

救命救急センターにおける胸部大動脈ステントグラフトの役割

栗本 義彦^{1,2} 浅井 康文¹ 長谷 守¹ 奈良 理¹ 森 和久¹
山 直也³ 伊藤 寿朗² 馬場 俊雄² 川原田修義² 樋上 哲哉²

要 旨：大動脈緊急疾患は救命救急センターにて経験する代表的疾患の一つである。破裂性真性胸部下行大動脈瘤は高齢者に多いにもかかわらず、緊急ステントグラフト(SG)内挿術の早期死亡率は10%前後と良好である。外傷性大動脈損傷は多発外傷であることが多いが、SG内挿術は早期死亡率10%以下で若年者を除くと第一選択となり得る。急性B型大動脈解離に合併する破裂や臓器虚血に対してもSGを用いた中枢側エントリー閉鎖術が有効な症例が存在する。

(J Jpn Coll Angiol, 2008, 48: 283-292)

Key words: stent graft, ruptured thoracic aortic aneurysm, aortic injury, aortic dissection, organ ischemia

はじめに

地域、施設により多少の違いは存在するが、大動脈緊急疾患は救命救急センターにおいて対応を要する代表的疾患の一つである。3次救急を担当する札幌医科大学附属病院高度救命救急センターにおける2004年度の疾患別比率においても全搬入症例の5.8%を大動脈緊急疾患が占めている(Fig. 1)。

大動脈緊急疾患においては合併症を認めない急性B型大動脈解離を除くと、経過観察では救命不能例が多く緊急の外科的治療を要することが多い。従来施行されてきた人工血管置換術の成績も近年改善されてきており、大動脈疾患専門施設での待機手術治療成績は良好である^{1,2)}。しかしながら大動脈緊急疾患は高齢者や合併症を有する症例が多く、救命救急センター搬入時に既に全身状態不良例が多い。従来の人工血管置換術は開胸操作、人工心肺の装着を要するため、これらの症例に対しては依然として高侵襲である。

一方、1990年代より臨床治療に導入された経カテーテルステントグラフト内挿術は大動脈疾患治療法として

従来の外科治療とは全く異なる低侵襲アプローチである^{3,4)}。胸部大動脈瘤に対するステントグラフト内挿術は2000年代に入り一般的となってきたが、腹部大動脈瘤と同様に良好な早期成績⁵⁻⁷⁾とともに中期遠隔期の問題点が報告されている⁸⁻¹²⁾。ステントグラフト内挿術の適応を論じる際は常に不明な遠隔成績が問題になるため、今後もデバイスの改良とそれに伴う遠隔成績の検討が待機手術例に対しては必要であり大動脈疾患に対する第一選択の治療法としては現時点では結論には至っていないと考えられる。しかし緊急大動脈疾患に対する治療法の選択においては、術前状態が不良であり従来の人工血管置換術の成績は待機手術例のような改善は少ない¹³⁻¹⁹⁾。胸部大動脈緊急疾患に対する治療は救命が第一の目的であることから低侵襲であり既に良好な早期成績が確認されている大動脈ステントグラフト内挿術の適応は解剖学的要件を満たせば選択肢の一つと考えられる。胸部大動脈緊急疾患に対するステントグラフト内挿術は、従来の開胸人工血管置換術に比較して良好な早期(および中期)成績であるとわれわれの教室からも報告してきた。

救命救急センターにて経験することの多い代表的胸部大動脈緊急疾患としての破裂性胸部下行大動脈瘤、外傷性大動脈損傷、破裂性(または臓器虚血を伴う)急性B

¹札幌医科大学高度救命救急センター

²札幌医科大学第二外科

³札幌医科大学放射線科

2008年3月13日受理

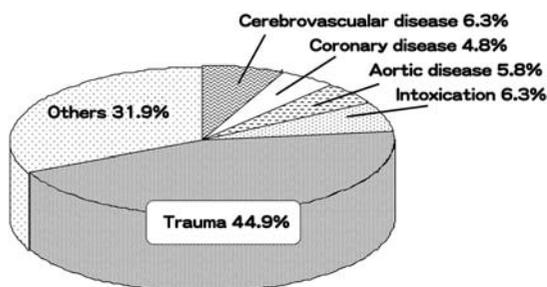


Figure 1 Diagnoses of the patients admitted to the Advanced Emergency Medical Center in Sapporo Medical University in 2004. Emergency aortic disease is one of the representative diseases in the Emergency Medical Center.

