

術中 TEE 記録 手術別 Ver1

術中 TEE 記録の流れとしては、まずスクリーニング検査を行い、その後、予定された手術において必要な TEE 検査を行う流れとなる。手術別検査項目では、それぞれの手術を施行する上で、手術適応の再確認、術者にとって有用な情報、手術上のリスクとなる要因を取り上げている。手術の流れによる観察時期は、pre-CPB, post-CPB, chest close 後の3つのフェーズとしているが、この検査タイミングは必要最小限のタイミングであり、必要に応じてさらに細かく検査をする必要が生じることもある。また、術中に特別なイベントが生じた場合にはそれに対応するために、別の TEE 検査を優先させる必要が生じる。

今回、バージョン1では、比較的多い7つの手術を取り上げる。よりマイナーな手術法に対応する TEE 検査法は、次の機会に発表する予定である。

手術別 TEE 検査

とりあげる手術法

- (1)僧帽弁手術
- (2)ロボット/MICS 僧帽弁手術
- (3)大動脈弁手術
- (4)三尖弁手術
- (5)肺動脈弁手術
- (6)冠動脈手術
- (7)大動脈手術

これらの中で複数の手術を同時に施行する場合には、それぞれの TEE 検査をあわせて施行することが望まれる。

また、この手術別 TEE 検査記録は、2020年に米国心エコー図学会から発表されたガイドラインに準拠した内容となっている¹⁾。

(1) 僧帽弁手術

手術適応について

手術適応となる僧帽弁疾患は、僧帽弁狭窄、僧帽弁逆流、その両方がある。

そのため、僧帽弁狭窄と僧帽弁逆流では、検査すべき項目が異なるので、別けて解説する。また、僧帽弁手術では、基本的に僧帽弁形成術が施行できる病態であれば、形成術を施行することが推奨されるので、その病態のタイプや形成術に適しているかの判断も重要である。一方、僧帽弁逆流の重症度は、全身麻酔下においては軽減されることが多く、単純に適応基準として用いるには不適である。重症度判断が必要な場合には、全身麻酔前の循環動態に近づけるなどの注意が必要となる。

(1) Pre-CPB

1) 僧帽弁の観察 (定性評価) 狭窄&逆流共通

形態：自己弁、人工弁 (生体弁、機械弁)、弁形成術後、人工弁輪の有無を把握する

弁尖：肥厚、石灰化、リウマチ性変化、硬化、クレフトを把握する

弁尖逸脱：逸脱弁尖の有無、その局在、prolapse/billowing/flail の判断

2) 僧帽弁狭窄の評価

圧較差：平均圧較差は僧帽弁流入波形を記録して、圧波形をトレースすることで算出される。

弁口面積：連続の式を用いた MVA (EOA: effective orifice area) の算出の方法、圧半減時間から計測する方法がある。圧半減期から算出する MVA はリウマチ性 MS 症例を元に算出されたものなので、僧帽弁形成術後の病態における正確性は確立されていない。また、プランメトリー法は TEE においては正確な短軸像を捉えることが困難であることが多い。3D による計測も推奨されるが、計測に時間を要するため、後評価になる。

3) 僧帽弁逆流の評価

正しい手術手技を導くために、正確な情報を得ることが重要である。多くの場合、術前に TEE 評価を施行していることが多いが、全身麻酔下で十分に時間をかけて観察できる利点もある。

① 器質性 MR か機能性 MR か？

前述の形態観察や下記の計測によって、弁尖に異常があるか、弁輪拡大の有無、Tethering の程度によって器質性 MR か機能性 MR かを判断することができる

弁輪計測：MEMC で交連間径、ME LAX で前後径を計測する。

Tethering 関連：Tenting height、Tenting Area、Tethering angle (AML, PML),そして coaptation length を計測する。(ME 4C または ME LAX にて)

②次に MR ジェットを評価する。

MR ジェット評価の第一は、ジェットの数である。有意な逆流ジェットは、吸い込み血流、縮流部、左房内ジェットとして構成されている。このようなジェットが複数観察されることも稀ではない。複数観察される場合には、主病変と副病変が存在することを想定して注意深く観察する。一方、弁接合部全体から逆流している場合（たとえば機能性 MR）も 2-D 像では複数の逆流として観察されるため注意が必要である。

