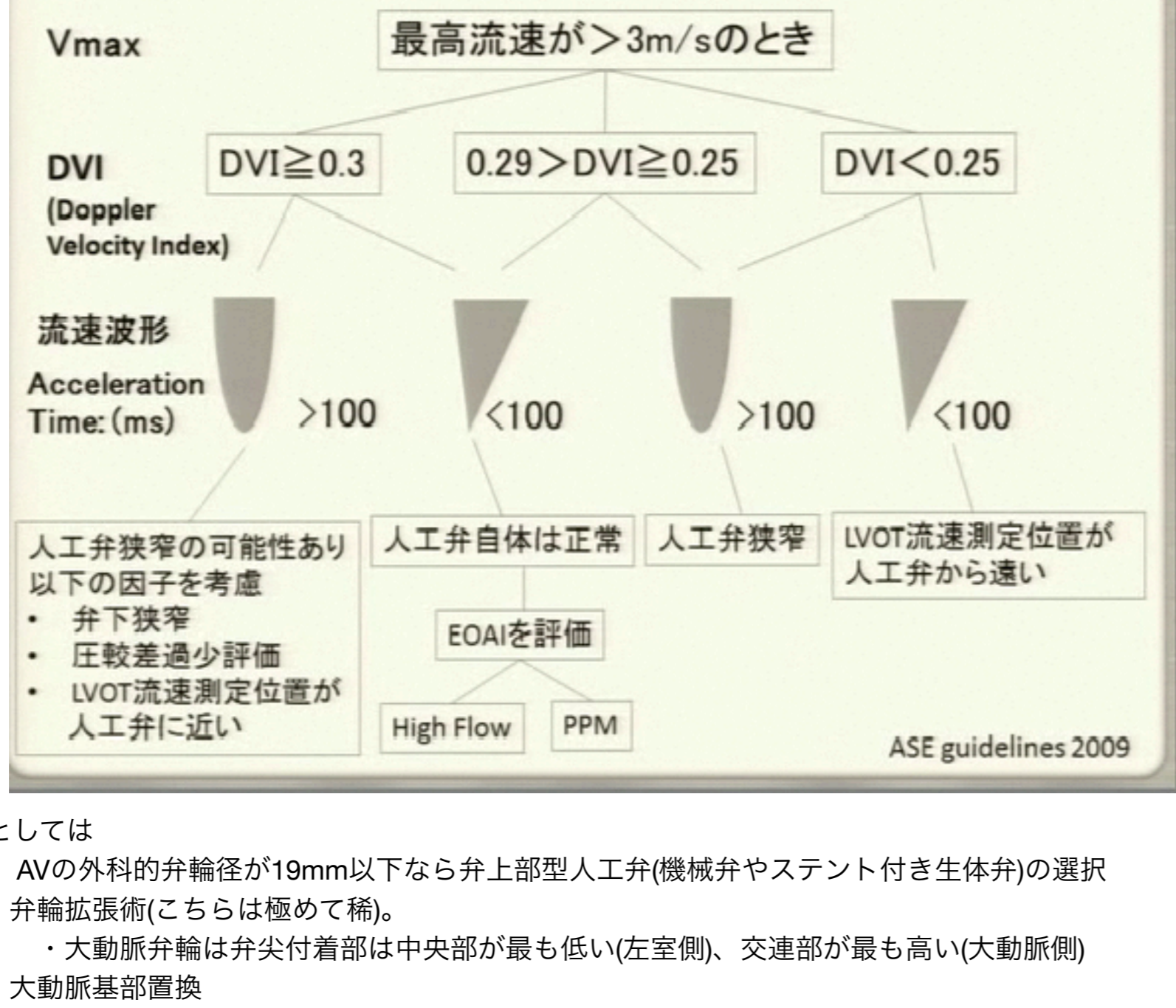


人工弁

- TEEでできること；TTEよりも弁に近く観察が得意
 - 植え込み前の自己弁の評価
 - 弁葉、occluder機構の判別；人工弁機能不全の診断
 - 弁座の異常運動、脱落；人工弁機能不全の診断
 - 人工弁の沈着、石灰化、パンヌス、血栓形成；
 - 正常なリーク、異常な弁口逆流、弁周囲逆流の判別；人工弁の機能不全の診断
 - 圧格差、人工弁の有効弁口面積の測定；人工弁患者不適合の評価
- 人工弁の特異性
 - 人工弁、生体弁の金属、高分子化合物は超音波を透過しない；非常に強い反射、速くのもが見えない。
 - 送信ゲインを下げる
 - トランスデューサ位置の工夫
 - A弁位の人工弁の観察
 - ME AVLAX；縫合輪がじゃま
 - TG LAX、DEEP TG LAXなら
 - M弁位の人工弁
 - 弁葉の動きはME LAXでよく観察できる
 - 心室側の観察にはTG
 - 弁が血流の方向を変える
 - ゲージ型ボール弁、ゲージ型ディスク弁ではベルヌーイの法則は使用できない
 - 二葉弁、傾斜ディスク弁では層流だからベルヌーイの法則使える。
 - 種類
 - 機械弁（大部分が二葉弁）
 - 機械弁は生体弁よりも耐久性に優れる（耐久年数20年）が、血栓形成しやすいため術後に抗凝固療法が必要となる
 - 超音波が通らないため、超音陰影、多重反射を生じる
 - サイズ：閉じている時に測る
 - 僧帽弁のサイズジグ
 - MV位は27-31mmが多い。
 - 収縮期 交連間距離、前後径から求める 弁輪拡大は前後径にでる 収縮期/拡張期で弁輪の形は大きく変わる
 - 大動脈弁のサイズジグ：
 - AV位は19-23mm、
 - 拡張期 18mm以下で狭小弁輪 27mm以上で弁輪拡張
 - supra annular position:サイズアップ可能 冠動脈閉塞に注意（特に生体弁）
 - 種類
 - St.Jude弁；二葉：中心（副流）、側方に2つ（主流）。→1本の中心性逆流(built in)と、2本の側方逆流
 - 平均圧格差20mmHgくらいまでは正常
 - Bjork-Shiley弁；傾斜ディスク弁
 - A弁位またはM弁位に
 - ディスクが傾くことで大きさの異なる2つの開口部
 - 2本の不均等な側方逆流
 - 弁座の大きさに比して有効弁口面積が大きい
 - Medtronic-Hall弁；大きな中心性逆流
 - Starr-Edwards弁；ボールゲージ弁：
 - 2本の側方逆流 初めて成功した人工弁
 - 長軸像でもよく観察できる
 - ボールと支えの間に血流が見える
 - ゲージ型ディスク弁
 - 長軸像でもよく観察できる
 - 弁を通る血流が多方向で弁口面積、圧格差等の評価ができない
 - 生体弁
 - 10年程度で特に若年者での劣化激しい
 - 抗血小板薬不要
 - 適応
 - 妊娠の可能性ある女性 65歳以上
 - 生体弁の使用が増えてきている 耐久年数の増加により
 - 種類
 - ステント付き生体弁
 - フタ・ウシ異種生体弁を布で覆った縫合輪（sewing ring）付きワイヤーフレーム（stent）にマウントして作られている
 - 大動脈弁、僧帽弁位、三尖弁位
 - 支柱は下流側へ伸びる
 - 閉鎖時の小さな逆流があることも
 - 植え込み直後の中心性弁口逆流ジェットは時間とともに軽減する
 - SVD(structural valvular deterioration)による耐久性(12-15年)の問題あり。
