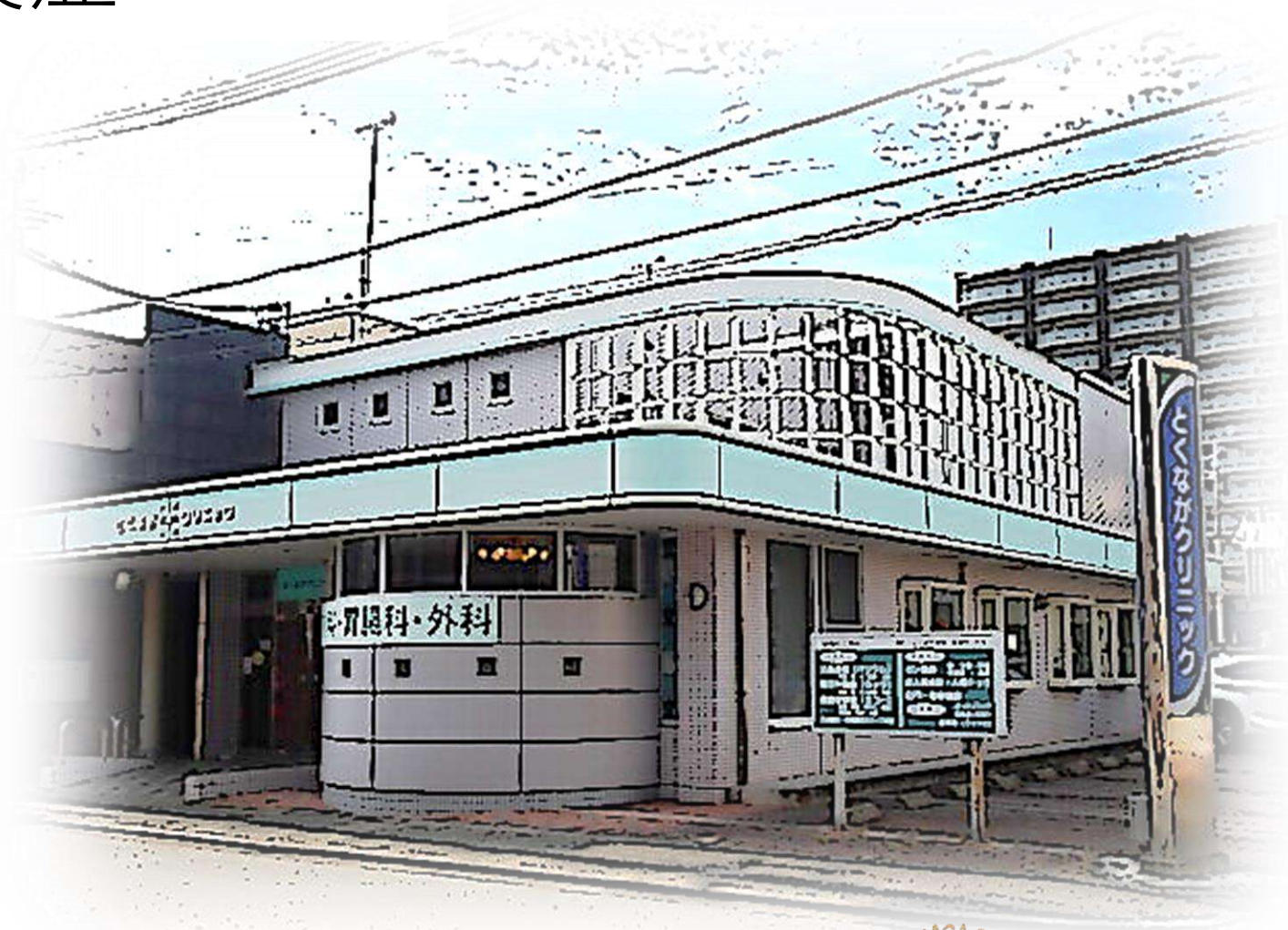


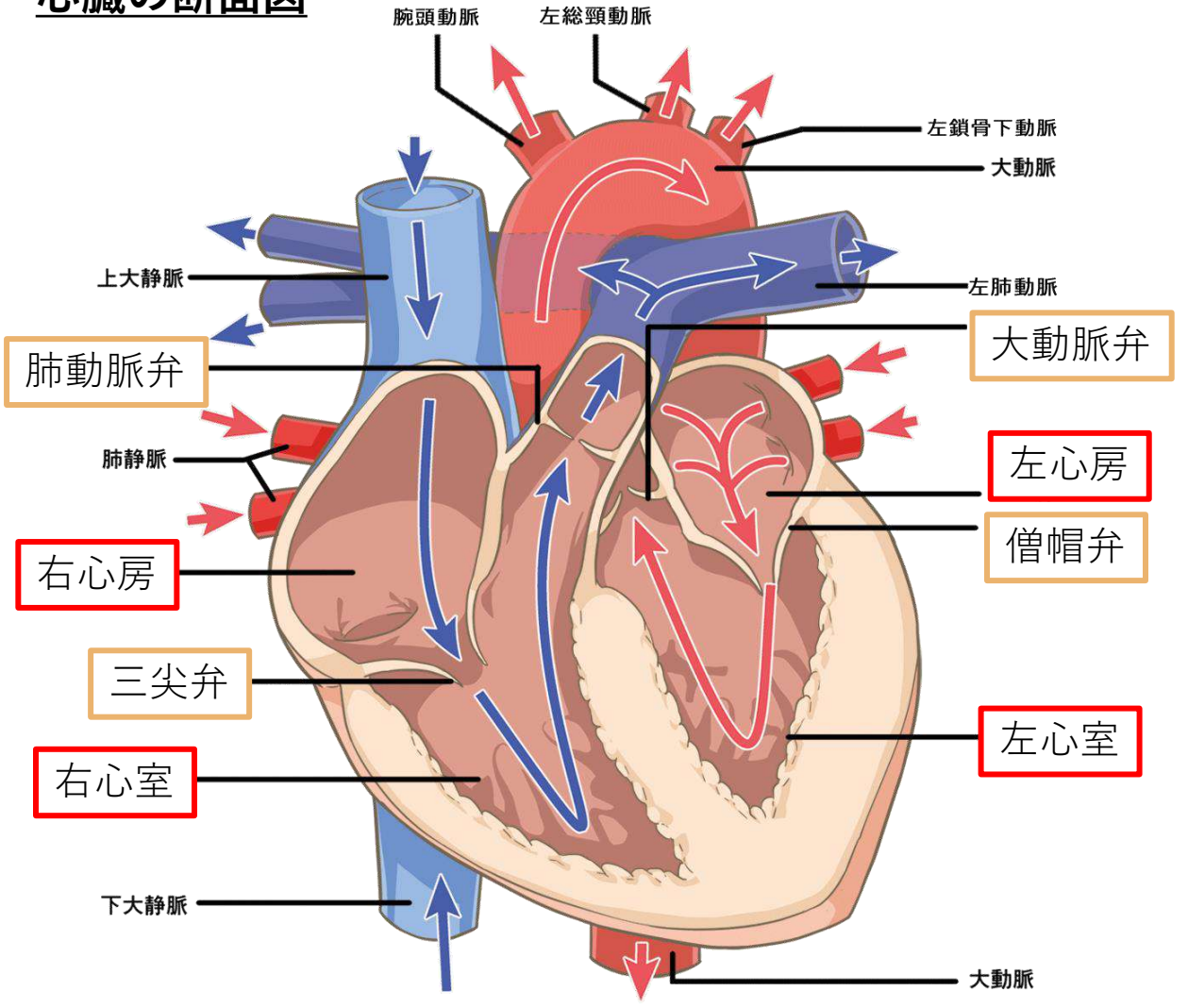
心臓弁膜症



内科
とくなが胃腸科クリニック
外科

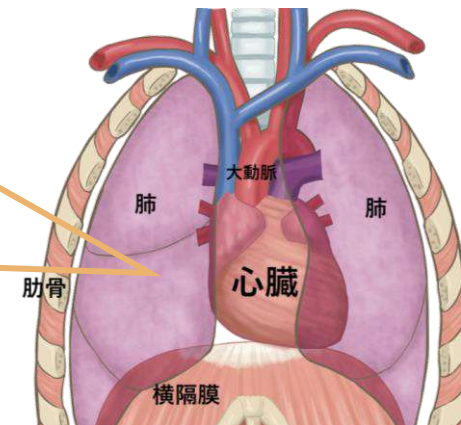
心臓の働きについて

心臓の断面図



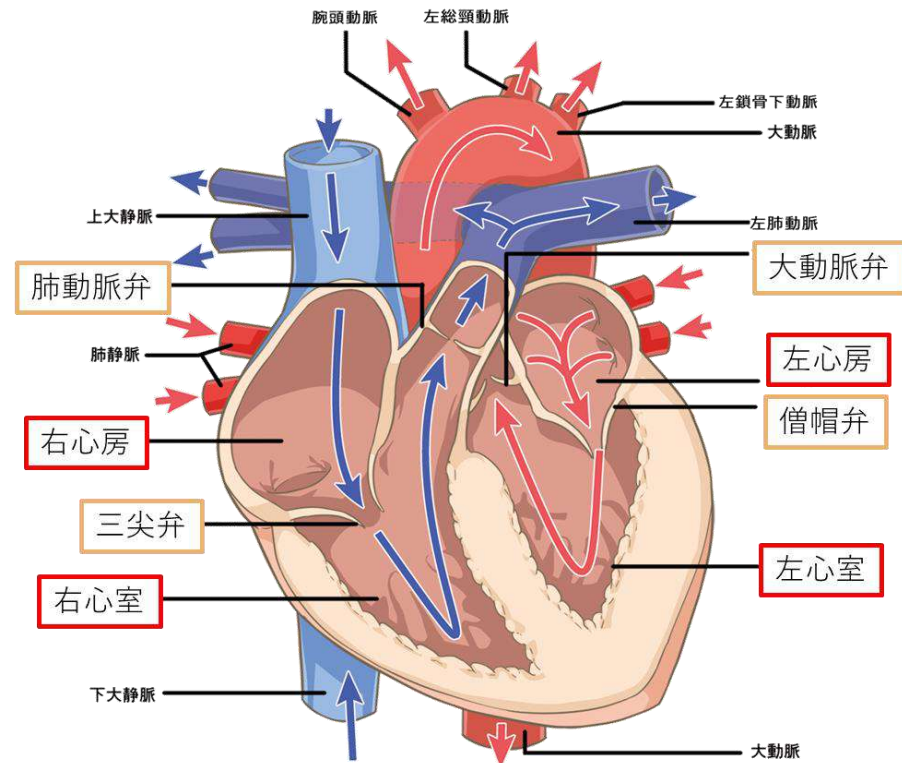
心臓は胸の中心やや左側に位置する臓器

- 全身に血液を送り出すポンプの役割。
- 右心房、左心房、右心室、左心室の4部屋で構成。
- 三尖弁、肺動脈弁、僧帽弁、大動脈弁が4部屋を隔てる。
- 4つの弁は心臓の動きに合わせて開閉、血液の逆流を防ぐ。
- 左心室→大動脈→全身→右心房 の順で全身を血液が循環。
- 右心室→肺動脈→肺→左心房 の順で肺を血液が循環。



心臓弁について

心臓の断面図

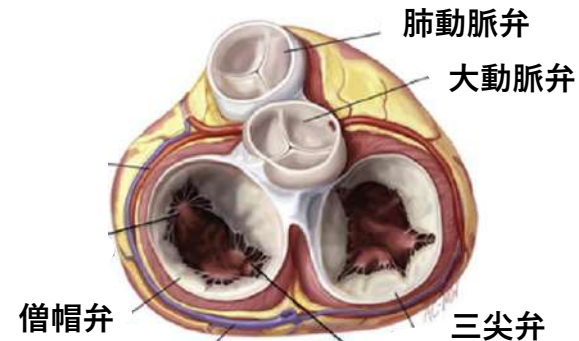


左心室の 入り口が**僧帽弁**、出口が**大動脈弁**。
右心室の 入り口が**三尖弁**、出口が**肺動脈弁**。

三尖弁、肺動脈弁、僧帽弁、大動脈弁が4部屋を隔てる。

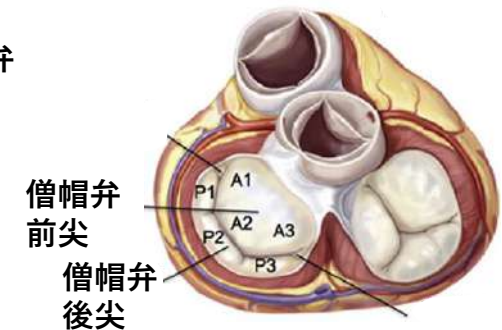
- 心臓は1分間に5リットルの血液を運ぶポンプの役割。
- それぞれの弁は1方向にのみ開口し、逆方向には流れを遮断する。

心臓が膨らむ時
(全身、肺から血液を集める時)



僧帽弁、三尖弁が開く。
(心室の入り口が開く)

心臓が縮む時
(血液を全身、肺に送り出す時)



大動脈弁、肺動脈弁が開く。
(心室の出口が開く)

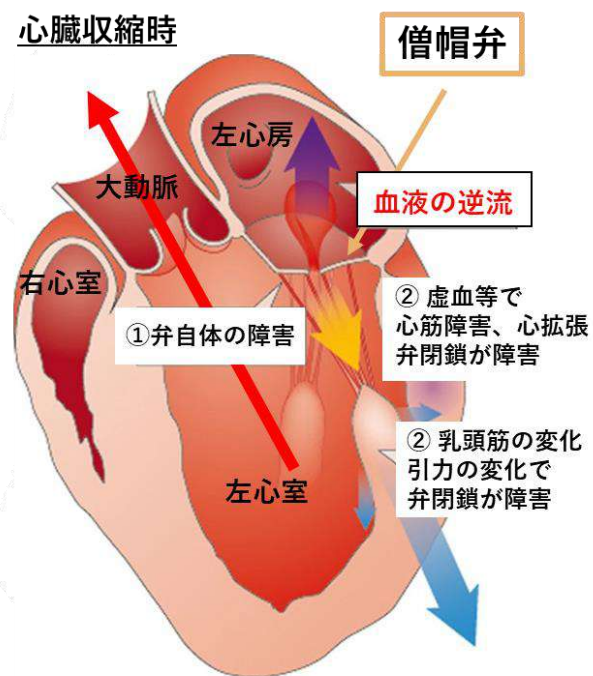
弁膜が壊れてしまい効果的な開け閉めができなくなる病気が**心臓弁膜症**。

- ① 弁が十分に開かなくなる → **狭窄症**
- ② 弁の閉まりが悪くなる → **閉鎖不全症**

心臓弁膜症とは

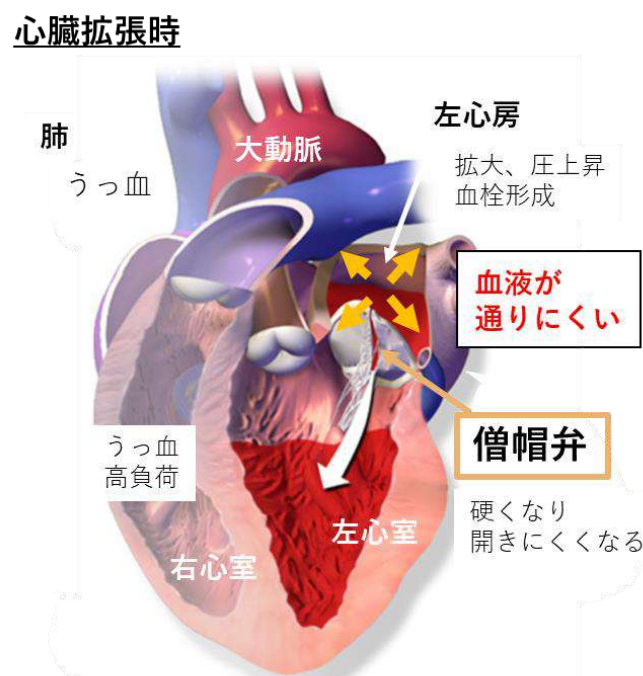
心臓弁が正常に機能しなくなること、心臓のポンプ機能に様々な支障をきたした状態。

僧帽弁閉鎖不全症



Taramasso et al. *Nature Reviews Cardiology* 2016

僧帽弁狭窄症



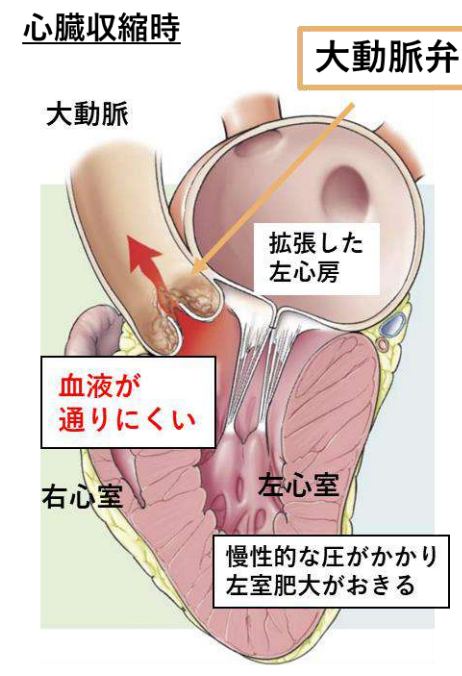
Tautz et al. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2018

