

逆行性 A 型大動脈解離に対するステントグラフト内挿術の初期中期成績の検討

青木賢治

新潟大学大学院医歯学総合研究科

呼吸循環外科学分野

(指導：土田正則教授)

**Early and Mid-term Results of Endovascular Repair for Retrograde Type A Aortic
Dissection with an Entry Tear in the Descending Aorta**

Kenji Aoki

Division of Thoracic and Cardiovascular Surgery,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

(Director: Prof. Masanori Tsuchida)

要旨

【目的】Stanford 分類 A 型大動脈解離のうち、下行大動脈にエントリーを有し逆行性に上行大動脈まで解離した、逆行性 A 型大動脈解離 (RAAD) に対するステントグラフト内挿術の初期中期成績を検討した。

【対象と方法】2012 年 4 月から 2014 年 6 月までに当科で RAAD に対するステントグラフト内挿術を連続 11 例経験した。これらの症例を対象とし、手術成績、治療前後の大動脈病変の変化を評価した。ステントグラフトは TAG およびその後継機の conformable TAG (W. L. Gore & Associates 社、Flagstaff、Arizona) を使用した。大動脈病変の変化を示す指標として computed tomography で肺動脈分岐部レベルにおける上行および下行大動脈径、各大動脈径に対する真腔径の比率 (true lumen index: TLi) および偽腔厚の比率 (false lumen index: FLi) を計測した。

【結果】9 例に発症 24 時間以内の緊急手術を実施した。他の 2 例も非慢性期 (発症 3 日目、16 日目) に手術を実施した。全例で手技成功を得た。手術死亡はなく、脳梗塞、脊髄虚血など手技に関連する合併症もなかった。上行大動脈径の平均は術前 $46.5 \pm 5.6\text{mm}$ 、術後 2 週 $46.9 \pm 6.7\text{mm}$ 、術後 3 カ月 $41.9 \pm 4.4\text{mm}$ であり、上行大動脈径は術前に比し術後 3 カ月で有意に縮小していた ($P < 0.01$)。また上行大動脈 TLi の平均は術前 0.63 ± 0.16 、術後 2 週 0.75 ± 0.11 、術後 3 カ月 0.90 ± 0.10 であり、真腔は術前に比し術後 2 週で有意に拡大していた ($P = 0.037$)。上行大動脈 FLi の平均は術前 0.35 ± 0.16 、術後 2 週 0.24 ± 0.11 、術後 3 カ月 0.10 ± 0.09 であり、偽腔は術後 2 週で有意に縮小し ($P = 0.040$)、術後 3 カ月ではほぼ消失していた。下行大動脈径の平均は術前 $37.7 \pm 2.5\text{mm}$ 、術後 2 週 $38.5 \pm 3.4\text{mm}$ 、術後 3 カ月 $33.9 \pm 4.5\text{mm}$ であり、下行大動脈径は術前に比し術後 3 カ月で有意に縮小していた ($P < 0.01$)。また下行大動脈 TLi の平均は術前 0.50 ± 0.12 、術後 2 週 0.71 ± 0.07 、術後 3 カ月 0.84 ± 0.09 であり、真腔は術前に比し術後 2 週で有意に拡大していた ($P < 0.01$)。下行大動脈 FLi の平均は術前 0.45 ± 0.11 、術後 2 週 0.25 ± 0.06 、術後 3 カ月 0.14 ± 0.12 であり、偽腔は術後 2 週で有意に縮小していた ($P < 0.01$)。平均 14.9 ± 8.2 ヶ月、中央値 15 ヶ月の観察期間において死亡例はなく、追加治療を含む大動脈関連イベントはなかった。

【結論】急性期の RAAD に対する企業製ステントグラフトを用いた血管内治療の初期中期成績はきわめて良好であった。本法は RAAD に対する第 1 選択的治療として発展する可能性がある。

キーワード

急性大動脈解離、逆行性 A 型解離、エントリー閉鎖、ステントグラフト内挿術

別冊請求先： 〒951-8510 新潟市中央区旭町通 1-757

新潟大学大学院医歯学総合研究科呼吸循環外科学分野

青木賢治

Reprint requests to: Kenji Aoki

Division of Thoracic and Cardiovascular Surgery,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

1-757 Asahimachi-dori Chuo-ku, Niigata 951-8510 Japan

はじめに

上行大動脈が解離した、Stanford 分類 A 型大動脈解離はきわめて危険な病態である。安静、降圧療法といった内科治療だけでは大動脈破裂、冠血流障害、大動脈弁機能障害などの続発症を回避するのは困難で発症数週以内に 50–80%が死亡する¹⁾²⁾。致死的な合併症を回避するには緊急または準緊急的な外科治療が必要である。外科治療では開胸下に上行または弓部大動脈に存在するエントリーを切除し、上行または上行弓部大動脈を人工血管で置換する。しかし開胸手術は非常に侵襲的な治療であるばかりか、手術死亡率が 15–25%と高く、脳合併症発生率も 10%を超えるなど、満足できる治療成績に達していない¹⁾³⁾⁷⁾。

上行大動脈に解離がない、Stanford 分類 B 型大動脈解離は臓器虚血等の危機的合併症がなければ急性期から内科治療で対処できる。しかしエントリーから偽腔への血流が残ると慢性期に解離病変が瘤化し外科治療を要することもある⁸⁾。ステントグラフト内挿術は病変部への血流を隔絶する血管内治療であり、主に大動脈瘤に対する低侵襲治療として発展してきた。近年その技術を応用し B 型大動脈解離に対してもステントグラフト内挿術が行われるようになった⁸⁾⁹⁾。エントリーを塞ぐようにステントグラフトを真腔内に留置すると偽腔は血流を失い血栓化する。前向き研究で B 型大動脈解離に対するステントグラフト内挿術の予後改善効果が示されたこともあり、本法は B 型大動脈解離に対する新しい治療として認識されつつある⁸⁾。