弁可動性、ジェットの方向性で Carpenter 分類を判断し、その他の計測所見とも一致することを確認する。Carpenter 分類は逆流のメカニズムの判断となる第一義の重要な情報である。

しかしながら、Type II か Type III であるかを迷う場合があり、pseudoprolapse と呼ばれる。前尖が prolapse しているように見えるが、実際には後尖の tethering があるという病態である。心房性機能性 MR などではこのような現象が起こりうる。

Carpentier 分類

Type I：弁尖の動き正常、ジェット中心性

弁輪拡大、弁穿孔

Type II：弁尖の動き過剰、ジェット偏心性（ただし、両尖逸脱では中心性）

Type III：弁尖の動き制限

Type IIIa：収縮期と拡張期で制限

石灰化やリウマチ性変化による器質性 MR

Type IIIb：収縮期に限定する制限

機能性 MR（心房に起因するもの、心室に起因するもの）

心房に起因するものは、心房拡大を伴う弁輪拡大で、hamstring 現象を伴うことがある。

心室に起因するものは、心室拡大による tethering を特

徴とする。Symmetrical と Asymmetrical がある。

③病変部位の局在を正確に把握する。

器質性 MR であるならば、病変部位の範囲と程度が重要であり、それによって切除の必要性や切除範囲の設定など細かな手技のガイドとなる。近年は 3D 画像により、逸脱部位の把握が正確にできるようになっている。逸脱部位と逆流ジェットの関係も把握できる。また、3D 画像では、2D 画像ではわかりにくい cleft の存在や後尖の indentation からの逆流などもよく観察できるようになり、的確な手術手技への貢献が期待できる。

④ MR の重症度把握のために、逆流ジェットの vena contracta や肺静脈血流 (PVF) の記録をしておく術前後の比較として有用である。

⑤ 弁形成においては、術後 SAM の危険性もあるため、その予測評価も重要である。

Annulus coaptation point における (収縮早期) 前尖の距離、後尖の距離、前尖後尖比、C-sept 距離、Aorto-mitral angle, 中隔の厚みを計測する。

4) 僧帽弁手術の関連部位の観察も重要である。

二次性 TR の手術適応は大きな関心事となる。

三尖弁輪拡大があるかを ME 4C で拡張終期に計測する。手術適応の弁輪拡大は、BSA index で 21mm を超える拡大とされている。

左心耳に対する手術 (閉鎖術、切除術) を同時に施行することもあるので、左心耳の観察も重要である。特に左心耳閉鎖術に関しては、術後に不完全閉鎖による血栓形成の問題があり、切除術の場合には左回旋枝の損傷の危険もある。

5) 人工心肺開始直前から大動脈クランプまでのカニュラの確認

ME IVC LAX にて IVC カニュラ先端の位置確認をする。挿入前から断面を設定しておき、biplane モードで、挿入されるカニュラを確認する。らせん入のカニュラが使用されるので視認性は高い。

次に LV ベントの位置確認を行う。確認する最適の断面は TG SAX と TG 2C の biplane モードであるが、こちらのカニュラは表面が平滑であるため視認性は悪い。TG SAX で直行して挿入されるカニュラによる音響陰影が左室内に出現してくれば左室内であることがわかる。TG 2C で先端が心尖部にあることを確認できれば、人工心肺後の空気除去にも有効に活用できる。

次にブラインドで CS カニュラを挿入する場合には、ME modified bicaval view にてカニュラが右心耳から挿入されていく様子を観察する。バルーンが十分に CS 内に挿入されないと心筋保護液を投与中に逸脱してくる可能性がある。一方、バルーンが深く挿入されると、middle cardiac vein の枝からの灌流が不十分となることもある。

(II) Post-CPB

心腔内の空気除去を確認した後、弁の評価に移行する。弁逆流の評価は循環動態によって変化するので、循環動態の改善に合わせて数回の確認を行うことが必要である。僧帽弁形成術と僧帽弁置換術に分けて、観察手順を解説する。

1) 僧帽弁形成術

① カラー Doppler 法で僧帽弁のあらゆる部位を観察する。逆流を認めたら、吸い込み血流を伴った逆流であるか、伴わない逆流であるかを確認する。逆流が中心性逆流の場合には、そのジェット面積を計測する。

吸い込み血流を認める逆流や偏心性逆流の場合には、再ポンプして、再修復術の可能性があるので、逆流のメカニズムを検索する。部分的に逸脱が残存している場合には再修復の良い適応である。主病変が修復されたことによって副病変が悪化する場合もある。