大動脈弁閉鎖不全症



Wikipedia より

大動脈弁狭窄症



MacCarthy et al. *Cleve Clin J Med*. 2016

心臓弁膜症の症状

全身に効率よく血液を送れなくなり、様々な症状がでる。

主な症状

動悸、息切れ 疲れやすさ 胸痛 呼吸困難	全身のむくみ 体重増加 失神 不眠(夜間の不快感)	痰が増える 手足が冷たい 高血圧 不整脈
-------------------------------	------------------------------------	-------------------------------

- ・ 初期段階はほとんど自覚症状がない。
- ・ 典型的には徐々に（年単位で）症状が進行していく。
- ・ 身体が慣れてきて、進行しても自覚症状がない方もいる。
- ・ 弁膜症で心臓の負担が増えると、心肥大（筋肉が肥大）→ 心拡大（心臓が大きくなる）がおきて代償する。
- ・ 負担に耐え切れなくなると代償機構が破綻し、自覚症状が現れ、心不全になる。

動悸・息切れ・呼吸困難



胸痛



➡ 自覚症状がみられたら、すでに危険な状態である可能性があるので早期発見が重要。

心臓弁膜症の原因

一次性（弁自体の問題）

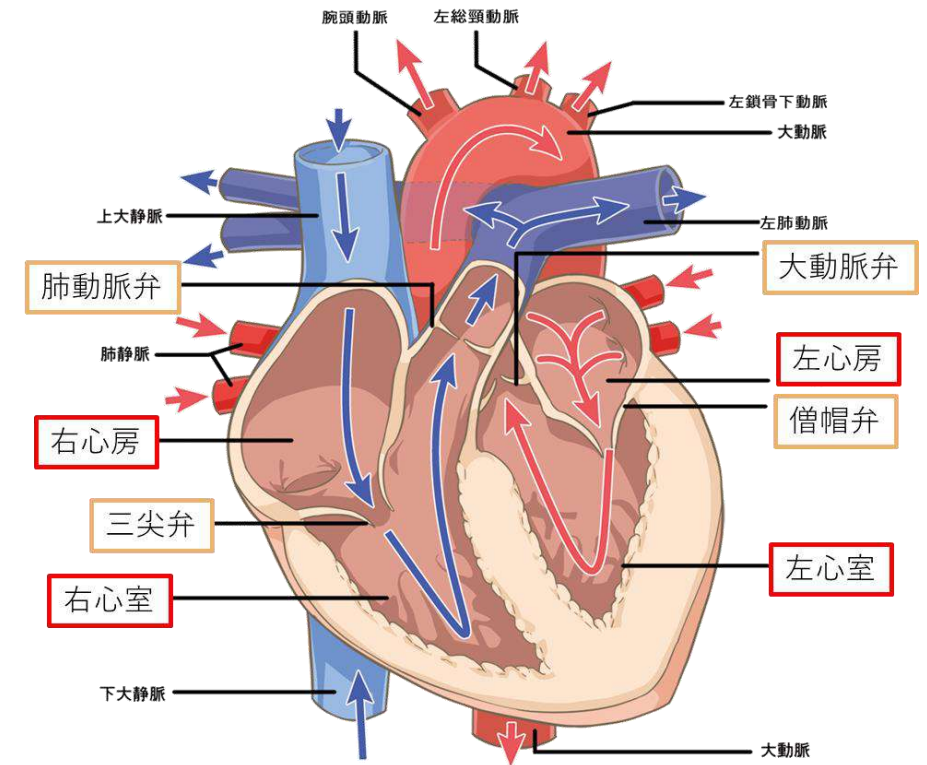
- ① 加齢による変性、石灰化（大動脈弁狭窄症、僧帽弁閉鎖不全症が多い）
- ② リウマチ熱の後遺症
- ③ 先天性（弁尖の枚数が少ない場合、心臓の構造に問題がある場合など）
- ④ 感染性心内膜炎
- ⑤ 外傷や炎症（大動脈炎症候群）

二次性（他の病気などでおこる構造的な変化が問題）

- ① 心筋梗塞や狭心症（心臓が拡張する、僧帽弁閉鎖不全症が多い）
- ② 大動脈基部の病変（Marfan 症候群、大動脈解離、大動脈弁輪拡張症 など）
- ③ 大動脈弁下部の病変（心室中隔欠損など）
- ④ 右心房拡大（心房細動など）、右心室拡大（肺高血圧症など）
- ⑤ 左心系弁膜症手術後（主には僧帽弁）（三尖弁閉鎖不全症がおこる）

心臓弁膜症の頻度

- ① 僧帽弁閉鎖不全症 (MR : mitral regurgitation)
- ② 大動脈弁狭窄症 (AS : aortic stenosis)
- ③ 大動脈弁閉鎖不全症 (AR : aortic regurgitation)
- ④ 僧帽弁狭窄症 (MS : mitral stenosis)



※ 三尖弁、肺動脈弁も問題になることがあるが、上記の疾患が多い。

※ しかし、2つ以上の弁に関して手術を行う連合弁膜症の手術は弁膜症手術の約25%を占める。
その約80%が三尖弁と左心系弁膜症の組み合わせと報告されている。

心臓弁膜症の検査

① 聴診（胸の音を聴診器で聞く）

心臓収縮期の雑音の有無を検索
心臓拡張期の雑音の有無を検索
その他、特殊な雑音を検索

② 心臓超音波検査

弁膜症を疑う全ての場合に行うべき

弁膜症の機序
弁膜症に伴う逆流・狭窄の重症度評価
心腔の大きさ、心機能、血行動態の評価

無症候性弁膜症でも定期的なフォローが必要

③ 胸部レントゲン検査

心臓の構造の変化や心不全の有無を検索

④ 心電図検査

他の心疾患の有無を検索
弁膜症に伴う心臓の異常を検索

⑤ 胸部CT検査

心臓の構造の変化や心不全の有無を検索
心臓弁の構造の変化を検索
冠動脈CTにて心臓を栄養する血流を評価

⑥ 採血検査

心不全の有無を検索
心不全の原因(虚血性疾患の有無)を検索
その他のリスクを評価

心臓弁膜症の治療 (内科的治療)

弁そのものを治すのではなく、症状の緩和や進行の抑制を行う。

① 心臓に対する負荷 (前負荷、後負荷) がかかっているなのでその軽減を行う

- ・ 前負荷 (容量負荷) : 心室に流入する血液量が多いほど大きくなる負荷。血液量増加など。
- ・ 後負荷 (圧負荷) : 心室が収縮するとき心臓に加わる負荷。血管抵抗など。

※ 心不全に対する治療がメインになる。

② 救命、集中治療

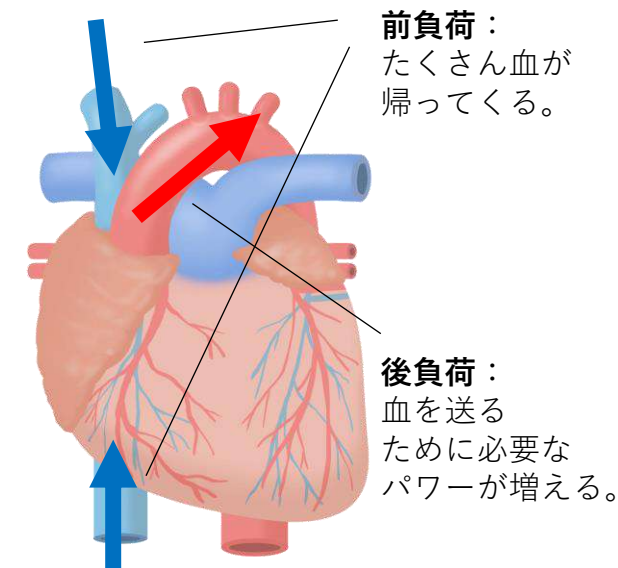
- ・ 強心薬投与 (生命を保つために強く心臓を動かす。)
- ・ 大動脈バルーンポンピング (自己の心機能が介するまでの間、心臓の働きを助ける。)
- ・ 経皮的心肺補助装置 (体外に血液を出し、人工肺で酸素化してポンプで動脈に送血する。)

※ 重症度が中等症以上でも心機能の障害が軽度の場合は薬物療法を行う。

※ 僧帽弁膜症は比較的早い時期から症状が出ることが多い。

※ 大動脈弁膜症は症状が出た時には進行していることが多いので要注意。大動脈弁狭窄症は薬物療法が有効ではない。

※ 軽症～中等症の弁膜症で自覚症状がない場合でも定期的に検査を行う。



心臓弁膜症の治療 (外科的治療)

外科的治療として、人工弁を植え込む弁置換術か、弁を整え機能を回復させる弁形成術を行う。

術式

① 弁形成術

自身の弁やその周囲の形を整え
弁の機能を回復させる手術
(条件がいい時に施行可能)

② 弁置換術

自身の弁を人工弁に付け替える
手術
(人工弁に伴う血栓形成等の
リスクがある)

人工弁の選択

① 人工弁

耐久性に優れているが、生涯
にわたり抗凝固療法(ワーファ
リンの内服)が必須
全て2葉弁

② 生体弁(ウシ、ブタ)

抗凝固療法が必須ではない反
面、耐久性の問題がある。
※ 10~15年程度の耐久性

手術方法の選択

① 従来の胸骨正中切開手術

② MICS (ミックス：小開胸手術)

③ ロボット手術(キーホール手術)

③ → ② → ①
の順で傷が小さい手術になる
(傷が小さいと元気になるのが早い)

各個人の疾患の状態、年齢、手術を受ける医療施設 に応じて話し合い、患者さんの意思で決定する。

人工弁機能不全

人工弁置換は、新たに人工弁置換という病的状態になるということ。定期的なフォローアップが必要。

・血栓形成

- ※ 機械弁では抗凝固薬 (ワーファリン) の内服が必要 (海外では抗血小板薬：バイアスピリン も併用)
- ※ 生体弁では術後6カ月の抗凝固薬内服を行い、危険因子がなければ内服は終了する。
- ※ 血栓を形成すると弁狭窄による心不全をきたす。
左心系機械弁による症状が出現した場合は緊急で血栓溶解または手術が必要となる。

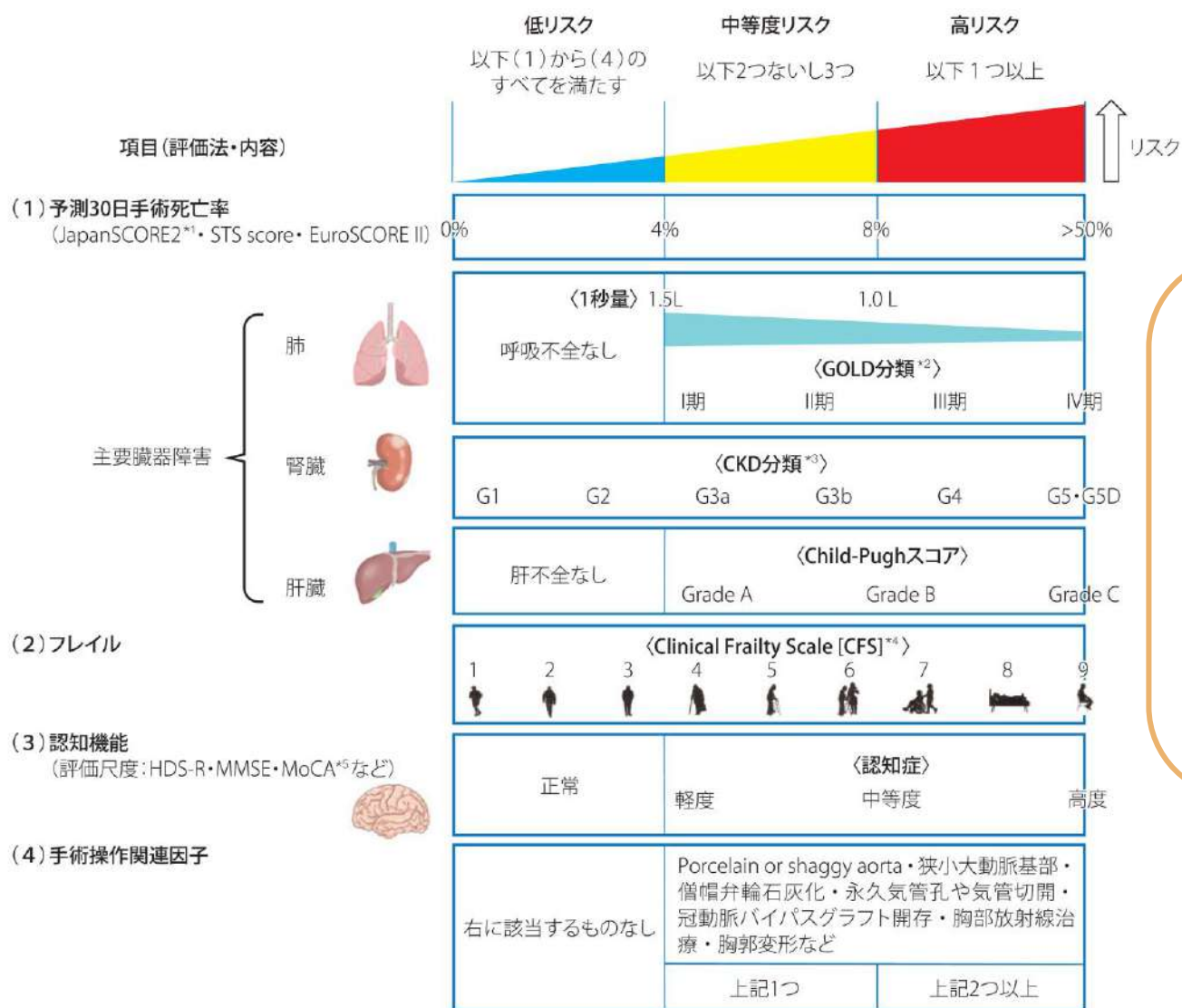
・弁の劣化

- ※ 機械弁はほぼ永久的に機能するが、血栓などによる弁機能不全が起こる。
- ※ 生体弁では埋め込み後5-7年より、弁尖の編成や石灰化などによる弁変性が始まる。
弁尖が裂けることによる逆流と弁尖の変性 (SVD) による狭窄が出現する。
- ※ 重症の弁狭窄や逆流を認めた場合は心不全や溶血をおこす。外科的、カテーテル的治療を考慮する。

