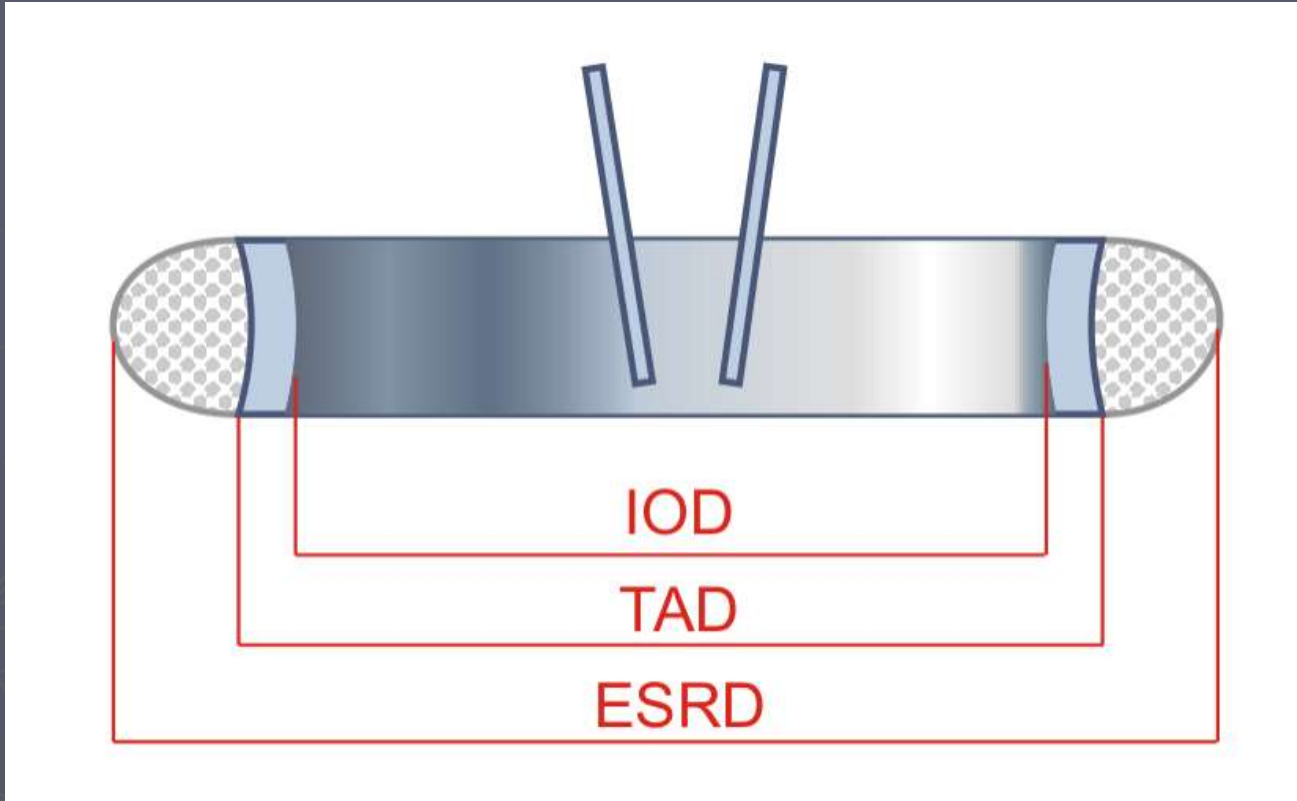
St Jude Medical



Biocor - porcine



Rozměry chlopně

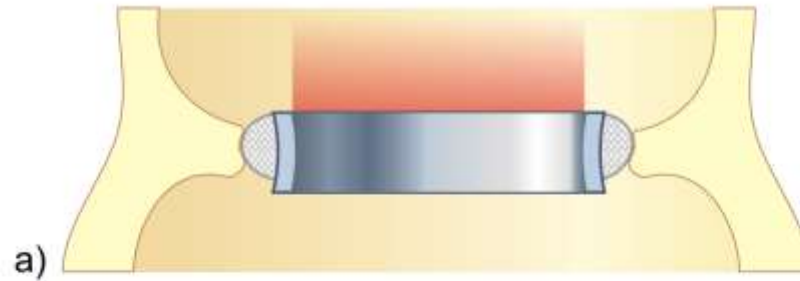


IOD - internal orifice diameter (rozměr vnitřního ústí)

