

## 「心エコーによる術後弁膜症評価のポイント ～ここを押さえれば大丈夫!～」

米田 智也

医療法人明愛会 淀屋橋総合クリニック  
京都大学医学研究科 循環器内科学

2024年7月13日(土)

## 本日の内容

- 弁膜症の術前評価
- 弁膜症の治療
- 弁膜症の術後評価

2

## 弁膜症の術前評価

- 心機能評価
- 弁膜症の評価(病態と原因)
- 弁膜症の重症度評価
- 合併症の有無
- 外科的治療に必要な計測

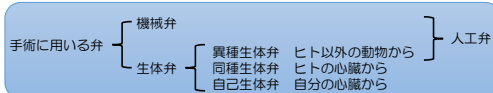
3

## 弁膜症の治療

- 内科的治療  
経カテーテル治療、薬物治療
- 外科的治療  
弁形成術、弁置換術

4

## 人工弁の種類



機械弁	二葉弁 テイルティンギング・ディスク弁 ボール弁
生体弁	ステント付き ・フラット異種生体弁 ・心臓を用いた異種生体弁 ステントレス ・フラット異種生体弁 ・心臓を用いた異種生体弁 ・同種生体弁 ・自己弁 経皮的

5

## 機械弁・生体弁の長所と短所

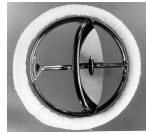
	長所	短所	選択
機械弁	・丈夫で長持ち	・血栓の可能性 ・ワーファリンが必要 ・出血の心配 ・閉閉音	・小児・若年者 ・人工弁の劣化を望まない方 ・透析の方
生体弁	・ワーファリンが不要 ・血液の流れが生理的 ・血栓や出血の心配が少ない	・耐久性(10~15年)	・妊娠を希望する女性 ・ワーファリン服用困難 ・高齢の方 ・出血性素因のある方

6

### 人工弁の種類



機械弁（ボール弁）



機械弁（一葉弁）



機械弁（二葉弁）



生体弁（ステント付）

7

### 人工弁輪



8

### 生体弁（ステントレス）

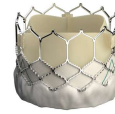


経皮的人工弁  
SAPIEN（ウシ心膜）



9

### 経カテーテル的大動脈弁留置術 TAVI (transcatheter aortic valve implantation)



SAPIEN 3  
Edwards社



Evolut PRO+  
Medtronic社

10

### 経皮的僧帽弁接合不全修復術 (MitraClip)



MitraClip® NT システム Abbott社

11

### 弁膜症の術後評価

- 心機能評価
- 術後弁機能評価
- 術後合併症の有無

12

## 人工弁評価における注意点

- エコー検査の限界 (TTE・TEE)
- 弁の種類により正常値が異なる
- 患者情報の収集  
(依頼理由、症状、人工弁の種類・植え込み日、  
血圧、身長、体重、体表面積)

13

## 大動脈弁位人工弁の有効弁口面積 (cm<sup>2</sup>)

Table 7 Normal reference values of effective orifice areas for the prosthetic aortic valves

Prosthetic valve size (mm)	19	21	23	25	27	29
Stented bioprosthetic valves						
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 ± 0.2	1.3 ± 0.2	1.5 ± 0.2	1.6 ± 0.2	1.6 ± 0.2
Carpentier-Edwards 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
Carpentier-Edwards Magna	1.3 ± 0.3	1.5 ± 0.3	1.8 ± 0.4	2.1 ± 0.5	-	-
Bicor (Epic)	1.0 ± 0.3	1.3 ± 0.5	1.4 ± 0.5	1.9 ± 0.7	-	-
Medtronic	1.1 ± 0.2	1.2 ± 0.3	1.4 ± 0.3	1.6 ± 0.3	1.8 ± 0.3	-
Trifecta	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
Stentless bioprosthetic valves						
Medtronic Freestyle	1.2 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.5 ± 0.3	2.0 ± 0.4	2.3 ± 0.5	-
St Jude Medical Toronto SPV	-	1.3 ± 0.3	1.5 ± 0.3	1.7 ± 0.8	2.1 ± 0.7	2.7 ± 1.0
Prima Edwards	-	1.3 ± 0.3	1.6 ± 0.3	1.9 ± 0.4	-	-
Mechanical valves						
Medtronic Hall	1.2 ± 0.2	1.3 ± 0.3	-	-	-	-
St Jude Medical 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
St Jude Medical Regent	1.6 ± 0.4	2.0 ± 0.7	2.2 ± 0.9	2.5 ± 0.9	3.6 ± 1.3	4.4 ± 0.6
MCR 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 Standard and Top Hat	1.0 ± 0.4	1.5 ± 0.3	1.7 ± 0.3	2.0 ± 0.4	2.5 ± 0.4	2.6 ± 0.4
ATS Medical <sup>a</sup>	1.1 ± 0.3	1.6 ± 0.4	1.8 ± 0.5	1.9 ± 0.3	2.3 ± 0.8	-

