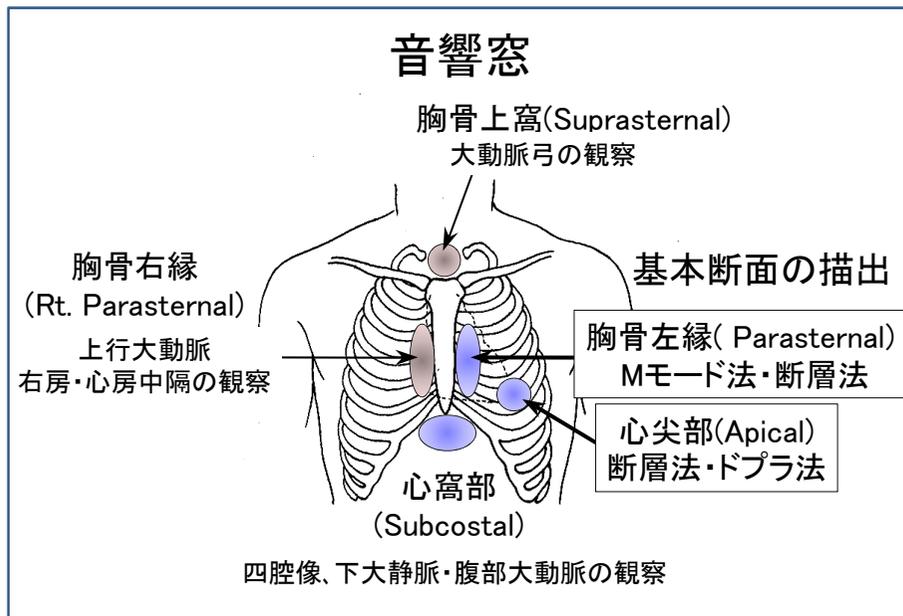


心エコー図検査の記録手順

(I) 撮り方の基本



1. 心エコー図検査の記録手順	1
2. 血圧測定の意味	
3. 下大静脈の観察と径計測	2
4. 心窩部四腔断面のチェックポイント	3
1) 三尖弁逆流: 弁口圧較差 (TRPG) の測定	
2) 心膜液貯留の描出、右室壁厚の測定	
3) 心膜癒着サインの有無	
4) 右房、心房中隔、左房の検索	4
Skill up 心房中隔瘤の判定基準	
5. 腹部大動脈のチェックポイント	5
6. 心不全時のチェックポイント	
1) 肺水腫/肺うっ血を肺エコーで検索	
2) 胸水の描出法	6
3) 腎うっ血を腎静脈血流でチェック	
7. スクリーニング検査断面の描出法	7
8. 胸骨左縁長軸像のチェックポイント	
1) 径計測のルール	
2) 左室径計測におけるMモード法と断層法の違い	8
3) 断層法による左室径の正しい測り方	9
4) 断層法による左房径の正しい測り方	10
5) 大動脈基部・上行大動脈径の測定	12
6) 左室壁運動異常のチェック	
9. 胸骨左縁短軸像のチェックポイント	13
1) 解剖学的構造異常の有無	
2) 左室壁形態・壁運動異常の有無	
10. 左室フォーカス心尖部像のチェックポイント	14
1) 左室容積・駆出率の測定	
2) 壁運動異常のチェック	
3) 左室心筋重量の測定	15
・測定意義	
・Mモード法または断層法による一次元計測法	
・断層法による二次元計測法	
11. 左房フォーカス心尖部像のチェックポイント	16
1) 左房長径・横径および左房容積の測定	
Skill up 左房容積の計測は断面設定がポイント	
12. 左心系の計測基準値	17
13. 僧帽弁口血流 & 弁輪部運動速度の測定	
1) 僧帽弁口血流速度波形記録時の留意点	
・装置の条件設定	

