

解説

心臓超音波法の現状

神谷 春雄*

1. はじめに

近年超音波法の進歩には目を見張るものがあり、特にドプラ法の進歩は循環器病の診断学の領域を画期的に進歩させ、非観血的な診断方法には欠かせない手段となっています。また超音波検査法は侵襲度が極めて低いため、循環器領域におけるスクリーニング検査として広く応用されるにいたっています。一般内科を扱われるクリニックにおいても、心臓超音波装置は心電計と同様に常備され、簡便なスクリーニング目的で使用されうる医療機器になりうると思えます。問題となるのは、心電図では誰がどの機械でとつても、同じ結果が得られるのに対し、超音波法ではどの程度の熟練者が行うか、どのレベルの超音波装置を使うか、どの周波数のトランスデューサーを使用するか、患者さんの体型、姿勢などの諸条件により、得られるべき結果がかなり異なってくるということです。そこで一般医家の諸先生方に、超音波法とドプラ法の基礎、その基本的な取り方、陥りやすい問題点について説明し、より良い超音波法の理解をしていただきたく拙文を書かせて頂きました。

2. 超音波法の基礎

A) 音の基礎

人間の可聴域は20Hzから20kHzと言われております。そこで超音波の定義をするとすれば、まずヒトが聴くことのできない領域の音でかつ聴くこと

を目的としない音となります。超音波装置に使用されている音の周波数は2～30MHzです。周波数の単位であるHz（ヘルツ）は1秒毎の振動数で表しており、心臓超音波装置で主流である3.5MHzは1秒に350万回振動する音波を使用していることとなります。超音波はプローブの中のトランスデューサーにより電気信号から音波に変換されて生体内に向かって発信されます。生体内では音響特性の異なる組織境界面で音波が反射され、その反射してきた音波をトランスデューサーが受信し電気信号に再変換します。心臓超音波の画像表示法には現在二次元断層像、Mモード、ドプラモード、カラーフローマッピングが主に使われています。

B) 表示方法

＜二次元断層像＞

超音波画像は、トランスデューサーにて受信した超音波信号を光の輝度として表現しています。その際に超音波ビームを扇状にスキャンすることにより断層表示を行います。連続的に超音波を送受信することにより、モニタ画面上で動画像として表示しています。

＜Mモード＞

Mモードは体内の臓器が時間的にどのように動いたかを表示し、リアルタイムにて表示できる唯一の方法です。二次元断層像は実際にはリアルタイムではなく、左右にスキャンして画像を作成しているため、スキャンしているフレームレートにもよりますが、実際には20～30ミリ秒位の時間がかかっています。また高速で動いている弁の細かい動きや、小児のような

*名古屋第一赤十字病院 循環器科

頻拍の心臓では、二次元断層像は動きを捉え切れないため見落とすことがあり、注意が必要です。そのような際にはMモードを併用すると明瞭に表示できます。

C) ドプラ現象

ドプラ効果は音源が近づいてくる際と遠ざかる際とで、音の高さが変わる現象として知られています。例えば止まっている救急車のサイレンの音は、前から聞いても後ろから聞いても同じように聞こえますが、救急車が走っている場合は、救急車の前方では高い音、即ち波長が短くなり、救急車の後方では低い音、即ち波長が長くなります。これは音源が移動していると周波数が偏移するために起きてくる現象です。超音波装置においては、送信した音波が動いている赤血球にあたると、ドプラ効果により周波数偏移をおこします。トランスデューサーに帰ってきた音波の周波数偏移の度合いから、血流の動く方向、血流速度を計測できます。ドプラ法による血流の表示方法には次の3方式があります。

〈パルスドプラ〉

断層像を見ながら、心腔内の任意の一点での血流速度を計測することができます。この方法は距離分解能を有するという大きなメリットを有しており、局所での血流を測定できます。弱点としては、パルスドプラで検出できる最大速度には限界があり、使用するトランスデューサーの周波数と測定するサンプルポイントの深さによって影響を受けます。従ってこの限界を超える高速血流はパルスドプラでは速度表示上振り切ってしまう、折り返し現象を引き起こしてしまいます。

〈連続波ドプラ〉

ドプラビーム上のすべての血流を表示する方法です。パルスドプラとは異なり、高速の血流が計測可能であり、心腔内の異常血流を正確に測定するのに有用です。但しこの方法で検出する血流速度には距離分解能がないという特徴があり、どの深さから帰ってきた血流かは判定できません。従って異常血流の発生部位を二次元断層像やカラーフローマッピングで十分に解析してから、連続波

ドプラを計測する必要があります。

〈カラーフローマッピング〉

この表示方法はパルスドプラを応用して、二次元断層像上に心腔内の血流を色で表示する方法です。トランスデューサーに近づく血流を赤色、遠ざかる血流を青色で表現し、血流速度が速くなるほど明るく表示、乱流になれば緑色が混入されず。従って、正常心においては赤青のきれいな層流が見られるのに対し、病的心においては赤青緑の混ざったモザイク血流が見られます。