② 一方、SAM によって僧帽弁逆流が生じる場合もあるので、収縮期に弁尖が心室中隔に接する所見や左室流出路にモザイク血流が存在しないかなども確認する。SAM の重症度を経時的に観察する場合には、左室流出路の流速測定やその血流パターンを記録する。

③ 僧帽弁形成後に機能性 MS となる症例がある。特に小さな人工リングを使用した場合や後尖が機能していない修復症例では、その可能性がある。可能な限り、流入する血流と平行になる断面を設定して、最狭窄部と考えられる部位をターゲットにして CW にて僧帽弁流入波形を記録する。血流波形をトレースして平均圧較差を算出する。

2) 僧帽弁置換術

人工弁が正常に機能しているか、弁周囲逆流の有無を確認する。機械弁の場合には、2つのディスクの開閉がよくわかる走査角度にて観察する。リングの内部から逆流するものは通常人工弁の本来の構造による逆流であるので、

ジェットの吹き出し部位による鑑別が必要である。

3) 左室側壁の壁運動異常が新たに生じた場合

左室の壁運動異常の評価はかならず施行する。MR が改善された場合には、見かけ上の左室収縮が悪化することがある。また、左室側壁（左回旋枝領域）のみの壁運動異常が新たに生じた場合には、手術による左回旋枝の損傷の可能性もある。ME 2 C にて左心耳が見えるように微調整すると、左回旋枝の短軸像が左心耳と左室前壁の間にみることができる。この回旋枝を走査角度 110 度付近にして走行を確認できる。カラードプラ法を用いて、血流の有無を確認することも可能なので、このような手法で回旋枝の損傷を指摘する。

4) 大動脈弁への影響

僧帽弁手技によって、大動脈弁に逆流が悪化することがある。

(III) Chest close

① 胸骨閉鎖直前には、胸腔内を観察して、胸腔内貯留物（エコーフリー、エコー輝度あり、凝血）を指摘して吸引する。同時に無気肺が認められれば、リクルートメント手技を行い、無気肺を改善して高めの PEEP を設定する。

② 再度、左室壁運動の評価を行い、またそれぞれの弁逆流を観察する。

③ 左室流入血流と肺静脈血流の波形を記録する。

(2) ロボット/MICS 僧帽弁手術

基本的に僧帽弁の観察は、胸骨切開による僧帽弁手術との違いはない。しかしながら、ロボットや MICS で行う外科手技は制限されるため、それに適した比較的単純な病態であることが望まれる。

ロボット手術や MICS 手術では、術野から心・大血管全体の観察ができないため、手術に伴う送血管設置、脱血管設置、大動脈クランプなどが適切に施行されているかを TEE によって確認することが重要となる。

- ① 送血管：大腿動脈から挿入されるガイドワイヤーの確認、ガイドワイヤーが下行大動脈にきたことを視認することでガイドワイヤーが迷入していないことを確認する。
- ② 脱血管：大腿静脈からのガイドワイヤーの確認+脱血管本体の確認
下大静脈にガイドワイヤーが挿入されてくるのを確認、その後、脱血管本体が挿入され、右房内まで挿入されることを確認する。
- ③ 大動脈クランプ：Flexible な大動脈クランプ鉗子を用いる方法、先端に balloon が付いたカテーテルにて Endoballoon で遮断する方法がある。カテーテルにて遮断する場合には、balloon の位置をバルサルバ洞から 2-4cm の位置にバルーンを置くため TEE によるガイドが必要である。
どちらの遮断においても、不完全な遮断になりやすいので、遮断時にカラードプラにて遮断部位付近に血流がないことを確かめる。そして、順行性に心筋保護液を注入開始するとバルサルバ洞付近に血流が確認でき、同時に大動脈弁からの漏れも評価できる。大動脈クランプのねじれなどの影響で術前に AR が
ない症例においても、大動脈弁からの漏れが出現することがある。
- ④ CS-カニューラ：ME modified bicaval view または deep ME 4C にて CS を確認して、カニューラ先端が挿入されるのを確認する。
逆行性投与が禁忌とされている PLSVC は、LAA と左肺静脈との間にある内腔を見つけることで確認できる。

