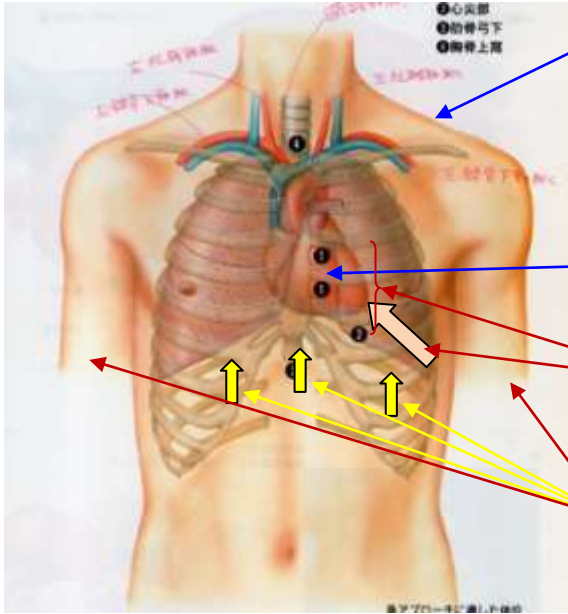


初めての心臓超音波検査に必要な基礎的テクニック

はじめに) ここで説明する内容は静止画での画像情報提供を主とする放射線技師の立場で動きの観察が重要な心臓を超音波画像にて観察するためにマニュアル化したものです。あくまでも心臓を走査しより良い観察写真を記録していくときの体位変換の工夫、呼吸、受検者への対応を順序だてて説明していきます

1 解剖：超音波走査=ある空間をプローブで走査し探査する今回心臓血管領域なので、その領域の立体空間把握を必要とする



図は仰向けに寝た状態の一般的な臓器配置です

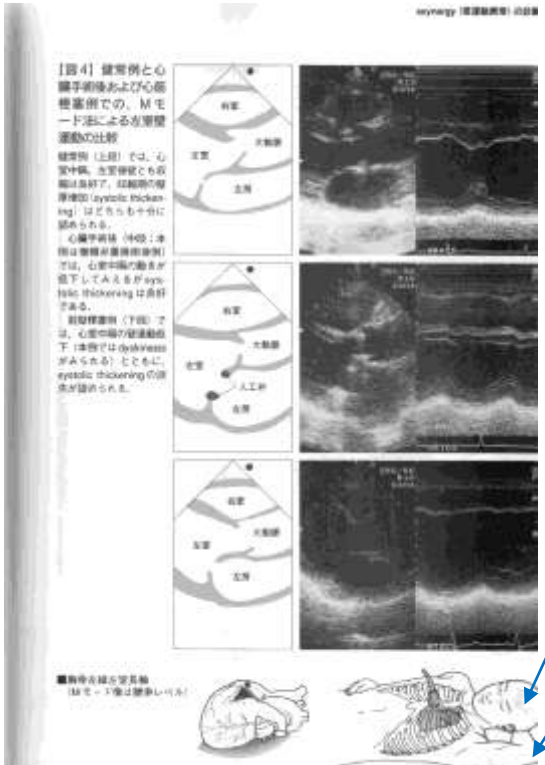
心臓はこの領域の前胸部に付着するように左背側に垂れ下がるように位置します
超音波の障害となる空気（肺）が観察を困難にします

おなかの圧力で横隔膜は押し上げられ胸腔は厚みを増すので心臓の垂れ下がりはいや強くなります、この時両腕を挙上するとより一層胸腔は厚みを増します
一般的に **Left decubital position**

検査開始基準点で矢印の示す映像が得られたらそのまま走査して観察を進めます

ゲインの調整、フォーカス、PRF、写真記録、計測、Mモード切り替え、ドップラー、組織ドップラーと装置調整は常に走査しないといけない、左手がキーとなる

一般的に図のように **decubitus** に寝てもらい
腕を挙上し左肋間を観察しやすいように広げます



2 心臓領域超音波検査に必要な超音波特性用語と調整について

走査に必要な用語及び知識

Gain 利得と表現されておりステレオアンプなどのボリュームと考えると理解しやすいと思います（音量を上げると雑音が多くなる＝ゲインを上げるとノイズが多くなる）

STC,TGC 部分的な利得の調整、カーコンボなどについている低音や高音だけを調整するイコライザーと解釈されてください

中心周波数 照射する超音波の音階です、心臓は2から3メガヘルツを利用しています

PRF 繰り返し周波数（パルス波をある間隔で調節します）調節により、診断深さ、フレームレート、ドップラー測定範囲や距離空間分解能が変わります

心エコープローブの特徴 おもに **PZT** が素材に選ばれています、省電力、帯域幅が狭く **Q** 値が高いのが主な利用の条件と考えられます（**PVDF** で心臓の検査は不向きとなります）