D) 周波数と分解能、透過力

分解能とは、弁別できる最小限の2点間の距離を表しており、それ以下の距離では、融合して一点に見えてしまいます。この分解能は、距離分解能も方位分解能も、トランスデューサーの周波数の影響を受けており、周波数が高くなるほど、分解能が改善します。しかしながら周波数が高くなると、超音波の減衰量が大きくなるため、透過力が低下し、深い部位での画像が淡くなるため、ゲインを上げなければならず、かえって画像が不明瞭となる可能性もあります。通常、循環器科の成人領域では2～3.5MHz、小児循環器科では5MHzのトランスデューサーが常用されています。減衰量は透過距離に比例して増え、周波数が高いほど減衰が大きくなります。例えば、5MHzのトランスデューサーでは4cmの深さで-20dB即ち1/100に減衰します。即ち、5MHzのトランスデューサーを用いて、経胸壁で成人の心臓の全域を描出することは困難だということです。

3. 良い画像をとるために

A) 検査室の条件

上半身裸になるわけですから、プライバシーを守れるように、また快適な室温レベルの調節をしなければなりません。またモニタ画面は外部から強い光が入ると画像がわかりにくくなりますので、直射日光が当たらないように遮光し、蛍光灯がモニタ画面に映り込まないようにした暗めの静かな部屋が望まれます。

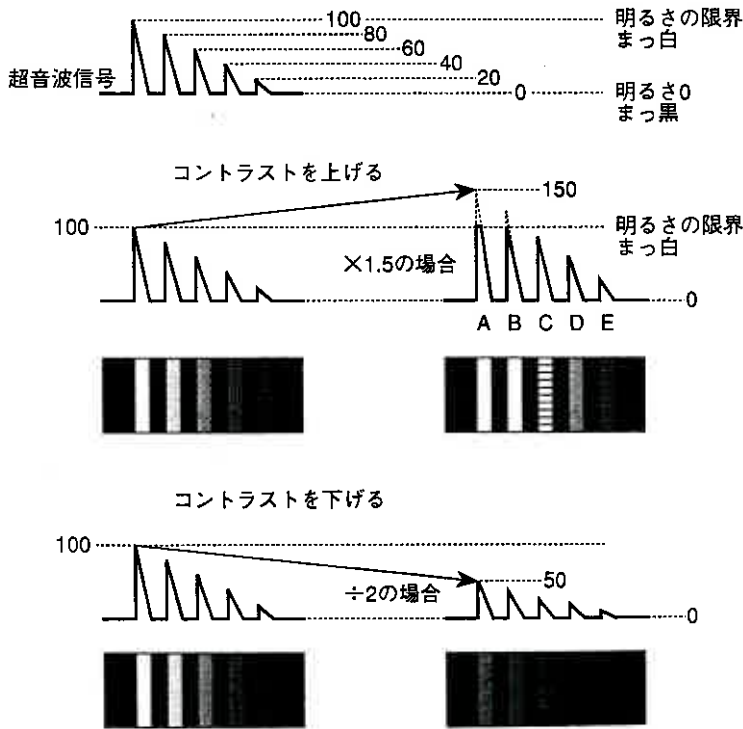


図1 コントラストの調節

B) モニタ画面の調節

モニタ画面にはコントラストとブライトネスの調節ノブが付いているはずですが、そのモニタ画面の解像度を100%発揮するためには、検査中の検査室の明るさにあわせて設定する必要があります。通常超音波断層像の表示中には白黒の階調を示すバーが画面の片隅に表示されているはずですが、その階調が明るいレベルから暗いレベルまで均一に表現され、それぞれの限界点においてモニタ管の表現できる最大の白色、及び黒色を示していればまず問題ないと考えられます。

C) 装置本体の調節

コントラスト（ダイナミックレンジ）を変えると、画像の白黒差の大きさを変えます（図1）。コントラストを上げると、明るさの差が強調された硬い雰囲気の写真となります。逆にコントラストを下げると、明るさの差が小さい柔らかい雰囲気

の画像となります。

ゲインは信号全体の明るさを変えます（図2）。ブライトネスを上げると明るい画像となり、ブライトネスを下げると暗い画像となりますが、信号どうしの大きさや、差の程度は変化しません。TGC調節（Time Gain Compensation）は超音波断層像の深さによってゲインを調節する機能です。超音波画像は、浅い部位の反射信号ほど減衰が小さいため明るい像となり、深い部位の反射信号ほど減衰するので暗い像となります。従って、近くからの反射信号を小さくし、遠くからの反射信号を強調してやると、均一な明るさの画像となり、心臓内の構造物の性状が判定しやすくなります。具体的には、心腔内の血液が充分に黒く、心外膜が白っぽく表現され、心筋はその心内膜面がわずかに描出される位が良いと思います。心外膜と心筋層が一体となって真っ白に見えたり、心筋の中