・サンプルボリュームの設定部位	18
・ドプラ入射角度は20度以内に設定	
・記録断面と計測時の留意点	19
・僧帽弁口血流速度波形に影響する因子	
・その他、計測困難・不可例	
2) 僧帽弁輪部運動速度波形記録時の留意点	20
・装置の条件設定	
・e' 測定時の留意点	
・僧帽弁輪部運動速度波形に影響する因子	
3) 心房細動時の対応	21
4) E/e' 測定時の留意点	22
5) 拡張機能の評価	
・拡張不全に伴う僧帽弁口血流波形の変化	
・TDI 法による僧帽弁口血流速度波形の正常と偽正常化の鑑別	
・僧帽弁口血流速度波形 L波とは	23
・新ガイドラインにおける拡張能評価	
14. パルスドプラ法による心拍出量の測定	24
1) 撮り方のポイント	
2) 測定法の理解	
3) VTI 計測時の留意点	25
15. 経大動脈弁口・肺動脈弁口血流の測定	25
1) 経半月弁口血流の検出	
2) 心房細動(AF)時の撮り方	
16. 右心系の精査	26
1) 右室・右房・肺動脈径の計測	
2) 右心系の計測基準値(日本人 成人)	28
3) 右室機能の評価	
4) 右室機能指標の基準値	29
5) 平均肺動脈圧&肺動脈拡張末期圧の推定法	
17. 三尖弁逆流圧較差(TRPG)測定の留意点	30
1) TRPGの測定	
2) 断面設定が重要	
Appendix	31
Skill up Mモード法の応用	
Skill up 成人弁膜症の重症度評価	
Skill up 冠動脈の壁運動支配領域	32
参考文献	

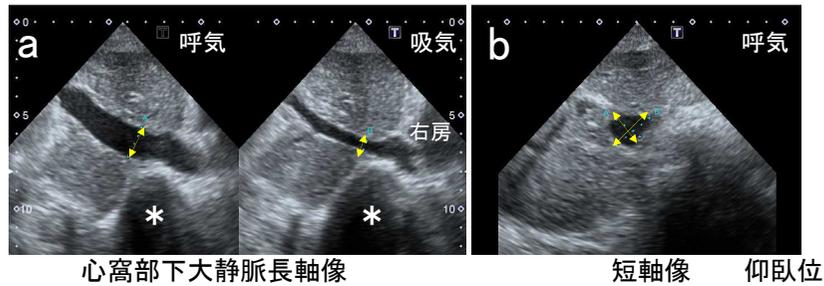
1. 心エコー図検査の記録手順

- 1) 血圧測定(血圧測定は検査終了後でも可): **以下 仰臥位**
- 2) 心窩部断面のチェック
 - ・下大静脈の観察と径計測
 - ・三尖弁逆流圧較差(TRPG)の測定、心膜液貯留の有無、右室壁厚の測定、心膜癒着サインの有無、腹部大動脈瘤の有無など
- 3) 心不全時のチェック
 - ・胸水の有無
 - ・肺水腫/肺うっ血の有無、腎静脈血流のチェックなど
- 4) 胸骨左縁長軸・短軸像のチェック: **以下 左側臥位**
 - ・径計測、壁運動異常の有無、解剖学的構造異常の有無
 - ・異常エコー・異常血流(弁逆流・短絡血流など)の有無
- 5) 左室・左房フォーカス心尖部像のチェック
 - ・左室容積、駆出率、心筋重量の測定、壁運動異常のチェック
 - ・左房容積の測定など
- 6) 僧帽弁口血流・弁輪部運動速度、E/e' の測定 → 拡張機能の評価
- 7) パルスドプラ法による心拍出量の測定
- 8) カラードプラ・連続波ドプラ法による弁狭窄・弁逆流の有無、重症度評価
- 9) 右心系の精査
 - ・右室・右房・肺動脈径の計測、右室機能、その他の計測
 - ・三尖弁逆流圧較差(TRPG)、肺動脈血流(狭窄・逆流血流)の測定