・感染性心内膜炎 (体中に細菌が広がり細菌集簇を含む疣腫 (疣贅、vegetation) が形成され症状を呈する)

- ※ 人工弁置換に伴いリスクが上昇するので、弁膜症および人工弁置換術後に観血的な処置を行う場合 (菌血症を起こす可能性がある時) には予防的抗生剤投与を行う。

外科的治療のリスク評価



患者さんの

- ① 全身状態
- ② 併存疾患
- ③ 栄養状態や認知症の有無
- ④ 疾患の状態や体型などによる手術の難易度等を鑑みて、手術におけるリスク分類を行う

リスクが高い場合は
必要に応じて径カテーテル的治療を選択する

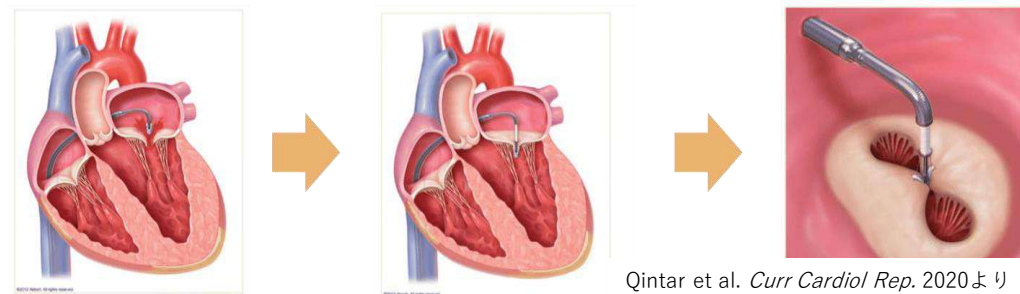
心臓弁膜症の治療 (経カテーテル治療)

近年ではカテーテルを用いた低侵襲な治療が
施行可能であり、状況に応じて選択可能。

僧帽弁閉鎖不全症に対して

MitraClip®治療

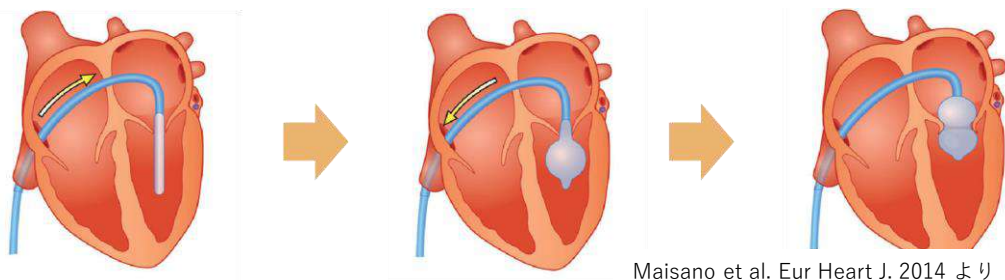
太い静脈からカテーテルをいれ、特殊なクリップで
僧帽弁をとめて血液の逆流を低減する。



僧帽弁狭窄症に対して

経皮的僧帽弁交連切開術 (PTMC)

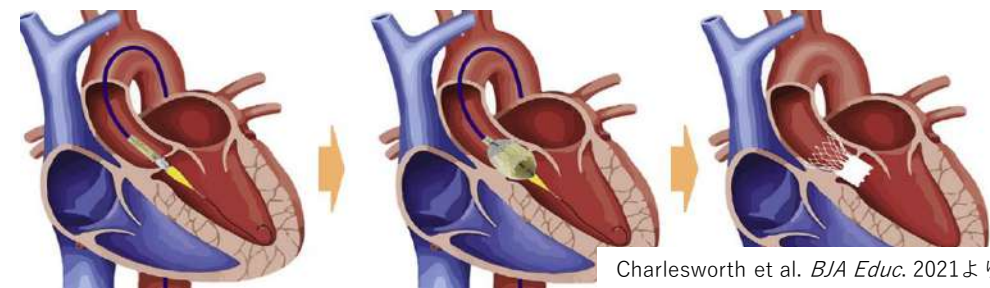
太い静脈からカテーテルをいれ、僧帽弁をバルーン
を用いて拡張する。



大動脈弁狭窄症に対して

経皮的大動脈弁植込み術 (TAVI)

動脈からカテーテルを挿入し、大動脈弁のところに
新しい弁を留置する。



弁膜症に関して大事なこと

- ✓ 弁膜症と言われたら種類と重症度が大事。
- ✓ 弁膜症は自然に治ることはない。心筋の障害が進行する前に治療する。
- ✓ 人によっては無症状なこともあるが、早期に治療を考慮したほうがいい場合もある。
- ✓ 弁膜症と診断されて症状がある場合は、手術もしくはカテーテル治療を検討する
- ✓ 手術もしくはカテーテル治療をすることで通常の日常生活を送れるようになる。
- ✓ 高齢との理由だけでは手術もしくはカテーテル治療を見送ることはない。

2つ以上の弁に異常を認める場合も多く、詳細な診断が重要である。

左心系弁膜症（僧帽弁、大動脈弁）は左房圧の上昇から2次的な肺高血圧を合併することがある。

※ 左心系弁膜症では安静時、運動時の肺高血圧が症状や予後と相関する。

※ 推定肺動脈収縮期圧を測定し、35mmHg以上で肺高血圧と診断する。

米国では75歳以上の9.3%が中等症以上の僧帽弁閉鎖不全症を有する。

虚血性僧帽弁閉鎖不全症は心筋梗塞後の約 20-40%に認める。

日本で年間1万人が大動脈弁狭窄症に対して手術をしている（2017年）。

僧帽弁閉鎖不全症 (MR)

左心室の入り口にある僧帽弁がきっちり閉じず、血液を全身に送るときに左心房に血液が逆流する状態。

原因

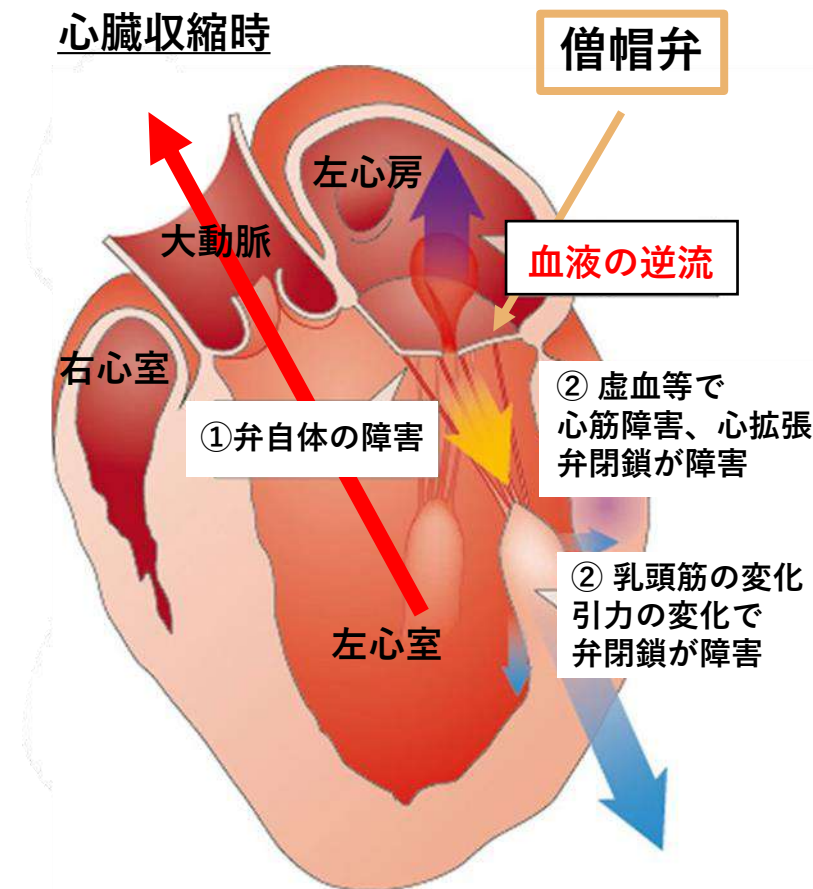
- ① 一次性 (器質性) : 弁自体が壊れる (リウマチ熱、加齢変性などが原因)。
- ② 二次性 (機能性) : 心拡張に伴う弁固定部位・形の変化 (心筋梗塞などが原因)。
腱索断裂などに伴う弁固定の障害。

特徴

- ・ 最初は心臓の頑張りで拍出量を保つが、心筋障害が進行すると減少していく。
- ・ 左房圧の上昇で心房細動、肺うっ血が起こり、血栓を形成しやすくなる。
- ※ 急性僧帽弁閉鎖不全症の場合は代償がきかず、急激な肺水腫を起こす。

手術適応

- ・ 重症で自覚症状がある、もしくは心機能の低下があれば手術を検討する。
- ・ 可能なら弁形成術 (人工弁輪形成術も含む) が第一選択。
- ※ 無症状でも経過が芳しくないことがある。
→ 弁形成可能、手術自体のリスクが低い、場合は早期に手術を検討する。
- ※ 弁の損傷がひどければ人工弁置換術を行う。



Taramasso et al. *Nature Reviews Cardiology* 2016

心臓超音波検査 (僧帽弁閉鎖不全症)

僧帽弁自体の器質的な変化を観察し、下記の方法で機能的な重症度を評価する。

① カラー Doppler の逆流ジェット面積

逆流ジェット面積/左房面積 > 40% は重症で < 20% は軽症と診断。
※ 左房壁沿いに遍在する逆流 (Wall jet) は過小評価されるので注意。

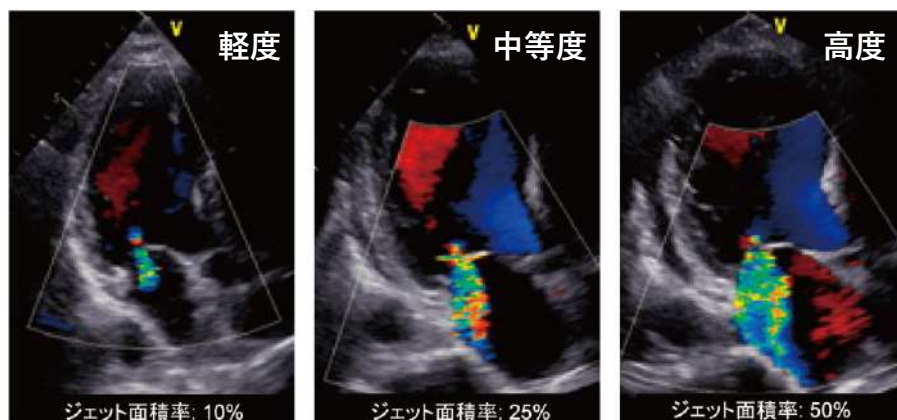
弁形成可能かどうかの評価も重要

- ・ 弁逸脱の有無
- ・ 前尖・後尖の空間的広がり
- ・ 弁尖肥厚(どこまで病変が及んでいるか)

② 定量化

- ・ PISA法 (僧帽弁口面積、逆流量、逆流率を計算する)
- ・ volumetric法 (血液逆流量を計算する)
- ・ 左室サイズ (左室径は僧帽弁弁尖レベルで計測する) と 左室駆出率 (修正シンプソン法で計測) を評価する。

カラー Doppler の逆流ジェット面積



PISA法 (僧帽弁口面積、逆流量を評価)

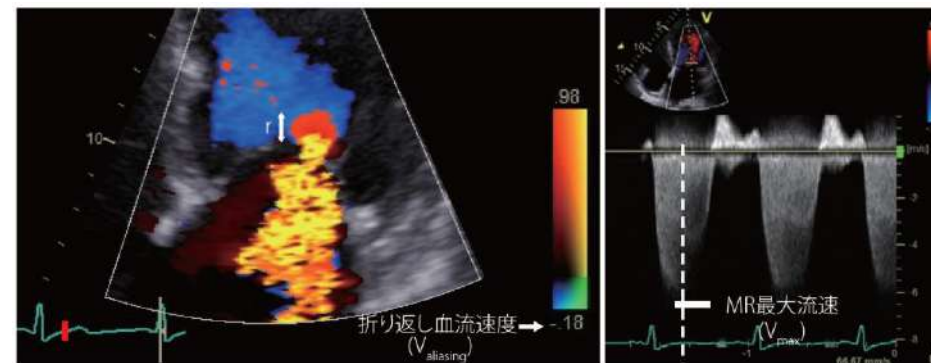


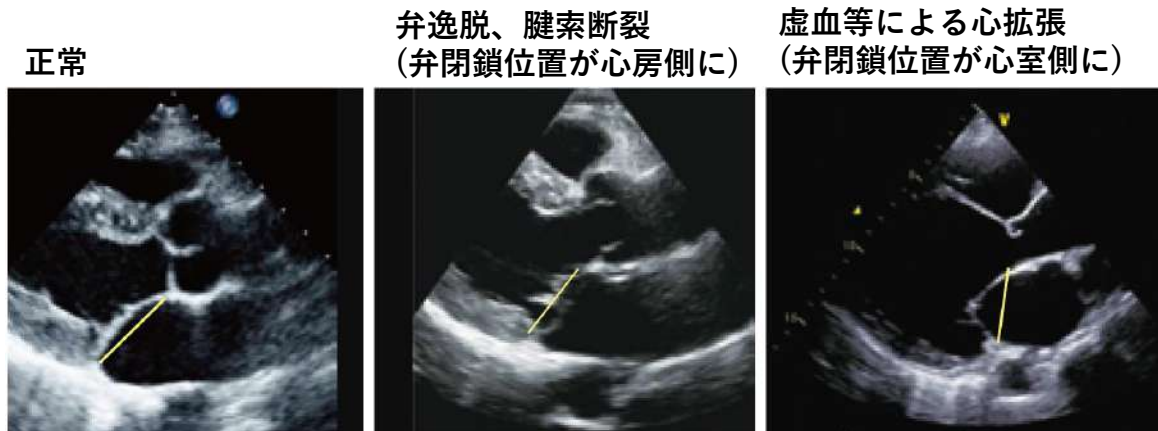
図1 PISA法によるEROAの計測方法

$$EROA = 2 \pi r^2 \times V_{aliasing} / V_{max}$$

PISA半径(r) 折返し血流速度($V_{aliasing}$) MR最大流速 (V_{max})

