ICU勉強会
第一回　心臓弁膜症

2018年11月26日

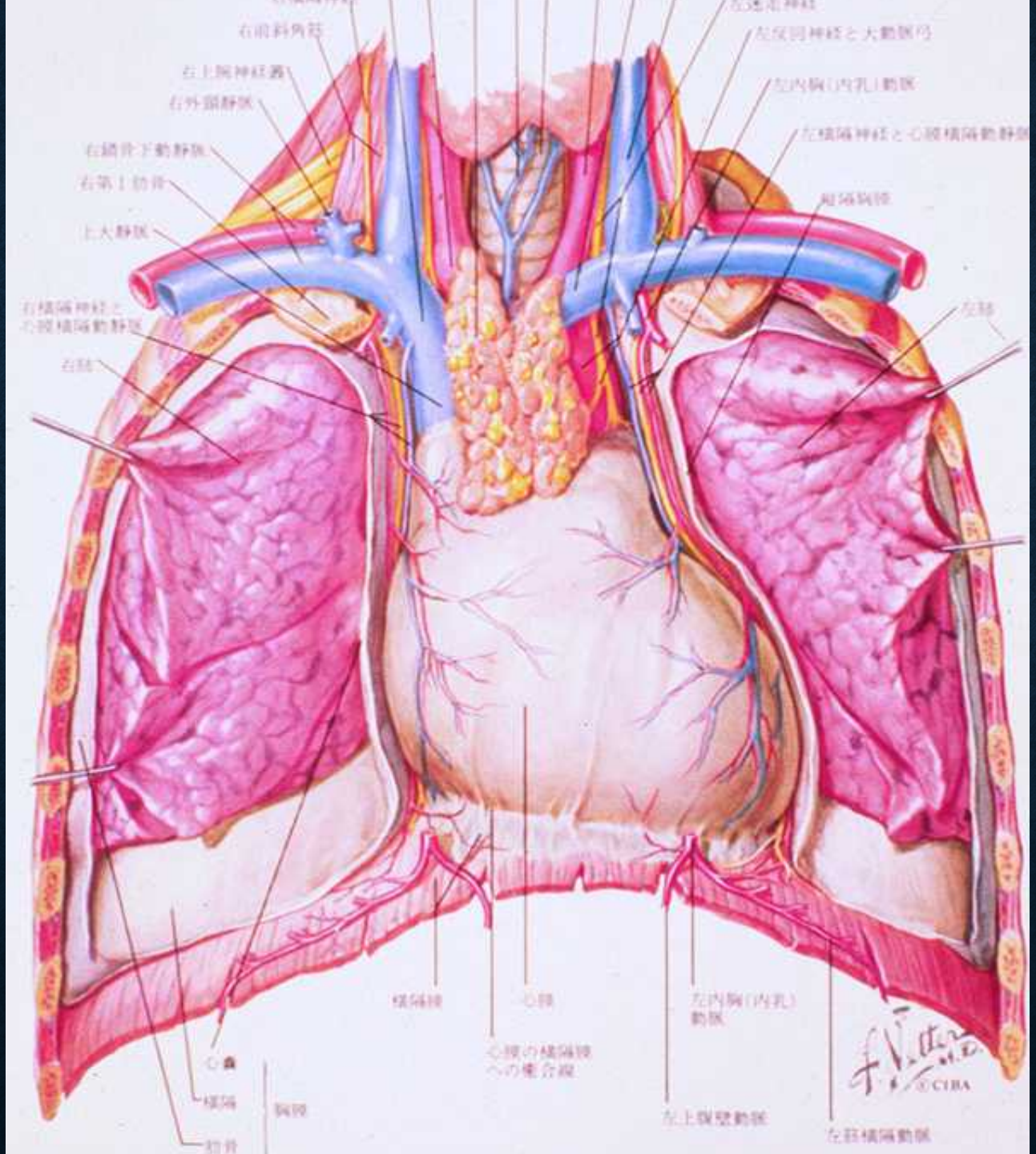
心臓血管外科

1. 成人心臓血管外科手術の対象疾患の説明

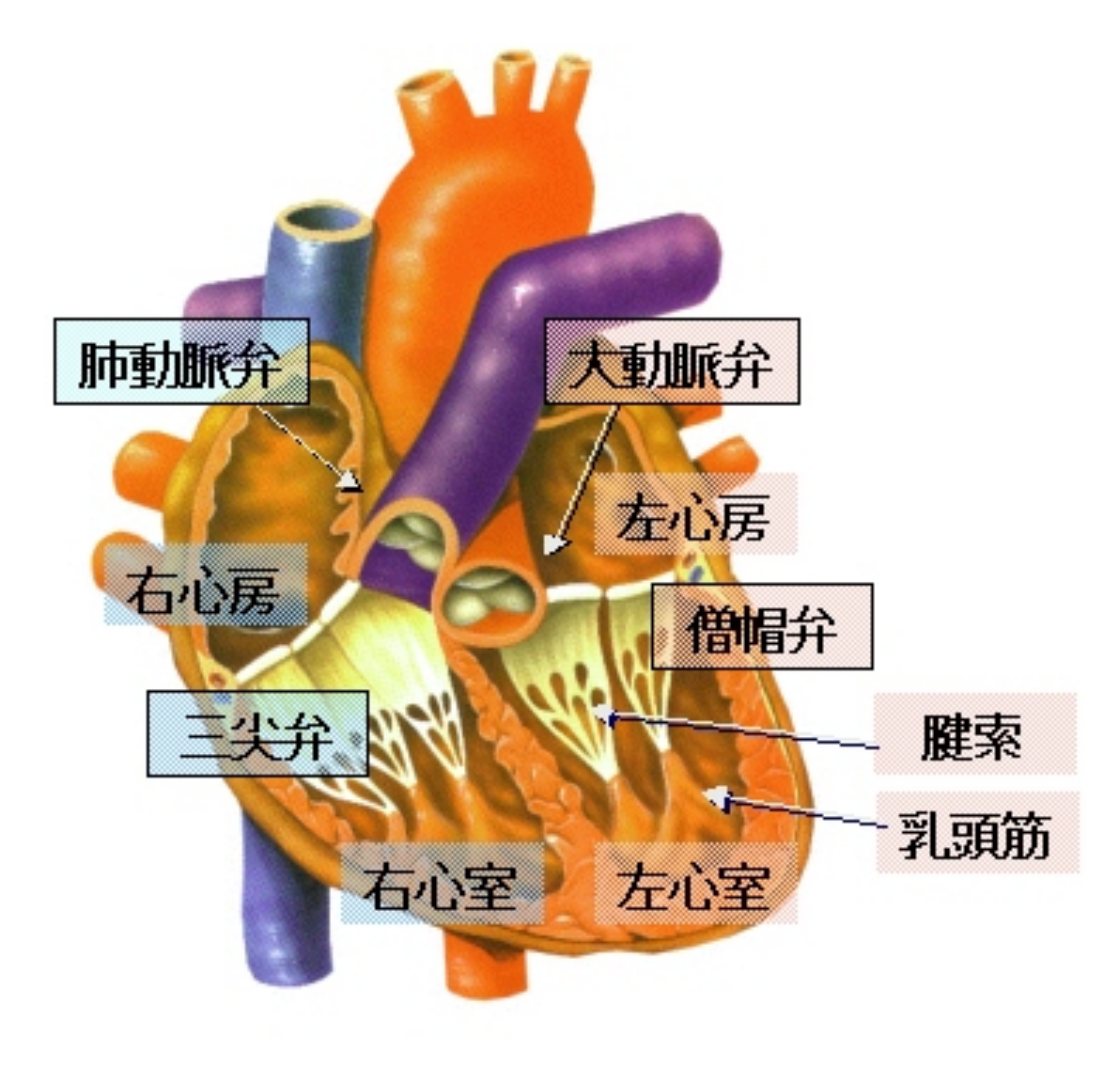
2. 人工心肺装置とECMO

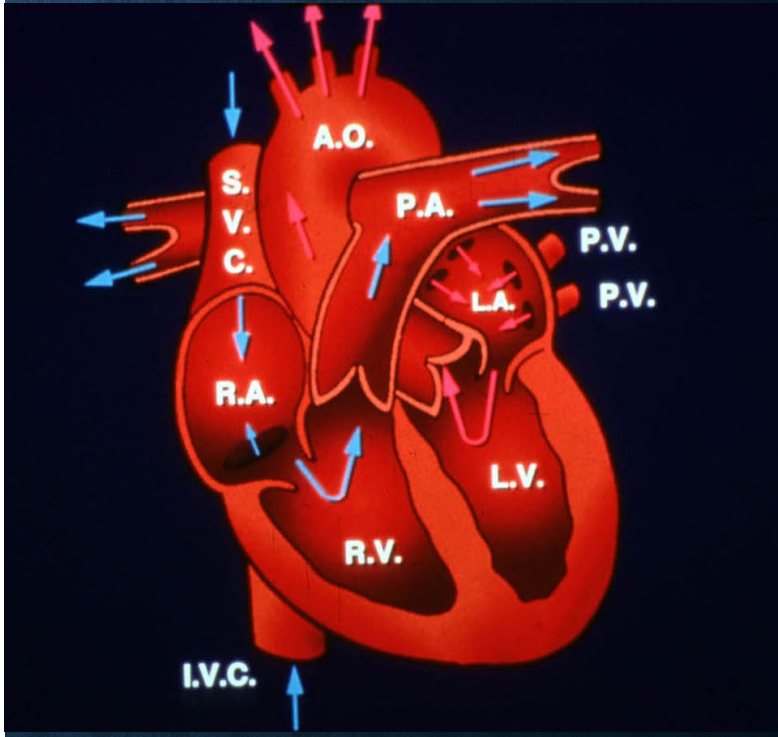
3. 成人心臓血管外科手術の術後管理一般

4. NOMI発生防止に向けた注意点


右前斜内筋
右上肺神経叢
右外頸静脈
右鎖骨下動静脈
右第1肋骨
上大静脈
右横隔神経と
心膜横隔動静脈
右肺
左迷走神経
左反回神経と大動脈弓
左内胸(内乳)動脈
左横隔神経と心膜横隔動静脈
縦隔胸膜
左肺
横隔膜
心膜
左内胸(内乳)
動脈
心膜の横隔膜
への癒合線
心臓
横隔
胸膜
肋骨
左上腹壁動脈
左肋横隔動脈
©CIBA

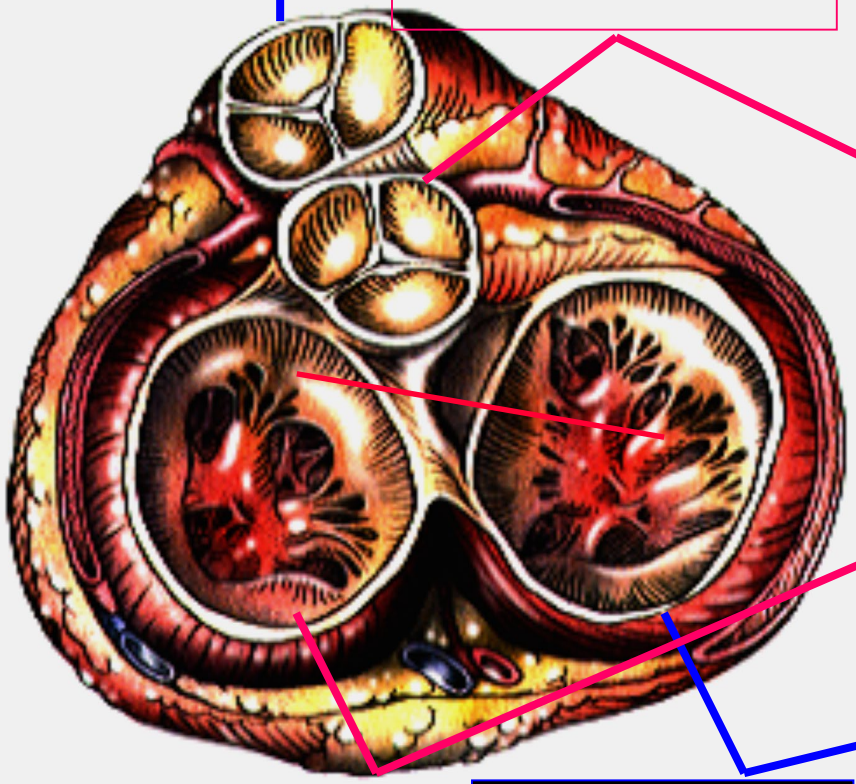
心臓と心臓弁

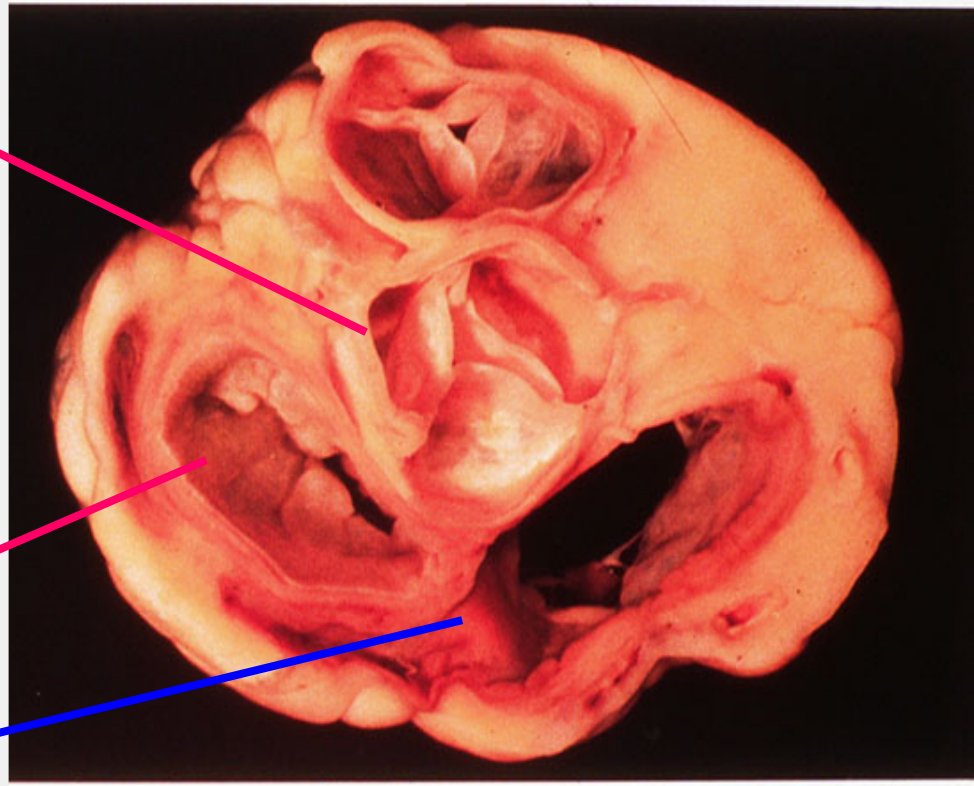

肺動脈弁
大動脈弁
左心房
右心房
僧帽弁
三尖弁
腱索
乳頭筋
右心室
左心室


A.O.
S.
V.
C.
P.A.
P.V.
P.V.
L.A.
R.A.
L.V.
R.V.
I.V.C.

肺動脈弁
Pulmonary Valve

大動脈弁
Aortic Valve

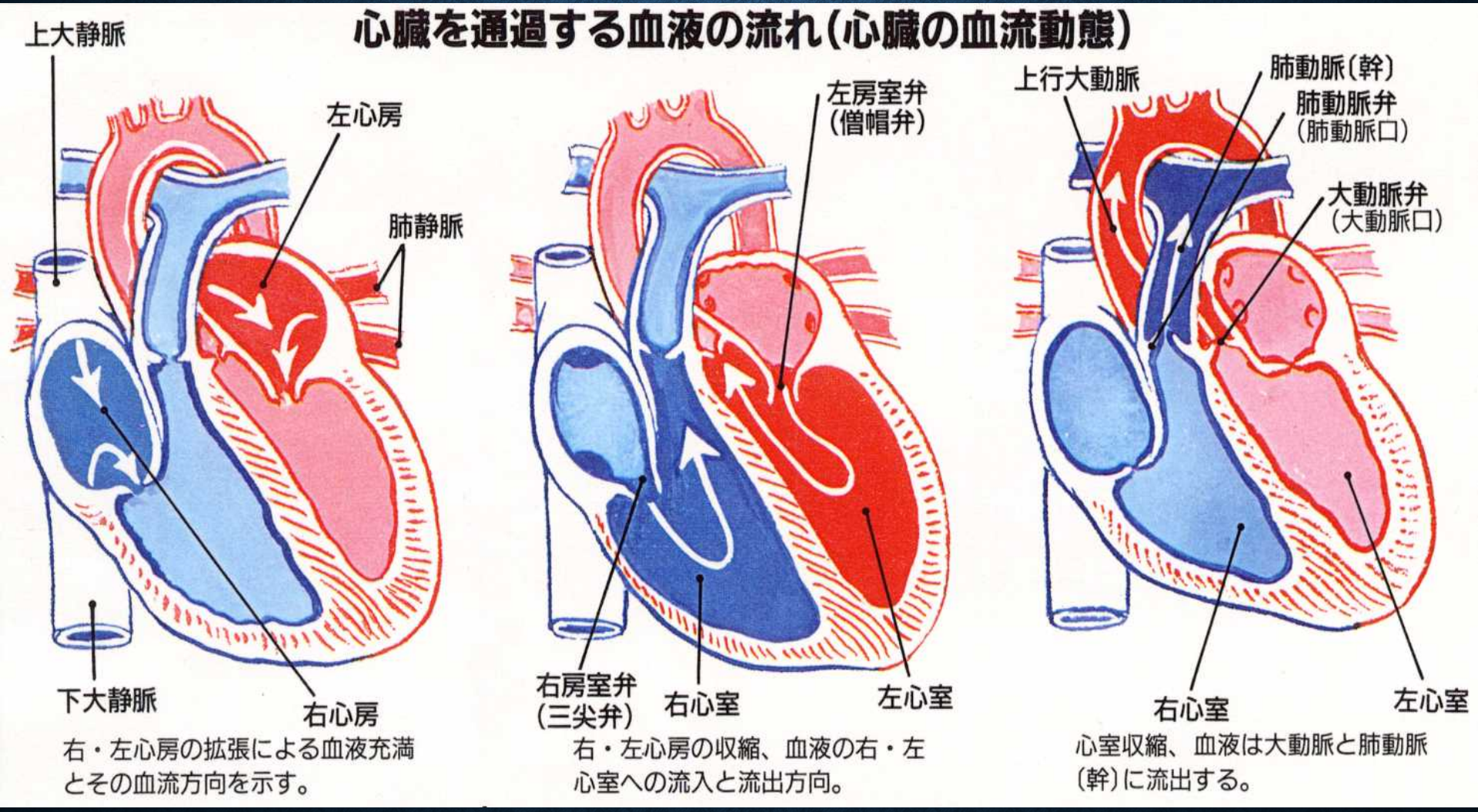




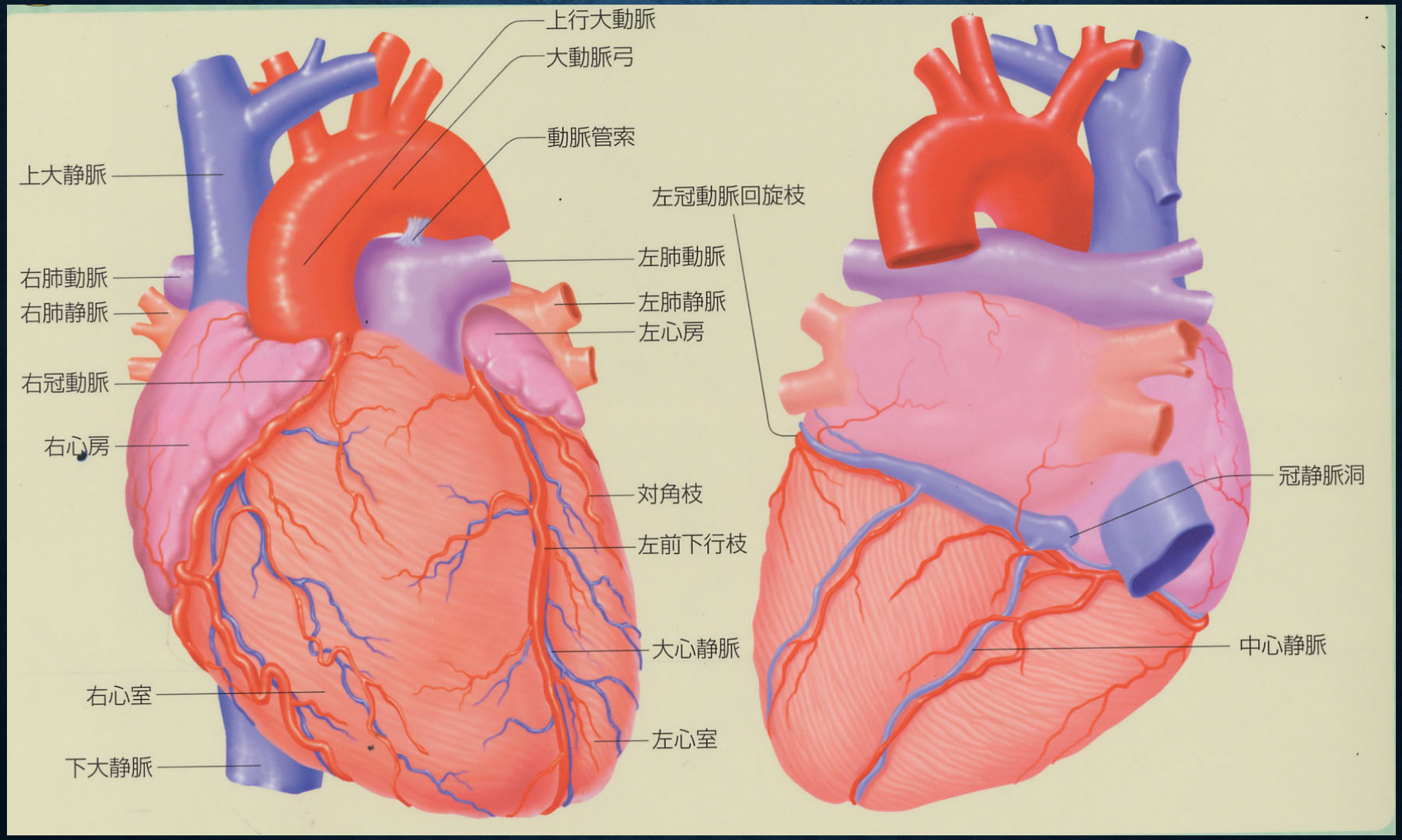
三尖弁
Tricuspid Valve

僧帽弁
Mitral Valve

血液の流れ


心臓を通過する血液の流れ（心臓の血流動態）
上大静脈
左心房
肺静脈
下大静脈
右心房
右・左心房の拡張による血液充満とその血流方向を示す。
左房室弁（僧帽弁）
右房室弁（三尖弁）
右心室
左心室
右・左心房の収縮、血液の右・左心室への流入と流出方向。
上行大動脈
肺動脈（幹）
肺動脈弁（肺動脈口）
大動脈弁（大動脈口）
右心室
左心室
心室収縮、血液は大動脈と肺動脈（幹）に流出する。

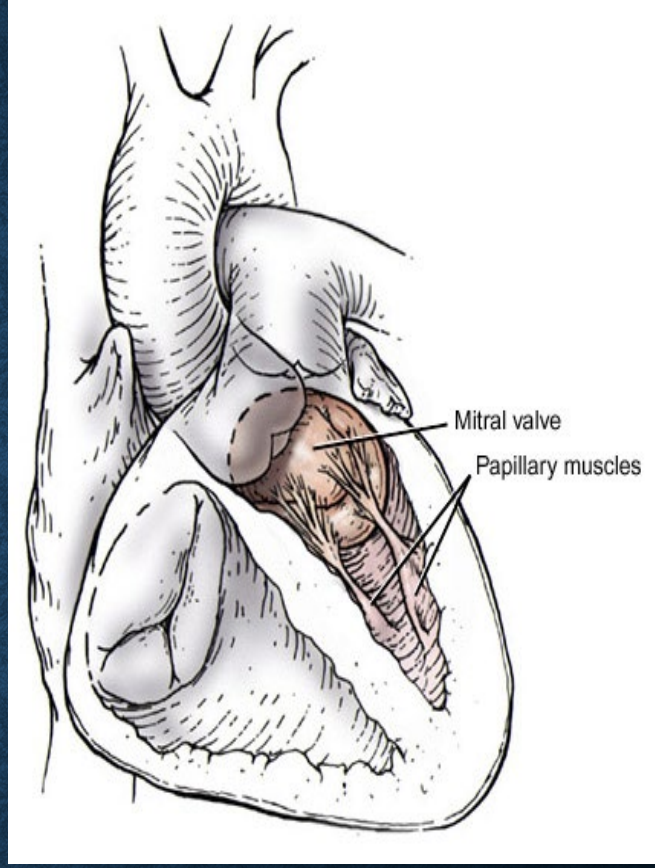
心臓と冠動脈


上行大動脈
大動脈弓
動脈管索
上大静脈
左冠動脈回旋枝
左肺動脈
右肺動脈
右肺静脈
左肺静脈
左心房
右冠動脈
右心房
対角枝
左前下行枝
冠静脈洞
大心静脈
中心静脈
右心室
左心室
下大静脈