Stanford 分類 A 型大動脈解離には下行大動脈以遠にエントリーを有し、逆行性に上行大動脈まで解離するものもある。このような病態を逆行性 A 型大動脈解離 (RAAD) と呼称する。RAAD では胸骨正中切開だけではエントリーを切除できないことがある。一方でエントリー切除にこだわると胸骨正中切開に左開胸を併施し、広範囲人工血管置換を行うなどきわめて侵襲の大きい治療になりかねない。ときに一次的には治療できず胸骨正中切開手術の後に左開胸手術や血管内治療を組み合わせることもある。RAAD の開胸手術には不確実性と危険性が混在している。

B 型大動脈解離に対する血管内治療の安全性、有効性が認知されつつあるなか、RAAD に対してもステントグラフト留置が試みられている¹⁰⁾¹²⁾。われわれは 2009 年に B 型大動脈解離に対する企業製ステントグラフトを用いた血管内治療を導入し、これまでに 40 例近くの手技成功を経験している。そしてわれわれはその経験をふまえて 2012 年より RAAD に対するステントグラフト内挿術を開始した。本研究ではその初期中期成績を検討した。

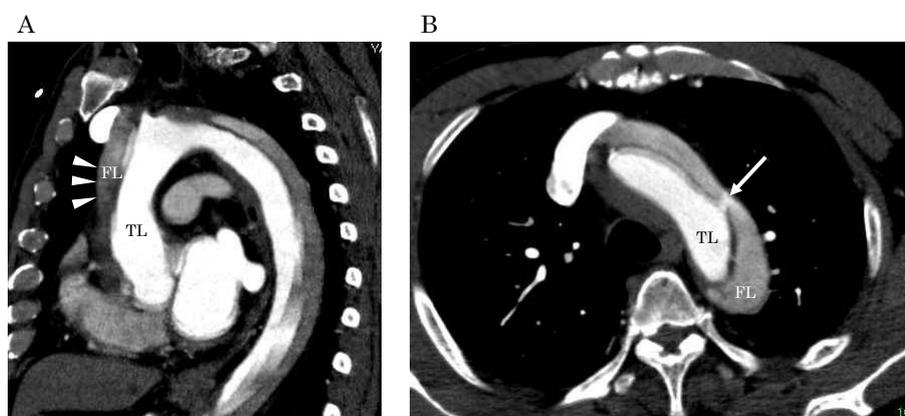
対象と方法

1. 対象患者

企業製ステントグラフトを用いた血管内治療に関する研究は 2007 年に当施設倫理委員会で承認され、RAAD に対する血管内治療はその研究の一部として実施された。

2012年4月から2014年6月までに当施設で経験した連続11例のRAAD症例を対象とした。全例で心電図同期、薄切造影 computed tomography (CT) を実施した。CTで上行弓部大動脈にエントリーがなく、下行大動脈以遠のエントリーから逆行性に上行大動脈まで解離している所見を確認しRAADと診断した(図1)。対象の背景因子を表1に示す。対象は平均年齢 61.6 ± 9.5 歳(47-72歳)、男性10例、女性1例で、全例発症後24時間以内に当院へ緊急搬送されていた。全例で高血圧症の既往があり、6例(55%)に糖尿病、3例(27%)に脂質異常症、2例(18%)にbody mass index35以上の高度肥満を認めた。1例(9%)は顕微鏡的多発血管炎、間質性肺炎のため3年超にわたってステロイド剤(プレドニゾン12.5mg/日)を内服していた。

図1 逆行性A型大動脈解離の診断



A: 上行大動脈が解離している(矢頭)。TL: 真腔、FL: 偽腔

B: 遠位弓部大動脈にエントリー(矢印)を認める。上行大動脈にエントリーはなく逆行性A型大動脈解離と診断した。

表1 対象患者の背景因子

症例	年齢(歳)	性別	併存疾患
1	51	男性	高血圧症、糖尿病、高度肥満(BMI39)
2	61	男性	高血圧症
3	47	男性	高血圧症、糖尿病、高度肥満(BMI35)
4	57	男性	高血圧症、脂質異常症
5	72	女性	高血圧症、糖尿病、脂質異常症
6	48	男性	高血圧症、糖尿病、脂質異常症
7	67	男性	高血圧症、間質性肺炎、顕微鏡的多発血管炎、長期ステロイド服用
8	72	男性	高血圧症、糖尿病
9	65	男性	高血圧症、糖尿病
10	69	男性	高血圧症
11	69	男性	高血圧症

BMI: body mass index

来院時に意識障害を合併している患者はいなかったが、2例（18%）は動脈破裂を合併しショックに陥っていた。症例1は下行大動脈の偽腔が破裂し縦隔血腫、左血胸に進展していた。症例8は左腸骨動脈が破裂していた。また2例（18%）は臓器虚血を合併しきわめて危険な状態であった。症例2は上腸間膜動脈起始部で真腔が閉塞し腸管虚血を合併していた。症例7は右腸骨動脈の真腔が閉塞し右下肢虚血を合併していた。術前CT所見を表2に示す。3例（27%）で心嚢液貯留を認めたが心タンポナーデとなるような貯留量ではなかった。6例（55%）で上行弓部大動脈の偽腔に造影効果を認めなかった。一方他の5例（45%）では上行弓部大動脈の偽腔に血栓化が部分的であることを示す造影効果を認めた。症例1は下行大動脈の偽腔が破裂し縦隔血腫、左血胸に進展していた。下行大動脈のエントリーから左鎖骨下動脈分岐部までの距離は平均 $48.5 \pm 48.6\text{mm}$ （11–183mm）であった。

表2 対象患者の術前CT所見

症例	心嚢液貯留	上行弓部大動脈の偽腔	解離に関連した循環障害	エントリーから左鎖骨下動脈までの距離(mm)
1	あり	完全血栓化	下行大動脈破裂	19
2	なし	部分血栓化	腸管虚血	24
3	なし	完全血栓化	なし	60
4	あり	完全血栓化	なし	35
5	なし	完全血栓化	なし	55
6	なし	部分血栓化	なし	11
7	なし	完全血栓化	右下肢虚血	183
8	あり	部分血栓化	左腸骨動脈破裂	69
9	なし	部分血栓化	なし	19
10	なし	部分血栓化	なし	17
11	なし	完全血栓化	なし	41

