

総説

心エコー・ドプラー法の臨床応用

心エコー・ドプラー指標をどのように患者管理に生かすか？

大手 信之*

はじめに

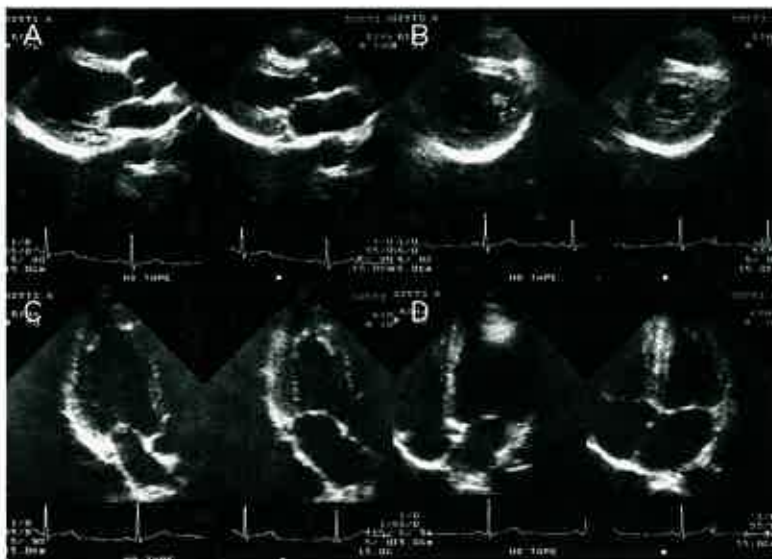
最近の心エコー装置は性能向上も目覚しく、また汎用タイプの装置では低価格化も進み、循環器日常臨床において聴診器や心電図を凌駕する情報が得られる強力な診療ツールとなったと云っても過言ではない。また、今や循環器を専門とする医師だけではなく他の領域を専門とする内科医師においても、ある程度の理解が要求されるほど身近な存在である。本稿では、心エコー検査を始めたばかりあるいは1～2年程度の経験を有する先生方を対象に心エコー・ドプラー法をどのように臨床応用するか？言い換えれば、得られた心エコー・ドプラー指標をどのように患者管理に生かすか

という視点から、成人における心エコー・ドプラー法の有用性について概説する。

A. 心エコーの撮像

撮像は患者をできる限り左側臥位とし、左手を手枕にしてもらい肋間を開大して良好な超音波入射部位（エコーウィンドウ）を得るようにする。ルーチン検査において、傍胸骨左縁長軸断層像、傍胸骨左縁短軸断層像（大動脈弁レベル、僧帽弁レベル、左室乳頭筋レベル）、心尖部長軸断層像、心尖部4腔断層像の少なくとも4断層面は観察する（図1）。

図1 断層心エコー検査における基本4断面の拡張末期像、収縮末期像を示す



- A：傍胸骨左縁長軸断層像
- B：傍胸骨左縁短軸断層像
- C：心尖部長軸断層像
- D：心尖部4腔断層像

*名古屋市立大学大学院医学研究科臨床病態内科学
（第三内科）講師（おおて のぶゆき）

この時、

- 1) 大動脈弁・僧帽弁の硬化像（石灰化像）の有無、それぞれの弁尖の動き、弁尖間の癒着の有無（弁膜症を見落とさない）
- 2) 左室腔拡大の有無（左室拡大は左室収縮機能低下を意味する）
- 3) 左房拡大の有無（左房拡大は左室機能低下の間接的表現である。また、僧帽弁狭窄症・閉鎖不全症の存在を示唆する）
- 4) 左室壁肥厚の有無（心肥大があれば多くは高血圧心肥大大型心筋症）
- 5) 左室壁運動異常の有無（壁運動異常があれば心筋梗塞の可能性がある。狭心症では壁運動は正常である）
- 6) 右室腔拡大の有無（拡大があれば肺高血圧が存在する可能性大、また先天性心疾患とくに今まで見落とされてきた心房中隔欠損症の可能性もある）

を順次観察し、異常所見をスクリーニングする。

もし、装置がカラードプラー法に対応していれば、カラードプラーモード（カラーフローマッピングとも呼ばれる）に切り替え、大動脈弁閉鎖不全症の有無、あればその程度を観察する。僧帽弁閉鎖不全症、三尖弁閉鎖不全症についても同様の評価を行う。

カラードプラー法に限らず、パルスドプラー法や連続波ドプラー法を施行する際も、ドプラー法の原理からドプラービームと血流方向がなるべく平行になるように断層面を設定することにより良好なドプラー信号が得られる。一方、断層心エコー法では超音波ビームが観察対象の心内構造物となるべく直角になるような断層面を設定すると鮮明な断層画像が得られる。このことは、断層法とドプラー法では、超音波の入射部位すなわちエコーウィンドウを換える必要があることを意味する。例えば、大動脈弁や大動脈起始部、心室中隔、僧帽弁の形態を観察する際は、これらの構造物に超音波が直角に当たり良好な超音波反射が得られる傍胸骨左縁長軸あるいは短軸断層像をまず観察すべきであり、その後別方向からも観察して病