Effective orifice area is expressed as mean values available in the literature. Further studies are needed to validate these reference values.  
<sup>a</sup>For the ATS medical valve, the label valve sizes are 18, 20, 22, 24, and 26 mm. High velocities are common in size 19 or 21 prostheses. Adapted with permission from Ref. 7.  
 Lancallotti P, Pibarot P, Chambers J, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2016; 17: 589-590.

14

## TAVI弁の有効弁口面積 (cm<sup>2</sup>)

サイズ (mm)	20	23	26	29	
SAPIEN XT	NA	1.41 ± 0.30	1.74 ± 0.42	2.06 ± 0.52	
SAPIEN 3	1.22 ± 0.22	1.45 ± 0.26	1.74 ± 0.35	1.89 ± 0.37	
弁口径サイズ (mm <sup>2</sup> )	248~384	385~439	440~488	489~537	538~678
SAPIEN 3	1.41 ± 0.27	1.58 ± 0.33	1.73 ± 0.36	1.79 ± 0.35	1.91 ± 0.42

サイズ (mm)	23	26	29	31	
CoreValve	1.12 ± 0.36	1.74 ± 0.49	1.97 ± 0.53	2.15 ± 0.72	
Evolut R	1.09 ± 0.26	1.69 ± 0.40	1.97 ± 0.54	2.60 ± 0.75	
弁口径サイズ (直径, mm)	≤22.8	>22.8~ 24.5	>24.5~ 26.3	>26.3~ 27.6	>27.6~ 31.5
CoreValve	1.71 ± 0.55	1.80 ± 0.53	1.92 ± 0.48	1.94 ± 0.52	2.06 ± 0.66
弁口径サイズ (直径, mm)	≤22.3	<22.3~ ≥23.2	<23.2~ ≥24.7	<24.7~ ≥26.2	<26.2~ ≥30.2
Evolut R	1.66 ± 0.42	1.82 ± 0.43	1.98 ± 0.56	1.98 ± 0.59	2.56 ± 0.77

Hahn, RT et al. Comprehensive echocardiographic assessment of normal transcatheter valve function. JACC Cardiovasc Imaging. 12 : 25-34, 2019 (※9改定)

15

## 僧帽弁位人工弁の有効弁口面積 (cm<sup>2</sup>)

Table 8 Normal reference values of effective orifice areas for the prosthetic mitral valves

Prosthetic valve size (mm)	25	27	29	31	33
Stented bioprosthetic valves					
Medtronic Mosaic	1.5 ± 0.4	1.7 ± 0.5	1.9 ± 0.5	1.9 ± 0.5	-
Hancock II	1.5 ± 0.4	1.8 ± 0.5	1.9 ± 0.5	2.6 ± 0.5	2.6 ± 0.7
Carpentier-Edwards Perimount	1.6 ± 0.4	1.8 ± 0.4	2.1 ± 0.5	-	-
Mechanical valves					
St Jude Medical Standard	1.5 ± 0.3	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.4	2.0 ± 0.5	2.0 ± 0.5
MCR On-X <sup>a</sup>	2.2 ± 0.9	2.2 ± 0.9	2.2 ± 0.9	2.2 ± 0.9	2.2 ± 0.9

Effective orifice area is expressed as mean values available in the literature. Further studies are needed to validate these reference values.  
<sup>a</sup>The On-X valve has just 1 size for 27 to 29 and 31 to 33 mm prostheses. In addition, the strut and leaflets are identical for all sizes (25 to 33 mm); only the size of the sewing cuff is different. Adapted with permission from Ref. 7.  
 Lancallotti P, Pibarot P, Chambers J, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2016; 17: 589-590.