2. 血圧測定の意義

- 過度な血圧変動は心機能エコー計測値に影響を及ぼす可能性がある。特に収縮機能の評価には留意する。
 - ・収縮期血圧増大時(後負荷増大) → 一回拍出量減少
 - ・また出血、脱水などによる極端な血圧低下時(前負荷減少)には拍出量は低下する。
- AS, MRの重症度評価では収縮期血圧の影響に留意する。
 - ・連続の式でのAS評価: 極度の後負荷増大時の低拍出ASでは弁口通過最大血流速度・圧較差の減少を招きAVAを過小評価する可能性がある。また高度MR合併時にも過小評価の可能性はある。
 - ・PISA法でのMR評価: 血圧増大時にはMR逆流速度が増大し、逆流弁口面積(EROA)や逆流量(RV)を過小評価する可能性がある。
 - ・術中TEEでのMR評価: 麻酔による後負荷軽減時にはMR重症度(カラードプラ逆流範囲)を過小評価する可能性がある。

3. 下大静脈の観察と径計測



1) 下大静脈(IVC : inferior vena cava) 径の計測

- ・右房から3cm程度遠位側で脊柱部位*上を避けて計測する。
- ・長軸径を吸・呼気で計測し(a)、短軸像でも長・短径を計測する(b)。

2) 呼吸性変動の有無

- ・長軸および短軸断面にて腹式呼吸で呼吸性変動の有無を確認する。
- ・虚脱率が50%以上で“呼吸性変動あり”と判定

$$\begin{aligned} \text{虚脱率(\%)} &= (\text{最大径} - \text{最小径}) / \text{最大径} \times 100 \\ &= (17\text{mm} - 5\text{mm}) / 17\text{mm} \times 100 = 71\% \end{aligned}$$

3) IVC長径と虚脱率から右房圧を推定する(表)。

4) 留意点

- ・中心静脈圧(CVP)が11mmHgを超えると IVC 短軸像は円形になる。
- ・IVC像が円型の場合には必ずsniff testで虚脱の有無を確認する。
→ sniff test とは、鼻をすする(においを嗅ぐ)ような呼吸のことで、腹腔圧を瞬間的に高くして評価する技法のこと。
- ・最大長径21mm以上(虚脱率 50% 以下)では溢水、また長径7mm以下であれば脱水が疑われる。
- ・IVC径は体格の影響を受けやすく、体位により変化するので注意
→ 右側臥位 > 仰臥位 > 左側臥位の順に小さくなる。
- ・若年者やアスリートなどでは右房圧が高くなくても IVC径が大きい場合があるので短軸断面および左側臥位で径を確認する。

Estimation of RA pressure on the basis of IVC diameter and collapse¹⁾

Variable	Normal [0-5 (3) mmHg]	Intermediate [5-10 (8) mmHg]	High [15 mmHg]
IVC diameter	<2.1cm	<2.1cm >2.1cm	>2.1cm
Collapse with sniff	>50%	<50% >50%	<50%

表では右房圧を3段階に分類。中間値「8mmHg」の場合には二次的指標を参考にして評価(右室流入血流、右室E/e' 肝静脈血流など)

1) ASE Cardiovascular Guidelines 2010

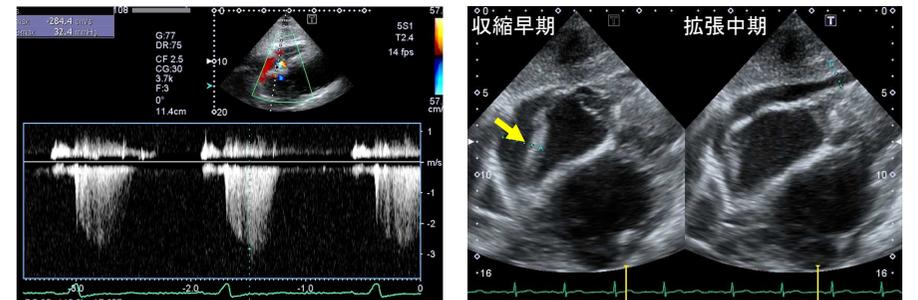
4. 心窩部四腔断面のチェックポイント

1) 三尖弁逆流弁口圧較差(TRPG)の測定(a)