変の全容を把握するように努める。引き続きカラードプラー法にて大動脈弁閉鎖不全症における逆流の程度を評価しようとするならば、まず逆流血流とドプラービームが平行になるような断層面である心尖部長軸断層像を得るように心尖部にプローベを置き、逆流信号の空間的広がりを観察する。その後多断面から逆流血流を観察し、その程度を正確に評価しなければならない。僧帽弁閉鎖不全症において逆流の程度を評価する場合には、まず心尖部4腔断層を用いるべきである。心エコードプラー法の利点は心臓形態や心内血流を短時間に多方向から観察できることであるが、超音波法の原理を理解して断層面を選択しないと重要な情報を取り損なうばかりでなく、誤った臨床的判断を下す可能性もあるので注意しなければならない。

B. 心機能の評価

a. 左室収縮機能評価

心エコー法による心機能（左室収縮機能）の評価は、僧帽弁の弁尖よりわずかに心尖部側でMモード法により左室収縮末期径（LVDs）、左室拡張末期径（LVDd）を計測し、それらより計算する以下の指標を用いて行う。

1) 左室内径短縮率（%FS）

$$\%FS = (LVDd - LVDs) / LVDd \times 100 (\%)$$

正常値 %FS 35%以上

2) 左室駆出率（LVEF）

左室駆出率を求めるためには、まず左室を回転楕円体と仮定し、左室収縮末期径、左室拡張末期径から左室収縮末期容積、左室拡張末期容積を計算する。

$$\text{すなわち } V = 3/4 \cdot \pi \cdot (D/2)^2 \cdot (L/2) = \pi/6 \cdot D^2 L$$

ここで、V：左室容積、D：左室短軸径、L：左室長軸径

i) Pombo法：L = 2Dと仮定

$$V = \pi/6 \cdot D^2 L = \pi/6 \cdot D^2 \cdot 2D = \pi/3 \cdot D^3 \approx D^3$$

LVDs、LVDdをそれぞれ3乗することにより左室収縮末期容積、左室拡張末期容積が得られる。

すなわち、左室収縮末期容積 = D_s^3 、左室拡張末期容積 = D_d^3

張末期容積 = Dd^3

しかし、左室が拡大するとより球形に近づくことが知られており、拡大心にPombo法を適応すると左室容積を過大評価することになる。

ii) Teichholz法：経験式より $D/L = 0.075D + 0.18$ と仮定すると

$V = 7.0 / (D + 2.4) \cdot D^3$ と計算される。

従って、

左室収縮末期容積 = $7.0 / (Ds + 2.4) \cdot Ds^3$

左室拡張末期容積 = $7.0 / (Dd + 2.4) \cdot Dd^3$

主として、これらの2法により左室収縮末期および拡張末期容積が計算され、一回拍出量 (stroke volume) が算出される。ここで初めて左室駆出率の計算が可能となる。

左室駆出率 = (左室拡張末期容積 - 左室収縮末期容積) / 左室拡張末期容積 $\times 100$ (%)
= 一回拍出量 / 左室拡張末期容積 $\times 100$ (%)

正常値：一回拍出量 50 - 90 ml

左室駆出率 60%以上

非常に煩雑な計算が必要なものに見えるが、現在市販されているほとんどの心エコー装置において、Mモード計測画面上でカーソルによって左室拡張末期径、左室収縮末期径を計測すると、自動的に左室内径短縮率、一回拍出量、左室駆出率が計算されるのでそのような心配はなく、得られた結果を臨床的に解釈すれば良い。

心尖部4腔断層像・2腔断層像から積分法を用いて左室を回転楕円体に近似することなく左室容積を求めることのできるmodified Simpson法は、左室壁運動異常のある症例や心室瘤のある症例の左室容積計測に有用な方法であるが、左室の心内膜をトレースする必要があり、症例によってはかなりの人為的誤差を生じる。大きな心室瘤でも無い限りMモード法から左室容積を求める方法で代用しても臨床的には許容範囲であろう。

注1) 正常左室収縮機能の指標として、左室駆出率50%以上あるいは左室内径短縮率30%以上を提唱する成書が多い。しかし、日ごろ

多くの症例で心エコー図検査を行っている、左室駆出率が50%以上ある患者で、合併する左室拡張不全に由来するうっ血性心不全を経験することがある。従って左室駆出率60%以上あるいは左室内径短縮率35%以上をもって左室収縮機能正常と判断したほうが、心機能正常という臨床的感覚に一致する。

注2) 左室径の計測が不正確であれば、左室駆出率も左室内径短縮率も正確には求まらない。Mモード法で左室内径を求めるためには、傍胸骨長軸断層像上で心室中隔にMモードカーソルが直角に交差することが必須である(図2)。もし、直角交差が得られないときにはMモード計測を諦め、心尖部長軸断層像あるいはその類似の断層面で、拡張末期(心電図R波に一致して)および収縮末期(左室径が最小に見える時相)で断層像をフリーズし、僧帽弁尖よりわずかに心尖部側の断層像上で左室収縮末期径、拡張末期径を計測する。この値を前述の式に代入すれば左室容積や駆出率が得られる。

ここで左室収縮末期径から極めて簡便に左室収縮機能を推定する方法を提示する。

簡便な左室収縮機能の評価法

心尖部心室瘤のない例において

左室収縮末期径 (LVDs)