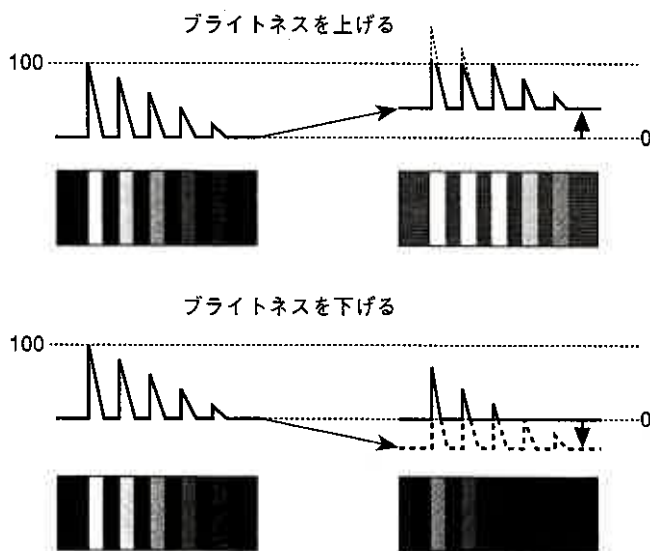


図2 ゲインの調節

層はコントラストがついて分かりやすくなっている時には、実は心内膜面が見えていないことに気づかないといけません。良好に調節できれば、人工雑音が除去され、新鮮血栓が淡く描出され、心内膜、弁膜、心膜、石灰化が弁別できるようになります。最新の機種には画像処理機能、ポストプロセス、ダイナミックフォーカスなど様々な機能が付いてくるようになりましたが、基本性能は一つですので、基本設定が間違っていると、アーチファクトはデジタル処理のためますます強調され、弱い信号はますます見えなくなりますので注意が必要です。

4. 基本的手技について

A) 患者さんの体位

超音波検査時の患者さんの体位はとても重要です。心臓の前面には肺が取り巻いているため、単なる仰臥位では、超音波が肺の空気に邪魔されてきれいな断層像が描出できません。従って患者さんに充分な左側臥位をとらせて、心臓が胸壁前方に近づくようにしておく必要があります。肺気腫のあるような患者さんでは真横を向けるか、やや

うつ伏せになるくらいの体位が必要となることもあります。その時に患者さんの呼吸を静かに小さくして頂くと、より安定した断層像を得ることができます。深呼吸の状態に保持すれば肺が小さくなって描出がより容易になりますが、余り長くなると患者さんが苦痛を訴えますので、この時に術者も患者と同時に呼吸の保持をすれば無理なくできます。肋骨弓下や胸骨上窩のアプローチでは臥位をとって施行します。

B) トランスデューサーの保持

第1～3指にてトランスデューサーを保持し、第4、5指にて体表面に支えるようにします(図3)。力を入れてもそれだけ描出が良くなるわけではありませんので、柔らかくプローベを握り、指の中でトランスデューサーがぐるぐる回せるぐらいの力で保持します。患者さんの胸壁に押し付けすぎると、痛がられます。無理に押し付けなくても、第4、5指で胸壁への支えとすると、トランスデューサーがずれなくなり安定します。トランスデューサーを円滑に動かすためには、ペーストを充分につけて頂く必要があります。

