

Mモード：前方縁（leading edge）←前方縁：物体より後方（遠位に厚みが出るため）

断層法：後方縁←前方縁

Mモードでは、斜め切りの可能性がある。断層法と同時に表示することで改善

拡張末期：Q波

センターライン法：局所壁運動の評価

心臓内方運動の測定：固定軸法←奇異性収縮の評価は正確　浮動軸法←中心軸の移動、回転がある場合

左室心筋重量：area length法、truncated ellipsoid法　これらが推奨　そのほかMモード

ペルヌーイ式：流体加速、血流加速、粘性摩擦からなる。血流加速、粘性摩擦、近位部の流速を無視→簡易ベルヌーイ式

大動脈圧格差：カテ；peak-to-peak　ドブラ；最大瞬間圧格差　→ドブラの方が大きくでる

圧半減時間(PHT)：血流速度がピーク時の1/√2=1/1.4

Qp/Qs：シャントの大きさ

myocardial performanc index(Tei index)：全体的な心機能　等容性収縮時間＋等容性拡張時間／駆出時間　正常値0.39　延長で機能低下を示す　原発性肺高血圧患者に有用

right index of myocardial performance：右心のTei index RIMP　正常値：0.28　原発性肺高血圧患者の予後に相関

右房圧は正常で何も書いてなければ、10mmHgとして計算

圧格差が大きいのは　A弁閉くM弁開

血流量の測定

- 一回拍出量
 - LVOT、大動脈弁が最も正確
 - 血流が加わったりしない
 - 血流が層流で断面での血流が均一
 - 断面積の変化が少ない
 - TGLAX, Deep TGLAXが適当
- 右室一回拍出量
 - 肺動脈主幹部、僧帽弁
 - 径が変動するのでLVOTや大動脈弁での測定よりは信頼性が低い
- 逆流量
 - 逆流量＝逆流弁前方拍出量-参考弁前拍出量（逆流していない弁）
- 心内シャント
 - 肺／体血流比＝右心拍出量／左心拍出量
- 弁口面積
 - 連続的式
- 圧格差
 - ペルヌーイの法則　血流加速、粘性摩擦、近位部の流速の影響はないとする
 - ΔP=4v二乗
 - 呼吸終末に計測で正確性が改善
 - 圧半減時間
- 心内圧
 - 圧格差から推定
- 血管抵抗
 - 体血管抵抗：僧帽弁逆流最高速度/TVI(LVOT)
 - 0.27より大きい=14WUより大きい
 - 0.2より小さい=10WUより小さい
 - 肺血管抵抗：三尖弁逆流最高速度/TVI(RVOT)
 - 0.2以下=2WU以下
 - 肺血管抵抗：右室前駆出期／右室駆出期
 - 0.3以下正常
 - 0.4以上上昇
 - 肺血管抵抗：右室前駆出期／TVI(RV)
 - 0.4-0.6が正常