電子セクターキャン ビーム形成に遅延時間差法を採用しますので、対象物音速によりビームの屈折と深部方向に進むにつれビーム横流れによる空間分解能の劣化を考慮しなければなりません

Bモード ブライトネス表示（2次元画像の描出目的）

Mモード 一点の超音波輝度を深部方向に描出します、記録は時間スクロール方式

カラードップラー 血流速度と方向性を描出するのが目的

組織ドップラー 心筋の性状をカラー表示で解析します（自動）

連続波ドップラー 血流速度の速い時に使用します

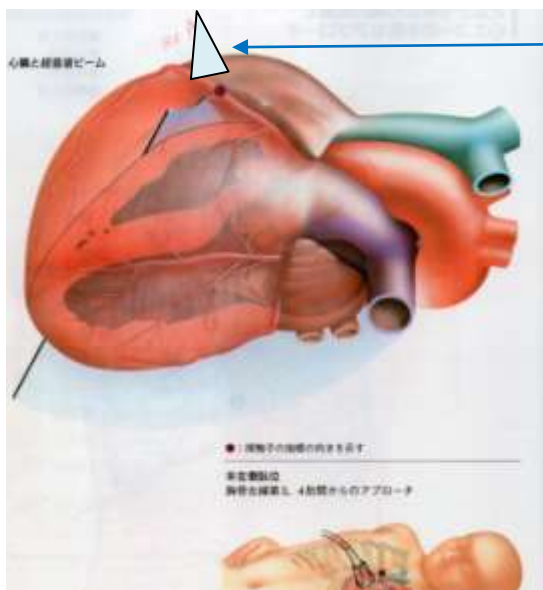
FFT解析 心臓の計測解析プログラムに組み込まれています

生体組織の音速 装置の音速は1530 m/sec に調節されています、筋肉質の胸壁は1580 m/sec 程度の組織音速、肥満体質の胸壁は1400 m/sec です、電子セクター法で偽像を生じやすくなります。

上記の用語説明は装置の調節に必要な用語であり、それらを理解していないと正確な心臓画像生理運動機能評価は不可能となります、正確な測定のために常に右手はプローブ走査、連動して左手の設定つまみやボタン、解析処理と難解複雑な作業を必要とします。それらを簡易化ルーチン化するのが検査マニュアルでありマニュアルを精度よく作り上げるのが業務となります

注) 装置にはそれぞれメーカーにより独自の機能性と特徴を有していますのでここで述べるのは、超音波基礎物理に基づく調整にとどめました

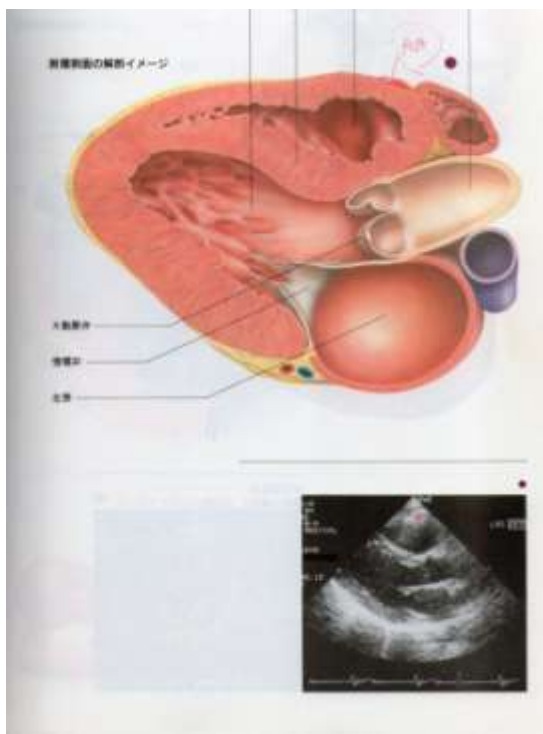
1 実践：走査（右手プローブ走査）



プローブを胸骨左縁第4第5肋間に当て左室流出路大動脈弁が長軸像で観察できるようにします

豆テクニック

肺がかぶさり観察困難な場合はうつ伏せにしてゆっくりした呼吸で体位をもとに戻します。かぶさった肺の矯正を見込めます



観察記録の基本

できるだけ正確な長軸像にて大動脈弁付近で AO 径を測定します (基本 M モード)