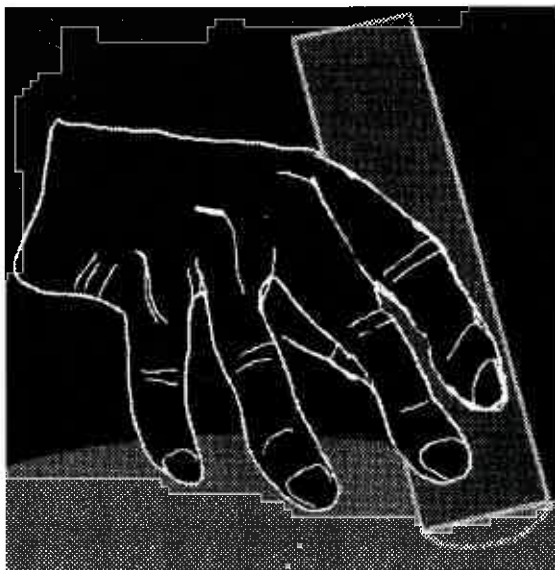


図3 トランスデューサーの持ち方

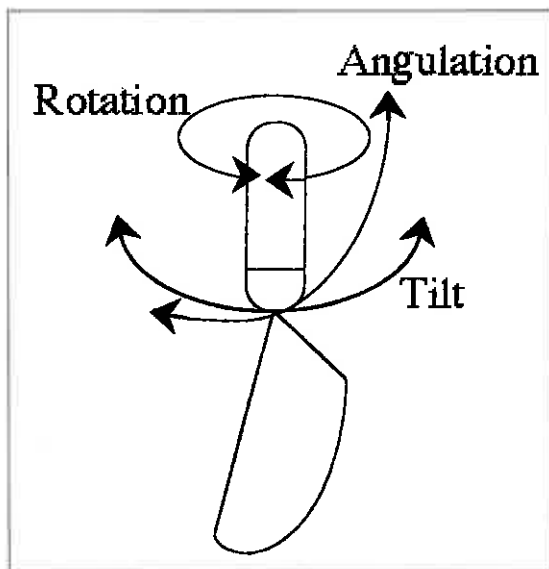


図4 トランスデューサーの動かし方

C) トランスデューサーの操作

トランスデューサーを胸壁上で固定し、良好な画像を撮るためには、ランダムにトランスデューサーを動かしていたのでは、いつまでたっても向上しません。やはりトランスデューサーの動かし方を系統立てて行う必要があります(図4)。一つはトランスデューサーを体表面上でずらすSlidingという動作であり、これにより良好なエコーウィンドーを体表上で探します。一番良く描出できるエコーウィンドーは通常狭い一点しかありませんので、そこを見つけたらトランスデューサーをそこに固定して、次の動作を行います。Rotationはトランスデューサーの軸はそのままとして、時計方向か反時計方向に回転させることにより、得られた断層像を真っ直ぐに大きく伸びた形になるようにします。断層像が大きく表示できない時は、断層面に垂直な方向での移動Tiltを加えて、目的とする構造物を、通常は左室ですが、最大に描出できる場所を探します。目的とするものが断層像の端に片寄っていれば、断層面内での移動Angulationを行って、中心に持ってくる様にします。後半の三つの動作を繰り返し行い、最良の画

像を描出する努力をします。

5. 体表面からのアプローチ

胸骨左縁は一番代表的なエコーウィンドーであり、長軸像や短軸像を描出して、左室や大動脈弁、僧帽弁の機能、形態を見るのに適しています(図5)。胸骨左縁長軸像では、左室が最大に見えるところで、僧帽弁と大動脈弁が中心となる切片が得られていれば、十分な評価に耐え得る断層像といえます。これが斜めに描出されていると、左室の大きさや、壁運動の評価を誤るもですので十分な注意が必要です。正確な長軸像が得られていれば、僧帽弁の弁下組織は出て来ないはずですので注意して下さい。長軸像の観察が済んだら、次にトランスデューサーを正確に90度だけ時計回転させれば胸骨左縁短軸像となります。長軸像のどの位置で短軸切片を得るかによって、大動脈弁レベル、僧帽弁レベル、乳頭筋レベル、心尖部レベルをそれぞれ描出することができます。大動脈弁レベルでは、大動脈弁が三弁尖とも同時に描出されるか、僧帽弁レベルでは僧帽弁の開放が左右対称になっているか、乳頭筋レベルでは左右の乳頭筋

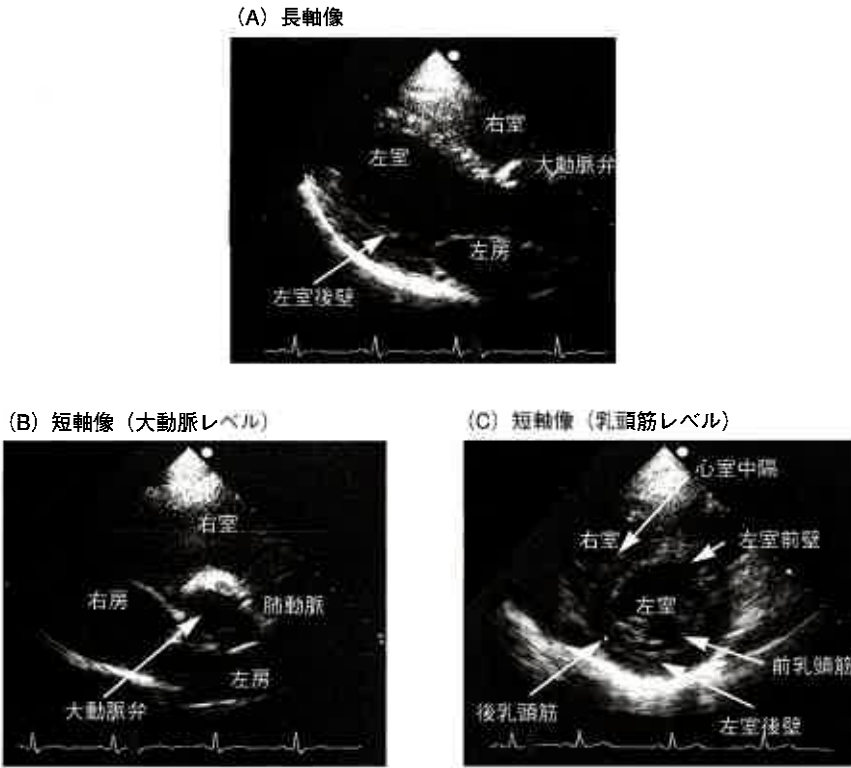


図5 胸骨左縁長軸像と短軸像 (大動脈弁レベルと乳頭筋レベル)