NYHA分類

I 度	心疾患があるが、身体活動には特に制約がなく日常労作により、特に不当な呼吸困難、狭心痛、疲労、動悸などの愁訴がしょうじないもの。
II 度	心疾患があり、身体活動が軽度に制約されるもの； 安静時または軽労作時には障害がないが、日常労作のうち、比較的強い労作（例えば、階段上昇、坂道歩行など）によって、上記の愁訴が発言するもの。
III 度	心疾患があり、身体活動が著しく制約されるもの； 安静時には愁訴はないが、比較的軽い日常労作でも、上記の主訴が出現するもの。
IV 度	心疾患があり、いかなる程度の身体労作の際にも上記愁訴が出現し、また、心不全症状、または、狭心症症候群が安静時においてもみられ、労作によりそれらが増強するもの

僧帽弁の解剖



- 心臓の中で唯一の二葉弁
- 僧帽弁支持組織
  - 弁葉（Leaflet）
  - 腱索（Chorda Tendinea）
  - 乳頭筋（Papillary Muscle）
  - 弁輪（Annulus）
    - 弁葉の開閉は、左室筋の収縮拡張に応じ、迅速に行われる。心室筋の一部である乳頭筋の収縮が、腱索に張力となって伝わり、弁の開閉をスムーズにする。

大動脈弁の解剖

- 最も血流が多い弁
- 三枚の弁尖

右冠尖(Right Coronary Cusp)
左冠尖(Left Coronary Cusp)
無冠尖(Non Coronary Cusp)

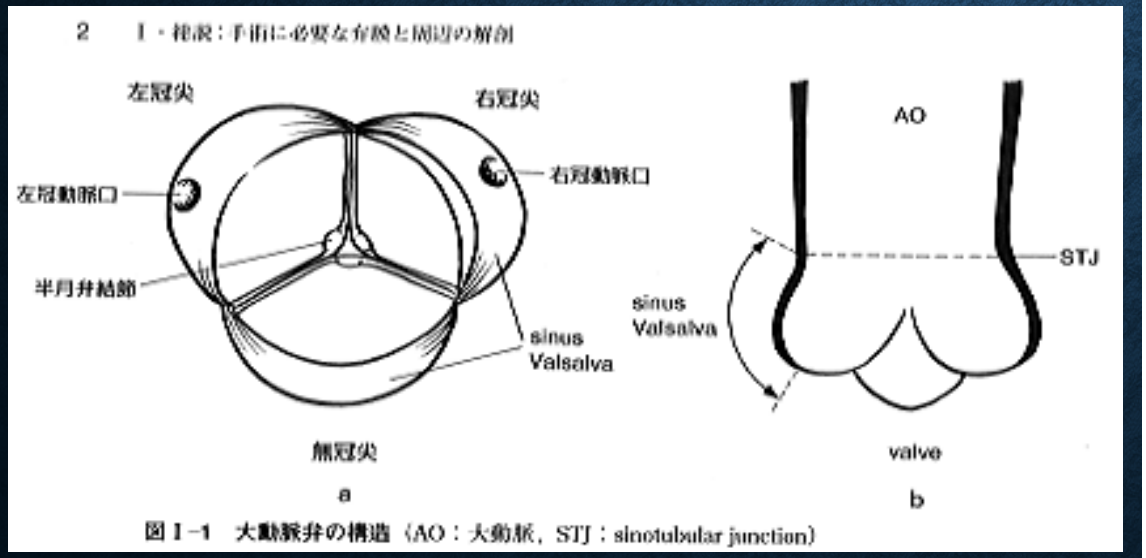
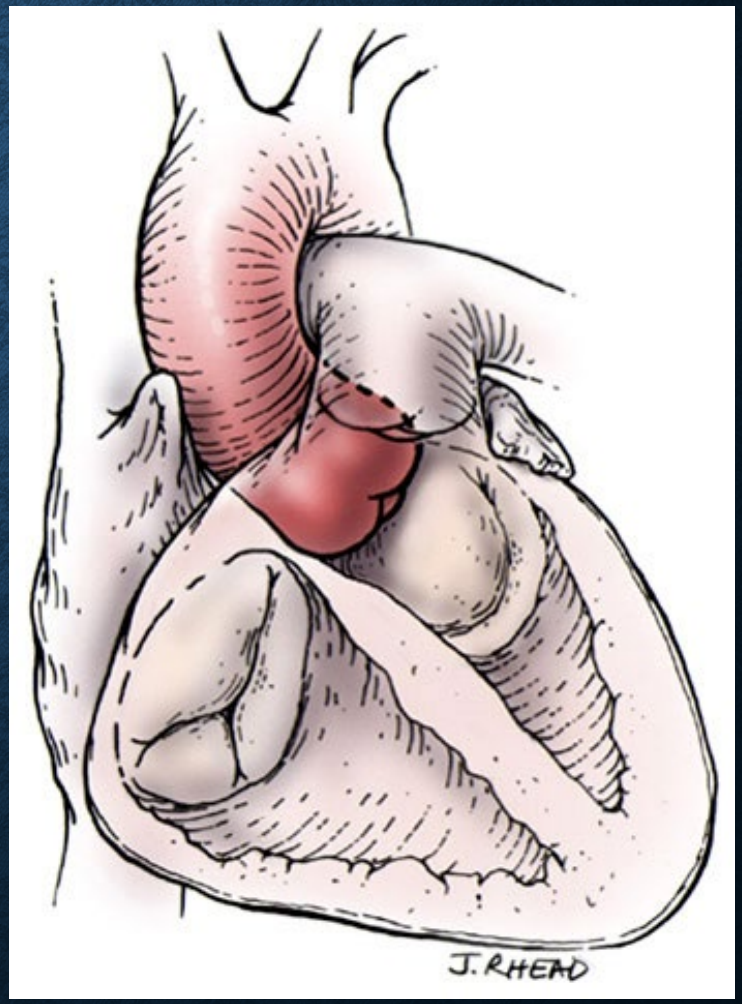


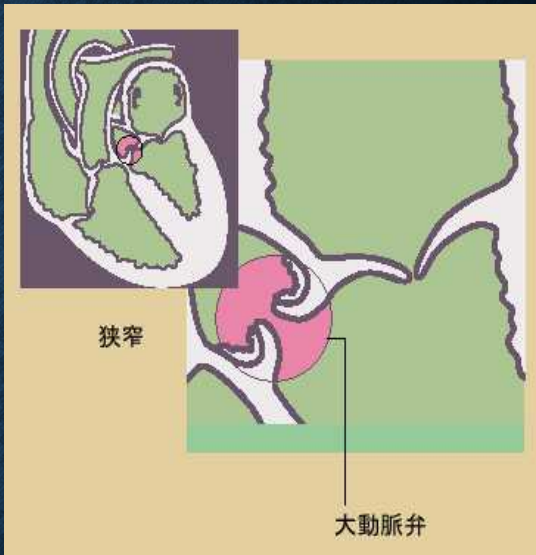
図 I-1 大動脈弁の構造（AO：大動脈，STJ：sinotubular junction）

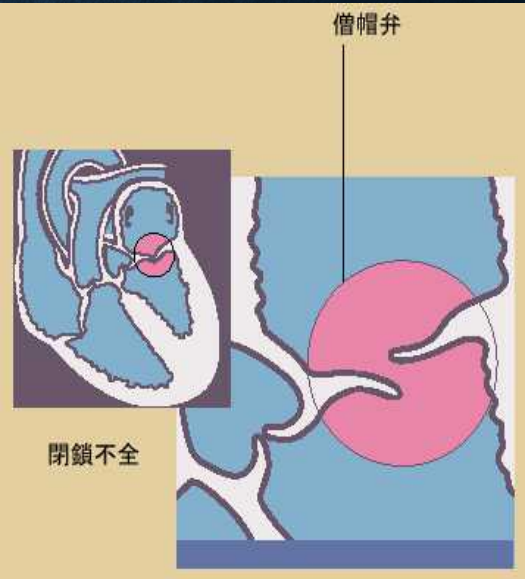


心臓弁の障害

- 弁には心室内の圧変化に反応して開閉する弁尖がついています。弁の機能が損なわれる原因として最も多いのは狭窄と閉鎖不全です。

- 狭窄とは心臓弁開口部の面積が小さくなることです。閉鎖不全とは弁が正常に閉じないため、そのすきまから血液が逆流したりして、十分な量の血液が流れなくなることです。





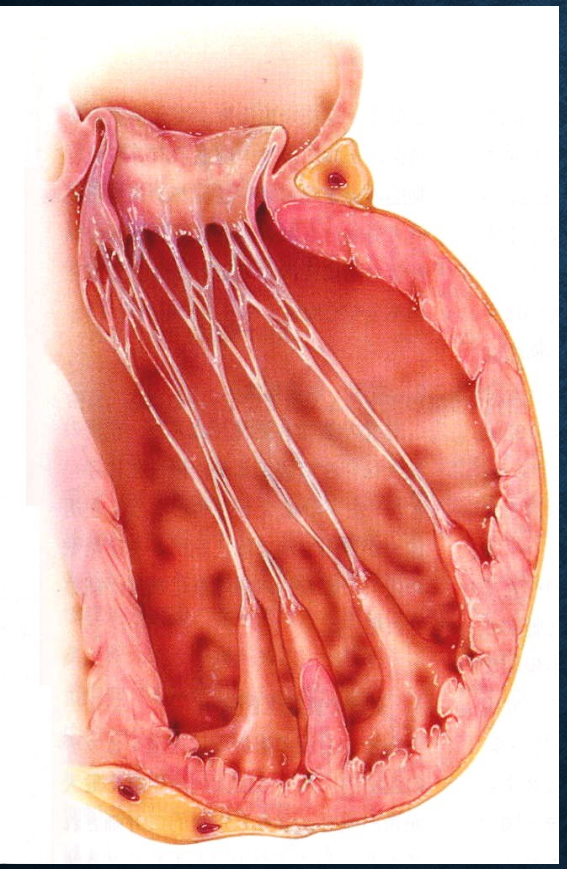
弁膜症の原因

- 変性疾患
  - 全弁膜症の約65%。コラーゲンの粘液性変性により線維組織が脆弱になり、弁輪の拡大、建策の延長、弁尖の伸張などを起こす。
- リウマチ性
  - 全弁膜症の約20%。進行の課程については、連鎖球菌が関与していると言われているが、解明はされていない。連鎖球菌の産出物が体内を巡るにつれ、関節、角膜、弁膜組織が炎症性の肉芽組織に置き換わる病変が起きる。結果、交連部、腱索に癒合を生じ、狭窄、閉鎖不全を引き起こす。
- 感染性心内膜炎
  - 外傷、感冒、上気導炎、肺炎、虫歯などの感染症で、感染した細菌が弁膜を含む心内膜で繁殖し、線維組織に浮腫を起こしたり、組織を破壊する。腱索が断裂したり、弁尖に穴が開くなどの著しい閉鎖不全を呈する

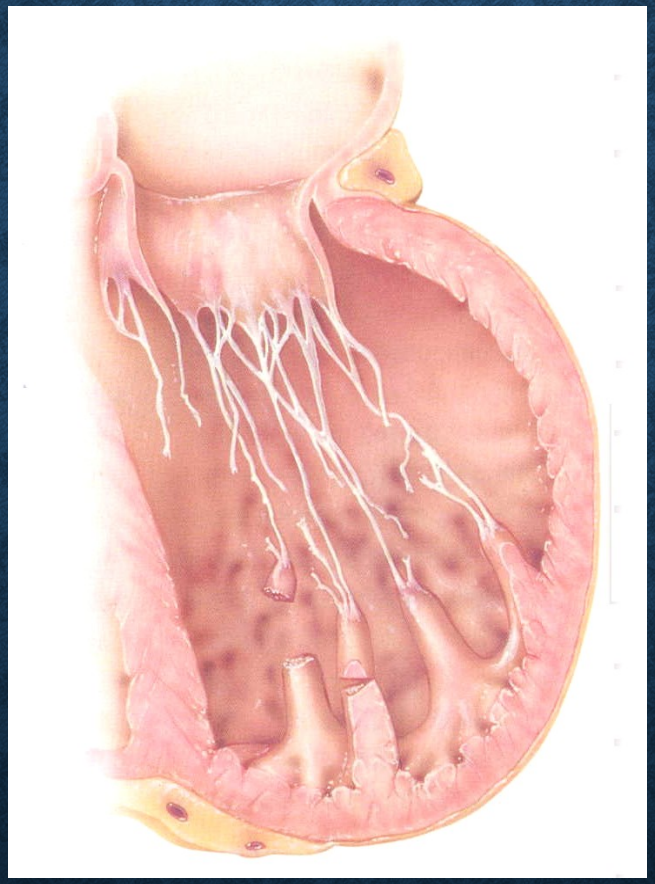
弁膜症の原因（続き）

- 虚血性
  - 心筋梗塞により、壊死した心筋組織の拡張や断裂などが起こり、弁輪拡大や乳頭筋断裂により、著しい閉鎖不全を呈する。左冠動脈疾患は前乳頭筋、右冠動脈疾患は後乳頭筋に異常が発生する。
- 先天性
  - 心内膜欠損症などの奇形による弁膜構造異常や、欠損していることにより発生する。先天性心疾患は出生時には6～10人／1000人あるとされている。
- 動脈硬化性
  - 弁輪部および弁尖基部に石灰化を起こし、弁尖の動きを阻害する。狭窄、閉鎖不全を引き起こす。

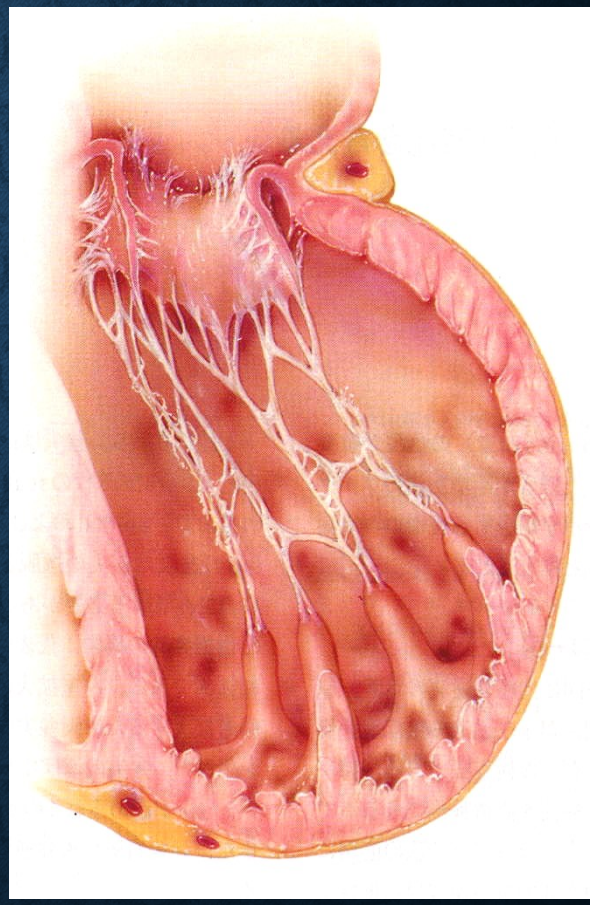
僧帽弁の病変



腱策延長

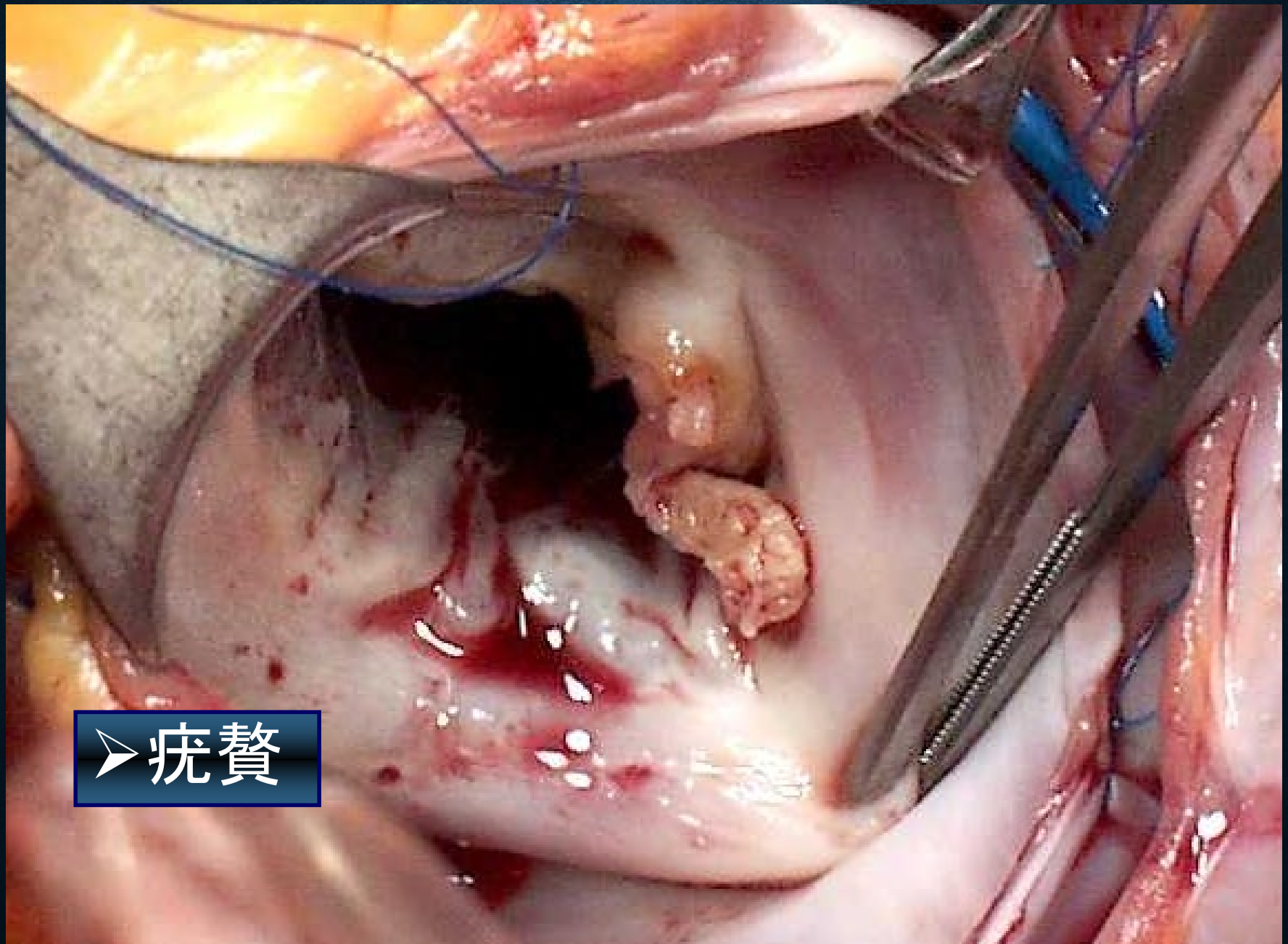


腱策断裂

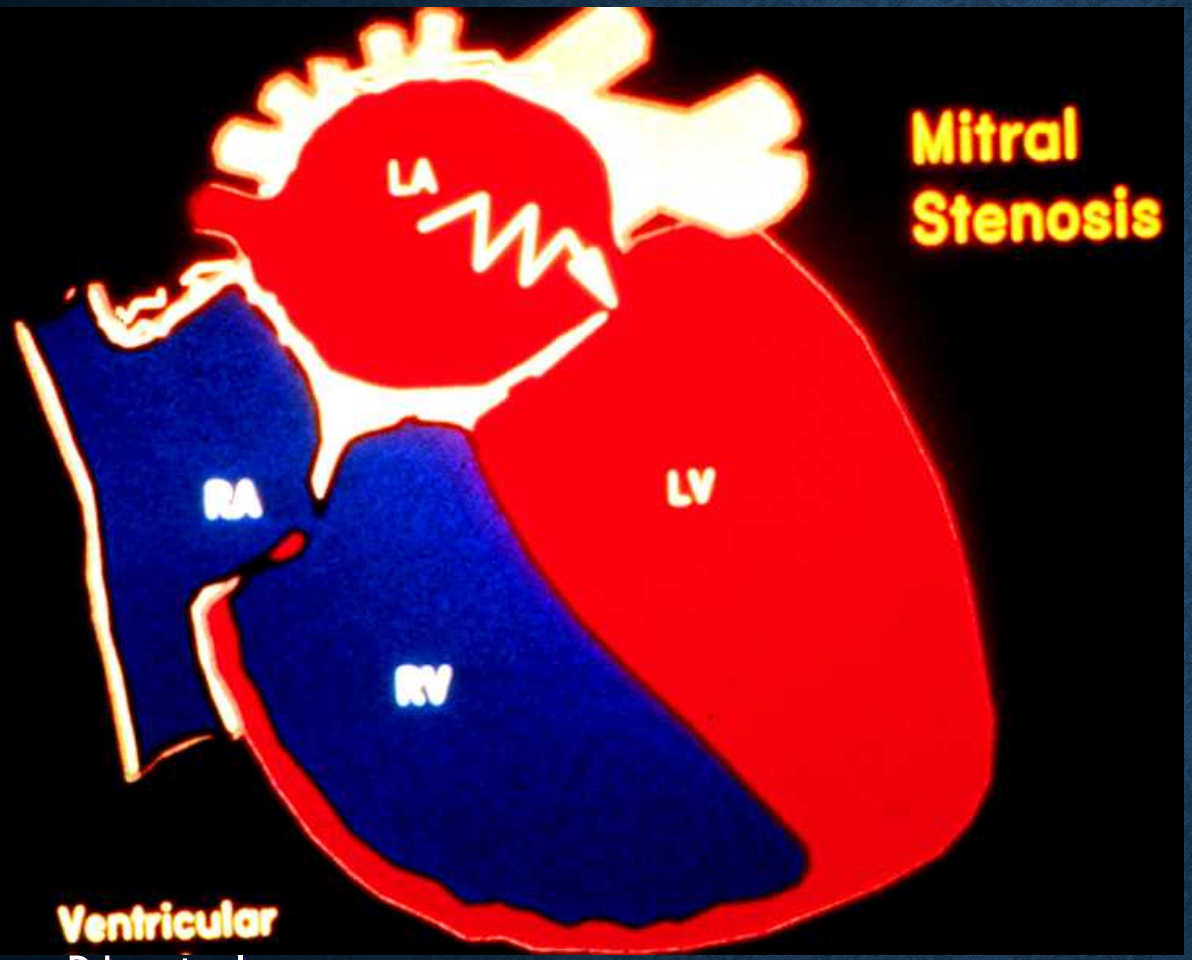


リウマチ性

感染性心内膜炎(IE)