- ・TR jetがIAS方向に向く場合には心窩部からの測定が適している(→胸骨左縁からの測定は困難な場合が多い)。

2) 心膜液貯留の描出(b)、右室壁厚の測定

- ・少量の心膜液貯留評価に適した断面で、**心房拡張期**に起こるRA壁collapse(矢印: 虚脱)の判定にも適した断面である。また右室壁厚の計測に欠かせない断面でもある(26頁参照)。



a : 三尖弁逆流弁口圧較差の測定

b : 心膜液貯留の描出とRA壁の虚脱(矢印)

3) 心膜癒着サイン²⁾

- ・心窩部アプローチにて四腔断面を描出すると、健常例では通常横隔膜下を右室前壁が心周期に応じて心長軸方向に滑走する動きが見られる(右図矢印)。ところが、心膜癒着例では、右室前壁のその滑らかな動きが消失し、収縮期に肝臓を心臓方向へ引っ張る動きが見られる(左図矢印)。この現象が**心膜癒着サイン**であり、収縮性心膜炎例で見られる特徴的な現象である。
- ・収縮性心膜炎(CP)は、稀に開心術後、心膜液貯留ドレナージ後に発症する場合がありますので留意しておくこと。



CP : constrictive pericarditis

2) 増田喜一：術後収縮性心膜炎。心エコー 9(2) : 184-189, 2008

4) 右房、心房中隔、左房の検索

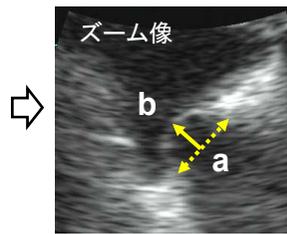
- ・心房中隔欠損や卵円孔開存の有無、また心房中隔瘤の評価に有用な断面である。一方、偏在した左房血栓の存在診断にも適した断面である。→**胸骨右縁からのアプローチもトライ**

心房中隔瘤(ASA: atrial septal aneurysm)

左房内血栓



心窩部四腔断面



- ☆ ASA(+) 判定基準
- a: 基部の幅 $\geq 15\text{mm}$
 - b: 突出度 $\geq 10\text{mm}$
 - c: 振幅 $\geq 10\text{mm}$
(可動性がある場合の振幅)



胸骨右縁ASA断面
(ASA: atrial-septal-atrial)

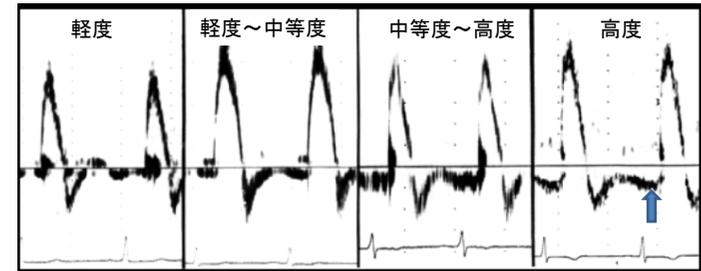
5. 腹部大動脈のチェックポイント

1) 動脈瘤(AAA: abdominal aortic aneurysm)の検索

- ・特に分岐部に好発: 径30mm以上を瘤、径50mm超えて手術適応
- ・高血圧例では要チェック
- ・その他、動脈瘤に伴う血栓形成、壁硬化所見、プラークの有無など。

2) 大動脈弁逆流例では要チェック

- ・腹部大動脈汎拡張期逆流血流の出現: パルスドプラ法で記録(図)
- ・記録時にはフィルター設定に注意(低周波フィルター: 100Hz以下)
- ・血管硬化例(高安病など)ではAR(-)でも軽度拡張期逆流(+)

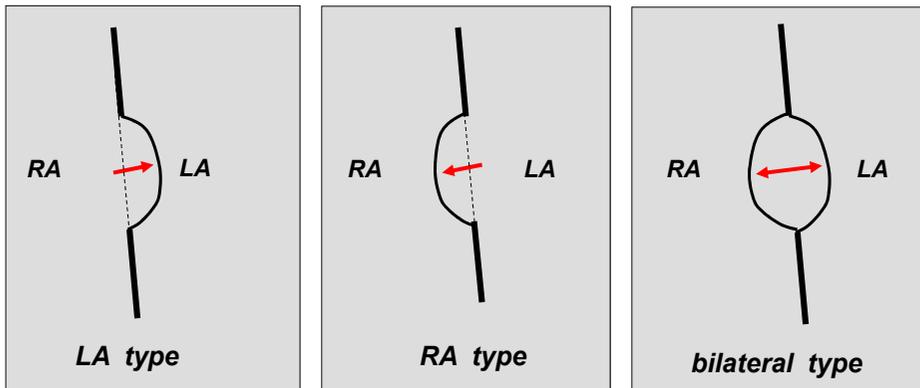


汎拡張期逆流信号が基線から離れて -10~20cm/s(拡張末期速度)を超える場合は高度逆流(矢印)

