

大動脈弁疾患

1. 解剖
1. 大動脈弁は左冠尖、右冠尖、無冠尖からなり、それぞれの弁尖背部にバルサルバ洞がある
2. 無冠尖は僧房弁前尖と連続する
3. 弁下LVOT→僧房弁弁環の自由端からAV輪に至る左室の肩斗状を占めた部分のこと
4. sinotubular junction (ST junction)・・・バルサルバ洞が上行大動脈に移行する部分のこと
5. 大動脈基部・・・AV輪からST junctionまでの部分
6. 大動脈弁輪径：収縮期大動脈弁尖付着部
7. 弁口面積：1.3-4cm2
8. 二尖弁：ASにないやすい 4尖弁：ARたなしやすい（発症率0.01-0.04％）
1. 先天性大動脈二尖弁
2. 先天性大動脈四尖弁
9. 繊維性部分→刺激伝導系などが入っていて融合縫
10.
2. 大動脈弁の描出
1. 嚕造：近くに見えるview ME短軸 ME長軸
2. 血流：ビームと平行になるように TG長軸 deepTG
3. ME long axis
1. 僧房弁とLVOT評価
2. 僧房弁前尖と付着部を共有する無冠尖、心室中隔側に付着する右冠尖がみえる
4. ME AV short axis
1. 3時方向に左冠尖、8時方向に右冠尖、心房中隔に接する無冠尖が描出
2. 大動脈弁3葉の形態異常を評価
5. ME AV long axis
1. 大動脈弁無冠尖と右冠尖が描出される
2. AV輪、パルサルバ洞、ST junction計測に最適
3. 大動脈弁閉鎖不全でカラードプラーによる重症度評価に用いる
6. TG mid long axis
1. LVOT血流・AV血流と超音波ビームが同一軸になるため、ドプラ検査に最も適する
2. MEでは生じてしまう人工弁術後によるエコードロップアウト、超音波影の影響を受けない
3. Deep TG long axisの代用
7. Deep TG long axis
1. LVOT血流・AV血流と超音波ビームが同一軸になるため、ドプラ検査に最も適する
2. 症例によっては描出し難しい
3. 大動脈弁弁輪径
1. 計測場所
1. ME大動脈弁長軸像
2. 計測の時相
1. 僧帽弁ほどサイズは変化しない
2. AVRのサイジングでは収縮中期
3. 正常値
1. 狭小弁輪＜19mm未満
2. 弁輪拡張＞27mm
4. 同時に計測すべきもの
1. 大動脈弁輪径
2. パルサルバ洞径
3. STJ径
4. 上行大動脈径

大動脈弁閉鎖不全

1. 術前評価のポイント
1. 弁尖の形態
1. 弁尖異常：肥厚 癒合 穿孔 逸脱：リウマチ性、カルシウム沈着、粘液性変性、IE、外傷、二尖弁
2. 弁基部異常：大動脈弁基部拡大（特にSTJ拡大）：解離、動脈瘤、Marfan、慢性高血圧
2. 逆流メカニズム
