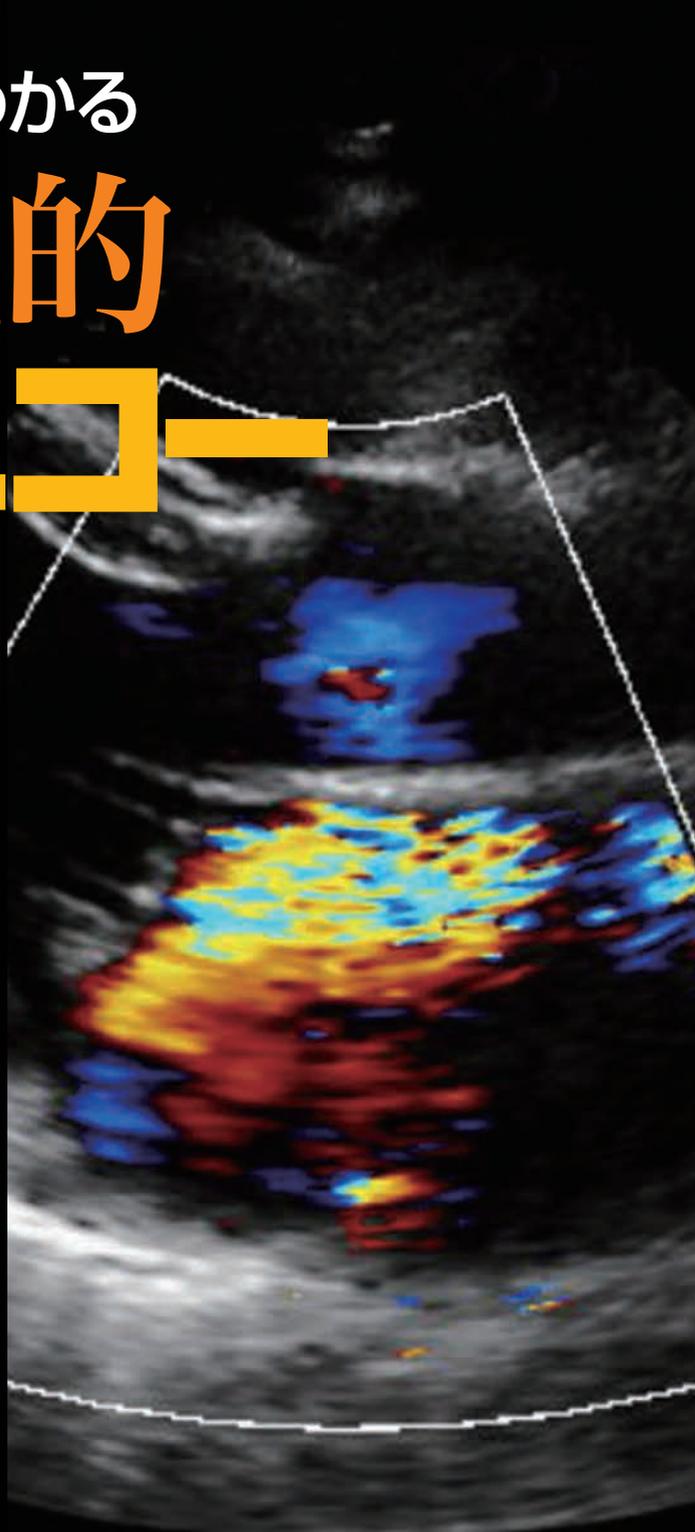


動画でわかる 実践的 心エコー 入門

【監修】小室一成

【編集】大門雅夫
渡辺弘之
川田貴之



中山書店

監修の序

循環器診療において心エコーは大変有用であるが、超音波装置の進化と医療技術の進歩により近年その重要性が増している。例えば、最近我が国でも注目されている TAVI (transcatheter aortic valve implantation) や Mitral Clip など structural heart disease の診断・治療において、心エコーの果たす役割は極めて大きい。若い循環器医の中に、心エコーを専門にしたいと考える人が増えていることも頷けるが、心エコーを専門としない医師においても、是非心エコーの技術を習得して、日常診療に役立てていただきたいところである。

