

Total arch replacement and frozen elephant trunk for acute type A aortic dissection

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-09-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: lino, Kenji メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00063893

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



【総説】

A型急性大動脈解離に対するFrozen elephant trunkを用いた弓部大動脈置換術

飯野賢治

金沢大学附属病院 心臓血管外科

Total arch replacement and frozen elephant trunk for acute type A aortic dissection

Kenji Iino

1. はじめに

急性大動脈解離は急性心筋梗塞とともに突然に発症し、適切な診断、治療が施されなければ発症早期に半数以上の患者が死亡する極めて致死率の高い循環器系疾患である。大動脈壁に解離が一旦生じると、薄くなった外膜から血液が血管外へ出血する危険性が高くなり、外膜が破綻すると心タンポナーデや大動脈破裂といった短時間で大量の循環血液が失われ、突然死に至る。近年、迅速な救急搬送、画像診断、適切な外科・内科治療により、治療成績は向上しているが、術前の破裂や出血によるショック、臓器灌流障害(malperfusion)の併存により、手術死亡率は10%以上と未だに高い¹⁾。本稿では、急性大動脈解離について概説するとともに治療成績のさらなる向上のために当科で行なっている取り組みについて報告する。

2. 大動脈解離とは

大動脈解離では内膜、中膜、外膜の3層構造からなる大動脈壁内の中膜レベルで2層に剥離し、内膜裂孔(tear)から血液が血管壁内へ流入し、本来の大動脈内腔(真腔)と新たに大動脈壁内腔(偽腔)が生じる。大動脈は剥離した内膜と中膜の一部からなるフラップにより真腔、偽腔に隔てられた2腔構造を呈する。真腔から偽腔へ血液が流入するtearをエントリーといい、真腔へ再流入するtearをリエントリーとよんでいる。急性大動脈解離の発生頻度は、東京都急性大動脈スーパーネットワークの調査では、人口10万人あたり年間10人程度とされ、その頻度は急性心筋梗塞の1/4であった。発症のピークは男女ともに70歳代であり、発症時期は冬場に多い傾向がある。大動脈解離を発症した患者の70~80%に高血圧症を合併していた。また、若年(50歳未満)例では、Marfan症候群などの遺伝性大動

脈疾患に基づく血管の脆弱性が背景にあると考えられている。大動脈解離発症のメカニズムは不明な点が多いが、高齢者では、高血圧が引き起こす弾性板の減少、破壊に加え、弾性板間架橋繊維の減少が加わり、中膜障害が形成され、高血圧などの血行力学的負荷が契機となって解離が発症するとされている。一方、若年では、Marfan症候群などの遺伝性結合組織障害が背景にあり、中膜に嚢状中膜壊死を引き起こし、血行力学的負荷を契機に発症するとされている。

3. 病態

大動脈解離では、大動脈とその分枝に解離が進展することにより破裂やmalperfusionといった様々な病態を示す。破裂では、破裂部位により心タンポナーデ、胸腔、腹腔内への破裂に分けられ、心タンポナーデは、大動脈基部から心膜翻転部までの上行大動脈壁に破綻が生じ、心嚢内に大動脈血流が流入し、貯留することにより生じる。A型大動脈解離の死因として最も多い。Malperfusionは、解離のflapによる真腔血流低下や分枝血管開口部の動脈閉塞(dynamic obstruction)と分枝血管自体の解離や血栓による静的閉塞(static obstruction)に分類される。Dynamic obstructionはエントリーから多量の血流が偽腔に入り込む一方で、リエントリーから流出する血流がほとんどない場合に生じ、Static obstructionは分枝に及んだ解離の遠位端にリエントリーが形成されないために生じる。冠動脈や頸動脈、肋間・腰動脈(Adamkiewicz動脈)、腹腔動脈、上腸間膜動脈、腎動脈、総腸骨動脈にmalperfusionが生じれば、心筋梗塞、脳梗塞、対麻痺、肝障害、腸管虚血、腎機能障害、下肢虚血などの臓器灌流障害から、臓器不全に至り、致死的合併症となる。また、解離が基部へ進展すると大動脈弁閉鎖不全症を生じ、心不全の原因となる。