(3) 大動脈弁手術

手術適応となる大動脈弁疾患は、大動脈弁狭窄、大動脈弁逆流、その両方が合わさった病態がある。

そのため、大動脈弁狭窄と大動脈弁逆流では、検査すべき項目が異なるので、分けて解説をする。また、大動脈弁手術では、近年、大動脈弁形成術が施行されつつある。適応となる病態であれば、弁置換による不利益を避けることができる。TEE による詳細な観察も手術手技決定の一助となる。

(I) Pre-CPB

1) 大動脈弁の観察 狭窄&逆流

形態：自己弁、機械弁、生体弁、弁形成後

弁尖数：三尖弁、二尖弁、一尖弁、四尖弁

弁尖：正常、肥厚、石灰化、リウマチ性変化、硬化

石灰化は部位も記載

弁輪：正常、狭小、拡大

逸脱：なし、右冠尖、左冠尖、無冠尖

疣贅/腫瘍：なし、あり、弁輪部膿瘍

特徴的な腫瘍：Lambli's :

Arantius 結節 :

Fibroelastoma :

を鑑別

2) 大動脈弁&周囲の基本計測

弁輪径 (2D) : 収縮中期の計測

バルサルバ径、STJ 径、上行大動脈径 : 拡張終期の計測

3) 大動脈弁狭窄

①大動脈弁口面積 (AVA) : プラニメトリー法

石灰化が高度の場合には不可

indexed-AVA : AVA/BSA 小柄な日本人では有用

②経大動脈弁血流 : TG LAX または deep TG 5C にて計測する。

最大血流速、平均血流圧較差

forward SV を Area (LVOT)×VTI (LVOT)から SVI を測定して、
low flow 症例との鑑別を行う。

4) 大動脈弁逆流

① 接合部位計測

Coaptation length

Effective height

② 逆流部位

中心性、NCC-RCC、LCC-RCC、LCC-NCC、弁腹（穿孔）

③ El Khoury 分類

Type 1 : 1A 上行大動脈+STJ 拡大

1B STJ+ バルサルバ洞拡大

1C 弁輪拡大

1D 弁穿孔

Type 2 : 弁尖の動き過剰 prolapse、flail

Type 3 : 弁尖の動き制限 病因：石灰化変性、リウマチ性、
放射線性

④ 重症度評価

大動脈弁の逆流部位の画像から、吸い込み血流、縮流部幅、

左室流出路内のジェットからの計測

縮流部幅：カラードプラ（2D）にて計測

PISA 計測：

中心性逆流の場合

ジェット幅/LVOT 幅 (ME AV LAX)

ジェット面積/LVOT 面積 (ME AV SAX)

圧半減時間：経大動脈弁血流の拡張期波形より計測

下行大動脈波形：近位の下行大動脈長軸像にて、PW にて
血流速を測定して、拡張期での逆流波の継続時間及び血
流パターンを記録する。

5) 大動脈弁形成術の場合

大動脈弁形成においては、正確な逆流機序、正確な逸脱範囲、
大動脈弁の立体構造の把握が必要になる。

上記の ME AV LAX における測定は大動脈弁の構造の一断面の評価であるので、3D (MPR 法) による 3 方向の断面の測定が必要であると考えられる。

- ① LCC 中央と NCC-RCC 交連部を結ぶラインでは

Free edge length NCC-RCC

Geometric height LCC

Coaptation length (3D)

Effective height (3D)を計測する。

- ② RCC 中央と LCC-NCC 交連部を結ぶライン

- ③ NCC 中央と RCC-LCC 交連部を結ぶライン

でも同様な計測を行う。

- 6) 大動脈弁関連の評価

- ① 僧帽弁の評価

近接する弁であるため、手術による影響があるかもしれない。

弁逆流の重症度を評価する。

- ② 術後に SAM を生じる危険性

大動脈弁狭窄を改善した後に、SAM の発生、左室流出路の狭窄を引き起こす可能性がある。術前から可能性がある場合には、心筋中隔切除を検討する。

S 字中隔 (心室中隔の左室流出路の突出 < 3 cm であること)

LVED が小さい (< 40 mm)