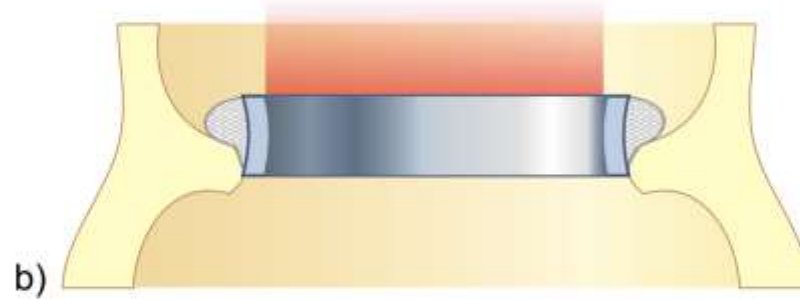
TAD - tissue annulus diameter (rozměr tkáňového anulu)

ESRD - external sewing ring diameter (zevní rozměr chlopně včetně našívacího prstence)

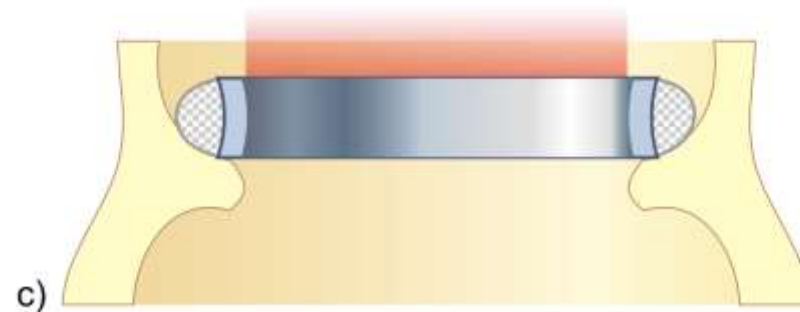
TAD – velikost
chlopně



intraanulární implantace



intra-supraanulární implantace



supraanulární implantace

IOD – velikost
chlopně

Saint Jude Medical Epic® Stented Tissue Valve Effective Orifice Area Index (EOAI) Calculator

*In Vitro** Performance

EOAI by Valve Size				
Valve Size (mm)	21	23	25	27
Average EOA (cm ²) ¹	1.2	1.4	1.7	2.1
	n = 579	n = 2058	n = 2936	n = 1445
BSA (m ²)				
1.0	1.20	1.40	1.70	2.10
1.1	1.09	1.27	1.55	1.91
1.2	1.00	1.17	1.42	1.75
1.3	0.92	1.08	1.31	1.62
1.4	0.88	1.00	1.21	1.50
1.5	0.80	0.93	1.13	1.40
1.6	0.75	0.88	1.06	1.31
1.7	0.71	0.82	1.00	1.24
1.8	0.67	0.78	0.94	1.17
1.9	0.63	0.74	0.89	1.11
2.0	0.60	0.70	0.85	1.05
2.1	0.57	0.67	0.81	1.00
2.2	0.55	0.64	0.77	0.95
2.3	0.52	0.61	0.74	0.91
2.4	0.50	0.58	0.71	0.88
2.5	0.48	0.55	0.68	0.84

Saint Jude Medical Epic® Supra Stented Tissue Valve Effective Orifice Area Index (EOAI) Calculator