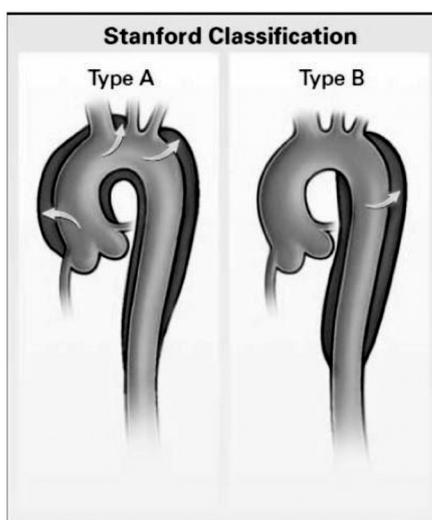


図1. Stanford分類とDeBakey分類

4. 病型分類

解離の範囲からみた分類では、Stanford分類²⁾とDeBakey分類が使用されている(図1)。Stanford分類では、エントリーの位置にかかわらず、上行大動脈に解離が及んでいる場合をStanford A型とし、上行大動脈に解離のない場合をStanford B型としている。DeBakey分類では、エントリーの位置により分類され、上行大動脈にtearがあり、弓部大動脈より末梢に解離が及ぶものをI型、上行大動脈に解離が限局するものをII型、下行大動脈にtearがあるものをIII型として、そのうち腹部大動脈に解離が及ばないものをIII a型、腹部大動脈に解離が及ぶものをIII b型と分類している。偽腔の血流状態からみた分類では、偽腔内に血流を認めない場合を偽腔閉塞型、偽腔に大部分に血流を認めないが、偽腔の一部に血流を認められる場合をULP (ulcer-like projection) 型、偽腔に血流があるものを偽腔開存型と分類される。また、欧米においては偽腔に血流のない偽腔閉塞型をIMH (intramural hematoma) と呼んでいる。発生時期による分類では、発症後2週間以内を急性期、2週間を超えて3ヶ月以内を亜急性期、3ヶ月をこえるものを慢性期としている。

5. 症状

典型的な臨床症状は、解離そのものによって生じる疼痛、失神、解離が生じたことによって起こるmalperfusionによる症状がある。急性大動脈解離を示唆する典型的な症状「移動する、激しい胸背部痛」から、救急搬送される患者がいる一方で、malperfusionをともなった場合には、意識障害、失神、麻痺、胸痛、心停止、腹痛、

下肢痛などの症状を呈し、意識障害、失神、麻痺では脳梗塞、胸痛では、急性心筋梗塞と判断され、搬送される場合もある。

6. 診断

確定診断には造影CT検査が最も有用で、解離の範囲、偽腔の状態、エントリー、リエントリーの同定、破裂、malperfusion、心タンポナーデの有無を診断することが重要である。部位診断では、解離が上行大動脈に及ぶかどうか、すなわちStanford分類による上行大動脈に解離があり緊急手術が推奨されるA型と、上行大動脈に解離がなく内科治療が勧められるB型を診断する必要がある。主要分枝のmalperfusionについても把握する必要がある。頸動脈、冠動脈や上腸間膜動脈にmalperfusionが生じると、脳梗塞や心筋梗塞、腸管虚血などの致死的な合併症となるため、早急な治療介入が必要である。また、心電図、経胸壁心エコー検査から、心筋虚血の有無、弁膜症の有無、心タンポナーデの有無、心機能について評価することができる。これらの検査は救急部にて迅速に行われる必要があり、これら所見から、治療戦略が立案される。