30mm以下：左室収縮機能は全く正常

30 - 35mm：左室収縮機能はおそらく正常

35 - 40mm：左室収縮機能はやや低下

40mm以上：左室収縮機能は明らかに低下

50mm以上：左室収縮機能は高度に低下(拡張型心筋症、虚血性心筋症などの可能性大)

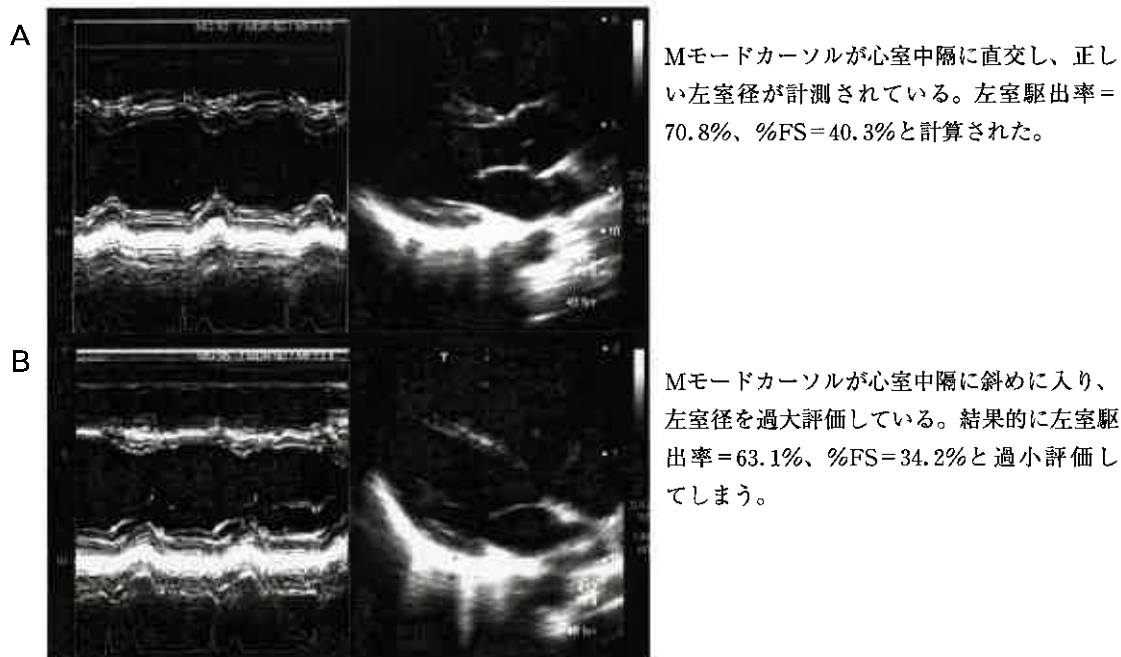
心室瘤のある例では、評価を1段階下げる。

左室拡張末期径 (LVDd)

55mm以上で左室拡大ありと判断する。

これらの計測値を体格の小さい女性に用いると、左室機能を過大評価したり、左室拡大を見落とし

図2 傍胸骨左縁長軸断層像からMモード法で左室駆出率を求める



たりするので注意が必要である。

では何故このように簡便化が成しうるのか？左室は収縮する（心腔を小さくする）ことによって血液を大動脈に駆出する（小さくなることが左室の役目である）。従って、収縮末期に十分に小さくなれる左室は良好な収縮機能を有する左室と言い換えることができる。よって心エコーによって左室収縮末期径を計測することは、直ちに左室収縮機能を評価することに繋がるわけである。実際左室収縮末期径の計測値と左室駆出率や左室内径短縮率との間には良好な正相関が見られる。

b. 左房径から左室拡張機能を見る

左房径の正常値は傍胸骨長軸断層像下における前後径で40mm以下である。では左房が大きいことの臨床的意味は？左房拡大は、一般に左室拡張機能の低下（左室拡張末期圧が上昇する）による左房圧の上昇を意味する。すなわち左心不全を起こしやすい心臓を示唆する分けである。また、僧帽弁閉鎖不全や心房細動の合併は左房拡大を促進する。

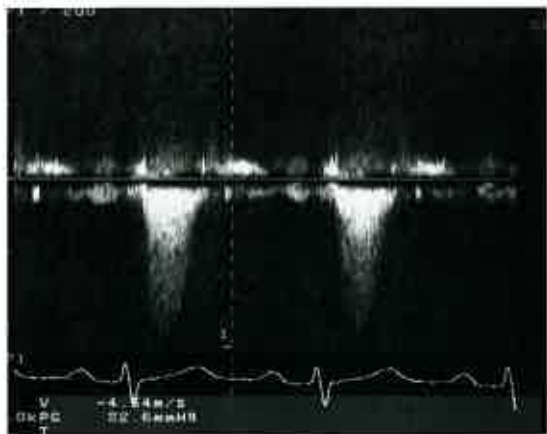
左室収縮末期径と左房径をあわせて考え、両者とも大きい心臓は左室収縮・拡張機能とも低下しており、左心不全を来し易い心臓と考えることができる。このような患者においては心不全の予防策（薬物治療）が講じられなければならない。
注）心機能評価に直接関係ないが、高齢者（特に75歳以上）で心房細動、左房径>45mm以上の場合には脳塞栓症の高率発症が危惧されるため、ワーファリンの投与が考慮されなければならない。