僧帽弁閉鎖不全症 (MR) に関して

- 一次性と二次性の鑑別が重要。二次性は心不全に対する十分な内科的治療が大前提となる。
- ※ 二次性で運動等で症状が増悪する（血圧上昇、心不全増悪、逆流増大）場合は手術を検討する。
- ※ 虚血性心筋症に対し冠動脈手術時に左室形成術を追加することは予後改善効果を認めない。
- ※ 冠動脈手術時に残存する重症MRでは心臓収縮が保たれている（LVEF > 30%）場合は弁への手術も考慮する。
- 持続性心房細動に心房拡大を伴えば有意な僧帽弁閉鎖不全症や三尖弁閉鎖不全症が生じ得る（弁輪拡大に伴う接合不全による）。
- ※ 左房拡大が明らかな場合はアブレーションでの心房細動治療が困難なこともあり、外科治療を検討する。



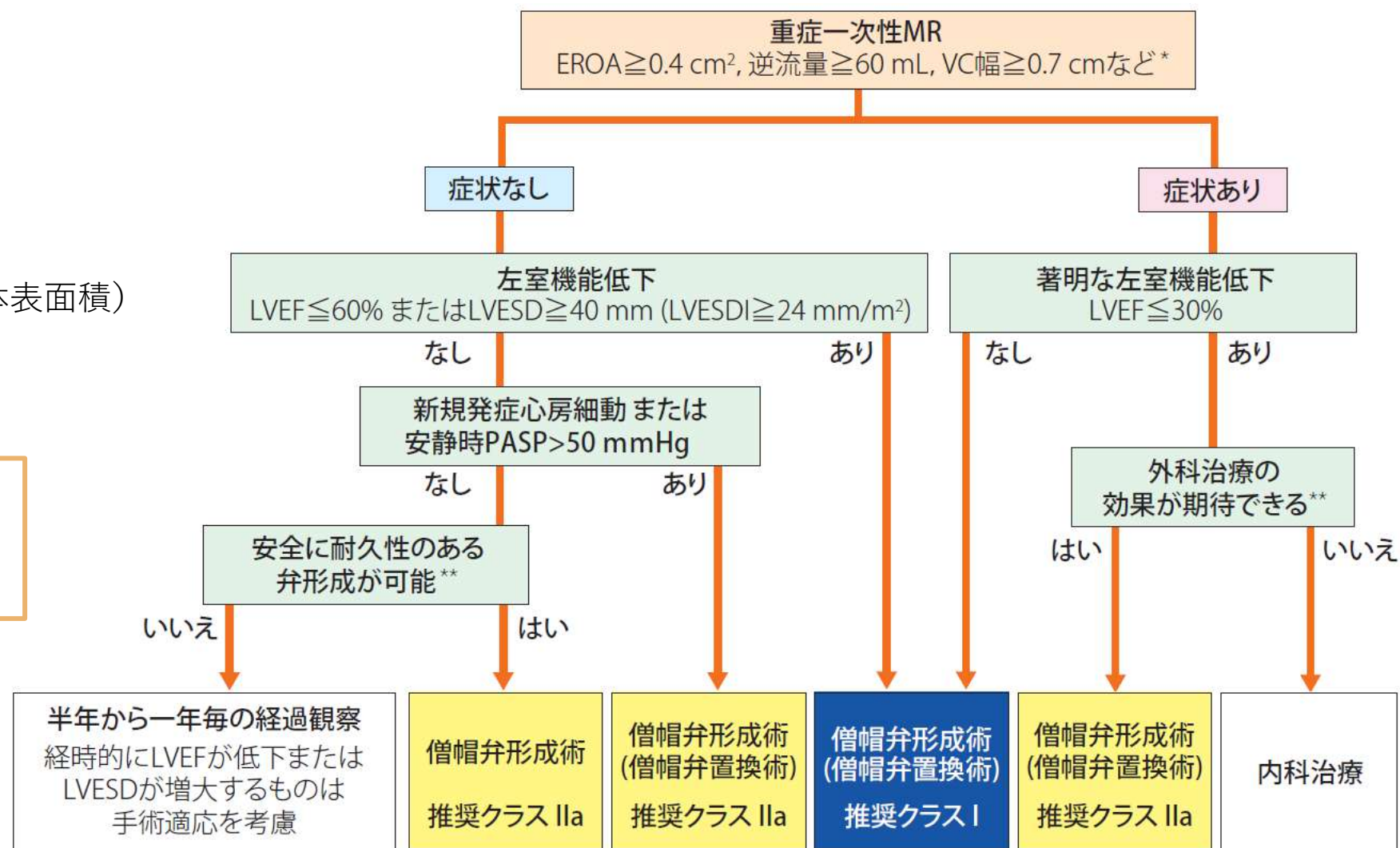
弁逸脱、腱索断裂 → 弁尖の閉鎖位置が左房側へ変位。
虚血性 → 弁尖の閉鎖位置が左室側に変位。

一次性僧帽弁閉鎖不全症 (MR) の手術適応

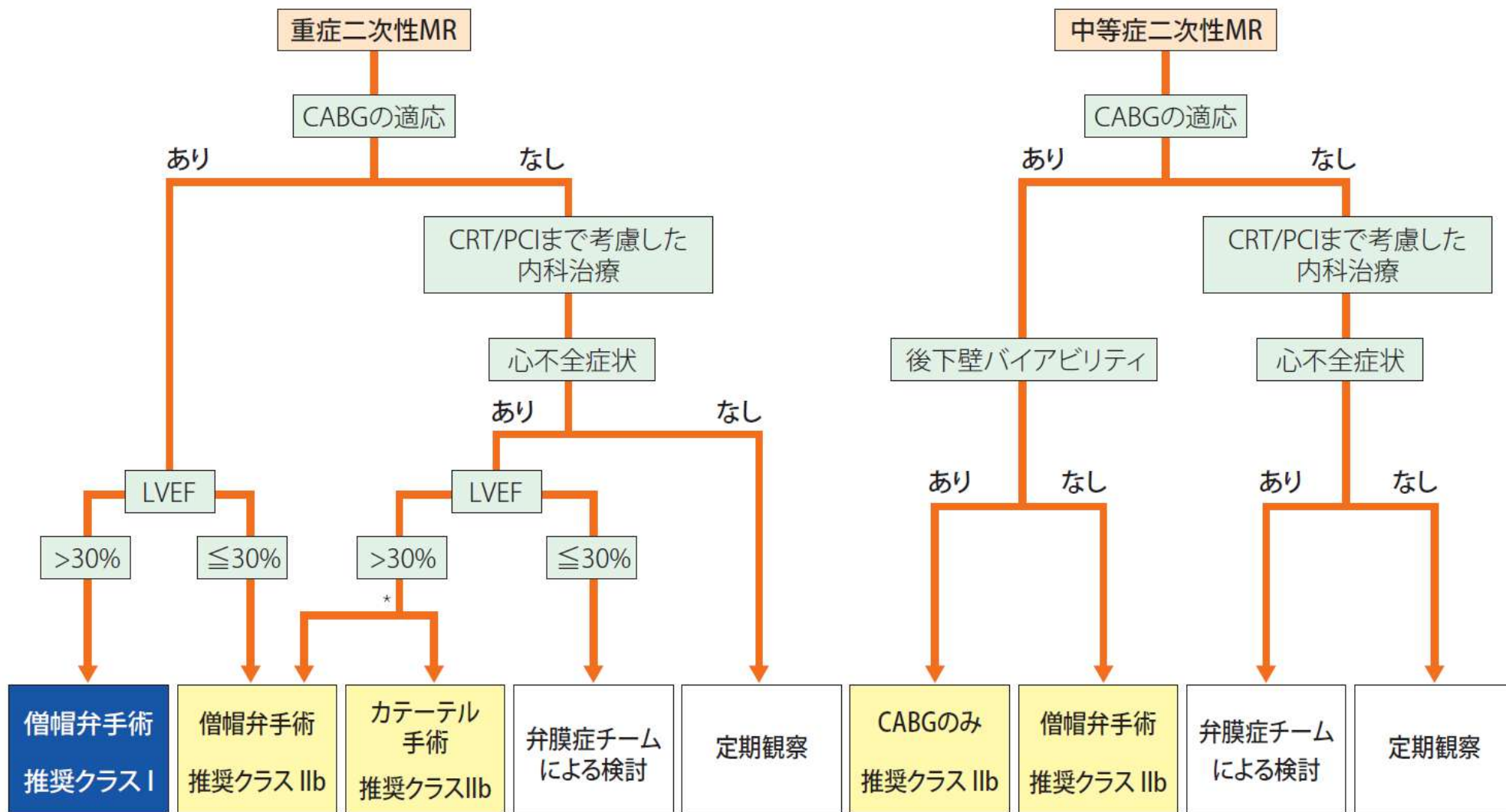
EROA: 有効逆流弁口面積
VC幅: 縮流部幅

LVEF: 左室駆出率
LVESD: 左室収縮末期径
LVESDI: LVESD index (LVESD/体表面積)
PASP: 肺動脈収縮期圧

急性MRでは、急激な左房圧上昇を招き急性心不全となり、
内科的コントロールが困難となる。
その場合は原則手術適応となる

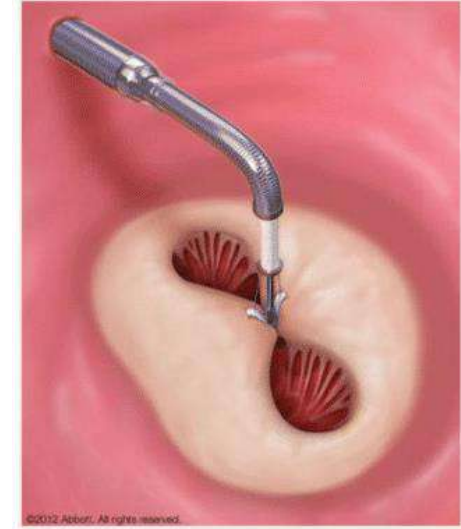
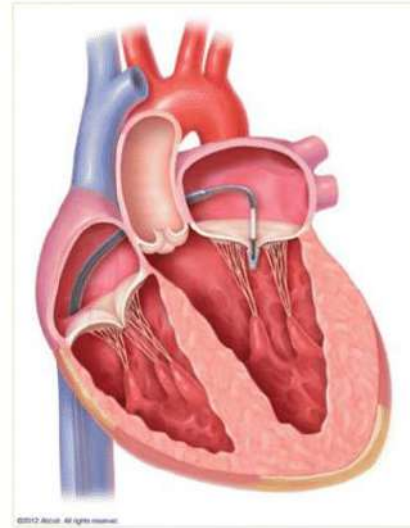
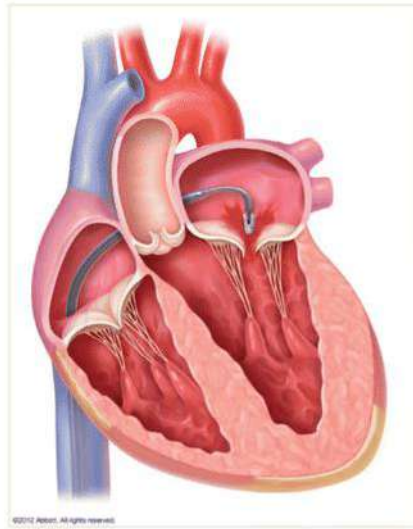


二次性僧帽弁閉鎖不全症 (MR) の手術適応



MitraClip® 治療

外科的僧帽弁修復術 edge-to-edge repairをカテーテル的に行うデバイス。保険適応。



- 手術の高リスク群に適応となる。
- 一次性有症候性重症MRに対して外科手術と比較し生存率に差はないが、再発・残存による1年以内の外科手術施行率は20%と高値（手術群は2%）(EVERESTII試験)。
- 手術高リスクの二次性MRに対して施行すると、薬物療法に比べて優位に生存率および心不全再発率が良好（EVERESTII試験）。（他の試験では COAPT試験：良好 MITRA-FR試験：予後改善無し と相反）

※ 十分な薬物療法でも心不全症状が残存する重症MRにおいて考慮されるべき治療。

僧帽弁狭窄症 (MS)

左心室入り口の僧帽弁が狭くなり、左心房および肺に血液がたまる。

原因

- ・器質性：リウマチ熱による変化、加齢による変性。
- ※ 稀なものは小児期に診断される

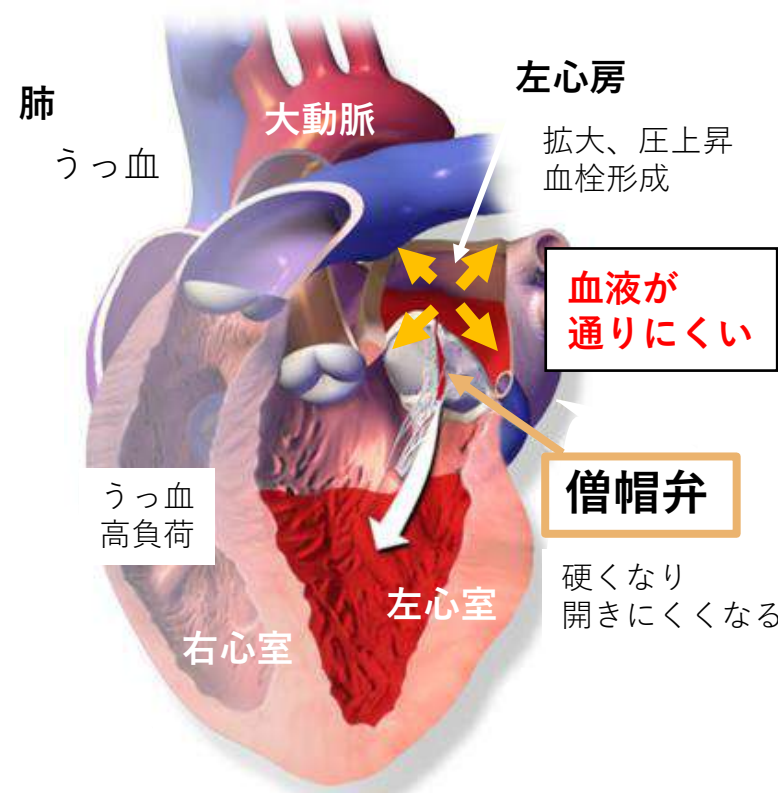
特徴

- ・左房から左室への血液流入障害。肺静脈圧上昇で呼吸困難が起きる。
- ・左房内に血液がたまり、心房細動がおこり血栓ができる。
- ・初期は運動などで頻脈がおきると症状が出現する。
- ・進行すると肝臓腫大、末梢の浮腫が起きる。

手術適応

- ・症状があるなら中等症でも経カテーテル的僧帽弁交連切開術 (PTMC) を検討する。
- ・薬物治療を行っても労作時呼吸困難の臨床症状があり、
僧帽弁口面積 $MVA \leq 1.5 \text{ cm}^2$ (中等症以上) の場合に手術を検討する。

心臓拡張時



Tautz et al. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2018

心臓超音波検査 (僧帽弁狭窄症)