僧帽弁狭窄の病態生理



殆どがリウマチ性

僧帽弁の狭窄
↓
弁口面積の低下
↓
左房圧の上昇
↓
肺うっ血
↓
肺動脈圧の上昇
↓
右室拡大

左房拡大
↓
心房細動
↓
左房内血栓

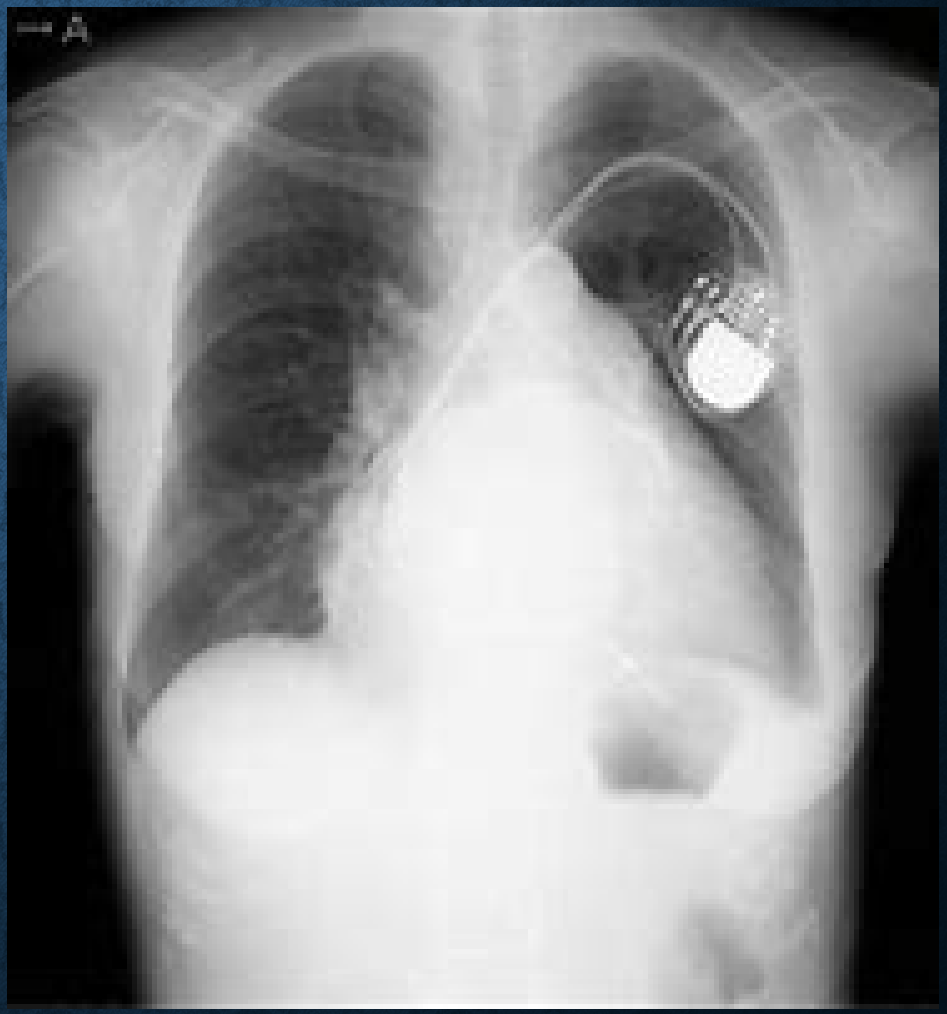
僧帽弁狭窄症の手術適応

NYHA＞Ⅲ°

僧帽弁口面積＜1.5㎠

繰り返す塞栓

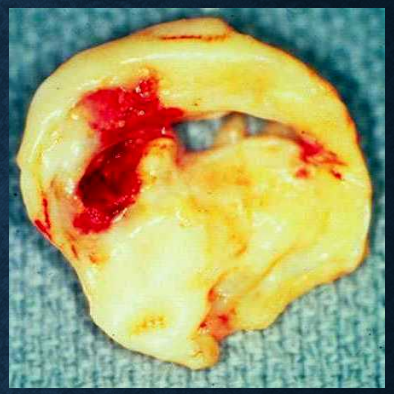
左房内血栓

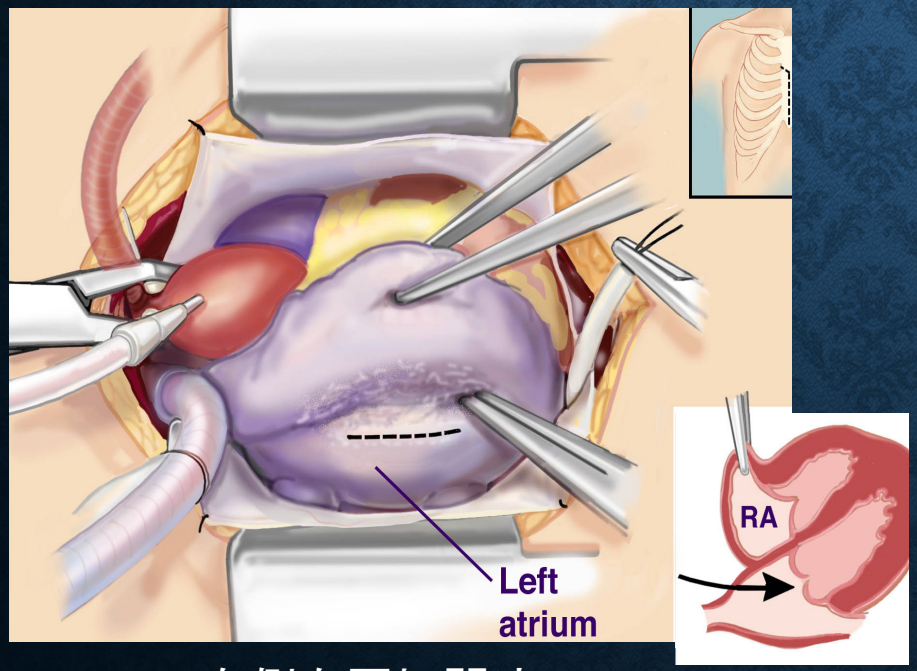


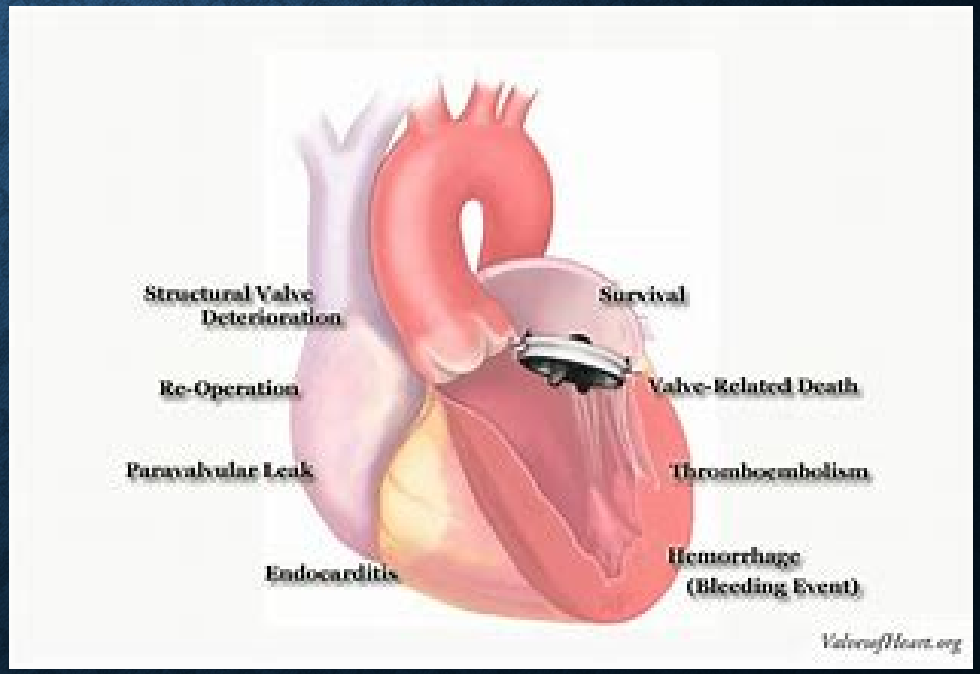
僧帽弁狭窄症の手術

↕

僧帽弁置換術







- 右側左房切開法

僧帽弁閉鎖不全の病態生理

僧帽弁の逆流
↓
左房・左室容量負荷
↓
左房圧の上昇
↓
肺うっ血
↓
肺動脈圧の上昇
↓
右室拡大

左房拡大
↓
心房細動

いろいろな原因で起こる

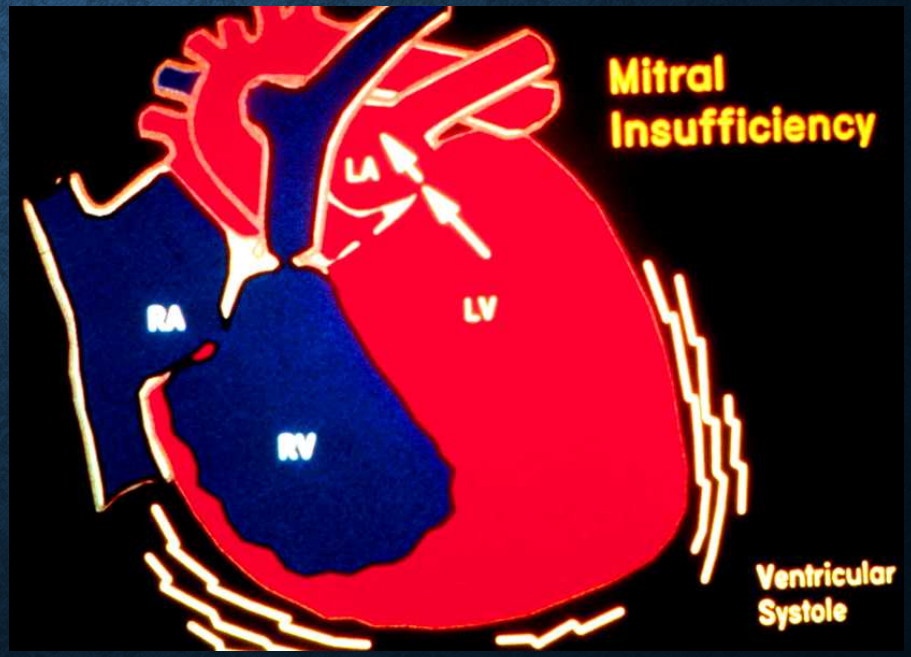
①器質性（腱索断裂など）

②Barlow 症候群

③弁輪拡大

④虚血に伴う変化

⑤感染性心内膜炎による弁破壊



僧帽弁閉鎖不全症の手術適応

MR　　NYHA　Ⅲ°

（Pure MRではNYHAⅡ°）

僧帽弁逆流＞SellersⅢ°

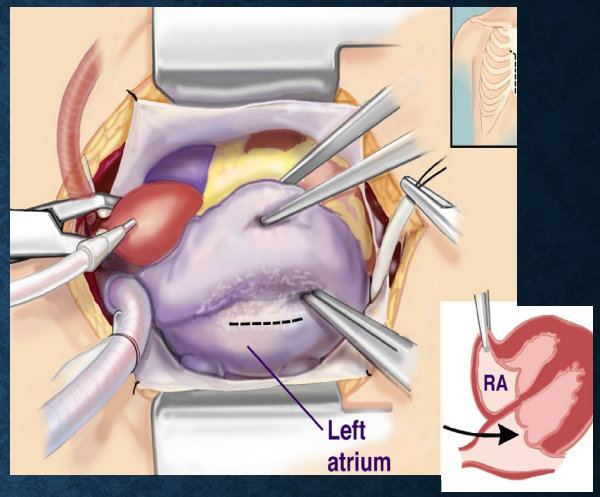
Acute Severe MR

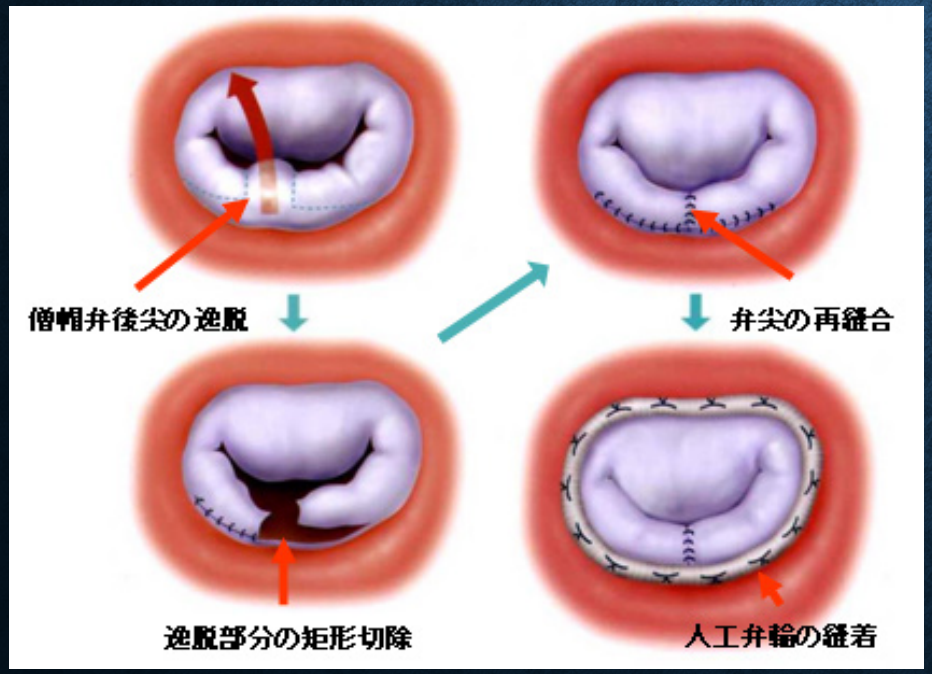
僧帽弁閉鎖不全症の手術

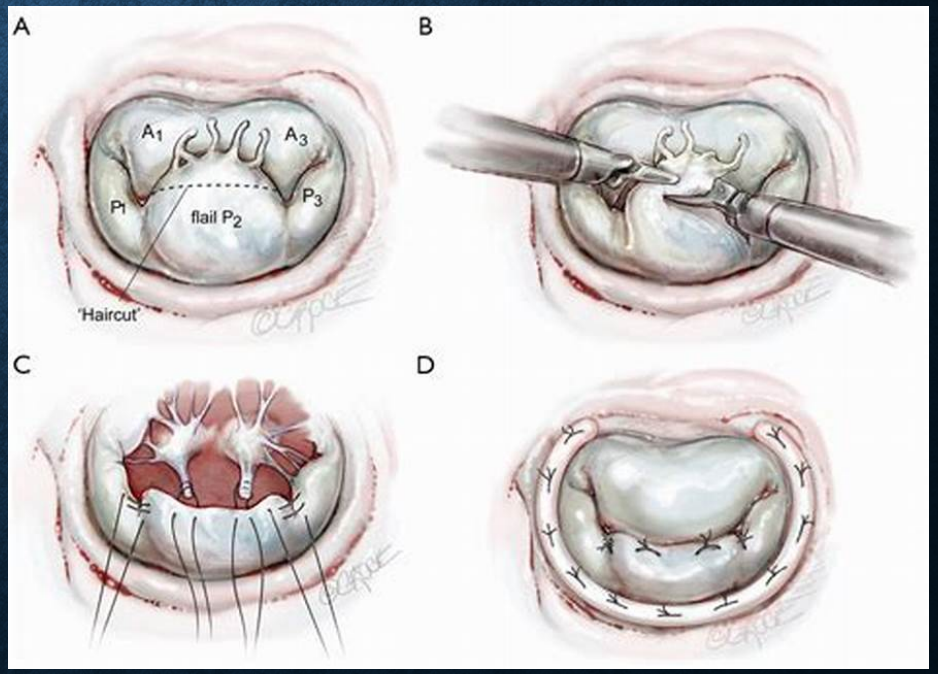
↕

僧帽弁形成術が第一選択

- 右側左房切開法



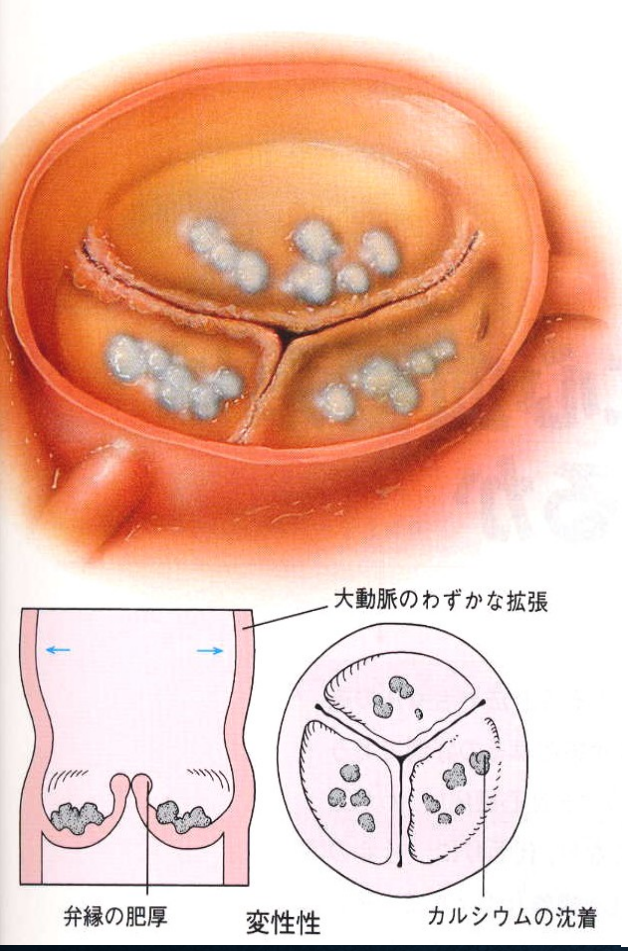


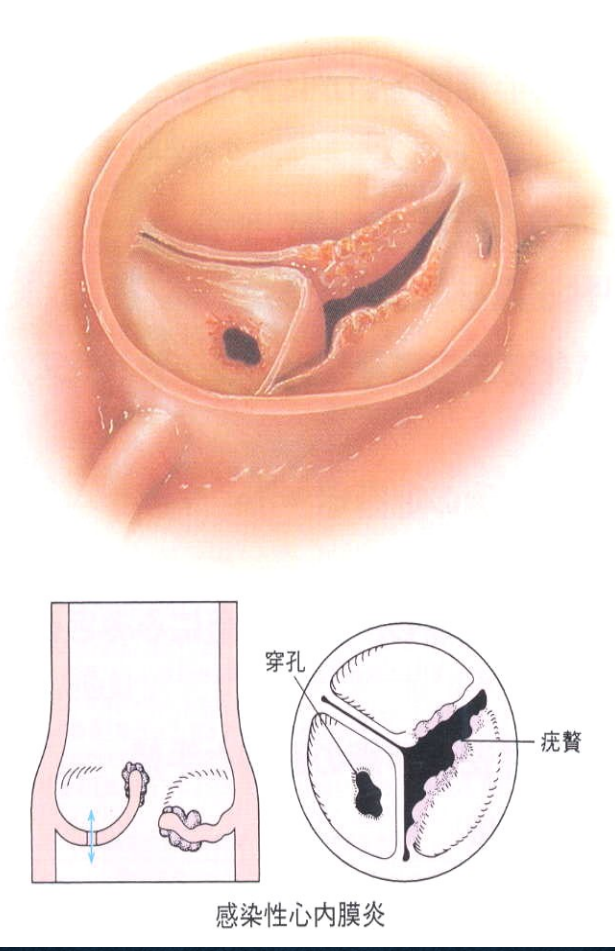


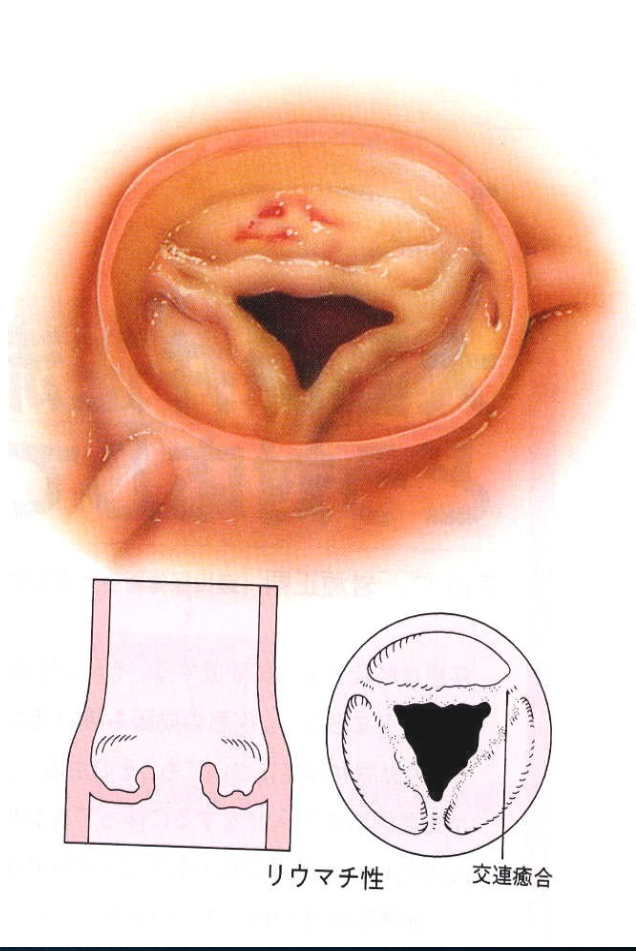
右開胸僧帽弁手術（MICS）

- 僧帽弁に対する処置は原則通常の胸骨正中切開と同様
- 創部は小さい。胸腔鏡を併用して手術実施。
- 技術的に難しいが実施症例数は増加している。

大動脈弁の病変







大動脈弁狭窄の病態生理

大動脈弁狭窄
↓
弁口面積の低下
↓
左室圧上昇
↓
左室肥大
↓
左室拡張障害
↓
虚血
↓
狭心症　心室性不整脈

大動脈弁閉鎖不全の病態生理

大動脈弁の逆流
↓
左室の容量負荷
↓
左室拡大、左室肥大
↓
左室収縮障害
↓
虚血
↓
狭心症　心室性不整脈

手術適応

AS　頻脈、狭心痛、失神の症状があるもの

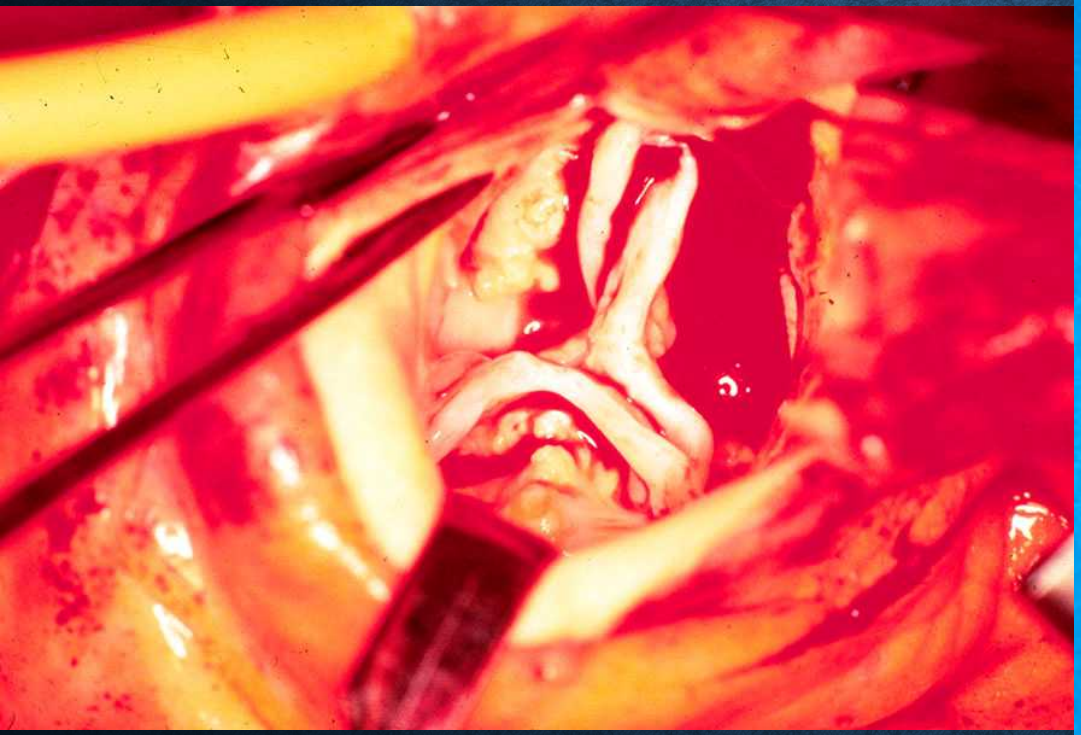
左室−大動脈平均圧較差＞40（50） mmHg

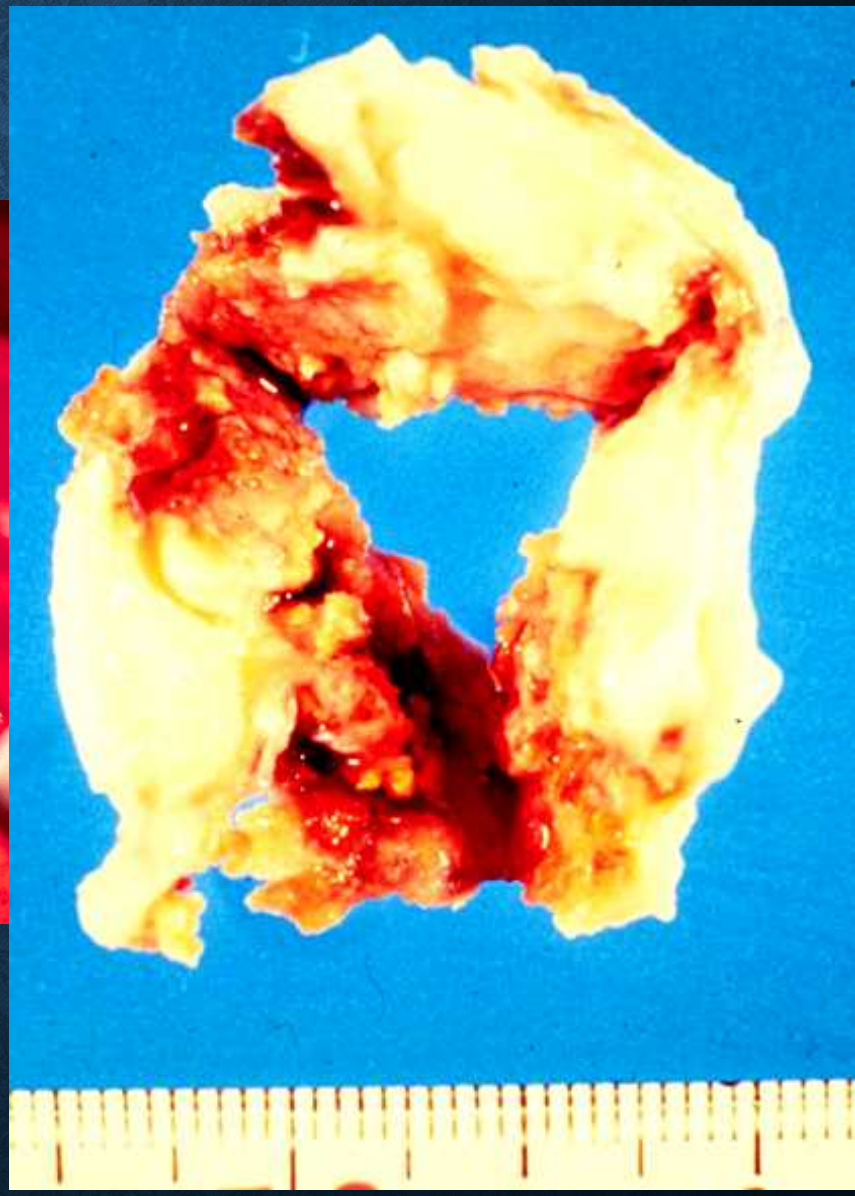
AR　頻脈、狭心痛、失神の症状があるもの

大動脈弁逆流＞Sellers III°

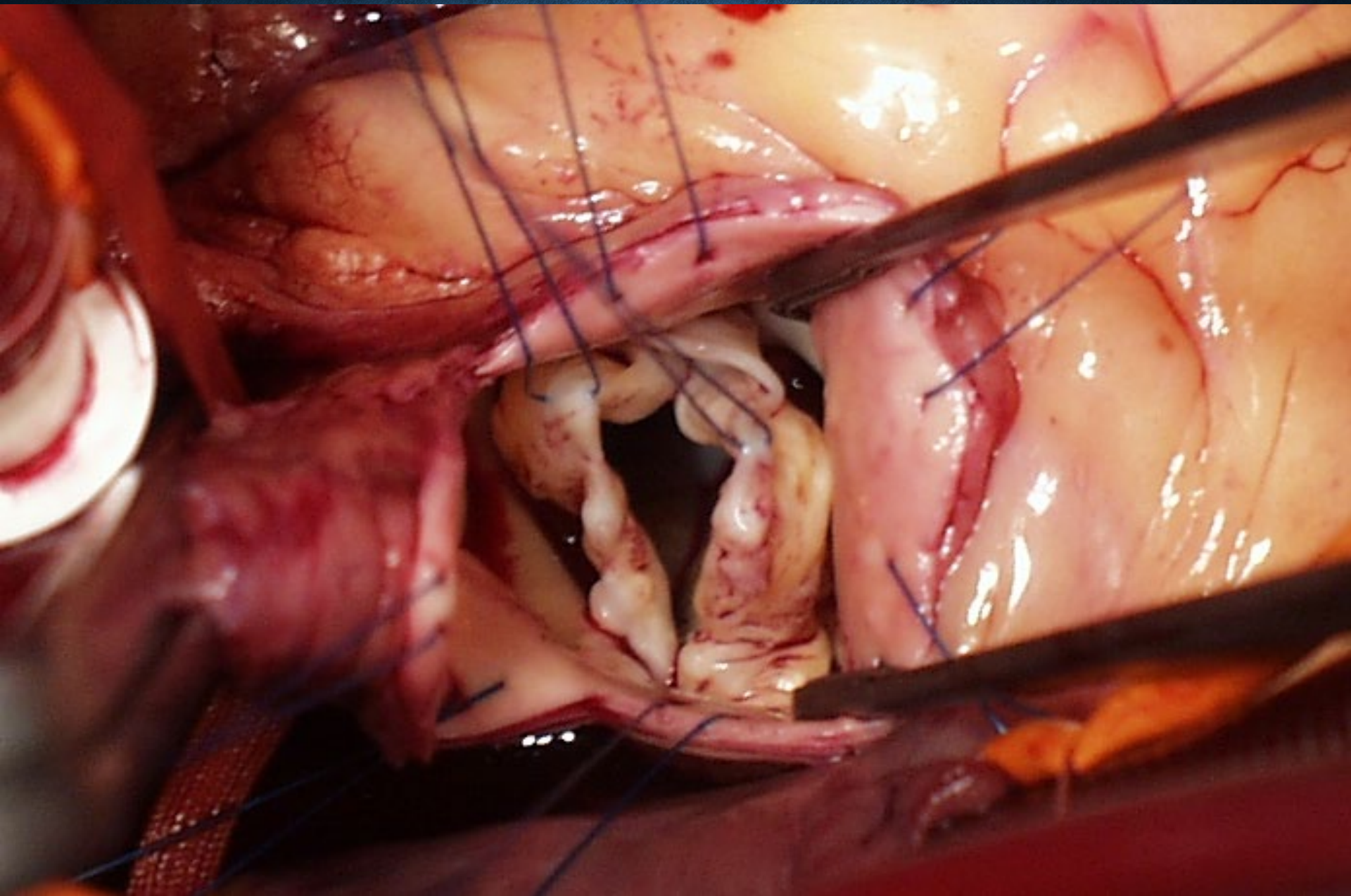
左室拡大＞拡張期左室径65mm

Acute Severe AR