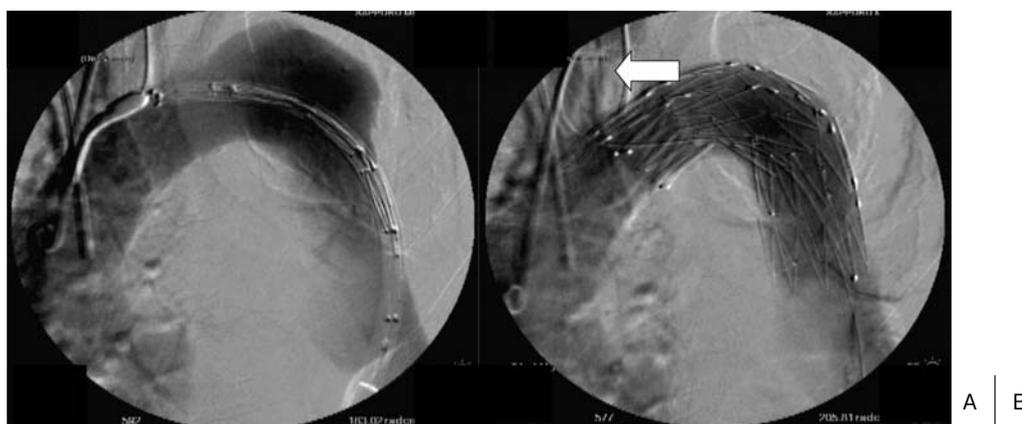


Figure 2 DSA images before (A) and after (B) stent grafting. A 92-year-old man with distal aortic arch aneurysm ruptured into the mediastinum. The left subclavian artery is covered with the stent graft, but full patency of the left carotid artery is achieved by the fenestrated stent graft (white arrow).

© 2006 Dove Medical Press Limited. All rights reserved. Kurimoto Y, Morishita K, Asai Y: Endovascular stent-graft placement for vascular failure of the thoracic aorta. *Vasc Health Risk Manag*, 2006, 2: 109–116.

型大動脈解離の3疾患に対する経カテーテル大動脈ステントグラフト内挿術について、緊急胸部大動脈ステントグラフト内挿術の自験60例²⁰⁾の成績も含め報告する。

破裂性胸部下行大動脈瘤

胸部大動脈真性瘤破裂例は高齢者が多いため破裂前から併存疾患を有しており、近年の外科治療成績においても高い早期死亡率および術後合併率が報告されている^{14, 21)}。実際の臨床において真性瘤破裂例の多くを占める高齢者に限定した検討では、早期死亡率は50%と報告されている²²⁾。

破裂性胸部大動脈瘤に対する緊急ステントグラフト内挿術を施行するにはいくつかの注意点が指摘されている。大動脈ステントグラフト内挿術においても最も頻回に経験するアクセスルートトラブルは破裂性胸部大動脈

瘤に対する緊急例の場合頻度もさらに高く15%に及び、破裂している状況においては治療成績に大きな影響を及ぼすことになる¹¹⁾。今後使用するデバイスの改良により解決する可能性はあるが、内径で20または22Fr.シースを使用しているわれわれの経験からは術前の腸骨動脈領域の高度石灰化症例は開始時より腸骨動脈アプローチ選択を考慮している。また破裂性真性胸部下行大動脈瘤症例では病変部が左鎖骨下動脈近傍であることも多く、中枢側ネックが大動脈弓部となる。現時点ではグラフト径として40mm以上のデバイスは入手困難であることから中枢側ネック予定部の大動脈径が40mm以上と計測された症例は適応から外すべきであろう。詳細な術前検査が困難な状況が多く、術中判断で左鎖骨下動脈を閉塞させる形でステントグラフトを留置せざるを得ない症例も経験する(**Fig. 2**)²³⁾。報告によると胸部下行真性瘤に対して

は中枢側ネックとして最短でも10mm, できれば20mmのネック長が望ましいとされているが^{12, 24)}, 破裂例に対する緊急手術でありステントグラフト内挿後のリークは致死的可能性も高い。緊急手術では可能な限り長い中枢側ネックの確保が重要と考えられる。中枢側ネック確保のために左鎖骨下動脈を単純閉鎖する手技は一般に安全な方法とされているが²⁵⁻²⁸⁾, 米国においては左鎖骨下動脈へのバイパスまたは左総頸動脈へのtranspositionを先行させる施設も少なくないようである¹²⁾。理論的には小脳や脳幹灌流において左椎骨動脈が重要である症例が存在するか^{29, 30)}, 破裂の緊急性と左鎖骨下動脈閉塞による危険性を考慮すると左鎖骨下動脈単純閉塞によるステントグラフト留置は受け入れられる状況と考えられる。

胸部大動脈に対する企業製ステントグラフトにより欧米においては多くの待機手術が施行されているが, 緊急症例に対応する観点からは時間的に制約がかなり, まとまった症例数の報告は少ない^{10, 31)}。しかしいずれの報告においても手術死亡率は10%前後と通常開胸手術と比較すると良好であり, 少数例ではほぼ全例救命との報告もある^{6, 11, 29, 32-34)}。これらの報告は複数の大動脈緊急疾患に対するステントグラフト内挿術の成績報告が多く破裂性真性瘤に限定されているものではないが, 手術死亡のみならず周術期合併症の点でも通常開胸手術に比して良好である可能性が高いと考えられる。