ところで、そこで必要になるのが良いテキストである。すでに心エコーに関しては多くのテキストがでているが、実地臨床に応用するだけの十分な情報を得ることは必ずしも容易ではなかった。そこで今回、心エコー入門のための実践的なテキストを企画した次第である。

心エコーでまず重要なポイントは、いかに適切な画像をとるかであろう。本書は、基礎編において、自分で心エコーをとるために必要な知識と技術をわかりやすく解説し、誰もがきれいな画像がとれるように工夫されている。

2つ目のポイントは、その画像をどのように読み、解釈するかであろう。どのテキストにも多数の心エコー画像が載っているが、何を示しているのか明確でないものも多い。写真が鮮明でないのは論外であるが、たとえ鮮明であっても、静止画では、実際の心エコー画像との差が大きく、実地臨床において役立たないことが多い。本書の応用編の疾患別解説では、冒頭に「心エコー検査のポイント」をあげ、さらに診断と治療における心エコーの役割、重症度診断、ピットフォールなどについて、わかりやすい図表を豊富に用いて具体的に解説している。しかし何よりも本書の特長は、各疾患に特徴的なエコー画像を掲載して読影のポイントを示すのみならず、その画像と連動した 100 本を超える多数の動画を web 上で閲覧できるようにしたことである。

まさに本書は、心エコーの基本を身につけて臨床で活用したいと志す、すべての臨床医・検査技師にとって最高のテキストになっている。本書が心エコー習得の一助となり、日常診療の向上につながることを心から祈念する。

2015 年 8 月

東京大学医学部附属病院循環器内科 小室一成

編集の序

—心エコーの楽しさと素晴らしさに触れてほしい—

心エコーが臨床に应用されるようになって半世紀が経ち、現在、心エコーは循環器の診断と治療方針の決定には欠かせないものとなりました。その技術的進歩の反面、計測項目は増え、評価方法はより複雑になっております。そのため、「心エコーは難しい」と思われる方も多いのではないのでしょうか。確かに心エコーの習得にはある程度の学習と経験が必要ですが、いったん基本が身につくと、「心エコーは楽しい」ものです。さらに、心エコーは「素晴らしい」有用性を秘めています。

本書では、心エコーを専門としない臨床医、あるいは検査技師の方々が、心エコーの基本を自分で習得し、疾患の診断と治療の流れの中で心エコーを活かすことのできる知識を身につけられることを第一の目標としています。そのためには、まずは心エコーの楽しさや素晴らしさが、十分に伝わらなければなりません。本書では、十分な経験と知識を持ち、心エコーの楽しさや素晴らしさも伝えていただける先生方に執筆をお願いしました。また、編集に時間をかけ、初心者にも心エコーの基本となる部分がわかりやすく無駄なく伝わるよう、書き直しをお願いした項目も数多くあります。大変ご多忙の中、本書の趣旨をご理解くださり、原稿執筆ならびに書き直しに応じていただいた執筆者の先生方に、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

本書は、大きく分けて、心エコーの撮り方の基本を解説した基礎編と、症状・症候に応じた検査の進め方、あるいは疾患ごとの所見を中心にした応用編からなっています。心エコーの撮り方から勉強されたい方は、基礎編を順を追って読んでいただければ、基本的な撮像方法と計測方法、その解釈についての知識が自然に身につくようになっております。また、ある程度経験のある方は、該当する応用編の疾患の項目から読んでいただき、必要に応じて基礎編に立ち戻って確認していただければと思います。まだ診断がついていない例では、症状・症候からみた心エコーの撮り方を解説してありますので、これを参考にして診断に心エコーを活かしていただければと思います。

心エコーは循環器診療に大変有用ですが、疾患の診断と治療方針決定は、心エコーだけで完結するものではなく、他の画像診断も含めた多角的なアプローチの中で行われるべきものです。そのため、応用編では、各疾患の診断・治療の流れ