C. 弁膜症の評価

a. 大動脈弁狭窄症の評価

大動脈弁に石灰化がみられた場合や、収縮期に弁汎の大動脈側へのドーミングがみられた場合には大動脈弁狭窄症が疑われ、連続波ドプラー法で重症度を定量的に評価する必要がある。連続波ドプラー法で得られた大動脈弁口最大血流速度に簡易ベルヌーイ式 $P = 4V^2$ （P：大動脈弁口における圧較差、V：大動脈弁口通過最大血流速度）を応用し、大動脈弁における圧較差を推定する（図3）。

図3 連続波ドプラー法による大動脈弁狭窄症の重症度評価



左室心尖部長軸断層像において大動脈弁にドプラービームを向け、同弁を通過する最大流速を計測する。その値を簡易ベルヌーイ式に代入して圧較差を求め。本症例では圧較差が82.6mmHgと計算された。

最大流速 ≥ 4.5 m/s (圧較差 ≥ 80 mmHg) が認められたとき、重症大動脈弁狭窄症の存在が疑われる。

重症大動脈弁狭窄症：手術適応があるので専門医へ紹介する

重症例以外：半年に1回心エコードプラーで大動脈弁圧較差を計測し経過観察する

心機能低下症例に簡易ベルヌーイ式を応用した場合、圧較差を過少評価することがあるので注意が必要である。

注) 本症は長い間無症状であり、60-70歳台になり初めて症状が出現することが多い。これは左室壁が代償的に肥厚することにより左室収縮機能が維持されるためである。もし症状が出現しても狭窄が解除されない場合の予後は、心不全出現時には死亡まで約2年、失神出現時には死亡まで約3年、狭心症出現時には死亡まで約5年とされている。薬物療法に予後改善効果はなく、症状出現時には早急に大動脈弁置換術を施行するべきである。連続波ドプラー法で圧較差を観察しつつ、臨床症状にも気を配り手術時期を誤らないようにしなければならない。特に人工透析症例では狭

窄が急速に進行するので観察を怠ってはならない。また、本症に心房細動が合併した際には一気に左室機能が低下するので、洞調律であってもすでに左房拡大が見られる例では早めの手術が望まれる。手術時期の判断にはドプラー圧較差も参考になるが、何よりも症状が大切である。

b. 大動脈弁閉鎖不全症の評価

大動脈弁閉鎖不全に伴う逆流ジェットは左室内到達距離による重症度分類もあるが、左室流出路における逆流ジェット幅対左室流出路徑比を用いた重症度分類に定量性があるように思われ、筆者らはこの方法を好んで用い大動脈弁閉鎖不全症の重症度評価を行っている(図4)。

すなわち、逆流ジェット幅対左室流出路徑比

軽 症：30%以下

中等症：30-60%

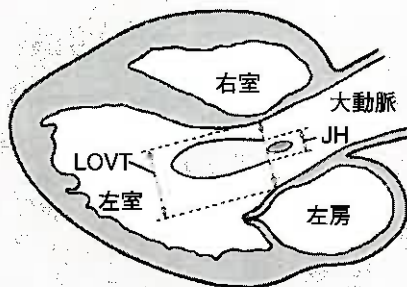
重 症：60%以上

と判定する。

もし、逆流ジェットの到達距離による重症度評価を試みたければ、心尖部からドプラービームを逆流と平行になるように投入しないと十分なドプラー信号が得られず、逆流を過少評価してしまう。

軽 症：逆流が僧帽弁の先端までに留まる

図4 大動脈弁閉鎖不全症の重症度評価



逆流ジェットの幅/左室流出路徑から重症度を判定する(本文参照)。

LVOT：左室流出路徑、JH：逆流ジェット幅

Perry GJ et al. J Am Coll Cardiol 1987;9:952-959から引用

中等症：逆流が乳頭筋起始部に達する

重症：逆流が心尖部に達する

と判定する。

臨床的に重要なのは狭窄症と同様に手術時期の決定である。手術適応は逆流の重症度で決まるのではなく、左室の大きさ、左室収縮機能で判断する。左室収縮末期径45mm以下、左室駆出率50%以上での手術が望まれる。それまでの間は、軽症逆流例では1年1回、中等症では半年1回、重症逆流あるいは中等症でも左室拡大を伴う症例では3カ月に1回の頻度で心エコードプラー検査を行い経過観察することが望まれる。左室拡大の見られる例においては、当然利尿薬、ACE阻害薬、アンジオテンシン受容体拮抗薬、 β 遮断薬等による心不全治療が併用されるべきであり、それによって手術に至るまでの時間を稼ぐことができる。