7. 急性A型大動脈解離の治療

上行大動脈に解離が及ぶA型解離はきわめて予後が不良で、発症後致死率が1時間あたり1~2%上昇すると報告されており、侵襲的治療を行わなければ48時間以内の致死率が約50%とされる。主な死因は破裂、心タンポナーデ、臓器虚血(心筋虚血、脳虚血、腸管虚血など)である³⁾。これらを回避するために一般的に緊急外科手術が必要となる⁴⁾。偽腔閉塞型では、内科治療も可能であるが、心タンポナーデ、大動脈閉鎖不全症併存、上行大動脈径50mm以上あるいは偽腔(血腫)の径が11mm以上の場合には、続発症の発生頻度が高く、緊急手術が推奨されている⁴⁾。

Central repair

急性大動脈解離における手術は、従来からtear-oriented surgery (エントリーを含む解離した大動脈壁の切除と同部位の人工血管置換術)が原則とされている。つまりエントリーが基部にあれば基部大動脈置換術、上行大動脈にあれば、上行大動脈置換術、上行大動脈遠位側あるいは弓部近位側にあれば、大動脈弓小弯側に斜切開を延長したhemiarch置換術、弓部大動脈や弓部大動脈末梢にあれば、部分弓大動脈置換術や弓部大動脈置換術、あるいは下行大動脈置換術が選択されている。上行・hemiarch置換術と比較して拡大

手術となる弓部置換術はより侵襲的と考えられるため、救命を目的とした急性大動脈解離の手術は、上行・hemiarch置換術で十分であるという議論がある。弓部置換術とhemiarch置換術とを比較したメタ解析では、手術成績において両群間に差はなかったと報告されている⁵⁾。この論文では、使用されたデータが症例数の多い施設や、経験豊富な外科医による手術が論文化されている可能性があることが指摘されている。一方で、急性大動脈解離に対する手術の85%にhemiarch置換を施行している施設の報告もあり⁶⁾。ガイドラインではいたずらに置換範囲を拡大する必要はないとの記載もある⁴⁾。しかしながら、上行・hemiarch置換術でとどめた場合、置換遠位部の偽腔が完全に閉塞するのは10%以下であるとされており⁷⁾、残存エントリーからの血流やリエントリーからの逆行性血流から偽腔が拡大し、弓部大動脈の拡大、遠位弓部大動脈拡大を認め、遠隔期に再手術が必要となる場合がある。弓部置換術後であれば、初回手術と違うアプローチ(左開胸)による下行大動脈置換、TEVER(ステント治療)が可能であるが、上行・hemiarch置換術後の場合、初回手術同様に胸骨正中切開アプローチによる再弓部大動脈置換術を先行してから、左開胸による下行大動脈置換術や、左開胸・循環停止を使用した弓部・下行大動脈置換術を要することになり、再手術のリスクは高くなる。したがって、初回手術においてアプローチ可能な範囲である弓部大動脈置換術を行ってしまう方が合理的と考えられるが、一般的な弓部大動脈置換術の末梢側吻合部は、左鎖骨下動脈起始部よりも遠位部(zone 3)(図2)にて、末梢側の残存偽腔を閉鎖するように解離した大動脈壁の断端形成を行い、人工血管と吻合する。末梢側吻合部の血管壁性状が悪かったり、体表より深く、視野が悪い中で行う吻合は決して容易ではなく、止血に難渋したり、縫合による新たなエントリーを形成してしまうなど課題も多いため、現実的には上行・hemiarch置換を選択する場合も少なくない。

当科における取り組み

末梢側吻合部の中枢化，単純化—Frozen elephant trunkを使用した弓部大動脈置換術—

上述のように通常の弓部大動脈置換術では、末梢側吻合に難渋する可能性があるため、当科では末梢側吻合をより容易に、単純化するためにFrozen elephant trunkを使用した弓部大動脈置換術をおこなっている。DeBakey II型やintramural hematomaを伴ったDeBakey I型など弓部大動脈置換術が必要ない一部の解離を除いたすべての急性大動脈解離に対し、エントリーの位置にかかわらず、弓部大動脈置換術をおこなっている。