対象のうち9例（82%）に発症後24時間以内に緊急手術を実施した。その内訳を表3に示す。緊急手術例のうち2例（症例1、8）は動脈破裂、2例（症例2、7）は臓器灌流障害であり、他の5例（症例4、6、9–11）は上行大動脈に保存的治療の適応外となる所見を有していた。保存的治療の適応外とした所見として、3例（症例6、9、10）は上行大動脈に偽腔血流が存在しており、他の2例は上行大動脈径が50mm（症例4）または50mm超（症例11）に拡大しており、いずれも破裂の危険が高いと判断した。症例3は入院時のCTで上行大動脈は径43mmでかつ偽腔が完全に血栓化していたので当初は保存的治療を選択した。しかし入院2日目に再検したCTで偽腔は血栓化したままであったが上行大動脈径は48.5mmに増大していた。上行大動脈病変がさらに拡大し破裂する可能性が高いと判断しCT再検の翌日に手術を実施した。症例5は入院時のCTで上行大動脈は径44mmでかつ偽腔が完全に血栓化していたので保存的治療を選択した。しかし入院後に上行大動脈は拡大傾向を示し、入院14日目に実施したCTで血管径は50.3mmに達していた。これ以上の保

存的治療は危険と判断し入院 16 日目に手術を実施した。

表3 手術時期、理由

症例	発症から手術までの時間	手術理由
1	24時間以内	下行大動脈破裂
2	24時間以内	上行大動脈の偽腔血流、腸管虚血
3	3日	上行大動脈拡大(48.5mm)
4	24時間以内	上行大動脈拡大(49.2mm)
5	16日	上行大動脈拡大(50.3mm)
6	24時間以内	上行大動脈の偽腔血流
7	24時間以内	右下肢虚血
8	24時間以内	腸骨動脈破裂
9	24時間以内	上行大動脈の偽腔血流
10	24時間以内	上行大動脈の偽腔血流
11	24時間以内	上行大動脈拡大(53.2mm)

2. RAAD に対するステントグラフト内挿術

CT でカテーテルのアクセス血管となる腸骨-大腿動脈を評価した。左右の腸骨-大腿動脈のうち真腔と交通し、かつ石灰化や屈曲が少ない側をアクセス血管として選択した。全身麻酔下に鼠径部を斜切開し大腿動脈を露出した。ヘパリンナトリウムを静注し活性化凝固時間 200-300 秒の抗凝固状態を維持した。大腿動脈に 7Fr. シースを留置し、X 線透視下に 0.035" ラジフォーカスガイドワイヤー (Terumo 社、東京) を真腔内へ進めた。下行大動脈までガイドワイヤーが進んだ時点で経食道心エコー (TEE) で下行大動脈を観察し、ガイドワイヤーが偽腔に迷入していないことを確認した。その後透視と TEE を併用しながらガイドワイヤーを上行大動脈真腔へ誘導した。ガイドワイヤーを Landerquist Extra Stiff Wire (Cook 社、Bloomington、Indiana) へ交換した後、7Fr. シースを抜去しドライシールシース (W. L. Gore 社、Flagstaff、Arizona) を先端が腹部大動脈に達するまで挿入した。ドライシールシースの径は使用するステントグラフトのサイズに応じて 22Fr. もしくは 24Fr. を選択した。CT でエントリーレベルの大動脈径を正確に計測し、ステントグラフトは大動脈径と同じかやや小さい口径の TAG または conformable TAG (cTAG) (いずれも Gore 社) (図 2) を選択した (表 4)。ステントグラフトが圧縮格納されたデリバリーカテーテルをドライシールシースへ挿入し、ガイドワイヤー誘導下にエントリーレベルの大動脈まで進めた。血管造影でエントリー、左鎖骨下動脈の位置を確認し、ステントグラフトを血管内へ放出した。そのさい左鎖骨下動脈分岐部とエントリーが 20mm 未満しかない場合 (症例 1、6、9、10) は最大限のシーリングを得るために先端が左鎖骨下動脈入口部を一部塞ぐ位置からステントグラフトを放出した。エントリーと左鎖骨動脈分岐部が十分離れている場合はエントリーの前後でそれぞれ 20mm 以上のシーリングが得られるようにス

テントグラフトを留置した。バルーンによるステントグラフトの圧着は原則行わなかった。その後血管造影を行い、エントリー経由で偽腔が造影されないことを確認した。ステントグラフト放出後のカテーテルを回収しシースを抜去した。シース抜去後の穿刺部を5-0ポリプロピレン糸タバコ縫合で修復した。ヘパリンを中和し閉創した。

図2 使用したステントグラフト



図はTAGを示す。TAGおよびその後継機のconformable TAGは延伸ポリテトラフルオロエチレン人工血管にニチノール骨格を固定したステントグラフトである。患者の解剖学的条件に合わせてデバイスの径、長さを選択する。

表4 手術内容

症例	ステントグラフト機種	エントリーレベルの 大動脈径 (mm)	ステントグラフトのサイズ			手術時間 (分)
			中枢径 (mm)	末梢径 (mm)	全長 (mm)	
1	TAG	40	37	37	200	91
2	TAG	32	31	31	150	72*
3	TAG	32	31	31	150	73
4	TAG	31	26	28	155	95
5	TAG	34	34	34	150	78
6	TAG	32	28	28	150	62
7	TAG	41	40	40	250	76**
8	TAG	37	34	28	180	78***
9	TAG	42	40	40	200	72
10	TAG	36	34	34	200	70
11	conformable TAG	35	31	31	150	70