1. 中心性逆流：頻度が高い
2. 偏心性逆流：大きな弁尖異常、急激な形態拡大、非対称性拡大
3. 重症度
2. 病因
1. 退行性の石灰化（最も一般的）先天異常、大動脈基部の拡大、マルファン症候群
3. 病態
1. 左室への前負荷（逆流による）増加
2. 後負荷（心室増加による）両方が増加
1. 心室の拡張末期増加により壁応力、血液駆出に要する力が増大（ラプラスの法則）
2. 末梢血管抵抗の急激な増加により逆流の程度が小さくなる
4. 急性大動脈弁逆流
1. 心内膜炎による弁尖が裂ける、外傷、急性大動脈解離などによる
2. 急激に左室に容量負荷がかかり代償できず、左室拡張期圧の上昇と高度肺うっ血をきたす
3. 急性AR→左房圧上昇→拘束型拡張障害
5. 慢性大動脈弁逆流
1. 大動脈弁輪拡張、結合組織疾患、粘液腫様変性、大動脈狭窄症に伴うもの（二尖弁、リウマチ性疾患、石灰化変性）などによる
2. 左室への容量負荷に対して左室拡張と左室肥大により代償する。代償できなくなると症状が現れる
3. 通常50歳未満には認めない
4. 推定画像
1. ME AV LAX
2. MEAV SAX
3. TG LAX
1. ビームと血流がほぼ平行 流速を測るのによい
2. 距離はあるので空間分解能は低い
3. M弁置換後（人工弁）ではA弁を観察する唯一の方法
5. 病型分類
1. El Khoury分類 ＊

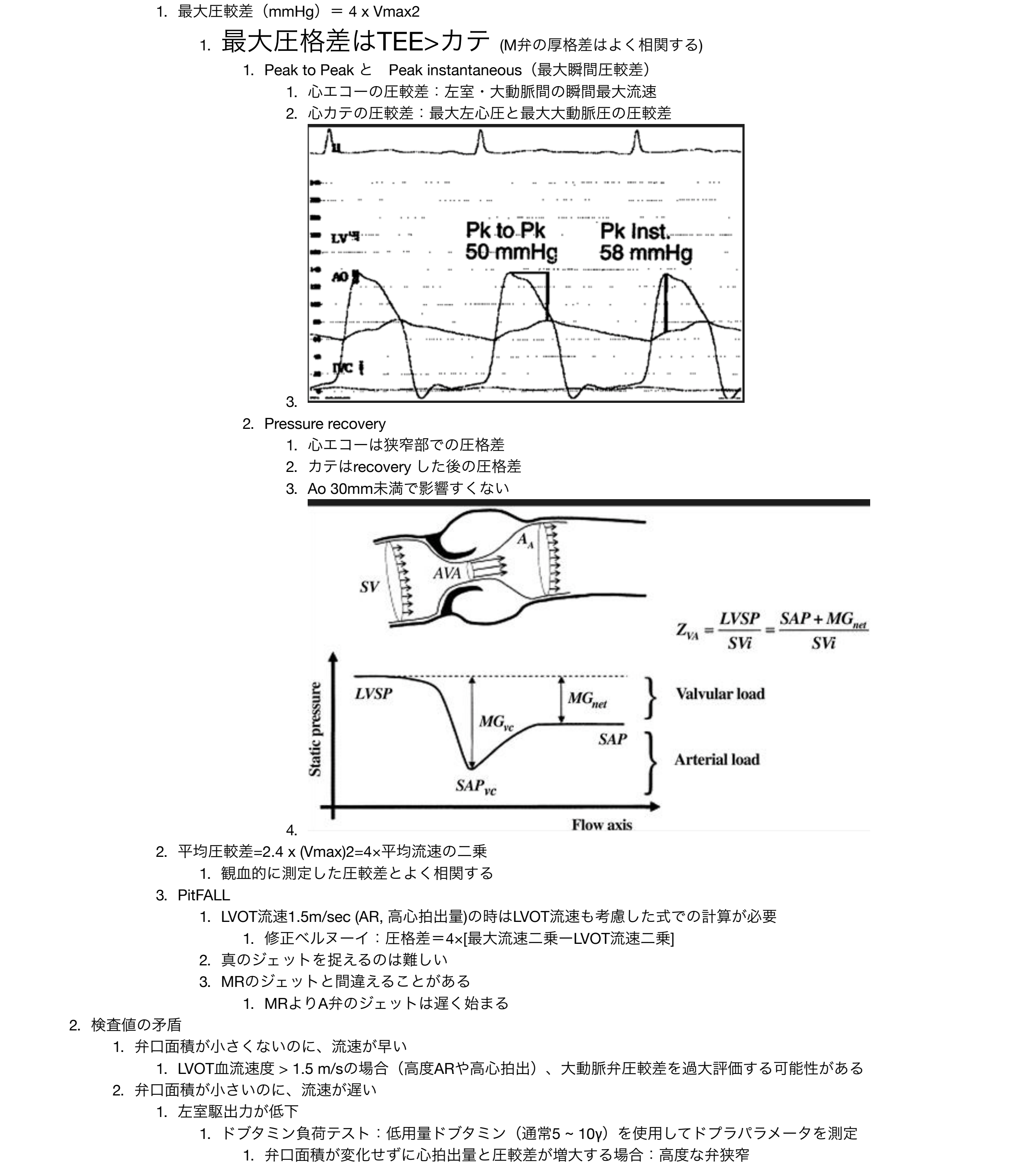
	微小	軽度	中等度	重症	
ARジェット幅/ 左室流出路直径	-25%	25-45	46-64	65-	半定量 ME AV LAX(正確な速度を求めたいわけではないので)弁口面より下1 cmを計測 比較的容易
ARジェット面積/ 左室流出路面積	-4%	4-24 (-30)	25-59	60-	スクリーニング ME AV SAXで逆流の断面積を計測 正確だが難しい
ARジェット深度	左室流出路	僧帽弁前尖中部	僧帽弁前尖先端	乳頭筋部	スクリーニング
縮流帯の幅 (mm)	-3	3-6		6-	半定量 比較的負荷に依存しない
ARジェット波形の減速勾配 (m/sec)			2-	3- 心室収縮が始まる前にM弁が閉鎖 極度では拡張期にA弁が早期開放する	TG LAX, deep TG LAX CW 通常>4 m/s 圧格差 60-80mmHg
圧半減時間 PHT		500-(400-)		-200(-250)	TG LAX, deep TG LAX 左室拡張期圧が高い（心不全、拘束性障害、拡張期脳障害など）と圧が急速に減少し、AR過大評価してしまう可能性がある 短いほど重症
大動脈拡張期血流逆転				汎拡張期逆流	UE aortic arch LAX ASがあると正確さが劣る