Frozen elephant trunk とは

Elephant trunk (ET) 法は1983年にHannoverのBorstらが広範囲胸部大動脈瘤に対して二期の手術を念頭に胸骨正中切開からアプローチ可能な大動脈置換術にとどめ、末梢側に残存する瘤内に人工血管(ET)を内挿し、二回目の手術として左開胸アプローチにてETを利用した下行大動脈置換術を報告した⁸⁾。急性大動脈解離に対する弓部大動脈置換術の末梢側吻合部においても内側からの補強、吻合部のリーク予防、末梢側偽腔閉鎖、下行大動脈以下の追加治療を容易にする目的で下行大動脈の真腔へ長さ5~10cmの人工血管を内挿して吹き流し様にするET法の併用が推奨されている⁴⁾。ET法では下行大動脈以下の偽腔血栓化の有用との報告もあるが、グラフトの屈曲により真腔内で拡張が不十分になる場合も経験される。1996年に加藤らは胸部大動脈瘤や大動脈解離に対してステント付き人工血管を使用したHybrid手術(血管内治療とopen surgery)の有用性を報告した⁹⁾。当初は「オープンステント」と呼ばれていたが、2003年HannoverのKarckらが下行大動脈瘤と慢性大動脈解離に対して、弓部大動脈置換術とステントグラフト(Chavan-Haverich[®], Curative Medical Devices GmbH, Dresden)を併用し、ステントグラフト周囲の下行大動脈あるいは偽腔の完全な血栓化を報告した¹⁰⁾。以来、open surgeryの末梢側吻合部から末梢大動脈へステントグラフトを挿入する方法をFrozen elephant trunk (FET)法と呼ぶようになった。2014年からは国産企業性デバイスFROZENIX(Japan Lifeline, Tokyo, Japan)が認可され、広範囲弓部大動脈瘤や、A型急性大動脈解離に対して使用可能

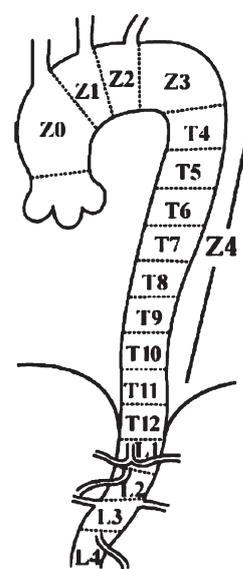


図2. 末梢側吻合部，FET末梢端の位置

となった。FROZENIXは、external velourが付いた20 cm長のwoven polyester fabric (thickness 約400 μm , porosity 約150 mL/cm²-min)の末梢側に、6 cm, 9 cm, 12 cm長の、nitinol wireで作られたselfexpandable stentを内挿・固定したFET専用デザインされたグラフトである(図3)。FETを使用することにより、末梢側吻合を浅い術野でエントリー閉鎖を確実に行うことが可能で、さらにステントが圧着することにより末梢側の真腔拡大が期待できる。一方、FETの欠点では、FETを深く挿入することによる脊髄虚血、対麻痺の発生(発生率2.9~30%)とFET末梢ステント端による新たなエントリー(distal stent graft-induced new entry, dSINE)の形成があり、急性大動脈解離に対する手術への導入に慎重な施設もある。

当科の術式

両側腋窩動脈を露出し、Seldinger法にて14Fr送血管を挿入し、右大腿静脈から下大静脈に脱血管を挿入して、人工心肺を開始する。直腸温28度を目指してクーリングを開始する。

胸骨正中切開を行い、心膜を切開し、心臓を露出し、上大静脈に脱血管を追加し、右上肺静脈から左室ペントを挿入する。上下大静脈をテーピング。腕頭動脈、左総頸動脈、左鎖骨下動脈をテーピングする。右房を切開して、冠静脈洞に心筋保護カニューレを挿入する。直腸温28度で循環停止として、逆行性心筋保護を開始する。腕頭動脈、左鎖骨下動脈を遮断し、右総頸動脈、両側椎骨動脈は両側腋窩動脈に挿入したカニューレから送血する。左総頸動脈へは順行性選択的脳灌流カニューレを挿入して灌流を行う(図4A)。上行大動脈を離断して、エントリーの位置を確認する。末梢側吻