収縮機能 Global function

正しい断面での評価が大切

- 斜め切り
- 中心を通らない断面
- 心尖部が切れていない　foreshortning

心基部の動き<心尖部の動き

一次元	FS　内径短縮率	僧帽弁直下のけんさくレベル（乳頭筋より少し基部）でのMモード	拡張終期径←収縮終径（収縮終期：T波が基線にもどったところ）内臓から内臓　leading edge-leading edge	正常値：30-50%　男2 5－4 3 %　女2 7－4 5 %	観察者でのばらつきは少ないが局所運動低下では相関しない
	壁厚	経胃中部短軸像　拡張終期の中隔、後壁	Mモードではleading edge法　断層像ではtrailing edge-leading edge法	正常：0.6-1cm	
	壁厚増加率			正常：3 0－5 0 %	
	相対壁厚		2×拡張終期壁厚／左室拡張終期内径	0.42以上；求心性肥大0.42以下；遠心性肥大＊正常値　男0.24-0.42　女0.22-0.42	
二次元	面積駆出率	経胃中部短軸断面乳頭筋レベル（or 長軸で乳頭筋を無視してトレース）	（拡張終期面積←収縮終期面積）/ 拡張終期面積×100	正常値：40-60%　男56-62%　女59-65%　（（basal 40%　PMlevel 50%　apex 60%：心尖部が最も動きが大きい	局所壁運動異常では3次元と相関しないことが
三次元	三乗の式による容積	中部食道二腔断面、四腔断面、経胃二腔断面の鍵索レベル	左室容積＝（左室内腔短軸）の三乗　LVを長軸が短軸の二倍の楕円体と仮定	-70ml	拡張した左室容積は短軸がのびて球状になるため過大評価されやすい
	面積計測を利用した容積　単一面楕円体	4 ch　or　ME 2 ch　or　TG2ch	左室容積＝8×（左室長軸断面積）二乗/3π×左室長軸内径		
	面積計測を利用した容積　二断面楕円体				
	エリアレングス法　弾丸の形と仮定した容積　truncated ellipsis法		左室容積＝5/6×左室短軸断面×左室長軸内径		心尖部の内臓境界がよく見えない場合　推奨
	ディスク法　シン普森変法	ME4ch、ME2ch	左室を心基部から心尖部にかけて2 0のディスクの集合体の積み重ねと仮定		局所壁運動異常、心室瘤で推奨　経時的な急性変化の変動を捉えるのは難しい　内腔トレースが小さくなる→左室造影の結果より小さい値となりやすい
	左室重量		左室重量＝0.8×〔1.04×左室長軸内径＋後壁厚＋中隔壁厚〕三乗-左室長軸内径三乗〕＋0.6g	女67-162g　男88-224g　女43-95g/m2　男49-115g/m2	死亡率、心イベントの強力な予後規定因子
	心室圧上昇率　dP/dT		僧帽弁逆流ジェットCWで計測　1m/sと3 m／sの時間間隔＝t　dP/dT=32/t	収縮能の指標　正常：1200以上	収縮能とよく相関する
	組織ドブラ　ローパスフィルター使用　なるべくフレームレートを高くする	4 ch　ME2ch	基部（Sa）　中部（Sm）　通常Sa>Sm　Smが収縮機能をより正確に表す	速度7.5cm/s以上　-5.5cm/s心不全　3cm・s未満は2年以内の死亡リスク上昇	弁輪速度は石灰化、人工弁では難　非同期性をスクリーニングする方法としても
	カラー組織ドブラ				組織ドブラに対して有利な点は空間的情報を利用できる　断層法よりすぐれている点；心内臓をきれいに描出する必要がない　角度に依存する
	ストレイン＝ものの形が変わること→（時間積分）ストレインレート	カラー組織ドブラを利用　2点間の伸び縮みを表す指標である→。速度や変位のように入心臓全体の動きの影響を受けない	＋が青　－が赤　0が緑　正は心筋長の増加　負は心筋長軸の減少		tetheringに影響されない　時間分解能が高い　心臓自体の動きに影響されない
	スペックルトラッキング　ROIの中で「ブロックマッチング法」（似た柄を探す）「オプティカルフロー法」（輝度の勾配を見る）総合して方向性を決める	断層エコーを用いる　開始フレームで動きを解析する部分にテンプレート画像を設定する。テンプレート画像部分の局所領域が次のフレームでどこに移動したかを、テンプレート画像のスペックルパターンが最もマッチする領域を次のフレームで探索することにより推定する			測定時の角度に影響されない

1次元	Pombo法　短径から容積を予測　回転楕円体と仮定				
2次元	FAC　左室乳頭筋中央部レベルでの短軸像で				
3次元	EF　駆出率：正常値50-80%　Mモード計測　Teicholtz法が最も正確　Area length法　左室を弾丸の形と仮定する　心尖部が見えない時にも　modified Simpson法　二腔像、四腔像を用いてディスク総和　米国エコー学会推奨　＊容積：断層法<造影　70mlより大きいと予後が悪い				
4次元	stroke　volume=Area×TVI×心拍数　TVI:時間速度積分値　各心拍で血液が移動				

造影での容積がより正確。断層法では、より小さく計測されることが多い。foreshortning などのため

Regional function	内包運動　normo-hypo-a-dis 定性的				
壁厚増加率　正常：30-50%　円周短縮率	FS、FACは前負荷、後負荷の影響を受ける				
そのほかの収縮能測定方法	dp/dt：MRがある患者で　等容性収縮期に左室圧の上昇する割合を表す　（逆流速度が1m/sから3m/sになる時間）　収縮能の指標　正常：1200以上　1000以下で収縮能低下				
MAPSE mitral annular plane systolic excursion：僧帽弁輪の心尖部への移動　正常>11mm(F) >13mm(M) ※8mm以上正常値としているものも　<6mm：EF 30%未満					
心筋の運動速度：僧帽弁輪の心尖部への速度を　S'>7.5cm/s ~EF>50%　S'<5.5cm/s 心不全					

TEI index(miocardial performance index)：収縮能、拡張能を評価できる　正常：　Tei index<0.4

収縮力低下→IVCT↑　拡張のう低下→IVRT↑

高度僧帽弁逆流、心不全で左房圧上昇すると偽正常化

Wissler Index：駆出前期（拡張終期→大動脈弁解放）／駆出時間　正常値　-0.41　心機能低下で高値

壁張力、壁応力

壁張力＝左室拡張期末期圧×左室拡張期末期半径

壁応力＝壁張力/2×壁厚

- 3Dによる収縮機能評価
 - 利点
 - 実測できる
 - foreshortening なし
 - 正確　再現性
 - 欠点
 - 時間分解能が低い
 - 正常値があまり確立していない　機器によって正常値が異なる
 - 画質が悪いと誤差が大きくなる
 - speckle　tracking
 - 点を追跡
 - 移動距離、速度の計測
 - ストレイン
 - 近接する二点をそれぞれスペックルトラッキングする
 - 種類
 - 長軸方向
 - 短軸方向
 - 円周方向
 - 接線方向
 - global logitudial strain　1 6分割の各ストレインの集合
 - 局所運動
 - 内方運動
 - 同期性
- 3Dモデル　全体像
- 3Dで同期性　内方運動
- ストレイン　各分割の内方運動　心筋収縮率(長軸方向、円周方向)　time to peak