16

## 人工弁評価の実際

- 一般的な計測
- 人工弁の開閉運動や形態の観察
- 弁座の形態や動揺の有無
- ドブラ法による狭窄および逆流の評価

17

## 大動脈弁位人工弁機能不全 狭窄病変の重症度指標

日本循環器学会/日本胸外科学会/日本血管外科学会/日本心臓血管外科学会, 2020より

	正常	狭窄の可能性あり	有意狭窄
加速時間 (ミリ秒)	<80	80~99	≥100
最大血流速度 (m/秒)	<3.0	3.0~3.9	≥4.0
mPG (mmHg)	<20	20~34	≥35
フォローアップ中のmPG上昇 (mmHg)	<10	10~19	≥20
EOA (cm <sup>2</sup> )	>1.1	0.8~1.1	<0.8
計測したEOAと各人工弁における正常AVAの比較	Reference ±1SD	<Reference -1SD	<Reference -2SD
DVI (VTI <sub>LVOT</sub> /VTI <sub>AV</sub> )	>0.30	0.25~0.30	<0.25

18

## 大動脈弁位の人工弁機能評価

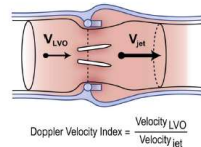
J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014.2009

	正常	狭窄疑い	高度狭窄疑い
最大速度*	<3m/sec	3~4m/sec	>4m/sec
平均圧格差*	<20mmHg	20~35mmHg	>35mmHg
Doppler velocity index (DVI)	≥0.30	0.29-0.25	<0.25
有効弁口面積 (EOA)	>1.2cm <sup>2</sup>	1.2~0.8cm <sup>2</sup>	<0.8cm <sup>2</sup>
ジェットの数	1	2	3
ジェットの数	1	2	3
加速時間	<80msec	80~100msec	>100msec

一回拍出量が正常あるいは軽度低下のみの場合。  
\*血流に依存する。大動脈弁逆流がある場合は影響を受ける。

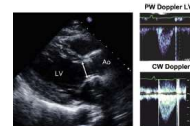
19

## Doppler velocity index (DVI)



正常: ≥0.30  
狭窄疑い: 0.29 - 0.25  
高度狭窄疑い: <0.25

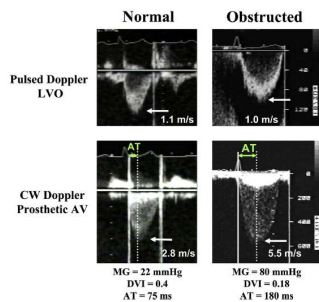
## 有効弁口面積 (EOA)



$$\text{Effective Orifice Area} = \frac{CS_{A_{LVO}} \times VT_{LVO}}{VT_{JET}}$$

正常: >1.2cm<sup>2</sup>  
狭窄疑い: 1.2 - 0.8cm<sup>2</sup>  
高度狭窄疑い: <0.8cm<sup>2</sup>

20



Acceleration time  
正常: <80msec  
狭窄疑い: 80~100msec  
高度狭窄疑い: >100msec

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014.2009

21

## 大動脈弁位人工弁機能不全 逆流病変の重症度指標

日本循環器学会/日本胸外科学会/日本血管外科学会/日本心臓血管外科学会. 2020より

	軽症	中等症	重症
ARジェット幅 (カラードブラ法)	狭い	中間	広い
ジェットPHT (連続波ドブラ法) (ミリ秒)	>500	200~500	<200
弁周囲径に対する弁周囲逆流の割合 (%)	<10	10~29	≥30
縮流部幅 (cm)	<0.3	0.3~0.6	>0.6
EROA (cm <sup>2</sup> , PISA法)	<0.10	0.10~0.29	≥0.30
逆流量 (mL/beat, volumetricまたはPISA法)	<30	30~59	≥60