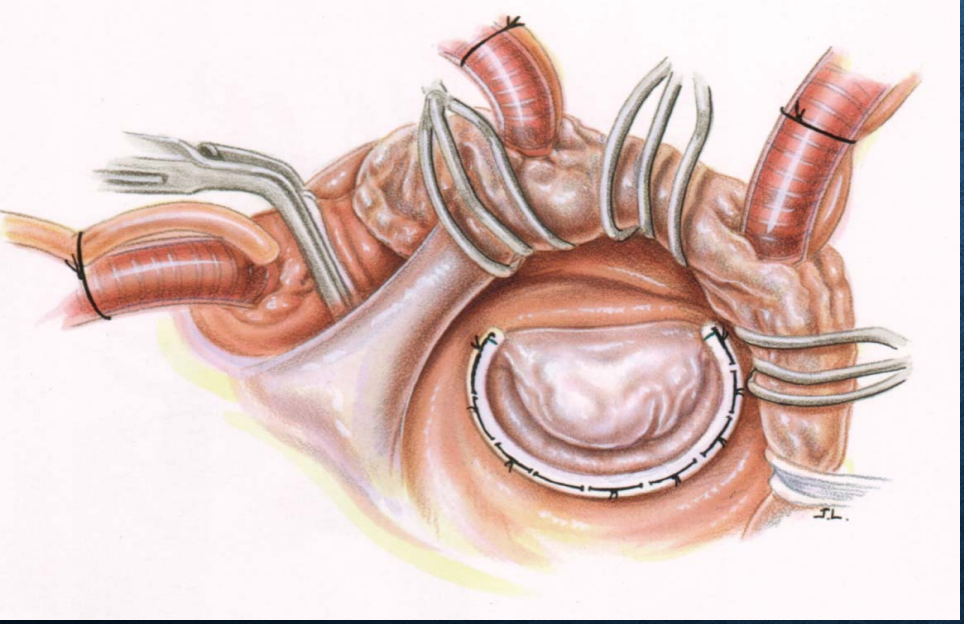


大動脈二尖弁

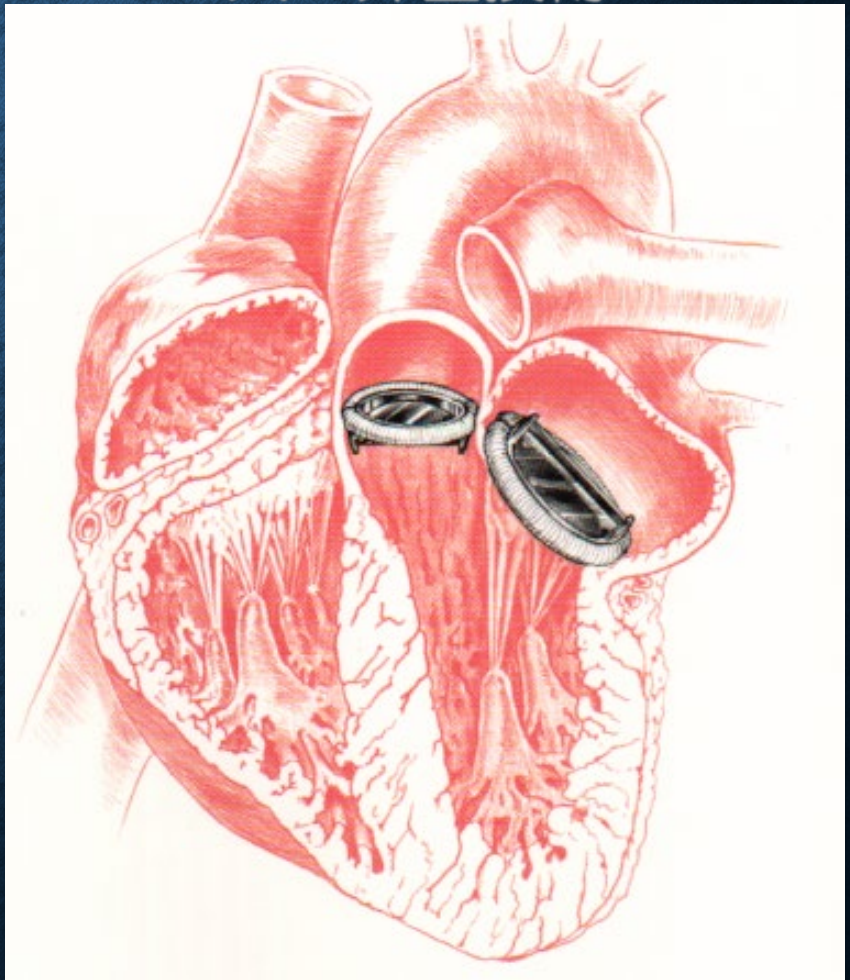


弁形成術･人工弁置換術

人工弁輪を用いた
僧帽弁形成術

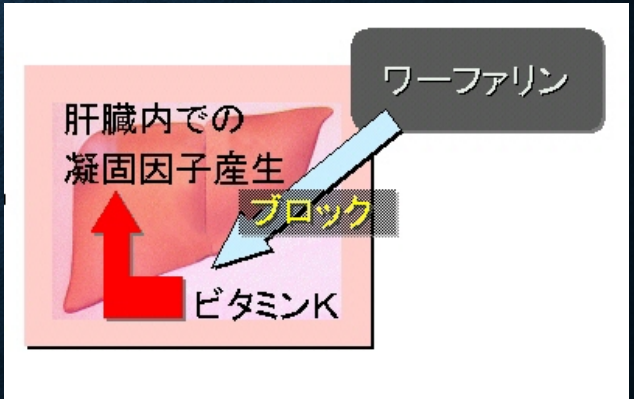


機械弁を用いた
人工弁置換術

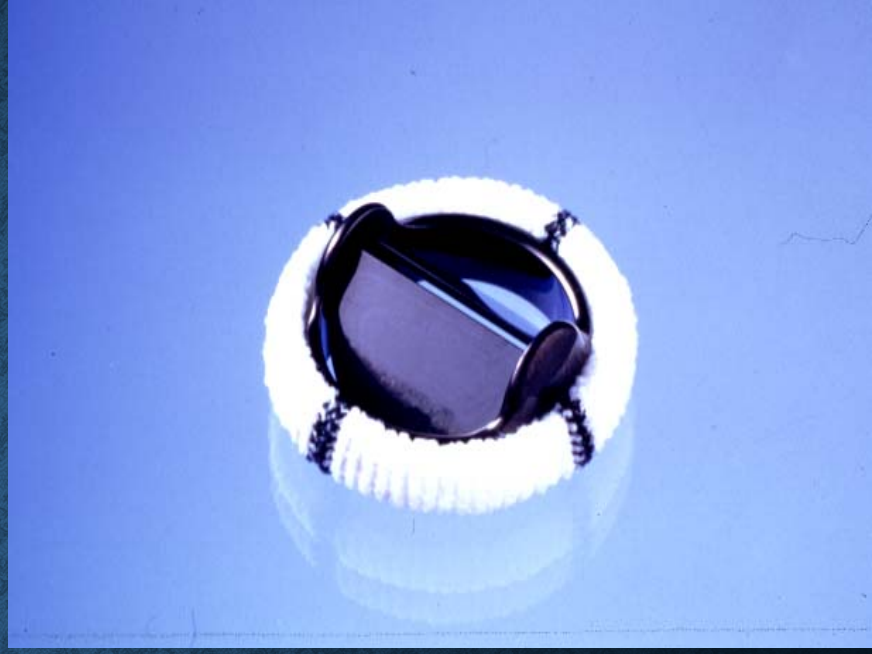


弁置換　VS　弁形成

	＜利点＞	＜欠点＞
弁置換	手術の長期成績が安定している	Warfarin内服が必要である
弁形成	Warfarin内服の必要もなく、人工弁の音を気にすることもなく、手術がうまくいけば患者の身体的・精神的な負担が少ない	手術手技に熟練を必要とし、再手術になる可能性がある

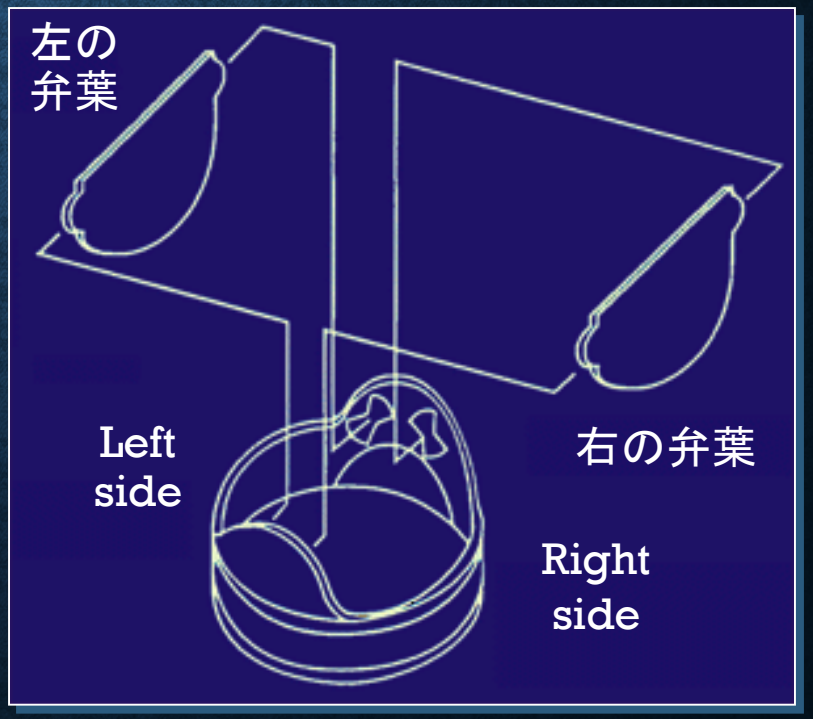


デザイン
人工弁の組み立て

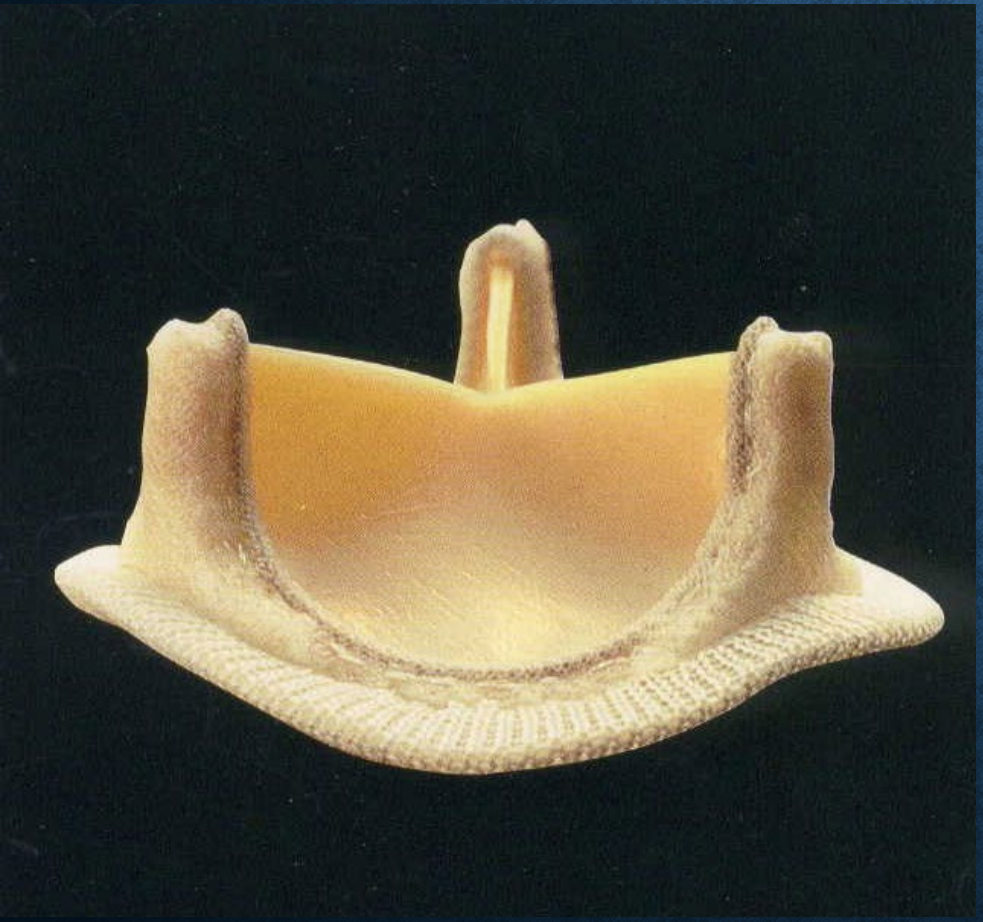


二葉弁

- パイロライティックカーボン
- タングステンを含浸した2枚の弁葉
- 上流側にある弁葉の軸



生　体　弁



ステント（＋）

ステント（－）

機械弁と生体弁 -利点と欠点

機械弁

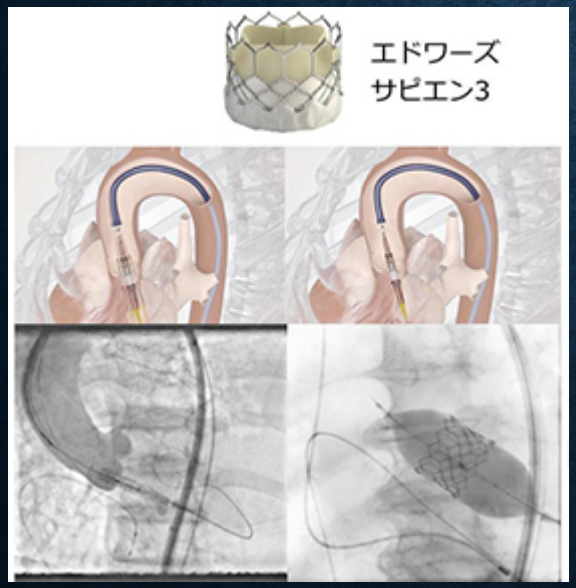
- 抗凝固療法が必要
  - 出血傾向が高まる
  - 催奇形　(Warfarin)
- 優れた耐久性
  - 老若男女を問わず優れた耐久性

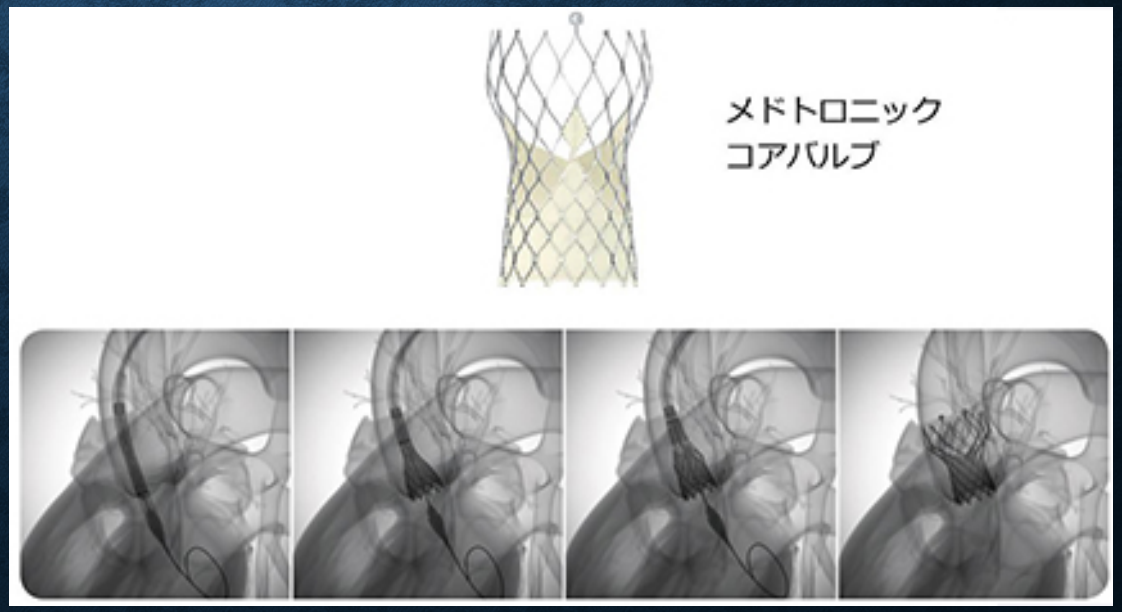
生体弁

- 抗凝固療法は不要
  - 高齢者での出血関連合併症の危険性低減
  - 子供を産みたい若い女性でも安心
- 劣化ある
  - 近年耐久性は向上している。(15-20年)
  - 特に小児では劣化が著しい

TAVI (TAVR)

- TAVI（タビ）はカテーテルという管を用いて、硬くなって開きが悪くなった大動脈弁の部分に新しい人工の弁を入れる治療法です。カテーテルは足の付け根や胸の小さな傷から入れていきますので、従来の大動脈弁置換術より体への負担はぐっと減ります。
- いままで手術に耐えることが難しいと判断された方などにも可能な大動脈弁狭窄症の新しい治療方法となります。
- TAVIは誰にでも行える治療ではありません。ハートチーム（内科医師、外科医師、麻酔科医師、集中治療部医師、臨床工学技士、手術室・病棟看護師からなる専門のチーム）が、従来の大動脈弁置換術に耐えられない可能性が高いと判断した患者さんを中心に治療を行っております。





TAVI (TAVR)

- 非常に低侵襲、当施設の平均年齢86歳で死亡率3%以下
- これまでは80歳以上の高齢者や、通常のAVRが実施できない症例に対して行っていた（high risk）。
- 今後は、75歳以上/70歳以上の症例にも適応は拡大する。
- 新世代のTAVI人工弁の開発により、初代で問題とされていたpara-valvular leak (PVL)　の頻度が低下した。また、経大腿動脈アプローチの適応が拡大した。
- 術後の人工弁圧格差だけなら、TAVR人工弁の方が通常の生体弁より優れる。
- 術後の5年までの遠隔成績にTAVRとAVRで差はない。