合部は通常左総頸動脈と左鎖骨下動脈の間のzone 2で行うこととしているが、zone 2が吻合に不適切な場合(tearがzone 2から遠位弓部へ広がっている、吻合部が体表からかなり深い位置になる、高度石灰化や動脈硬化を伴っている)には吻合部を腕頭動脈、左総頸動脈間のzone 1で行うこととしている(図2)。末梢側吻合部よりも遠位の弓部分枝の起始部をフェルトにて閉鎖する。使用するFETの径は、末梢側吻合部でoval shapeのサイザーが真腔を拡張させずに、抵抗なく挿入できる最大径とし、長さは術前造影CTにて末梢側予定吻合部から下行大動脈(Th 5~7)測定している。FETを、末梢側吻合部より1cm深い位置にFETのステント先端が来るように直視下に展開する(図4B)。通常はガイドワイヤーを使用せずに行なっているが、胸部下行大動脈に大きなエントリーがあり、真腔が狭小化し、FETが偽腔へ迷入する可能性が高い場合にはガイドワイヤーを大腿動脈から血管内エコーを使用しながら挿入し、ガイドワイヤーを用いながら、留置をおこなっている。外周フェルトをおき、4-0 ポリプロピレン糸で連続マットレス縫合をおこない、使用したFET径の1mm細い人工血管Gelweave Lupiae graft (Vascutek Terumo Inc, Scotland, United Kingdom)と端々吻合を行う。Lupiaeグラフト側枝から順行性送血に切り替え、復温を開始する。中枢側の断端形成はSinotubular junction (STJ) レベルでフェルトを内外におき、マットレス縫合にて断端形成を行い、Lupiaeグラフトと吻合する(図4C)。遮断を解除して心拍動を再開させる。左鎖骨下動脈、左総頸動脈、腕頭動脈とLupiaeの3分枝と外周にフェルトを置き、5-0 ポリプロピレン糸にて縫合する(図4D)。人工心肺を離脱し、止血、ドレーン、ペースメーカーワイヤーを挿入し、閉胸する。