22

## 大動脈弁位の人工弁逆流評価

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014.2009

指標	軽度	中等度	高度
弁の構造・動き	正常	異常	異常
左室の大きさ	正常	正常~軽度拡大	拡大
ドブラ指標			
ジェット幅	細い (≒25%)	中間 (26~84%)	大きい (≒65%)
CWジェット濃度	薄い	濃い	濃い
Deceleration (PHT)	遅い (>500msec)	さまざま (200~500msec)	急峻 (<200msec)
左室流出路/右室流出路血流比	やや増大	中間	著しく増大
下行大動脈の拡張期逆流成分	ないか、拡張早期のみ	中間	拡張期全体に及ぶ
定量的ドブラ指標			
逆流量	<30mL/beat	30~59mL/beat	≒60mL/beat
逆流率	<30%		≒50%

23

## 僧帽弁位人工弁機能不全 狭窄病変の重症度指標

日本循環器学会/日本胸外科学会/日本血管外科学会/日本心臓血管外科学会. 2020より

	正常	狭窄の可能性あり	有意狭窄
ジェットPHT (連続波ドブラ法) (ミリ秒)	<130	130~200	>200
最大血流速度 (m/秒)	<1.9	1.9~2.5	>2.5
mPG (mmHg)	≒5	6~10	>10
フォローアップ中のmPG上昇 (mmHg)	<5	5~12	>12
EOA (cm <sup>2</sup> )	>2.0	1.0~2.0	<1.0
計測したEOAと各人工弁における正常MVAの比較	Reference ±1SD	<Reference -1SD	<Reference -2SD
DVI (VTI <sub>PMV</sub> /VTI <sub>LVD</sub> )	<2.2	2.2~2.5	>2.5

24

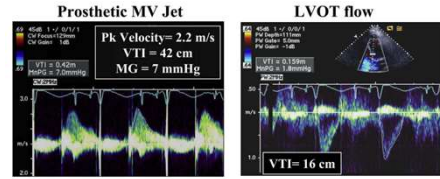
### 僧帽弁位の人工弁機能評価

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

	正常	狭窄疑い	著明な狭窄疑い
最大速度 (m/sec)	<1.9	1.9~2.5	≥2.5
平均圧格差 (mmHg)	≤5	6~10	>10
VTI <sub>PMV</sub> /VTI <sub>LVO</sub>	<2.2	2.2~2.5	>2.5
EOA (cm <sup>2</sup> )	>2.0	1~2	<1
PHT (msec)	<130	130~200	>200

25

$$VTI_{PMV}/VTI_{LVO}$$



$$\frac{VTI_{PMV}}{VTI_{LVO}} = \frac{42}{16} = 2.6$$

正常 : <2.2  
狭窄疑い : 2.2~2.5  
高度狭窄 : >2.5

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

26

### 僧帽弁位人工弁機能不全 逆流病変の重症度指標

日本循環器学会/日本胸外科学会/日本血管外科学会/日本心臓血管外科学会, 2020より

	軽症	中等症	重症
MRジェット (カラードブラ法)	少ない	中間	多い
肺静脈血流	収縮期優位	収縮波減高	逆行性収縮波
僧帽弁流入流速 (m/秒)	—	—	≥1.9
DVI (VTI <sub>PMV</sub> /VTI <sub>LVO</sub> )	<2.2	2.2~2.5	>2.5
縮流部幅 (cm)	<0.3	0.3~0.59	≥0.6
弁周囲径に対する弁周囲逆流の割合 (%)	<10	10~29	≥30
EROA (cm <sup>2</sup> , PISA法)	<0.20	0.20~0.39	≥0.40
逆流流量 (mL/beat, volumetricまたはPISA法)	<30	30~59	≥60

27

### 経胸壁心エコー図による僧帽弁位人工弁逆流の間接的所見

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

所見	感度	特異度	コメント
最大径僧帽弁血流速 ≥1.9m/sec	90%	89%	高心拍出量やPPMに注意
VTI <sub>PMV</sub> /VTI <sub>LVO</sub> ≥2.5	89%	91%	心房細動では誤差大
平均圧格差 ≥5mmHg	90%	70%	高心拍出量やPPMに注意
三尖弁逆流速 ≥3m/sec	80%	71%	PHや他の要因を考慮
2次元または3次元による一回拍出量がドブラ法によるものよりも>30%大きい吸い込み血流	中等度	特異的	データ不十分
	低い	特異的	データ不十分