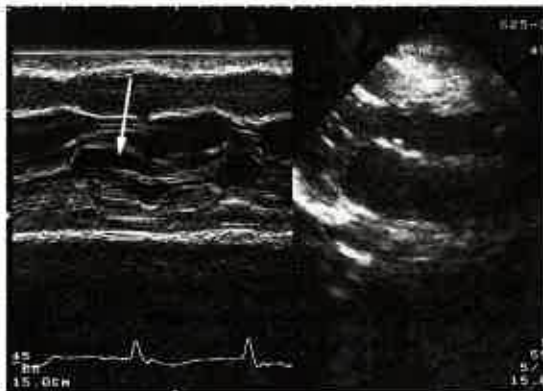
注) 手術適応を決めるのは上記のごとく左室機能であり、逆流の重症度ではない。従って定期的な心エコー検査では、左室収縮末期径や左室駆出率の評価に重点をおく必要がある。逆流の重症度評価は二義的となるが、当然のことながら逆流の多い例ほど左室機能が早期に低下するので、逆流の程度を経過観察することも予後を知る上で重要である。

c. 僧帽弁狭窄症の評価

僧帽弁狭窄症は、断層心エコー図において僧帽弁前尖と後尖の癒着、拡張期の僧帽弁前尖のドミニング、弁汎から弁尖・弁下組織の石灰化、重症例では腱索・乳頭筋をも巻き込んだ癒合などによって診断される。重症例の診断は容易であるが、軽症例では診断を迷うことがあり、このときはMモード心エコー図で僧帽弁前尖と後尖が、癒着して拡張期に同時に前方（胸壁に近づくように）に動くことを参考にして診断する（図5）。以前より言われている僧帽弁前尖拡張期後退速度（DDR）の低下は、高血圧心や肥大型心筋症でもしばしば見られる非特異的所見であり診断の参考程度に留めたほうが良い。

本症の経過観察で重要なことは、大動脈弁疾患

図5 僧帽弁狭窄症のMモード心エコー図



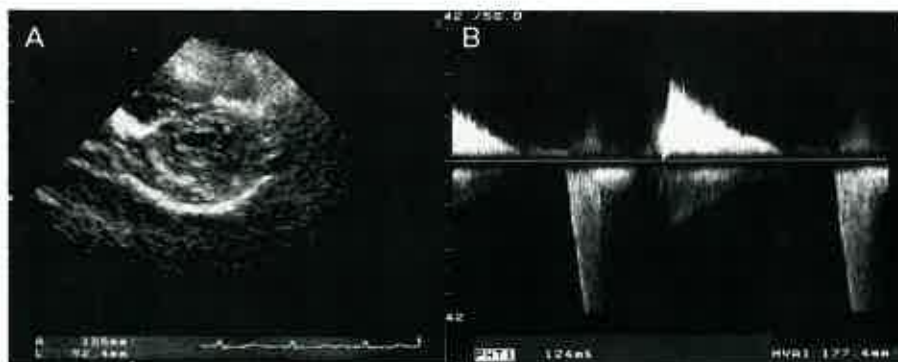
拡張期に僧帽弁後尖が前尖と同じ方向（前方）へ動くのが特徴的である（矢印）。

と同様に手術時期を誤らないことであり、弁口面積を経時的に計測する必要がある。弁口面積は、短軸断層エコー図上における弁口トレース法が連続波ドプラー法によるpressure half time (PHT)法を用いて測定する（図6）。弁口トレース法を行う際は、弁口短軸断面とエコー断層面をできるだけ同一平面にもっていくことが重要であり、弁口断面をエコー断層面に収めることができたならば、拡張期を通じて弁口辺縁をほぼ視認することができる。この時、弁口の最内側をトレースし、心エコー装置搭載の計測機能を用いて面積を算出する。PHT法は、連続波ドプラー法で狭窄弁口を通過する拡張期血流をMモード上に捉え、最大圧較差が $1/2$ すなわち最大流速がルート $1/2$ になるまでの時間をPHTとして計測する。この値を以下の式に代入すると弁口面積が得られる。この式は経験式であるが、僧帽弁狭窄症の重症度評価にかなり有用である。

$$\text{弁口面積} = 220 / \text{PHT} (\text{cm}^2)$$

多くの症例において、弁口トレース法で求めた僧帽弁口面積とPHTから求めた弁口面積はほぼ一致する。一致しない場合は、前述のように弁口トレース法には断層面設定上の困難さに由来する誤差があるため、筆者はPHT法の値を用いることが多い。

図6 僧帽弁狭窄症における弁口面積の計測



- A：僧帽弁口短軸断面で拡張期における弁口最内側をトレースして面積を計測する。本症例では1.86cm²と計測された。
- B：同一症例において、心尖部より左室流入血流を連続波ドプラー法で捉え、pressure half time法を用いて僧帽弁口面積を計測する。pressure half timeは124msであり、弁口は1.77cm²と計算され、上記のトレース法とほぼ一致した。

僧帽弁口面積

正常：4－6 cm²

軽度狭窄：1.6－2 cm²

中等度狭窄：1.1－1.5 cm²

高度狭窄：1.0 cm²以下

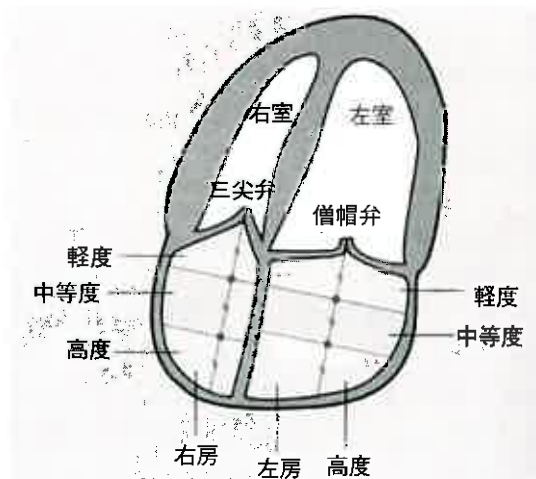
高度狭窄症例は弁置換術の適応であり、中等度狭窄例では肺高血圧の所見や塞栓症の既往があれば手術適応となる。肺高血圧の評価法については後述する。洞調律の僧帽弁狭窄症を発見したならば、心房細動に移行する前に弁置換にもっていきたい。僧帽弁位に人工弁が挿入されると必ず抗凝固療法を行わなければならないが、たとえ抗凝固を施行しても人工弁由来の脳塞栓発症の危険性は必ずしも低いものではない。心房細動を合併するとその頻度がさらに高まるため、心房細動合併以前の弁置換が望まれる訳である。