*In Vitro** Performance

EOAI by Valve Size			
Valve Size (mm)	19	21	23
Average EOA (cm ²) ¹	1.2	1.4	1.7
	n = 572	n = 1093	n = 1278
BSA (m ²)			
1.0	1.20	1.40	1.70
1.1	1.09	1.27	1.55
1.2	1.00	1.17	1.42
1.3	0.92	1.08	1.31
1.4	0.86	1.00	1.21
1.5	0.80	0.93	1.13
1.6	0.75	0.88	1.06
1.7	0.71	0.82	1.00
1.8	0.67	0.78	0.94
1.9	0.63	0.74	0.89
2.0	0.60	0.70	0.85
2.1	0.57	0.67	0.81
2.2	0.55	0.64	0.77
2.3	0.52	0.61	0.74
2.4	0.50	0.58	0.71
2.5	0.48	0.55	0.68

*In Vitro test conditions: steady forward flow, at a flow rate of 20L/min.

In Vitro data can be useful when evaluating valve performance since they eliminate variability due to patient factors, surgical technique and echocardiographic measurement.

EOAI = EOA / BSA

 EOAI ≥ .85 cm²/m²²

 .75 cm²/m² ≤ EOAI < .85 cm²/m²

 EOAI < .75 cm²/m²³

EOA bioprotéz a mechanických protéz

Table 3 Literature-derived effective orifice areas of popular valves

	Valve size (mm)					
	19	21	23	25	27	29
Stented bioprostheses						
Mosaic	1.1 ± 0.2	1.2 ± 0.3	1.4 ± 0.3	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.4	2.0 ± 0.4
Hancock II	—	1.2 ± 0.1	1.3 ± 0.2	1.5 ± 0.3	1.6 ± 0.2	1.6 ± 0.2
CE Perimount	1.1 ± 0.3	1.3 ± 0.4	1.5 ± 0.4	1.8 ± 0.4	2.1 ± 0.4	2.2 ± 0.4
CR Magna ^a	1.3 ± 0.3	1.7 ± 0.3	2.1 ± 0.4	2.3 ± 0.5	—	—
Biocor (Epic) ^a	—	1.3 ± 0.3	1.6 ± 0.3	1.8 ± 0.4	—	—
Mitroflow ^a	1.1 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.5 ± 0.2	1.8 ± 0.2	—	—
Stentless bioprostheses						
Medtronic Freestyle	1.2 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.5 ± 0.3	2.0 ± 0.4	2.3 ± 0.5	—
SJM Toronto SPV	—	1.3 ± 0.3	1.5 ± 0.5	1.7 ± 0.8	2.1 ± 0.7	2.7 ± 1.0
Mechanical prostheses						
Medtronic Hall	1.2 ± 0.2	1.3 ± 0.2	—	—	—	—
Medtronic Advantage ^a	—	1.7 ± 0.2	2.2 ± 0.3	2.8 ± 0.6	3.3 ± 0.7	3.9 ± 0.7
SJM Standard	1.0 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.5 ± 0.5	2.1 ± 0.4	2.7 ± 0.6	3.2 ± 0.3
SJM Regent	1.6 ± 0.4	2.0 ± 0.7	2.2 ± 0.9	2.5 ± 0.9	3.6 ± 0.13	4.4 ± 0.6
On-X	1.5 ± 0.2	1.7 ± 0.4	2.0 ± 0.6	2.4 ± 0.8	3.2 ± 0.6	3.2 ± 0.6
CarboMedics	1.0 ± 0.4	1.5 ± 0.3	1.7 ± 0.3	2.0 ± 0.4	2.5 ± 0.4	2.6 ± 0.4

Reproduced with permission of Pibarot et al.^{5b}

CE, Carpentier-Edwards; SJM, St Jude Medical

^aResults are based on a limited number of patients.