28

### 僧帽弁位の人工弁逆流評価

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

指標	軽度	中等度	高度
形態的指標			
左室サイズ	正常	正常または拡大	ほぼ拡大
人工弁	ほぼ正常	異常	異常
ドブラ指標			
カラージェットエリア	小さい<4cm <sup>2</sup> 左房面積の<20%	さまざま	大きい>8cm <sup>2</sup> >40%または左房壁に沿って旋回
吸い込み血流	ないか最少	中等度	大きい
CWパターンの濃さ	薄い	濃い	濃い
CWパターンの形	パラボリック	ほぼパラボリック	ピーク前方, 三角形
肺静脈血流	収縮期優位	収縮期減弱	収縮期逆流
定量的指標			
vena contracta幅	<0.3cm	0.3~0.59cm	≥0.6cm
逆流流量	<30mL/beat	30~59mL/beat	≥60mL/beat
逆流率	<30%	30~49%	≥50%
EROA	<0.20cm <sup>2</sup>	0.20~0.49cm <sup>2</sup>	≥0.5cm <sup>2</sup>

29

### MitraClipの適応評価 (German consensus)

適応	条件付き適応	不適応
病変が中央	病変が前交連側または後交連側	穿孔、クレスト
弁尖の石灰化なし	弁尖の軽度石灰化	弁尖の高度石灰化
僧帽弁口面積>4cm <sup>2</sup>	僧帽弁口面積>3cm <sup>2</sup>	僧帽弁口面積<3cm <sup>2</sup> 平均圧格差≥5mmHg
後尖長>10mm	後尖長 7~10mm	後尖長<7mm
機能性僧帽弁逆流 (二次性) 僧帽弁前尖後尖の接合長≥2mm (coaptation length)		Barlow症候群
機能性僧帽弁逆流 (二次性) 僧帽弁前尖後尖の接合長<11mm (coaptation depth)	機能性僧帽弁逆流 (二次性) 僧帽弁前尖後尖の接合長≥11mm (coaptation depth)	
器質性僧帽弁逆流 (一次性) 逸脱距離<10mm (flail gap)		
器質性僧帽弁逆流 (一次性) 逸脱幅<15mm (flail width)	器質性僧帽弁逆流 (一次性) 逸脱幅>15mm (flail width)	

Bookstegers, P et al. Percutaneous interventional mitral regurgitation treatment using the Mitra-Clip system. Clin Res Cardiol 103 : 65-66, 2014. (4/793)

30

### MitraClip後の僧帽弁逆流の重症度評価

	mild	moderate	severe
定性評価			
カラードブラー ジェット	1つか2つの小さく、 狭いジェット	-	大きな中央からの ジェット、左房を 包み込むような偏 在性ジェット
カラードブラーの 吸い込み血流	見えない、または 小さい	-	大きい
左室流入血流	E<A	-	-
肺静脈血流速波形	-	-	Systolic reversal flow
連続波ドブラ波形	薄い	-	濃い
	mild	moderate	severe
半定量			
VCW (mm)	VCW ≤3 1つのジェット	VCW 4~6 1つのジェット	VCW ≥7のジェット または複数の中等 度以上のジェット

Zoghbi, WA et al : Guidelines for the evaluation of valvular regurgitation after percutaneous valve repair or replacement. J Am Soc Echocardiogr 32 : 431-475, 2019 (より改変)

31

### MitraClip後の僧帽弁逆流の重症度評価

	mild	moderate	severe
定量評価			
3D心エコー図によ るVCA (cm <sup>2</sup> )	VCA<0.2 1つのジェット	VCA 0.2~0.39 1つのジェット	VCA ≥0.4の ジェットまたは複 数の中等度以上の ジェット
PISA法による EROA	<0.2 edge-to-edge repair後や肺血管 抵抗がある場合に は推奨されない	0.2~0.39 edge-to-edge repair後や肺血管 抵抗がある場合に は推奨されない	≥0.4 edge-to-edge repair後や肺血管 抵抗がある場合に は推奨されない
逆流量 (mL)	<30	30~59	≥60
逆流率 (%)	<30	30~49	≥50
	mild	moderate	severe
弁形態			
VCW (mm)	-	-	SLDA, flail leaflet