胸部下行大動脈瘤に対する手術合併症として最も重大なものの一つに脊髄虚血が挙げられる。待機手術例におけるステントグラフト内挿術後の対麻痺発生率は0~4%であり, 通常開胸人工血管置換術と比較して少ないと考えられているが^{34, 28)}, 術前状態不良な破裂例においてもわれわれの緊急60例においては対麻痺の経験はなくステントグラフト内挿術の有利な点と考えられる。

良好な早期成績^{6, 34)}の一方, 待機手術同様に遠隔成績においてはステントグラフト内挿術には問題点が多い傾向がある。術後数年以降には再破裂例も認められ, 再治療の必要性が生じる症例が散見される^{35, 36)}。われわれの緊急耐術50例(平均観察期間20カ月)においても4例(8.0%)の再治療を経験しており, うち3例は退院時リークを認めていない症例であった。破裂例であることを考慮すると待機手術例以上に画像検査を含めた慎重なフォローが重要であることは間違いないと考えられる。

高齢者が多い破裂性真性胸部大動脈瘤はステントグラフト内挿術が初期治療として望ましいと考えられる

が, 瘤の形態的な制限が依然として大きな障害要因であり, 今後分枝付きステントグラフトなどの登場が待たれるところである³⁷⁾。

外傷性大動脈損傷

上行大動脈損傷が受傷時に致死的多いことが多い影響からか^{38, 39)}, 臨床的に治療の対象となるのは80%近くが大動脈峡部損傷(isthmus injury)であると報告されている^{40, 41)}。

50年前に報告された逸話的なParmleyらによる外傷性大動脈損傷における致死的多い経過³⁸⁾が現在においても同様であるかは議論のあるところではあるが, 受傷直後は救急隊到着後搬送中や他院からの転院中にも大動脈損傷部の再破裂により死亡に至る症例は救命センターにおいては毎年経験するところであり, 血行動態安定例においても約10%程度の再破裂例があることを考慮すると^{41, 42)}, 可及的早期の外科治療が望ましいと考えている。

しかしながら大動脈損傷は単独損傷であることは少なく多くの症例が多発外傷症例である。特に頭蓋内出血を合併している症例に対してはヘパリン投与および大動脈遮断等の手技を要する従来の開胸人工血管置換術の適応は大きく制限されてしまう。このような状況は少なからず経験することから一部の施設では大動脈損傷に対する急性期保存治療の成績が報告されている⁴²⁻⁴⁴⁾。

一部の軽症な大動脈損傷に対する急性期保存治療が有効な点は理解できるが, 救命センターとしては頭部外傷による脳圧亢進症例に対しては十分な脳灌流圧を維持しようとする大動脈損傷に対する降圧治療は許容できず, 数日間に及ぶ安静保持は骨盤四肢骨折に対する治療およびリハビリ開始の遅れが必至であり退院後の生活レベルまでを視野に入れた治療方針とは言いがたい。

これらの問題点を概ね解決可能である治療法がステントグラフト内挿術と考えられる。腹部臓器等の活動性出血がなければステントグラフト内挿術は骨盤四肢外傷に対する急性期処置と並行して手術が可能であり, 大動脈損傷部からの再破裂の可能性を低下させることにより頭部外傷に対する積極的治療および骨盤四肢外傷に対するリハビリも超急性期に開始可能となっている。最近の他施設多数例での検討においても従来の開胸人工血管置換術よりステントグラフト内挿術の成績が良好であると報告されておりステントグラフト内挿術による止血効果は多くの症例で期待できるようである⁴⁴⁻⁴⁹⁾。救命に限



Figure 3 DSA images before (A) and after (B) stent-grafting. A 73-year-old woman with blunt aortic injury and pelvic fracture underwent emergency stent-grafting using a fenestrated stent graft in zone 1. The left carotid artery and the left subclavian artery were well preserved (B).

© 2008 The Japanese Circulation Society All rights reserved. Kurimoto Y, Ito T, Harada R et al: Management of left subclavian artery in endovascular stent-grafting for distal aortic arch disease. *Circ J*, 2008, **72**: 449–453.

らず術後の合併症も従来の開胸手術では無視できず⁴³⁾、当院では多発外傷例ではステントグラフト内挿術を第一選択としてよいと考えている(**Fig. 3**)。経験することは少ないが、縦隔血腫を伴わない仮性瘤タイプや破裂所見の認めない外傷性B型大動脈解離は保存治療の選択も可能であろう⁵⁰⁾。

欧米での外傷性大動脈損傷に対するステントグラフト内挿術の報告は企業製デバイスを用いた報告が多く受傷からステントグラフト留置までの時間経過はデバイスの到着を待ってからという施設が多いと考えられるが手術死亡率は0%に近い報告が多い^{44~48)}。また死亡原因も大動脈損傷によることは少なく、多くが受傷時から存在する合併損傷によることが多い⁴⁶⁾。近年は通常開胸手術においても補助循環を用いることにより対麻痺の発生率は約5%と低下しているが、外傷例は比較的若年齢が多いこと^{42, 44)}を考慮すると対麻痺発生率も0%に近い数字が望ましく外傷例に対するステントグラフト内挿術は理想的である^{44~48)}。