skillup

心房中隔瘤の判定基準

- ・基部の幅が15mm以上、心拍動に伴って心房中隔の中線(破線)から10mm以上突出、または振幅10mm以上の瘤状構造物の存在とする。³⁾
- ・ASAの存在(卵円孔開存合併)と奇異性脳塞栓との関連性を指摘⁴⁾



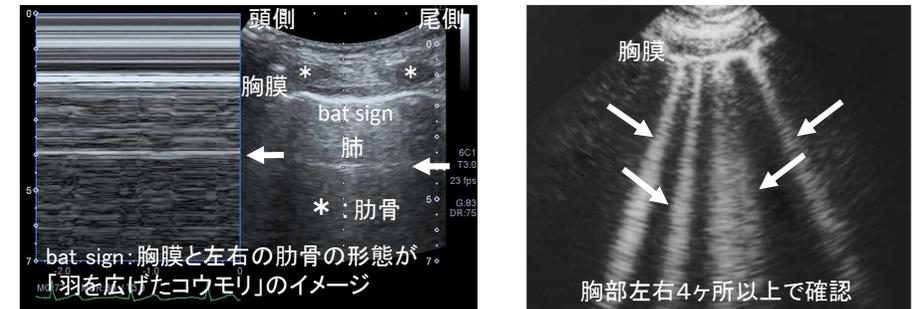
3) 西 et al : 心エコー図検査を用いた心房中隔瘤頻度の検討 J Med Ultrasonics 25:787-794, 1998

4) Cabanes L et al : Atrial septal aneurysm and patent foramen ovale as risk factors for cryptogenic stroke in patients less than 55 years of age : A study using transesophageal echocardiography. Stroke 1993 ; 24 : 1865-1873

6. 心不全時のチェックポイント

1) 肺水腫 / 肺うつ血を肺エコーで検索⁵⁾

- ・A-line、B-line(comet tail artifact)のチェック
- ・胸壁多数部位に multiple comet sign(+)



A-line(矢印)

B-line(矢印)

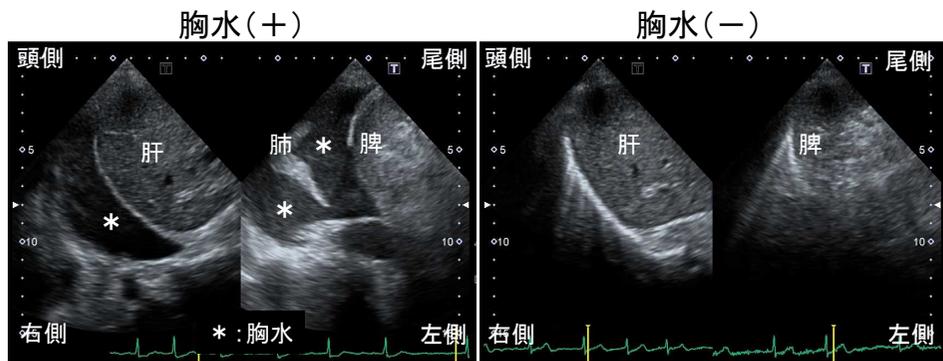
- ・A-line: 胸膜下のairを指す(胸膜の多重反射) → 正常所見
- ・B-line: 胸膜より伸びるcomet-tail artifactのこと → 間質の水貯留を示唆(肺水腫など)。
- ・A-line増強: 喘息、COPDなど。
- ・lung sliding: 呼吸運動に伴う肺、胸膜の動き。野の多数断面で描出される。 → 正常時でも単発で見られるが、comet-tailの輝度が弱く、深部まで届かない。