心室中隔が厚い (IVS/PW > 1.45) がリスク因子となる

- 7) 人工心肺開始直前から大動脈クランプまでのカニュラの確認

僧帽弁手術の項で述べたものと同様

有意な AR がある症例においては、ベントチューブが左室内に入っていることを確認することは特に重要である。

(II) Post-CPB

- 1) 大動脈弁形成後

- ① 遺残 AR の重症度

なし、軽微、軽症、中等症、重症

- ② 遺残 AR のメカニズム

El Khoury の分類

- ③ 大動脈弁の形態計測
Effective height ($>9\text{mm}$)、Coaptation length($\geq 4\text{mm}$)、弁輪径 ($<25\text{mm}$)
- ④ 大動脈弁通過血流
圧較差 ($<10\text{mmHg}$)

2) 大動脈弁置換術後

① 弁尖の可動性

弁尖の可動性をチェックする。生体弁では縫合糸とのからまり、機械弁ではディスクのスタックを観察する。エコービームは弁の開閉とほぼ直交となるので、観察は困難であるが、ドプラ所見と合わせて判断する。

② 異常な弁逆流

まず ME 断面でのカラードプラで観察する。人工弁による音響陰影や多重反射によって観察が十分にできない場合がある。TEE プローブを浅くしたり、深くしたりして可能な視野で観察をする。TG 断面もそのような場合に有用である。

経弁逆流は、通常、本来の弁特有の逆流があるのでその鑑別が必要である。生体弁では中心部や交連部付近からジェットがある。機械弁では、いわゆる washing jet が短時間で短いジェットとして複数観察される。

一方、弁周囲逆流はすべて異常なので、その位置および重症度を判断する。

③ 経大動脈弁血流

最大血流速、acceleration time、Doppler velocity index (DVI) を計測

(III) Chest close

- ① 胸骨閉鎖直前には、胸腔内を観察して、胸腔内貯留物（エコーフリー、エコー輝度あり、凝血）を指摘して吸引する。同時に無気肺が認められれば、リクルートメント手技を行い、無気肺を改善して高めの PEEP を設定する。
- ② 再度、左室壁運動の評価を行い、それぞれの弁逆流を観察する。

③ 左室流入血流と肺静脈血流の波形を記録する。

(4) 三尖弁手術

(I) Pre-CPB

1) 三尖弁の形態 (定性評価) 狭窄&逆流 共通

形態：自己弁、機械弁、生体弁、弁形成術後、人工弁輪

弁尖：正常、肥厚、石灰化、リウマチ性変化、硬化

疣贅/腫瘍：あり、なし

逸脱：中隔尖、前尖、後尖

2) 三尖弁狭窄の評価

① 平均圧較差

平均圧較差 5 mmHg 以上は有意な狭窄と考えられる。

3) 三尖弁逆流の評価

① 弁輪計測

ME 4 C(拡張終期)で計測 40mm または 21mm/m^2 で手術適応の拡大あり

② tethering 関連計測

Tenting height, Tenting area を計測

③ TR ジェット

ジェット数、ジェット方向 (中心性、偏心性)

重症例で層流のカラーシグナルになることもある

④ RVSP の計測

⑤ 器質性 TR, 機能性 TR?

器質性：粘液変性、リウマチ変性、心内膜炎、カルチノイド、外傷、医原性 (ペーシングリード、右室生検)、先天性

機能性：左心病変、右室機能不全、肺高血圧、右房異常 (心房細動)

③ 重症度評価

縮流部幅、PISA 半径 ($Ny=28\text{cm/s}$)、肝静脈血流波形 (HVF) のパターン

4) 周辺の観察

冠静脈洞、上下大静脈、心房中隔の観察

5) 右心系の評価

右房、右室の拡大、右室流出部、右室機能（収縮機能、拡張機能）

（Ⅱ）Post-CPB

1) 弁の開閉

2) 遺残 TR

中心性、偏心性

VC 幅

重症度：なし、軽微、軽症、中等症、重症

3) 機能性 TS

経三尖弁血流を測定

（Ⅲ）Chest close

- ① 胸骨閉鎖直前には、胸腔内を観察して、胸腔内貯留物（エコーフリー、エコー輝度あり、凝血）を指摘して吸引する。同時に無気肺が認められれば、リクルートメント手技を行い、無気肺を改善して高めの PEEP を設定する。
- ② 再度、左室壁運動の評価を行い、それぞれの弁逆流を観察する。
- ③ 左室流入血流と肺静脈血流の波形を記録する。

(5) 肺動脈弁手術

(I) Pre-CPB

1) 肺動脈弁の観察 狭窄&逆流 共通

形態：自己弁、機械弁、生体弁、弁形成後

弁尖：正常、肥厚、石灰化、硬化

疣贅/腫瘍：あり、なし

2) 肺動脈弁狭窄の評価

① 経肺動脈弁血流（最大血流）

② 狭窄部位（弁上、弁性、弁下）

③ 右室流出路狭窄の有無

3) 肺動脈弁逆流の評価

① 弁輪計測

② PR ジェット

ジェット数、ジェット方向（中心性、偏心性）

⑤ 器質性 PR, 機能性 PR?