外傷性大動脈損傷に対するステントグラフト内挿術が施行されて観察期間が短い影響もあるが、術後遠隔期に再度ステントグラフト内挿術を施行した報告は少ない⁴⁷⁾。今後、遠隔期の問題点が指摘されるとしても多発外傷例に対するステントグラフト内挿術は全身状態が改善するまでの最低限ブリッジ的な意味としては有用な治

療手段に変わりないと思われる。欧米では真性胸部大動脈瘤に対する企業製デバイスを用いるため若年症例の小口径大動脈にオーバーサイズのデバイスが選択され重篤な合併症が生じる可能性があるが、本邦においては2008年2月時点でハンドメイド使用しか選択肢がないため適切なサイズのデバイスが使用され小口径の大動脈はステントグラフト留置が容易である。外傷性大動脈損傷に対するステントグラフトの問題点は損傷部が大動脈弓部の重要な頭部分枝に近いこと十分な中枢側ネック確保が困難となることと、若年者症例で経験することの多い急峻な大動脈弓によるステントグラフト中枢内弯側のグラフトの浮きが生じることと考えている。

今後も観察増加することによりステントグラフトの移動やリークの出現等問題点が報告されてくることが考えられる。手技の難易度および不明な遠隔成績から、現時点では若年の大動脈損傷単独例に対してのステントグラフト内挿術の適応は慎重であるべきと考えている。

破裂または臓器虚血を合併する急性B型大動脈解離

急性大動脈解離による合併症を有しないB型症例に対しては急性期保存治療が選択されている^{50~52)}。発症時緊急手術を要しないB型大動脈解離症例の早期死亡率は13%であるのに対し、急性大動脈解離による合併症に

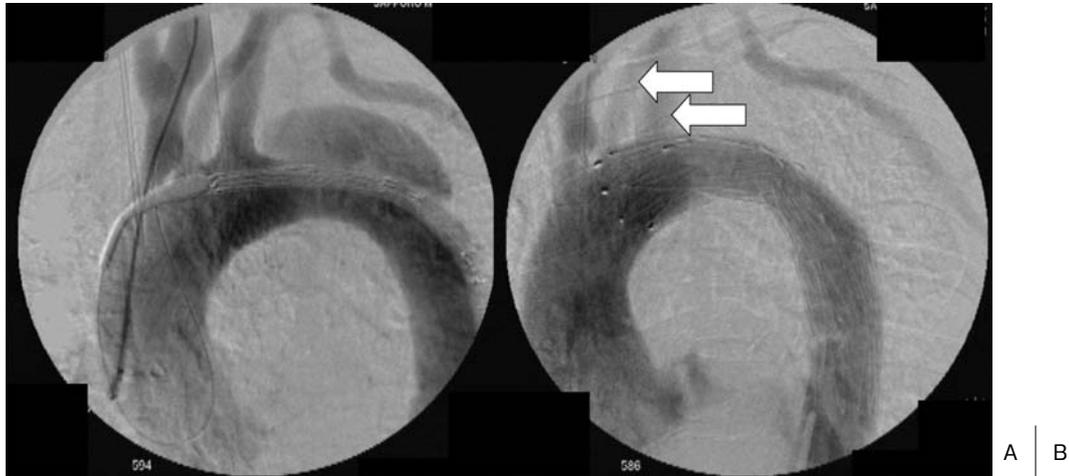


Figure 4 DSA images before (A) and after (B) stent-grafting. A 57-year-old man with acute type IIIa aortic dissection ruptured into the left pleural cavity. In addition to complete entry closure, full patency of the left carotid artery and the left subclavian artery is achieved by the fenestrated stent graft (white arrows).

© 2006 Dove Medical Press Limited. All rights reserved. Kurimoto Y, Morishita K, Asai Y: Endovascular stent-graft placement for vascular failure of the thoracic aorta. *Vasc Health Risk Manag*, 2006, 2: 109–116.

対する緊急外科治療を要する症例では32%と不良である⁵¹⁾。特に破裂例および臓器虚血例における早期死亡率は61.6%、45.5%と高率となる⁵¹⁾。従来の開胸人工血管置換術をはじめとする外科治療法は急性大動脈解離による合併症を認めた症例に対しては手術自体の侵襲性により治療成績に限界があり、ステントグラフト内挿術等の非侵襲的な治療法の応用が開始されている。

急性大動脈解離による合併症を有する症例に対するステントグラフト内挿術は1990年より報告されており当初より早期死亡率16%と良好であった⁵³⁾。2000年以降においては早期死亡率10%以下とさらに良好な報告がされている^{54–57)}。救命センターにおけるわれわれの経験からは驚くほどの良好な成績である。これらの報告は大規模な施設からのものが多く、他院からの紹介症例を対象とすることが多く、ステントグラフト内挿術等の適応を決める時点で既に血行動態不良例等の除外選択が非意図的にしる存在することを考慮しなければならない。