左室拡張期直径		-6.0cm		7.5 -cm	
逆流量(ml/beat)		-30		50-	
逆流率（％）		-30		50-	他の弁逆流がないのが条件 左室CO-右室CO-A流量
有効逆流口面積		-0.1		0.3-	

1.
2. Sellers分類⇒大動脈造影で左心室への造形影の逆流をみる。
- | | |
|------|---|
| I度 | 逆流ジェットののみが認められる。わずかに左房は造影されるが速やかに消失する。 |
| II度 | 逆流ジェットを認め、中等度には左房は造影されるが、速やかに消失する。 |
| III度 | 左房が左室と同程度の濃度で造影される。一般に左房はかなりの拡張を示し、造形影は徐々に消失する。 |
| IV度 | 左房が左室よりも濃く造影され、造形影は長時間消失しない。左房の拡張は著明で左室も拡張する。 |
3. 重症度分類補足事項
1. ARジェットで重症度を判断するときは、必ずLVOTとの比で確認する。目視だけでなく過大評価しがちになる
2. 大動脈拡張期血流逆転
3. 汎拡張期逆行性血流を認める場合はsevereと判断
- 大動脈のより遠位で確認できるほど重症度は高い
4. ジェット逆流減速勾配と圧半減時間
1. TG long axisまたはdeep TG long axisで評価
- 大動脈弁逆流が重度なほど大動脈・左室圧較差は速やかに減少する
- 逆流血流の速度減速勾配が急なほど、圧半減時間が短いほど重症である
5. 逆流ジェットの長さは重症度とはふくなく左右されやすい指標
1. 小さな逆流でも到達深度にあまり左右されない指標
6. vena contractaの幅は負荷状態にあまり左右されない指標
7. ARの逆流ジェットが僧帽弁前尖にあたり、解放制限をさくうのせいがある
1. M弁のpremature closure
2. M弁のfluttering
3. M弁のdoming
8. 標準的な血流速度
1. A弁収縮期血流速度：1-1.7m/s
1. 1.5m/s以上の時は左室流出路が相対的狭窄状態が予想される
1. 重症AR、高心拍出量
2. A弁拡張期血流速度：4-5m/s
4. 手術適応 ＊詳細は別項
1. 新ガイドライン：無症状での手術適応が下げられた。
2. 心機能低下基準：EF<50% or LVESD>50mm
3. mildでも他の手術予定あれば手術適応
5. 手術
1. AVP:難易度高く少ない
1. 自己弁温存基部置換とともに発症
2. 二尖弁でも
2. AVR:Bentall手術：基部置換＋弁置換＋冠動脈移植
3. 自己弁温存大動脈基部置換
1. 種類
1. Yacoub remodeling
2. David reimplantation
2.