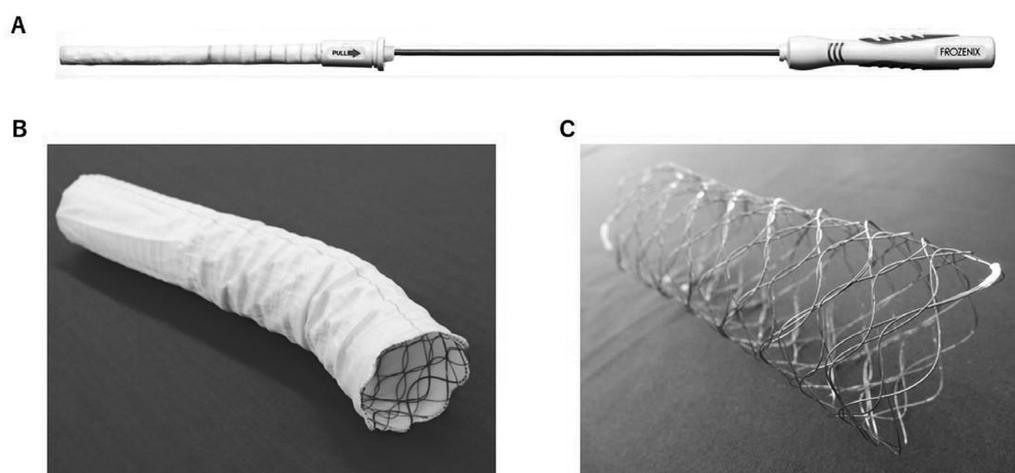


図3. Frozenix Aデリバリーシステム, B ステントグラフト, C ステント

Malperfusionに対するストラテジー

A型急性大動脈解離の治療成績の向上を妨げている要因の一つにmalperfusionの合併が挙げられる。特に上腸間膜動脈の虚血合併症例の死亡率は33～75%と報告されている^{11,12)}。以前はCentral repairを優先して、エントリー切除により偽腔圧を低下させ、臓器血流の改善を期待する方法が一般的であった。しかし、この方法では、虚血臓器への再灌流に時間を要すること、また分枝血管自体の解離や血栓によるstatic obstructionの場合、central repairを行っても、malperfusionは改善されず、不可逆的な臓器障害をきたす可能性があった。当科では、術前の全身状態を考慮して、血行動態が破綻しているショック状態、破裂の場合はcentral repairを先行し、血行動態が安定している場合は、末梢循環、臓器血流改善を先行し、その後にcentral repairを行っている。また、末梢循環への介入時は、途中で血行動態が破綻する可能性もあるため、ハイブリッド手術室にていつでもcentral repairに移行できるような状態で行っている。体表に近い総頸動脈、大腿動脈に対しては、直接人工血管と吻合して、人工心臓から灌流を行い、central repair後に必要があれば、バイパスを追加し、深部にある冠動脈、腹腔動脈、上腸間膜動脈では、stentをおき、血流の改善を得てからcentral repairを行っている。Central repair後に、冠動脈についてはバイパスの追加、上腸間膜動脈については再度、上腸間膜動脈選択的造影を行い、腸管虚血の有無を判断す

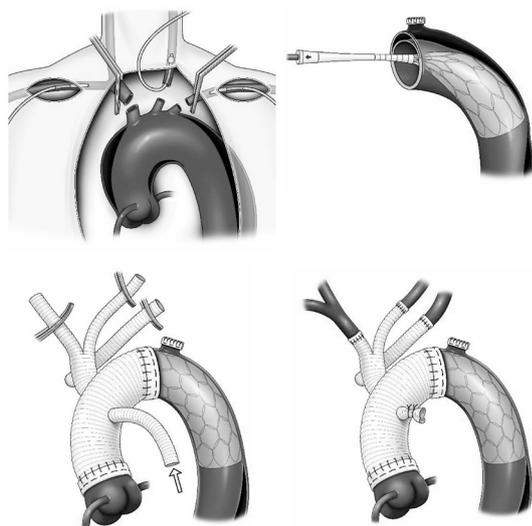


図4. Frozenix とLupiaeを使用し、末梢側吻合部を中枢化した弓部大動脈置換術シエマ

- A 低体温循環停止時の弓部分枝への灌流
- B 左鎖骨下動脈閉鎖，FET留置
- C 末梢側吻合後，側枝からの復温，STJレベルにおける中枢側吻合
- D Lupiaeの3分枝と弓部3分枝との吻合。

る。Central repairを先行した場合も、上腸間膜動脈の選択的造影を行い、ステント留置、壊死腸管の切除を放射線科、消化器外科ドクターの協力のもとおこなっている(図5)。