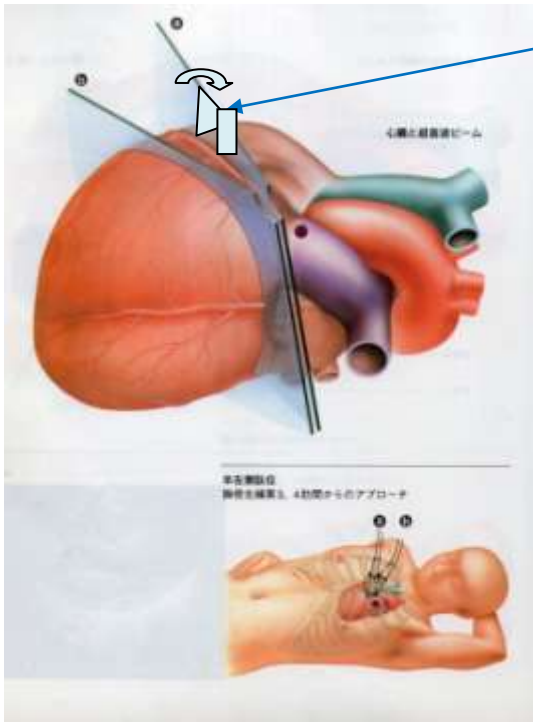
続いて動脈弁の計測

同時に左房の計測

弁の動き心筋の動き血流状態や心膜性状、プラークなど異常所見を確実に把握すべし、そのためにはゆったり走査が適している

後交連側

前交連側



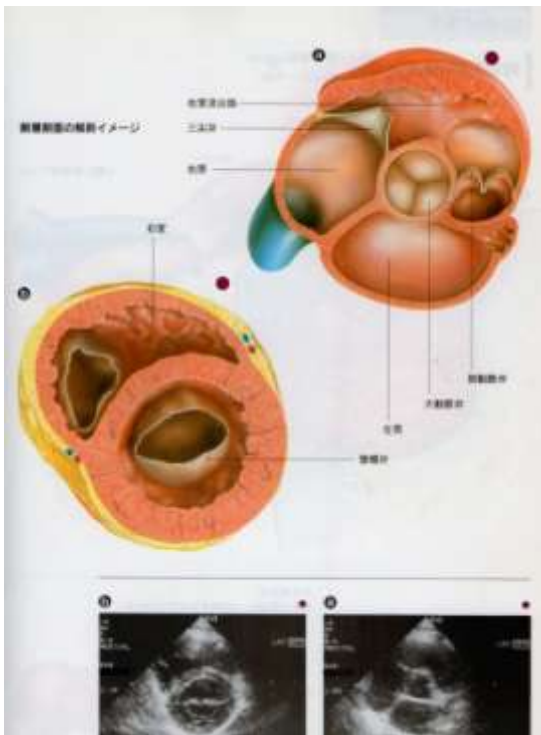
プローブを胸骨左縁第4第5肋間に当て左室流出路大動脈弁が長軸像で観察できるようにした状態からプローブを時計方向に90度回転させて大動脈弁の短軸像を描出し観察する