1. Re-implantation （David手術）もとの大動脈基部を人工血管の中に入れてしまう
1. 成績良い
2. 二尖弁でも同じ成績
3. 術後のAR評価 deep TG LAX
4. 逆流試験：生理的でない
5. Coaptation heightの計測（5mm未満だとダメ
6. AR残存 偏心性は許容できない
7. 冠動脈血流
2. Remodeling（yacoub（ヤクー）手術）複雑な波形の融合線 一回開れたが復刻
1. 長所
1. Valsalvaの形が維持される
2. 融合線が短くなる
2. 短所
1. 遠隔成績があまり良くない 弁輪拡大？再現性に問題？
1. 適応
1. 基部拡大（Valsalva洞 45mm以上） Malfan syn.などでは早めに
2. 閉鎖不全症の有無は問わない
3. 二尖弁も可能
4. 弁せんじの性状が保たれている
5. 弁尖の面積が大きいもの
2. トレンド
1. Valsalva洞の形成
1. valsalvaが動くことで弁が長持ちする
3. 弁輪拡大を防ぐために
1. リング
2. 縫い縮める
3. valsalva graft (堤灯グラフト) 人気
4. 手術の着眼点
1. しっかりと剝離をして大動脈弁を深く内挿する 浅いと成績が悪い
2. 交連部を釣り上げる
3. Arantus bodyを縫い閉じる central plication
4. fee marginをかり縫いするペンを釣り上げる
5. effective height 4-5mm（欧米では）だとよい なるべく高く取るうとしている
6. 左室流出路を占める → ASになっているかも注意する
5. 遠隔成績
1. 25年間でreoperationは10-20年
2. Remodelingの方がreoperationが多い
3. ARは少しずつ出てくる
4. 生体弁よりは期待出来る
1. 生体弁
1. スtent付き生体弁
2. スtentレス生体弁
2. 機械弁
3. 自己弁 Ross手術
6. 人工心肺：冠動脈口から直接心筋保護＋逆行性心筋保護
7. 弁置換後の評価
1. 推定画像
1. ME AV SAX 弁輪を観察
2. ME AV LAX 人工弁のすわり 固定 リークは人工弁自体によって見えにくい
3. deep TG LAX
2. 弁環の可動性
3. 弁周漏逆流
4. 血流 圧格差はある程度このが正常

(St.Jude弁では、大動脈弁最大血流速度2.5m/s, 平均圧格差14.4mmHgまでは正常)

大動脈弁狭窄症

1. 疫学
1. 65歳以上ではCABGを除くとASのAVRが最も多い
2. 病態
1. 進行性
2. 後負荷増大→求心性肥厚→代償の破綻
1. 拡張機能不全
2. 心房拡張
3. 冠血流予備力低下
3. 症状
1. 心不全
2. 失神
3. 狭心痛
4. 評価のポイント
1. 嚕造、形態
1. 弁尖：石灰化の部位、可動性、癒合
2. 弁輪部：石灰化
3. 僧帽弁尖までの場合割るとMRIになることが
2. 基部径の計測
1. 弁輪径 Valsalva洞径 STJ径 上行大動脈径
2. 弁輪一旦動脈開口部開径
3. LVOT径：収縮中期に計測
4. LVOT流速：A弁に近すぎると吸い込み血流を測定してしまう。0.5-1cm離す
5. ASjet 流速
6. A弁性状



7. A Sの術中評価
- 19mmの生体弁が入るか
-
- 術前評価で17mmとの診断
⇒ どこまで石灰化は削れる？
弁輪径＞STJ径は、植え込みに難
8.