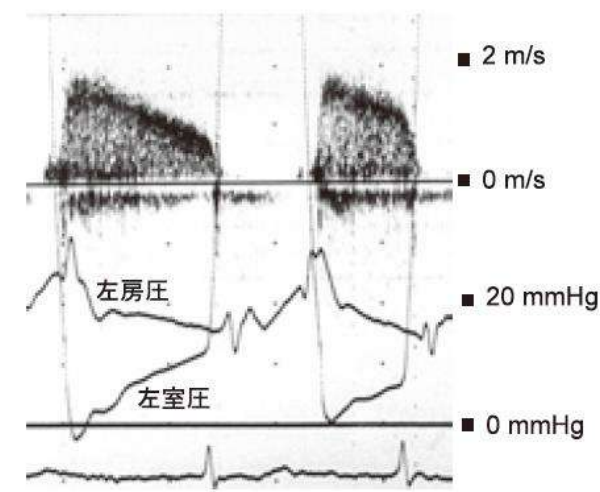
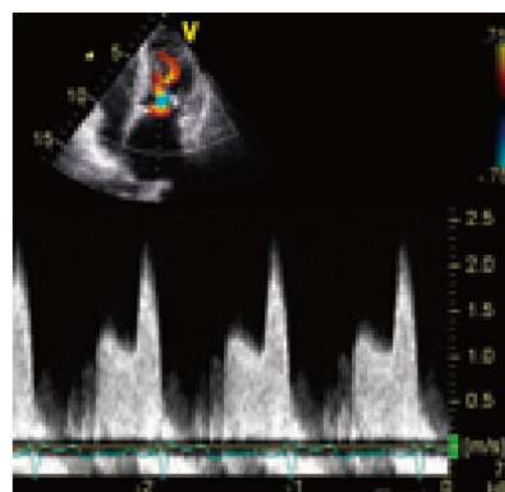
僧帽弁自体の器質的な変化を観察し、下記の方法で機能的な重症度を評価する。

- ① 断層心エコー図による僧帽弁狭窄の評価および僧帽弁口面積の測定
弁尖肥厚、弁輪石灰化、可動性低下、弁下組織の短縮や交連部の癒着を評価する。
※石灰化が強い場合(左室筋肉内にまで入り込んでいる場合) は手術が困難。エコーで術前評価が大事。
僧帽弁口面積 MVAは正常では5.0程度。1.5 - 2.0は軽症、1.0 - 1.5は中等症、1.0未満は重症。
- ② 僧帽弁圧較差の推定(ドプラー法で血流速度を測定して計算)
左房・左室圧較差(mmHg) = $4 \times \text{僧帽弁流入血流速度(m/s)}^2$

僧帽弁口面積の測定
(拡張期に評価)

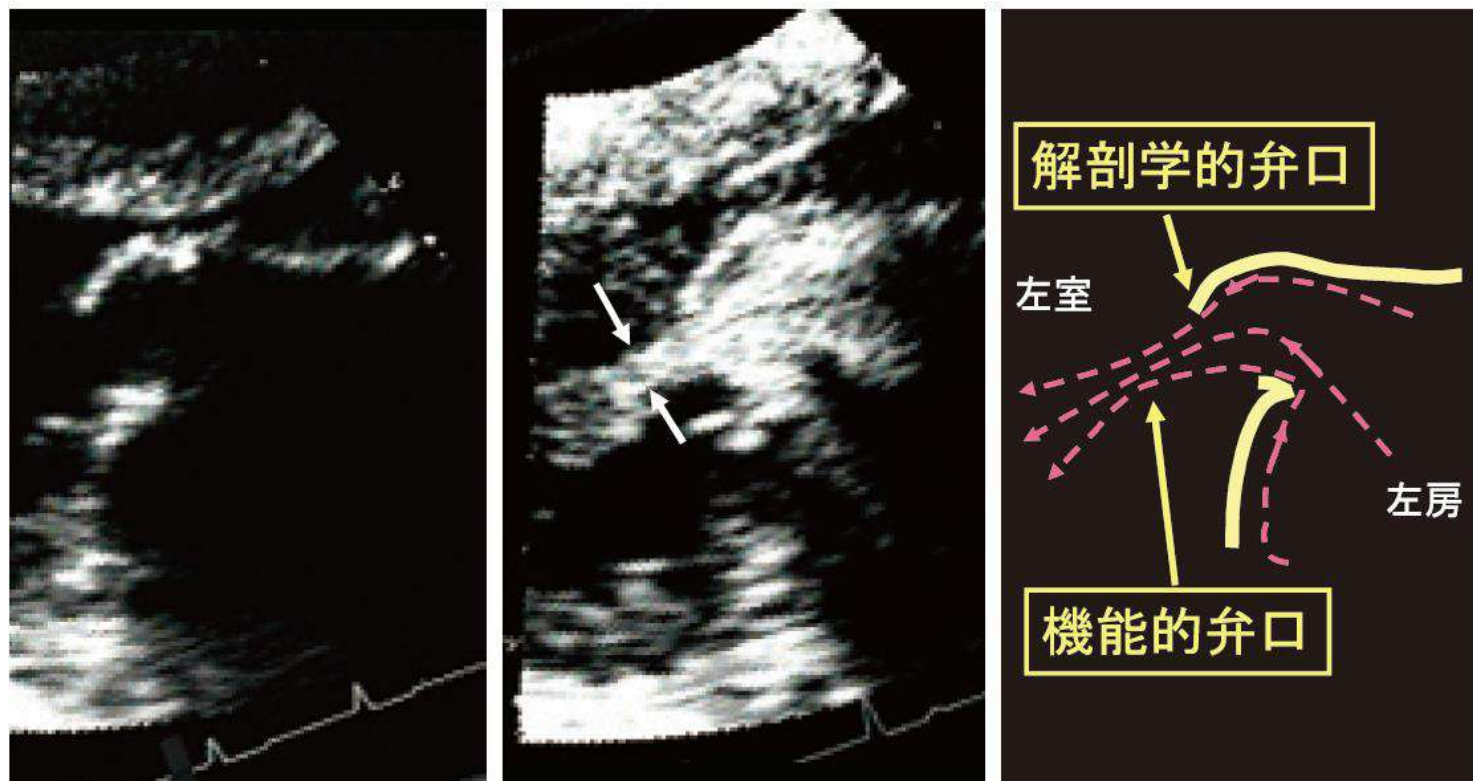


僧帽弁圧格差測定
※圧格差がなかなか減少しないので
血流速度がなかなか減少しない。



心臓超音波検査 (僧帽弁狭窄症)

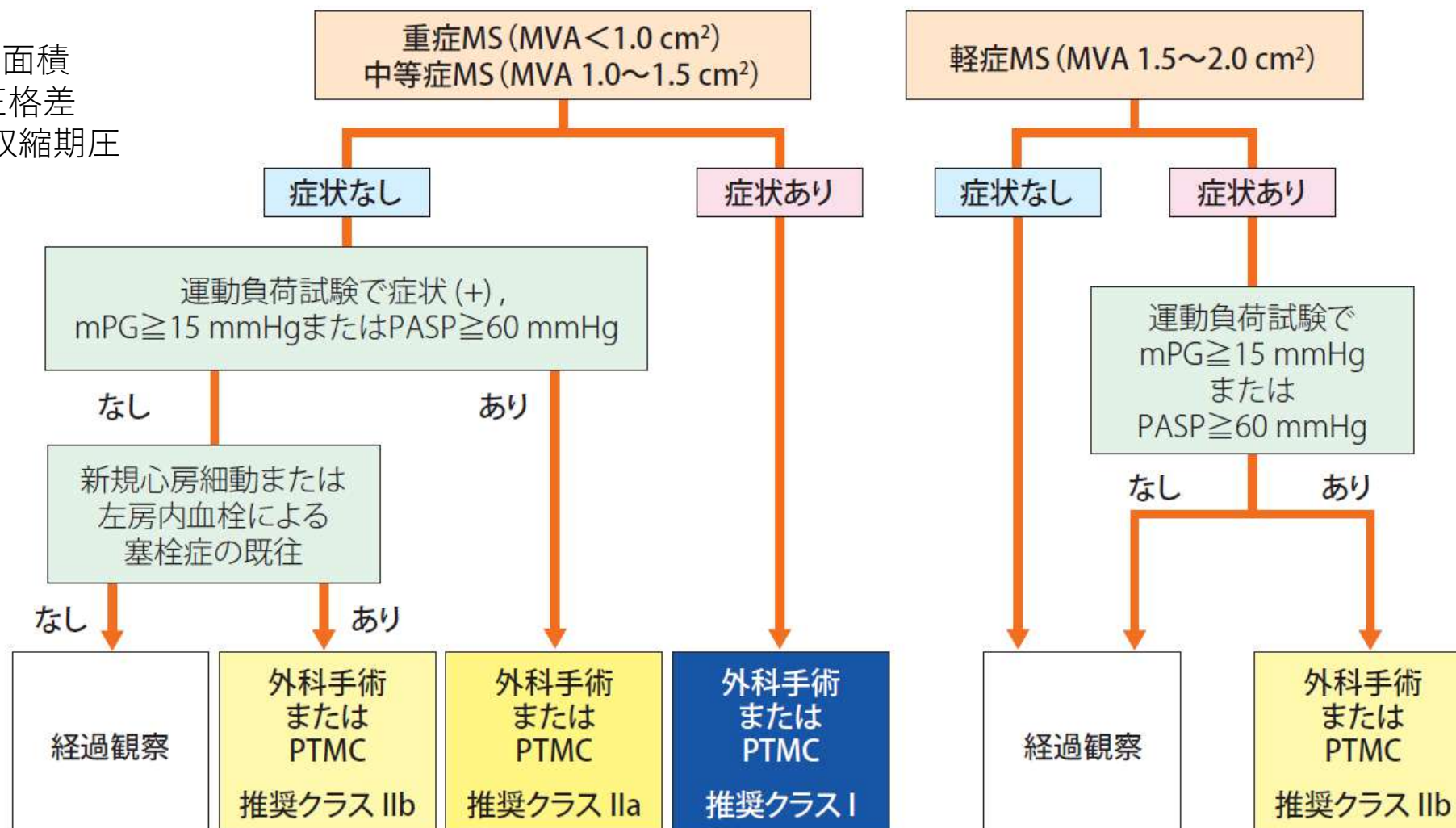
解剖学的弁口面積と機能的弁口面積は一致しないことが多いので注意する。



そのため、一般的な弁口面積の測定に加えて、連続波ドプラ法による僧帽弁口面積の測定も行う。

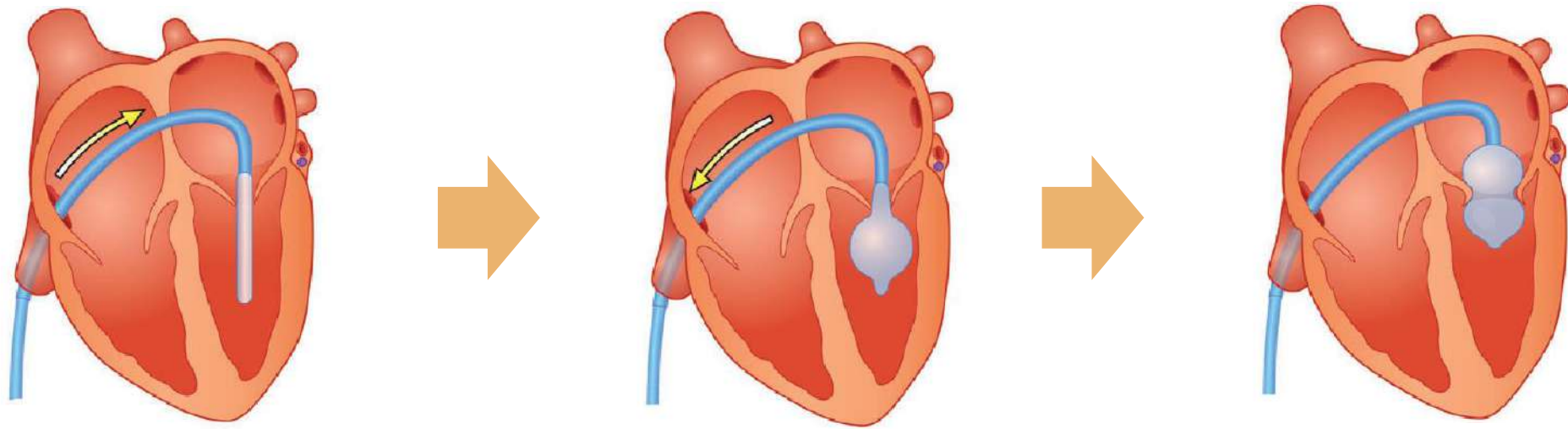
僧帽弁狭窄症 (MS) の手術適応

MVA：僧帽弁口面積
mPG：僧帽弁圧格差
PASP：肺動脈収縮期圧



経皮的僧帽弁交連切開術 (PTMC)

カテーテルを用いて僧帽弁を拡げる治療。外科手術と比べて体にかかる負担が少ないのが特徴。



- ・ 足の付け根の静脈から心臓にカテーテルと風船を通し、硬くなった僧帽弁を拡げる治療。
- ・ 手術と比べ侵襲が少なく、適応のある場合は僧帽弁狭窄症の第1選択の治療法となる。
- ・ 低侵襲で簡便に施行でき、外科的交連切開術と同様の有効性を持つ。

※以下の場合には適応がない ① 心房内血栓あり ② 重症MRあり ③ 高度または両交連部の石灰沈着あり

大動脈弁閉鎖不全症 (AR)

左心室の出口にある大動脈弁がきっちり閉じず、大動脈から左心室内に血液が逆流する状態。

原因

- ① 弁異常：リウマチ熱性、先天性（二尖弁）、加齢変性、外傷、炎症（大動脈炎症候群）など
- ② 大動脈基部の病変：Marfan 症候群、大動脈解離、大動脈弁輪拡張症 など
- ③ 大動脈弁下部の病変：心室中隔欠損 など

※ 急性例は高度の逆流による急激な心不全になり、慢性例は心拡大、心不全が徐々に進行。

特徴

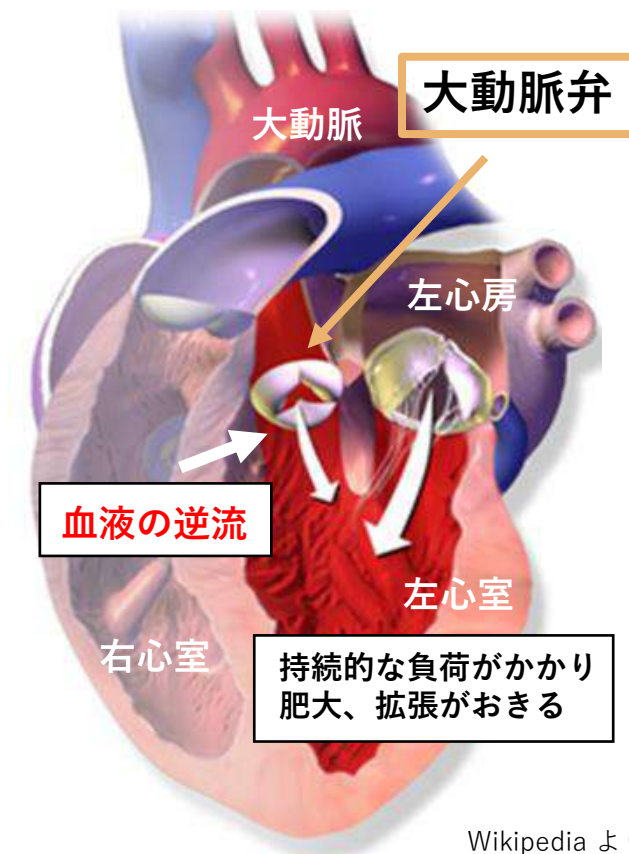
- ・慢性的な場合は心収縮力が保たれるので、長期間無症状であることが多い。
- ・症状が出現した時には心臓の予備力が破綻しており、不可逆性の心不全となる。
- ・急性の場合は急激な重症肺水腫、心原性ショックをおこす（僧帽弁閉鎖不全症を併発する）。