 - MV位では5年後から、AV位では8年後から。弁閉鎖時にMV位の方が高圧がかかるので早い。
 - 置換時の年齢が低いほどSVDのリスク高い。
 - 三尖弁は低圧のためSVDは問題にならない。むしろ血流遅く機械弁だと血栓できる。
 - ステントレス弁（フリースタイル弁）：有効弁口面積を大きく確保できる。弁の圧格差が小さく、自己弁と同じような層流
 - ワイヤフレーム、弁座、縫合輪などはない
 - 大動脈弁位
 - 大きな有効弁口面積が得られる。
 - 自己弁輪が20mm以下の場合に有効
 - 弁輪、基部拡大による逆流をきたしやすい
 - 自己弁とほとんど区別がつかない
 - 直後にはごく軽度の中心性大動脈弁逆流
 - SVDの発生はステント付き生体弁とほぼ同様。
 - ステント付き生体弁より縫合が難しい。
 - nativeの冠動脈を残して大動脈基部内に挿入するsubcoronary法による
 - 大動脈弁置換術が多くおこなわれている。
 - ホムグラフィ
 - 心臓死ドナーから。
 - 抗感染性と血栓性に優れる。
 - 自己弁と判別はできない
 - 大動脈弁にのみ使用
 - その他
 - 透析患者ではカルシウム代謝異常のため生体弁は原則禁忌。
 - 同じ径なら有効弁口面積は機械弁の方が大きい
 - 人工リング
 - 三尖弁にはAVnodeあるのでfullリング使用しない
 - 術式
 - A弁
 - supra annularが一般的
 - M弁
 - 前線は切除、後尖は温存することが多い
 - 石灰化除去はやりすぎ注意
 - intra annularpositionが一般的
 - 二葉弁の装着方向
 - M弁位
 - antianatomical configuration 人工弁の弁尖の開閉方向がnarativeの弁尖と直行；僧帽弁では後尖を温存することが多い、左室流出路の血流障害にならないように
 - anatomical configuration 人工弁の弁尖の開閉方向がnarativeの弁尖と平行
 - A弁位 2枚のディスクがMV前尖と
 - 平行するparallel configuration と
 - 直行するperpendicular configuration がある。こちらがよく用いられる。
 - 左冠動脈からなるべく速く流れるようにする(特にステント付き生体弁で支柱が大動脈側にあるので、閉塞の可能性もある)。
 - 機械弁でもピボットガード部で血流が不安定になるので、こちらが好まれる。
 - 機械弁TEE観察ポイント
 - ディスクの動き；断層像で2枚のディスクの開閉を確認
 - 僧房弁位の人工弁評価にはME long axisが有用
 - 大動脈弁位の人工弁はME long axisで超音陰影によりdropoutしてしまうため、TG long axisやdeep TG long axisで評価
 - 弁がきちんと収まっているか
 - 弁周囲逆流 後述
 - rocking
 - 主な原因
 - 直後；自己 弁の高度石灰化
 - 晩期；人工弁感染
 - 逆流
 - 正常な血流パターンと異常弁口逆流・弁周囲逆流
 - 二葉弁の正常エコー所見
 - ディスク開放時に弁口を通る順向性中心流
 - ディスク閉鎖時に数条の小さな逆流ジェット（二葉弁ではヒンジ部から少量の逆流が起こるように設計）built-in 逆流ジェット、閉鎖時逆流closing volume
 - 閉鎖後のリーク；弁上流の血流鬱滞と血栓形成を防止する役割。
 - 生理的逆流ジェット
 - ①短く細く
 - ②持続時間が短く
 - ③対称(二葉機械弁)
 - ④層流で速度遅い
 - ⑤フローのうちの10%が生理的逆流。