d. 僧帽弁閉鎖不全の評価

本症の診療においても手術時期を誤らないことが重要である。僧帽弁逆流の簡便な評価法は図7に示すごとくであるが、左室造影における逆流の半定量評価法Sellers分類と比較しても、その重症度は必ずしも一致しない。僧帽弁逆流が見られる

ときに左室側吸い込み血流が観察されたならば逆流は中等度以上と考えて良いようである。もし大きな吸い込み血流がみられたならば逆流は重症である。手術適応は大動脈弁閉鎖不全症と同様に逆流の程度で決まるのではなく、主として左室径・

図7 僧帽弁閉鎖不全症の重症度評価



画像上で左房の奥行きを3分割し、逆流ジェットの到達距離により軽度、中等度、高度僧帽弁閉鎖不全症と診断する。

参考図書1より引用

左室収縮機能に拠る。最も簡便な手術適応の指標は、左室収縮末期径が45mmに達した時点であるが、さらに詳細な指標が提唱されているので参考に提示する(表1)。

表1 僧帽弁逆流手術適応のための点数化

スコア	心不全	左室収縮末期径(mm)	左室駆出率(%)	肺動脈収縮期圧(mmHg)	心房細動
2	あり	45<	50<	55<	慢性
1	軽度	35-45	50-60	35-55	一過性
0	なし	<35	60<	<35	なし

スコア合計4点以上であれば自覚症状にかかわらず手術適応である。

Stewart WJ et al. ACC learning center high lightsより引用

最近ではリウマチ性の僧帽弁狭窄症に合併する閉鎖不全症は著しく減少しており、僧帽弁閉鎖不全症といえは腱索変性・断裂に伴う僧帽弁逸脱症が思い浮かぶようになった。このような例では弁形成術が可能であり、弁置換を行わなくてもすむ症例が増えた。すなわち、人工弁に合併する塞栓症の危険性が無くなった訳である。従って心房細動へ移行する前の早い時期に弁形成術を行うことが勧められる。術後しばらくはワーファリン投与を必要とするが、その後は全く投薬を要さない例も多く、完治が得られる。逆流量の多い症例では、左室収縮末期径が45mmに達する以前に弁形成をしても良いように思われ、筆者らもかなり早期に外科に紹介している。

e. 三尖弁逆流を利用した肺動脈圧(肺高血圧)の評価

心尖部4腔断層像において三尖弁逆流血流を描出し、その血流に平行に連続波ドプラービームを向け、Mモード上に得られた流速波形に簡易ベルヌーイ式($P = 4V^2$)を適応して三尖弁口圧較差を求める。それに右房圧(カラードプラーによる三尖弁閉鎖不全が軽・中等症の例では5mmHg、重症例では10mmHg)を加えて肺動脈収縮期圧を推定する。なお、重症の三尖弁閉鎖不全を有して

も肺高血圧が認められない症例も多くみられるが、肺高血圧は患者の予後を大きく左右するので、中等量以上の三尖弁逆流のある例では連続波ドプラー法で三尖弁圧較差を測定するべきである。肺動脈収縮期圧の推定値30mmHgをもって肺高血圧と診断する。

成人の日常臨床において、肺高血圧の所見が得られた際に考えるべき疾患は

- 1) 原発性肺高血圧症
- 2) 肺塞栓症
- 3) 僧帽弁疾患による2次性肺高血圧
- 4) 膠原病などに伴う続発性肺高血圧などである。

この中で原発性肺高血圧症は極めてまれであり、2)-4)が否定されたときに初めて考える。肺塞栓症は、採血により血中FDPやD-Dダイマーの上昇が証明されれば可能性が高く、この段階で肺血流シンチグラムを専門施設に依頼すればよい。僧帽弁疾患による肺高血圧は、手術適応のあるような重症の僧帽弁狭窄症や僧帽弁閉鎖不全症でみられるため、左心系をしっかりと評価すべきである。膠原病などに伴う続発性肺高血圧は、全身性エリテマトーデス、強皮症、MCTDなどの原疾患の診断が確定していれば疑う必要がある。日常臨床で遭遇するのは圧倒的に肺塞栓症や僧帽弁疾患に伴う肺高血圧であり、両者の鑑別は断層心エコー・カラードプラー法で容易である。僧帽弁に異常のない肺高血圧をみたら肺塞栓症の存在を疑ってかかるとよい。

注) 肺高血圧を有する患者は労作性の息切れではなく、労作性の動悸を訴えるのが常である。逆に労作性の動悸を訴える患者をみたら連続波ドプラー法で肺動脈収縮期圧を測り、血中FDPやD-Dダイマーの上昇の有無をチェックしなければならない。