器質性：心内膜炎、カルチノイド、外傷、先天性

機能性：肺高血圧

③ 重症度評価

ジェット幅

pulmonary annulus ratio : PR ジェット幅 / 肺動脈弁輪径

PR index : PR シグナル持続時間 / 全拡張期時間

PHT : PR ジェットの圧半減期時間

4) 肺動脈圧の評価

収縮期肺動脈圧：TR ジェットのピーク速度より推定する。

この圧較差に右房圧を加算する。

右室流出路の狭窄がないことが条件

平均肺動脈圧：PR ジェットの最大速度から推定する。

この圧較差に右房圧を加算する。

(II) Post-CPB

1) 遺残 PR

2) 弁下狭窄

3) 医原性 PS

経肺動脈弁血流を計測

4) 左室、右室の壁運動異常を評価する

肺動脈弁による冠動脈狭窄や損傷が報告されているため

(Ⅲ) Chest-close

① 胸骨閉鎖直前に、胸腔内を観察して、胸腔内貯留物（エコーフリー、エコー輝度あり、凝血）を指摘して吸引する。同時に無気肺が認められれば、リクルートメント手技を行い、無気肺を改善して高めの PEEP を設定する。

② 再度、左室壁運動の評価を行い、それぞれの弁逆流を観察する。

③ 左室流入血流と肺静脈血流の波形を記録する。

(6) 冠動脈手術

冠動脈手術では人工心肺を使用しない OPCAB 手術もある。

OPCAB では、心挙上による低血圧が懸念される。その時点における低血圧の原因検索も非常に重要であるが、前もって評価して、リスク因子を把握することも重要である。

(I) Pre-CPB

1) 左室の形状、サイズ

左室形状

サイズ (LVEDD, LVESD)

壁厚 (IVS, PW)

左室瘤の有無

もやもやエコーの有無

2) 左室収縮機能

LVEF, GLS

3) 左室拡張機能

経僧帽弁流入血流波形

肺静脈血流波形

4) 左室局所壁運動異常の評価

5) 右室収縮機能

TAPSE

RV FAC

6) 右室拡張機能

経三尖弁流入血流波形

肝静脈血流波形

7) 弁機能：僧帽弁、大動脈弁、三尖弁、肺動脈弁

8) 大動脈の評価

術中に大動脈クランプ、冠動脈吻合、送血管挿入の位置を決定するために、その部位の上行大動脈性状を観察する。送血部位は TEE ではブラインドゾーンとなるため、epiaortic エコーによる評価を行う。上行送血により血流が当たる大動脈弓部の性状の評価も行う。また、IABP が必要になった場合に、下行大動脈にリスク要因があるかの評価も行う。

9) OPCAB 手術におけるリスク因子

心挙上時の重篤な低血圧は、MR の増悪、TR の増悪、左室流出路狭窄、右室流出路狭窄で生じる可能性が高い。

術前の弁逆流の重症度も重要であるが、術前の時点では軽度でも、弁自体の硬化、変性や Coaptation length が短い症例では悪化のリスク因子となる可能性がある。3D 構築などで評価するのがよい。

また、SAM のリスク因子がある症例や右室流出路の狭い症例でも注意が必要となる。

1 0) 人工心肺開始直前から大動脈クランプまでのカニュラの確認

(II) Post-CPB

1) 左室・右室 局所壁運動異常

2) 大動脈の観察

カニュレーション部位の大動脈変化

術前の大動脈硬化部位の変化

3) 残存貯留空気の観察

左室機能が著しく低下した症例では、長く貯留空気が残存する可能性がある。

4) 弁機能評価

冠動脈再建で左室機能が改善することによって、弁機能が改善することが期待できる。術前との比較のために、重症度評価を行う。

(III) Chest close

① 胸骨閉鎖直前には、胸腔内を観察して、胸腔内貯留物（エコーフリー、エコー輝度あり、凝血）を指摘して吸引する。同時に無気肺が認められれば、リクルートメント手技を行い、無気肺を改善して高めの PEEP を設定する。