9. Nucj法：1 サイズアップ 簡便
1. MR
2. 房室結節障害
10. Manouguian法：2 サイズくらいアップ
1. MR
11. Konno法：侵襲大きい
1. 左肺前枝ブロック
3. ASの病因
1. 粥状硬化性変性(60％)65歳以上のほとんど]
2. 二尖弁10％[30～50歳でのAS]
1. 石灰化
2. 右冠尖、左冠尖の癒合が最も多い
3. 二尖弁は上行大動脈拡大が起こりやすい
4. 冠動脈口の位置異常
3. リウマチ性(30％)疾患など
1. 交連部癒合
2. 弁尖が厚くなって短縮
3. 僧帽弁疾患も合併
4. 右冠尖がもっとも影響されやすい
5. 石灰化：全体が厚い ころれんぶ逆流の原因
1. ほうちの邪魔になり周囲筋癒合のし
2. 除去により刺激伝導系障害
3. 除去時に隣接部損傷 →しゅんと
6. 流出路の狭り出し
1. 圧格差逆転
2. SAMになる場合も
4. 心臓肥大により後負荷が増大するため求心性心肥大によって代償する。左室コンプライアンスは低下し、より高い前負荷が必要となるため左心房圧が上昇す
5. 重症度評価
- | 大動脈弁狭窄 | 軽症 | 中等度 | 重症 | |
|--|------|-------|-------------|---|
| 最大流速 (m/s) | -3 | | 4.5- (4.0-) | 推奨 |
| 平均圧格差 (mmHg) | -25 | | 50-(40-) | 推奨 |
| 大動脈弁口面積 (cm2)
正常：2.5-3.5 | 1.5- | | -0.75(-1.0) | 連続の式から計算：推奨
プランimetリー：解剖学的弁口面積/EOAはばらつきあり、石灰化で計測できない |
| 左室流出路TVI/大動脈弁TVI velocity ratio (左室流出路ピーク流速/大動脈弁ピーク流速) | | -0.25 | | 1回拍出量と無関係 |
1. 圧較差評価
1. 大動脈弁血流速度Vmax (m/sec) を測定し、ベルヌーイの式から圧較差を測定する
1. 最大圧較差 (mmHg) = 4 x Vmax2
1. 最大圧格差はTEE>カテ (M弁の厚格差はよく相関する)
1. Peak to Peak と Peak instantaneous（最大瞬間圧較差）
1. エコーの圧較差：左室、大動脈間の瞬間最大流速
2. 心カテの圧較差：最大左心圧と最大大動脈圧の圧較差
-
3.
2. Pressure recovery
1. 心エコーは狭窄部での圧格差
2. カテはrecoveryした後の圧格差
3. Ao 30mm未満で影響すくない
-
4.
2. 平均圧較差=2.4 x (Vmax)2=4x平均流速の二乗
3. 弁輪L 親血性に測定した圧較差より正確
3. PtiFALL
1. LVOT流速1.5m/sec (AR, 高心拍出量)の時はLVOT流速も考慮した式での計算が必要
1. 修正ベルヌーイ：圧格差=4x[最大流速二乗—LVOT流速二乗]
2. 真のLVOTを捉えるのは難しい
3. MRのジェットと間違えることがある
1. MRよりA弁のジェットは遅く始まる
2. 検査値の矛盾
1. 弁口面積が小さくないのに、流速が早い
1. LVOT血流の流速 > 1.5 m/sの場合（高度ARや高心拍出）、大動脈弁圧較差を過大評価する可能性がある
2. 弁口面積が小さいのに、流速が遅い
1. 左室駆出力が低下
1. ドプタミン負荷テスト：低用量ドプタミン（通常5～10μ）を使用してドプラパラメータを測定
1. 弁口面積が変化せずに心拍出量と圧較差が増大する場合：高度な弁狭窄
2. 心拍出量の増大とともに弁口面積が増大する場合：狭窄よりも心筋の疾患が疑われる(Pseudo AS)
2. 無次元指数は：
1. 左室流出路TVI / 大動脈弁TVI比率
2. 左室流出路ピーク流速 / 大動脈弁ピーク流速比率
1. < 0.25の場合に重症狭窄と判断
3. 人工弁置換後で弁輪径が計測できない場合にも使用される
3. 心機能低下のASは心機能正常のASより術後の予後はよい
4. 弁置換によって心機能も改善しうる可能性がある
3. 弁口面積評価
1. 心カテでの標準的方法：ゴーリンの式
1. 弁口面積=心拍出量 / 44.3x収縮期駆出時間x平均圧較差
2. プラニメトリ法：
1. ME AV short-axisで面積を直接測定する
1. 利点
1. 心拍出量が小さい、大きい場合には心カテで使用するゴーリンの式よりも正確
2. [欠点]
1. ゲインの設定が低いと弁口面積を過小評価
2. 設定が高いと弁口面積を過大評価してしまう
3. 石灰化が著名な場合には正確に測定できない
3. 連続の式による測定：
1. TVG 面積を測定する際に、半径は大動脈弁付着部で測定する
2. TG LAX、Deep TG LAX
3. TVIの求め方
1. Pti：大動脈弁と左室流出路(弁直下,LVOTを回ったレベルにサンプルボリューム)で速度測定
2. CW：double envelope法
1. 程度の高い速い流速の部分はLVOTにおける流速を表し、程度の高い速い流速の部分はAVIにおける流速を表す
2. エンベロープのピークが真のピークより高くなることもある
4. 連続の式：AVA= AreaLVOT x TVILVOT / TVI AV
1. TVIのかわりに最大流速を使うこともあるが理論的にはTVIが相関する
5. 不整脈
6. Pti fall
4. 手術適応 ＊詳細は別項
1. 重症度評価が一致しない
1. Low flow low gradient AS：ドプタミン負荷試験で判断
2. Paradoxical Low flow low gradient AS:球嚢性肥大により一回拍出量が低下（< 3 5 ml／回）
3.