今後、高齢者人口が急激に増加する

認知症

寝たきり・ADL低下

担癌患者

血液透析など併存疾患症例

心臓手術の耐術性・患者リスクの評価

現在使用されている代表的な患者リスク算出スコア

- EuroScore II
- STS Score
- Japan Score

  日本人に特化。予測死亡率/主要合併症発生率を算出。

- Child－Pugh/MELD Score

  肝機能障害を有する症例を対象にしたスコアシステム

- フレイリティースコア

心臓手術の耐術性・患者リスクの評価

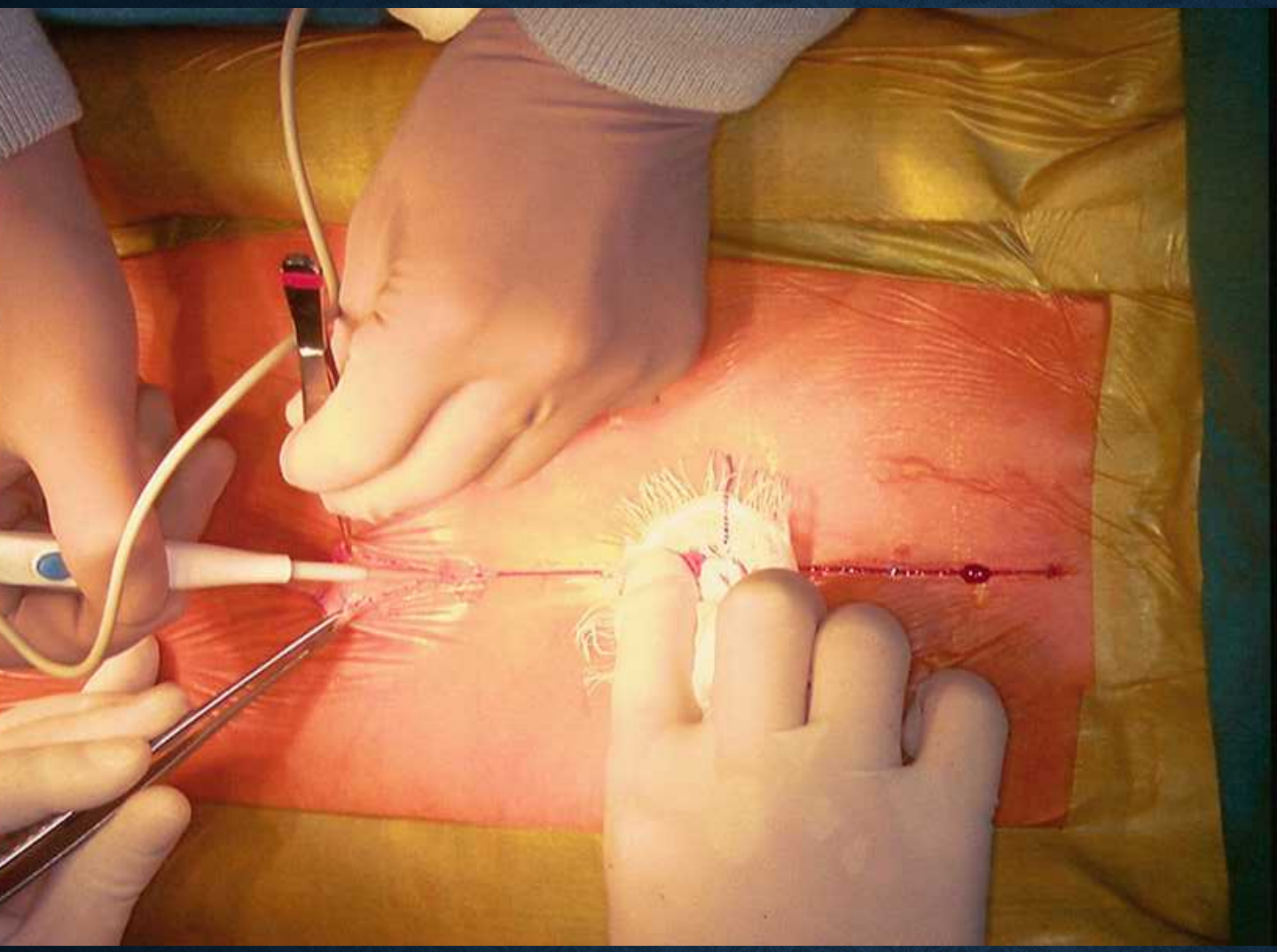
➢サルコペニア

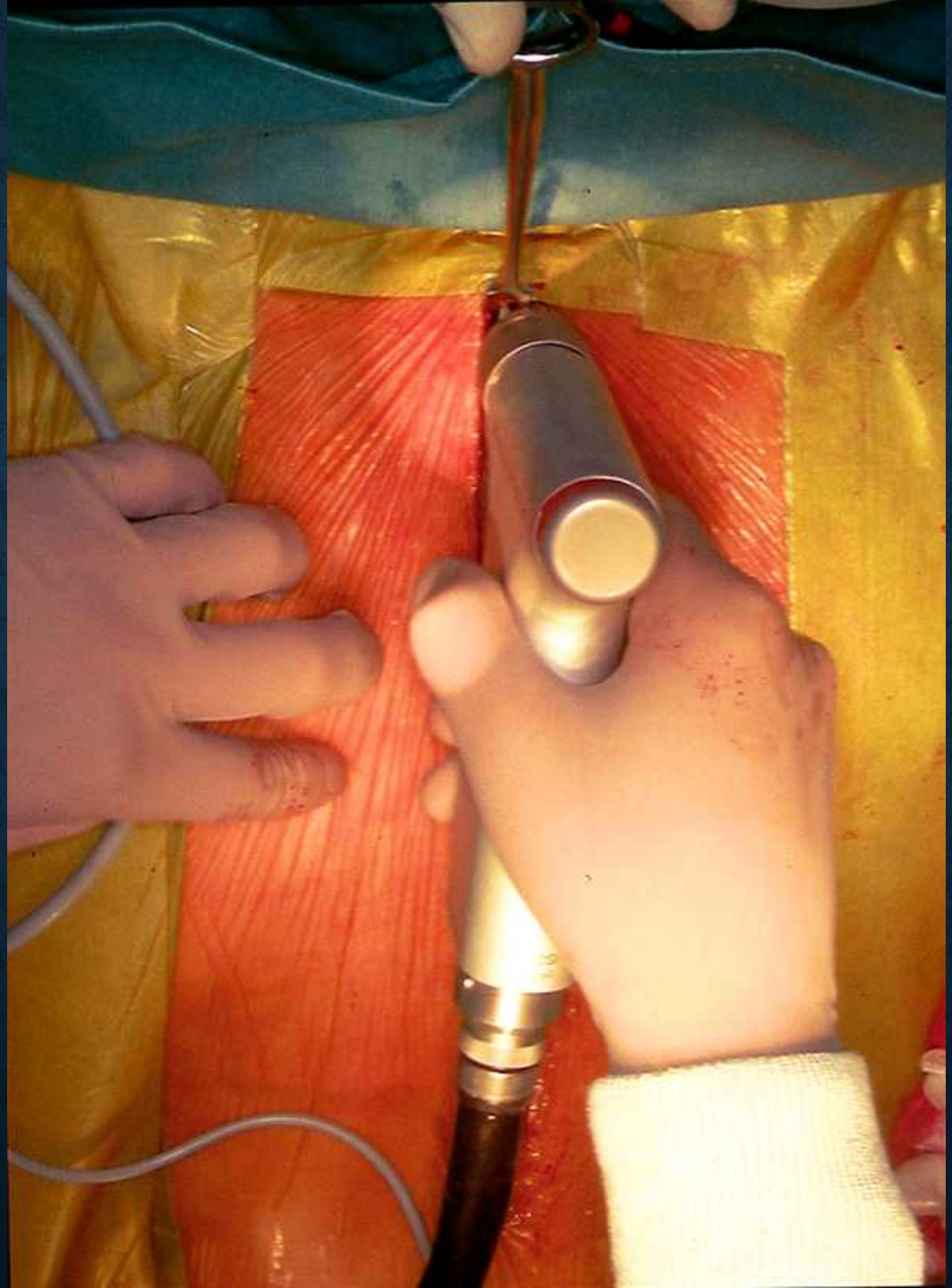
加齢に伴う筋肉量の低下。副次的に筋力や有酸素能力の低下を生じる。通常腸腰筋や大腿四頭筋の筋肉量で推測。

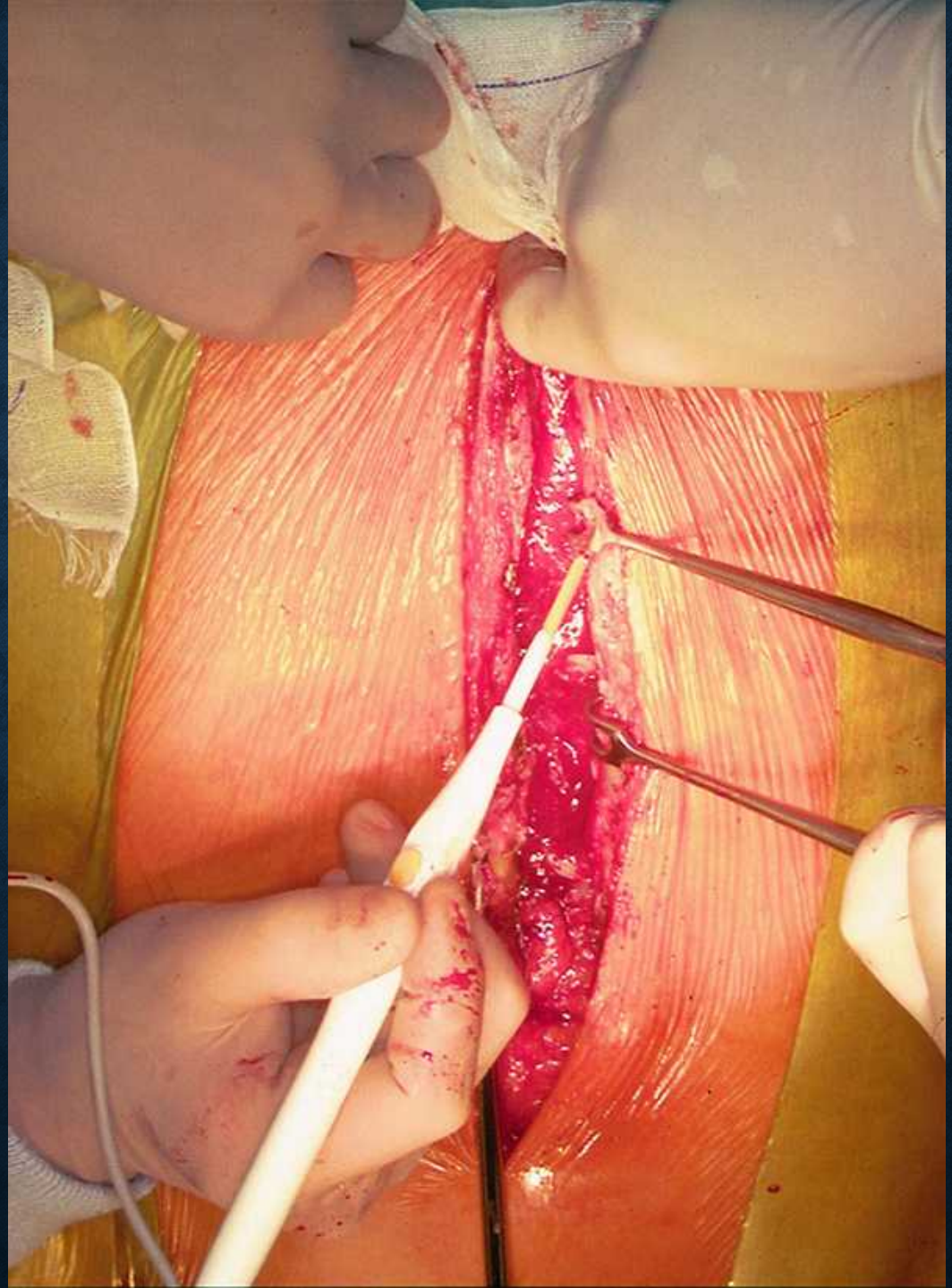
➢フレイリティー（虚弱）

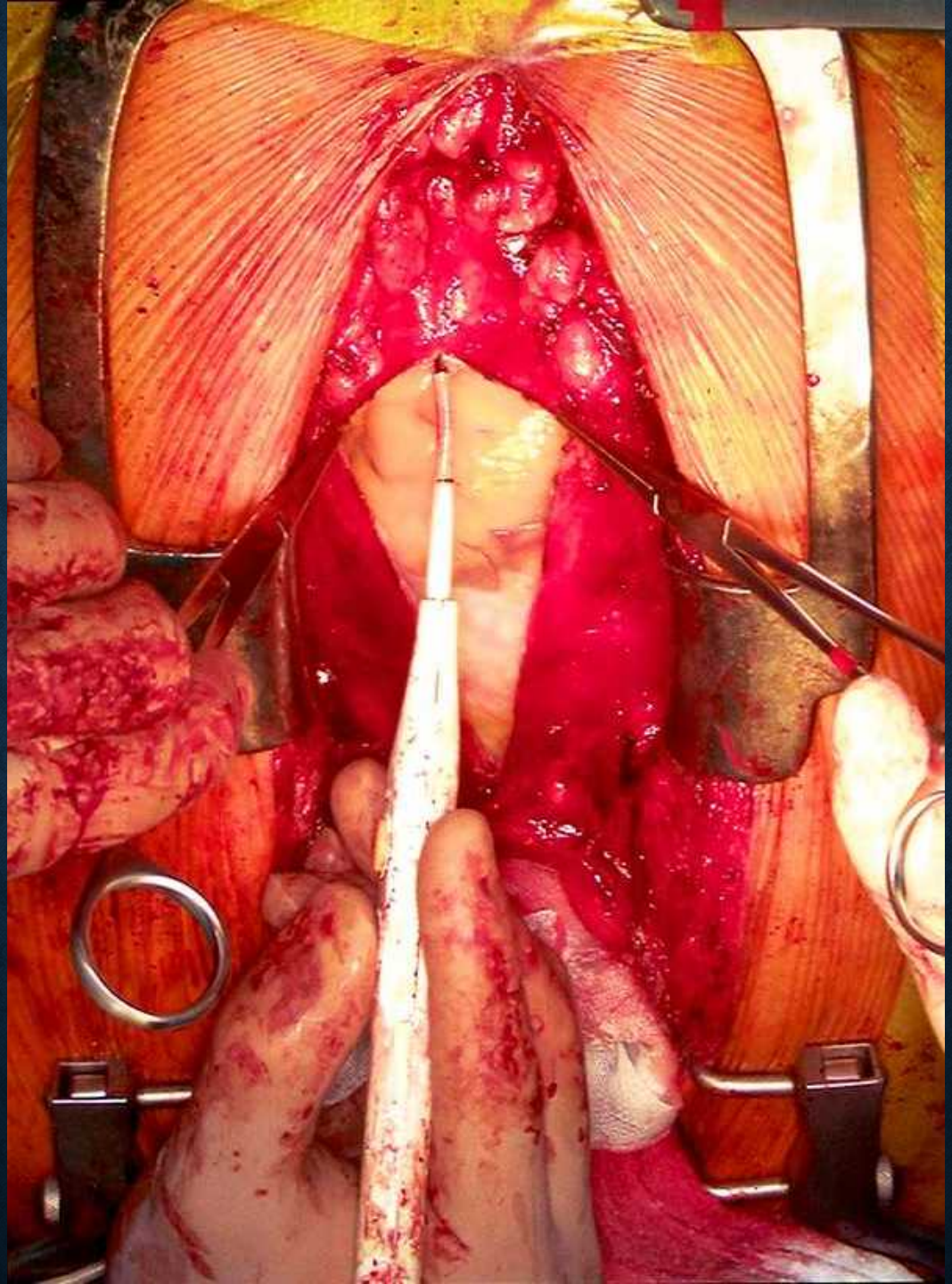
筋肉量の減少が明らかではない場合でも、心臓や肺、さらには脳など全身の臓器機能が徐々に低下してきて発生するものが主な要因で、高齢者に特有の状態。サルコペニアはフレイリティの一部と考えることができる。