続いて僧帽弁、肺動脈弁を観察

Mモードにて肺動脈弁の計測、つづいて三尖弁の計測

左室筋収縮期厚さ計測

左室筋拡張期厚さ計測



観察記録の基本

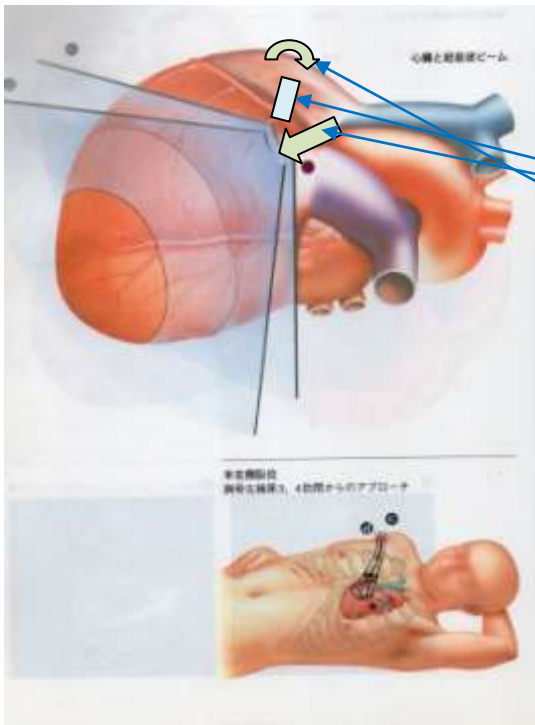
大血管、左室短軸断面

大動脈弁レベル

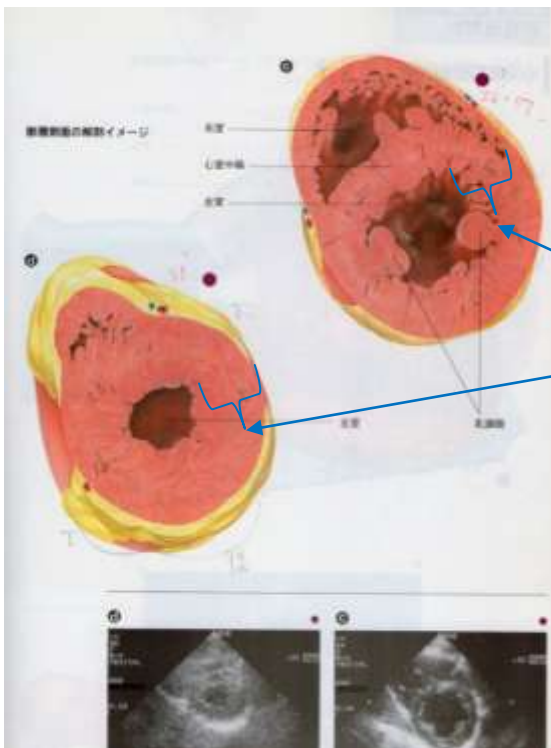
僧帽弁レベル

乳頭筋レベル

心尖部レベル



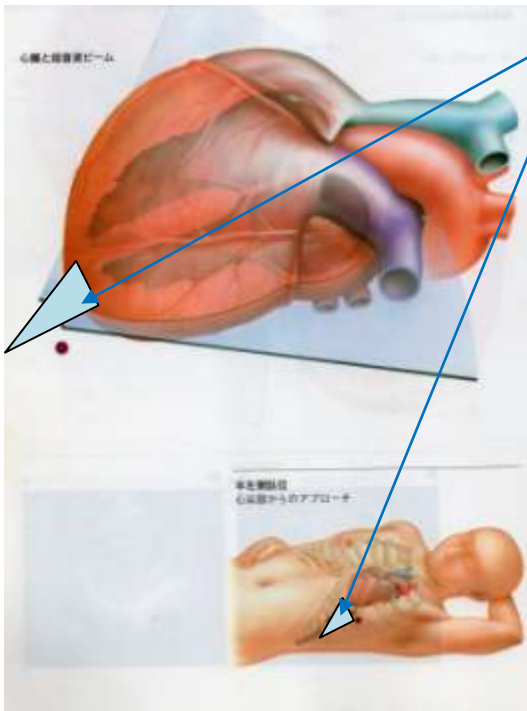
弁の短軸像を描出に続いて短軸による左室、右室の短軸観察を行う
心筋の厚み運動状態や乳頭筋、等（プローブ）を（扇走査）や（肋間移動）しながらできるだけ正確な短軸像を描出し観察する