Zoghbi, WA et al : Guidelines for the evaluation of valvular regurgitation after percutaneous valve repair or replacement. J Am Soc Echocardiogr 32 : 431-475, 2019 (より改変)

32

### 三尖弁位の人工弁狭窄を疑う所見

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

最大血流速度	>1.7m/sec
平均圧格差	≧6mmHg
pressure half-time	≧230msec

33

### 三尖弁位の人工弁逆流指標

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

指標	軽度	中等度	高度
弁の形態	ふつう正常	異常または 接合不全	異常または 接合不全
カラードブラに て逆流ジェット 面積(cm <sup>2</sup> )	<5	5~10	>10
Vena contracta 幅(cm)	検出せず	検出しない か>0.7	>0.7
連続波ドブラ法 の信号強度およ びパターン	薄い パラボリック ク	濃い さまざまな パターン	濃い ピークは前 方
収縮期肝静脈逆 流	ないかわず か	わずか	全収縮期逆 流
右房、右室、下 大静脈	正常	拡大	著しく拡大

34

### 肺動脈弁位人工弁の狭窄を疑う所見

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

所見	所見
弁葉の肥厚または運動低下	弁葉の肥厚または運動低下
カラードブラにて駆出血流速>3m/secまたは生体弁で>2m/sec	カラードブラにて駆出血流速>3m/secまたは生体弁で>2m/sec
経時的に最大血流速度が増大	経時的に最大血流速度が増大
右室機能低下または右室収縮期圧の増大	右室機能低下または右室収縮期圧の増大

35

### 肺動脈弁位人工弁逆流の評価

J Am Soc Echocardiogr 22:975-1014,2009

指標	軽度	中等度	高度
弁の形態	ふつう正常	異常または 接合不全	異常または 接合不全
右室のサイズ	正常	正常または 拡大	拡大
カラードブラに よるジェット幅	細い、肺動脈 径の25%以下	中等度、 20~50%	ふつう大き い、>50%
連続波ドブラ法に よる信号の強さ	かすか	濃い	濃い
連続波ドブラ法に よる減衰時間	遅い	いろいろ	急峻
左室流出路血流速 との比較	やや増大	中等度増大	著しく増大
肺動脈内拡張期逆 流血流	なし	あり	あり

36

## 人工弁の合併症

- 血栓塞栓症
- pannus形成
- 感染性心内膜炎
- 弁周囲逆流
- 弁 - 患者不適合  
(prosthesis-patient mismatch:PPM)
- cavitation

37

## 人工弁pannus

- pannusとは過剰な組織増殖のこと
- pannusはエコー輝度が高輝度で固そうに見える
- 人工弁pannusの30%は描出できない
- 症状の進行は徐々
- 抗凝固療法で弁機能が改善されない
- 人工弁pannusの早期発見はドブラ指標が有用

38

## 血栓弁

- 血栓はエコー輝度が心筋と同程度で軟らかい印象
- 症状の進行は急激
- 抗凝固療法で弁機能が改善される

\*人工弁に異常がなくても体位によっては  
2枚の開閉のタイミングがズレることがある。

39

## perivalvular leakage

• perivalvular leakageの原因としては縫合不全、人工弁置換術後感染性心内膜炎(PVE)による弁輪部膿瘍などがあげられる。

• 機械弁では血栓形成と機械的溶血を予防するために弁座とディスクの間に隙間があり、ごく少量の経弁的な逆流が観察される (transvalvular leakage)

40

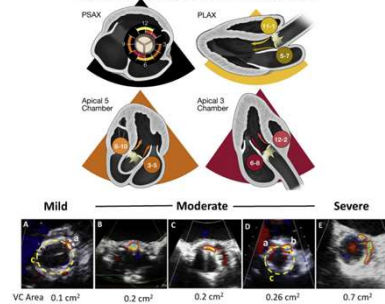
## 大動脈弁位人工弁機能不全 逆流病変の重症度指標

日本循環器学会/日本胸外科学会/日本血管外科学会/日本心臓血管外科学会、2020より

	軽症	中等症	重症
ARジェット幅 (カラードブラ法)	狭い	中間	広い
ジェットPHT (連続波ドブラ法) (ミリ秒)	>500	200~500	<200
弁周囲径に対する弁周囲逆流の割合 (%)	<10	10~29	≧30
縮流部幅 (cm)	<0.3	0.3~0.6	>0.6
EROA (cm <sup>2</sup> , PISA法)	<0.10	0.10~0.29	≧0.30
逆流量 (mL/beat, volumetricまたはPISA法)	<30	30~59	≧60