が同じ大きさになっているか、乳頭筋レベルから心尖部レベルまで左室が円形に描出されているか、などを参考にして正確な短軸像を得られるように注意を払います。

胸骨左縁長軸像で少し回転をずらすことで右心系の情報も得られます。通常時計方向に回転させ、やや外側に向けることで、右室流出路から肺動脈主幹部にかけて直線状に描出されます。反時計方向に回転し、やや足側に向けると右房から右室流入路、右室心尖部にかけて描出されます。この時トランスデューサーを少し胸骨左縁から離して1肋間下げた方が良いでしょう。

心尖部は心臓の全体像を捉えるのに適したエコーウィンドーです (図6)。通常心尖拍動の最も良く触れるところにトランスデューサーを置くと、左室心尖部が画像の頂点にくるはずですが、この時右室内腔と左室内腔が共に最大になるように回転

させます。更に左房、右房が充分描出されるようにTiltさせると心尖部四腔像となります。更に頭側にTiltを加えて大動脈弁から大動脈基部が表れたのが心尖部五腔像です。また反時計方向に90度回転させると左室左房の矢状断面即ち心尖部二腔像となり、心尖部が最もきれいに描出できます。大動脈弁が入るように更に回転を加えると心尖部二腔像RAOとなり、これは胸骨左縁長軸像と同等の断層像を心尖部からアプローチしたものとなります。

Mモードの取り方は、二次元断層像で胸骨左縁長軸像が正確に水平に描出されていれば容易です。モニタ画面の断層上でカーソルラインを大動脈弁に設定すれば、大動脈弁レベルでのMモードが、僧帽弁に設定すれば僧帽弁レベルでのMモードが、乳頭筋近傍に設定すれば、左室レベルのMモードが記録できます (図7)。この時にMモード

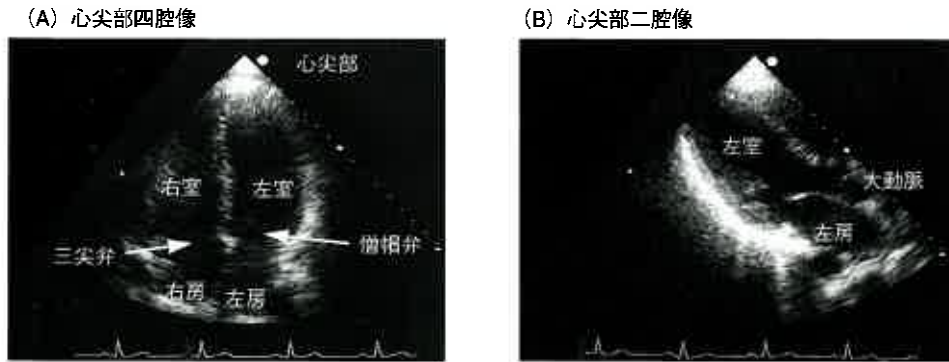


図6 心尖部四腔像と二腔像

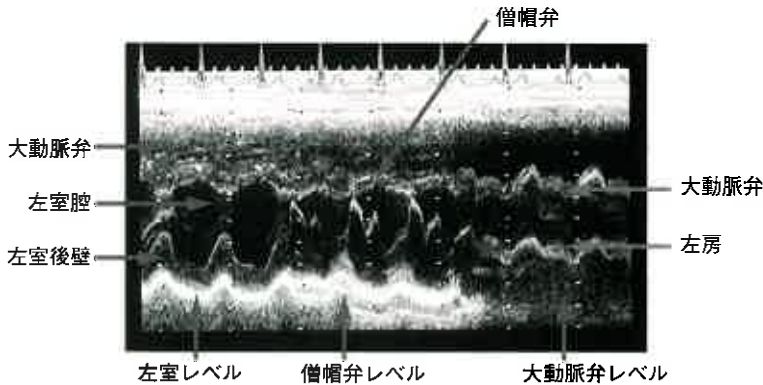


図7Mモード

のカーソルラインが目標に垂直に入射されている必要があります。例えば左室に斜めにカーソルラインが入射されれば、過大評価となってしまいます。Mモードでは心腔内構造物の計測を行いますので、絶対値の正確さがどうしても重要となります。また距離を計測する際には、計測したい部分でのエコー反射面のリーディングエッジ即ち、トランスデューサーに近い側の反射面から、次に計測したい部分のリーディングエッジまでの間を計測します。