急性B型大動脈解離における急性期死亡2大原因である破裂と臓器虚血について以下考察する^{50,51)}。急性B型大動脈解離に合併する胸部下行大動脈偽腔破裂に対するステントグラフトによるエントリー閉鎖は限局解離例(**Fig. 4**)²³⁾を除くと現時点での有効性は議論のあるところである。広範囲解離においては横隔膜以下の大動脈およ

び腸骨動脈に存在するリエントリーからの血流は残存するため胸部下行偽腔に対しては完全な止血というよりは中枢側エントリー閉鎖による減圧効果に期待する治療法となる。偽腔の血栓化が確認されても実際に大動脈径縮小が観察されなければエンドテンションが存在する可能性は高い。教室での経験からも胸部大動脈緊急疾患に対する緊急ステントグラフト内挿術において急性解離に合併した破裂症例に対する成績が最も不良であり8例中3例が病院死亡(37.5%)となった。しかしながら通常開胸人工血管置換術においても救命困難な状況を考慮すると症例によってはステントグラフト内挿術の選択もあり得ると考えている^{55–59)}。当然のことながら術後は再破裂や大動脈食道および肺瘻などの不良な転帰をとることもあるので慎重な経過観察を要する^{4,57)}。

一方、急性B型大動脈解離に合併する臓器虚血に対する血管内治療は非常に有用な治療手段と考えられる。適応を決定する際に重要なことは虚血臓器への大動脈分枝灌流障害が生じた機序を明確に診断することにある。治療の必要性の有無は別として大動脈からの分枝灌流障害は大動脈解離症例の約40%に合併しているとの報告もある^{60,61)}。

分枝灌流障害を生じる機序として大きくdynamic mechanism(偽腔拡大により真腔が狭小化し真腔分岐の

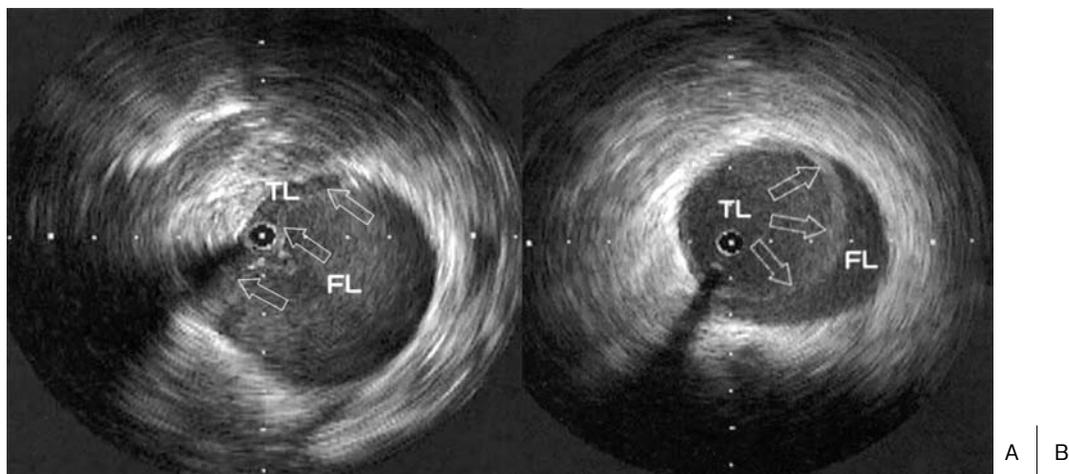


Figure 5 Intravascular ultrasound (IVUS) images before (A) and after (B) stent grafting. A 58-year-old man with acute type B aortic dissection complicated with visceral and leg ischemia. IVUS images revealed a severely compressed true lumen of the abdominal aorta and deformed intimal flap (arrow on left) and also well-restored blood flow in the true lumen of the abdominal aorta after entry closure of the descending thoracic aorta (right).

TL: true lumen, FL: false lumen.

© 2007 Elsevier B.V. All rights reserved. Kurimoto Y, Morishita K, Kawaharada N et al: Immediate endovascular stent-grafting for leg ischemia secondary to acute aortic dissection: report of a case. *Ann Vasc Surg*, 2007, **21**: 515–518.

動脈に灌流障害が生じる)とstatic mechanism(大動脈分枝動脈自体にも解離が生じ灌流障害を生じる)に分ける報告が多い⁶¹⁻⁶³。他に偽腔の血栓閉塞化に伴い偽腔分岐の動脈も閉塞する状況も経験するが経カテーテル治療の選択は限られるものと思われる。static mechanismによる分枝灌流不全に対するステント留置などによる治療は古くから報告のあるところであり⁵⁸、大動脈への直接の操作が不要のことも多いが、dynamic mechanism症例に関してはいくつかのアプローチ法があり議論の多いところである。従来はdynamic mechanismによる臓器虚血(下肢虚血も含まれるが多くは非解剖学的大腿動脈へのバイパス術にて治療されてきた)に対しては外科的なfenestrationが施行されてきており^{60, 64, 65}、A型解離の心タンポナーデを含む破裂症例を除き、中枢側エントリー部の人工血管置換術に先行して臓器虚血を治療することにより臓器虚血合併症例における早期死亡率を23%にまで改善させたとの報告がある⁶⁰。しかしながら急性期中枢側エントリー閉鎖が必須ではないB型解離症例においては開腹(または開胸)操作の侵襲を回避できる経カテーテル的fenestrationは魅力的な治療法であり、限られた症例に対してではあるが良好な成績が報告されている^{61, 62, 66}。