※ 急性例では、左室拡大が少ないために重症度を過小評価する傾向がある。

手術適応

- ・重症大動脈弁閉鎖不全症に好ましくない状況（症状出現、左室拡大・機能低下、上行大動脈拡大、運動に対する異常な血行動態）が付随する時に手術適応となる。

心臓拡張時



Wikipedia より

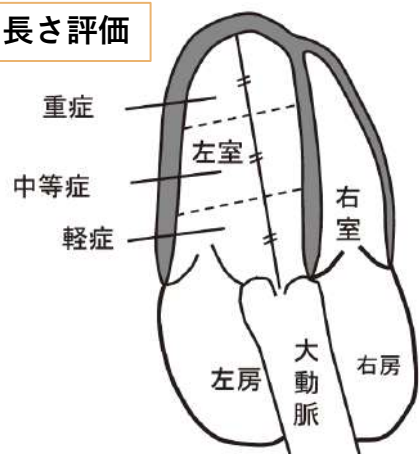
心臓超音波検査 (大動脈弁閉鎖不全症)

大動脈弁自体の器質的な変化を観察し、下記の方法で機能的な重症度を評価する

- ① カラードプラーの逆流ジェットサイズ
逆流する血液によるジェット量、幅による重症度の評価を行う
- ② 大動脈、左室の圧格差 (mPG)
重症になれば心臓が拡張するときに大動脈と左室の圧格差が急激に小さくなる (圧半減時間: PHT が短くなる)
- ③ その他に逆流量や逆流弁口面積などを定量化して評価する方法がある。

逆流ジェットサイズによる評価

長さ評価



幅評価

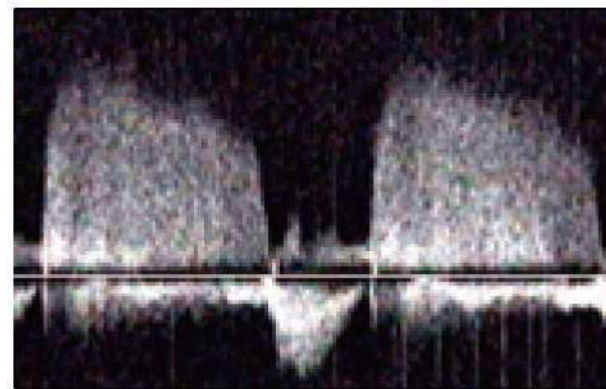


軽症AR
jet幅/弁輪径=15%

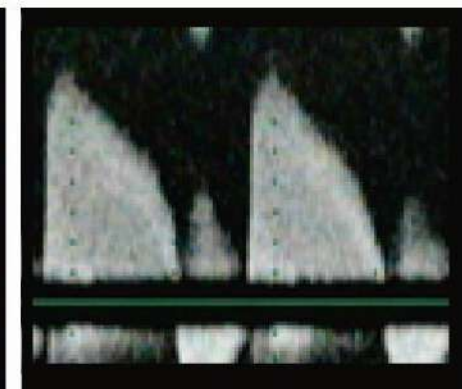


重症AR
jet幅/弁輪径=76%

連続波ドプラ法による大動脈・左室圧格差の半減時間評価



軽症 AR PHT 479ms



重症 AR PHT 224ms

慢性大動脈弁閉鎖不全症 (AR) の手術適応

LVEF：左室駆出率

LVESD：左室収縮末期径

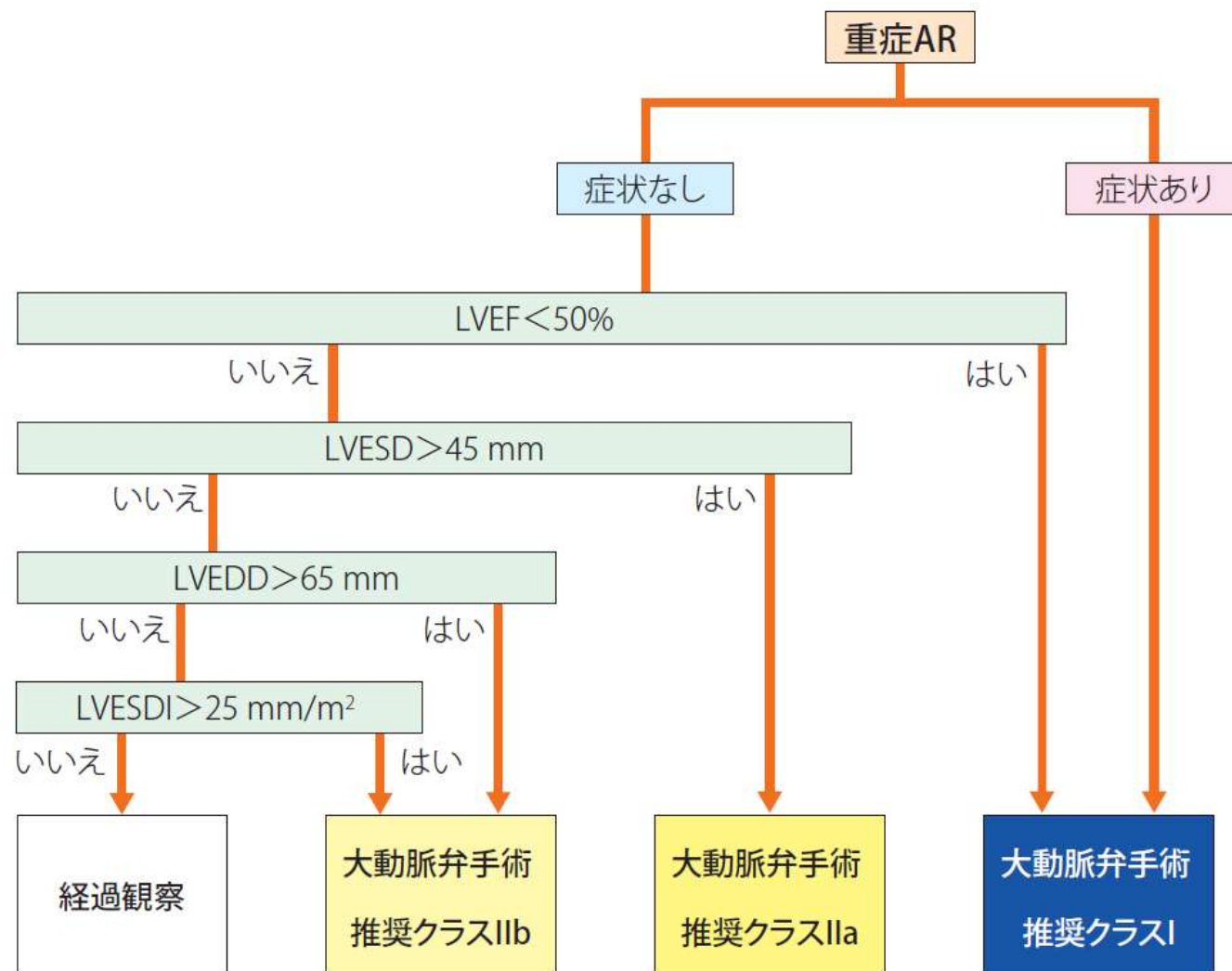
LVEDD：左室拡張末期径

LVESDI：LVESD index (LVESD/体表面積)

※特殊な手術適応

- ・上行大動脈径 $\geq 55\text{mm}$ で中等症ARがある場合
→上行大動脈置換と同時に大動脈弁手術を行う。
- ・上行大動脈径 $\geq 45\text{mm}$ の場合
→重症AR手術時に上行大動脈の手術も行う。
- ・マルファン症候群
→適応をみて予防的な上行大動脈、大動脈弁の手術を検討する。

逆流と上行大動脈拡張の程度
は必ずしも相関しないので
注意が必要



大動脈弁狭窄症 (AS)

大動脈弁が開きにくくなる。全身に血液を送り出す出口に抵抗ができるため、心臓に大きな負担がかかる。

原因

弁異常：リウマチ熱性、先天性(二尖弁)，加齢による変性。

※ 現段階では動脈硬化とASを同一の病態としてみるのは誤り。リスク因子が異なる。

特徴

- ・ 有症候性重症例は予後が不良（心不全症状、胸痛、失神 など、突然死もありうる）。
 - ・ 症状が出現してから命を落とすまでの時間が短い。
- ※ 平均余命は、狭心痛が45ヵ月、失神後が27ヵ月、心不全後が11ヵ月。
- ・ 無症候性であっても重症の場合は予後不良だが、突然死のリスクは低い（年1%程度）。

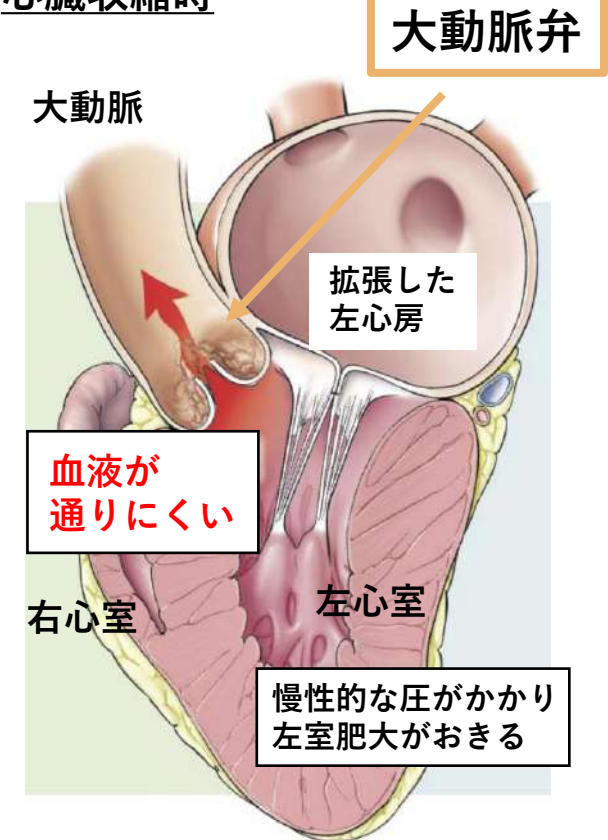
手術適応

- ・ 重症例に何らかの悪影響（症状出現、左室機能低下、運動に対する異常な血行動態や急速に進行する状態）が付随する場合に手術適応となる。
- ・ 左室機能低下を伴う一部の無症候性重症ASも手術を考慮する。

※ 重症度に加えてその進行速度も重要。

弁石灰化が高度な症例・高齢(50 歳以上)・冠動脈疾患合併例・透析例 等では進行速度は急激であり、手術適応を決める際に考慮すべき点である。

心臓収縮時

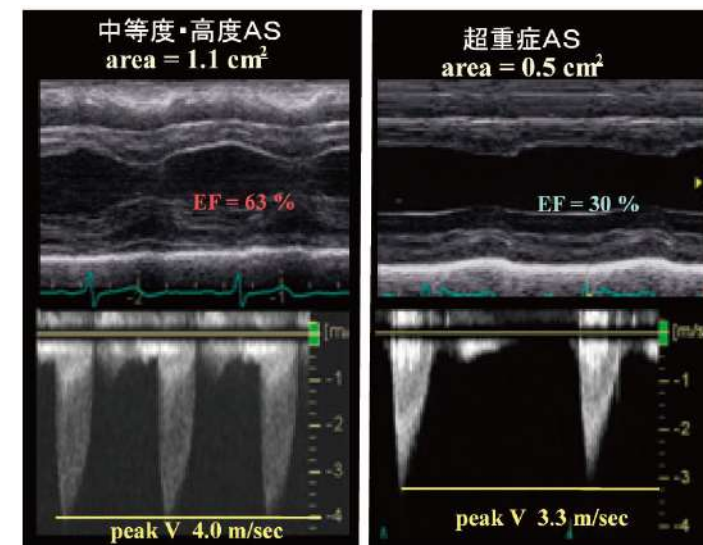


MacCarthy et al. *Cleve Clin J Med*. 2016

心臓超音波検査 (大動脈弁狭窄症)

大動脈弁自体の器質的な変化を観察し、下記の方法で機能的な重症度を評価する

- ① 大動脈弁圧較差 (mPG) の推定 (ドプラー法で血流速度を測定して計算)
左室-大動脈圧較差(mmHg) = $4 \times \text{大動脈弁血流速度(m/s)}^2$
※心カテーテル法引き抜き圧により測定する方法もある。
- ② 大動脈弁口面積測定 (AVA) (経食道心エコーが必要)
- ③ 大動脈弁最大血流速度 (Vmax)



- ・左室圧は収縮中期に大動脈圧は収縮後期にそれぞれ最大となる。
- ・大動脈弁圧較差は弁通過血流量に依存するために、
血流量低下（前負荷減少や左室サイズ減少および機能低下）によりASは高度であるにもかかわらず圧較差が少なかったり
血流量増加（甲状腺機能亢進・大動脈弁逆流の合併や貧血など）によりASは軽度であるにもかかわらず圧較差が大きかったりする。
→大動脈弁口面積を求めて重症度を評価する必要がある（総合的に評価する）。

高度左室機能低下（右症例）にみられる軽度の大動脈弁通過血流速度の亢進（重症の評価には弁口面積の評価が必要）

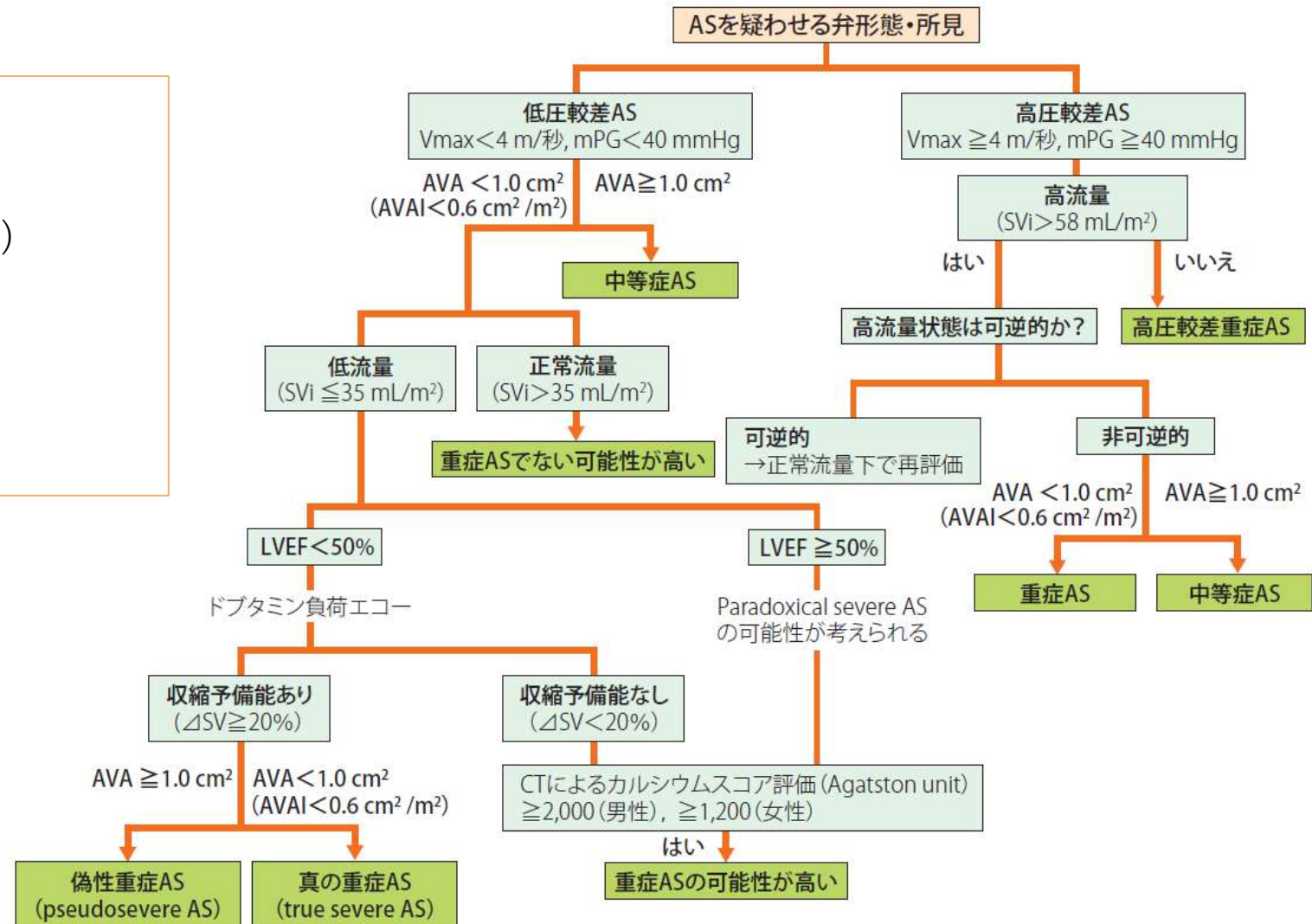
- ※ 大動脈弁輪の大きさの評価は、人工弁のサイズ決定に重要で、術前検査として必須の項目。
- ※ 外科的大動脈弁置換術や経カテーテル的大動脈弁植込み術後に僧帽弁の収縮期前方運動および血行動態の悪化を来すことがある。