4. 無症状でも最重症、LFLGについて手術適応が広がった
5. 手術術式
1. AVR:交連切開
2. 経皮的AVR:TAVI
1. ハイスリク症例増加
2. AVR死亡率<4%
3. 30-40％は手術にまわっていない！
3. AVR：適切な弁口面積の確保が必要
1. 機械弁の進化
2. スtentレス生体弁の登場：基部ごと取り換える
3. 弁輪上移植：1 サイズ大きくできる
4. 弁輪拡大術
5. Apico aortic bypass：LV心尖部から大動脈にbypass
6. 手術トランプル
1. PPM
1. EOA(有効弁口面積指数) =EOA/BSA
2. 有効弁口面積指数<0.65のとき高度不適合と判断 <0.65で狭窄症状で >0.65で正常
1. CPB前後
1. 心臓肥大→心筋保護が不十分になりやすい
2. 心筋保護
1. 特にlow flow low gradient ASで大事
2. 逆行性心筋保護
1. 中心静脈への流入
3. 順行性心筋保護
1. short LMTでちらかの枝のみに心筋保護行きやすい
2. 交連部近くに起始：ステントポストと繰り返す
3. 右冠動脈が高い位置：収縮期閉鎖の位置を工夫しなくてはならない
4. calcの中に見えるカラーはアーチファクトなので注意
5. カニュラを押し付けると冠動脈弁離れが起きる可能性がある
4. 人工弁挿入後に冠動脈血流を確認
3. CPB離脱時の評価
2. 人工弁機能の注意
1. 冠動脈閉鎖障害
1. 冠動脈とがぶらないようにするため、ピボットがNCC中央部—RCC,LCC交連部になるようにする（ピボットはLVOT側であり、直接冠動脈口閉鎖することはないが血流が不安定になりやすいため）
2. 圧格低下
1. 残存するの直接圧までは正常 2.5 (3) m/s、PG< 2.0 は正常
2. 単軸像で血流が大きく見えればOK
3. 逆流
1. trans
1. 機械弁で1 0 0％、生体弁で3 0％で正常でも見られる
2. 多量だと異常
2. para
1. 全て異常
1. 縫着完成度 paravalvular leakage リスク：石灰化、狭小弁輪、LMT走行部付着、刺激伝導路走行部付着
2. プロタみんで減少する可能性
3. trans+paraが見分け方
1. 吹き方
1. pericカフの外側から変異して吹く
2. trans：まっすぐ吹く
2. 高輝度の部分と逆流の位置関係を目安にする
1. 高輝度に映るのは
1. 手前：カフ
2. 奥：弁輪
3. リングと逆流の位置関係
1. リングをまいて映るのは per
4. 二弁置換：心尖部とユーでないといけない
4. 機械弁：stuck valve
5. 傾斜縫着：perivalvular leakage,冠動脈口閉鎖のリスク
6. MR発生
7. 刺激伝導路障害 NCC直下、NCC-RCC直下
8. 大動脈下狭窄：大動脈弁下の線維帯によるLVOT狭窄 薄い膜
1. 特徴的所見：弁直下からのカラーが突然出現
2. CWはUshape
8. ス＝チャプリンジャミング