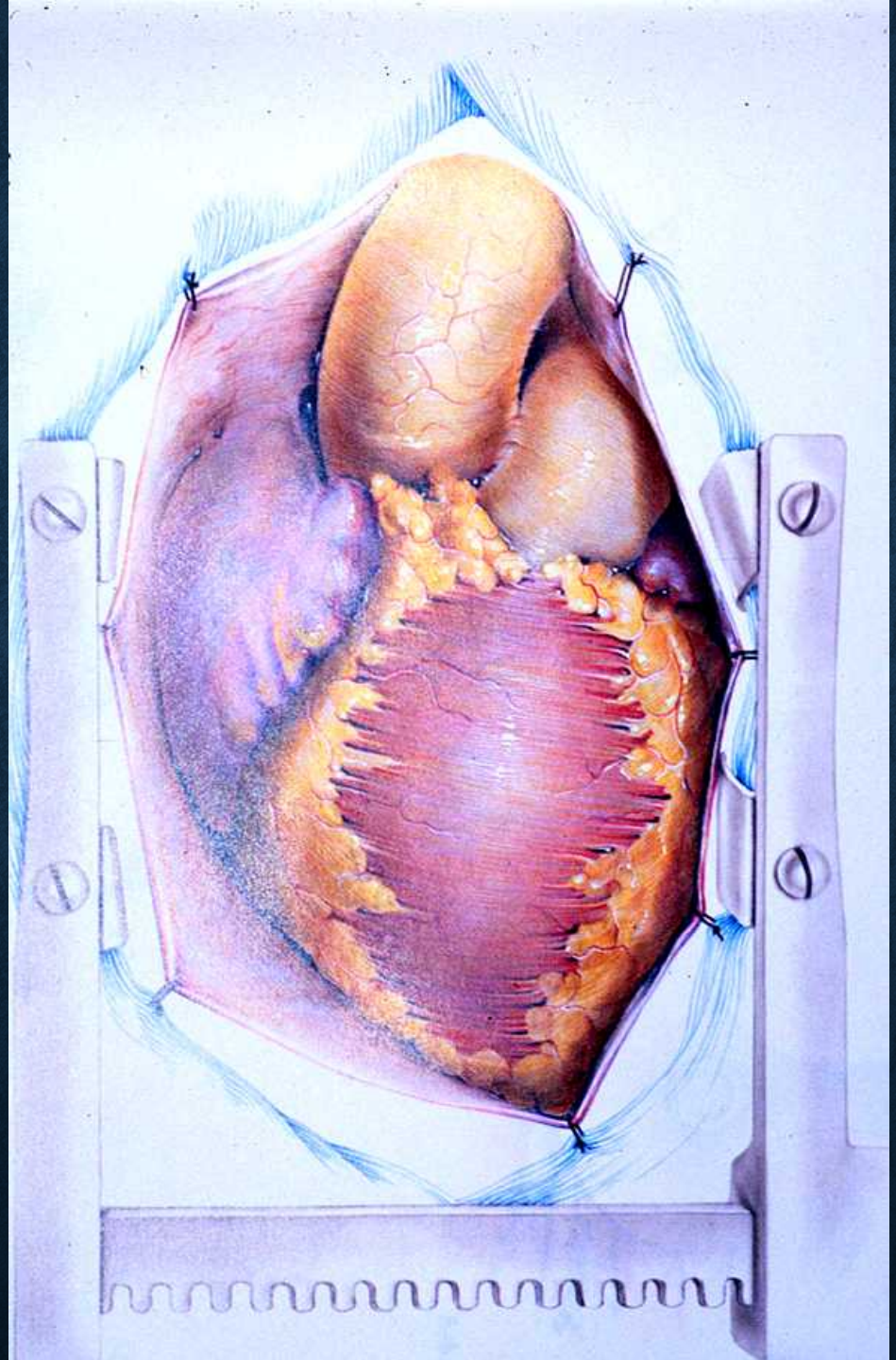
剃毛・消毒・リネン



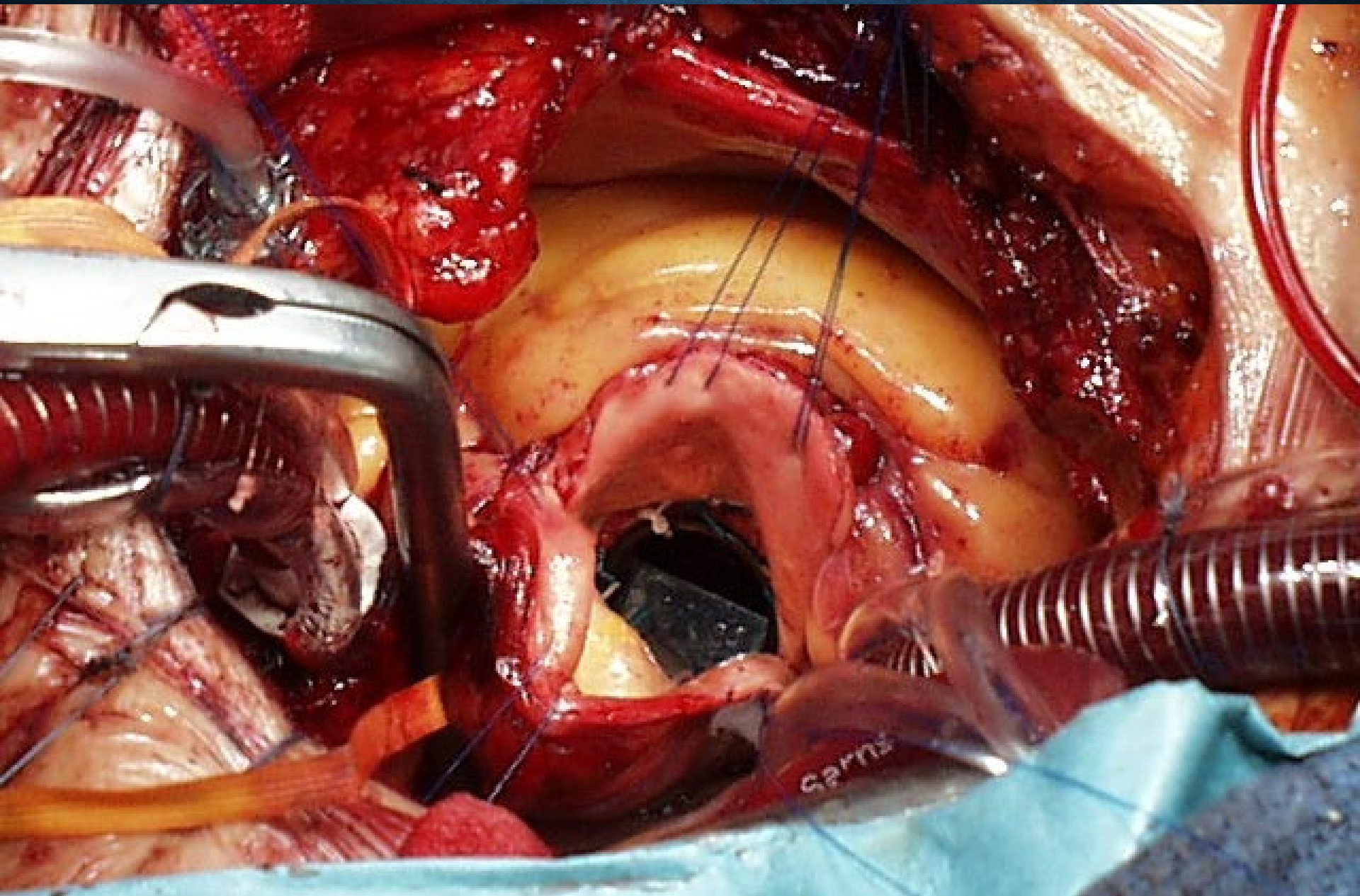




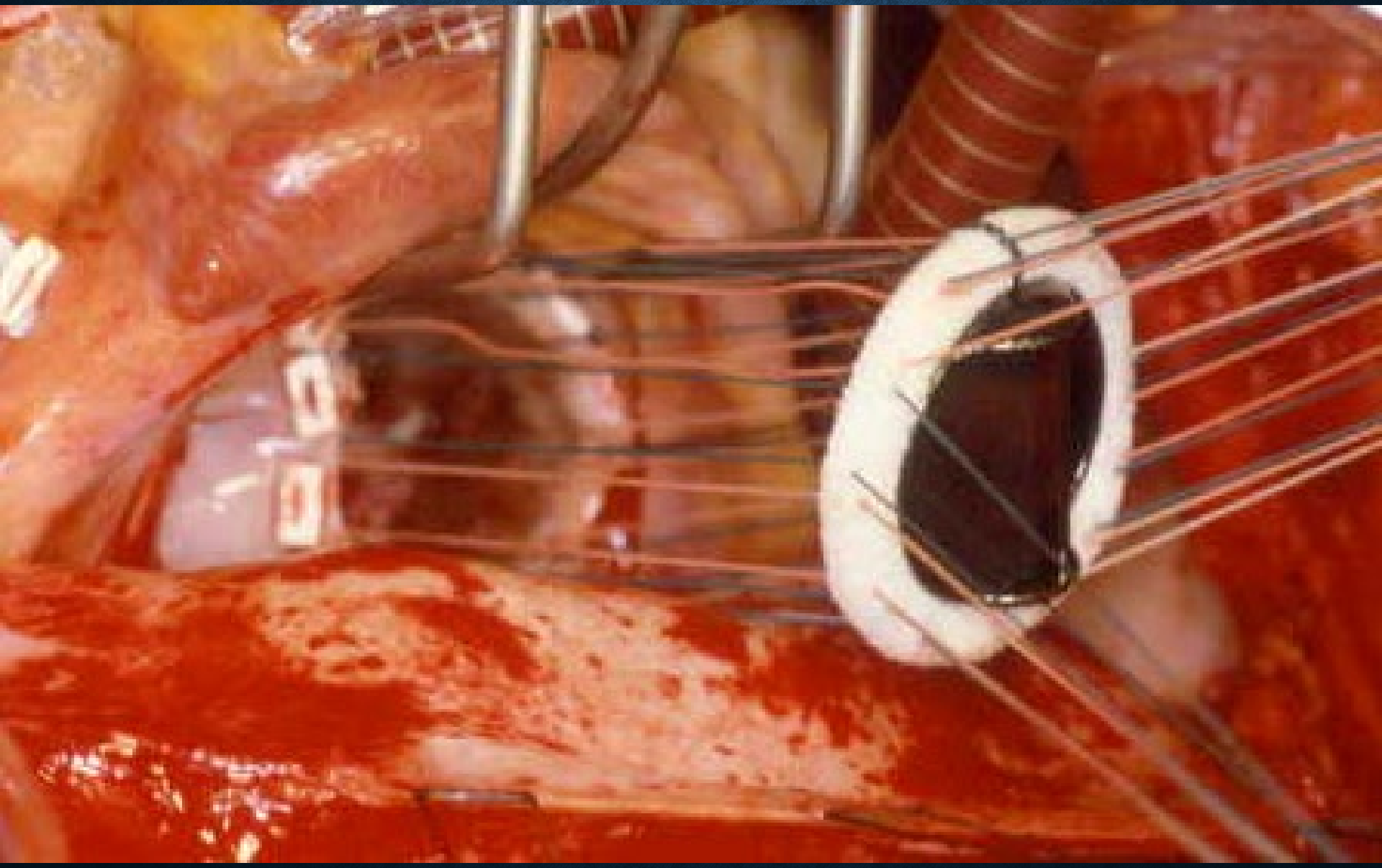


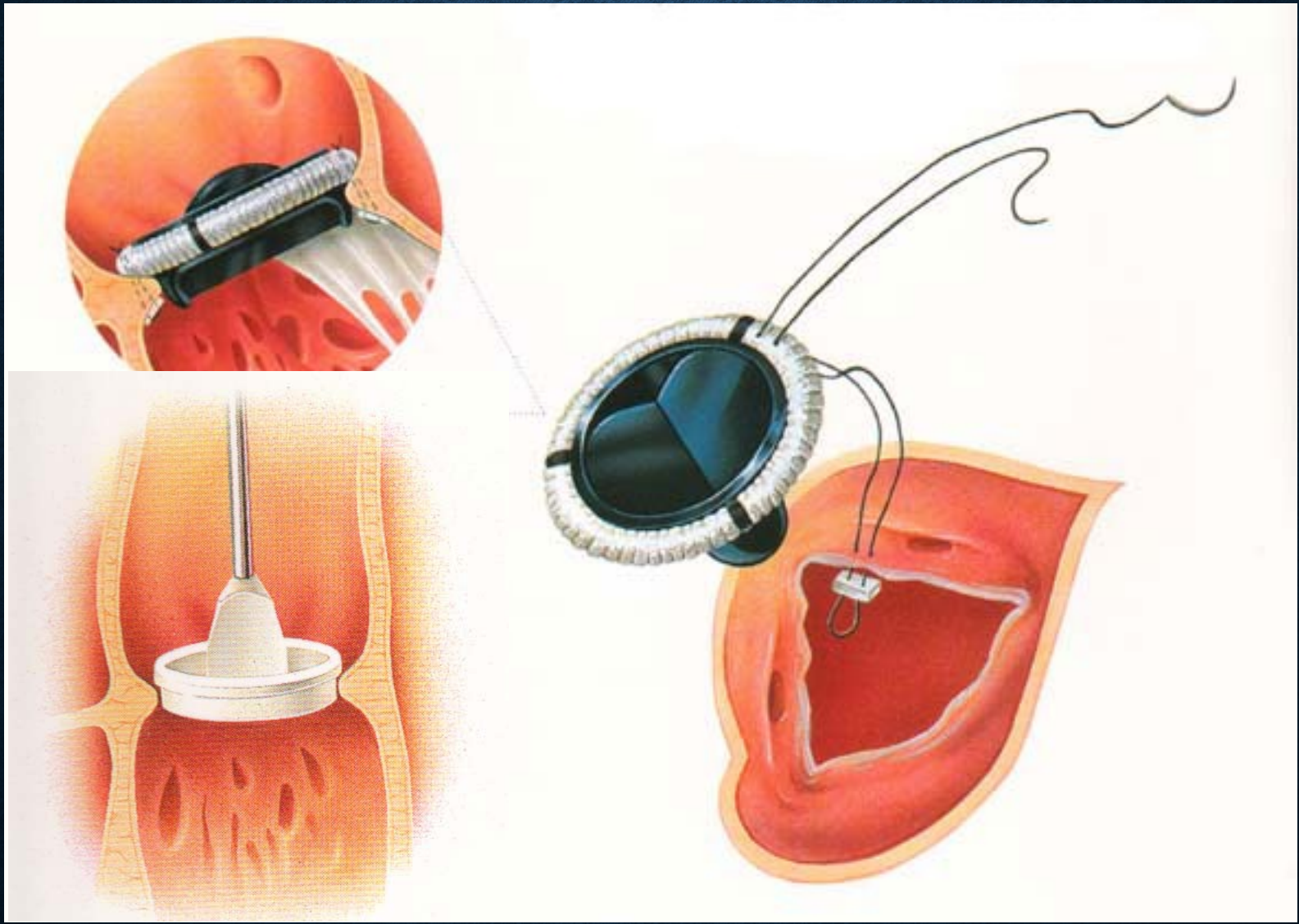


人工弁置換術（大動脈弁）

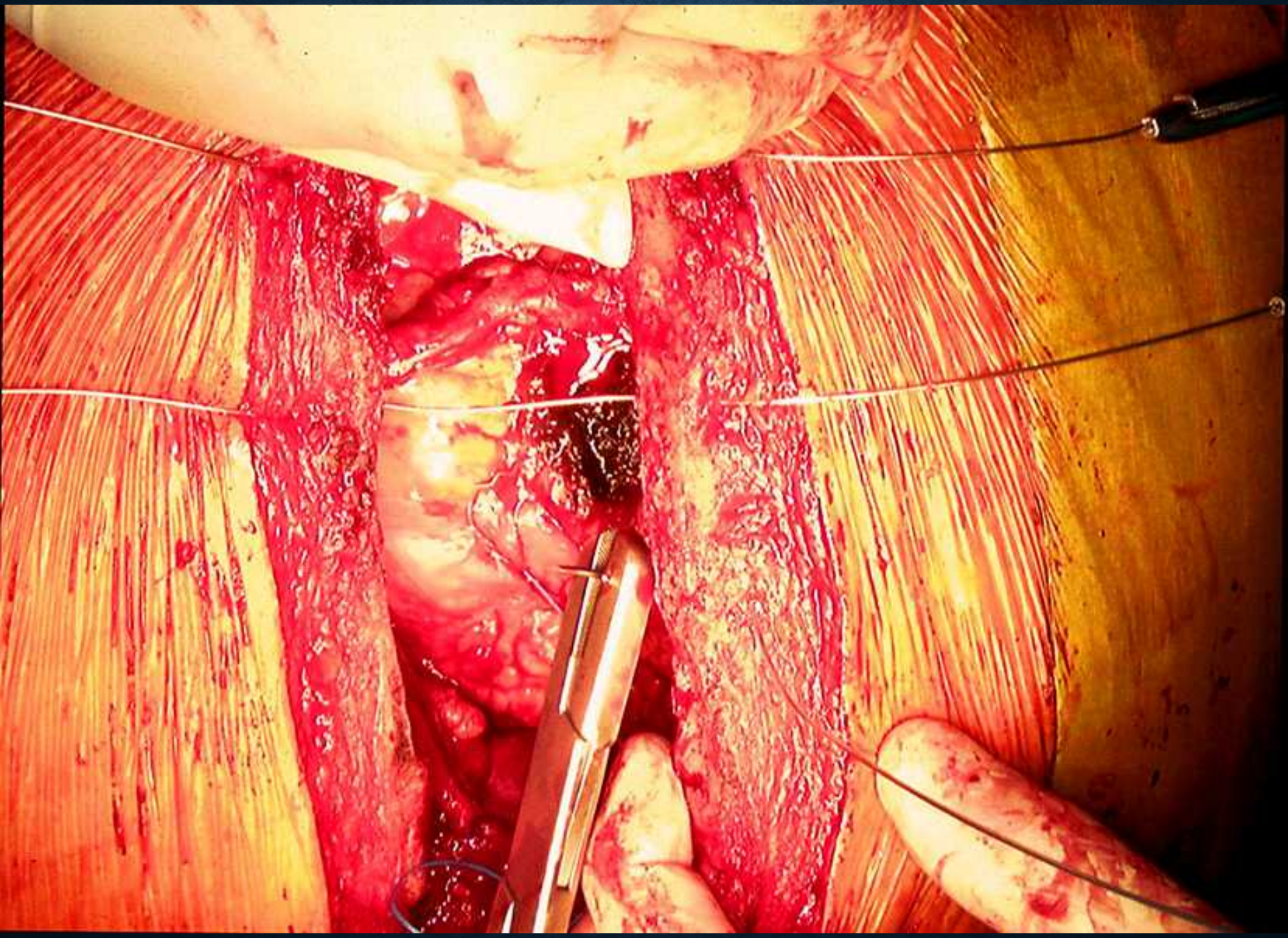


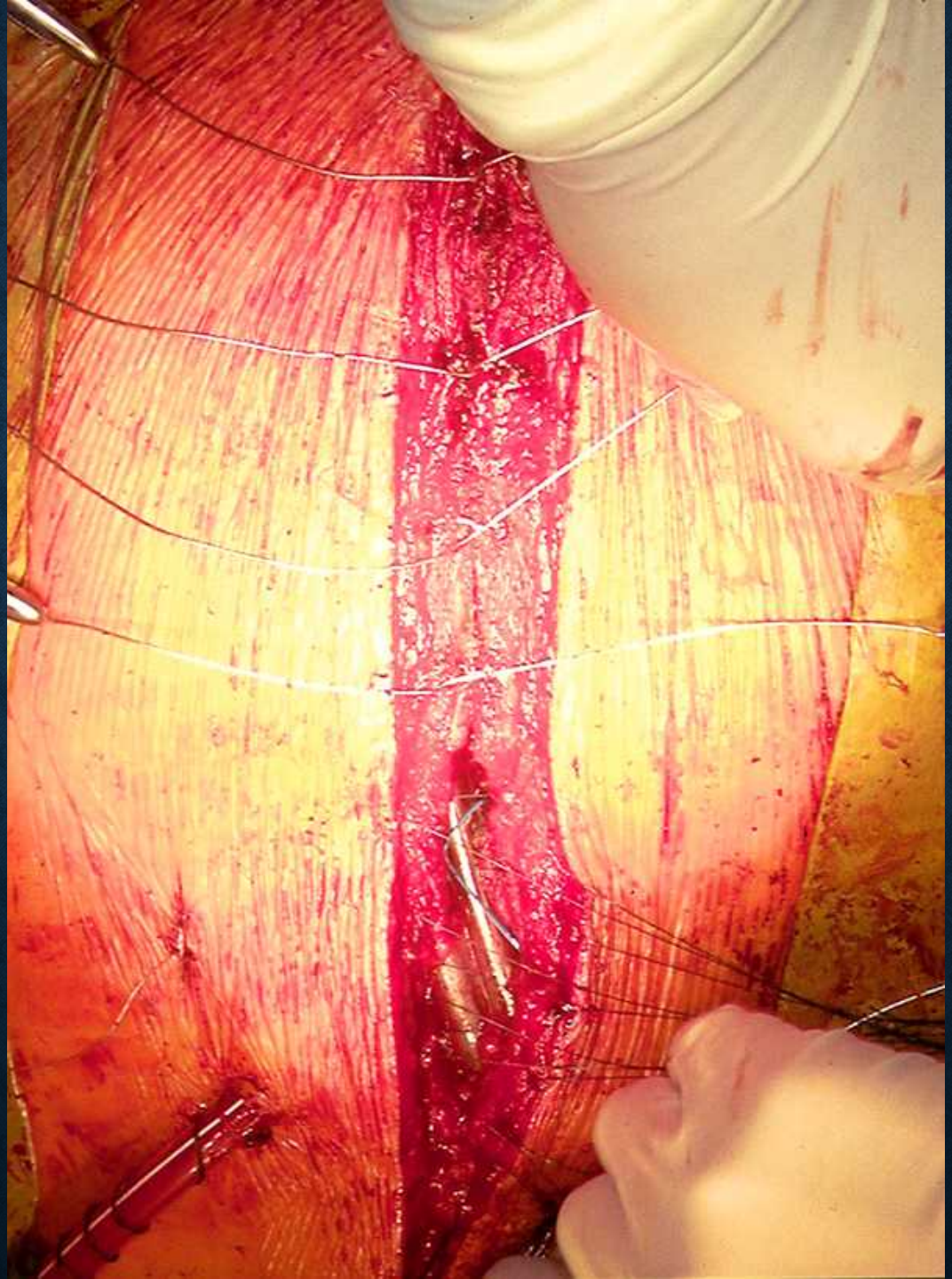
機　械　弁（SJM）

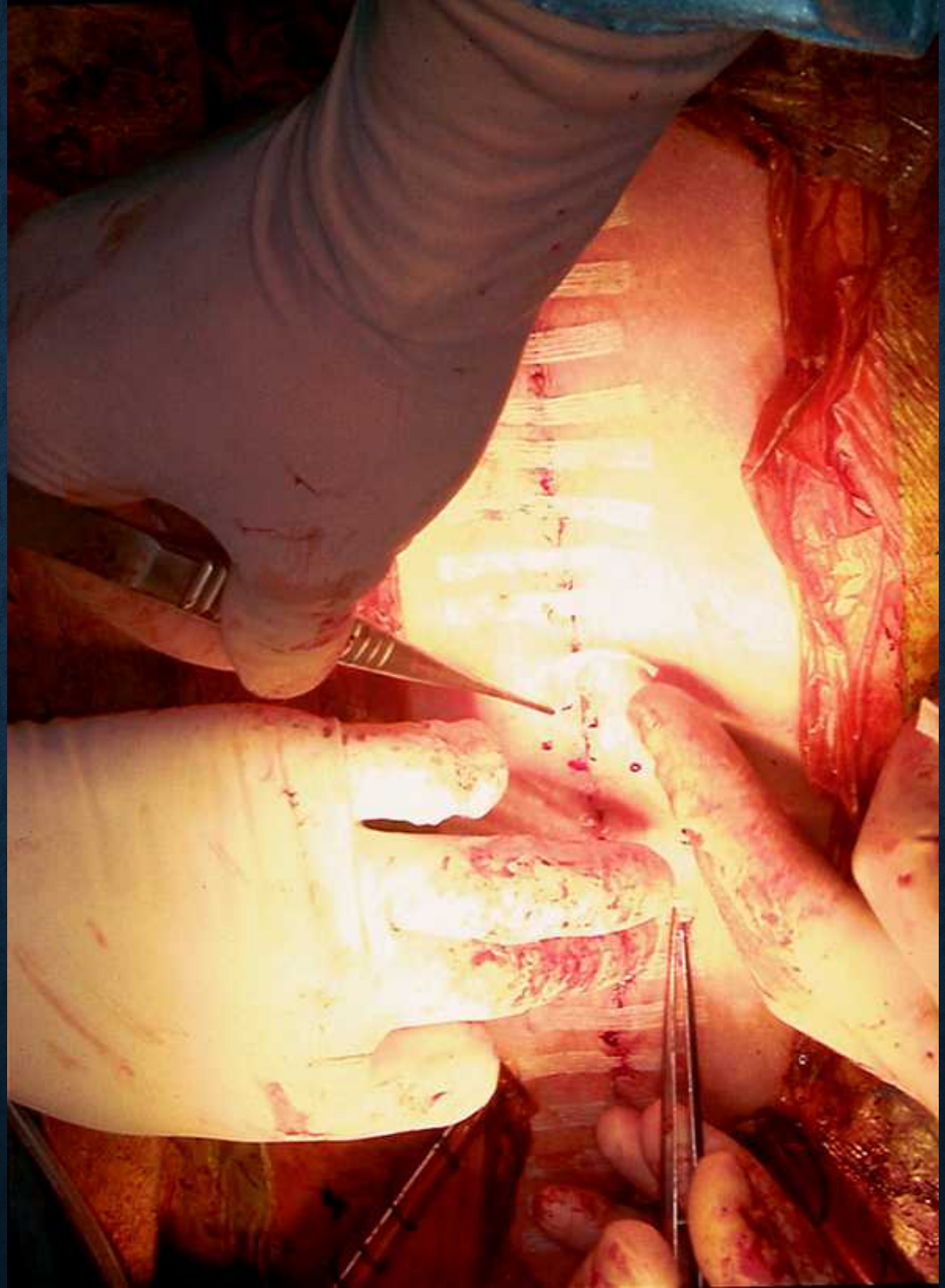




Non-Everting Mattress with Subannular Pledgets







1. 成人心臓血管外科手術の対象疾患の説明

2. 人工心肺装置とECMO

3. 成人心臓血管外科手術の術後管理一般

4. NOMI発生防止に向けた注意点

人工心肺の原理

CPB:Cardiopulmonary Bypass

上行大動脈へ送血

大動脈遮断

上大静脈より脱血

動脈フィルターにて
気泡とゴミを除去

テーピング

人工肺にて
ガス交換

O_2

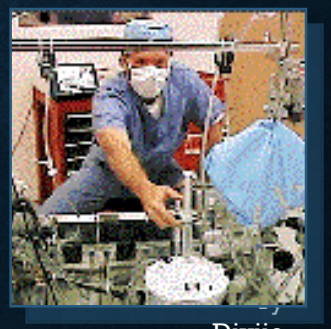
CO_2

下大静脈より脱血

静脈血貯血槽にて
一旦貯める

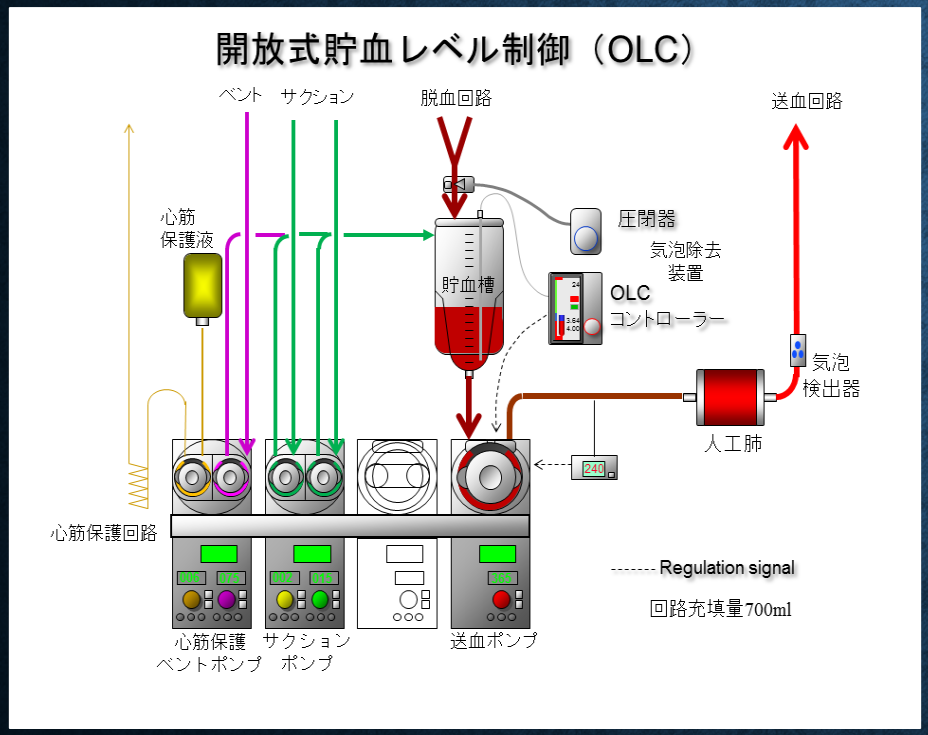
熱交換器にて
冷却/加温

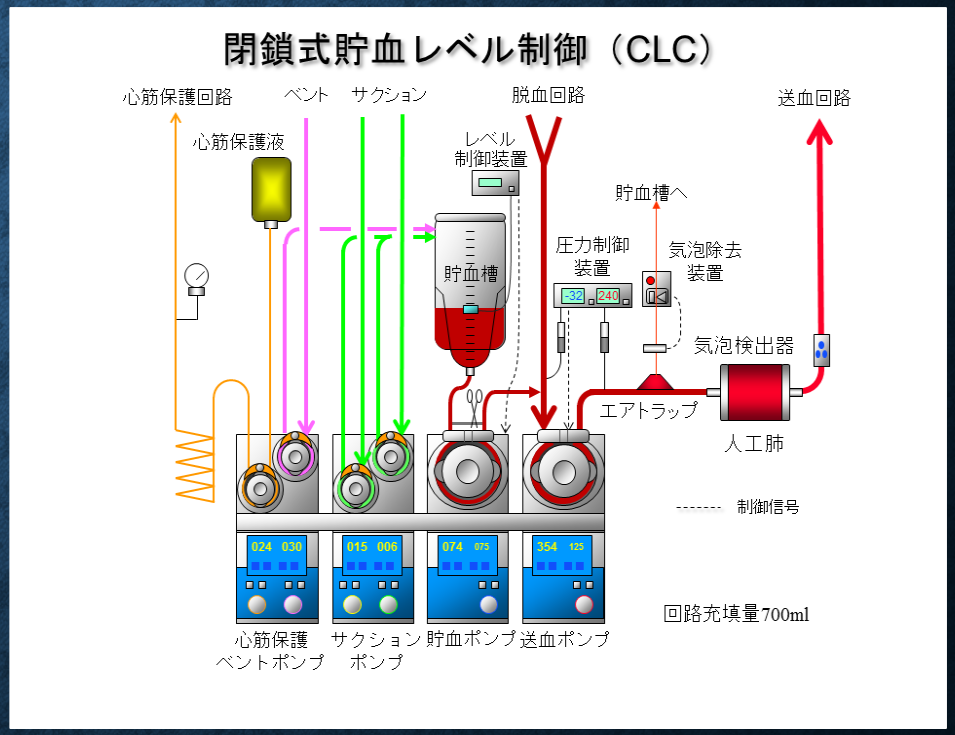
血液ポンプで人工肺へ送り込む



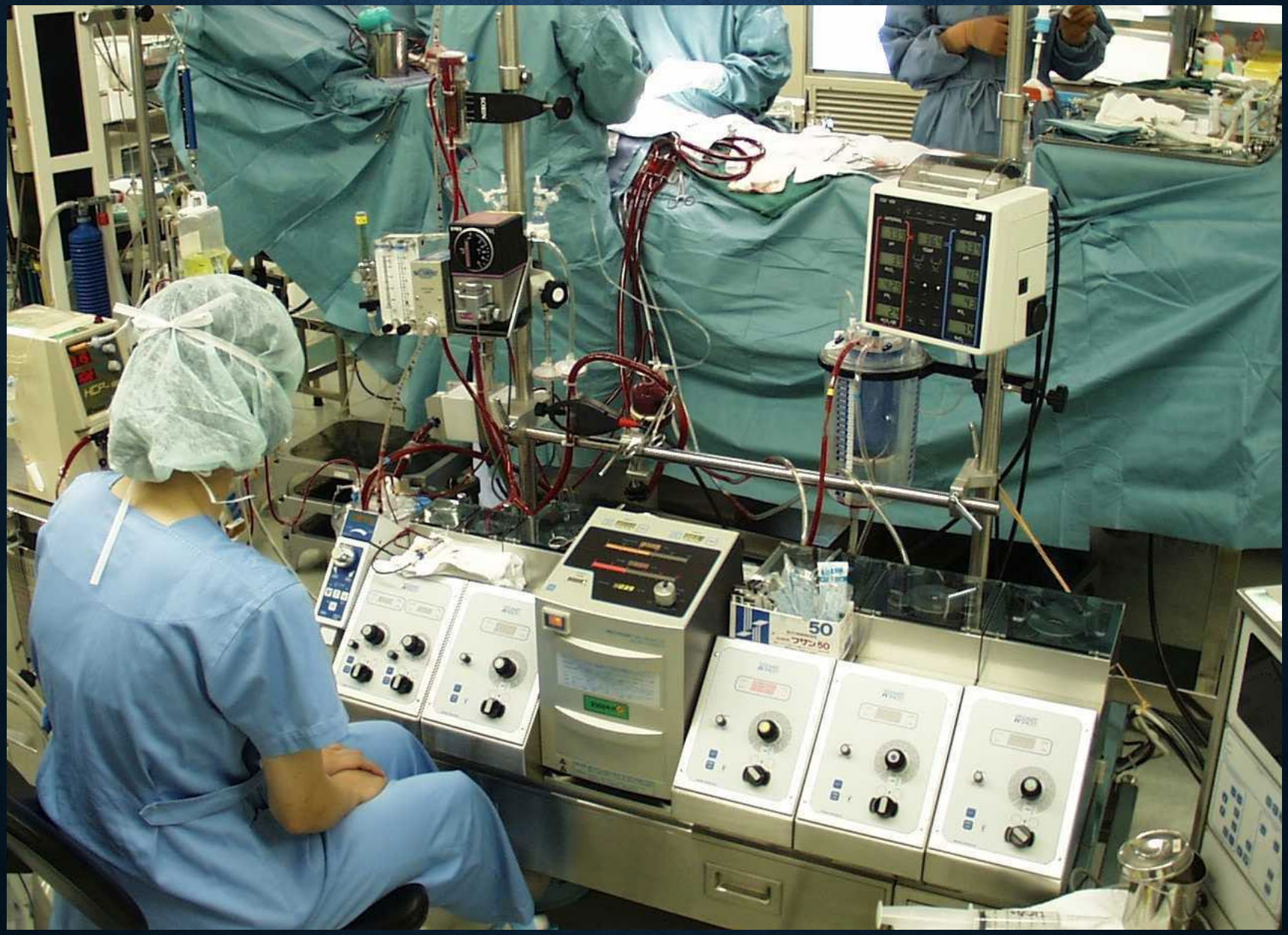
Diviio
n

自治医大さいたま式開放型回路（OLC）・閉鎖型回路（CLC）





人 工 心 肺



人工心肺装置使用の短所

- 血液が異物に接触して、起こる反応

  補体・好中球の活性化⇒全身の炎症反応

- 止血機能障害
- 酸素運搬能の低下
- Microembolismの発生⇒各種臓器障害
- 精神神経学的変化の発生

ポンプリスクと考えられる全身状態

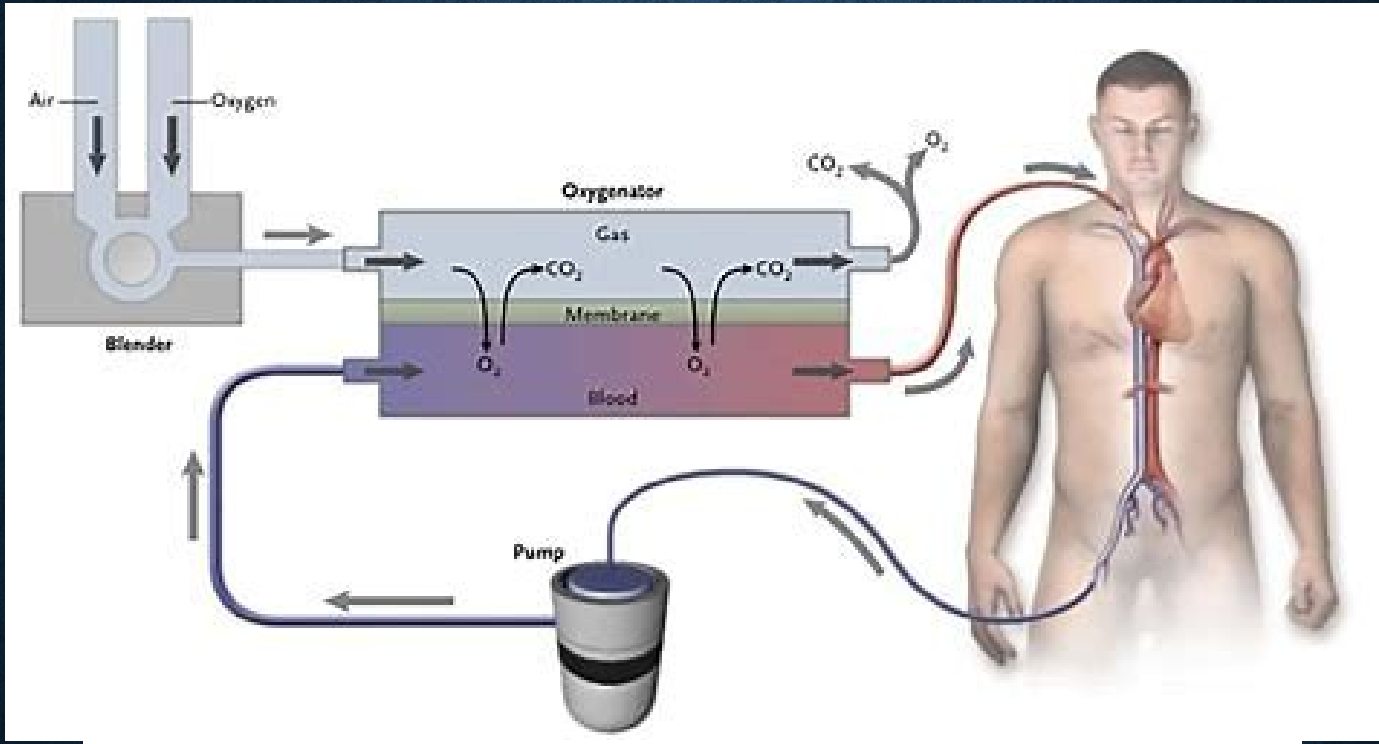
- 高 齢 者 :75歳以上
- 悪性腫瘍
- 血液疾患:血小板 ≦ 5万、白血球減少
- 感 染 症 :発熱、CRP(++)、細菌培養(+)
- 免疫異常