*上腸管膜動脈ステント留置を含む総手術時間は105分

** 腸骨動脈ステント留置を含む総手術時間は145分

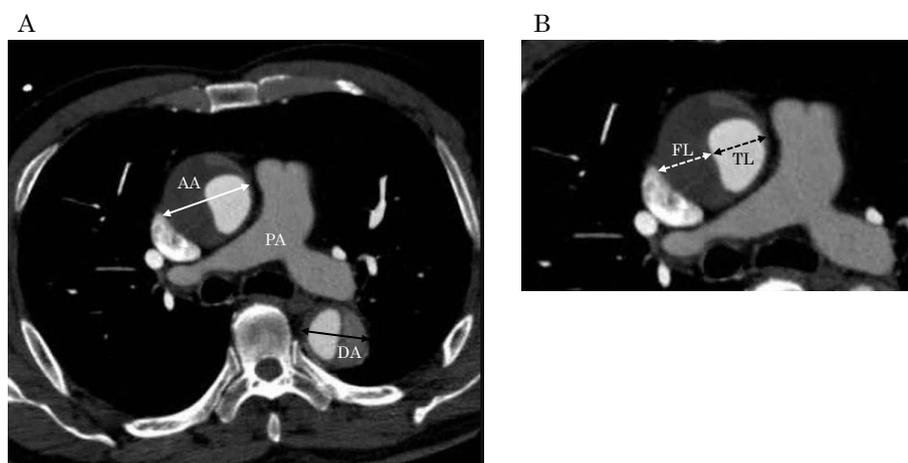
***腹部大動脈・腸骨動脈ステントグラフト内挿術を含む総手術時間は233分

3. 治療効果の評価

術後2週、3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月に造影CTを実施した。術前および術後のCTで肺動脈分岐部レベルの上行大動脈および下行大動脈で血管径を計測した。また各大動脈における真腔の比率(真腔径を大動脈径で除したものを)を算出した。これを **true lumen index (TLi)** と呼称し解離病変の変化を示す指標とした。同様に偽腔厚の比率(偽腔厚を大動脈径で除したものを)を **false lumen index (FLi)** と呼称し指標の1つとした¹³⁾(図3)。

大動脈径、TLi、FLiに関する統計学的検討は対応のあるt検定で行い、 $P < 0.05$ で有意差ありと定義した。

図3 解離病変の計測



A: CTで肺動脈分岐部レベルの上行大動脈径(白線)、下行大動脈径(黒線)を計測した。
AA: 上行大動脈、DA: 下行大動脈、PA: 肺動脈

B: 大動脈径の計測に続いて真腔径(黒破線)、偽腔厚(白破線)を計測した。
TL: 真腔、FL: 偽腔

結果

1. 初期成績

全例で目的部位にステントグラフトを留置できた。表4に手術内容を示す。ステントグラフト留置に要した時間は平均 76.1 ± 9.5 分(62–95分)であった。症例2では上腸間膜動脈ステント留置、症例7では右腸骨動脈ステント留置、症例8では腹部大動脈ステントグラフト内挿術を併施しなければならず、手術時間はそれぞれ33分、69分、145分延長した。手技トラブルはなかったが症例6、9、10でステントグラフト中枢側が大動脈の湾曲に追従せず、エントリーから偽腔への血流が残っていた。これらの症例では大動脈の湾曲に沿うようにトリローブバルーン(Gore社)でステントグラフトを慎重に圧着した。それでも症例6、10ではわずかではあるがエントリーから下行大動脈偽腔への血流が残存した。

しかし上行大動脈偽腔への血流はないため経過観察とし手術を終了した。症例 1、6、9、10 では意図的に左鎖骨下動脈入口部を一部閉塞させる位置からステントグラフトを留置した。

選択したステントグラフトの中枢径は平均 $33.3 \pm 4.5\text{mm}$ (26–40mm) で、エントリーレベルの大動脈径に対して平均 $93.2 \pm 4.9\%$ (84–100%) の大きさであった。ステントグラフトは基本的に中枢径と末梢径が同一なものを 1 本使用したが、症例 4、8 では径の異なるステントグラフトを 2 本組み合わせ使用した。ステントグラフトの末梢径は平均 $32.9 \pm 4.5\text{mm}$ (28–40mm) であった。ステントグラフトは基本的に全長 150mm ないし 200mm を選択したが症例 4、7、8 では 2 本のステントグラフトを組み合わせの結果、留置長はそれぞれ 155mm、250mm、180mm となった。ステントグラフトの留置長の平均は $175.9 \pm 33.2\text{mm}$ (150–250mm) であった。

手術死亡はなかった。脳梗塞、脊髄虚血、血管損傷、血栓塞栓症、手術創感染など手技に関連する合併症はなかった。症例 1 は血胸による呼吸不全のため 1 週間超の長期人工呼吸器管理を要した。症例 7 では併存する腹部大動脈瘤、両側大腿動脈瘤例に対して二期的に外科治療を実施し、その後ステロイド服用に起因する創治癒不良を合併したため入院が長期化した。症例 8 を除く 10 例が退院した。症例 8 は腸骨動脈破裂に起因する広範な臀筋壊死を合併し、全身状態は安定しているものの術後 8 カ月経った現在も臀部の組織欠損に対する陰圧閉鎖療法を中心とした入院加療を継続している。

2. 解離病変の経時的変化

図 4 に典型例 (症例 2) の CT 所見を示す。術後 2 週目の CT で上行大動脈の偽腔は全例血栓化していた。下行大動脈に関して、3 例 (27%) は下行大動脈全体で偽腔が血栓化していた。6 例 (55%) はステントグラフト留置部の偽腔は血栓化しているもののステントグラフトが留置されていない末梢の下行大動脈に偽腔血流が残存していた。しかし症例 9、10 の 2 例 (18%) はエントリーから下行大動脈偽腔への血流が残存し、ステントグラフト留置部でも偽腔血栓化が得られなかった。

術後 3 カ月目の CT で上行大動脈の偽腔は全例血栓化が維持されていた。下行大動脈の偽腔血栓化の有無は術後 2 週目と変わりなく、2 例 (症例 9、10) でステントグラフト留置部の偽腔に血流を認めた。