 - transvalvular leakage弁口逆流
 - 機械弁での主な原因；二葉弁の一方のスタック
 - 弁の閉鎖を妨げる組織の遺残
 - 縫合糸
 - ヒンジ内のカス
 - 生体弁での主な原因
 - 石灰化
 - 穿孔
 - 亀裂
 - 逸脱
 - 心内膜炎に伴う破壊
 - ステント付き生体弁では通常は人工弁内の逆流は認められない。25mm以上の生体弁ではleakage 少量は正常
 - ステント付き生体弁の弁輪内逆流は基本的に再ボンプでの修復が必要
 - perivalvular regurgitation（弁周囲逆流）は常に異常所見；人工弁感染による脱落等
 - 原因
 - 縫合輪が十分に固定されていないとき
 - 縫合輪の脱落 多くは感染等が関与 rocking
 - 人工弁後の術外から起し、心腔壁に沿って流れる偏心性逆流ジェットが特徴
 - 弁置換後の術中発見20%程度との報告あり
 - リスク
 - ①高齢
 - ②BSAが小さいこと
 - ③弁変性疾患
 - ④生体弁による置換
 - 好発部位；石灰化部分、特に冠動脈開口部（LCC弁輪舞）、His 束付近（NCC—RCC交連部）
 - 特に冠動脈開口部やRCCとNCCの間のHis束が走行する部位では、石灰化病変の取り残し易く、縫合時に組織に深く糸をかけられないためリークの原因となることがある。
 - CPB離脱時の小さな弁周囲逆流の多くはプロタミン投与後に消失する。
 - ジェット幅が4mm以上の中等度以上の逆流や溶血の危険性が高い逆流の場合は、リスクを考慮してやり直す場合も。
 - 流速<3 Vena contracta 4mm未満であれば消失することが多い、残存しても増悪することは少ない
 - 発熱患者に弁周囲逆流+rocking 感染性心内膜炎s/o
 - 傾斜ほう着→perivalvular leakage、冠動脈閉鎖のリスク因子
 - 弁圧格差、有効弁口面積
 - ベルヌーイを用いると過大評価してしまう
 - pressure recoveryによるもの可能性も
 - 血液希釈、カテコラミンで心拍出増加により
 - 圧半減期；適用できない
 - 連続の式；COに依存しない。
 - 平均流速の測定
 - 比での指標
 - 大動脈弁位；ダブルエンベロープ法 doppler velocity index
 - LVOT流速/Ao流速<0.35；人工弁の狭窄
 - 僧帽弁位
 - MVのVTI/LVOTのVTI>2.2；人工弁の狭窄
 - 正常値
 - それぞれの弁で弁輪サイズに応じた正常値がある
 - 圧格差
 - MV位では最大圧較差は10mmHg、3-4
 - AV位では20-30mmHg程度存在
 - 有効弁口面積
 - 僧帽弁位；1.4-3cm²
 - 動脈弁位；1-2.5cm²
 - 最大血流速度
 - MV位で2m/sec以下
 - AV位で3.5m/sec以下 正常でも2.5m/sec前後
 - 二葉機械弁では、中心血流は周辺より速いので注意。
 - 人工弁患者不適合 PPM
 - 患者にとって過小の人工弁を植え込むことで血流障害が起きる
 - ステント付き生体弁では50%以上にPPMが起こるとする報告も。
 - A弁位
 - EOAI（有効弁口面積指数）=EOA（人工弁の有効弁口面積（cm²））/BSA（体表面積）
 - EOAI<0.65のとき高度不適合と判断
 - EOAI<0.85で狭窄症状でる
 - EOAI>0.85で正常
 - 高齢者では0.85未満でも問題ないことが多い
 - オーバーサイズでの問題も
 - *自己弁のEOAIが0.90以下ならmoderate ASであることに由来