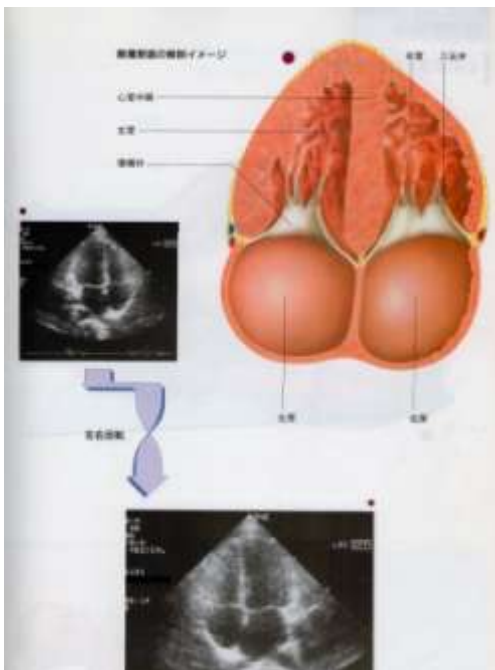
観察記録の基本

左室筋拡張期厚さ計測

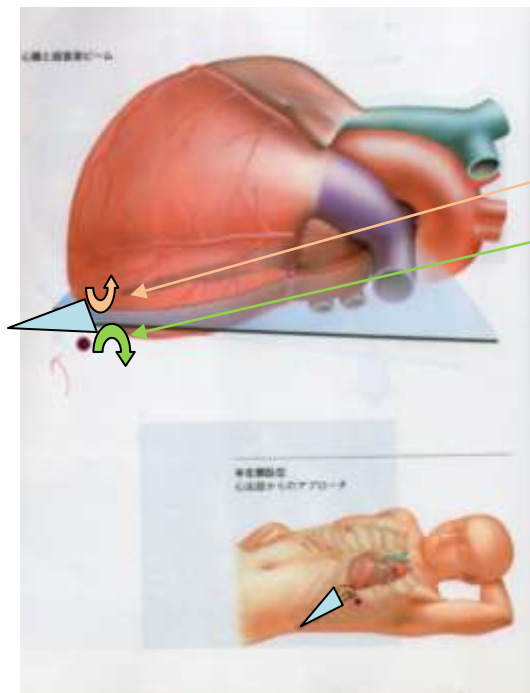
左室筋収縮期厚さ計測



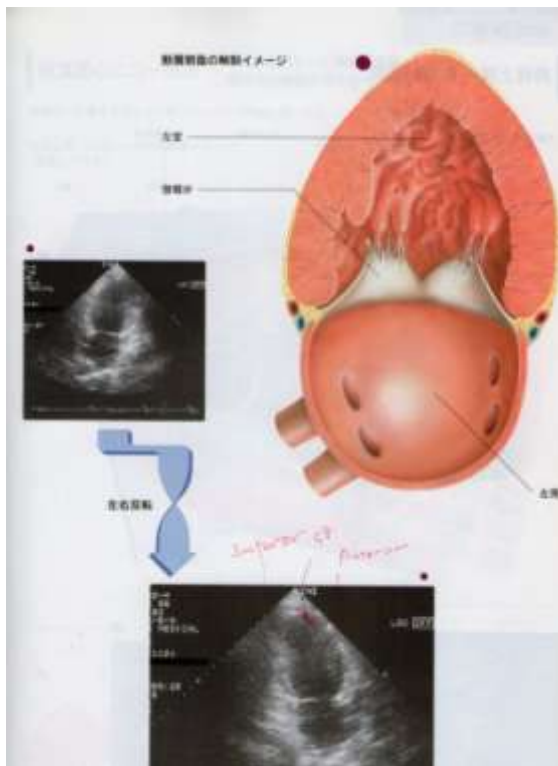
プローブを左乳頭部下2肋間の位置
心尖部より心臓4腔の断面を観察する



観察記録の基本
四腔断面
大動脈断面
心尖部第一斜位
心尖部第二斜位



心臓4腔の断面観察に続いてプローブフォーカスを左室長軸像に支点を合わせプローブ（反時計方向90度）→（時計方向90度）と回旋させ左室心筋を全壁観察する（注90度回旋法は前壁、後壁の同時観察を必要とする）