6. ドプラ法の応用

通常、二次元断層像にて、心機能、弁の状態などを把握したら、次にカラーフローマッピングを用いて、心腔内の血流を観察します。特に異常血

流が認められれば、異なる断層面でも同様な異常血流が認められることを再確認します。これはアプローチを変えることで異常血流が消失すれば、アーチファクトの可能性が高いからです。また異常血流が観察されたら、カラーフローマッピングの画像と二次元断層像だけの画像とを交互に良く観察して下さい。カラーフローマッピングは病変の結果として表れる逆流や狭窄などの重症度は確かに良く示してくれますが、その原因となっている病変を明らかにしてはしてくれないからです。病変の成因はやはり二次元断層像を良く観察することからしか得られません。そして二次元断層像から得られた病変の分析とカラーフローマッピングから得られた異常血流の病態とが一致していれば正しい解釈ができた証拠となります。また心腔の形

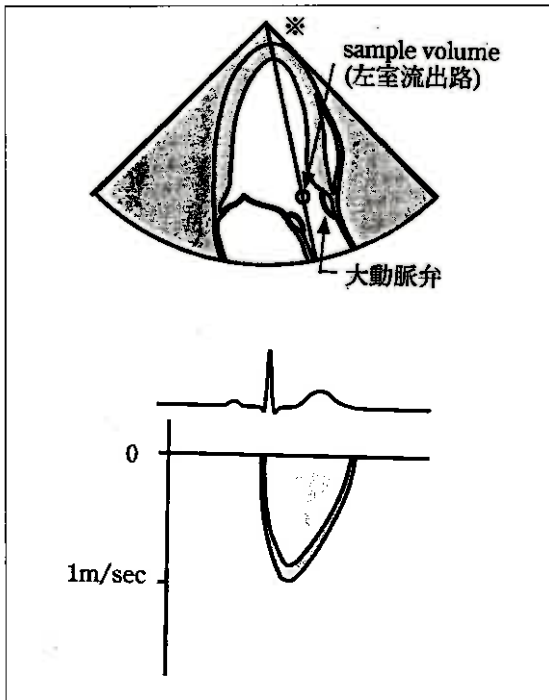


図8 パルスドプラによる血流測定

態も同時に良く観察する必要があります。カラーフローマッピングで示される異常血流が本当に意味のあるものであれば、必ず、心機能に影響が表れるはずですが。例えば一見重症の大動脈弁閉鎖不全の血流が見られても、左心室が拡大もせず肥大もしていないのなら、臨床上重症の慢性大動脈弁閉鎖不全症ではあり得ません。従ってカラーフローマッピングから得られた異常血流を知ることが重要なのではなく、病変の成因と病態生理を把握することが一番大切なのです。

カラーフローマッピングで計測したい血流の大きさ、方向性を十分に把握したら、次にパルスドプラのサンプルポイントを設定します。通常断層像を見ながら、心腔内の任意の一点にサンプルボリュームを設定することができます。この時に測定したい血流の方向とビームの方向とをできるだけ平行にしなければなりません。30度以上の角度がつくと、それに伴う角度補正が大きくなるため、計測誤差が無視できないほどに大きくなります。

従って僧帽弁や大動脈弁の血流を評価する時には、自然と心尖部アプローチとならざるを得ないわけですが(図8)。サンプルボリュームの大きさは可変ですが、通常良好な血流波形を得るためにサンプルボリュームは最小にします。サンプルボリュームを大きくすると、周辺の血流まで拾ってしまうため、計測される血流速度の幅が広くなり、きれいな記録が得られません。

パルスドプラの欠点として、計測できる最大血流速度には、トランスデューサーの周波数、深度による限界点があります。従って画面上、計測速度が振り切れているようであれば、基線を上下にずらして血流波形が全域にわたり表現できるようにします。しかしながら心臓領域における異常血流においては、パルスドプラの計測限界を超えることが多く、折り返し現象を示します。この場合には連続波ドプラを用いれば、正確に高速な血流速度を測定することができます。

最後にドプラ法を応用する際の注意して頂きたい点は、まずきれいな断層像を撮ることです。基本の断層像が撮れていないと、本来のドプラ血流波形が十分に記録できず、かえって誤った解釈をしてしまう原因となります。

7. ドプラ法から得られる血行動態の指標

A) ベルヌーイの法則

狭窄弁口の血流速度より圧較差を推測するのに用いられています。これは定常流の流れている管腔内に狭窄部があると、その前後において二点間の圧力(P1、P2)と血流速度(V₁、V₂)の間には下記の式の関係が成り立ちます。

$$\begin{aligned}\Delta P &= P1 - P2 \\ &= 1/2 \rho (V_2^2 - V_1^2) + \text{粘性抵抗} + \text{血流加速} \\ &= 4 V_2^2 \text{ (簡易式)}\end{aligned}$$

但しV₂がV₁よりも十分に大きい値であり、他の項目が無視し得る値であることが必要です。ベルヌーイの簡易式に従えば、狭窄後の血流速度(m/sec)がわかれば、圧較差が推定できることとなります。