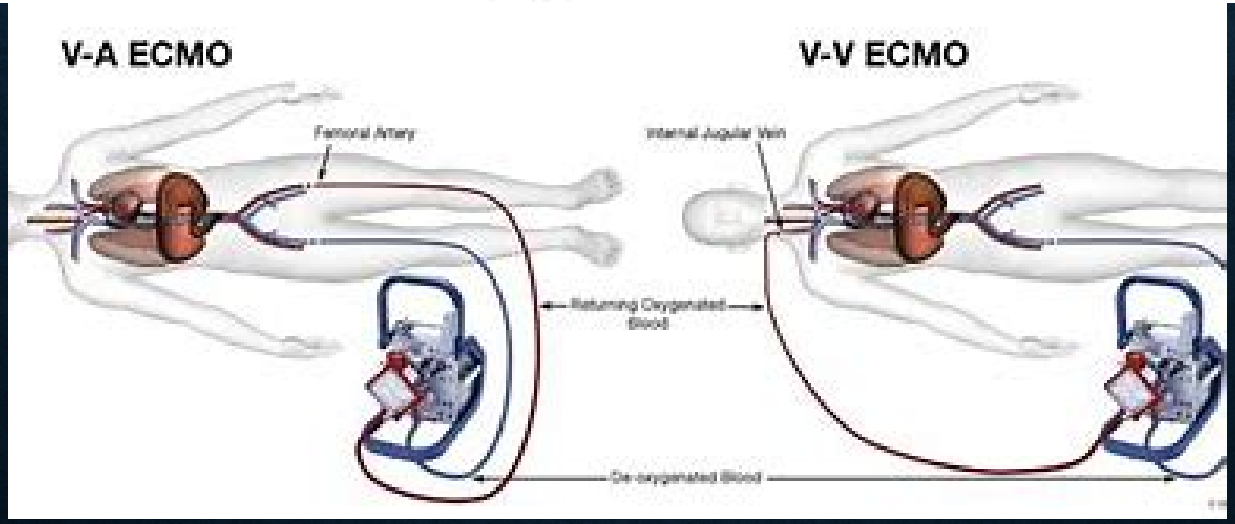
体外循環使用に伴う免疫応答

adaptive immune response (慢性期)

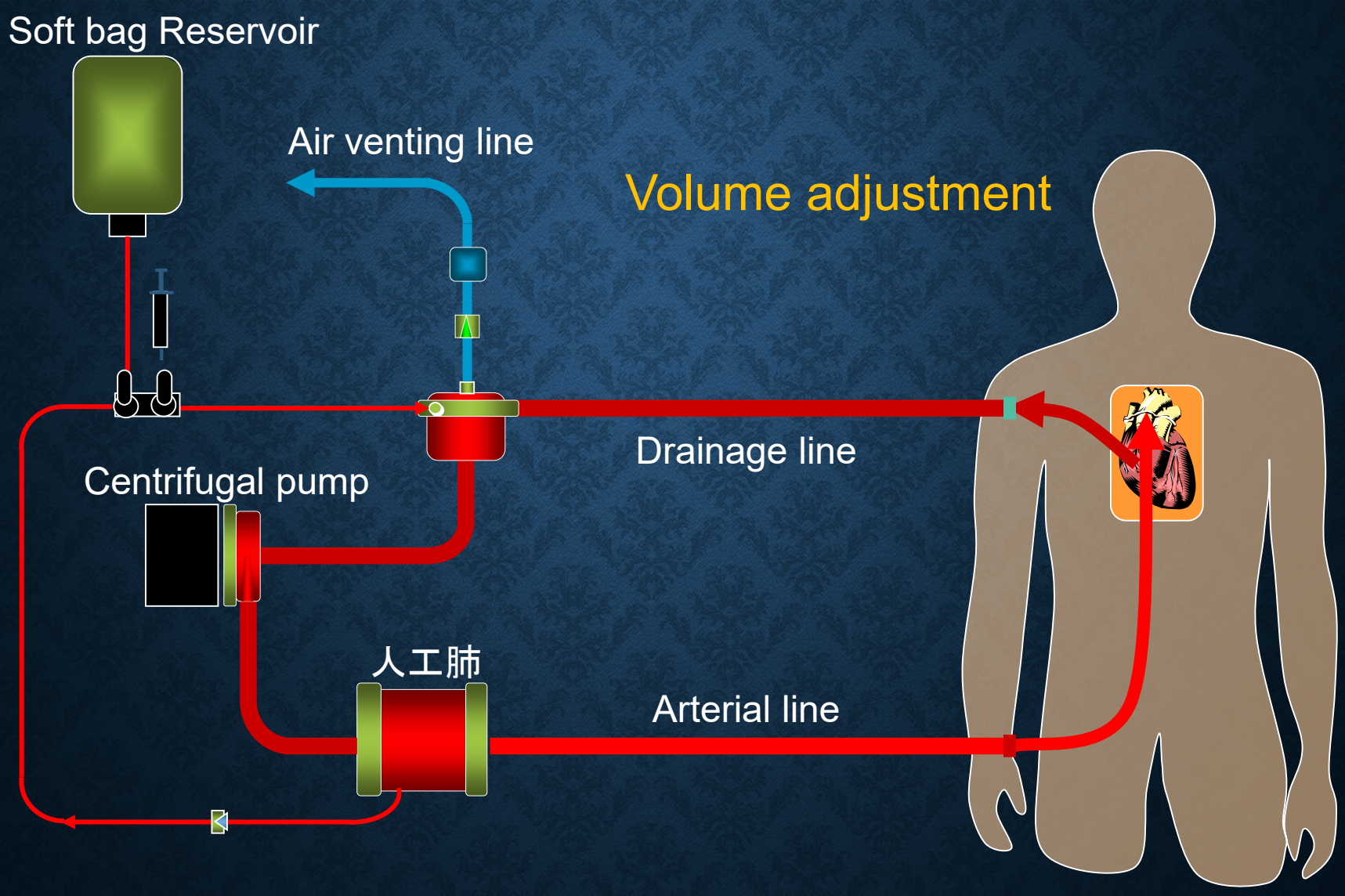
innate immune response (急性期)

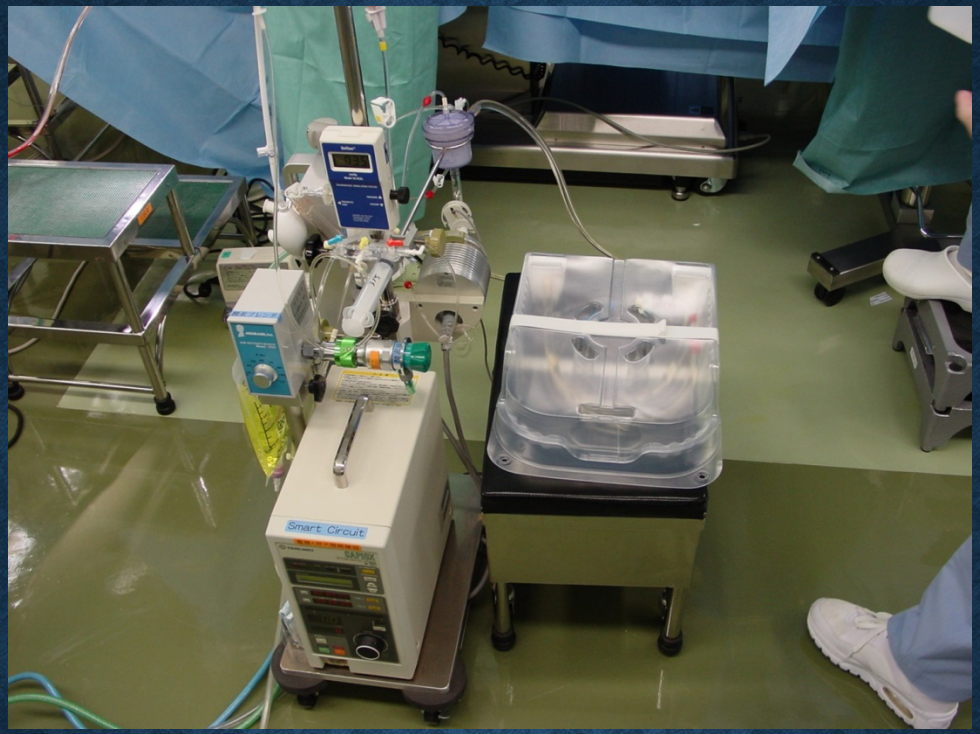
ECMO

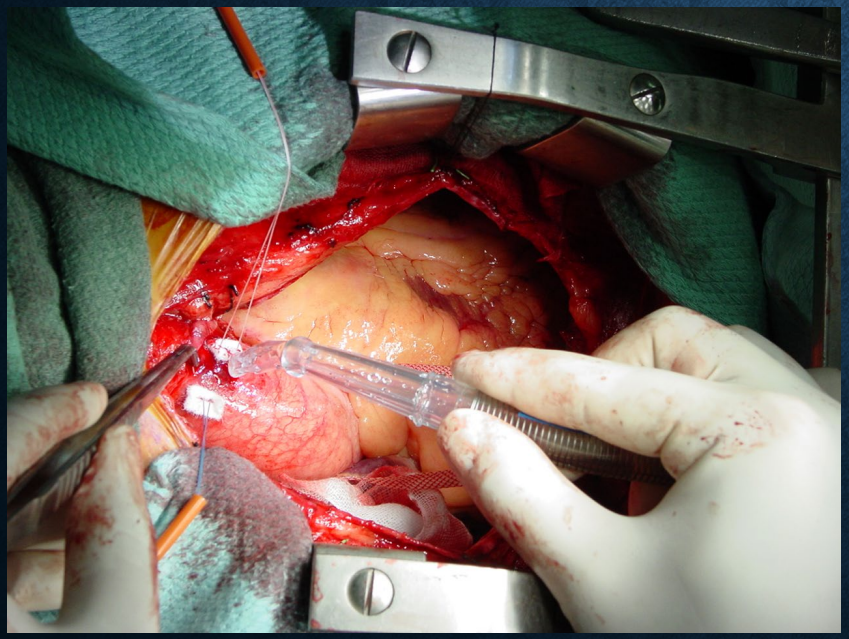

Air
Oxygen
Blender
Oxygenator
Gas
Membrane
Blood
CO_2
O_2
Pump

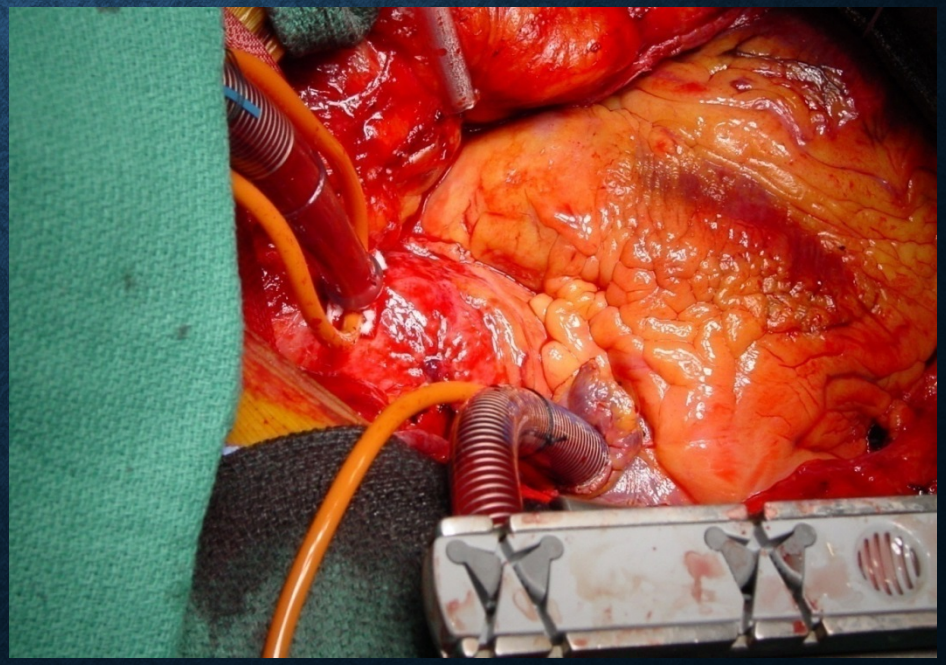

V-A ECMO
V-V ECMO
Femoral Artery
Internal Jugular Vein
Returning Oxygenated Blood
De-oxygenated Blood

Smart Circuit




Smart Circuit





1. 成人心臓血管外科手術の対象疾患の説明

2. 人工心肺装置とECMO

3. 成人心臓血管外科手術の術後管理一般

4. NOMI発生防止に向けた注意点

成人心臓血管外科手術のICU管理の特殊性

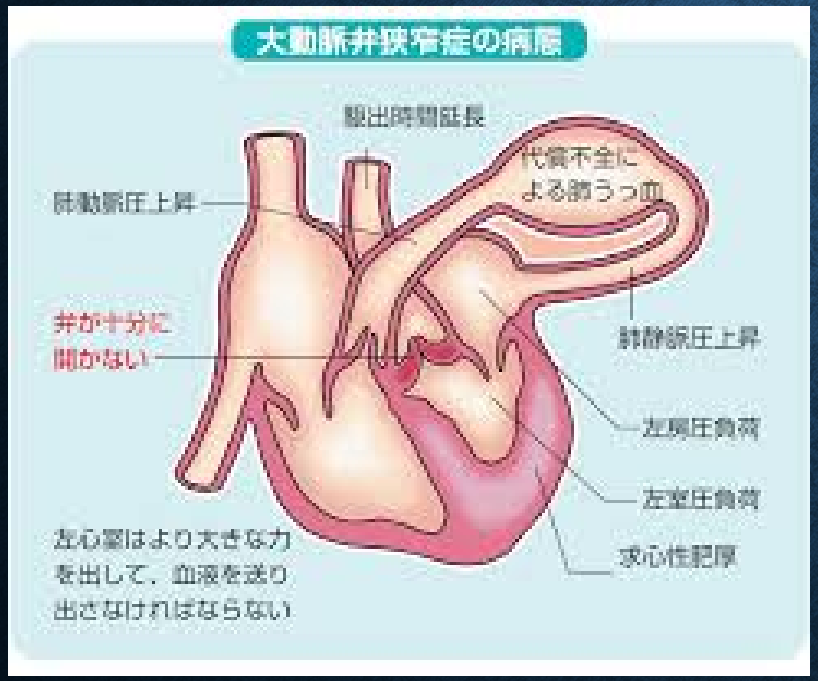
1. 術前に循環器疾患に罹患している症例への手術
2. 人工心肺装置を使用する

   （手術中に多量ヘパリン使用・低体温）
3. 術後心不全管理（昇圧剤・体外循環使用頻度）
4. 高齢者の頻度多い（全身の動脈硬化が強い症例多い）
5. 緊急手術で全身状態が不良な症例が多い
6. 不整脈罹患症例が多い・ペースメーカー使用する
7. 肺動脈カテーテルはじめ循環モニタリングが多い

術前に循環器疾患に罹患している症例への手術

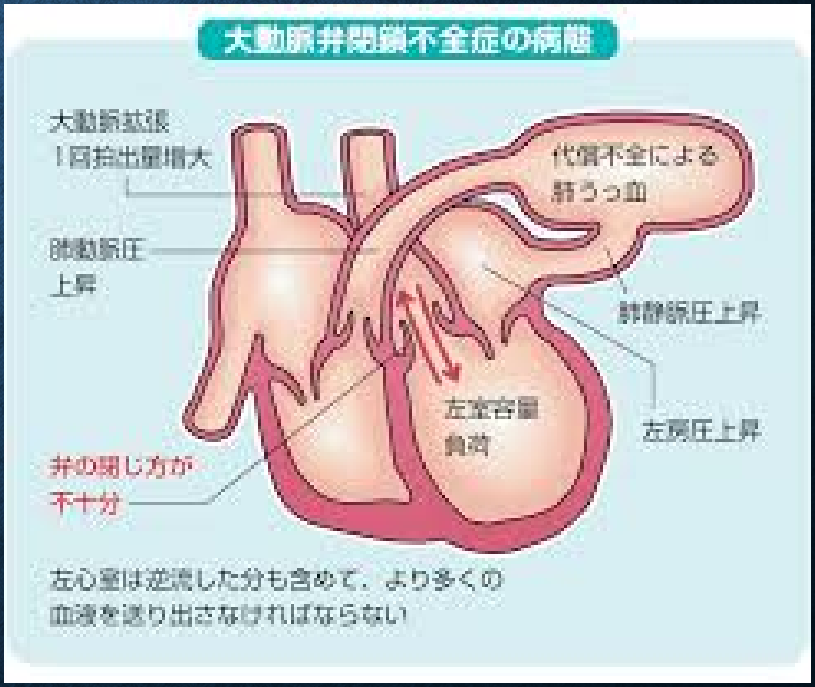
- 手術に至る原疾患により、心臓組織は形態的・機能的な修飾をうけている

大動脈弁狭窄症



術後はある程度のvolumeが必要
昇圧剤過多による左室流出障害おこす

大動脈弁閉鎖不全症

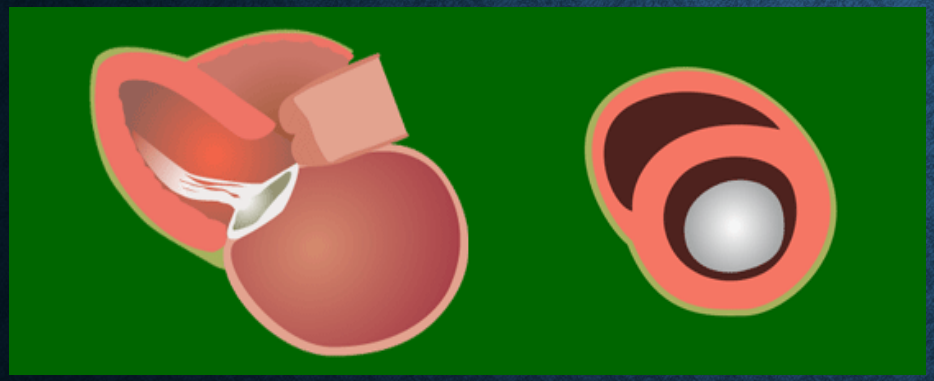


術前は左室容量負荷が増大
心機能低下症例には昇圧剤投与必要

術前に循環器疾患に罹患している症例への手術

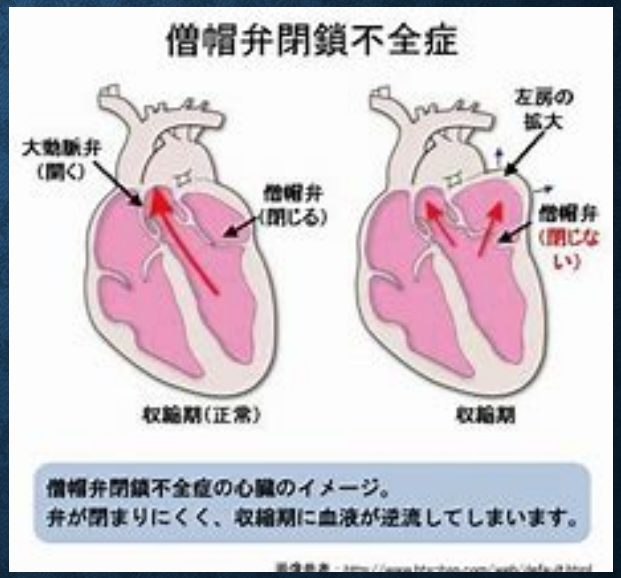
- 手術に至る原疾患により、心臓組織は形態的・機能的な修飾をうけている

僧帽弁狭窄症



*左房に比べ、左室容量少ない
*過度の容量負荷は肺うっ血きたすので、
後負荷軽減必要だが、術後早期は高めの
PA圧で管理
*心房細動罹患率高い

僧帽弁閉鎖不全症



*左室容量は保たれる
*過度の容量負荷は肺うっ血きたすので、
後負荷軽減必要
*心房細動罹患率高い

人工心肺管理使用後の術後管理

心臓血管外科手術の出血対策

- 術前より抗血小板や抗凝固剤を使用していること多い
- ヘパリン多量投与
- 人工心肺離脱後、線溶系は亢進状態
- 低体温により血小板・凝固因子の機能が低下する