A型解離の臓器虚血合併例に対し中枢側エントリー切除人工血管置換術を施行すると上下肢虚血に関しては92%の症例で改善を得たとして、腸管虚血も含め中枢側に対する手術を勧めている報告もあるが⁶⁷、腸管虚血をはじめとする腹部臓器虚血に関しては中枢側エントリー閉鎖に先行して臓器虚血に対する治療を優先させるべきとの報告もある⁶⁵。従来の開胸手術では依然議論のあるところではあるが、血管内治療による戦略を考慮する際にはステントグラフトの登場により両方のアプローチが可能となってきた。経カテーテルによるfenestrationでは開窓部の口径の制限があり、外科的または経カテーテルfenestrationともに偽腔への血流が残存するため破裂の危険性も継続するため^{59, 60}、急性B型大動脈解離に合併したdynamic mechanismによる臓器虚血に対してはステントグラフトによる中枢側エントリー閉鎖を先行させるのが最も効率の良い治療法だと考えている(Fig. 5)⁶⁹。

大動脈解離症例に対するステントグラフト内挿術の適応に関しては今なお議論はあるが、以上述べてきた急性B型大動脈解離の致死合併症例に対する救命処置としてのステントグラフトをはじめとした血管内治療は有用な方法であることは間違いなく考えている^{54-58, 61, 62, 66}。

おわりに

致死的疾患であることの多い緊急胸部大動脈疾患は救命救急センターにおいて経験する代表的疾患である。術前となる搬入時に全身状態不良であることが多く、低侵襲治療としてのステントグラフト内挿術は有用である。

また待機症例同様に術後の慎重なフォローが一定の頻度で生じる遠隔期の重篤なステントグラフト関連合併症回避のために重要である。

文 献

- 1) Kouchoukos NT, Dougenis D: Surgery of the thoracic aorta. *N Engl J Med*, 1997, **336**: 1876–1888.
- 2) Svensson LG: Natural history of aneurysms of the descending and thoracoabdominal aorta. *J Card Surg*, 1997, **12** (2 Suppl): 279–284.
- 3) Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD: Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg*, 1991, **5**: 491–499.
- 4) Dake MD, Miller DC, Semba CP et al: Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *N Engl J Med*, 1994, **331**: 1729–1734.
- 5) Mitchell RS, Miller DC, Dake MD et al: Thoracic aortic aneurysm repair with an endovascular stent graft: The “first generation”. *Ann Thorac Surg*, 1999, **67**: 1971–1974.
- 6) Bortone AS, De Cillis E, D’Agostino D et al: Endovascular treatment of thoracic aortic disease: four years of experience. *Circulation*, 2004, **110** (11 Suppl 1): II262–II267.
- 7) Bavaria JE, Appoo JJ, Makaroun MS et al: Endovascular stent grafting versus open surgical repair of descending thoracic aortic aneurysms in low-risk patients: a multicenter comparative trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, **133**: 369–377.
- 8) Orend KH, Scharrer-Palmer R, Kapfer X et al: Endovascular treatment in diseases of the descending thoracic aorta: 6-year results of a single center. *J Vasc Surg*, 2003, **37**: 91–99.
- 9) Demers P, Miller DC, Mitchell RS et al: Midterm results of endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms with first-generation stent grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, **127**: 664–673.
- 10) Doss M, Wood JP, Balzer J et al: Emergency endovascular interventions for acute thoracic aortic rupture: four-year follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, **129**: 645–651.
- 11) Melnitchouk S, Pfammatter T, Kadner A et al: Emergency stent-graft placement for hemorrhage control in acute thoracic aortic rupture. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2004, **25**: 1032–1038.
- 12) Makaroun MS, Dillavou ED, Kee ST et al: Endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms: results of the phase II multicenter trial of the GORE TAG thoracic endoprosthesis. *J Vasc Surg*, 2005, **41**: 1–9.
- 13) Cowley RA, Turney SZ, Hankins JR et al: Rupture of thoracic aorta caused by blunt trauma. A fifteen-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1990, **100**: 652–661.
- 14) Crawford ES, Hess KR, Cohen ES et al: Ruptured aneurysm of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. Analysis according to size and treatment. *Ann Surg*, 1991, **213**: 417–426.
- 15) Johansson G, Markström U, Swedenborg J: Ruptured thoracic aortic aneurysms: a study of incidence and mortality rates. *J Vasc Surg*, 1995, **21**: 985–988.
- 16) Miller DC, Mitchell RS, Oyer PE et al: Independent determinants of operative mortality for patients with aortic dissections. *Circulation*, 1984, **70** (3 Pt 2): II53–II64.
- 17) Miller OL, Calhoon JH: Acute traumatic aortic transection. In: Kaiser LR, eds. *Mastery of cardiothoracic surgery*. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997: 478–479.
- 18) Nienaber CA, Fattori R, Lund G et al: Nonsurgical reconstruction of thoracic aortic dissection by stent-graft placement. *N Engl J Med*, 1999, **340**: 1539–1545.
- 19) Lemaire SA, Rice DC, Schmittling ZC et al: Emergency surgery for thoracoabdominal aortic aneurysms with acute presentation. *J Vasc Surg*, 2002, **35**: 1171–1178.
- 20) Kurimoto Y, Asai Y, Nakajima T et al: Endovascular stent-grafting can be considered as an initial management for thoracic aortic emergency. *Circulation*, 2007, **116** (Suppl II): II684.
- 21) Mastroroberto P, Chello M: Emergency thoracoabdominal aortic aneurysm repair: clinical outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1999, **118**: 477–482.
- 22) Huynh TT, Miller CC 3rd, Estrera AL et al: Thoracoabdominal and descending thoracic aortic aneurysm surgery in patients aged 79 years or older. *J Vasc Surg*, 2002, **36**: 469–475.
- 23) Kurimoto Y, Morishita K, Asai Y: Endovascular stent-graft placement for vascular failure of the thoracic aorta. *Vasc Health Risk Manag*, 2006, **2**: 109–116.
- 24) Greenberg RK, O’Neill S, Walker E et al: Endovascular repair of thoracic aortic lesions with the Zenith TX1 and TX2 thoracic grafts: intermediate-term results. *J Vasc Surg*,