B) 血流量

ある管腔内（断面積A）を定常流（血流速度V）が流れていると仮定すれば、そこを流れる血流量は、

$$F=A \times V$$

で表されます。これを心腔内の血流に応用すれば、ある弁口部を通過する一回拍出量は、ドプラでの血流速度波形の面積（心腔内は拍動流のため）と断面積をかけることで計算可能となります。これに心拍数をかければ心拍出量が得られ、心臓の収縮能力の重要な指標となります。

C) 連続の式

心腔内の血流量はシャントがなければ、一定のはずなので、上記の式を応用すれば、ある弁口部の前後（断面積 A_1 、 A_2 、血流速度 V_1 、 V_2 ）において、 $F=A_1 \times V_1=A_2 \times V_2$ の関係が成り立ちます。従って大動脈弁狭窄のような病態において、弁下部の断面積、血流速度と弁口部の血流速度がわかれば、狭窄した弁口面積が計算できます。

8. 超音波法の臨床応用

A) 大動脈弁狭窄症

弁の性状は高齢者であれば動脈硬化に伴うものが多く、弁の石灰化と可動性の低下が特徴的です。若年者であれば、先天性の二尖弁かりウマチ性のものであり、弁尖の数や形態、開放時のバルーニングの観察が有用です。リウマチ性のものでは大動脈弁の肥厚、石灰化、バルーニングを伴っており、多くは僧帽弁狭窄症を合併しています。圧負荷に伴う求心性左室肥大が特徴的で、非代償期には内腔の拡大、収縮能の低下が見られるようになります。狭窄の重症度を判定するためには、圧較差が臨床的に良く用いられていますが、連続波ドプラを用いれば、大動脈弁の連続的な圧較差をリアルタイムに測定することができます。この際に注意して頂きたいことは、心カテーテルで得られる圧較差は左室内圧の最高値と大動脈圧の最高値の差から求めたPeak to Peakのデータであるのに対して、ドプラで得られる圧較差は瞬時毎の圧較差のデータであり同じ値ではありません。また圧

較差はそこを通過する血流量によっても変化しますので、代償期と心不全にて心拍出量が低下した時期では、同じ弁口面積であっても圧較差が異なります。

B) 大動脈弁閉鎖不全

高齢者では石灰化弁に伴う閉鎖不全を多く認めます。リウマチ性のものでは大動脈弁の肥厚、石灰化、バルーニングや、僧帽弁狭窄症の合併に注意します。マルファン症候群では大動脈基部の拡大や弁尖自体の変性による密着度の悪化や弁尖の逸脱に伴う閉鎖不全が認められます。血行動態的には左室への容量負荷が特徴的です。特に逆流してきた血流をコンプライアンスの低い動脈系に拍出しなければならぬことから、高血圧心と同様な左室肥大を伴います。非代償期になれば左室収縮末期径が拡大し、収縮能の低下が顕著となります。カラーフローマッピングでは逆流ジェットの到達度や、幅を評価します。但し弁の逸脱などに伴う閉鎖不全の場合はジェットの方向が壁に沿っていることがあり、ジェットの到達度を過小評価することになりますので注意が必要です。連続波ドプラによる逆流ジェット速度を測定すると、重症になるほど、よりすどく減速します。これは逆流量が多ければ、それだけ速く左室拡張期圧が上昇し大動脈拡張期圧が低下することになり、大動脈弁での拡張期圧較差が速く減少するためです。その他にも腹部大動脈でドプラにて拡張期に逆流血流が検出されれば、重症と評価できます。Mモードにて評価できる項目としては、逆流血流が僧帽弁に当たれば、衝撃により細かいゆれが生じ、僧帽弁に拡張期フラッターリングを認めたり、逆流量が多ければ、拡張期の僧帽弁の開放が制限を受けます。

C) 僧帽弁狭窄症

ほとんどの症例がリウマチ熱の後遺症によるものです。特徴的な所見としては、弁尖肥厚、石灰化、特に開口部の癒合による弁口面積の低下に伴い、前尖の拡張期ドーミング、後尖の可動性低下が出現します。また弁下組織も癒合石灰化し腱索の短縮が認められます。血行動態としては左房よ

り上流側への圧負荷と左室への低負荷が特徴的です。従って左房拡大、肺高血圧症に伴う右室拡張、肥大、右心不全と、一方では左室の狭小化が認められます。左房内血栓を検出するためには、左心耳や肺静脈流入部を良く観察する必要があります。重症度を評価するには僧帽弁弁口面積を短軸像で計測評価するのが一般的ですが、ドプラ法を用いて僧帽弁の拡張期血流速度の減速度から Pressure Half Time を測定し、経験式にて弁口面積を算出することもできます。