の中で、心エコーの結果をどう活かすかを解説してあります。また、初心者が間違いに陥りやすい項目については、ピットフォールとして取り上げて解説してあります。さらに、心エコーでは「見ただ目で判断できる」ということが非常に重要で、そのためには多くの経験が必要です。本書ではweb上に多数の動画をリンクさせており、その動画を閲覧することで短時間に「多くの症例を経験」できるようになっております。是非とも、本書の内容と共に動画も活用して、活きた知識を身につけていただきたいと思います。

冒頭にも述べましたように、本書は心エコーの入門用テキストとして企画されたものであり、心エコーを一人で行うに当たっての基本的な知識は全て網羅してあります。しかしながら、本書で心エコーに関する全ての学習が完結するわけではありません。症例によっては本書の知識だけでは解決できないこともあるでしょう。その場合は、必要に応じてさらに成書で学んでいただき、知識を深めていただければと思います。

本書が心エコーを始めるきっかけとして役立ち、より多くの方が心エコーに親しまれ、その楽しさと素晴らしさを感じていただければ何よりの喜びです。

2015年8月

編集者一同

目次

第 I 部 基礎編

1. 心エコーとは—特徴と可能性	渡辺弘之	2
2. 心エコーでわかること，わからないこと—他の画像診断法との比較	渡辺弘之	4
3. 心臓の解剖と正常像	川田貴之	6
4. 断層法と基本断面	川田貴之	10
5. Mモード法の基本的記録	川田貴之	20
6. ドプラ法の基本	川田貴之	23
7. 心エコー装置の設定の基本	水上尚子	27
8. 知っておくべきアーチファクト	水上尚子	33
9. 心エコーの種類と適応	柴山謙太郎	37
10. 断層法での基本的な計測とその流れ	大門雅夫	42
11. 左室収縮能の評価	大門雅夫	49
12. 左室拡張能の評価	大門雅夫	53
13. 右室収縮能の評価	大門雅夫	60
14. 左室肥大の評価	大門雅夫	63
15. 血行動態の評価	兵頭永一	66
16. レポートの記載	水上尚子	74

第 II 部 応用編

A. 症状・症候からみた心エコーの撮り方	麻植浩樹，伊藤 浩	80
B. 疾患別にみた心エコー診断の実際		
弁膜症		
1. 僧帽弁狭窄症	大門雅夫	90
2. 僧帽弁閉鎖不全症	塩野泰紹，平田久美子	98

3. 大動脈二尖弁	阿部幸雄	108
4. 大動脈弁狭窄症	阿部幸雄	112
5. 大動脈弁閉鎖不全症	阿部幸雄	117
6. 三尖弁閉鎖不全症	福山梓子, 福田祥大, 尾辻 豊	122
7. 肺動脈弁狭窄症・肺動脈弁閉鎖不全症	尾上武志, 福田祥大, 尾辻 豊	125
8. 感染性心内膜炎	泉 知里	129
9. 人工弁機能不全	塩野泰紹, 平田久美子	136

冠動脈疾患

10. 冠動脈の支配領域と壁運動異常	岩倉克臣	141
11. 狭心症	岩倉克臣	148
12. 急性心筋梗塞	岩倉克臣	153
13. 心筋梗塞の機械的合併症	柴山謙太郎	160

特発性心筋症

14. 拡張型心筋症	木岡秀隆, 坂田泰史	166
15. 肥大型心筋症	大西俊成, 坂田泰史	172
16. 拘束型心筋症	和田靖明	178
17. たこつぼ型心筋症	和田靖明	182
18. 急性心筋炎	和田靖明	186

二次性心筋症

19. 高血圧	瀬尾由広	190
20. 心サルコイドーシス	瀬尾由広	195
21. 心アミロイドーシス	瀬尾由広	200

心膜疾患

22. 心嚢液貯留	森田祐介, 田邊一明	205
23. 心タンポナーデ	森田祐介, 田邊一明	209
24. 収縮性心膜炎	山田博胤	212
25. 急性心膜炎	山田博胤	217