- 2005, **41**: 589–596.
- 25) Görlich J, Asquan Y, Seifarth H et al: Initial experience with intentional stent-graft coverage of the subclavian artery during endovascular thoracic aortic repairs. *J Endovasc Ther*, 2002, **9** (Suppl 2): II39–II43.
- 26) Czermak BV, Waldenberger P, Perkmann R et al: Placement of endovascular stent-grafts for emergency treatment of acute disease of the descending thoracic aorta. *AJR Am J Roentgenol*, 2002, **179**: 337–345.
- 27) Destrieux-Garnier L, Haulon S, Willoteaux S et al: Mid-term results of endoluminal stent grafting of the thoracic aorta. *Vascular*, 2004, **12**: 179–185.
- 28) Dagenais F, Normand JP, Turcotte R et al: Changing trends in management of thoracic aortic disease: where do we stand with thoracic endovascular stent grafts? *Can J Cardiol*, 2005, **21**: 173–178.
- 29) van Herzele I, Vermassen F, Durieux C et al: Endovascular repair of aortic rupture. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2003, **26**: 311–316.
- 30) Kurimoto Y, Ito T, Harada R et al: Management of left subclavian artery in endovascular stent-grafting for distal aortic arch disease. *Circ J*, 2008, **72**: 449–453.
- 31) Scheinert D, Krankenberg H, Schmidt A et al: Endoluminal stent-graft placement for acute rupture of the descending thoracic aorta. *Eur Heart J*, 2004, **25**: 694–700.
- 32) Semba CP, Kato N, Kee ST et al: Acute rupture of the descending thoracic aorta: repair with use of endovascular stent-grafts. *J Vasc Interv Radiol*, 1997, **8**: 337–342.
- 33) Morishita K, Kurimoto Y, Kawaharada N et al: Descending thoracic aortic rupture: role of endovascular stent-grafting. *Ann Thorac Surg*, 2004, **78**: 1630–1634.
- 34) Iannelli G, Piscione F, Di Tommaso L et al: Thoracic aortic emergencies: impact of endovascular surgery. *Ann Thorac Surg*, 2004, **77**: 591–596.
- 35) Grabenwoger M, Fleck T, Ehrlich M et al: Secondary surgical interventions after endovascular stent-grafting of the thoracic aorta. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2004, **26**: 608–613.
- 36) Buth J, Laheij RJ: Early complications and endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: Report of a multicenter study. *J Vasc Surg*, 2000, **31** (1 Pt 1): 134–146.
- 37) Schneider DB, Curry TK, Reilly LM et al: Branched endovascular repair of aortic arch aneurysm with a modular stent-graft system. *J Vasc Surg*, 2003, **38**: 855.
- 38) Parmley LF, Mattingly TW, Manion WC et al: Nonpenetrating traumatic injury of the aorta. *Circulation*, 1958, **17**: 1086–1101.
- 39) Fishbone G, Robbins DI, Osborn DJ et al: Trauma to the thoracic aorta and great vessels. *Radiol Clin North Am*, 1973, **11**: 543–554.
- 40) Duhaylongsod FG, Glower DD, Wolfe WG: Acute traumatic aortic aneurysm: the Duke experience from 1970 to 1990. *J Vasc Surg*, 1992, **15**: 331–343.
- 41) Fabian TC, Richardson JD, Croce MA et al: Prospective study of blunt aortic injury: Multicenter Trial of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma*, 1997, **42**: 374–383.
- 42) Holmes JH 4th, Bloch RD, Hall RA et al: Natural history of traumatic rupture of the thoracic aorta managed nonoperatively: a longitudinal analysis. *Ann Thorac Surg*, 2002, **73**: 1149–1154.
- 43) Walker WA, Pate JW: Medical management of acute traumatic rupture of the aorta. *Ann Thorac Surg*, 1990, **50**: 965–967.
- 44) Rousseau H, Dambrin C, Marcheix B et al: Acute traumatic aortic rupture: a comparison of surgical and stent-graft repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, **129**: 1050–1055.
- 45) Marty-Ané CH, Berthet JP, Branchereau P et al: Endovascular repair for acute traumatic rupture of the thoracic aorta. *Ann Thorac Surg*, 2003, **75**: 1803–1807.
- 46) Dunham MB, Zygun D, Petrasek P et al: Endovascular stent grafts for acute blunt aortic injury. *J Trauma*, 2004, **56**: 1173–1178.
- 47) Neuhauser B, Czermak B, Jaschke W et al: Stent-graft repair for acute traumatic thoracic aortic rupture. *Am Surg*, 2004, **70**: 1039–1044.
- 48) Wellons ED, Milner R, Solis M et al: Stent-graft repair of traumatic thoracic aortic disruptions. *J Vasc Surg*, 2004, **40**: 1095–1100.
- 49) Demetriades D, Velmahos G, Scalea TM et al: Operative repair or stent/graft in blunt traumatic thoracic aortic injuries: results of a multicenter AAST study. *J Trauma*, 2007, Suppl: 32.
- 50) Umaña JP, Mittler DC, Mitchell RS: What is the best treatment for patients with acute type B aortic dissections—medical, surgical, or endovascular stent-grafting? *Ann Thorac Surg*, 2002, **74**: S1840–S1843.
- 51) Suzuki T, Mehta RH, Ince H et al: Clinical profiles and outcomes of acute type B aortic dissection in the current era: lessons from the international registry of aortic dissection (IRAD). *Circulation*, 2003, **108** (Suppl 1): II312–II317.
- 52) Kusagawa H, Shimono T, Ishida M et al: Changes in false lumen after transluminal stent-graft placement in aortic dissections. Six years' experience. *Circulation*, 2005, **111**: 2951–2957.