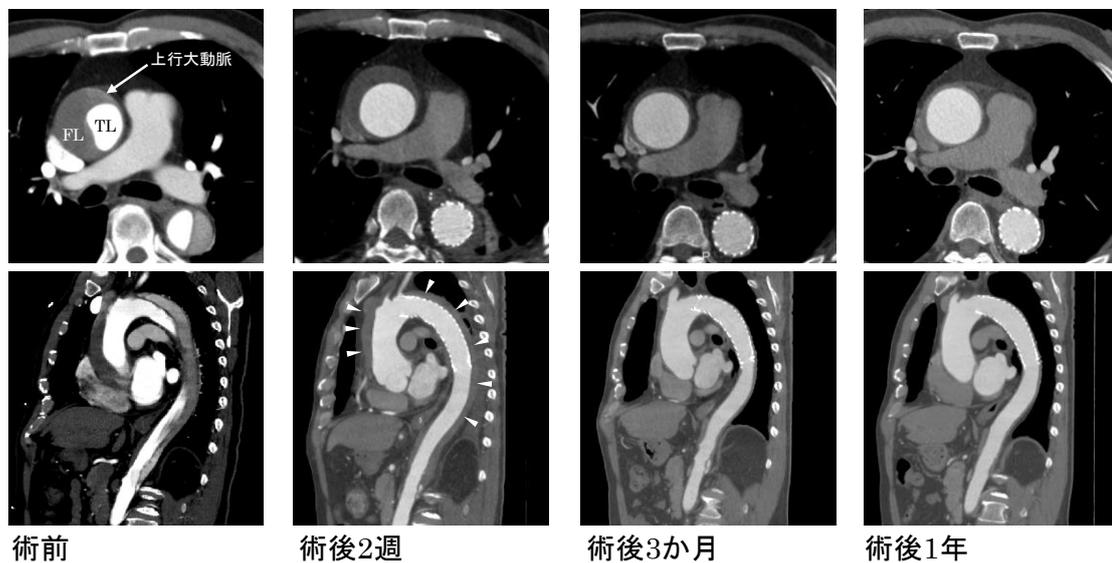
10 例で術後 6 ヶ月目の定期 CT を実施した。上行大動脈の偽腔は全例で血栓化したまま縮小していた。下行大動脈に関して、8 例が偽腔血栓化を保持し、1 例 (症例 9) が新たに下行大動脈全体におよぶ偽腔血栓化を得た。1 例 (症例 10) は術後 6 ヶ月目の CT でもステントグラフト留置を含む下行大動脈の偽腔が開存していた。しかし術後 3 カ月での病変部最大径は 45mm で、6 カ月目でも増大傾向がないため術後 8 カ月経った現在も経過観察している。6 例で術後 12 カ月目の定期 CT を実施した。上行大動脈の偽腔は全例ほぼ消失しており、下行大動脈病変の悪化はなかった。

図 5 に上行大動脈病変の経時的変化を示す。上行大動脈径は術直前が平均 $46.5 \pm 5.6\text{mm}$

(38.4–55.3mm)であったのに対して、術後2週目は平均 $46.9 \pm 6.7\text{mm}$ (35.7–61.3mm)とやや増大傾向を示した。しかし術後3カ月目には平均 $41.9 \pm 4.4\text{mm}$ (34.4–47.7mm)となり、術前に比し有意に縮小していた ($P < 0.01$)。上行大動脈の TLi は術直前が平均 0.63 ± 0.16 (0.41–0.85)であったのに対して、術後2週目は平均 0.75 ± 0.11 (0.59–0.91)となり、短期間で有意に増大していた ($P = 0.037$)。上行大動脈の FLi は術直前が平均 0.35 ± 0.16 (0.17–0.48)であったのに対して、術後2週目は平均 0.24 ± 0.11 (0.10–0.37)となり、短期間で有意に減少していた ($P = 0.040$)。

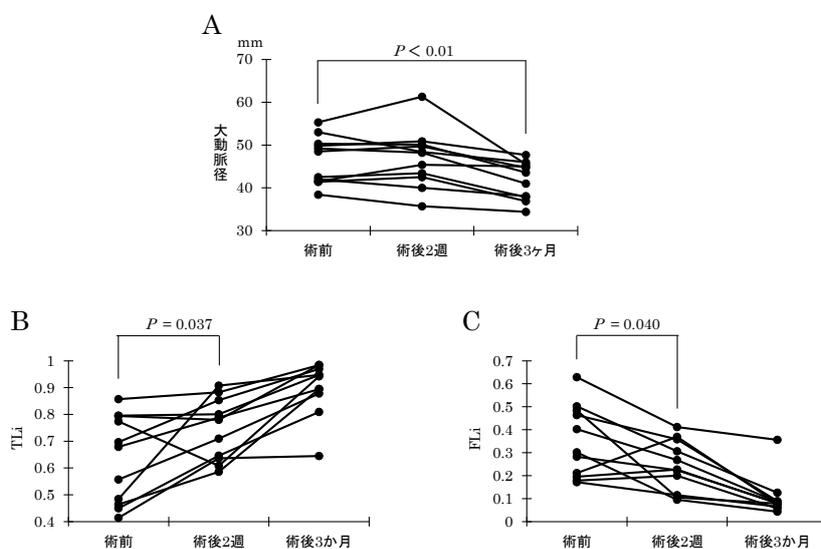
図6に下行大動脈病変の経時的変化を示す。下行大動脈径は術直前に平均 $37.7 \pm 2.5\text{mm}$ (34.0–42.2mm)であったのに対して、術後2週目は平均 $38.5 \pm 3.4\text{mm}$ (33.3–45.2mm)とやや増大傾向を示した。しかし術後3カ月目には平均 $33.9 \pm 4.5\text{mm}$ (29.2–36.5mm)となり、術前に比し有意に縮小していた ($P < 0.01$)。下行大動脈の TLi は術直前が平均 0.50 ± 0.12 (0.34–0.72)であったのに対して、術後2週目は平均 0.71 ± 0.07 (0.58–0.81)となり、短期間で有意に増大していた ($P < 0.01$)。下行大動脈の FLi は術直前が平均 0.45 ± 0.11 (0.26–0.61)であったのに対して、術後2週目は平均 0.25 ± 0.06 (0.17–0.38)となり、短期間で有意に減少していた ($P < 0.01$)。