左室同期性

- mモードでの計測　組織ドブラでの計測
 - 中隔と後壁の遅延が130ms以上で重度の左室非同期
 - 65ms以上では再同期置法の効果があることが予測できる

成人におけるサイズ

上行大動脈　2.1～3.1 cm
弓部大動脈　2.0-3.6 cm
下行大動脈　2.0-3.0 cm
大動脈弁弁輪径 1.4～2.6 cm　**弁口面積 3.0～4.0 cm2**
僧帽弁弁輪径　2.7-2.9 cm　**弁口面積 4.0～6.0 cm2**
三尖弁弁輪径　～3 cm 弁口面積 5.0-6.0 cm2
肺動脈弁輪　1.0～2.2 cm　弁口面積 3.0 cm2 (参考)
主肺動脈径 0.9-2.9 cm

右心房：ME4Cにて　長径3.5～5.5 cm、短径2.5～4.9 cm
左心房：ME4Cにて　長径3.4～6.1 cm、短径2.5-4.5 cm
心室中隔 1.0cm以下
右心室：ME 4Cにて　長径（拡張期）5.5～9.5 cm、短径（拡張期）2.2～4.4 cm　壁厚0.3～0.5cm
左心室：ME4Cにて　長径（拡張期）6.3～10.3 cm、短径（拡張期）3.5～6.0 cm　壁厚0.6～1.1cm
心臓　心臓液貯留は<-0.5-2.0 cm で重度

・心移植後は1年生存率85%

・class IV心不全者の1年死亡率は40-50%

計測に関して

◎PISAに関連して

- ・ナイキスト限界を40cm/sに設定してPISA半径が1cm以上なら表面MRである。
- ・ナイキスト限界の調節は、狭径のPISAの外形が平坦すぎると面積は過大評価される。逆に辺縁が高すぎると面積は過小評価される。
- ・逆流僧帽弁はPISAが形成されるときには理論的には閉鎖しているから、PISAの底面は平坦。

◎ベルヌーイ式

- ・簡易ベルヌーイの式は
 - ①正常な弁(低抗がゼロ)や、
 - ②長い管状の狭窄(LVOT狭窄)、
 - ③隙立ってピンポイント状の狭窄(粘性摩擦による損失が大きくなる)にあてはまらない。
 - ・重症貧血、血液粘性の低下は圧較差を過大評価する
 - ・心拍出量の変化は、狭窄弁の圧較差に大きく影響する(圧較差P1-P2＝血液量Q × 抵抗R　より)
 - ・中枢の血流速度が1.5m/sを超えるときは　ΔP＝4√2の2乗　-　V1の2乗）を用いるべきである

◎圧減速に関連して

- ・MSでは疾患がより重症になるほど有効弁口面積が小さくなり、減速時間(DT)は延長する。
- ・ARではその逆に有効弁口面積は大きくなってゆき、DTは短縮する。
- ・圧較差の減速は、DTに比べて血流量への依存が少なく、疾患の重症度としてより好ましい。

つまり <式 220 / PHT> の方が <式 759 / DT> より重症度評価は好ましい。

・他には

- PHT延長する因子　：　拡張機能障害、severe AR(MV前葉の開放を妨げるから)
- PHT短縮　：　LV拡張末期圧上昇(MRなど)、軽症-中等度のAR(LV圧がより短時間で上昇するため)、心拍出量上昇、頻脈、充満障害
- ・MVP後数日はLAとLVのコンプライアンスが変化するためPHTを弁機能評価に使うべきでない。
- ・PHTは機械弁の評価に使うべきでない。

・房室ブロックはMV流入E波に影響するため、PHT法の信頼性をなくす。

・ARの指標としてPHT法を使うとき、僧帽弁疾患があると信頼性がなくなる

◎さまざまな計測に関連して

- ・理論上は前方縁から前方縁の距離で計測を行うのが最も正確である
- ・拡張末期のタイミングはECG上のR波でないし僧帽弁が接合する瞬間
- ・収縮末期は大動脈弁が最初に閉鎖する瞬間、あるいは心室のサイズが最も小さくなった時点

- ・SVを測定するには
 - LVOTは収縮期早期に（ME AV LAX）　　＊VTI(LVOT)の正常値は15～25cm
 - 僧帽弁輪では拡張期中期に(サンブルボリュームは僧帽弁輪のレベルに)