先天性心疾患

26. 心房中隔欠損症 椎名由美 220
27. 心室中隔欠損症 椎名由美 225
28. 動脈管開存症 北川篤史, 石井正浩 232
29. 心内膜床欠損症 北川篤史, 石井正浩 236
30. エブスタイン奇形 北川篤史, 石井正浩 241

心臓腫瘍

31. 原発性良性腫瘍 大塚 亮 245
32. 原発性悪性腫瘍 大塚 亮 249
33. 転移性心臓腫瘍 大塚 亮 253
34. 腫瘍と間違えやすい正常構造物 水上尚子 256

大動脈疾患

35. 大動脈瘤 山川津恵子, 西上和宏 263
36. 大動脈解離 山川津恵子, 西上和宏 268

その他の疾患

37. 肺高血圧症 大西哲存 273
38. 心臓内血栓 中園朱実, 福田祥大, 尾辻 豊 278

C. ポケットエコーの活用 河野 靖, 福田祥大, 尾辻 豊 282

参考文献 285

索引 287

【読者の方々へ】

本書に記載されている診断法・治療法については、出版時の最新の情報に基づいて正確を期するよう最善の努力が払われていますが、医学・医療の進歩からみて、その内容が全て正確かつ完全であることを保証するものではありません。したがって読者ご自身の診療にそれらを応用される場合には、医薬品添付文書や機器の説明書など、常に最新の情報に当たり、十分な注意を払われることを要望いたします。

中山書店

執筆者一覧 (執筆順)

渡辺 弘之	東京ベイ・浦安市川医療センター循環器内科
川田 貴之	東京大学医学部附属病院循環器内科
水上 尚子	鹿児島大学病院臨床技術部検査部門
柴山謙太郎	東京ベイ・浦安市川医療センター循環器内科
大門 雅夫	東京大学医学部附属病院検査部 / 循環器内科
兵頭 永一	西宮渡辺心臓・血管センター循環器内科
麻植 浩樹	岡山大学病院超音波診断センター
伊藤 浩	岡山大学大学院医歯薬学総合研究科循環器内科学
塩野 泰紹	和歌山県立医科大学循環器内科
平田久美子	大阪教育大学養護教諭養成講座
阿部 幸雄	大阪市立総合医療センター循環器内科
福山 梓子	産業医科大学第2内科学
福田 祥大	産業医科大学第2内科学
尾辻 豊	産業医科大学第2内科学
尾上 武志	産業医科大学第2内科学
泉 知里	天理よろづ相談所病院循環器内科
岩倉 克臣	桜橋渡辺病院心臓・血管センター
木岡 秀隆	大阪大学大学院医学系研究科循環器内科学
坂田 泰史	大阪大学大学院医学系研究科循環器内科学
大西 俊成	大阪大学大学院医学系研究科循環器内科学
和田 靖明	山口大学医学部附属病院循環器内科
瀬尾 由広	筑波大学医学医療系循環器内科
森田 祐介	鳥根大学医学部内科学講座循環器内科
田邊 一明	鳥根大学医学部内科学講座循環器内科
山田 博胤	徳島大学病院循環器内科
椎名 由美	聖路加国際病院心血管センター
北川 篤史	北里大学医学部小児科
石井 正浩	北里大学医学部小児科
大塚 亮	医療法人大塚医院
山川津恵子	済生会熊本病院中央検査部
西上 和宏	済生会熊本病院集中治療室
大西 哲存	兵庫県立姫路循環器病センター循環器内科
中園 朱実	産業医科大学病院病理・臨床検査・輸血部
河野 靖	大阪掖済会病院循環器内科

4

断層法と基本断面

1. 断層法とは

- 探触子から出て心臓にぶつかって反射し，戻ってきた超音波の振幅 (amplitude ; A モード表示, 図 1 左) の程度に応じて輝度 (brightness) の強弱を表示したものが B モード (図 1 中).
- これをもとに超音波ビームを放射，走査させて心臓の形態を二次元で描出した画像 (図 1 右) が断層法.
- 心エコーでは動画像からリアルタイムに心臓の形態や機能を知ることが可能.
- 心エコー診断におけるベースとなる表示法がこの断層法であり，M モード法やドプラ法を行ううえでも非常に重要な表示法.