当科での成績

2016年3月から2020年2月までのA型急性大動脈解離に対してFETを用いた弓部大動脈置換術を施行した50例の成績では、11例(22%)が術前ショック状態であった。6例(12%)、9例(18%)、5例(10%)に脳虚血、腹部臓器虚血、下肢虚血のmalperfusionを認めた。末梢側吻合部は17例(34%)にzone1で行い、33例(66%)にzone2で行った。使用したFETの径、長さの中央値は25mm、9cmであった。9例(18%)の腹部臓器虚血患者のうち、central repair施行前に2例に上腸間膜動脈に、1例に腹腔動脈にステント留置が行われた。これらの患者は、central repair後にハイブリッド手術室にて確認造影が行われ、腸管切除は必要なかった。1例は術前CT検査にて腸管壊死が明らかであったため、central repair前に小腸切除が行われ、central repair後に上腸間膜動脈へのstent留置が追加された。術前の不安定な血行動態のため、central repairを先行せざるを得なかった5例のうち、2例は小腸大量切除および、右半結腸切除と横行結腸切除がcentral repair後に必要であった。残りの3例は、central repair後に腸管壊死がないか確認のための試験開腹を行い、腸管切除は必要なかった。脳虚血を伴った6例(12%)のうち、3例に非解剖学的大動脈一頸動脈バイパスを行った。下肢虚血をともなった5例(10%)のうち、2例にcentral repair後に、大腿一大腿動脈バイパスをおこなった。残りの3例はcentral repair後に血流が改善した。全体の在院死亡率は4%(2/50)(広範囲な脳梗塞1例、肝不全1例)であった。術前に腹部臓器虚血をもなった9症例の死亡率は11%(1/9)、肝不全で失った。術後出血に再開胸止血術は3例(6%)に行われた。術後永久的神経学的障害は7例(14%)で認めた。対麻痺はなかった。術後造影CT検査が可能であった42例の結果では、エントリーの閉鎖率は100%で、偽腔血栓化率は、気管分岐部、胸腹部移行部、腹腔動脈レベルでは、各々、76%(32/42)、45%(19/42)、38%(15/42)であった。1、2、3年後の生存率は87.9%、84.1%、84.1%であった。dSINEはみとめなかった。また、当科における過去10年の成績との比較では、弓部大動脈置換術はFET導入前では、DeBakey I型、retrograde Stanford A症例の41%(26/63)に行われ、導入後は100%(50/50)で行われている。在院死亡率に有意差はないが、12%から4%へ改善し、術後再開胸止血術がFET導入により38%から6%へ有意に減少した。

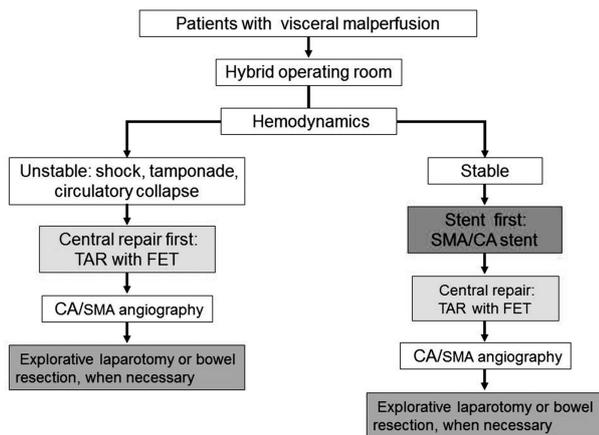


図5. 腸管虚血に対する治療戦略

おわりに

当科におけるFETを使用した弓部大動脈置換術の在院死亡率は4%と良好であった。また腸管虚血を伴う症例の在院死亡率も11%と良好であった。FETの使用は、弓部大動脈置換術の末梢側吻合をより単純化するだけでなく、吻合部周囲の偽腔閉鎖を完全に行うことができ、その効果は75%の症例で、近位胸部下行大動脈まで認められた。しかしながら、多くの症例で、遠位胸部下行大動脈より末梢ではリエントリーからの偽腔血流を認めるため、腹部臓器のmalperfusionの改善にはFETのみでは、不十分であると考えられる。そのため、血行動態が安定している症例であれば、腹部分枝へのstent留置など末梢循環の改善を先行する戦略が治療成績向上に寄与しているものと思われた。また、FET使用の欠点である対麻痺の発生は留置部位をTh7より深く挿入はしないことにより、発生を防ぐことができた¹³⁾。

急性大動脈解離の臨床像、治療、成績、当科における取り組みについて概説した。新しいデバイスの開発、医療技術の進歩により、迅速な診断、適切な治療、管理が行われるようになり、急性大動脈解離に手術成績は著しく向上している。破裂やmalperfusionなど重症例に対して、個々の病態を把握し、適切な治療戦略を立てることがさらなる治療成績の向上に重要と思われる。