② 再度、左室壁運動の評価を行い、それぞれの弁逆流を観察する。

③ 左室流入血流と肺静脈血流の波形を記録する。

(7) 大動脈手術

大動脈手術は、術前評価は1) 急性大動脈解離、2) 大動脈瘤(解離性も含む)、分けて解説する。術後評価は1) AVP、2) AVR、3) 基部置換、4) ステンント内挿術に分けて解説する。

(I) Pre-CPB

1) 形態 すべて共通

①血管径：狭窄、拡張

大動脈瘤(真性、解離性、仮性)
(瘤径 OTO mm)

②壁・内腔の状態：

プラーク(5段階：スクリーニング評価と同じ)

血栓

潰瘍形成

フラップ

部位：基部(バルサルバ洞、STJ)

上行(近位、中間部、遠位)

弓部(近位、遠位)

下行(胸部：門歯より? cm またはLSAからの距離)

(腹部：分枝との位置関係)

2) 急性大動脈解離の評価

① 内膜フラップの有無および部位

超音波アーチファクトと鑑別必要

(サイドローブ、多重反射)

② Stanford 分類

③ 真腔・偽腔の同定

④ エントリーの部位

⑤ 冠動脈への波及(右冠動脈、左冠動脈)

冠動脈：カラードプラ画像

壁運動異常

⑥ 弓部3分枝への波及(LSA、LCCA、RCCA)

⑦ 腹部4分枝への波及(Celiac, SMA, Lt&Rt RA)

⑧ 心膜腔への貯留・心タンポナーデ

⑨ 新規の AR

AR のメカニズム

AR の重症度

3) 大動脈瘤

① 瘤の位置

② 大動脈弁逆流の有無

基部、近位上行の瘤で AVP を予定する場合には AV の項を参照

4) 人工心肺開始直前から大動脈クランプまでのカニューラの確認

手術内容によって、循環停止の有無、送血部位、クランプ部位が異なるので、それに合わせた形で評価をおこなう。

大動脈解離症例においては、ガイドワイヤーが真腔にあることを確認することは重要である。

(II) Post-CPB

1) AVP 後の評価

①遺残 AR の評価

②Coaptation length

③経大動脈弁血流 (圧較差)

2) AVR 後の評価

①弁内、弁周囲逆流の有無

②人工弁の弁尖やディスクの動き

③経大動脈弁血流 (圧較差)

3) 基部置換後の評価

①移植された冠動脈の血流 (カラードプラ)

②左室局所壁運動異常

4) 大動脈ステント内挿術後の評価

①操作中のガイドワイヤー確認

②Endoleak の有無

解離腔や瘤など血流が遮断された部位のモヤモヤエコーの状態

(完全に不動化、血流の動きあり)

(カラードプラによる評価)

部位：近位部、中間部*、遠位部

*多くのステントグラフトは超音波アーチファクトを形成するので対側の評価は困難

③新たな解離腔の形成を評価

(Ⅲ) Chest close

- ① 胸骨閉鎖直前には、胸腔内を観察して、胸腔内貯留物（エコーフリー、エコー輝度あり、凝血）を指摘して吸引する。同時に無気肺が認められれば、リクルートメント手技を行い、無気肺を改善して高めの **PEEP** を設定する。
- ② 再度、左室壁運動の評価を行い、それぞれの弁逆流を観察する。
- ③ 左室流入血流と肺静脈血流の波形を記録する。

参考文献

1) Nicoara A, Skubas N, Finley A, et al. Guidelines for the use of transesophageal echocardiography to assist with surgical decision-making in the operating room: A surgery-based approach from the American Society of Echocardiography in collaboration with the Society of Cardiovascular Anesthesiologists and the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Soc Echocardiogr* 2020; 33:692-734

TEE記録ワーキングメンバー

小出 康弘（葉山ハートセンター 麻酔科）

岡本 浩嗣（北里大学医学部 麻酔科学教室）

大西 佳彦（心臓病センター榊原病院 麻酔科）

秋山 浩一（名古屋大学麻酔・蘇生医学講座）

佐藤 敬太（立川総合病院 麻酔科）

金澤 裕子（国立循環器病研究センター 麻酔科）