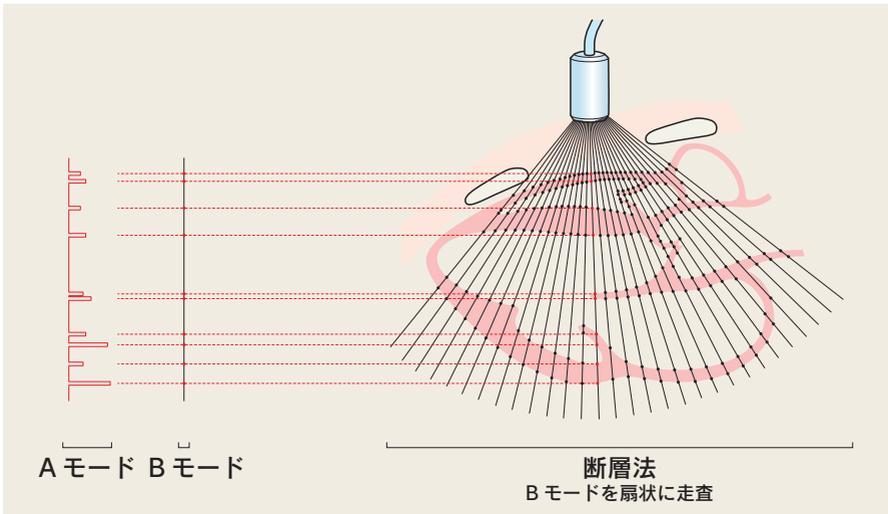


図 1 断層法



図2 検査時の被検者の姿勢



右に座る



左に座る

図3 検者の位置

2. 検査時の体勢と位置

1 被検者（患者）の姿勢

- 心臓が胸壁に近づくため観察しやすくなる左側臥位，半左側臥位とし，さらに左上肢を挙上させて肋間を広くする（図2）。
- 左側臥位の程度はそれぞれである。肺がかぶりやすい場合はうつぶせぎみに角度を深くすると観察しやすくなることもある。
- 呼気止めの状態のほうが観察しやすいことが多い。
- 心尖部アプローチの場合も左側臥位が基本であるが，探触子とベッドが干渉しやすいため，やや左側臥位の程度を緩くして行われることが多い。

2 検者の位置

- 被検者の右に座るか，左に座るか（図3）は各施設でさまざまであり統一さ

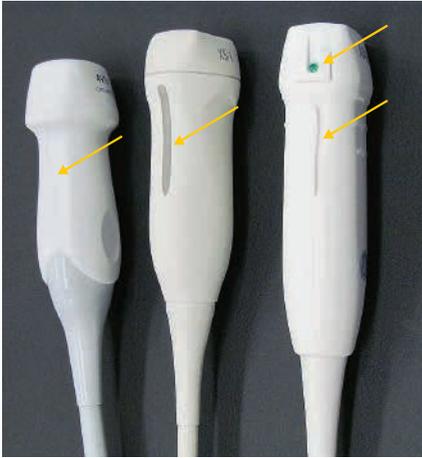


図 4 探触子

矢印はインデックスマークを示す。



図 5 探触子の持ち方

れてはいないが、慣れてきたらどちらの位置でも記録できるようにしておく
と便利である。

3 探触子（プローベ）の持ち方

- 探触子には側面に印が付いている（インデックスマーク）（図 4）。この印のあるほうが画面の右側に表示されるため、あらかじめ探触子の向きと表示される画像との関係を確認しておく。
- 探触子は固定することが重要で、そのためには把持した手の一部を胸壁に密着させるとよい。たとえば親指と人差し指、中指の間でしっかりと把持し（図 5）、手の小指側の面は被検者の胸壁に接するように固定すると安定する。

3. 基本断面

1 傍胸骨長軸像 (parasternal long-axis view)