大動脈弁狭窄症 (AS) の重症度評価

重症度評価は一般に下記を基準に行われる。

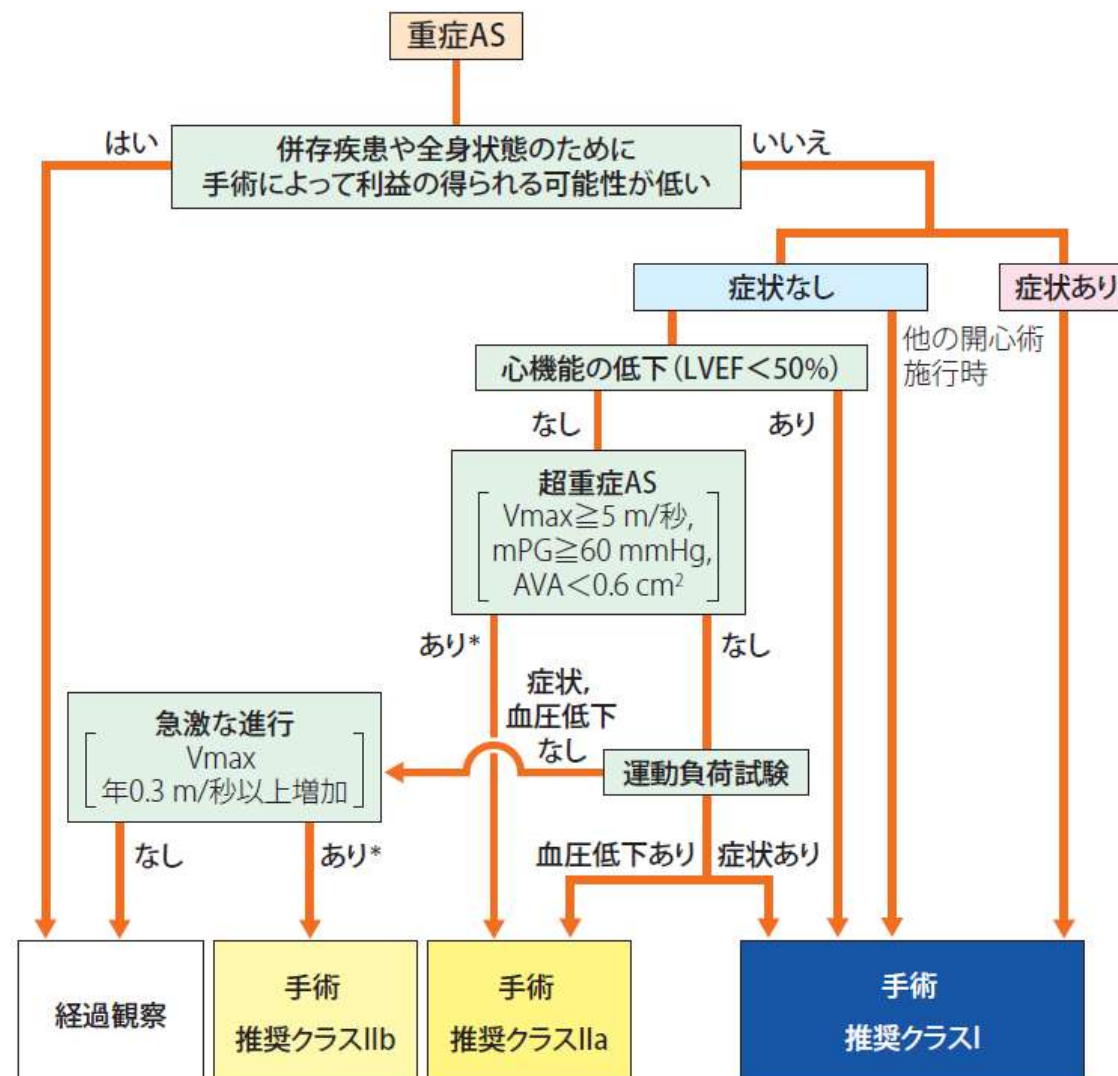
- ① 大動脈弁口面積 (AVA) ($<1.0 \text{ cm}^2$)
- ② 左室-大動脈平均圧格差 (mPG) ($\geq 40 \text{ mmHg}$)
- ③ 大動脈弁最大血流速度 (Vmax) ($\geq 4.0 \text{ m/秒}$)
- ④ 一回心拍出量係数 (SVi) ($<35 \text{ mL/m}^2$)
- ⑤ ΔSV
- ⑥ AVAI

低心機能になると1回拍出量が低下するため重症でも圧格差は増大しない。
→ 低流量低圧格差大動脈弁狭窄症
※ 右のチャートに沿った正しい評価が必要。



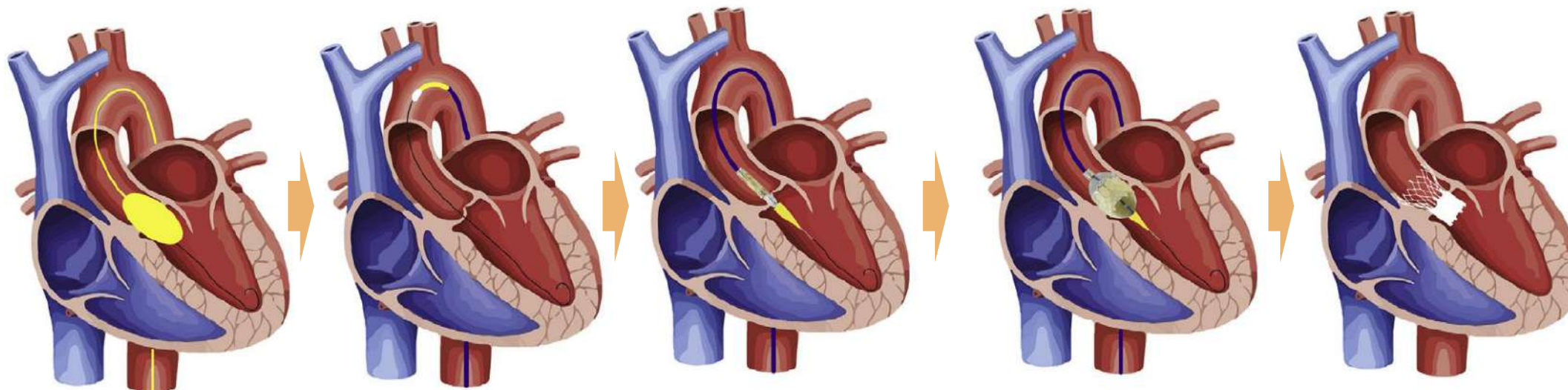
大動脈弁狭窄症 (AS) の手術適応

左室駆出率 < 50% になる前に手術を行う



経皮的動脈弁植え込み術 (TAVI)

カテーテルを用いて人工弁を大動脈弁に装着する治療。外科手術と比べて体にかかる負担が少ないのが特徴。



- 足の付け根の動脈から心臓にカテーテルを通し、大動脈弁に重ねて弁を挿入、留置する方法。
- 手術に対して低リスクの患者さんに対しても、弁置換術と比べて治療成績は良いと報告されている。
(長期予後のデータはまだないので注意が必要)
- 現時点では患者さんの状態、希望に合わせて治療法を選択する必要がある。
(おおまかな目安としては80歳以上はTAVIで、75歳未満は弁置換術が推奨される。)
- 6ヵ月の抗血小板薬2剤投与、その後一生抗血小板薬単剤投与が推奨されている。

三尖弁閉鎖不全症 (TR)

右心室の入り口にある三尖弁がきっちり閉じず、右心室から右心房に血液が逆流する状態。

原因

- ① 一次性 (器質性)：弁自体の異常 (リウマチ熱、感染性心内膜炎、外傷 など) が原因。
- ② 二次性 (機能性)：右房室が拡大 (心房細動など)、右心室拡大 (肺高血圧症など) が原因。

※多くは二次性

※左心系弁膜症手術後 (主には僧帽弁) に出現または増悪する場合がある。

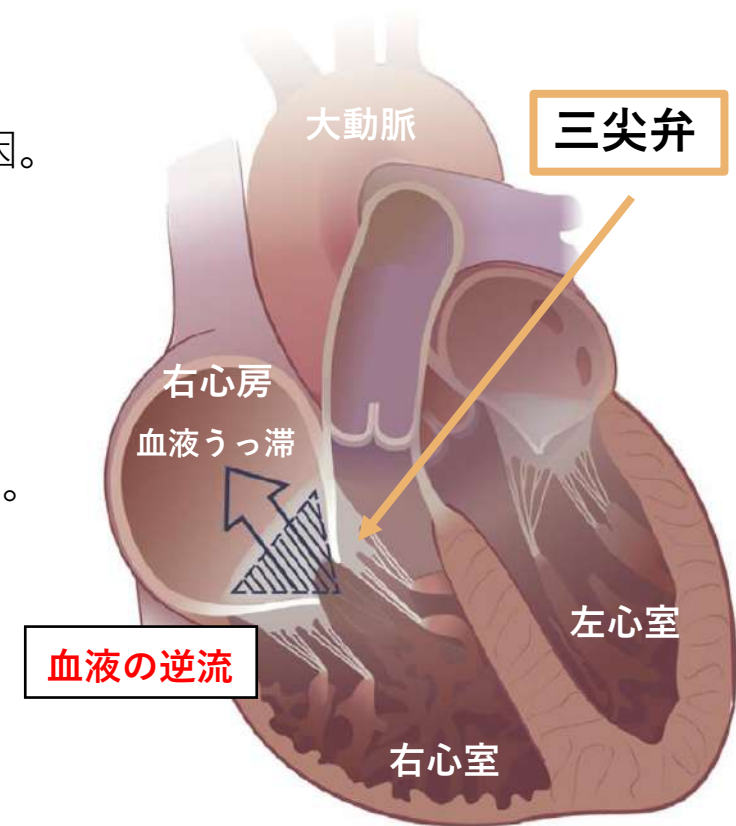
特徴

- ・自覚症状に乏しい (肺うっ血が起きないので、重症でも症状がない場合がある)。
- ・右心房に負荷がかかり、全身臓器のうっ滞 (浮腫、臓器障害)、心拍出量低下がおこる。
- ・心雑音を聴取することが少ないので、超音波検査で偶然発見されることが多い。
- ・心不全などの状態によって重症度が変化するので手術適応が難しい。
- ・TRによる右心不全は薬物療法への反応は良い。

手術適応

- ・適応が難しい (原因に応じて考慮する、後述)。

心臓収縮時



Badano et al. JACC Cardiovasc Imaging. 2019

心臓超音波検査 (三尖弁閉鎖不全症)

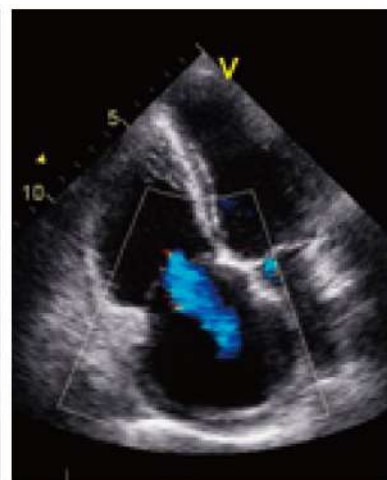
三尖弁自体の器質的な変化を観察し、一次性か二次性かの判断を行い、重症度を評価する

- ① 器質的な変化を評価する。
弁輪拡大、弁尖付着位置の評価
三尖弁尖閉鎖位置の右室方向への変位（閉鎖位置が心室側に変位 = tethering、心房側に変位 = prolapse）の評価。
- ② TR の重症度評価
定量化が困難なため、一般には三尖弁口部血流ジェット幅 (Vena Contracta) > 0.7 cm を重症とする。
カラードプラ法の逆流ジェット面積が 5 cm^2 以下を軽症、 10 cm^2 以上を重症とする。