* セクタプローブおよびコンベックスプローブ使用

5) Lichtenstein D A et al, Chest. 2008 Jul;134(1):117-25

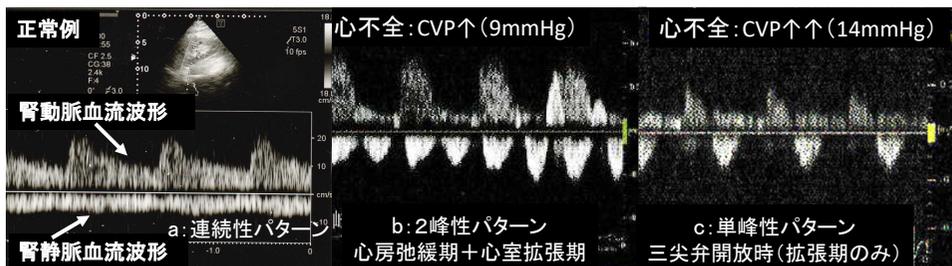
2) 胸水の描出法

- ・両側中～後腋窩線上(下位肋間)アプローチにて echo free-space の有無をチェックする(*:胸水).
- ・呼吸調節をして横隔膜が下がる吸気の始めで記録する.
- ・縦断像の描出は腹部エコーと同様に画面の左に頭側、右に尾側 → 緊急エコー(腹部エコー)検査対応
- ・ごく少量の胸水描出や定量目的の場合には、坐位で背側(肩甲骨下)から記録する.



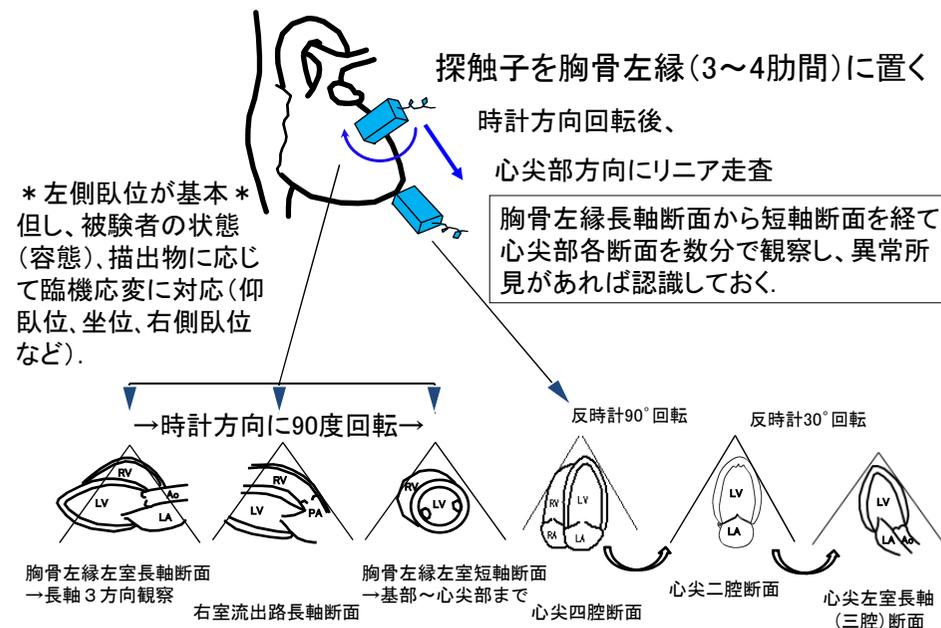
3) 腎うっ血を腎静脈血流でチェック⁶⁾

- ・正常例の腎静脈血流波形は連続性パターン(a)を呈するが、心不全時(腎うっ血)には非連続性(2峰性:b または 単峰性:c)になる.
- ・心不全時には: 心拍出量低下 → 中心静脈圧(CVP)上昇 → 腎静脈圧上昇 → 腎うっ血 → GFR低下
- ・パルスドプラ法で腎動脈(葉間動脈)血流波形をメルクマールにして同時に葉間静脈血流波形を記録する.
- ・波形描出にはセクタプローブまたはコンベックスプローブを使用
- ・カラードプラスケールレンジを低めに設定する(20cm/sec.以下).