41

## Detection of Paravalvular AR after TAVR with Color Doppler



Zoghbi WA et al. Guidelines for the evaluation of valvular regurgitation after percutaneous valve repair or replacement. J Am Soc Echocardiogr. 32: 431-475, 2019 (2019改訂)

42

## 人工弁置換術後感染性心内膜炎 (PVE)

- 全感染性心内膜炎の20%程度は人工弁感染
- 罹患部位は大動脈弁位が60%前後で最も多い
- コアグラ-ゼ陰性ブドウ球菌および黄色ブドウ球菌が原因微生物の40%
- 培養陰性例も10%以上と報告されている
- 70%以上で何らかの合併症（心不全、伝導障害、頭蓋内病変などの塞栓）を併発する
- 院内死亡率が20~30%と非常に高い

43

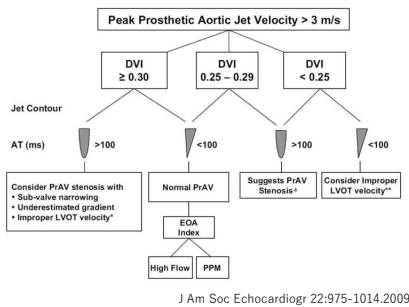
## 弁 - 患者不適合 (prosthesis-patient mismatch; PPM)

患者の身体の大きさに比べて不適切に小さいサイズの人工弁が植え込まれることにより人工弁を通過する血流の圧差が異常高値を示す。

有効弁口面積係数 EOA index (EOAI) =  
有効弁口面積 / 体表面積

大動脈弁位では  $0.85 \leq \text{EOAI}$   
 $0.65 \leq \text{EOAI} < 0.85$  (中等度 PPM)  
 $\text{EOAI} < 0.65$  (高度 PPM)  
 僧帽弁位では  $1.2 \sim 1.3 \leq \text{EOAI}$

44



45

## cavitation

機械弁置換術後にみられるキラキラエコーの成因はキャビテーションによって発生するマイクロバブルとする説が有力である。機械弁が閉鎖する時に弁葉の閉鎖速度が速いほどキャビテーションが発生しやすいとの報告がある。

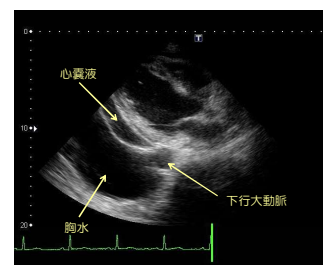
キラキラエコーの臨床的意義  
 キャビテーションが破裂するときに圧を発生させ、熱エネルギーを機械弁に及ぼし、微小血栓や機械弁障害を誘発するとの報告もある。しかしながら、キラキラエコーが溶血、機械弁の耐久性、脳循環障害と関係するか現時点ではまだ明らかではない。

46

## その他の注意すべき術後合併症

47

## 開心術後の心嚢水・胸水貯留

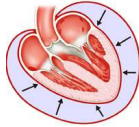


48



## 心タンポナーデ

心タンポナーデとは心膜液貯留により心膜腔内圧が上昇し、心臓の拡張期充満が障害されることにより心拍出量が低下し、循環不全を来した状態である。



49

## 心嚢液貯留の原因

原因	出現頻度
悪性腫瘍	34%
術後	25%
カテーテル合併症	10%
特発性	9%
その他	5%
膠原病	5%
感染	4%
放射線治療後	3%
虚血	3%
腎不全	2%

## 心タンポナーデの身体所見

身体所見	出現頻度
頸静脈怒張	100%
頻脈 (>100回/分)	81~100%
奇脈 (>10mmHg)	98%
収縮期血圧 >100mmHg	50~100%
心音微弱	36~84%
浮腫	27%