- 53) Williams DM, Brothers TE, Messina LM: Relief of mesenteric ischemia in type III aortic dissection with percutaneous fenestration of the aortic septum. *Radiology*, 1990, **174**: 450–452.
- 54) Doenst T, Schlensak C, Beyersdorf F: Limitations to the therapeutic potential of endoluminal stent placement in the thoracic aorta. *Circulation*, 2000, **101**: e96.
- 55) Herold U, Piotrowski J, Baumgart D et al: Endoluminal stent graft repair for acute and chronic type B aortic dissection and atherosclerotic aneurysm of the thoracic aorta: an interdisciplinary task. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2002, **22**: 891–897.
- 56) Hutschala D, Fleck T, Czerny M et al: Endoluminal stent-graft placement in patients with acute aortic dissection type B. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2002, **21**: 964–969.
- 57) Duebener LF, Lorenzen P, Richardt G et al: Emergency endovascular stent-grafting for life-threatening acute type B aortic dissections. *Ann Thorac Surg*, 2004, **78**: 1261–1267.
- 58) Slonim SM, Miller DC, Mitchell RS et al: Percutaneous balloon fenestration and stenting for life-threatening ischemic complications in patients with acute aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1999, **117**: 1118–1126.
- 59) Bortone AS, Schena S, D'Agostino D et al: Immediate versus delayed endovascular treatment of post-traumatic aortic pseudoaneurysms and type B dissections: retrospective analysis and premises to the upcoming European trial. *Circulation*, 2002, **106** (12 Suppl 1): I234–I240.
- 60) Cambria RP, Brewster DC, Gertler J et al: Vascular complications associated with spontaneous aortic dissection. *J Vasc Surg*, 1988, **7**: 199–209.
- 61) Lauterbach SR, Cambria RP, Brewster DC et al: Contemporary management of aortic branch compromise resulting from acute aortic dissection. *J Vasc Surg*, 2001, **33**: 1185–1192.
- 62) Beregi JP, Haulon S, Otal P et al: Endovascular treatment of acute complications associated with aortic dissection: midterm results from a multicenter study. *J Endovasc Ther*, 2003, **10**: 486–493.
- 63) Vedantham S, Picus D, Sanchez LA et al: Percutaneous management of ischemic complications in patients with type-B aortic dissection. *J Vasc Interv Radiol*, 2003, **14** (2 Pt 1): 181–194.
- 64) Deeb GM, Williams DM, Bolling SF et al: Surgical delay for acute type A dissection with malperfusion. *Ann Thorac Surg*, 1997, **64**: 1669–1677.
- 65) Oderich GS, Panneton JM: Acute aortic dissection with side branch vessel occlusion: open surgical options. *Semin Vasc Surg*, 2002, **15**: 89–96.
- 66) Fann JJ, Sarris GE, