

大動脈手術遠隔期合併症に対する 治療のストラテジー

安田 慶秀



はじめに

20世紀初頭のAlexis Carrelの血管吻合法の開発, 1951年のDudostによる最初の腹部大動脈瘤置換手術成功以来, 大血管外科はこの50年の間に大きな進歩を遂げた。血管外科の基本術式とともに大動脈遮断中の心筋, 脳脊髄, 腹部臓器保護法もほぼ確立され, 「聖域」とされていた弓部大動脈や胸腹部大動脈に対しても積極的に再建手術が行われるようになってきている。また近年, 血管外科領域にも遺伝子治療, 血管内手術が導入され新たな展開がみられる(Table 1)。

大動脈瘤や大動脈解離の成因は, 動脈壁の退行変性によるものが大半を占め, その他にMarfan症候群等の先天性結合組織異常, 高血圧性動脈硬化などの炎症性疾患がある。治療の目的は大動脈解離や大動脈瘤に伴う合併症の予防と治療であり, グraftによる大動脈部分置換術が行われる。大動脈解離(dissecting aneurysm of aorta: DAA)手術術式は, 救命を第一の目的とした姑息的手術であり, 術後も広い範囲で病変が残存している。手術手技や補助手段, 周術期患者管理の進歩により大動脈瘤および大動脈解離の手術成績は, 近年著しく向上し, 従来は手術適応外とされたハイリスク患者に対しても積極的に外科治療が施行され多くの患者に福音をもたらしてきた。一方, これらの疾患は進行性で多発性動脈瘤を形成する傾向があり, 手術成績そのものの改善とともに長期観察症例も蓄積され動脈瘤の新たな形成, 再発, 手術に伴う合併症に対する遠隔期の再手術(redo手術)症例増加が予想される(Table 2)。本邦における大動脈手術成績は近年著しく向上しているが, 初回手術症例に比しredo手術成績は不良であり改善が

望まれる¹⁾(Fig. 1)。Redo手術症例は, 高齢で種々の全身合併症を有し病態も複雑で, 病変への到達法, 大動脈遮断に伴う臓器保護, 補助手段, 再建術式等で工夫を要し今日の血管外科の主要な課題の一つとなっている(Table 3, 4)。

大動脈置換術後のredo手術のおもなものは, ① グraft中枢側・末梢側の動脈瘤の進展や新たな瘤病変の発生, ② 吻合部動脈瘤, ③ グraft感染, ④ 変性・劣化によるグraft破綻等がある。近年, ハイリスク症例に対して行われている血管内治療[ステントグraft (STG)]遠隔期合併症症例に対する外科手術への転換・移行も課題の一つである。Redo手術症例は病態が複雑で重篤であるのに加え, 高齢で血管病変を主体とする種々の全身合併症を有するハイリスク症例で, 緊急で手術を施行する症例も多い。血管疾患は基本的に良性疾病であり, 手術に当たっては延命のみならずQOLを維持することが必要条件であり, それを達成するためには手術テクニックのみならず脳脊髄をはじめ腹部臓器保護に対する総合的な治療戦略を確立することが大切である。

本講演では, ① 吻合部動脈瘤およびグraft感染, ② Redo手術における体外循環法, 特に胸腹部大動脈再建における上下半身分離送血・分離体温体外循環法, ③ 到達法と再建術式, ④ STGとredo手術, ⑤ Marfan症候群を中心に報告する。

材料と方法

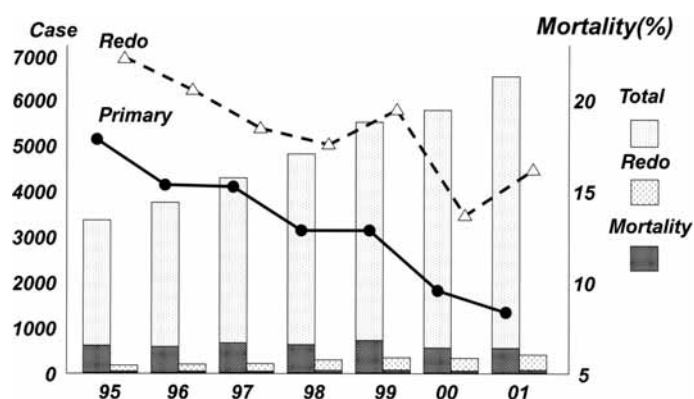
Redo手術の定義は, 以前に施行した大動脈手術部位あるいは連続した隣接大動脈に対する手術とした。対象となったredo手術は, 遺残大動脈病変あるいは新た

Table 1 Current problems of aortic surgery

- Extensive replacement
- Revisional surgery (redo surgery)
 - Progression of aortic lesion
 - New aneurysm
 - Graft related complication
- Organ protection during aortic clamping
 - Aortic arch and thoracoabdominal repair
- Low invasive surgery; STG

Table 2 Causes of redo aortic surgery

- Progression of aortic lesions including residual or new aneurysm
- Anastomotic aneurysm
- Graft related:
 - Infection
 - Deterioration
 - Occlusion
 - Others

**Figure 1** Surgical cases of aneurysms in Japan.**Table 3** Problems of redo aortic surgery

- Technical difficulties;
 - Exposure of lesions; hemorrhage
 - Adjuncts
- Co-morbidities; CVD, IHD, COPD
- Extensive aortic lesions
- Complicated cases; graft infection
- STG; conversion to open repair

Table 4 Application of low invasive techniques to redo aortic surgery

- STG
- Stented elephant trunk (open stent)
- Extraanatomic bypass
- Long bypass

に発生した大動脈瘤[大動脈解離遺残解離腔の拡大, CABG(coronary artery bypass grafting: 冠動脈バイパス術)やAVR(aortic valve replacement: 大動脈弁置換術)後の上行・弓部大動脈瘤, 上行・弓部大動脈術後のAAE (annulo-aortic ectasia: 大動脈弁輪拡張症), 遠位弓部大動脈術後の弓部大動脈瘤, 下行大動脈や腹部大動脈術後の胸腹部大動脈瘤など], 吻合部動脈瘤, グラフト関連合併症(感染・閉塞・変性)などがある。

北海道大学病院における14年間の大動脈手術753症例

のうち, redo手術は68例91手術(12%)である(**Fig. 2**)。Redo手術となった症例における初回手術部位は心臓3 (AVR 2とCABG 1), 大動脈基部3, 上行大動脈8, 弓部大動脈8, 下行大動脈20, 胸腹部3, 腹部18, 広範置換1, STG 4の計68例であった。Redo手術における大動脈再建部位は大動脈基部5, 上行7, 弓部19, 下行14, 胸腹部23, 腹部11, 一期的広範大動脈再建1例, その他3であった(**Table 5**)。

広範大動脈置換術: 広範大動脈再建の定義は, 胸骨縦切開と開胸操作を必要とする大動脈再建で, 前回グラフトとの再接合を要するものと定義した。胸部3領域以上

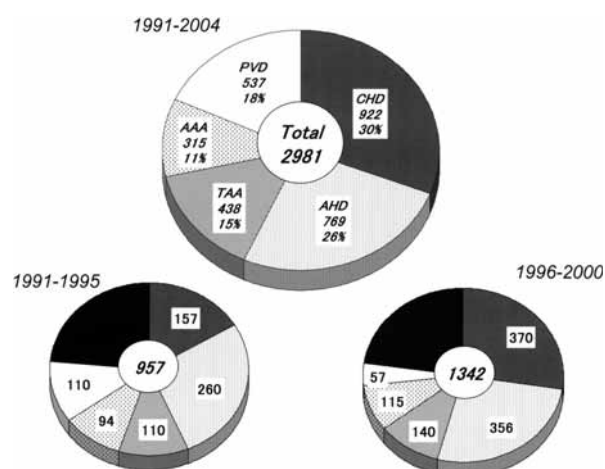


Figure 2 Surgical cases of cardiovascular disease in Hokkaido University Hospital.

CHD: congenital heart disease, AHD: acquired heart disease, TAA: thoracoabdominal aortic aneurysm, AAA: abdominal aortic aneurysm, PVD: peripheral vascular disease

Table 6 Indications for redo aortic surgery

	Total	DAA	TAA	AAA	Marfan
Aneurysm ¹⁾	50	25	15	11	8
PAA ²⁾	10	1	5	2	1
GRC ³⁾	9	2	2	5	1
Total	68	28	22	18	10

¹⁾Progression of aneurysm and/or new aneurysm formation

²⁾Para-anastomotic aneurysm

³⁾Graft related complications

の再建を行ったのは大動脈解離群8, 非解離胸部大動脈瘤7の計15例であった。弓部から下行あるいは胸腹部に及ぶ広範大動脈病変に対する計画的分割手術を予定してelephant trunk法を行ったのは15例中7例であった。

Redo手術の原因は, ①大動脈瘤隣接あるいは近接部位における新たな瘤形成や遺残大動脈瘤の拡大進展によるもの45例, ②吻合部動脈瘤15例, ③グラフト関連合併症によるもの8例であり, 領域別および病因別頻度をTable 6, 7に示した。

Redo手術部位, 感染の有無などによりグラフト置換手術72例, グラフト除去・腋窩動脈-大動脈バイパス術3例, 吻合部再縫合3例, STG 7例, その他5例の術式などが行われた。代表的な症例の詳細については後述する(Table 8)。

Table 5 Reconstructed aortic lesions in redo aortic surgery

Aortic lesions	Primary	Redo
Cardiac	3*	1**
Aortic root	3	5***
Ascending	8	7
Arch	8	19
Descending	20	14
Thoracoabdominal	3	23
Extended	1	1
Abdominal	18	11
Miscellaneous	—	3****
Subtotal	64	84
STG	4	7

*: AVR 2, CABG 1

** : AVR+ re-anastomosis

***: Bentall+ TAR 1

****: Asc.-desc. bypass

Table 7 Indications for redo aortic surgery

	Total	Root ⁴⁾	Arch ⁵⁾	Taa ⁶⁾	AAA ⁷⁾	STG
Aneurysm ¹⁾	45	4	8	20	11	2
PAA ²⁾	15	1	8	4	2	—
GRC ³⁾	8	1	2*	—	5	2
Total	68	6	16	24	18	4

¹⁾Progression of aneurysm and/or new aneurysm formation

²⁾Para-anastomotic aneurysm

³⁾Graft related complications

⁴⁾Cardiac & aortic root

⁵⁾Ascending & arch

⁶⁾Descending, thoracoabdominal & extended replacement

⁷⁾Abdominal aorta

*: included to PAA

手術成績: 手術死亡1(大動脈解離解離腔送血), 在院死亡3[感染・MOF(multiple organ failure: 多臓器不全)], 重篤な機能障害を残す手術合併症は対麻痺3例(下行1, 胸部大動脈瘤2)があった。遠隔期死亡は6例あり, 死亡原因は血管病変に関連する死亡1(Y型グラフト中枢吻合部動脈瘤), 血管関連死亡が疑わしいもの1, 無関係なもの4(肺炎3, 脳梗塞1)であった(Table 9)。

(1) 吻合部動脈瘤

胸部大動脈置換術後吻合部動脈瘤症例は15例で, 男女比は10:5, 年齢は37~76歳, 平均66±10歳であっ

Table 8 Procedures of redo aortic surgery

• Graft replacement	72
- Aortic root	5
- Ascending	6
- Arch	18
- Descending	7
- Thoracoabdominal	23
- Extended	1
- Abdominal	5
• Removal of the graft and AX-F* bypass	3
• Re-anastomosis	3
• STG	7
• Miscellaneous	5

*: axillo- femoral

た。初回手術部位は大動脈基部 1, 上行および弓部大動脈瘤が各 3, 下行 5, 胸腹部大動脈 3 で, 初回手術からredo手術までの期間は 78 ± 56 カ月であった。感染性 2 例, 破裂ショック 1 例で緊急手術を施行した。手術術式は人工血管による再置換術 5, 再縫合 4, STG留置 6(オープンSTG 3, 経カテーテルSTG 3)であった。手術成績は喀血していた 2 例(13%)が在院死したが, 他の13例は術後 44 ± 26 日で生存退院した。

腹部大動脈瘤術後吻合部動脈瘤症例 5 例のうち, 3 例は吻合部・十二指腸瘻を形成し吐血および下血症状で発見された。2 例は術後遠隔期のCT検査で発見された。瘻孔形成のうち 2 例中 1 例は経カテーテルSTG, 他の 1 例は胸腹部大動脈置換術を行った。吻合部・十二指腸瘻症例については次項で述べる。

(2) グラフトー腸管瘻

腹部大動脈瘤術後のグラフトー腸管瘻は 4 例あり, 全て十二指腸に瘻孔を形成していた。吐血症状(全例), 内視鏡検査所見(4 例中 3 例で出血確認), CT所見(全例)で診断された。手術は, グラフト除去・腋窩動脈ー大腿動脈バイパス術 2 例, 吻合部再縫合と瘻孔閉鎖 1 例, グラフト体部が十二指腸に直接露出していた 1 例は十二指腸の瘻孔閉鎖のみ行った。術後 2 カ月から 3 年の追跡で全例生存し通常の生活を送っている。

(3) A型大動脈解離

胸骨正中切開にてredo手術を施行したA型大動脈解離のうち, 大動脈またはその分枝の遺残解離に対して

Table 9 Results of redo aortic surgery

Mortality	3/68 (4.4%)
Complications	7/91 (7.7%)
Re-exploration	2
Respiratory	7
Spinal	5
Stroke	3
Digestive	3
Miscellaneous	2

redo手術を施行したのは11例である。年齢は44~72歳(平均 59 ± 12), 男女比は 7 : 4, Marfan症候群およびその類縁疾患は 2 例であった。初回手術術式は上行大動脈置換術 5 例のほか, Bentall手術 2 例, 上行弓部置換術 2 例, 全大動脈置換術 1 例, エントリ閉鎖術 2 例で, 8 例の初回手術は多施設で行われたものであった。初回手術からredo手術までの期間は 3 カ月から 9 年 2 カ月で, redo手術のおもな理由は遺残解離腔に関連するもの 5 例[拡張 3, AR(aortic regurgitation: 大動脈弁閉鎖不全症) 1, 弓部分枝動脈狭窄 1], 吻合部動脈瘤 3 例(感染性 2 例), AAE進行 3 例であった。5 例で初回手術時にGRF glueが使用されていた。

Redo手術術式は, Bentall手術 1 例, Bentall + 弓部大動脈置換術 2 例, 上行大動脈およびhemiaortic置換術各 1 例, 上行弓部置換術 3 例, 上行弓部大動脈置換術 + elephant trunk法 3 例であった。補助手段は超低温・循環停止法 1 例, 他の10例では選択的脳灌流法を施行し, また末梢吻合部処理の必要がなかった 2 例を除く 9 例でopen distal anastomosis法を用いた。

手術成績: 術前遺残解離の診断がつかず術中冠動脈malperfusionで死亡した 1 例を除き, 在院死亡はなかった。周術期に 1 例の脳梗塞(術中塞栓症および術後 7 日目に発症した脱水による血栓塞栓症)が発症した。Elephant trunkを設置した 3 例中 2 例で二期的に胸腹部大動脈置換術を施行した。中枢側のredo手術はAAE 3 例を除く 6 例全例でsupra-coronary部でのグラフト置換術を行い大動脈弁が温存可能であった。GRF glue使用例では広範囲な壊死組織切除が必要であった。

(4) 胸腹部大動脈再建

Redo手術で胸腹部大動脈を再建したのは23例で, 初

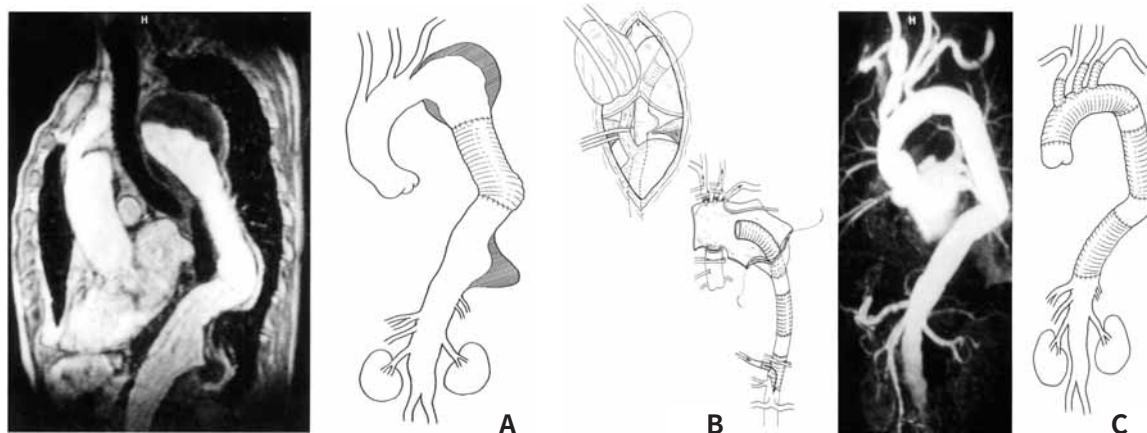


Figure 3 Midline exposure of thoracoabdominal aorta.
A: Preoperation MR aortography and schematic drawing.
B: Schematic drawing of the exposure of the thoracoabdominal aorta.
C: Postoperative MR aortography and schematic drawing.

回手術は腹部大動脈置換術後が5例、下行大動脈置換術後が11例(大動脈解離6例)、A型大動脈解離術後が6例、胸腹部大動脈瘤術後吻合部瘤2例であった。Crawford分類による胸腹部大動脈瘤再建範囲は、I型4例、II型12例、III型5例、IV型2例で胸腹部大動脈瘤術後吻合部瘤は再吻合1例、STG1例が行われた。手術死亡、在院死亡はないが1例が対麻痺となった。

Redo手術の実際

(1)手術および補助手段の工夫

Redo手術では、リエントリ(re sternotomy)時の大出血はしばしば致命的となるが、これを回避し安全に補助手段を確立することがredo手術の最も大きな要点の一つであり、それ以降の手術操作においては初回手術と異なるところはなく最近では良好な成績の報告が多くなっている²⁻⁷⁾。大動脈再建術後グラフト感染は最も重篤な合併症で血管外科医にとって非常に気の重い合併症であると同時にチャレンジングな課題でもある⁸⁻¹⁰⁾。*In situ*再建、extra-anatomic bypass術が行われるが、感染再発防止のための有組織片による死腔の充填、抗感染性グラフト(同種グラフト、Rifampicin処理グラフト)の使用が行われる。再建術式の煩雑性、複雑性に加えredo手術症例の多くは高齢で種々の全身合併症を有し心筋保護、脳脊髄保護、術後呼吸不全回避を考慮しQOLを維持する治療戦略が求められる。これらの問題について代表的な症例を呈示し手術の工夫を述べる。

1)後方心膜到達法による胸骨正中切開創からの上行弓部および上腹部大動脈同時置換術

下行大動脈置換手術後の患者で、遠位弓部大動脈瘤と上腹部大動脈瘤同時発生例に対し胸骨正中切開・後方心膜到達法による上行弓部大動脈および上腹部大動脈同時置換術を施行した。本術式は開胸を行うことなく横隔膜部下大動脈や胸腹部大動脈に到達する方法であり、心臓を脱転してその後方で心嚢を切開して大動脈に到達する方法である。低肺機能症例等で開胸操作を行わずに大動脈置換術ができる利点があり、開胸を行わないため肺損傷がなく呼吸器合併症も少ない有用な術式である¹¹⁾。

症例1:67歳、男。

主訴:背部痛、血痰。

現病歴:3年前、胸部下行大動脈瘤でグラフト置換術が施行された。

手術:胸骨正中切開創を延長して開腹した。超低体温・循環停止下に心臓を脱転し心嚢後面、横隔膜中央部を切開、横隔膜脚切離、食道を受動、小網切開を行い胸腹部大動脈に到達した。上腹部大動脈グラフト吻合はTh11肋間動脈を温存するように斜め吻合を行い、中枢側は前回手術グラフトの2横指下方の大動脈で吻合した。次いで4分枝付きグラフトによる弓部大動脈瘤グラフト置換術を施行した。本術式は、左開胸による肺損傷・呼吸不全回避に有用である(Fig.3)。

2) 上・下半身分離送血一分離体温体外循環法—心疾患を有する胸腹部大動脈瘤症例に対する新しい体外循環法—

上・下半身分離送血一分離体温体外循環法は軽度低体温灌流下empty beatingでの心臓保護と上半身主要臓器持続灌流を維持し、下半身は低温持続灌流で脊髄と腹部臓器保護を図るものであり、心疾患合併例で肋間動脈や腹部分枝動脈の複雑な再建が必要とされる症例で有用である^{12, 13)}(Table 10)。

症例 2：70歳，男性。

Y グraft 置換術，オープンSTG併設全弓部大動脈瘤グラフト置換術が行われている。胸部下行大動脈から上腹部に及ぶ最大径64mmの胸腹部大動脈瘤に対し，4

週間後に上・下半身分離送血一分離体温体外循環法で胸腹部大動脈置換手術を施行した。以下に手術手順を示す(Fig. 4, 5)。

① 補助手段：大腿—大腿動脈(F-F)バイパス下に，stented elephant trunk(SET)断端を確保し，これに側枝付きグラフトを接合，上・下半身分離体温法(上半身送血温33°C，下半身送血温22°C)を開始。

② グraft側枝にTh10，11，12をボタン法で吻合，完了後復温開始。

Table 10 Individual temperature management using separate perfusion of upper and lower torso

- Advantage
 - Applicable to patients with AR
 - Avoidance of LV-vent
 - Minimized duration of ECC (?)
- Disadvantage
 - Deadline of cooling to maintain heart beating
 - Requirement of two heat exchangers

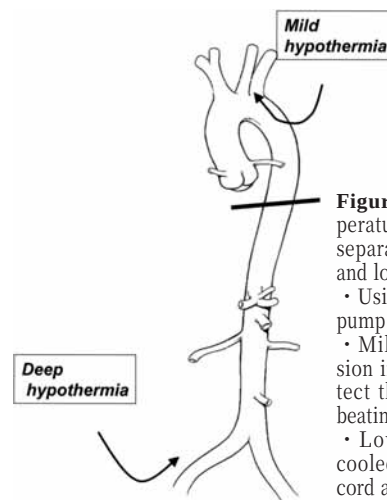
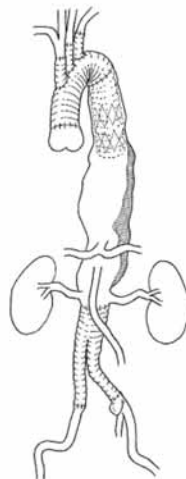


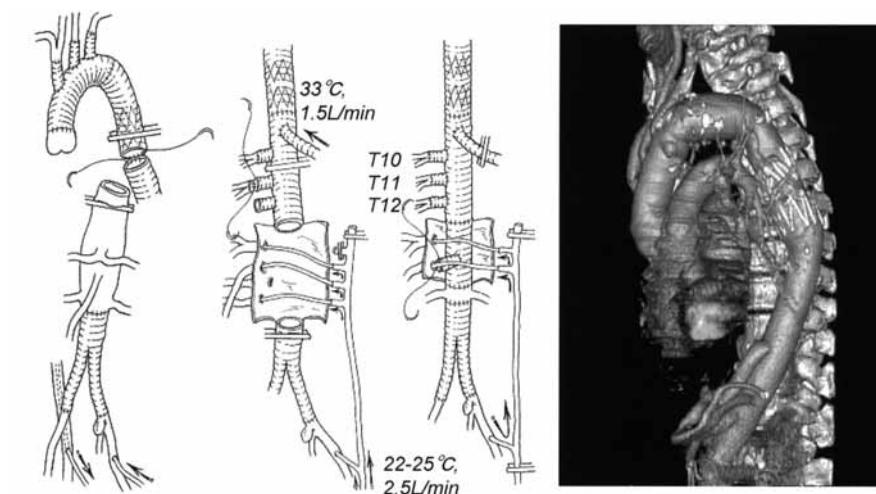
Figure 4 Individual temperature management using separate perfusion of upper and lower torso.

- Using individual perfusion pump and heat exchanger.
- Mild hypothermic perfusion in upper torso and protect the heart under empty beating.
- Lower torso is further cooled to protect the spinal cord and visceral organs.



Kunihara T: Kyobu Geka. 2004;57:175

Figure 5 CT findings and schematic drawing of case2-patient.



Kunihara T: Kyobu Geka. 2004;57:175

Figure 6 Operative technique and postoperative 3DCT.

③ 胸腹部大動脈グラフト・Yグラフト接合，腹部4動脈灌流：ムカデ回路を介した体外循環による腹部4動脈選択的灌流を行いつつ胸腹部グラフトとYグラフトを接合。完了後，体外循環停止し自己圧による腹部臓器灌流を行いつつ腹腔動脈，上腸間膜動脈，腎動脈部を再建。

④ Yグラフト吻合部動脈瘤：グラフト離開部は2/3周に及んでおり，これを再吻合した(Fig. 6)。

(2) 吻合部動脈瘤

吻合部動脈瘤はグラフト吻合部の宿主動脈の変性が進行して生じる場合と，血管縫合糸等の劣化等が原因となり吻合部に仮性動脈瘤を生ずる場合とがある¹⁴⁾。動脈瘤は動脈壁の退行性変性による進行性病変であり，長期追跡例で吻合部瘤発生頻度は増加し，また画像診断の進歩によりその発見率も高くなっている。吻合部動脈瘤に対する手術成功の要点は，リエントリ時大出血を回避する到達法，安全な大動脈遮断と主要臓器保護を考えた補助手段，STGなど集学的な方法を駆使した動脈再建を考慮した治療戦略を立てることがとりわけ大切である。大動脈グラフト置換術後の吻合部仮性動脈瘤は手技的にも難しく，手術合併症および死亡率がそれぞれ8%，36%と報告されている。手術は小範囲の吻合部離開に対しては再吻合やパッチ形成術が行われるが遠隔成績は不良であり，より正常な血管

壁でグラフト間置による再建を行うことが勧められる。瘢痕組織を剥離して動脈再建部を確保する必要がある，動脈剥離に伴う大出血，隣接臓器や組織の副損傷をきたしやすい。GRF糊は大動脈解離手術成績向上に大きく寄与したが，その不適切使用に関連する吻合部瘤の報告もみられる^{15, 16)}。下行大動脈や腹部大吻合部動脈瘤はSTGのよい適応となる症例が多い^{17, 18)}。弓部の吻合部大動脈瘤でもSET法の導入により簡便に治療が行えるようになっている¹⁹⁾。大動脈再建術後吻合部動脈瘤によりredo手術を施行した症例は胸部大動脈領域13例(心基部1例，上行弓部8例，下行および胸腹部4例)，腹部大動脈中枢側2例に対してであった。

1) Open repairによる上行大動脈中枢側吻合部動脈瘤手術

上行・弓部大動脈再建では胸骨正中切開到達法が行われる。リエントリ時大出血が予想される場合には病変部から離れた部位で体外循環を確立する必要がある，大腿動静脈送脱血によるF-Fバイパスによる中心冷却を行い，超低体温・循環停止した後病変部修復を行う。ベントが必要な場合は，左第4肋間前側方小開胸による経心尖左室ベントを容易に挿入できる。

症例3：60歳，女性。

術中，clamp injuryによって生じた逆行性上行・弓部大動脈解離に対し胸腹部到達法，超低体温・循環停止法で上行・弓部大動脈全置換と胸腹部大動脈全置換術を

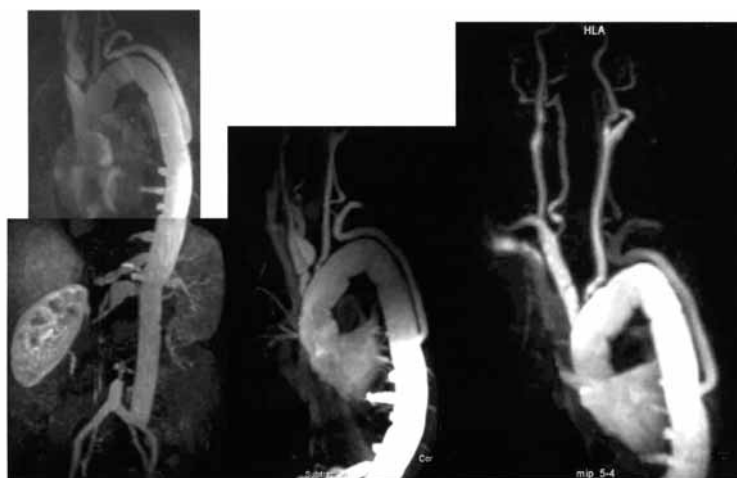


Figure 7 Simultaneous subtotal aortic replacement using thoracoabdominal approach—redo surgery.

施行した。6年後、腕頭動脈の解離性動脈瘤(瘤径30mm)、上行大動脈吻合部仮性動脈瘤に対しredo手術を施行した²⁰⁾。

到達法および補助手段：胸骨正中切開到達法。大腿動脈送血，two-stage脱血管による右房脱血，経右上肺静脈左室ベント。膀胱温20℃で上行大動脈グラフトを遮断，腕頭動脈瘤を切開，左総頸動脈および左鎖骨下動脈選択的灌流。上行大動脈吻合部瘤修復後，グラフトを間置し再建した。吻合部中枢側上行大動脈は内膜が欠損，瘤化していた。瘤壁は暗赤褐色に変性しGRFによる変性と思われた。初回手術時より8.5年後の現在経過良好である(**Fig. 7**)。

2) SET法

SET法(オープンSTG)は胸骨正中切開で上行弓部大動脈を露出し，弓部大動脈切開創から下行大動脈にSTGを挿入する術式である。24例のオープンSTGのうち7redo手術で本法を使用した。手術適応は吻合部動脈仮性瘤2，遺残病変の拡大進展5であった。SET法に加え弓部大動脈瘤全置換施行したのは2例であった。全例手術に耐え，呼吸不全はなかった。SETは術後脊髄障害の発生の頻度が高いのが問題であり，機序の解明と回避手段の確立が望まれている。

症例4：67歳，女性。

真性弓部大動脈瘤に発症した急性A型大動脈解離に対し上行弓部大動脈置換術を行ったが3年後，末梢側吻

合部仮性動脈瘤を形成した。

手術：①胸骨正中切開でグラフトに到達，グラフト送血，右房脱血，右上肺静脈ベントで体外循環確立。腕頭動脈グラフトおよび左頸動脈直接カニューレション，グラフト切開後内腔より挿入したバルーンカテーテルによる左鎖骨下動脈送血で選択的脳灌流を行った。②グラフト前面を縦切開し内腔確認。遠位吻合部前壁1/2周が離開していた。③大動脈切開口より下行大動脈にSTG(Hemashieleに40mm径・長さ5cmZステントを縫着し作成)を挿入，前回弓部グラフト分枝が残るように斜め吻合で再建した。大動脈壁によりグラフトを縫合・被覆することにより出血制御でき，手術終了した。術後3年，経過良好である(**Fig. 8**)。

3) STG治療

下行大動脈および腹部大動脈の吻合部動脈瘤は経カテーテルSTGの良い適応となる症例が多く破裂例，低肺機能で特に有用である^{17, 18)}。しかし胸部大動脈症例においてはSTG留置による対麻痺発生の危険性があり，また腹部大動脈瘤で腎動脈に近接した中枢側吻合部瘤ではSTGの使用が制限される症例も多い。吻合部動脈瘤4例(下行大動脈2，胸腹部大動脈瘤1，腹部大動脈瘤1例)，下行大動脈グラフト置換術後の瘤進展3例の計7例で経カテーテルSTGを使用し1例(破裂，ショック例)で対麻痺が生じた。

症例5：78歳，男性。

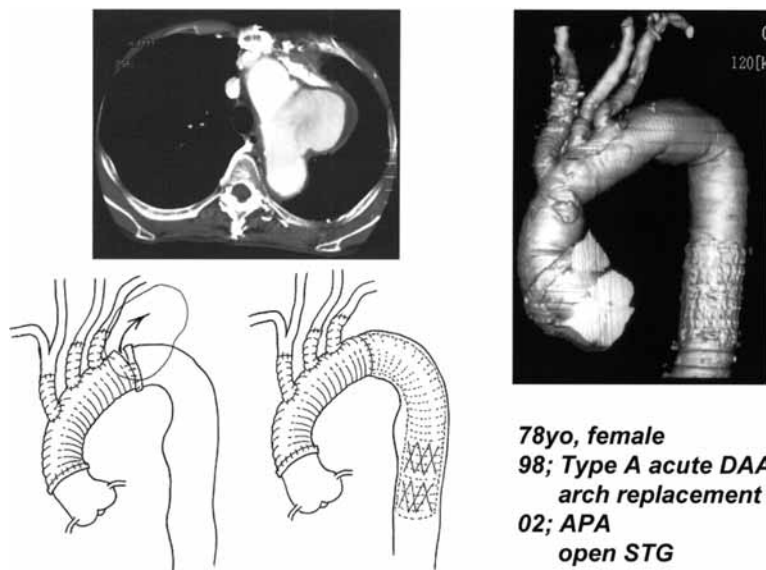


Figure 8 Application of STG to para anastomotic pseudoaneurysm of the patient with total arch repair.

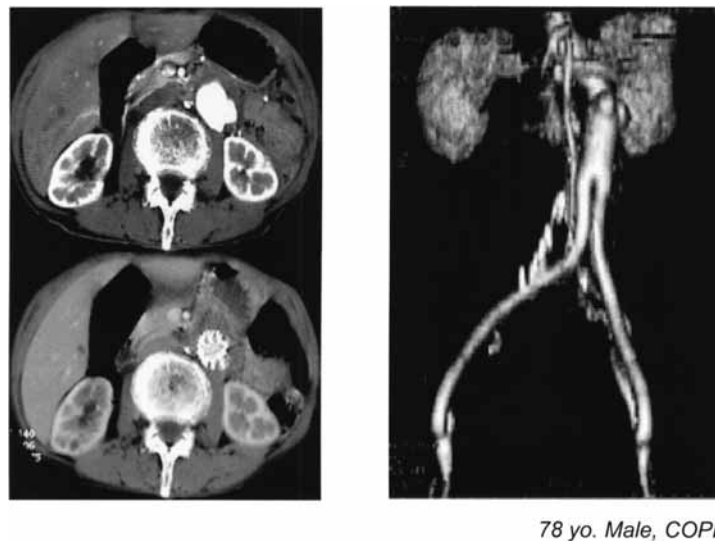


Figure 9 Application of STG for anastomotic aneurysm of the patient with AAA repair.

13年前、腹部大動脈瘤でYグラフト置換術を施行され、定期追跡検査で中枢側吻合部仮性動脈瘤が発見された。COPD(chronic obstructive pulmonary disease：慢性閉塞性肺疾患)があり、在宅酸素療法を行っている。手術：拡張径30mm、長さ50mmのZステントにポリエステルグラフトを被覆して作成しカテーテル装填された自家製STGを、グラフト右脚より挿入し留置した。術後経過が良好で、5年後の現在健在である²¹⁾(Fig. 9)。

(3) グラフト関連合併症

グラフトに関連する遠隔期合併症には感染、閉塞、グラフト腸管瘻、劣化(グラフト瘤)などがある^{8,9)}。大動脈外科におけるグラフト感染は血管外科医にとって最もいやな合併症で治療成績は不良であり、チャレンジングな課題である。患者は高齢で種々の全身合併症を有し、過大な手術侵襲に耐えられないことが多い。手術は、感染巣を除去するため感染したグラフトの完全除去と血管周囲組織のデブリードマンが必要で

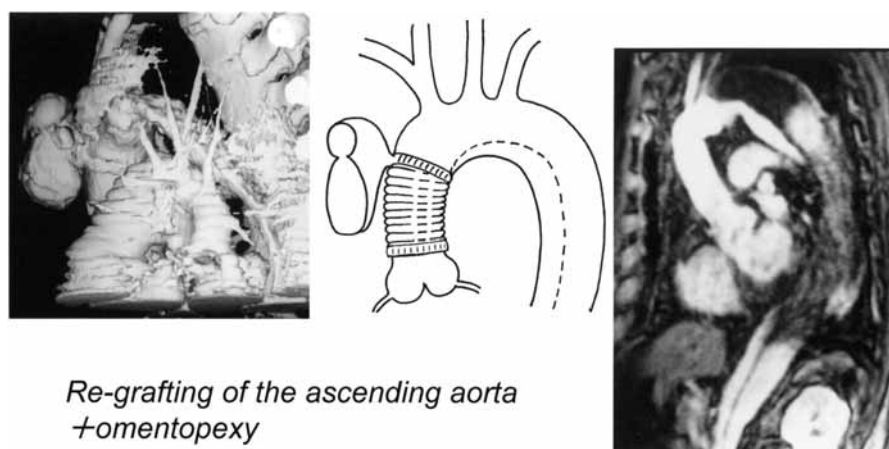


Figure 10 Huge pseudoaneurysm of the ascending aorta after repair of type A aortic dissection.

ある。除去したグラフト末梢側血流を保つため *in situ* 再建術あるいは extra-anatomic bypass による再建術が行われるが感染が再発すること多い。今日の大動脈外科の目覚ましい進歩にもかかわらずグラフト感染例の手術合併症、死亡率は依然として高く治療成績は不良である。再建グラフト選択は耐感染が期待できる同種グラフトが望ましいが入手が難しいため、Rifampicin 処理グラフトを用いることが多い²²⁾。感染制御には死腔を埋めることが大切であり、有茎筋弁や大網充填術が行われる。われわれは採取が容易で感染防御と人工血管治癒促進機能もある大網充填術を好んで用いている。

1) 上行大動脈グラフト感染—*in situ*再建, 有茎大網充填術—

上行弓部大動脈人工血管置換術後の縦隔炎では、感染が人工血管にも波及しグラフトの再置換が必要となることが多く救命例の報告は少ない。再手術症例の手術では、破裂による合併症を回避するための病変部への到達法と補助手段の確立、臓器保護、再置換グラフトの選択、感染制御等の問題がある。リエントリ時大出血が予想される場合には病変部から離れた部位で体外循環を確立する必要があり、大腿動静脈送脱血による F-F バイパスによる中心冷却を行い、超低体温・循環停止した後病変部修復を行う。ペントが必要な場合は、左第 4 肋間前側方小開胸による経心尖左室ペントを容易に挿入できる。胸部大動脈における感染ではグ

ラフトを除去し *in situ* 再建を行う。感染再発防止するためには有茎筋弁や大網充填術し死腔を残さないことが大切である^{23, 24)}。

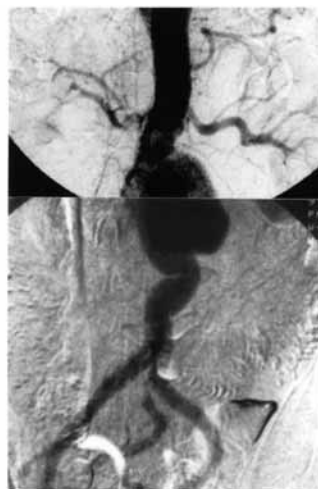
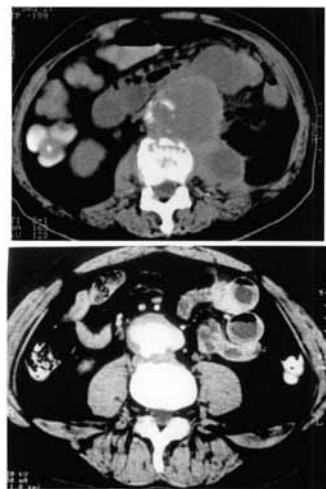
症例 6: 71 歳, 男性。

急性 A 型大動脈解離で上行大動脈人工血管置換術施行後 MRSA 縦隔炎にて大網充填術施行。3 カ月後、再度の発熱があり末梢側吻合部仮性瘤がみられた。

手術は大腿動脈送血, 経大腿静脈右房脱血, 左第 4 肋間前側方小切開開胸創からの経心尖左室ペントで中心冷却を行い 18°C で循環停止とした後、胸骨縦切開し仮性瘤に到達した。選択的脳灌流法下感染グラフトを除去し、open distal anastomosis 法で Rifampicin 処理グラフトを用いて hemiarch repair を施行し、前回の体毛グラフトを有効に使い死腔を残さないようにつとめた。術後 2 カ月で退院し、4 年後の現在通常の生活を送っており、CT 上も問題はない²⁵⁾ (Fig. 10)。

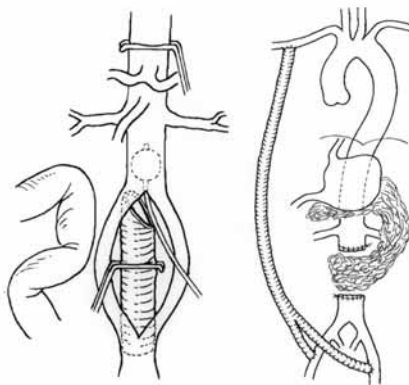
2) 腹部大動脈グラフト感染—グラフト除去・axillo-femoral bypass 術—

腹部大動脈術後グラフト感染発生頻度は 0.5~2% とされる。治療の原則は感染グラフト除去および周囲感染組織を切除して感染巣を除去することである。グラフト除去後、末梢側への血流を確保する必要があり、*in situ* あるいは extra-anatomic bypass 術による血行再建が行われる。ハイリスクで手術手技も難しい症例が多く、血管外科が進歩した現在でも手術成績は不良で救命率は低い。



A | B

Figure 11 Graft infection after AAA repair.
A: Preoperative CT.
B: Preoperative aortogram.



Removal of the graft
Ax- F bypass +
Omentopexy



A | B

Figure 12 Graft infection after AAA repair.
A: Schematic drawing of surgery.
B: Postoperative DSA.

症例 7：65歳，男性。

経過：1 年前，腹部大動脈瘤で直型グラフト置換術施行。

術後1 カ月より発熱，腰痛出現。CTで吻合部離開と診断され，再グラフト置換術を施行された。術中血腫細菌培養検査で*Pseudomonas*が検出された。退院3 カ月後より腰痛出現，グラフト中枢側仮性動脈瘤，L3/4 椎体破壊像がみられた。

再々手術：感染グラフト除去，大動脈断端閉鎖・大網充填術，axillo-femoral bypass術施行。5 年後経過良好で，大動脈断端に問題はない(Fig. 11, 12)。

3) グラフトー腸管瘻(graft-enteric fistulas: GEFs)

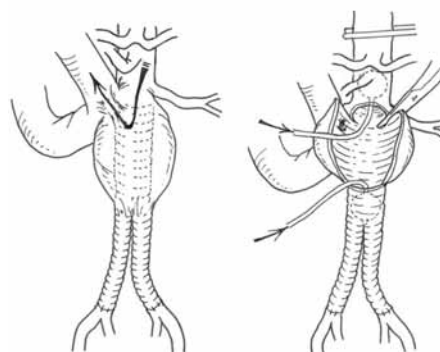
腹部大動脈瘤術後GEFs発生頻度は0.3～0.6%とされる²⁶⁾。原因はグラフト感染，グラフトによる腸管の圧迫浸食によるものが多い。診断は，大動脈グラフト移植手術後の胃・消化管出血，CTでは吻合部仮性動脈瘤や腸管への造影剤漏出がみられる。発生部位は，中枢側吻合部が3/4 を占め，十二指腸の第3，第4 部が多い。末梢側では盲腸，S状結腸，虫垂がある。治療の基本方針は，感染グラフトの除去と瘻孔閉鎖を行う。再建術式は(感染)グラフトを除去しextra-anatomic bypassあるいは*in situ*再建を行う(Fig. 13)。

症例 8：36歳，男性，Marfan症候群。



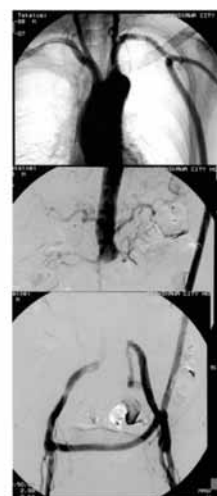
Figure 13 Graft-enteric fistula.

- Diagnosis.
- Surgical procedures; complete resection and axillo-femoral bypass vs. *in situ* reconstruction.
- Restoration of flow to critical vascular bed.
- Higher mortality and morbidity.



**Removal of the graft
Axillo- femoral bypass
Omentopexy**

Figure 14 Graft-enteric fistula.



主訴：吐血および下血。

4年前、腹部大動脈瘤手術施行。補強のため、人工血管で中枢側吻合部に「はちまき」をしてある。吐血、下血を主訴として来院し胃十二指腸内視鏡検査で十二指腸水平脚からの出血を認め、CT検査で中枢側グラフト吻合部との瘻孔形成と診断された。

手術は、大動脈および腸管に対する処置を必要とするため腹部正中切開到達法を用いた。① axillo-femoral extra-anatomic bypass, ② グラフト除去、大動脈断端閉鎖, ③ 腸管瘻処理, ④ 洗浄、大動脈断端部への大網充填術を行い、3年後の現在、大動脈断端および腋窩—大腿動脈バイパスグラフトのトラブルもなく経過良好である (Fig. 14)。

4) 下行大動脈—大腿動脈バイパス術

下行大動脈—大腿動脈バイパス術は多く行われている術式ではないが、腎下部腹部大動脈からグラフトin-flowがとれない場合有用な術式であり再手術で腎下部腹部大動脈への到達が困難な症例の下肢血行再建に用いられる²⁷⁾。すなわち、① 感染性腹部大動脈瘤や大動脈—十二指腸瘻に対するaxillo-femoral bypassの閉塞に対するredo手術, ② 感染性腹部大動脈瘤などの術後で後腹膜到達が困難な症例, ③ 大動脈—大腿動脈バイパスグラフトが何回も閉塞した症例などである。式は比較的単純で、下行大動脈には左後側方開胸で到達でき

る。グラフトは前腋窩線部で横隔膜を貫通させて後腹膜腔に誘導し左大腿動脈に到達し、対側下肢血行再建にはF-Fバイパスを行う。

症例9：57歳、男性。

9カ月前、サルモネラ菌による感染性腹部大動脈瘤でaxillo-femoral bypassを施行した。グラフトが閉塞し下肢虚血症状が出現した。腹部大動脈閉鎖断端到達による手術のリスクを避け、下肢への血行を維持するため到達法が容易な下行大動脈—両側大腿動脈long bypass術を施行した (Fig. 15)。

(4) STG不全に対するopen repair

大動脈瘤STG内挿術はハイリスクで通常手術の困難な症例が対象となる。Endoleakやendotensionによる瘤拡大のため再手術を余儀なくされる場合の手術リスクは高く、術式の工夫が必要である。

1) 腹部大動脈瘤STG後のopen repair手術

腹部大動脈瘤に対するSTG治療は早期成績は良好であるが5年前後経過する頃からre-interventionが必要となる症例が多くなる。幸い、このような症例における生命予後は良好と報告されている²⁸⁾。遠隔期合併症でopen repairを必要とする症例は、多くの場合、ハイリスクで、またSTG挿入後に伴う特殊性 (STG回収, STG挿入大動脈の遮断等) があり、到達経路、手技的にも難し



Figure 15 Thoraco-femoral bypass.

い場合が多い。Hostile abdomen, 虚血性心疾患を合併した腹部大動脈瘤に対するSTG留置術を施行したが3年後にSTG末梢側にendoleakを生じたためopen repairによるグラフト置換術を施行した。腎動脈上部での大動脈遮断が必要な症例であったが、腋窩動脈より挿入したバルーンカテーテルで腹腔動脈レベルの腹部大動脈遮断を行いグラフト置換した。

症例10：77歳，男性。

肺結核，直腸癌および盲腸癌手術歴があり結腸一回腸瘻孔を形成している。直腸癌術後に冠状動脈疾患も合併している。腹部大動脈瘤最大直径は62mm，辺縁が角状に突出，腎上部にも瘤病変があり，腎下部腹部大動脈瘤は瓢箪状にくびれ複雑な形を呈している。これらの形態に追従するようグラフトを作成し，中枢側は腎動脈bearとした。術後は特別な合併症なく，良好な血栓化と瘤経縮小が得られた。

Redo手術：術後3年で末梢側endoleakが出現，open repairによるYグラフト置換術を施行した。右後腹膜到達法，鎖骨下動脈より挿入したバルーンカテーテル大動脈遮断を行い，腸管合併症，大動脈遮断に伴う臓器虚血合併症もなく，術後1日で経口摂取開始，術後19日目に自宅退院した(Table 11, Fig. 16, 17)。

2)重症COPD患者に対する瘤空置術，非体外循環下上行一下行大動脈バイパス術

上行一下行大動脈バイパス術は大動脈縮窄症に対する再手術での報告例は散見され，体外循環下に行われ

ている。STG内挿術術後の瘤拡大に対し，われわれは，off-pump冠動脈バイパス術のテクニックを応用し体外循環を用いることなく瘤空置術を施行した。Off-pump下の上行大動脈一下行大動脈バイパス術は本症例がはじめてと思われる²⁹⁾。

症例11：75歳，男性。

最大径68mmの胸部下行大動脈瘤症があったが，1秒量820ml，1秒率35.7%，Hugh-Jolnes grade IIIと重症肺気腫合併のため開胸・体外循環を用いた通常手術はリスクが高いと判断しMKステント(curved 35mm + straight 36mm)を用いた血管内手術を施行した。約7カ月後左胸背部痛出現，CTにて7カ月間で最大径67mm→76mmの瘤拡大がみられた。左開胸による通常の体外循環を用いた人工血管置換術は手術リスクが高いと判断し，胸骨正中切開アプローチ，非体外循環下瘤空置 + 上行一下行大動脈バイパス術を施行した。

手術：

1)後方心膜切開到達法による下行大動脈グラフト吻合；胸骨正中切開後，deep pericardial sutureに加えOPCAB用開胸器(AXIUS™ XPOSE™, GUIDANT社)を用い心臓を頭側へ脱転，Trendelenburg体位として血行動態を維持した。背側心膜に縦切開を加え横隔膜直上で胸部下行大動脈に到達。瘤末梢側下行大動脈を部分遮断しUBE 22mmグラフトを端側吻合した。

2)上行大動脈グラフト吻合；次いで下大静脈後面ー右肺静脈前面ー上大静脈前面ルートでグラフトを上行大動脈右側面に誘導，上行大動脈部分遮断下に端側吻合した。

Table 11 Convesion to open repair for the patients with STG

- Compromised patients
- Complicated anatomy
- Technical difficulties

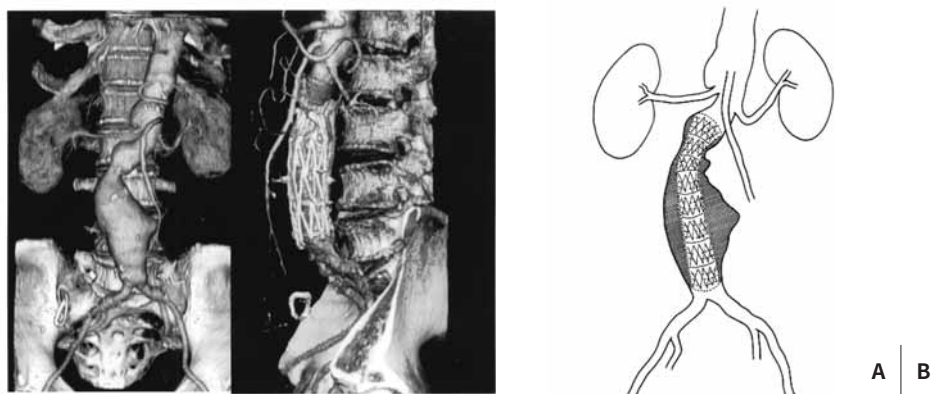


Figure 16 Application of STG for the AAA patient with hostile abdomen.
A: Pre (left) and postoperative (right) 3DCT.
B: Schematic drawing of STG.

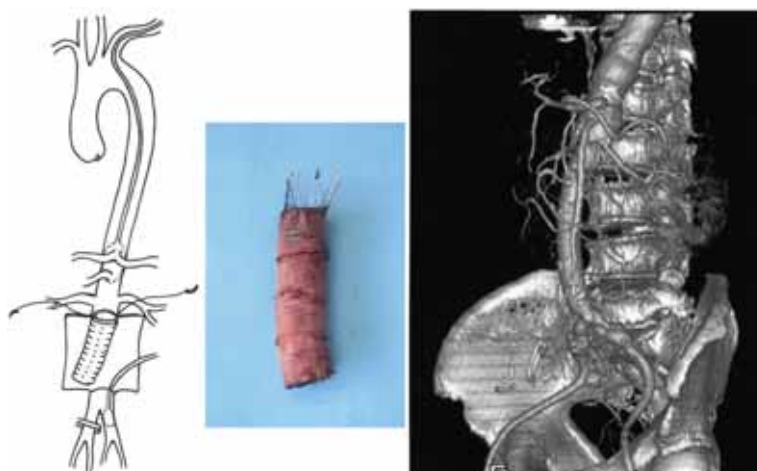


Figure 17 Open repair of AAA after STG.

3) 下行大動脈瘤空置術；鎖骨下動脈直下でEndo GIA universal 60mmを用いて大動脈を離断，断端を 4-0 ポリプロピレン糸の連続縫合にて補強した。瘤遠位離断はSG部であることから遠位吻合部直上でknifelessである ETHICON TEA 45mmにて下行大動脈をpermanent clamp し瘤空置を完成した。遠位side clamp時間は22分，手術

時間は342分であった。術後経過は，術当日抜管，翌日以降一般病棟にて術後管理し，呼吸器合併症認めず経過は良好で3週間後自宅退院した。術後CTでは瘤内血流認めず瘤空置は達成され，上肢一下肢圧較差はなかった。現在術後約1.2年経過し通常の家生活を送っている (Fig. 18)。



Figure 18 Off-pump ascending to descending aorta bypass grafting with descending aneurysm exclusion.

A: Chest X-ray.

B: Postoperative 3DCT.

C: Schematic drawing of the procedure.

A | B | C

(5) Marfan症候群

Marfan症候群の自然予後は不良であり、40歳までに約半数が死亡するとされている。死亡原因の90%以上は心血管合併症によるものであり大動脈瘤破裂による死亡は80%とされている³⁰⁾。Marfan症候群の心大血管手術は対象症例が比較的若年であることから、術前状態が不安定な急性A型大動脈解離手術を除くと、その手術成績は良好である³¹⁾。一方、その遠隔成績は必ずしも良好でなくFinkbohnerら³²⁾による多数例の大動脈瘤手術報告では、患者の53%が2回目の手術を受け、平均余命は62歳で30年前の47歳に比し有意に延長していた。約1/4の症例では同一部位の再手術が施行されており初回手術時に遠隔期redo手術を考慮した戦略を立てることが肝要と思われる。自験例でも10年の大動脈再手術回避生存曲線は28%であり、本症では遠隔成績を考慮した治療戦略を立てることがとりわけ肝要である³³⁾。

1) 広範大動脈置換術

Marfan症候群20例中7例で計17回の手術が施行され、大動脈の全置換4例、基部を除く亜全置換2例が行われた。われわれは広範A型大動脈解離に対しては弓部まで置換し、elephant trunkを設置すること、広範B型大動脈解離に対しては胸腹部大動脈置換術を行うことを基本方針としている。A型大動脈解離における弓部全置換+elephant trunk法は二期手術を容易にするのみならず初回手術における吻合部リーク防止にも有

用である。下行大動脈置換術redo手術における胸腹部大動脈置換術は初回手術に比して手技的にも難しく手術時間が延長するため、胸腹部大動脈最大瘤径が5cm以上のMarfan症候群B型大動脈解離症例の場合は、積極的に一期の胸腹部大動脈再建を行う方針としている。もとより大動脈解離の急性期手術の第一の目的は患者の救命であり、拡大再建手術がいつでも、またこの施設でも行える体制にない場合も多く議論が行われている。

2) Reversed elephant trunk法

B型大動脈解離で下行あるいは胸腹部大動脈置換手術後に大動脈弁輪拡張症や大動脈解離で注す側大動脈手術が必要となることも少なくない。Reversed elephant trunk法はこのような症例における遠位弓部大動脈における末梢側大動脈吻合を容易にする工夫である。

3) 3回の手術で全大動脈置換になったMarfan症候群症例12：38歳、女性

経過：①急性A型大動脈解離で上行・弓部大動脈瘤・下行大動脈置換術を施行した。術後大動脈造影で1度のARがみられた。②6.5年後AAEが進行、AR4度となり胸腹部大動脈も6cmに拡大したためBentall手術施行。③その6週間後に胸腹部大動脈全置換術を施行した。Redo手術：①Bentall手術および腕頭動脈解離性動脈瘤手術：胸骨正中切開創からの上行・弓部・下行大動脈



Figure 19 Replacement of the total aorta incidentally operation.

グラフト置換手術 6 年後, AAE が進行し AR 4 度, 腕頭動脈解離性動脈瘤, 下行大動脈遺残解離腔拡大 (64mm) し Bentall 手術を施行した。再胸骨正中切開到達法であったが特別な合併症なく通常の Bentall 型手術が施行できた。② Crawford II 型胸腹部大動脈瘤手術: 胸腹部大動脈瘤最大径 64mm に対し Bentall 手術の 6 週間後に, 肋間動脈 (Th10, 11, 12), 腹部 4 動脈, 両側腸骨動脈再建を伴う胸腹部大動脈置換術を施行した。

到達法: 左第 6 肋間開胸, 経後腹膜到達法で弓部グラフトから両側腸骨動脈まで露出。初回手術末梢側吻合部の第 5 肋間付近から大動脈は拡張瘤化していた。補助手段: 経大腿静脈右房脱血, 1 基のポンプから胸部下行大動脈グラフトおよび大腿動脈送血, 超低体温・循環停止法。左室心尖ベント。

左第肋間再建: 直腸温 18°C で胸部下行大動脈グラフトおよび腹腔動脈上大動脈を遮断, 大腿動脈送血開始。胸腹部大動脈グラフト分枝にボタン法にて Th10, 11, 12 左第肋間を吻合, 前回グラフトと接合し肋間動脈血流再開, 復温開始。鉗子を上腸間膜動脈上大動脈に移し, 同様に Th12 再建し血流再開。

腹部 4 動脈再建: 大動脈遮断鉗子を腎動脈下腹部大動脈に移動, 解離は 3 腔構造を呈し両側腎動脈は解離腔から起始していた。体外循環からのムカデ回路を用いて 4 動脈の選択的灌流下に 3 動脈をグラフト分枝に吻

合し, 左腎動脈はグラフトに直接吻合した。

腸骨動脈再建: 解離は右内腸骨動脈分岐に及んでおり, Y 型グラフトで再建した。

手術時間は 13 時間 15 分, 体外循環時間 213 分。気管チューブは術後 1 日目抜去, ICU 滞在 1 日。脳脊髄, 呼吸器, 腎臓, 肝臓などの臓器合併症なく術後 2 週間で地元の病院に転院, 5 年後の現在通常の家庭生活を送っている (Fig. 19)。

おわりに

大動脈外科の進歩は CT 像をはじめとする画像診断法の進歩, 脳脊髄や腹部臓器循環の理解と術中保護法の確立に負うところが大きい。初期成績の向上とともに術後 10 年以上経過した症例も多くなり, 大動脈 redo 手術症例は今後ますます増加することが予想される。Redo 手術成功の第 1 の要点は安全に病変部に到着することと体外循環などの補助手段を確立することである。病態は複雑であり, 特に感染症例では治療に難渋することが多い。病変部は周囲の組織や臓器と癒着しているため剥離が困難で手術操作に伴う大出血, 損傷とそれらに伴う臓器不全発生の危険があり, 臓器損傷回避を考えた到達法, 手術侵襲軽減を図る臓器保護など, 初回手術に比し, より高度な手術手技が要求される。画像診断で病態の詳細な検討を行い, 高齢で種々

の全身合併症を有する症例も多いため、術後のADLやQOL維持を考慮した手術を考えることが大切である。胸部や胸腹部大動脈再建では脳脊髄合併症防止が最大の課題であり、われわれは選択的脳灌流法、小範囲大動脈分節遮断下に肋間動脈を再建する戦略を用いており、超低体温・循環停止法も積極的に活用している。手術成績のさらなる向上を目指して、病変部への到達経路、補助手段、再建術式でいくつかの新しい方法を行い、これらについて紹介した。最近応用が進んでいるステントグラフトなどの低侵襲術式、extra-anatomic bypass術式、long bypassなど組み合わせて応用する集学的な治療戦略を立てることによりredo手術成績のいっそうの向上が期待される。