Důsledky PPM:

- ▶ menší regrese HLK
- ▶ menší vzestup EF, vyšší incidence srdeč. selhání, vyšší NT-pro BNP, větší významnost MiI pooperačně
- ▶ vyšší NYHA, horší kvalita života
- ▶ vyšší operační mortalita
- ▶ horší přežívání nemocných
- ▶ nižší koronární průtok
- ▶ více arytmií při zátěži
- ▶ rychlejší degenerace bioprotéz
- ▶ abnormality von Willebrandova faktoru – vyšší krvácivost

Metaanalýza (1):

(Head SJ – Eur Heart J 2012;33:1518-29)

- ▶ bioprotézy, mechanické protézy
- ▶ 27 186 pacientů, 34 studií
- ▶ incidence PPM - 44,2% ($<0,85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$)
 - 34,2% ($0,85-0,65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$)
 - 9,8% ($<0,65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$)
- ▶ prevence PPM:
 - kalkulace minimální EOA
 - výběr protézy, event. rozšíření anulu
 - TAVI (Clavel MA – JACC 2009;53:1883-91
Jilaihawi H – Eur Heart J 2010;31:857-64)

Metaanalýza (2):

(Sá IMPBO – Eur J Cardiothorac Surg 2019;0:1-11)

- ▶ období 1998-2018
- ▶ 108 182 pacientů, věk 46-81 R, 70 studií
- ▶ bioprotézy, mechanické protézy
- ▶ incidence – 53,7%

- ▶ periop. mortalita - OR 1,49
- ▶ 1R mortalita - OR 1,46
- ▶ 5R mortalita - OR 1,35
- ▶ 10R mortalita - OR 1,53

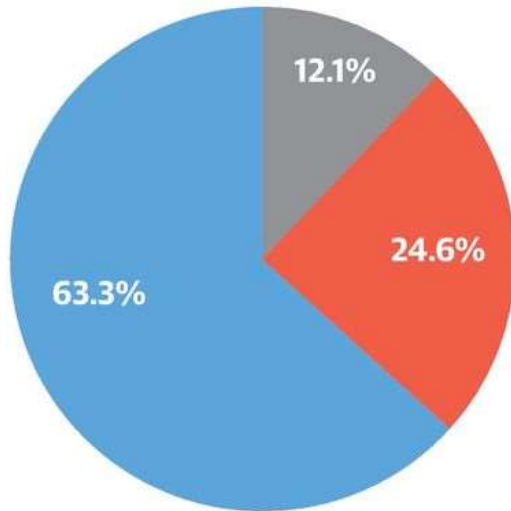
PPM a TAVI

Herrmann H – JACC 2018;72(22):2701-11

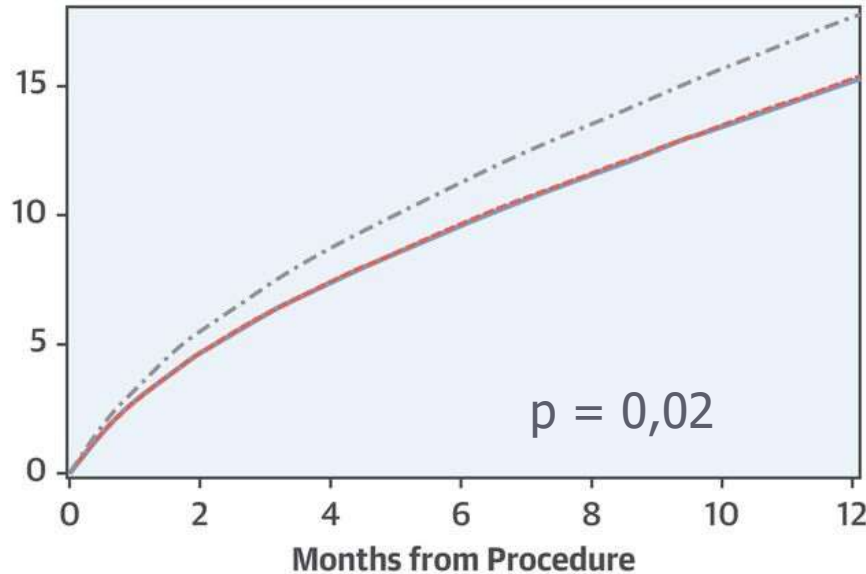
- ▶ období 2014-2017, STS/ACC TVT registry
- ▶ 62 125 pacientů (37 470 pac.)
- ▶ střední PPM (0,65-0,85 cm²/m²) – 25%
- ▶ závažný PPM (<0,65 cm²/m²) – 12%
- ▶ prediktory:
 - protéza < 23 mm, velká BSA
 - ViV, ženské pohlaví, mladší věk
 - nižší EF, FIS, významná Mi/Tr insuf.
- rehospitalizace pro HF – 14,7% vs. 12,8% vs. 11,9%
(p<0,001)