C. 心筋症の診断

a. 拡張型心筋症

拡張型心筋症は、昭和58年に示された厚生省診断基準に沿って診断する。すなわち、心エコーに

において左室腔の拡大と左室駆出率の低下を証明すれば拡張型心筋症としてよい。ただし、心室壁の厚い例では肥大型（拡張相の肥大型心筋症）との鑑別を要する。また、リウマチ性心疾患、先天性心疾患、高血圧性心疾患、虚血性心疾患は除外されなければならない。

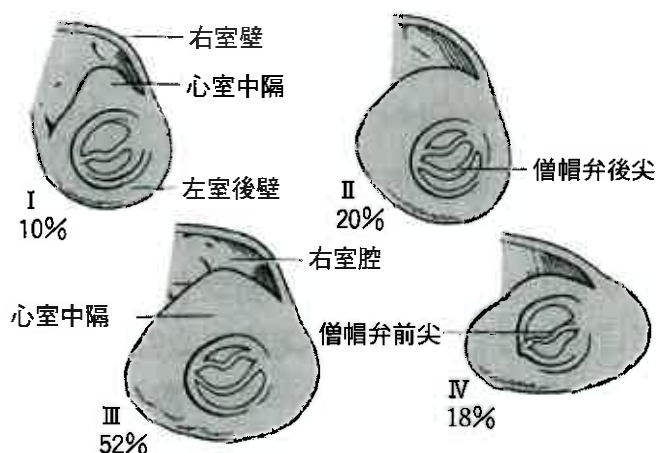
弁膜症、先天性心疾患、高血圧などがなく、左室収縮末期径が40mm以上の症例では、拡張型心筋症あるいは虚血性心筋症の疑いと心エコー診断を下すことが多い。もし、虚血性心筋症であれば冠動脈インターベンションや冠動脈バイパス手術による血行再建を図れば心機能の回復が見込めるので、この両疾患の鑑別は極めて重要である。心電図上の異常Q波や断層心エコー図における左室の局所的な壁運動異常があれば虚血性心筋症の可能性が高い。詳細には冠動脈造影による精査が必要となる。拡張型心筋症、虚血性心筋症のいずれにおいても、予後改善のために利尿薬、ACE阻害薬、アンジオテンシン受容体拮抗薬、β遮断薬等の投与が必要である。なかでもβ遮断薬が効果を発揮してくると高率に左室径が縮小し、左室駆出率が増加するのが心エコー上で観察できる。左室収縮末期径が40mmをようやく超えたような軽症例では、治療が著効する可能性が高い。

b. 肥大型心筋症

肥大型心筋症は、左室流出路に狭窄を伴う閉塞型と狭窄のない非閉塞型に分けることができる。心エコー図による肥大型心筋症の診断は、断層法によって局所的な心肥大を検出することでなされる（図8）。かつてしばしば用いられた非対称性中隔肥厚（asymmetrical septal hypertrophy: ASH）は、Mモード上で心室中隔厚が左室後壁厚の1.3倍以上あることを意味し、Mモード心エコーではこの所見を以って肥大型心筋症と診断できる。傍胸骨長軸断層像上で、僧帽弁の先端にカーソルを向けて得られたMモードエコー図で僧帽弁や腱索の収縮期前方運動（systolic anterior movement: SAM）がみられたならば、左室流出路に収縮期圧較差があること、すなわち閉塞性肥大型心筋症を示唆する。また心尖部長軸断層像上で連続波ドプラーカーソルを左室流出路へ向けたとき、高速血流が観察されたならば閉塞性肥大型心筋症と診断できる。

注）肥大型心筋症と診断したならば、患者に激しい運動は控えるように指導する。特に若年の本症患者においては運動中の突然死が数多く報告されている。

図8 肥大型心筋症の診断



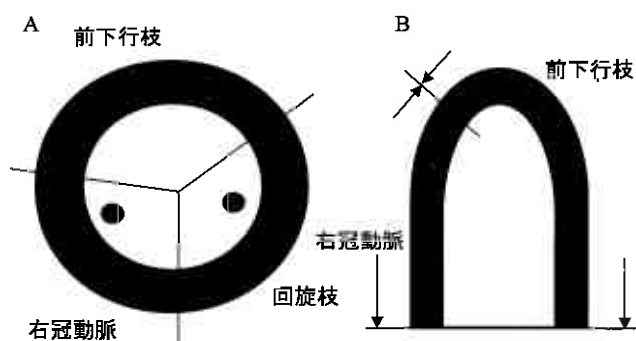
断層心エコーで左室の限局性肥厚を証明することによって肥大型心筋症を診断する。参考図書1より引用

肥大型心筋症Maronの分類

- I：肥大が心室中隔前部に限局
- II：肥大が心室中隔全体に存在
- III：肥大が後壁を除く左室全体に及ぶ
- IV：肥大は左室前側壁や心室中隔後部に存在

日本人に多い心尖部肥大型心筋症をV型とする事もある

図9 左室局所壁運動と冠動脈支配領域



A：乳頭筋レベルの左室短軸断層像上に3本の冠動脈支配領域を示す。壁運動の低下あるいは消失した領域は梗塞領域を意味し、対応した冠動脈の狭窄あるいは閉塞が予測される。