稿を終わるに当たり、北海道大学循環器外科発足の時から14年間ともに歩み、頑張ってきた教室員諸氏と会長講演の機会を与えていただいた日本脈管学会会員の皆様に心からお礼を申し上げます。

文 献

- 1) Yada I, Wada H, Fujita H: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2002: annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, **52**: 491–508.
- 2) Crawford ES, Crawford JL, Safi HJ et al: Redo operations for recurrent aneurysmal disease of the ascending aorta and transverse aortic arch. *Ann Thorac Surg*, 1985, **40**: 439–455.
- 3) Dougenis D, Daily BB, Kouchoukos NT: Reoperations on the aortic root and ascending aorta. *Ann Thorac Surg*, 1997, **64**: 986–992.
- 4) Dossche KM, Tan ME, Schepens MA et al: Twenty-four year experience with reoperations after ascending aortic or aortic root replacement. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1999, **16**: 607–612.
- 5) Mesana TG, Caus T, Gaubert J et al: Late complications after prosthetic replacement of the ascending aorta: what did we learn from routine magnetic resonance imaging follow-up? *Eur J Cardiothorac Surg*, 2000, **18**: 313–320.
- 6) O'Brien MF, Harrocks S, Clarke A et al: How to do safe sternal reentry and the risk factors of redo cardiac surgery: a 21-year review with zero major cardiac injury. *J Card Surg*, 2002, **17**: 4–13.
- 7) Yellin A, Refaely Y, Paley M et al: Major bleeding complicating deep sternal infection after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003, **125**: 554–558.
- 8) Plate G, Hollier LA, O'Brien P et al: Recurrent aneurysms and late vascular complications following repair of abdominal aortic aneurysms. *Arch Surg*, 1985, **120**: 590–594.
- 9) Hallett JW Jr, Marshall DM, Petterson TM et al: Graft-related complications after abdominal aortic aneurysm repair: reassurance from a 36-year population-based experience. *J Vasc Surg*, 1997, **25**: 277–284; discussion 285–286.
- 10) Bandyk DF, Novotney ML, Back MR et al: Expanded application of in situ replacement for prosthetic graft infection. *J Vasc Surg*, 2001, **34**: 411–419; discussion 419–420.
- 11) Kuniyama T, Shiiya N, Kamikubo Y et al: Midline exposure of the thoracoabdominal aorta. *Ann Thorac Surg*, 2000, **69**: 1951–1953.
- 12) 国原 孝, 吉本公洋, 椎谷紀彦 他: 上・下半身分離送血・分離体温体外循環法による胸腹部大動脈瘤手術. *胸部外科*, 2004, **57**: 175–182.
- 13) Flores J, Shiiya N, Kuniyama T et al: Selective perfusion of the upper and lower body under different levels of hypothermia in a patient with coronary artery disease and dissecting thoracoabdominal aortic aneurysm. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, **10**: 205–208.
- 14) Shepard AD, Jacobson GM: Anastomotic aneurysms. In *Complications in Vascular Surgery*, 2nd ed. By Towne JB and Hollier LH, Marcel, NY, 2004.
- 15) Bachet J, Goudot B, Dreyfus G et al: The proper use of glue: a 20-year experience with the GRF glue in acute aortic dissection. *J Card Surg*, 1997, **12** (2 Suppl): 243–253; discussion 253–255.
- 16) Suehiro K, Hata T, Yoshitaka H et al: Late aortic root redissection following surgical treatment for acute type A aortic dissection using Gelatin-Resorcin-Formalin glue. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*, 2002, **50**: 195–200.
- 17) Morrissey NJ, Yano OJ, Soundararajan K et al: Endovascular repair of para-anastomotic aneurysms of the aorta and iliac arteries: preferred treatment for a complex problem. *J Vasc Surg*, 2001, **34**: 503–512.
- 18) van Herwaarden JA, Waasdorp EJ, Bendermacher BL et al: Endovascular repair of paraanastomotic aneurysms after previous open aortic prosthetic reconstruction. *Ann Vasc Surg*, 2004, **18**: 280–286.
- 19) Suto Y, Yasuda K, Shiiya N et al: Stented elephant trunk procedure for an extensive aneurysm involving distal aortic arch and descending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1996, **112**: 1389–1390.
- 20) Shiiya N, Yasuda K, Murashita T et al: Application of the reversed elephant trunk technique during total

- thoracoabdominal replacement in patient with Marfan's Syndrome. *J Card Surg*, 1998, **13**: 56–59.
- 21) Nishibe T, Koizumi J, Kudo F et al: Repair of false para-anastomotic aortic aneurysms using an endovascular stent graft technique in a patient with severe pulmonary disease: report of a case. *Surg Today*, 2001, **31**: 1110–1112.
- 22) Bandyk DF, Novotney ML, Johnson BL et al: Use of rifampin-soaked gelatin-sealed polyester grafts for in situ treatment of primary aortic and vascular prosthetic infections. *J Surg Res*, 2001, **95**: 44–49.
- 23) Henke PK, Bergamini TM, Rose SM et al: Current options in prosthetic vascular graft infection. *Am Surg*, 1998, **64**: 39–45; discussion 45–46.
- 24) Kieffer E, Sabatier J, Plissonnier D et al: Prosthetic graft infection after descending thoracic/thoracoabdominal aortic aneurysmectomy: management with in situ arterial allografts. *J Vasc Surg*, 2001, **33**: 671–678.
- 25) 松崎賢司, 椎谷紀彦, 国原 孝他: 上行大動脈置換術後のMRSA感染性吻合部仮性動脈瘤. 胸部外科, 2003, **56**: 207–210.
- 26) Tsolakis JA, Papadoulas S, Kakkos SK et al: Aortocaval fistula in ruptured aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1999, **17**: 390–393.
- 27) McCarthy WJ, Mesh CL, McMillan WD et al: Descending thoracic aorta-to-femoral artery bypass: ten years' experience with a durable procedure. *J Vasc Surg*, 1993, **17**: 336–347; discussion 347–348.
- 28) Mehta M, Roddy SP, Darling RC 3rd et al: Infrarenal Abdominal Aortic Aneurysm Repair via Endovascular Versus Open Retroperitoneal Approach. *Ann Vasc Surg*, online first, 2005.
- 29) Kuniyama T, Shiiya N, Oh-oka T et al: Off-pump ascending to descending aorta bypass grafting with descending aneurysm exclusion. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, **52**: 374–375.
- 30) Carrel T, Beyeler L, Schnyder A et al: Reoperations and late adverse outcome in Marfan patients following cardiovascular surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2004, **25**: 671–675.
- 31) Lepore V, Jeppsson A, Radberg G et al: Aortic surgery in patients with marfan syndrome: long-term survival, morbidity and function. *J Heart Valve Dis*, 2001, **10**: 25–30.
- 32) Finkbohner R, Johnston D, Crawford ES et al: Marfan syndrome. Long-term survival and complications after aortic aneurysm repair. *Circulation*, 1995, **91**: 728–733.
- 33) 椎谷紀彦, 松崎賢司, 丸山隆史 他: Marfan症候群に伴う大動脈病変の外科治療成績. 胸部外科, 2002, **55**: 644–649.

Strategy for Redo Aortic Surgery

Keishu Yasuda

Department of Cardiovascular Surgery, Hokkaido University Graduate School of Medicine, Sapporo, Japan

Key words: stent graft, redo surgery

Surgical results of aortic aneurysm and dissection have markedly improved thanks to the advances of vascular imaging and organ protection of brain, spinal cord, and visceral organs. The improved early results and an increasing number of long-term survivors caused an increase in late complications of a primary vascular procedure, which lead to the necessity for reoperation. Reoperation upon the thoracic and thoracoabdominal aorta deserves special consideration for two reasons: (1) exposure of the diseased aorta, control of organ circulation, and reconstruction of distorted anatomy are complex and technically challenging, particularly when infection is involved; and (2) such procedures are difficult and can be associated with higher morbidity and mortality, since the patients are often older with more advanced disease. Therefore, the precise understanding of anatomy of complex lesions is necessary to decide the surgical approach and method for better post-operative ADL and QOL. As brain and spinal cord protections determine postoperative QOL, we have applied the selective cerebral perfusion for brain protection and segmental clamping with intercostal arteries reconstruction for spinal cord protection, in addition to hypothermic circulatory arrest, if necessary. This paper demonstrated our technical modification of surgical approach, adjunctive methods, and reconstruction. Further improvement of redo aortic surgery requires comprehensive and less invasive approaches, including stent graft, extra-anatomical bypass, and long bypass from descending aorta to iliofemoral artery.

(*J Jpn Coll Angiol*, 2005, **45**: 197–214)