観察記録の基本

全体的な心筋の厚み

壁運動状態

乳頭筋

心内膜性状

ドップラー計測を行う

逆流や乱流を観察した場合追加で他の方向からもドップラー観察を行う

弁の石灰化などドップラー観察時に PRF

調整を行うと石灰部分に変異周波数の発生を確認可能である

注) 組織ドップラーやエラストグラフィーは変異周波数を FFT 解析した色数値画像

ドップラー計測（血流状態観察）例



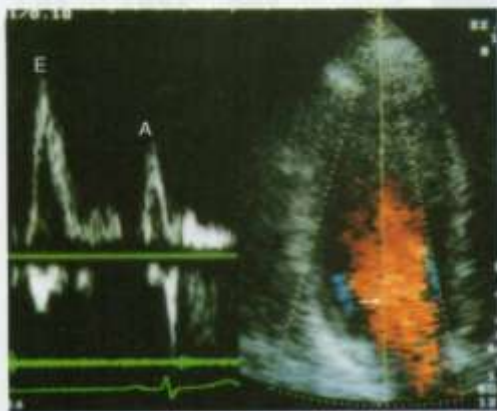
【表1】 流量測定による各種計測式

心内短絡（心房、心室中隔欠損）	左-右短絡量－肺動脈血流量（ Q_p ）－大動脈血流量（ Q_s ）
心外短絡（動脈管開存）	左-右短絡量－大動脈血流量（ Q_p ）－肺動脈血流量（ Q_s ）
弁逆流	大動脈弁逆流流量＝大動脈血流量－肺動脈血流量（左室有効駆出量） 僧帽弁逆流流量＝僧帽弁血流量－大動脈弁血流量（左室有効駆出量）

基礎編

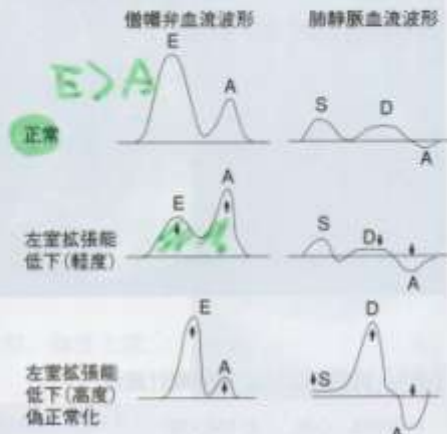
【図7】 左室流入血流波形

カラー Doppler 法（右）で血流の位置（矢印）を確認しながら、パルス Doppler 法（左）で記録する。



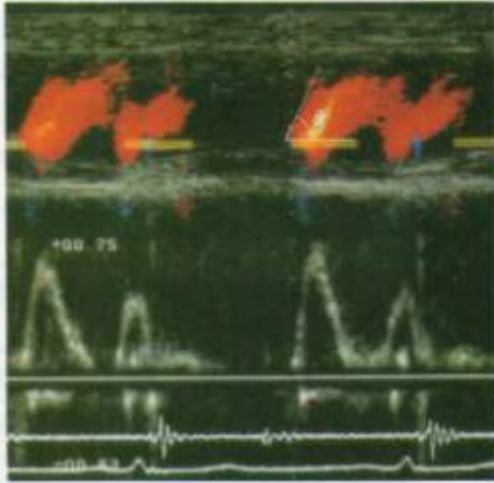
【図8】

左室流入血流波形と肺静脈血流波形による左室拡張機能評価



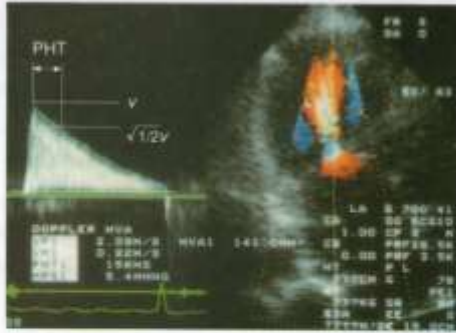
【図9】 Mモードカラードブラ法による左室内血流伝播速度の測定

左室拡張能が障害されると左室内血流伝播速度（上のθ）は低下する。左室拡張能が高度に障害され、左室流入血流が偽正常化（下）している場合でも左室内血流伝播速度は偽正常化しない。

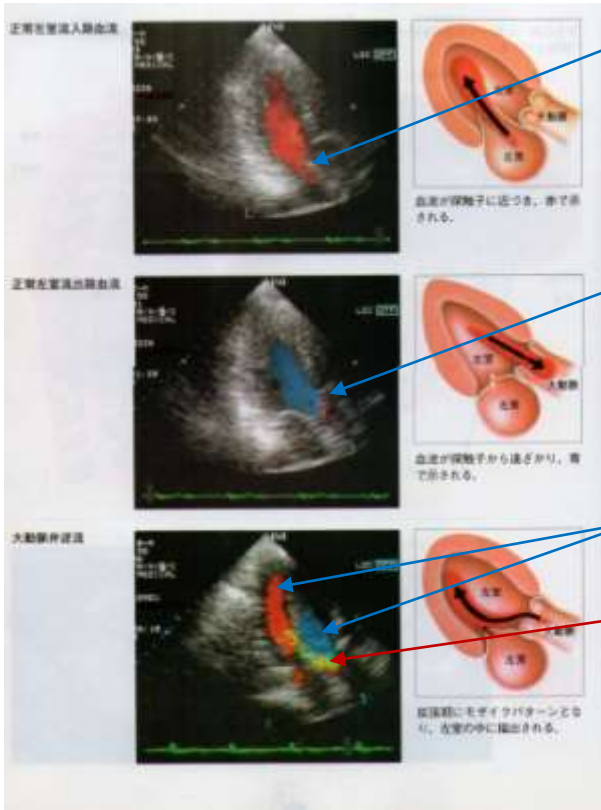
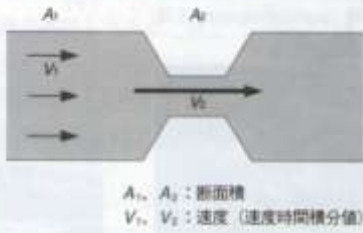


【図10】 pressure half time (PHT) 法による僧帽弁口面積測定例

最大血流速度（ v ）から $\sqrt{1/2}v$ までの時間がPHTであり、僧帽弁口面積は $220/PHT$ で求められる。



【図11】 連続の式



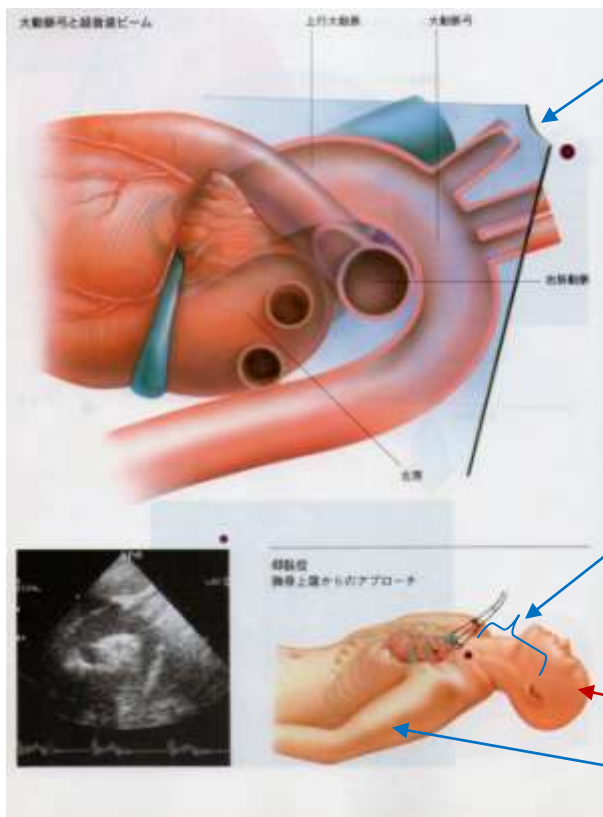
M 弁のドップラー観察

A 弁のドップラー観察

通常の血流表示

A 弁からの逆流異常像
注) この時は基本的に PRF の微調整を行う、見えなかった新たな変化の描出を見定める

大動脈弓部の観察方法



大動脈弓部長軸像を描出します

胸骨上窩から観察しやすくするのが目的です、無理はしない

頭を最大後屈してもさほど観察領域は広がらないのでほどほどに
両腕を抱くような体位は有効

心臓超音波検査 UCG

ID	氏名	M・F	検査予約日	年	月	日
			検査実施日	年	月	日
生年月日	年	月	日	才	担当医	検査 No
臨床情報・診断・検査目的			外来	病棟	HD	
			BP	/	BH	cm BW kg BMI
(経食道心エコーTEE) (B, Mモード) (B, Mモード+ドップラー)						
AO						
AOD	22-37	mm	大動脈			
AVO	>15	mm	大動脈短軸径			
AR			大動脈弁口径			
LAD	25-40	mm	大動脈弁逆流			
MV						
EF-SLP	40-104	mm/sec	左房径			
E/A	1-2		僧帽弁			
MR			僧帽弁逆流			
LV						
LVDd	48-58	mm	左室			
LVDs	20-38	mm	左室拡張末期径			
IVSTd	7-11	mm	左室収縮末期径			
LVPWd	7-11	mm	心室中隔厚			
SV		ml	左室後壁厚			
EF	45-90	%	1拍排出量			
%FS	28-41	%	駆出率			
Echo Findings・Comment			短縮率			
診断医			検査			