(※田中重昭：第43章心臓の病変、心タンポナーデ、マフギーの身体診察学—エビデンスに基づくカラー・イラストガイド、第2版、診断と治療社、東京、348-352、2009)

### <要注意>

急性心筋梗塞後心破裂、  
急性大動脈解離、  
カテーテルによる心筋穿孔、  
冠動脈形成術による冠動脈穿孔

### Beckの三徴候

• 血圧低下  
• 頸静脈怒張  
• 心音の微弱化

50

## 心嚢液貯留量のめやす

貯留量 (ml)	
50ml以下	左室後壁基部に限局、収縮期のみ
100~200	左室後壁から心尖方向にかけ、全心周期
200~400	左室後壁、心尖部、右室前面、全心周期
500ml以上	心全周性に貯留、振り子様運動あり

50ml以下：正常  
100-200ml：少量；5mm  
200-400ml：中等量；10-20mm  
500ml以上：大量；30mm以上

200ml以上、10mm以上で穿刺安全

51

## 心タンポナーデの心エコー所見

- 心臓周囲心膜腔のエコーフリースペース
- 右房の拡張期虚脱
- 右室の拡張早期虚脱
- 左房の虚脱
- 吸気時の右室容量増加、左室容量減少所見
- 吸気時の左室流出路・流入路の血流速度低下
- 心臓の振り子様運動
- 下大静脈の拡張と呼吸性変動の低下

52

## 心タンポナーデの発生を決定するものは？

- 心膜液の貯留量よりも貯留速度である
- 心腔内圧と心膜腔内圧のバランスである

53

## 収縮性心膜炎

何らかの原因で臓側心膜と壁側心膜が癒着し、それに伴って生じる心膜の硬化により心臓の拡張障害をきたす疾患である。

### <原因>

- 心臓手術後
- 特発性
- 心膜炎後
- 膠原病
- 結核
- 放射線療法後
- その他



54

## 収縮性心膜炎の心エコー所見

断面エコー法	心房拡大 心室狭小化 心臓の肥厚、輝度上昇 心臓癒着（季肋部から右室自由壁をみる） 下大静脈径の拡大と呼吸性変動の減弱（50%未満）
Mモード	心室中隔の拡張早期dip 心室後壁の拡張中期～後期平坦運動 心房、心室中隔の呼吸性移動
パルスドプラ法	左室流入、右室流入血流速度波形のDcT短縮（160msec以下） 左室流入血流速度波形E波の呼吸性変動（25%以上、吸気時<呼気時） 右室流入血流速度波形E波の呼吸性変動（40%以上、吸気時>呼気時） 肝静脈血流速度波形：呼気時の拡張期波の減少または逆行、心房収縮期逆行波の増強
組織ドプラ法	中隔側の長軸方向の僧帽弁輪運動速度E' $\geq 8\text{cm/sec}$

55

## 人工弁機能評価

### 【事前情報】

心エコー検査の前に、依頼内容、患者の症状、身体所見、血液検査所見、人工弁の種類、植え込み時期、血圧、心拍数、身長、体重、体表面積を確認

### 【形態観察】

人工弁可動部の開閉運動の観察、異常エコーの付着の有無、弁座の動揺の有無を確認

### 【機能評価】

ドップラー法にて人工弁通過血流速度および圧較差、有効弁口面積、弁逆流評価などを行う。

56

## 術後弁機能評価における必須計測項目 （機械弁・生体弁・形成弁、TAVI・Clip含む）

- 最大弁通過血流速度（m/sec）
- 平均圧較差（mmHg）
- 有効弁口面積（ $\text{cm}^2$ ）

\*大動脈弁形成・自己弁温存大動脈基部置換術後の症例は、弁輪径・valsalva洞径・STJ部径・上行大動脈径

57

## 人工弁通過血流速度の目安

- 大動脈弁位； $\leq 3.0\text{m/sec}$
- 僧帽弁位； $\leq 2.0\text{m/sec}$
- 三尖弁； $\leq 1.5\text{m/sec}$

58

## まとめ

- 人工弁はアーチファクト等で観察困難ことが多い
- ベースラインの結果との比較が重要
- エコー検査のみならず、身体所見や他のモダリティーの評価も考慮する必要がある

59

ご清聴ありがとうございました。

60