謝 辞

本総説の執筆にあたり、ご指導賜りました金沢大学医薬保健研究域医学系心臓血管外科竹村博文教授に深謝致します。最後に執筆の機会を与えてくださいました金沢大学十全医学学会雑誌編集委員長吉崎智一教授ならびに関係の方々へ厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Committee for Scientific Affairs, The Japanese Association for Thoracic Surgery, Shimizu H, Okada M, Tangoku A, Doki Y, Endo S, Fukuda H, Hirata Y, Iwata H, Kobayashi J, Kumamaru H, Miyata H, Motomura N, Natsugoe S, Ozawa S, Saiki Y, Saito A, Saji H, Sato Y, Taketani T, Tanemoto K, Tatsuishi W, Toh Y, Tsukihara H, Watanabe M, Yamamoto H, Yokoi K, Okita Y. Thoracic and cardiovascular surgeries in Japan during 2017: Annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery. Gen Thorac Cardiovasc Surg 68(4): 414-449, 2020
- 2) Daily PO, Trueblood HW, Stinson EB, Wuerflein RD, Shumway NE. Management of acute aortic dissections. Ann Thorac Surg 10(3): 237-247, 1970
- 3) Mehta RH, Suzuki T, Hagan PG, Bossone E, Gilon D, Llovet A, Maroto LC, Cooper JV, Smith DE, Armstrong WF, Nienaber CA, Eagle KA; International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD) Investigators. Predicting death in patients with acute type A aortic dissection. Circulation 105(2): 200-206, 2002
- 4) 大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン(2020年改訂版)(日本循環器学会/日本心臓血管外科学会/日本胸部外科学会/日本血管外科学会合同ガイドライン) https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/07/JCS2020_Ogino.pdf
- 5) Poon SS, Theologou T, Harrington D, Kuduvali M, Oo A, Field M. Hemiarch versus total aortic arch replacement in acute type A dissection: a systematic review and meta-analysis. Ann Cardiothorac Surg 5(3): 156-173, 2016
- 6) Sultan I, McGarvey J, Vallabhajosyula P, Desai ND, Bavaria JE, Szeto WY. Routine use of hemiarch during acute type A aortic dissection repair. Ann Cardiothorac Surg 5(3): 245-247, 2016
- 7) Bogaert J, Meyns B, Rademakers FE, Bosmans H, Verschakelen J, Flameng W, Marchal G, Baert AL. Follow-up of aortic dissection: contribution of MR angiography for evaluation of the abdominal aorta and its branches. Eur Radiol 7(5): 695-702, 1997
- 8) Borst HG, Walterbusch G, Schaps D. Extensive aortic replacement using "elephant trunk" prosthesis. Thorac Cardiovasc Surg 31(1): 37-40, 1983
- 9) Kato M, Ohnishi K, Kaneko M, Ueda T, Kishi D, Mizushima T, Matsuda H. New graft-implanting method for thoracic aortic aneurysm or dissection with a stented graft. Circulation 94(9 Suppl): II188-193, 1996
- 10) Karck M, Chavan A, Hagl C, Friedrich H, Galanski M, Haverich A. The frozen elephant trunk technique: a new treatment for thoracic aortic aneurysms. J Thorac Cardiovasc Surg 125(6): 1550-1553, 2003
- 11) Geirsson A, Szeto WY, Pochettino A, McGarvey ML, Keane MG, Woo YJ, Augoustides JG, Bavaria JE. Significance of malperfusion syndromes prior to contemporary surgical repair for acute type A dissection: outcomes and need for additional revascularizations. Eur J Cardiothorac Surg 32(2): 255-262, 2007
- 12) Girdauskas E, Kuntze T, Borger MA, Falk V, Mohr FW. Surgical risk of preoperative malperfusion in acute type A aortic dissection. J Thorac Cardiovasc Surg 138(6): 1363-1369, 2009
- 13) Iino K, Takago S, Saito N, Ueda H, Yamamoto Y, Kato H, Kimura K, Takemura H. Total arch replacement and frozen elephant trunk for acute type A aortic dissection. J Thorac Cardiovasc Surg 24: S0022-5223(20)33094-4, 2020