図4 スtentグラフト内挿術後の大動脈病変の変化



術前： 上：偽腔の増大によって上行大動脈の真腔が狭小化している。下：解離は上行大動脈から下行大動脈まで広範囲におよぶ。TL: 真腔、FL: 偽腔
 術後2週： 上：上行大動脈の偽腔が縮小し真腔は相対的に増大している。下：胸部大動脈の偽腔はすべて血栓化している(矢頭)。
 術後3か月： 上：上行大動脈の径が縮小し、偽腔はほぼ消失している。下：下行大動脈の偽腔もほぼ消失している。
 術後1年： 上下：胸部大動脈の偽腔がほぼ消失した状態が維持されている。

図5 上行大動脈病変の経時的変化

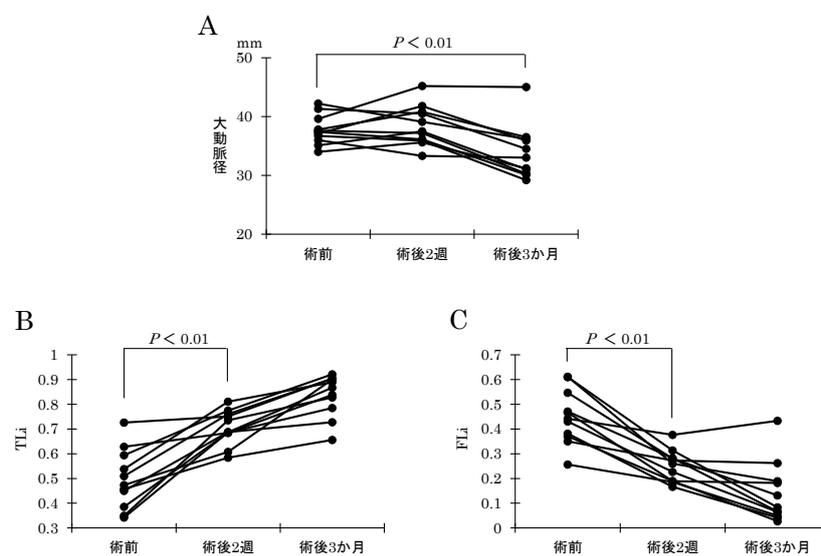


A: 大動脈径は術前に比し術後3カ月で有意に縮小していた。

B: TLiは術前に比し術後2週で有意に増加していた。

C: FLiは術前に比し術後2週で有意に減少していた。

図6 下行大動脈病変の経時的変化



A: 大動脈径は術前に比し術後3カ月で有意に縮小していた。

B: TLiは術前に比し術後2週で有意に増加していた。

C: FLiは術前に比し術後2週で有意に減少していた。

3. 中期成績

平均 14.9 ± 8.2 ヶ月 (4–30 ヶ月)、中央値 15 ヶ月の観察期間において死亡例はなく、追加治療、再解離などの大動脈関連イベントもなかった。症例 10 はステントグラフト留置部を含む下行大動脈全体に偽腔血流が残っているが前述のとおり病変径の拡大がないため経過観察している。また他の 8 例でステントグラフト留置部以遠の下行大動脈や腹部大動脈にリエントリー由来の偽腔血流が残っているが、いずれも病変径が 40mm 未満で拡大傾向がないためそのまま経過観察している。

考察

Stanford 分類 A 型の大動脈解離は上行大動脈や弓部大動脈にエントリーを有することが多い。しかし下行大動脈以遠にエントリーを有し、逆行性に上行大動脈まで解離した、逆行性 A 型大動脈解離 (RAAD) は A 型大動脈解離症例の 5–25% を占めるといわれ、決して稀な病態ではない³⁾¹⁴⁾¹⁶⁾。A 型大動脈解離は発症早期に大動脈破裂や出血性心タンポナーデ、急性大動脈弁閉鎖不全症、冠血流障害といった致死的病態へ進展することが多い。安静、降圧といった内科治療だけは致死的続発症を回避しえず高率に早期死亡する¹²⁾。救命には緊急または準緊急的な外科治療が第 1 選択となる¹⁾。

A 型大動脈解離の外科治療はエントリー切除を基本方針としている。エントリーを含む範囲で上行大動脈または上行弓部大動脈を切除し同部を人工血管で置換する。大動脈の断端に残る偽腔は縫合閉鎖する。切除範囲外に偽腔は残存するがエントリーからの血流がないため偽腔は血栓化し縮小する。しかし RAAD では上行弓部大動脈を人工血管に置換することで致死的な続発症を回避できてもエントリーは下行大動脈以遠に残り、解離病変による脅威が続く。Erbel らは RAAD に対する上行大動脈置換術は 12 例のうち 8 例 (83%) で胸部大動脈に偽腔血流が残存したこと、偽腔開存例の遠隔期死亡率は 43% と高かったことを報告し、エントリー切除の重要性を強調している¹⁷⁾。胸骨切開に左前側方開胸を追加すれば下行大動脈のエントリーを切除できるかもしれないが、出血や肺障害の危険が増加するだけでなく脊髄障害を合併する可能性も高く容認されない。胸骨切開の視野から下行大動脈真腔内に人工血管を挿入する、いわゆるエレファントトランク法はエントリーが残存する偽腔を血栓化させるのに有効な手技である。Sun らは発症 2 週以内の急性期 RAAD に対してエレファントトランク法を併施した上行弓部大動脈置換術を行い、生存例 30 例のうち 29 例 (94%) でエレファントトランク下端までの偽腔が血栓化し、20 例 (67%) で横隔膜レベルまでの大動脈の偽腔が血栓化したと報告している¹⁵⁾。しかし急性期の A 型大動脈解離に対する開胸手術は手術死亡率が 15–25% と未だ高く、脳合併症の発生率が 10% を超える¹³⁾⁷⁾。またエレファントトランク法は脊髄障害の合併率が 4–20% と高く、その低減が技術的な課題となっている¹⁸⁾²⁰⁾。この現状を考慮すると RAAD に対するエレファントトランク法は有効性と安全性を両立できているとはいいがたい。

Parodi が 1990 年に腹部大動脈瘤に対する自作ステントグラフトを用いた血管内治療に成功して以来²⁾、ステントグラフト内挿術は従来の開胸や開腹を要する大動脈手術にとって代わる低侵襲治療として発展してきた。ステントグラフトは主に大動脈瘤を血流から隔絶する目的で開発されてきたが、大動脈解離のエントリー閉鎖にも応用され、その有用性が認識されつつある。INSTEAD-XL trial では臓器灌流障害など緊急手術の適応となる病態がない、いわば安定した状態の B 型大動脈解離に対するステントグラフト内挿術の効果を前向きに比較検証している⁸⁾。この trial では内科治療のみの非手術群と発症早期にステントグラフト内挿術を受けた血管内治療群とを比較し、血管内治療が発症 2 年以降の解離関連死や病変の悪化を有意に減少させることを明らかにした。発症 5 年目では非手術群の大動脈関連死亡率が 19.3%であったのに対して血管内治療群のそれは 6.9%ときわめて低く、大動脈病変関連のイベント発生率も非手術群が 46.1%であったのに対して血管内治療群のそれは 27.0%に抑制されていた。非手術群で偽腔が血栓化したのは対象の 22.0%にとどまったのに対して、血管内治療群では 90.6%ときわめて高率に偽腔が血栓化しており、このことが遠隔期イベントの低減に強く関連していることが示された。

RAAD に対してもステントグラフトを用いたエントリー閉鎖が試みられてきた。Dake らは 4 例の RAAD に対する自作ステントグラフトを用いた血管内治療の良好な初期成績を報告している¹⁰⁾。Dake らの報告とほぼ同時期に本邦でも Kato らは 10 例の RAAD に対する自作ステントグラフトを用いた血管内治療の成功を報告している¹¹⁾。また Shu らは 17 例の RAAD に対して企業製ステントグラフトによる血管内治療で良好な初期中期成績を得たと報告している¹²⁾。しかしこれらの報告のほとんどが発症から 2 週以上経過した RAAD 症例を対象としている。われわれはこれまでの報告とは異なり、発症後早期の RAAD 症例、とくに発症から 24 時間以内の超急性期にある RAAD 症例を対象とし、企業製ステントグラフトを用いた血管内治療を試みた。その初期成績は手術死亡がなく上行大動脈の偽腔も術後 3 カ月で大幅に縮小するなどきわめて良好であった。また中期成績に関しても解離関連の死亡はなく、追加治療もないなど概ね満足できる内容にある。遠隔期については術後 2 年目以降も CT による病変評価を継続する予定であるが、INSTEAD-XL の結果をふまえると RAAD でも胸部大動脈の偽腔血栓化が保持されている症例では遠隔期の解離関連イベントが低減または回避できると推察している。

RAAD に対するステントグラフト内挿術には技術的な課題が残されている。1 つ目の課題はデバイスの形状である。ステントグラフトは基本的に大動脈瘤に対する治療デバイスであり、大動脈解離の治療に特化したものではない。企業製ステントグラフトには先端に 10mm 超のベアステントを有し、B 型大動脈解離に対する血管内治療に使用されているものもある。B 型大動脈解離ではベアステントを解離のない遠位弓部大動脈に固定できる。しかし RAAD ではデバイス留置部は遠位弓部大動脈を含むすべてが解離しており、ベアステントがあると解離した脆弱となった血管壁を損傷し新たなエントリーを形成する可能性がある。われわれはこのような懸念に配慮し、ベアステントがない TAG およびベアステント

が 3.0-6.5mm と短い cTAG を選択した。企業製ステントグラフトの進化、発展は目覚ましいものがあるが、今後脆弱な血管壁にも対応した先端形状のデバイスが登場することを期待したい。2 つ目の課題はデバイス径の決定基準である。解離のため狭小化した真腔はデバイス径の選択基準にならない。大動脈瘤では大動脈の外径に対して 10-20% オーバーサイズのデバイスを選択するが、血管壁が脆弱であるうえ外径と内腔径（真腔径）との口径差が大きい大動脈解離では大動脈瘤と同じ基準を適用できない。われわれはオーバーサイズのデバイスが持つ過大な拡張力が血管を損傷させることを懸念し、大動脈外径と同径か少し小さい径の TAG/ cTAG を選択してきた。しかし他のデバイスは同サイズでも TAG/ cTAG とは拡張力が異なるため、そのデバイスごとに特性を考慮した径選択基準を設定しなければならない。3 つ目の課題は手技の安全性、精度であるが、われわれは TEE がそれらの改善に重要な役割を持つと考えている。TEE は術中の心機能の評価のみならずガイドワイヤーやカテーテルの走行を監視できる。われわれは透視下では気付かなかったがガイドワイヤーの偽腔へ迷入しているのを TEE で指摘され手技を修正した経験がある。またステントグラフト留置後の血管造影で偽腔が描出されなくても TEE でエントリーから偽腔への微小血流を指摘されることがあり²²⁾、われわれはその所見をバルーン圧着の適否判断の参考にしている。RAAD では下行大動脈に主要エントリーのほかに肋間動脈分岐部に由来する小さなエントリーが存在していることが多く、主要エントリーを閉鎖しても小エントリーから偽腔への血流が残ることがある。これらの小エントリーは術前 CT や術中血管造影でなかなか同定できないが TEE では小エントリーに由来する異常血流を容易に描出できる。われわれは TEE で小エントリーを同定し、主要エントリーだけでなく小エントリーも同時に閉鎖できるようにステントグラフトの長さを決定している。手技の監視だけでなく、リアルタイムに血流に関する情報を提供できる点で TEE は優れた術中補助診断デバイスであり、RAAD に対するステントグラフト内挿術の安全性、精度の向上に必要不可欠であると考えている。

結語

RAAD に対する企業製ステントグラフトを用いたステントグラフト内挿術の初期中期成績を検討した。急性期の RAAD に対するステントグラフト内挿術の手術成績はきわめて良好であった。ステントグラフト内挿術は低侵襲だけでなく、術後早期に解離病変が縮小するなど治療効果が高く、今後 RAAD に対する第 1 選択的治療として発展する可能性がある。