- インデックスマークが被検者の右側に向くよう探触子を持ち、第3から第5肋間のいずれかの胸骨左縁に当てる（図 6）。
- 左室長軸に合わせて右上から左下の方向にビームが当たるよう、被検者の右肩方向にインデックスマークを向けるような角度にすると、傍胸骨長軸像が得られる（図 7、動画 1）。
- 心室中隔と後壁とが平行になり、左室流出路から大動脈弁までがきれいに描

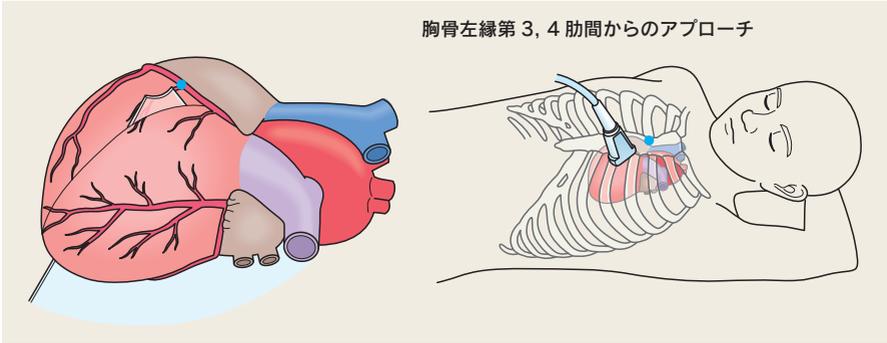


図 6 長軸断面のビームのイメージと被検者の姿勢，探触子とビームの位置関係
 図中の●は探触子のインデックスマークの向きを示す。

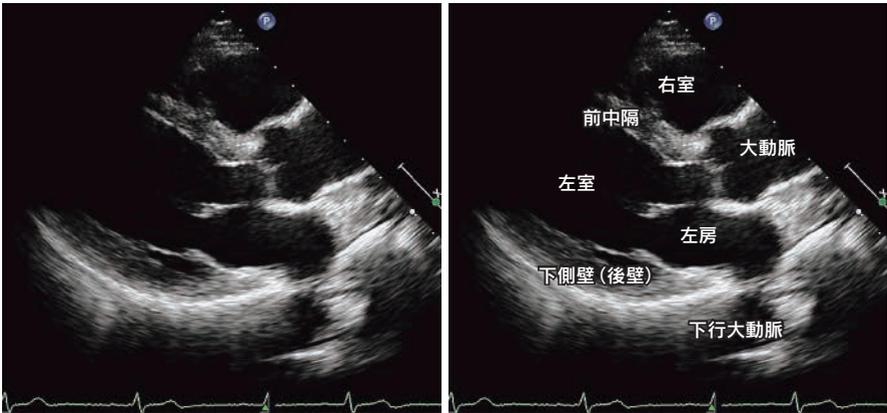


図 7 傍胸骨長軸像

出されるよう、画像を見ながら探触子の位置を少しずつずらしたり、微妙に回転させたり傾斜させたりして、良い画像が描出されるように調節。

- じわりと動かすことが大切。大きく動かさない。

2 傍胸骨短軸像 (parasternal short-axis view)

- 傍胸骨長軸像を描出した位置から、探触子を時計方向に約 90 度回転させる (図 8)。
- 傍胸骨長軸像と同じ位置のまま、探触子の軸がずれないように回転させるよう注意。

弁膜症

1

僧帽弁狭窄症

mitral stenosis : MS

心エコー検査のポイント

- リウマチ性 MS に特徴的な僧帽弁の形態的变化を評価. 治療方針を決めるうえで弁下組織の変化は重要.
- planimetry 法とドプラ法を用いて重症度診断を行い, 侵襲的治療の必要性について検討.
- 右心不全の評価のために推定肺動脈圧を計測.
- 左房内血栓を見落とさない.