 - *ちなみにMV位では1.2以下で有意
 - 中等度1.1-1.5、重度は1.0以下とする分類がある
 - EOAIは圧較差と指数関数的に相関。0.85以下だと急激に圧較差が大きくなる
 - DOI=LVOTの血流速度/大動脈弁位の血流速度
 - 正常値0.3以上
 - <0.25：人工弁狭窄を疑う
 - *LVOTで吸い込み血流を拾うと過大評価
 - [大動脈弁位人工弁の重症狭窄] 左室流出路TVI / 人工弁通過ジェットTVI < 0.25
 - acceleration time AT: 80-100ms以上は弁狭窄を疑う
 - 最大血流速度 大動脈弁位：3-3.5m/s以上 狭窄あり



- 対応としては
 - AVの外科的弁輪径が19mm以下なら弁上型人工弁(機械弁やステント付き生体弁)の選択
 - 弁輪拡張術(こちらは極めて稀)。
 - 大動脈弁(こちらは弁尖付着部は中央部が最も低い(左室側)、交連部が最も高い(大動脈側))
 - 大動脈基部置換
 - 有効弁口面積は、連続の式で求める。圧半減時間(弁口面積の過大評価の可能性)、プランメトリー法は用いない
 - 大動脈弁輪径は収縮中期に大動脈弁が最大解放したときに計測** 閉鎖位でという記載も弁上部=弁サイズ+5-6cm
- M弁位
 - [僧房弁位人工弁の重症狭窄]人工弁通過ジェットTVI / 左室流出路TVI > 2.2
 - 最大血流速度 僧帽弁位：2-2.5m/s以上 狭窄あり
 - PHT 僧帽弁位で 220以上なら狭窄（人工弁にPHTを使うことが正確とはいえないが）
- 血栓とパンヌス
 - M弁スタックバルブの原因は感染によるパンヌス、血栓がほとんど
 - A弁位でのスタックバルブはまれ
 - 人工弁に付着した高輝度なパンヌスによって、人工弁の開閉が妨げられる
 - 血流速度の高いジェット血流と人工物の衝突による
 - CPB離脱直後；左室血流が不十分で一時的にスタックすることがある。左室血流増加で解除
 - 血栓は狭窄病変におおい、沈着は逆流病変におおい
 - 人工弁植え込み後3-6月に発症し、死亡率は20-80%に達する
 - 沈着、人工弁脱落、弁輪部膿瘍によって診断
- 合併症
 - MVR合併症
 - M弁再置換では繊維性結合が少なくなる→大動脈逆流
 - 冠動脈障害；M弁周囲には回旋枝がある
 - LVOTO/LVOTS(stenosis)
 - MV位の生体弁置換後；生体弁のストラットが長すぎるか向きが悪い。患者の前尖が不適切に残された場合など。エコーではAVが収縮時に震えるような動き。
 - 左室破裂、右室穿孔；MVRでは弁輪部、特に後尖。
 - A弁合併症
 - ブロック；
 - NCC、NCC-RCC交連部でHIS束障害、
 - 弁輪拡大
 - Nikko手術で左前枝ブロック
 - Nikko手術で房室結節障害
 - 膜性心室中隔；心室中隔穿孔
 - 僧帽弁逆流；NCC、LCC付着部弁輪に対する影響 特に弁輪拡大行った症例で。
 - 置換動脈 冠動脈閉鎖
 - リスク
 - 弁輪-左冠動脈口間距離が短い
 - 狭小弁輪
 - 弁輪上移植
 - ステント付き生体弁の使用；ステントが大動脈側にくるので
 - ROSS手術などの冠動脈移植
 - 空気イザン；心尖部、左房全面、左シンジ、右上肺静脈、バルサルバ洞心筋内air
 - LVOTO/LVOTS(stenosis)
 - AV位；多くは前負荷/後負荷不足、過度のカテコラミン、左室肥大 → HOCM時と同様の対応を。
 - 左室破裂、右室穿孔；AVRでは右冠尖(IVS)とつながっているため右室穿孔する)付近に注意