CENTRAL ILLUSTRATION: Incidence and Effect on Survival of Severe Prosthesis-Patient Mismatch After Transcatheter Aortic Valve Replacement

Prosthesis-Patient Mismatch (PPM) Mortality (%)



- Severe (Sev)
- Moderate (Mod)
- None



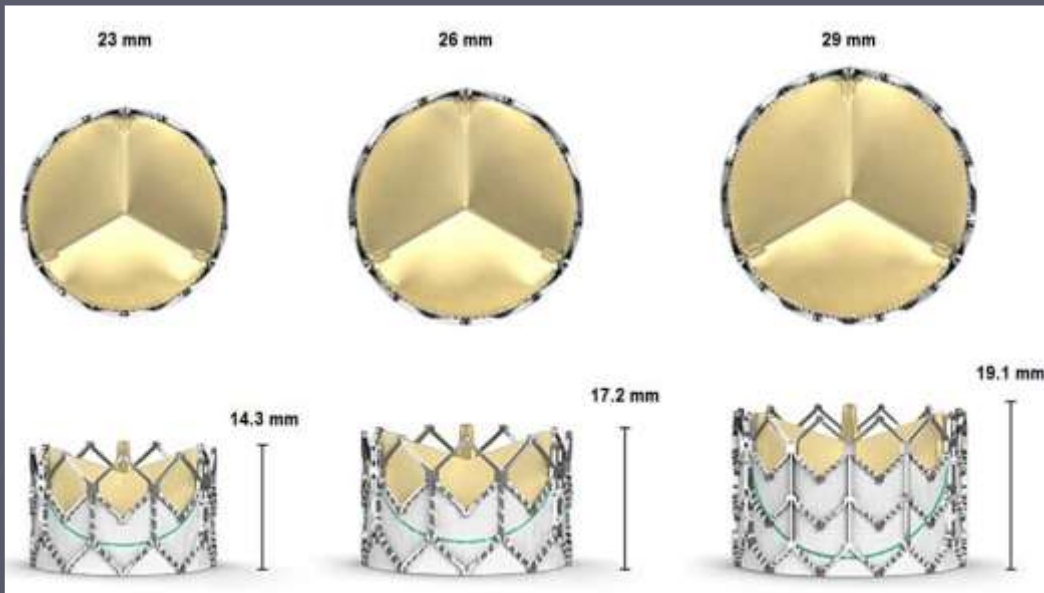
PPM

--- Sev PPM (EOAi <0.65 cm²/m²) -.- Mod PPM (EOAi 0.65-0.85 cm²/m²)
 — No PPM (EOAi >0.85 cm²/m²)

Number at Risk Adjusting for Baseline Covariates:

	Day 0	Month 4	Month 8	Month 12
No PPM	23,635	21,080	16,734	13,136
Mod PPM	8,983	7,995	6,277	4,831
Sev PPM	4,152	3,626	2,976	2,130

Edwards SAPIEN



CoreValve

Závěry (1):

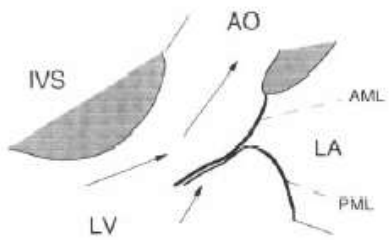
- ▶ na možnost dynamické obstrukce LVOT je nutno myslet (HOKMP, AoS, HLK)
- ▶ při UZ vyšetření je nutné si všímat „rizikových“ faktorů
- ▶ pooperačně – snažit se eliminovat vyvolávající faktory