↓

ACT/ PT/APTT/フィブリノーゲン/TEGなどを使用した

適切な輸血管理が必要

凝固線溶反応全体が調べられる
＝全血の検査が理想的

血小板数

一次止血

血小板の粘着

↓

活性化

↓

出血時間

凝集

二次止血

凝固因子活性化

（内因系・外因系）

↓

APTT/PT
ACT

トロンビン産生

↓

Fbg

フィブリン形成

フィブリン網形成

↓

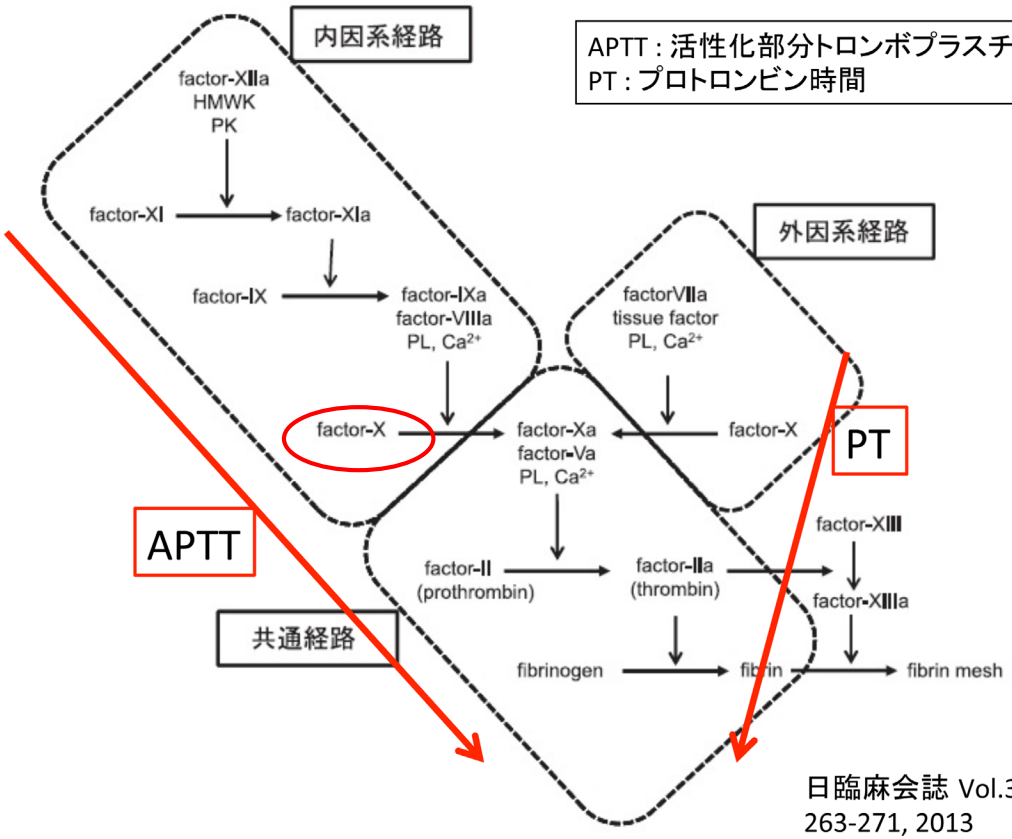
止血

↓

線溶

FDP/D-D

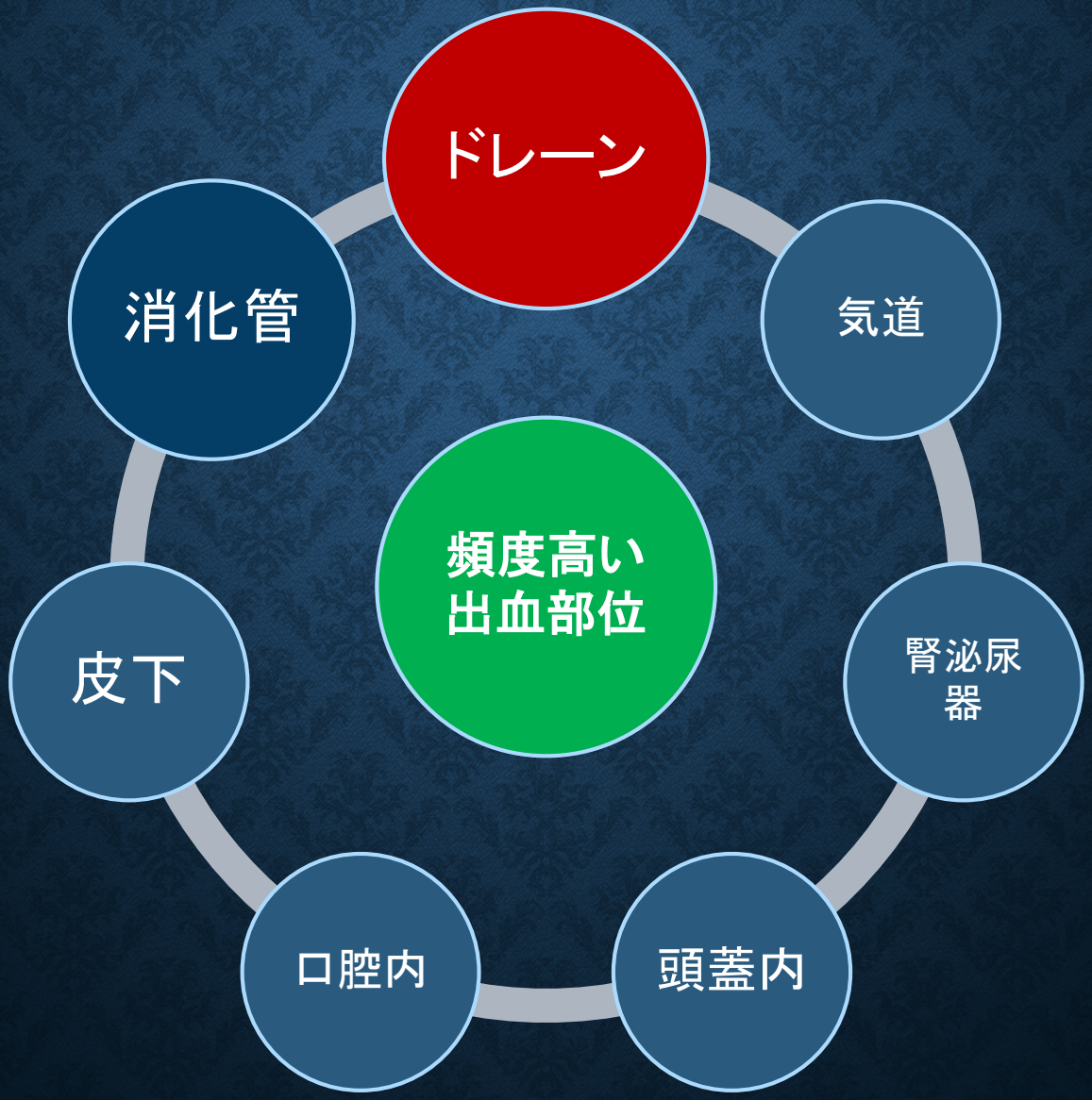
アンチトロンビンを活性化し、抗凝血作用能の賦活を通して凝固系を抑制する（APTTを延長する）。アンチトロンビンIIIはトロンビン、第Xa因子（第X因子の活性型）およびその他のセリンプロテアーゼを、その活性セリン部位と結合することで阻害する。

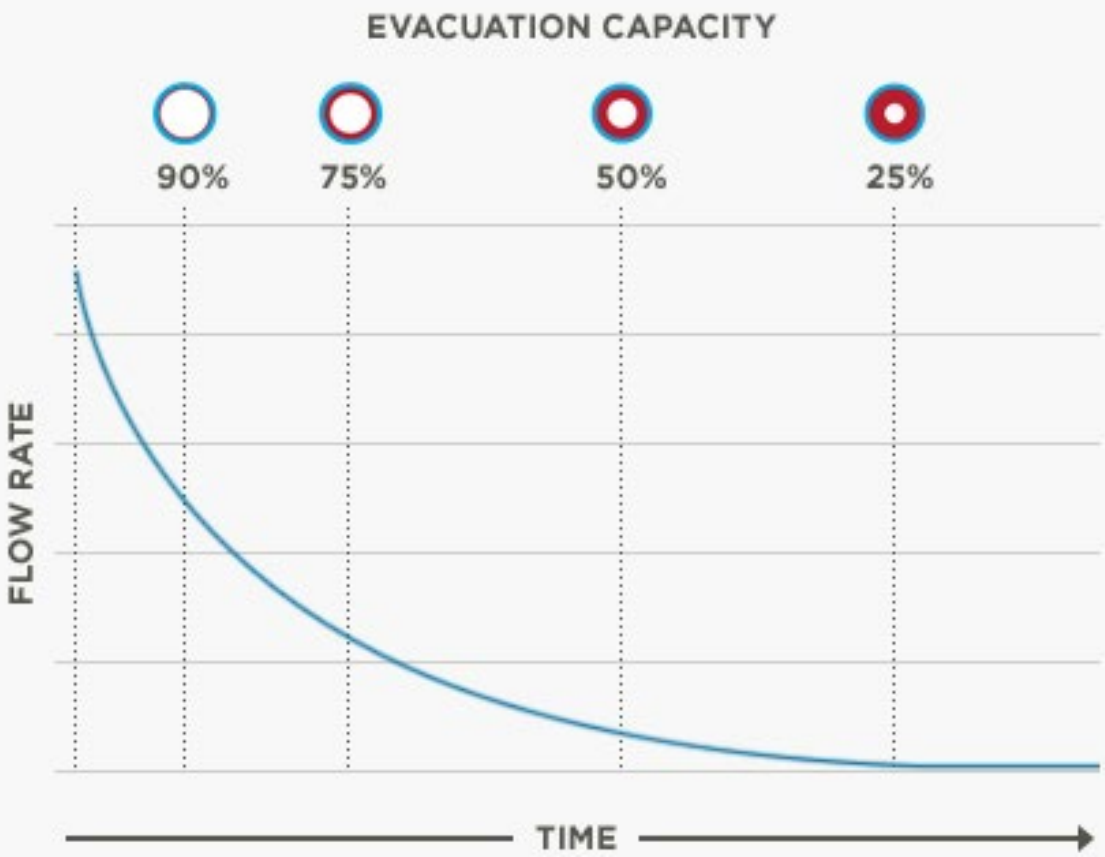


APTT : 活性化部分トロンボプラスチン時間
PT : プロトロンビン時間

日臨麻会誌 Vol.33 No. 2, 263-271, 2013

心臓手術後の出血部位





POISEUILLE EQUATION:

$$Q = \frac{\Delta P \pi d^4}{128 \mu L} \Rightarrow Q \propto d^4$$

To Strip or Not to Strip? Physiological Effects of Chest Tube Manipulation

By Margo A. Halm, RN, PhD, APRN-BC, CCRN

"Stripping chest tubes may significantly increase negative intrathoracic

IIa	C-LD	**Preoperative assessment of** hemoglobin A1c and **albumin is reasonable to be performed.**
IIa	C-LD	**Correction of nutritional deficiency, when feasible, can be beneficial.**
IIb	C-LD	**A clear liquid diet may be considered to be continued up until 4 hours before general anesthesia.**
IIb	C-LD	**Carbohydrate loading may be considered before surgery.**
III (No Benefit)	A	**Routine stripping of chest tubes is not recommended.**
III (Harm)	B-R	**Hyperthermia (>37.9) while rewarming on CPB and in the early postoperative period is potentially harmful and should be avoided.**

1. 成人心臓血管外科手術の対象疾患の説明

2. 人工心肺装置とECMO

3. 成人心臓血管外科手術の術後管理一般

4. NOMI発生防止に向けた注意点

人工心肺管理使用後の術後管理

低体温

- 長時間手術（開胸手術）
- 体外循環中の温度管理；最低温度30℃・低体温循環停止20-25℃
- 離脱時の目安は咽頭温36.0℃、直腸温34.5℃、血液温36.0℃

低体温による生理的変化

- 不整脈誘発
- 体血管抵抗上昇による血圧上昇
- シバリングによるO2消費上昇
- 血小板・凝固機能低下

ベアーハガーなどによる積極的な保温管理が重要

心臓手術後の最適なVOLUMEの評価

Hypovolemia

Hypervolemia

血圧低下
循環不全
臓器障害
意識障害
血栓塞栓症
NOMI

心不全
呼吸不全
長期挿管

心臓手術後の最適なVOLUMEの評価

心臓大血管手術後の体液バランスの変化

手術侵襲　　循環血漿量↓　　リフィリング

Volume必要　　輸液制限してOK

・体重の約60%が水分（体液）

・細胞内液40%・細胞外液20%→細胞間質15%＋血漿量5%

- サードスペース；非機能的細胞外液

  手術侵襲などの影響により循環血漿量が減少

- リフィリング：サードスペースに移行した細部外液が血管内に戻ってくる

心臓手術後の最適なVOLUMEの評価

どうやって至適点滴量を評価するのか？

手術侵襲　　循環血漿量↓　　リフィリング

Volume必要　　輸液制限してOK

- 身体所見（血圧・脈拍・皮膚の色調/状態・下肢挙上など）
- 体重／尿量
- 心臓エコー検査（IVC径・右心径・心臓機能）
- スワンガンツカテーテル検査
- CVP圧
- 輸液投与や利尿剤投与への反応性
- 血液データ（Hb・Alb・乳酸値など）

ERAS® Cardiac Surgery

Enhanced Recovery After Cardiac Surgery Society

The ERAS Cardiac Surgery mission is to optimize perioperative care of cardiac surgical patients through collaborative discovery, analysis, expert consensus, and dissemination of best practices.

- **ERAS® Cardiac Surgery Leadership Presents at ERAS® 2018 in Stockholm on May 24th, 2018**

Introduction: Protocols for enhanced recovery provide evidence-based guidelines for best practices in perioperative care. To date, there are no such guidelines for cardiac surgery. This review presents an expert consensus for optimal perioperative care in cardiac surgery which by providing graded recommendations for evidenced-based enhanced recovery protocols in heart surgery, may provide a foundation for consideration of subsequent practice guidelines.

Methods: An international working group (ERAS® Cardiac Surgery Society) constructed a comprehensive and evidenced-based framework for best practices in perioperative care in cardiac surgery. Studies were selected with particular attention to meta-analyses, randomized controlled trials and large prospective cohort studies. For each item of the perioperative treatment pathway, available English-language literature was examined and reviewed. The group reached a consensus recommendation after critical appraisal of the literature. We followed the process from the STS/AATS updated guidelines for "Classification of Recommendations and Level of Evidence," using the evidence grid originally published by the ACC/AHA. [1, 2]

Results: A comprehensive evidence-based consensus expressed in terms of class of recommendation (COR) and level of evidence (LOE) was reached on 23 subjects and is presented in this review by the enhanced recovery after surgery (ERAS®) Cardiac Surgery Society. (Tables 1 and 2) Studies were primarily cardiac surgery focused, although for some elements, recommendations are extrapolated from non-cardiac surgery settings.

Conclusions: Based on the evidence available for each element of perioperative care pathways, the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Cardiac Surgery Society presents a comprehensive consensus review, clinical considerations and recommendations for cardiac care that can be considered for institutional ERAS pathways in patients undergoing heart surgery.

1. Bakaeen FG, Svensson LG, Mitchell JD, Keshavjee S, Patterson GA, Weisel RD. The American Association for Thoracic Surgery/Society of Thoracic Surgeons position statement on developing clinical practice documents. The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. 2017;153:999-1005.
2. Jacobs AK, Anderson JL, Halperin JL, et al. The evolution and future of ACC/AHA clinical practice guidelines: a 30-year journey: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. Circulation. 2014;130:1208-1217.

CLASS (STRENGTH) OF RECOMMENDATION

CLASS I (STRONG) — Benefit >>> Risk

Suggested phrases for writing recommendations:
- Is recommended
- Is indicated/useful/effective/beneficial
- Should be performed/administered/other
- Comparative-Effectiveness Phrases†:
  - Treatment/strategy A is recommended/indicated in preference to treatment B
  - Treatment A should be chosen over treatment B

CLASS IIa (MODERATE) — Benefit >> Risk

Suggested phrases for writing recommendations:
- Is reasonable
- Can be useful/effective/beneficial
- Comparative-Effectiveness Phrases†:
  - Treatment/strategy A is probably recommended/indicated in preference to treatment B
  - It is reasonable to choose treatment A over treatment B

CLASS IIb (WEAK) — Benefit ≥ Risk

Suggested phrases for writing recommendations:
- May/might be reasonable
- May/might be considered
- Usefulness/effectiveness is unknown/unclear/uncertain or not well established

CLASS III: No Benefit (MODERATE) — Benefit = Risk
(Generally, LOE A or B use only)

Suggested phrases for writing recommendations:
- Is not recommended
- Is not indicated/useful/effective/beneficial
- Should not be performed/administered/other

CLASS III: Harm (STRONG) — Risk > Benefit

Suggested phrases for writing recommendations:
- Potentially harmful
- Causes harm
- Associated with excess morbidity/mortality
- Should not be performed/administered/other

LEVEL (QUALITY) OF EVIDENCE‡

LEVEL A
- High-quality evidence‡ from more than 1 RCT
- Meta-analyses of high-quality RCTs
- One or more RCTs corroborated by high-quality registry studies

LEVEL B-R — (Randomized)
- Moderate-quality evidence‡ from 1 or more RCTs
- Meta-analyses of moderate-quality RCTs

LEVEL B-NR — (Nonrandomized)
- Moderate-quality evidence‡ from 1 or more well-designed, well-executed nonrandomized studies, observational studies, or registry studies
- Meta-analyses of such studies

LEVEL C-LD — (Limited Data)
- Randomized or nonrandomized observational or registry studies with limitations of design or execution
- Meta-analyses of such studies
- Physiological or mechanistic studies in human subjects

LEVEL C-EO — (Expert Opinion)

Consensus of expert opinion based on clinical experience

COR and LOE are determined independently (any COR may be paired with any LOE).

A recommendation with LOE C does not imply that the recommendation is weak. Many important clinical questions addressed in guidelines do not lend themselves to clinical trials. Although RCTs are unavailable, there may be a very clear clinical consensus that a particular test or therapy is useful or effective.

* The outcome or result of the intervention should be specified (an improved clinical outcome or increased diagnostic accuracy or incremental prognostic information).

† For comparative-effectiveness recommendations (COR I and IIa; LOE A and B only), studies that support the use of comparator verbs should involve direct comparisons of the treatments or strategies being evaluated.

‡ The method of assessing quality is evolving, including the application of standardized, widely used, and preferably validated evidence grading tools; and for systematic reviews, the incorporation of an Evidence Review Committee.

COR indicates Class of Recommendation; EO, expert opinion; LD, limited data; LOE, Level of Evidence; NR, nonrandomized; R, randomized; and RCT, randomized controlled trial.

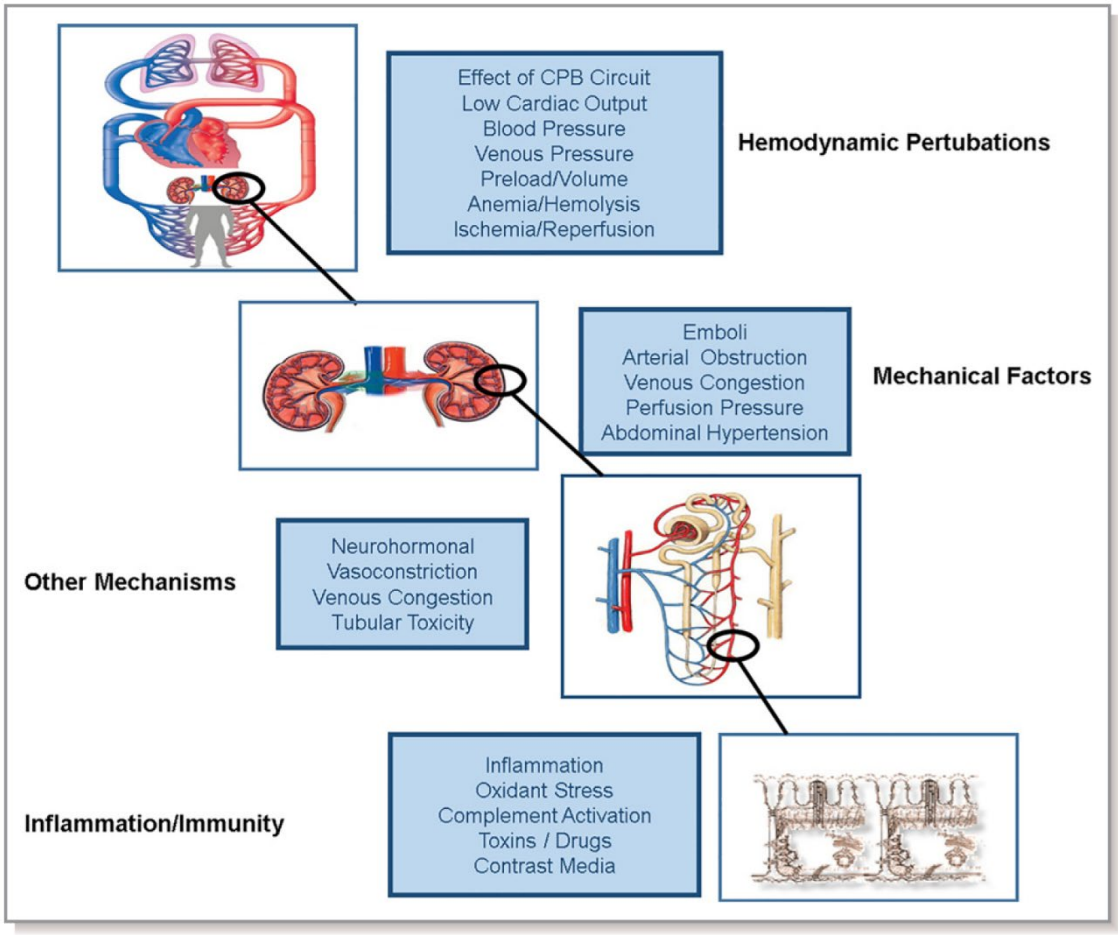
Table 1: Class of Recommendation (COR) and Level of Evidence (LOE) Consensus Statements

COR	LOE	Recommendations
I	A	Tranexamic acid or epsilon aminocaproic acid should be administered for on-pump cardiac surgical procedures to reduce blood loss. 術中トラネキサム酸とイプシロン-アミノカプロン酸投与
I	B-R	Perioperative glycemic control is recommended. 周術期血糖コントロール
I	B-R	A care bundle of best practices should be performed to reduce surgical site infection. SSI予防のcare bundle
I	B-R	Goal-directed therapy should be performed to reduce postoperative complications. AKI prevention protocolなど
I	B-NR	A multimodal, opioid-sparing, pain management plan is recommended postoperatively. Pain management
I	B-NR	Persistent hypothermia (T<35°C) after CPB should be avoided in the early postoperative period. Additionally, hyperthermia (T>38°C) should be avoided in the early postoperative period.
I	B-NR	Active maintenance of chest tube patency is effective at preventing retained blood syndrome. 術後血種予防のための術後ドレーンのマネジメント

I	B-NR	Post-operative systematic delirium screening is recommended at least once per nursing shift. せん妄スクリーニング
I	B-NR	An ICU liberation bundle should be implemented including delirium screening, appropriate sedation and early mobilization. ICU liberation bundle
I	C-LD	Screening and treatment for excessive alcohol and cigarette smoking should be performed preoperatively when feasible. 術前の禁酒・禁煙
IIa	B-R	Biomarkers can be beneficial in identifying patients at risk for acute kidney injury. AKIバイオマーカー：ST2・TIMP2
IIa	B-R	Rigid sternal fixation can be useful to reduce mediastinal wound complications. 胸骨固定
IIa	B-NR	Prehabilitation is beneficial for patients undergoing elective cardiac surgery with multiple comorbidities or significant deconditioning. 術前からのリハビリ？
IIa	B-NR	Insulin infusion is reasonable to be performed to treat hyperglycemia in all patients in the perioperative period. インスリン静注による血糖コントロール
IIa	B-NR	Early extubation strategies after surgery are reasonable to be employed. 早期抜管戦略
IIa	C-LD	Patient engagement through online or application-based systems to promote education, compliance, and patient reported outcomes can be useful.
IIa	C-LD	Chemical thromboprophylaxis can be beneficial following cardiac surgery.

IIa	C-LD	Preoperative assessment of hemoglobin A1c and albumin is reasonable to be performed.
IIa	C-LD	Correction of nutritional deficiency, when feasible, can be beneficial.
IIb	C-LD	A clear liquid diet may be considered to be continued up until 4 hours before general anesthesia.
IIb	C-LD	Carbohydrate loading may be considered before surgery.
III (No Benefit)	A	Routine stripping of chest tubes is not recommended. 過度の吸引 による組織損傷
III (Harm)	B-R	Hyperthermia (>37.9) while rewarming on CPB and in the early postoperative period is potentially harmful and should be avoided.

心臓血管外科手術に伴うAKIの発生機序



SPECIAL REPORT

American Heart Association | American Stroke Association

Cardiac and Vascular Surgery–Associated Acute Kidney Injury: The 20th International Consensus Conference of the ADQI (Acute Disease Quality Initiative) Group

Mitra K. Nadim, MD; Lui G. Forni, BSc, PhD, MBBS, MRCPI, AFICM; Azra Bihorac, MD, MS; Charles Hobson, MD, MHA; Jay L. Koyner, MD; Andrew Shaw, MB; George J. Arnaoutakis, MD; Xiaoqiang Ding, MD; Daniel T. Engelman, MD; Hrvoje Gasparovic, MD, PhD, FETCS; Vladimir Gasparovic, MD; Charles A. Herzog, MD, FAHA; Kianoush Kashani, MD, MSc; Nevin Katz, MD; Kathleen D. Liu, MD, PhD, MAS; Ravindra L. Mehta, MD; Marlies Ostermann, MD; Neesh Pannu, MD; Peter Pickkers, MD, PhD; Susanna Price, MB, PhD, FFICM; Zaccaria Ricci, MD; Jeffrey B. Rich, MD; Lokeswara R. Sajja, MD, MS, MCh; Fred A. Weaver, MD, MMM; Alexander Zarbock, MD; Claudio Ronco, MD; John A. Kellum, MD, MCCM

Table 1: Class of Recommendation (COR) and Level of Evidence (LOE) Consensus Statements

COR	LOE	Recommendations
I	A	Tranexamic acid or epsilon aminocaproic acid should be administered for on-pump cardiac surgical procedures to reduce blood loss. 術中トラネキサム酸とイプシロン-アミノカプロン酸投与
I	B-R	Perioperative glycemic control is recommended. 周術期血糖コントロール
I	B-R	A care bundle of best practices should be performed to reduce surgical site infection. SSI予防のcare bundle
I	B-R	Goal-directed therapy should be performed to reduce postoperative complications. AKI prevention protocolなど
I	B-NR	A multimodal, opioid-sparing, pain management plan is recommended postoperatively. Pain management
I	B-NR	Persistent hypothermia (T<35°C) after CPB should be avoided in the early postoperative period. Additionally, hyperthermia (T>38°C) should be avoided in the early postoperative period.
I	B-NR	Active maintenance of chest tube patency is effective at preventing retained blood syndrome. 術後血種予防のための術後ドレーンのマネジメント

Table 1: Class of Recommendation (COR) and Level of Evidence (LOE) Consensus Statements

COR	LOE	Recommendations
I	A	Tranexamic acid or epsilon aminocaproic acid should be administered for on-pump cardiac surgical procedures to reduce blood loss. 術中トラネキサム酸とイプシロン-アミノカプロン酸投与
I	B-R	Perioperative glycemic control is recommended. 周術期血糖コントロール
I	B-R	A care bundle of best practices should be performed to reduce surgical site infection. SSI予防のcare bundle
I	B-R	Goal-directed therapy should be performed to reduce postoperative complications. AKI prevention protocolなど
I	B-NR	A multimodal, opioid-sparing, pain management plan is recommended postoperatively. Pain management
I	B-NR	Persistent hypothermia (T<35°C) after CPB should be avoided in the early postoperative period. Additionally, hyperthermia (T>38°C) should be avoided in the early postoperative period.
I	B-NR	Active maintenance of chest tube patency is effective at preventing retained blood syndrome. 術後血種予防のための術後ドレーンのマネジメント