1. 病因と病態

- 原因のほとんどはリウマチ性で, 弁葉だけでなく, 腱索や乳頭筋, 弁輪部を含む僧帽弁複合体全体に変化がみられることが多い.
- まれではあるが, 先天性の原因としてパラシュート弁がある.
- 動脈硬化や加齢に伴う僧帽弁輪の石灰化が原因となることがある.
- 経年的に進行し, 狭窄が高度になると心拍出量低下による末梢チアノーゼや易疲労感, 左房圧上昇に伴う息切れに加え, 下腿浮腫や肝腫大などの右心不全症状をきたすようになる.
- 高率に左房内血栓を合併し, 血栓症のハイリスク群である.

2. 診断と治療における心エコーの役割

- MS の重症度診断と治療方針は, ほとんど経食道を含めた心エコーで決めることが可能.
- 心エコーによる重症度評価と臨床症状が一致しない場合などは, カテーテルによる左室圧と肺静脈楔入圧 (左房圧の指標) の同時測定が有用.
- 経食道心エコーが施行できない場合は, 造影 CT が左房血栓評価に有用.

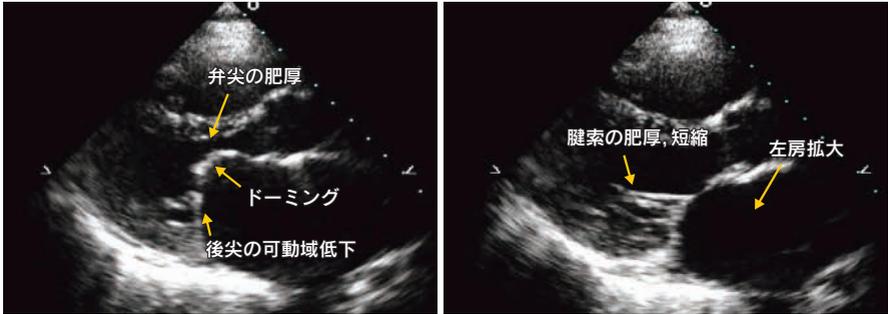


図 1 僧帽弁狭窄症

3. 断層法での評価

1 傍胸骨長軸像

- 僧帽弁の中心部分だけでなく、探触子を内側と外側に振って僧帽弁複合体全体をよく観察。

①交連部の癒合、前尖の拡張期ドーミング

交連部が癒合するために、前尖が拡張期にドーム状に湾曲する（ドーミング）。この前尖の拡張期ドーミングはリウマチ性MSに特徴的な所見（図1, 動画1）。

②後尖の可動性低下

後尖の拡張期開放運動が制限される（図1）。

③弁尖の肥厚と石灰化

弁の肥厚は弁尖から始まり、弁腹へと広がっていく（図1）。硬化が進むと石灰化を伴うようになり、shadowを引くようになる（図2）。

④腱索の短縮、硬化

弁尖から乳頭筋方向に硬化が進行し、腱索は短縮する（図1）。

⑤左房拡大

2 傍胸骨短軸像

弁尖の肥厚、石灰化

全周性に弁が肥厚し、弁口の狭小化が観察される（図3, 動画2）。