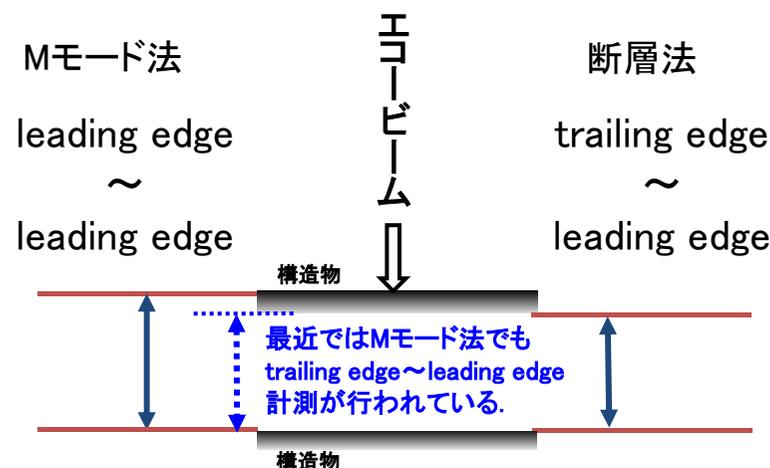
6) Iida N et al : JACC Heart Fail., 4(8), 674-682, 2016

7. スクリーニング検査断面の描出法



8. 胸骨左縁長軸像のチェックポイント

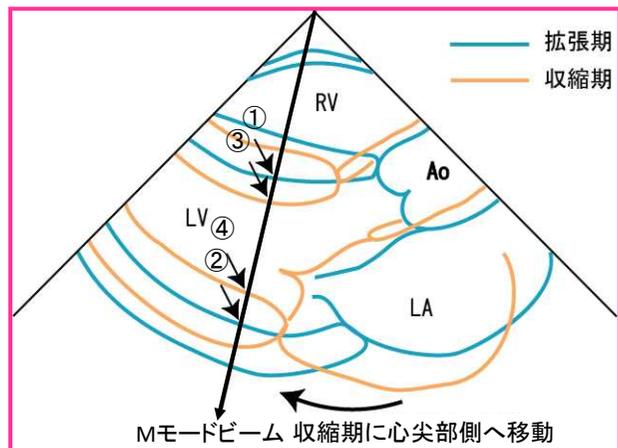
1) 径計測のルール



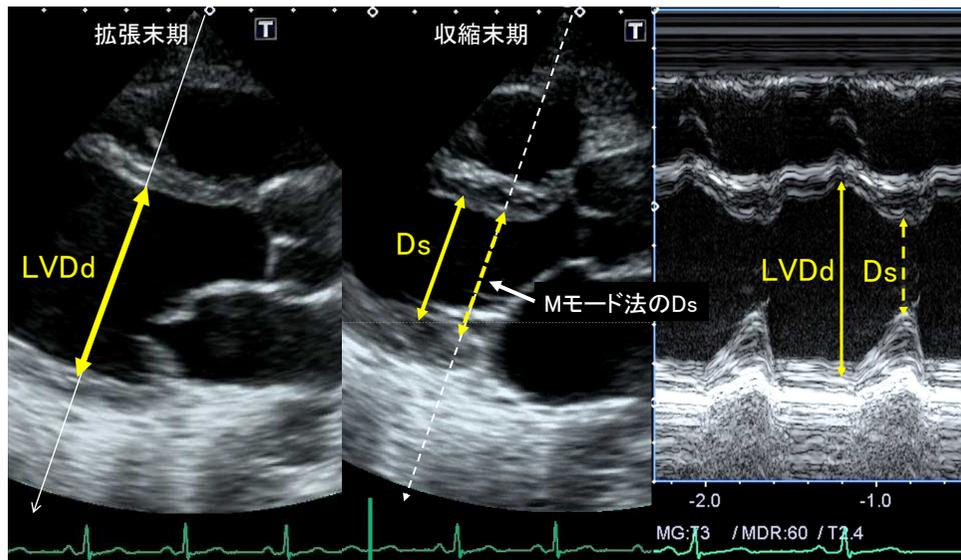
- ・Mモード法は反射体(構造物)の起点から起点を計測
- ・断層法は内径を計測
- ・両法とも計測時相に注意