Závěry (2):

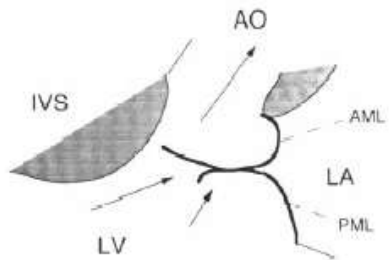
- PPM - negativně ovlivňuje časnou i dlouhodobou mortalitu, regresi HLK i kvalitu života nemocných
- Prevencí PPM je implantace chlopně s dostatečnou EOA:
 - moderní mechanické chlopně
 - bioprotézy implantované supraanulárně
 - stentless nebo sutureless bioprotézy
 - TAVI
- PPM lze „tolerovat“ u starších a neaktivních nemocných
- u mladých nemocných je nutné se PPM vyhnout (vzácně i za cenu rozšiřování anulu)

Děkuji za pozornost!

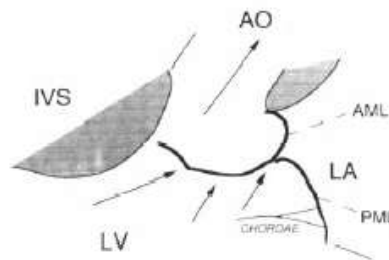




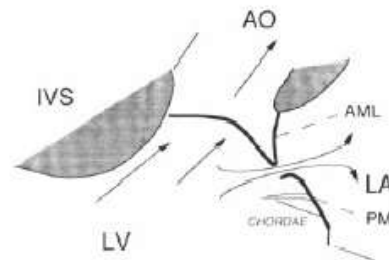
**Baseline
Geometry A**



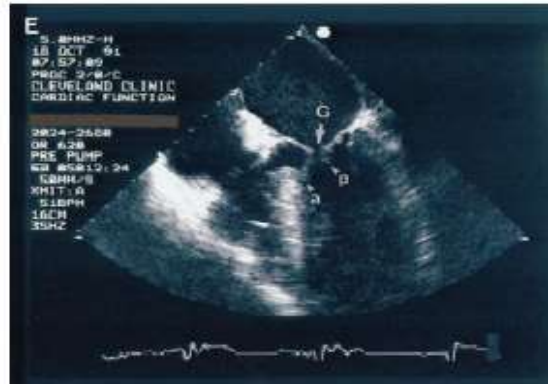
**SAM
Geometry A**



**SAM
Geometry B**



**SAM
Geometry C**



Rizikové faktory předoperačně (1):

- ▶ hypertrofie IVS (IVS/LVPW)
- ▶ subaortální val (septum sigmoideum)
- ▶ velikost dutiny LK (LVED)
- ▶ diastolická dysfunkce LK
- ▶ hyperkontraktilita LK
- ▶ šíře LVOT (v systole < 12 mm) (I. Kronzon – osobní sdělení)
- ▶ přítomnost obstrukce již předoperačně (Vals. manévr, zátěž)



Rizikové faktory předoperačně (2):

► ženské pohlaví:

2xLVPW/LVED $0,47 \pm 0,1$ vs. $0,43 \pm 0,1$ ($p=0,03$)

2xLVED/IVS+LVPW $3,9 \pm 0,8$ vs. $4,2 \pm 1,0$ ($p=0,02$)

(napětí stěny)

► zemřelí – přeživší:

věk (roky) 76 ± 6 vs. 69 ± 8 ($p=0,003$)

BSA (m²) $1,7 \pm 0,2$ vs. $1,8 \pm 0,2$ ($p=0,01$)

LVOT (mm) $20,8 \pm 0,2$ vs. $22,0 \pm 0,2$ ($p=0,02$)