利益相反

本研究に関する利益相反はない。

参考文献

- 1) Tsai TT, Trimarchi S, Nienaber CA: Acute aortic dissection: perspectives from the international registry of acute aortic dissection (IRAD). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 37: 149-159, 2009
- 2) Yanagisawa S, Yuasa T, Suzuki N, Hirai T, Yasuda N, Miki K, Yasuura K, Horiuchi K, Tanaka T: Comparison of medically versus surgically treated acute type A aortic dissection in patients <80 years old versus patients ≥80 years old. *Am J Cardiol* 108: 453-459, 2011
- 3) Haverich A, Miller DC, Scott WC, Mitchell RS, Oyer PE, Stinson EB, Shumway NE: Acute and chronic aortic dissection: determinants of long-term outcome for operative survivors. *Circulation* 72(suppl II): II 22-34, 1985
- 4) Safi HJ, Miller CC, Reardon MJ, Iliopoulos DC, Letsou GV, Baldwin JC: Operation for acute and chronic aortic dissection: recent outcome with regard to neurologic deficit and early death. *Ann Thorac Surg* 66: 402-411, 1998
- 5) Tan ME, Kelder JC, Morshuis WJ, Schepens MA: Risk stratification in acute type A dissection: proposition for a new scoring system. *Ann Thorac Surg* 72: 2065-2069, 2001
- 6) Bachet J: Acute type A aortic dissection: can we dramatically reduce the surgical mortality? *Ann Thorac Surg* 73: 701-703, 2002
- 7) Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ: Dissection of the aorta and dissecting aortic aneurysms: improving early and long-term surgical results. *Circulation* 82 (suppl IV): 24-38, 1990
- 8) Nienaber CA, Kische S, Rousseau H, Eggebrecht H, Rehders TC, Kundt G, Glass A, Scheinert D, Czerny M, Kleinfeldt T, Zipflel B, Labrousse L, Fattori R, Ince H: Endovascular repair of type B aortic dissection: long-term results of the randomized investigation of stent grafts in aortic dissection trial. *Circ Cardiovasc Interv* 6: 407-413, 2013
- 9) Nienaber CA, Kische S, Zeller T, Rehders TC, Schneider H, Lorenzen B, Büniger C, Ince H: Provisional extension to induce complete attachment after stent-graft replacement in type B aortic dissection: the PETTICOAT concept. *J Endovasc Ther* 13: 738-746, 2006
- 10) Dake MD, Kato N, Mitchell S, Semba CP, Razavi M, Shimono T, Hirano T, Takeda K, Yada I, Miller DC: Endovascular stent-graft placement for the treatment of acute aortic dissection. *N Engl J Med* 340: 1546-1552, 1999
- 11) Kato N, Shimono T, Hirano T, Ishida M, Yada K, Takeda K: Transluminal placement

- of endovascular stent-grafts for the treatment of type A aortic dissection with an entry tear in the descending aorta. *J Vasc Surg* 34: 1023-1028, 2001
- 12) Shu C, Wang T, Li QM, Li M, Jiang XH, Luo MY, Li X: Thoracic endovascular aortic repair for retrograde type A aortic dissection with an entry in the descending aorta. *J Vasc Interv Radiol* 23: 453-460, 2012
 - 13) Rodriguez JA, Olsen DM, Lucas L, Wheatley G, Ramaiah V, Diethrich EB: Aortic remodeling after endografting of thoracoabdominal aortic dissection. *J Vasc Surg* 47: 1188-1194, 2008
 - 14) Kaji S, Akasaka T, Katayama M, Yamamuro A, Yamabe K, Tamita K, Akiyama M, Watanabe N, Tanemoto K, Morioka S, Yoshida K: Prognosis of retrograde dissection from the descending to the ascending aorta. *Circulation* 108(suppl 1): II 300-306, 2003
 - 15) Sun LZ, Qui RD, Chang Q, Zhu JM, Liu YM, Yu CT, Lv B, Zheng J, Tian LX, Lu LG: Surgery for acute type A dissection with the tear in the descending aorta using a stented elephant trunk procedure. *Ann Thorac Surg* 87: 1177-1180, 2009
 - 16) Lansman SL, McCullough JN, Nguyen KH, Spielvogel D, Klein JJ, Galla JD, Ergin MA, Griep RB: Subtypes of acute aortic dissection. *Ann Thorac Surg* 67: 1975-1980, 1999
 - 17) Erbel R, Oelert H, Meyer J, Puth M, Mohr-Katoly S, Hausmann D, Daniel W, Maffei S, Caruso A, Covino FE: Effect of medical and surgical therapy on aortic dissection evaluated by transesophageal echocardiography. Implications for prognosis and therapy. The European Cooperative Study Group on Echocardiography. *Circulation* 87: 1604-1615, 1993
 - 18) Leontyev S, Borger MA, Etz CD, Moz M, Seeburger J, Bakhtiary F, Misfelt M, Mohr FW: Experience with the conventional and frozen elephant trunk techniques: a single-centre study. *Eur J Cardiothorac Surg* 44: 1076-1082, 2013
 - 19) Shrestha M, Fleissner F, Ius F, Koigeldiyev N, Kaufeld T, Beckmann E, Martens A, Haverich A: Total aortic arch replacement with frozen elephant trunk in acute type A aortic dissections: are we pushing the limits too far? *Eur J Cardiothorac Surg pii: ezu185*, 2014 [Epub ahead of print]
 - 20) Di Bartolomeo R, Pantaleo A, Berretta P, Murana G, Castrovinci S, Cefarelli M, Folesani G, Di Eusanio M: Frozen elephant trunk surgery in acute aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg pii: S0022-5223*, 2014 [Epub ahead of print]
 - 21) Parodi JC: Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms and other arterial lesions. *J Vasc Surg* 21: 549-555, 1995
 - 22) Gonzalez-Fajardo JA, Gutierrez V, San Roman JA, Serrador A, Arriba E, Del Rio L,

Martin M, Carrera S, Vaquero C: Utility of intraoperative transesophageal echocardiography during endovascular stent-graft repair of acute thoracic aortic dissection. *Ann Vasc Surg* 16: 297-303, 2002