正常



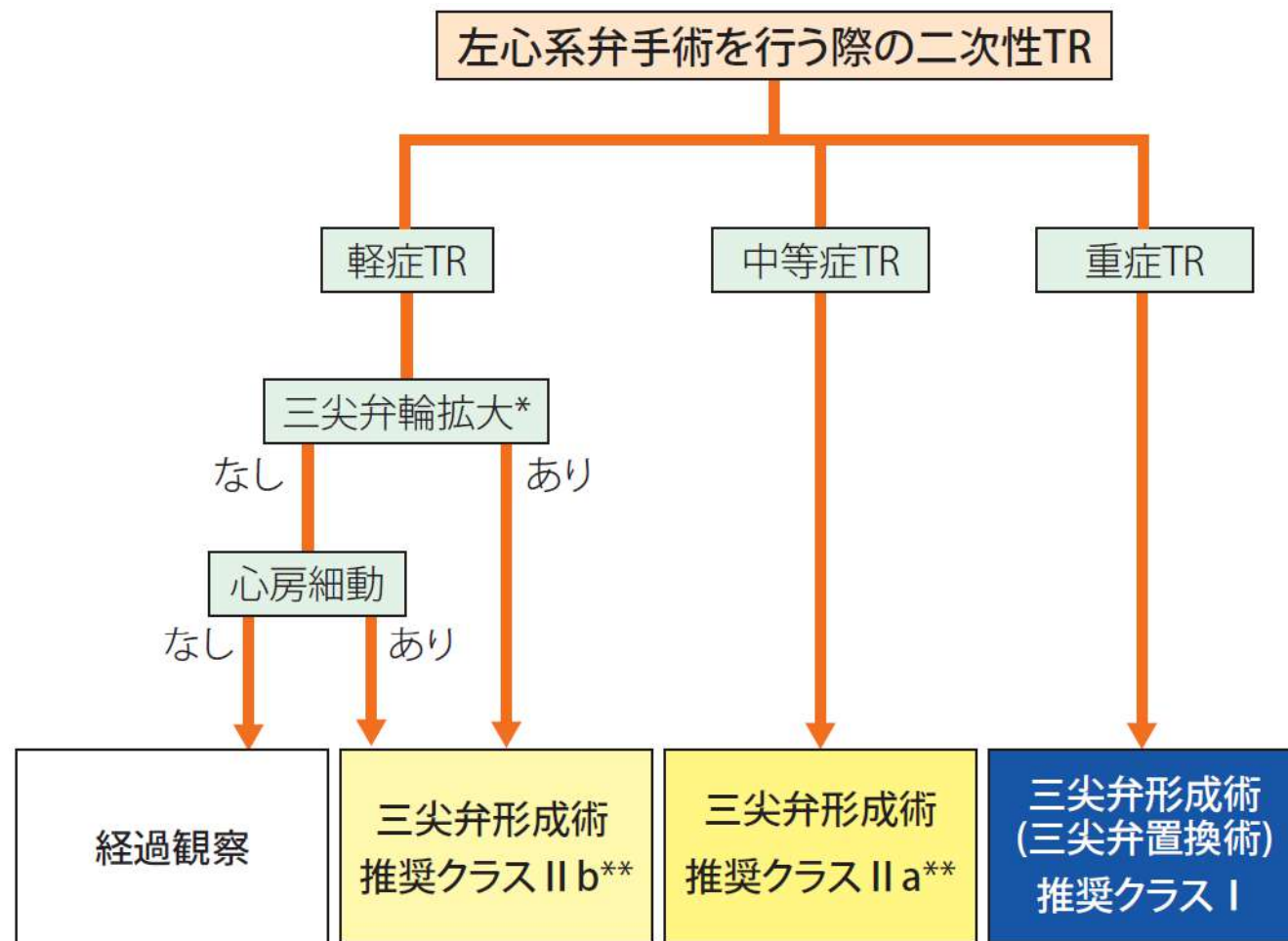
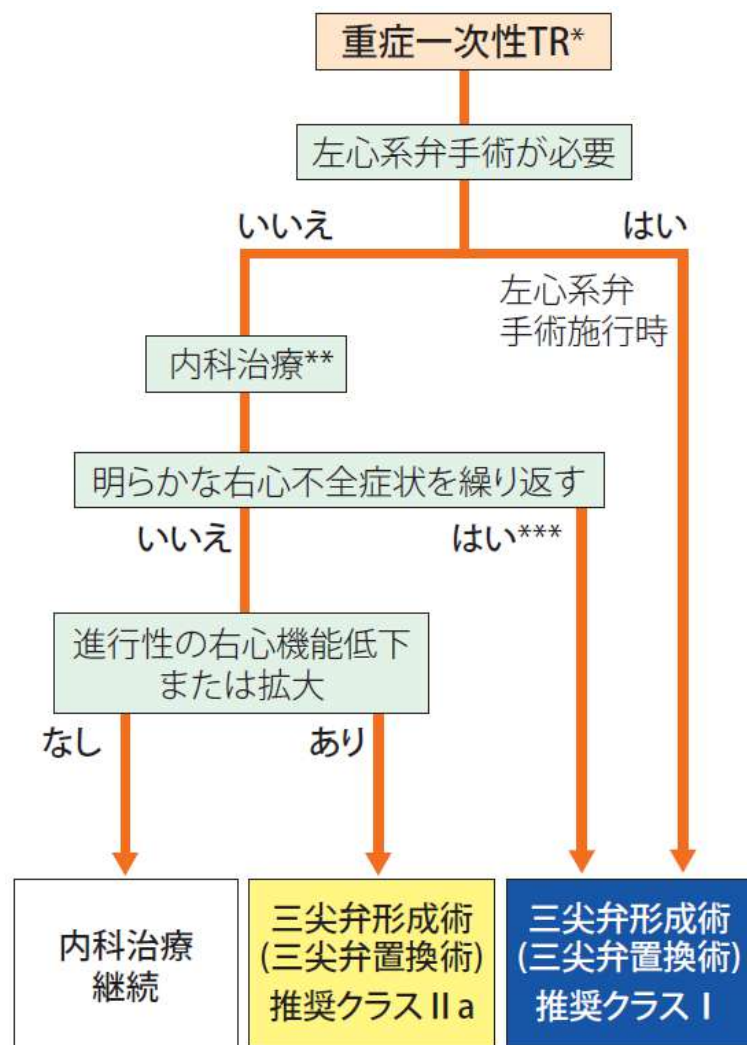
機能性三尖弁閉鎖不全症：閉鎖位置が右心室よりになる



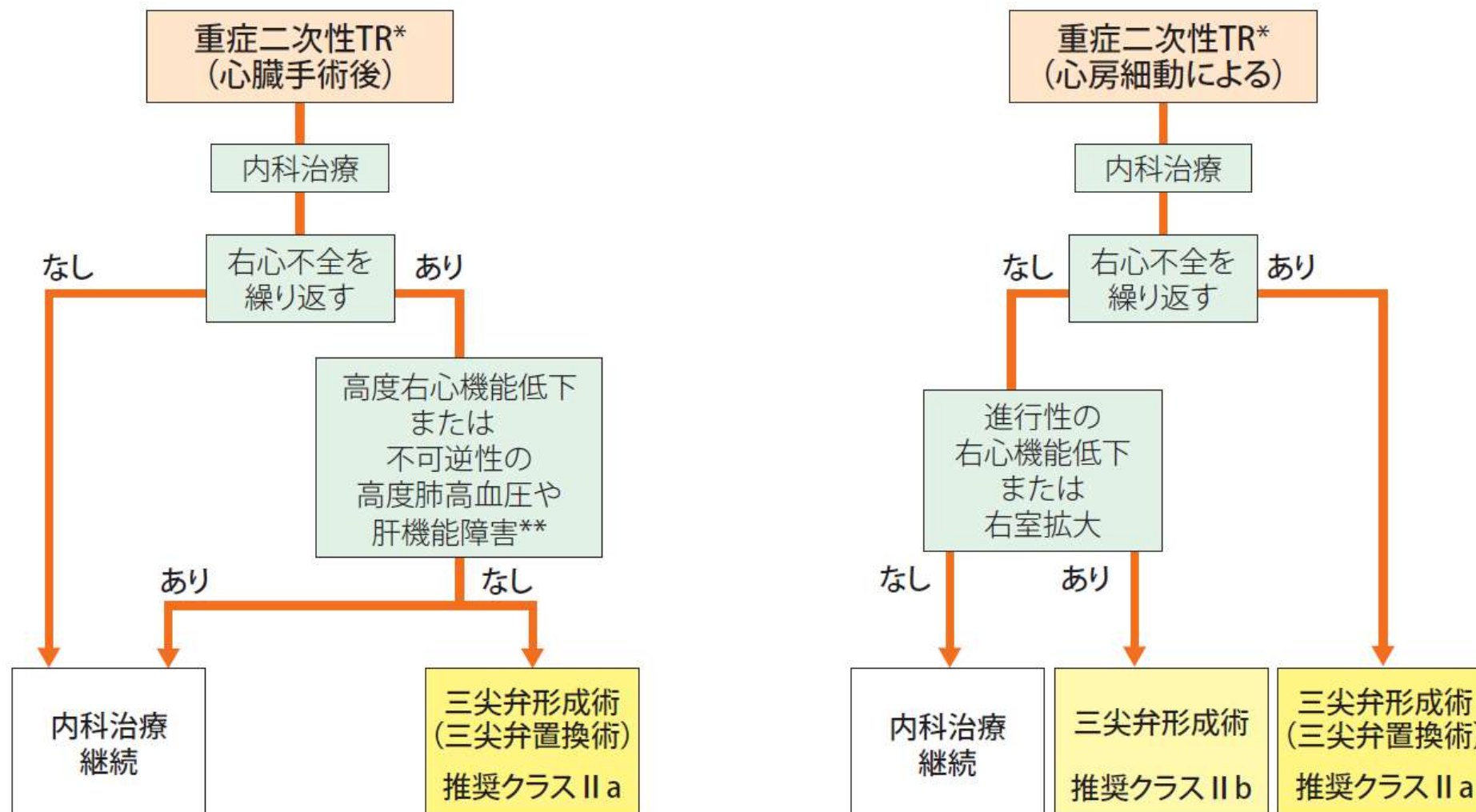
僧帽弁閉鎖不全症における Vena Contracta



三尖弁閉鎖不全症 (TR) の手術適応



三尖弁閉鎖不全症 (TR) の手術適応



三尖弁狭窄症 (TS)

右心室入り口の三尖弁が狭くなり、右心房および全身に血液がたまる。

原因

ほとんどの場合がリウマチ性

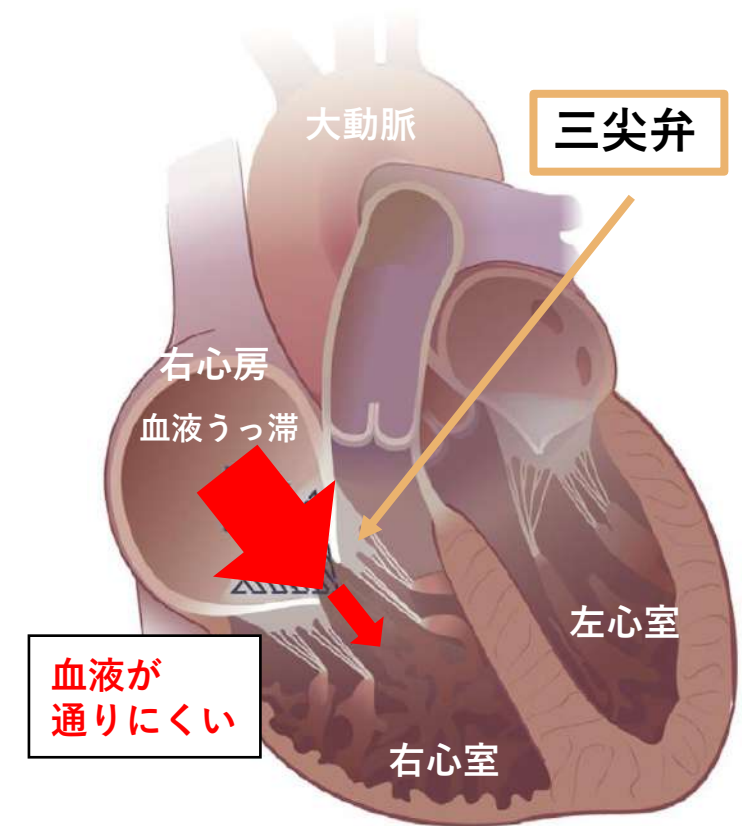
特徴

- ・ 単独の三尖弁狭窄症は稀で、僧帽弁狭窄症と合併することが多い。
- ・ 三尖弁狭窄症のほとんどは三尖弁閉鎖不全症を合併している。
- ・ 心拍出量の低下と全身臓器のうっ血をきたす。

手術適応

- ・ 重症三尖弁狭窄症に対する外科治療を要することは極めてまれ。

心臓拡張時

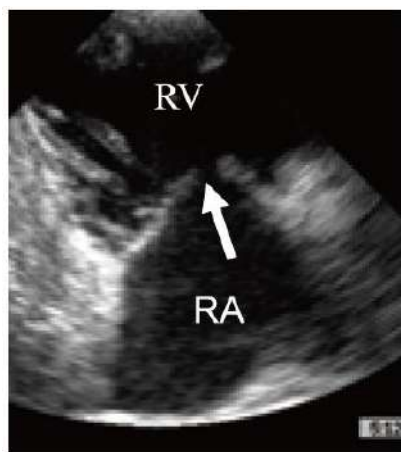


Badano et al. JACC Cardiovasc Imaging. 2019

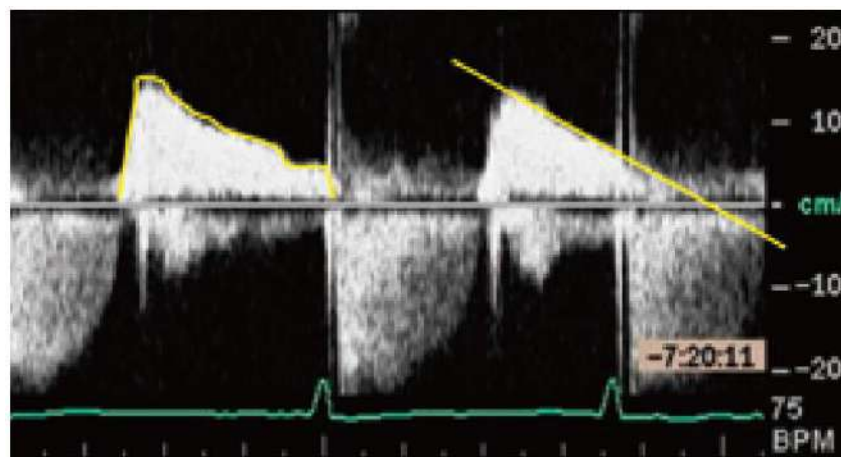
心臓超音波検査 (三尖弁狭窄症)

三尖弁自体の器質的な変化を観察し、下記の方法で機能的な重症度を評価する

- ① 断層心エコー図による三尖弁狭窄の評価および三尖弁口面積の測定
三尖弁の短軸をなかなか観察できないために三尖弁口面積を求めることは困難。
- ② 三尖弁圧較差の推定(ドプラー法で血流速度を測定して計算)
右房・右室圧較差は計測できるが、5 mmHg 程度と軽度でも有意な右心不全が出現する点などに注意する。
右房・右室圧較差(mmHg) = $4 \times \text{三尖弁流入血流速度(m/s)}^2$



三尖弁の開放制限を認める



連続波ドプラー法により
拡張期三尖弁通過血流速度の増加と
その減速時間の延長を認める

肺動脈弁疾患

肺動脈弁閉鎖不全症 (PR)

原因

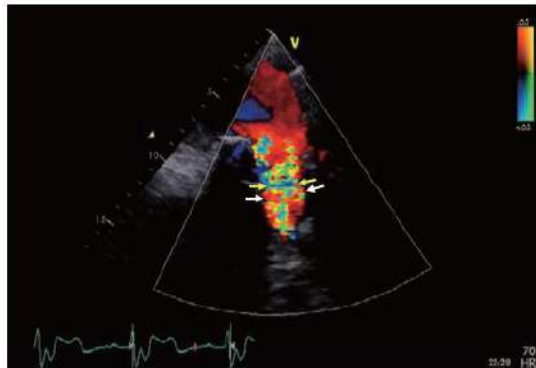
先天的異常、肺高血圧症など
※軽度の肺動脈閉鎖不全症は
正常な肺動脈弁においても認める。

特徴

- ・右室が拡大する。

手術適応

- ・症状を伴う場合。



逆流ジェット幅 (黄矢印)
肺動脈弁輪径 (白矢印)
の比を求める。
0.7以上で重症PR。

肺動脈弁狭窄症 (PS)

原因

ほとんどの場合が先天性異常

特徴

- ・新生児期に発症する重症例、無症状で経過する軽症例あり。
- ・孤立性発症が最も多いが、心房(心室)中隔欠損症あるいは動脈管開存症などの先天性心疾患と合併することも多い。

手術適応

- ・弁輪の低形成や弁尖の異形成が強い症例、あるいは重症閉鎖不全を合併する症例を除けば、カテーテル治療が可能。