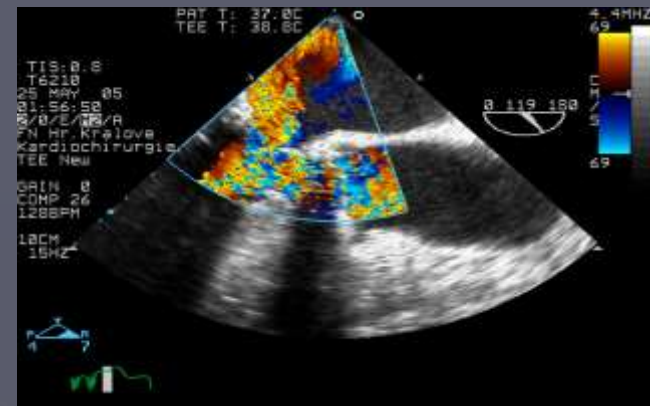
AFV ($>1,5$ m/s) 33% vs. 8% ($p=0,02$)

relat. šíře stěn $0,52 \pm 0,2$ vs. $0,45 \pm 0,1$ ($p=0,04$)

Rizikové faktory pooperačně:

- ▶ hypovolemie – menší náplň LK
- ▶ tachyarytmie – zkrácení diastoly, menší náplň LK
- ▶ inotropní podpora – zvýšení kontraktility LK
- ▶ IABK – další snížení afterloadu
- ▶ snížení SVR – septikémie, vasodilatátory, postperfúzní syndrom

Diagnostika:



- ▶ hemodynamická nestabilita časně pooperačně až kardiogenní šok bez „zjevné“ příčiny
- ▶ TTE, TEE:
 - vysoký gradient v LVOT, midventrikulárně
 - v systole „mizející“ dutina LK
 - SAM
 - sekund. MI insuf.

Léčba:

- ▶ odstranění vyvolávajících faktorů:
 - korekce hypovolemie (volumexpanze, S-G katetr)
 - korekce arytmií, snaha o udržení sinus. rytmu
 - ne inotropika
 - ne IABK
- ▶ betablokátory
- ▶ kardiostimulace – epimyokard. elektrody
- ▶ alkoholová sept. ablace (?)
- ▶ reoperace (?) – septální myektomie, výkon na Mi chlopni

Příčiny mortality (7 pacientů):

1. kard. šok, předoper. EFLK 15% - systol. dysfunkce LK
2. kard. šok, předoper. EFLK 20% - systol. dysfunkce LK
3. hemorhagický šok
4. kard. šok, předoper. EFLK 65% - dynam. obstrukce LVOT
5. kard. šok, předoper. EFLK 55 % - dynam. obstrukce LVOT
6. kard. šok, předoper. EFLK 60% - dynam. obstrukce LVOT + časná protézová IE a CMP
7. kard. šok, předoper. EF LK 60% - ?

Předoperační a časné poopoper. nálezy u pacientů s poopoper. dynamickou obstrukcí

pacient	EF LK	EDD/ESD	IVS (val)/ZS	PG	AVA (cm ² /m ²)	insuf.	koro nález
1. +	65%	42/27	18/17	118/74	0,38	malá	0
2. myektomie	65%	52/40	12(16)/12	56/36	0,50	střed.	50% ACD
3.	65%	49/32	12/13	109/75	0,20	malá	0
4. +	55%	43/29	14/14	106/40	-	stop.	0
5.	60%	56/39	14/13	101/64	-	malá	0
6. +	60%	58/39	14/14	75/48	0,43	malá	0

UZ parametry u pacientů s dyn. obstrukcí:

	zemřelí	přeživší	P
EF (%)	60,0±5,0	63,3±2,9	0,25
LKED (mm)	47,7±9,0	52,3±3,5	0,22
LKES (mm)	31,7±6,4	37,0 ±4,3	0,31
IVS (mm)	15,3±2,3	14,0±2,0	0,18
ZS (mm)	15,0±1,7	12,7±0,6	0,22
PGr (mmHg)	99,7±22,2	88,7±28,6	0,71
MGr (mmHg)	54,0±17,8	58,3±20,1	0,86