D) 僧帽弁閉鎖不全症

僧帽弁狭窄症を合併したりリウマチ熱後遺症によるものが、以前は多く認められました。最近では、僧帽弁の粘液腫様変性や腱索断裂に伴い、僧帽弁弁尖が弁輪部を超えて左房内に逸脱してしまう僧帽弁逸脱症候群や、虚血性心疾患による乳頭筋の線維化と左室拡張による乳頭筋機能不全に伴うものが増えています。血行動態は左室左房への容量負荷が特徴的です。左室は駆出血流の大半をコンプライアンスの高い低圧系の左房に拍出するため、左室の壁張力は低く左室肥大を伴わないまま球状に拡張してくる点が、大動脈弁閉鎖不全に伴う左室容量負荷とは大きく異なる点です。重症度評価としては、カラーフローマッピングを用いた逆流ジェットの到達度や面積が参考になります。弁の逸脱などに伴う閉鎖不全の場合はジェットの方向が左房壁や弁腹に沿っていることがあり、ジェットの到達度を過小評価することがありますので注意が必要です。

E) 肺高血圧症の評価

肺高血圧は種々の心肺疾患に合併して認められ、肺動脈圧の推定は重症度評価に有用です。そこで肺高血圧には三尖弁閉鎖不全をしばしば合併しますので、連続波ドプラにて三尖弁閉鎖不全の血流速度を測定します。ベルヌーイの簡易式に従って、

$$\text{右室収縮期圧} = 4V_2^2 + \text{右房圧}$$

を求め、肺動脈弁狭窄がなければ、肺動脈収縮期圧を求めることができます。また肺動脈弁の血流速度パターンは、正常の肺動脈圧では収縮中期に

ピークがあるのに対し、肺動脈圧が上昇するとより早期にピークが偏移することからも肺動脈圧を評価できます。

F) 右心不全

下大静脈の形状は右房圧に応じて変化することが知られており、正常右房圧にて短軸像では楕円形を呈し、呼吸性変動を伴います。右心不全により右房圧が上昇すると、下大静脈は円形を呈するようになり、更に右房圧が胸腔内圧を上回れば呼吸性変動は消失します。慢性の右心負荷があれば肝静脈の径も拡張してきます。

G) 右室負荷所見

右室負荷には右室圧負荷と右室容量負荷の二つがあります。圧負荷を伴うものとしては、肺気腫や肺線維症などの肺実質病変、肺血管床の減少する肺塞栓症や肺高血圧症、さらに僧帽弁狭窄症、肺動脈弁狭窄症などが挙げられます。一方容量負荷を伴うものとしては心房中隔欠損症に代表的される左-右シャント疾患が挙げられます。圧負荷の所見として右室壁肥大、容量負荷の所見として右室拡張が特徴的ですが、重要な所見としては心室中隔の壁運動に異常が認められることです。心室中隔は左室と右室の圧バランスによって動きが規定されています。通常、収縮期から拡張期を通じて常に左室は右室よりも圧が高いので、心室中隔は左室から右室に突出した形を呈しています。右室圧負荷が加わり左室圧に等しくなると、収縮期に心室中隔は右室から左室に向かって偏平化し、更に右室圧が左室圧を凌駕すれば、心室中隔は左室に向かって凸の形まで変形します。従って右室壁厚と収縮期の心室中隔変形の程度により右室圧が推定できます。また右室容量負荷がかかると、右室拡張期圧が上昇しますので、拡張期に心室中隔が左室に圧排されるようになります。これが心房中隔欠損症に見られる心室中隔のMモードでの奇異性運動の機序として働くわけです。

9. おわりに

以上に述べた如く、超音波法の進歩には目を見張るものがあり、これなしでは、循環器科におけ

る日常診療にも支障が出るといってもいいと思います。しかしながら、こうした医療機器のデータに医師が振り回されてしまうといった弊害も出てきており、その運用並びに解釈には十分に注意を払わなければなりません。

まず一つ目には、得られた結果が患者さんの臨床所見と合致するかどうかを検証する必要があります。例えばドプラ上では重症の大動脈弁逆流の所見があっても、臨床上拡張期血圧が低くなく、胸部X線や心電図にて左室負荷の所見がなければ、軽症であり、まだ手術適応ではないと考えられます。二つ目には、アーチファクトや所見の読みすぎに注意する必要があります。そのような時には、他の種類の機器を用いてデータを見直すか、術者

を代えてやりなおして、病変を確定する必要があります。三つ目には、患者さんにドプラで得られた些細な弁逆流の所見を伝えることにより、かえって余分な心配の種を作り、ドプラ病にさせないように注意して下さい。以上のような点に留意されて、日常診療に心臓超音波法を活用していただければ幸いに存じます。

〔文 献〕

- 1) 木村満, 樫山幸彦, 神野雅史著: 心エコー法テクニカルガイド, HBJ出版局, 東京, 1992.
- 2) 長井裕 伊東紘一著: 絵でみる超音波, 南江堂, 東京, 1994.
- 3) Feigenbaum: Echocardiography 5th edition, Lea & Febiger, 1994.