4. 重症度診断

- 重症度診断は planimetry 法による弁口面積測定と Doppler 法で行う。



図 2 石灰化の進行した僧帽弁狭窄症

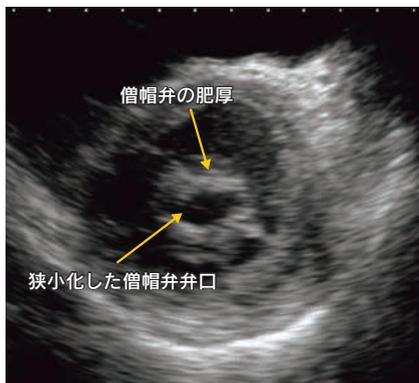


図 3 短軸像での僧帽弁弁口の観察

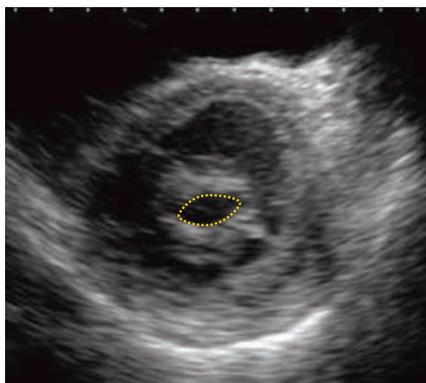


図 4 planimetry 法による弁口面積の測定

- ドプラ法で用いられる指標は、pressure half time (PHT) と平均圧較差。
- 心房細動例では 3～5 回計測し、計測値を平均する。

1 planimetry 法による重症度評価

- まず傍胸骨長軸像で、僧帽弁口が探触子の真下に来るような断面を描出し、探触子の位置を固定したまま 90 度回転して正しい短軸断面を得る。
- 肥厚した弁尖の内側をトレースして弁口面積を計測 (図 4)。
- 正しい短軸断面が得られない例では、弁口を過大評価する (図 5)。

2 ドプラ法による重症度評価

- ドプラ法では、心尖方向から連続波ドプラで僧帽弁口通過血流速度波形を記録 (図 6)。

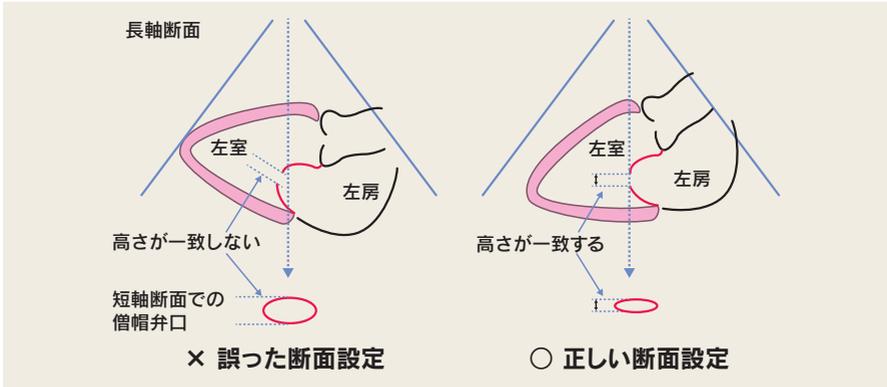


図5 弁口面積測定のための、正しい短軸断面の設定

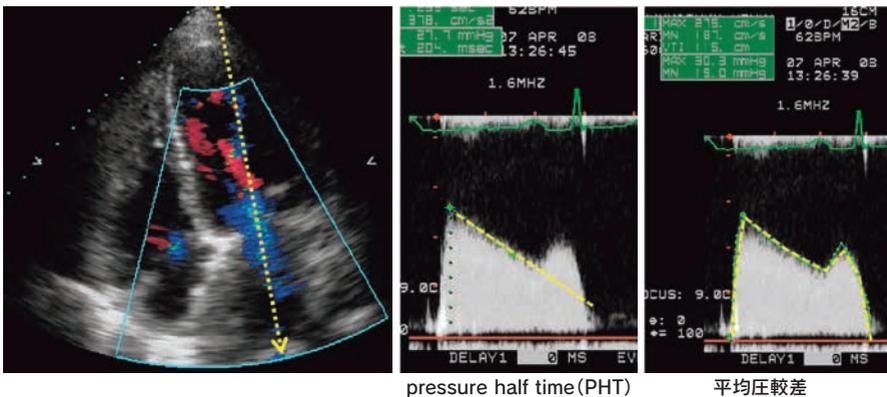


図6 心尖方向からの僧帽弁口通過血流速度波形の記録

PHTによる弁口面積の推定

- PHTは、左房-左室の圧較差が1/2になるまでの時間で、弁口面積と相関。連続波ドプラ波形のE波減衰部分で、最初の急峻な部分を除いた傾斜部分で測定(図7)。
- PHTによる弁口面積の推定法は、リウマチ性MSにのみ適応できる。人工弁や弁形成術後では、狭窄評価にPHTそのものを用いることはできるが、PHTから弁口を計算することはできない。
- 重症化するほどPHTは延長。