2) 左室径計測におけるMモード法と断層法の違い

- ① Mモード法は拡張期と収縮期では異なる部位を見ている。
 ・Mモード法による左室径測定において、収縮期に心基部が心尖部方向へ移動することにより(Through-plane 現象)、関心領域がずれて異なる部位を計測点(矢印Dd:①-②/Ds:③-④)として測定することになる。

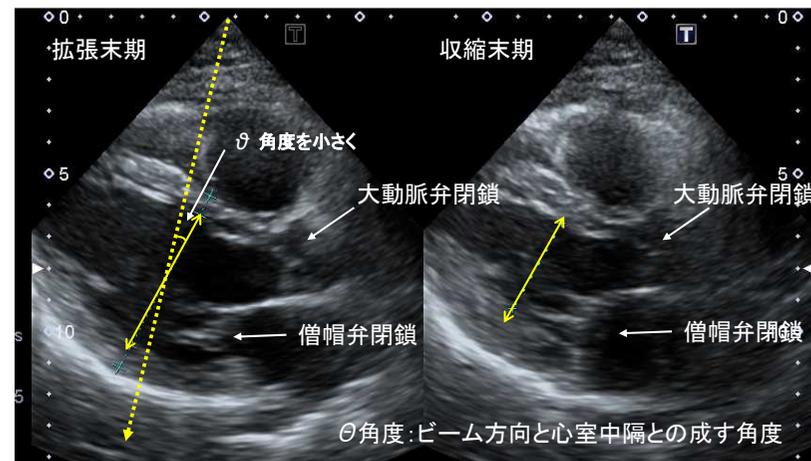


- ② 断層法ではMモード法と違いDsの計測点が同一部位で測定できる。



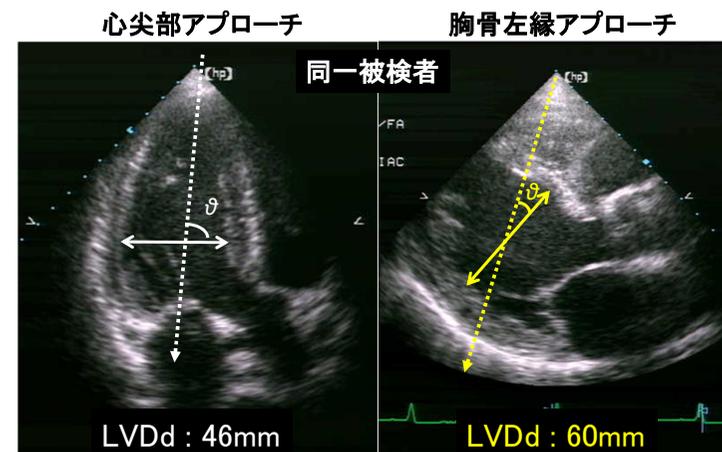
- ・断層法による計測ではLVDd、Dsともに同じ部位を計測できるが(実線矢印)、Mモード法でのDsは断層法と異なる部位を計測することになる(破線矢印)。
 →Mモード法では through-plane 現象により計測点が僧帽弁側に移動するため。

3) 断層法による左室径の正しい測り方



- ① 左室径の計測ではビーム投入方向が重要である。
 → 可能な限りθ角度を小さくする(30°以内)。
 ② 拡張末期および収縮末期での計測に際して僧帽弁、大動脈弁ともに閉鎖している時相で測定すること(等容収縮期・等容弛緩期)。

- ③ アプローチ断面の違いで、なぜ左室径の大きさが変わるのか?



- ・傍心尖部アプローチでは、胸骨左縁アプローチと比べて左室長軸方向の中央部を横切る断面を正しく描出するのが難しい。
 ・また計測部位における方位分解能の低下やサイドローブなどの影響(横流れ)により、心内膜面(計測点)の判定が困難であることなどの理由から左室径を過小評価しやすい。