B：図Aにおける壁運動の観察のみでも心筋梗塞のスクリーニングは概ね可能であるが、心尖部や高位後壁の梗塞を見落とす可能性があるため、必ず心尖部長軸断層像を観察して左室心尖部および後壁の壁運動を評価しなければならない。

D. 虚血性心疾患

心エコーによる虚血性心疾患の診断は、断層像上で左室壁運動を評価することによって行う。左室壁運動は米国心エコー図学会によって推奨される16分割領域において評価されるのが通常であるが、日常臨床に用いるにはあまりにも複雑であるので、左室を図9のように冠動脈支配の観点から分けた5領域において評価しても事足りる。また、壁運動異常の程度は次のごとく5段階に半定量評価する。

normokinesis	(正常)
hypokinesis	(壁運動低下)
akinesis	(無収縮)
dyskinesis	(収縮期に左室壁は収縮せず膨隆する)
aneurysm	(心室瘤、拡張期にも左室壁は膨隆を呈する)

hypokinesis以下は、同領域の心筋梗塞を示唆する。hypokinesis領域はもちろんakinesis, dyskinesis領域にもviableな心筋(血行再建により壁運動が改善する)が存在する可能性があるため、このような所見をみたら一度は専門医に相談すべきであろう。しかし、akinesis, dyskinesis領域で心筋が菲薄化していれば、まずviableな心筋はない。aneurysm領域にはviableな心筋はなく血行再建の適応とはならない。aneurysmの多くは心尖部に形成され、瘤内に壁血栓を伴うことが多く、

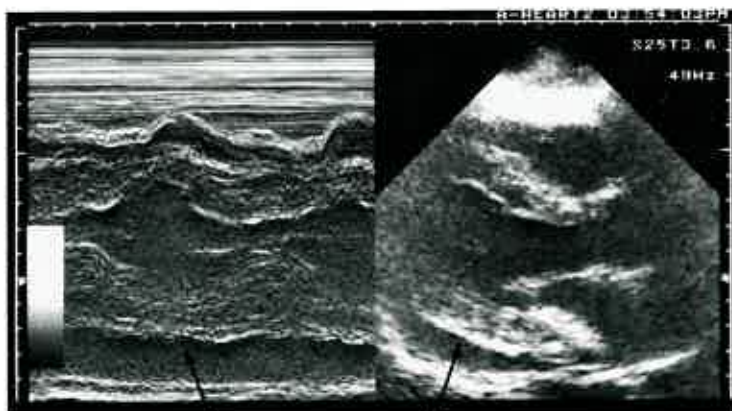
抗凝固療法の適応が生じる。左室心尖部以外、例えば後壁、後側壁に生じた心室瘤は心筋が断裂した後、心外膜によって瘤壁がかろうじて保たれている仮性心室瘤の可能性が高く、心破裂類似の病態と考えてよい。直ちに開心術が可能な施設に紹介しなければならない。

狭心症では安静時に左室壁運動異常を生じない。従って、狭心症の診断に安静時心エコー法は無力である。欧米では運動負荷心エコー法が心筋虚血スクリーニングの標準的な検査法となっているが、本邦では全くと云ってよいほど行われていない。狭心症は、少なくともマスターダブル負荷心電図、できる限り多段階運動負荷心電図によってスクリーニングされなければならない。

E. 心嚢液

左室後壁後方のエコーフリースペース(黒く抜ける領域)をみたら心嚢液貯留を考える(図10)。量が増えると右室の前方にもエコーフリースペースがみられるようになる。全身倦怠感、息切れ、頻脈(最初は労作性)は心タンポナーゼの兆候であるので専門医へ紹介する。多量の心嚢液をみたときは癌の転移を考える。肺癌、乳癌の転移が多い。右室の前方にエコーフリースペースがあり左室後壁後方にエコーフリースペースが認められない場合は、心外膜脂肪層を見ている可能性が高く、心嚢液貯留と誤ってはならない。

図10 心嚢液貯留のエコー像



断層像、Mモード像のいずれにおいても、左室後壁後方にエコーフリースペースを認める（矢印）。

おわりに

本稿では、心エコーの基本的な撮り方、心機能の見かた、成人における心疾患の初歩のエコー診断と臨床的な考え方について述べた。

実際のエコー像は下記の成書を参考にさせていただきたい。また、本稿で取り上げなかった成人における先天性心疾患、心臓の炎症、心臓腫瘍などもそれらに詳しく述べられている。最近、（心エコーによる）非心臓手術における周術期心臓評価にかんする総説を書く機会があった。心エコーによる術前心臓評価に関わっておられる先生にご高覧いただければ幸いである。

新たに心エコー装置を購入されるのであれば、是非カラードプラー、パルスドプラー、連続波ドプラーの3種類のドプラー機能が搭載された装置の購入をお勧めする。断層像だけの装置と比べ病態評価能力が圧倒的に優れるため、心エコーをまさしく患者管理ツールとして用いることができるからである。

参考文献・図書

1. 吉川純一編集：実践臨床心臓病学、文光堂 1997
2. 横田充弘他著：心臓超音波検査法 技術と診断、ライフメディコム、1999
3. 吉川純一編集：臨床心エコー図学第2版、文光堂、2001
4. 大手信之：心疾患患者が手術侵襲に耐えられるか否かの評価方法（非心臓手術例における周術期心臓リスク評価）Heart View Vol. 6 No. 12 (11月増刊号), 50-59, 2002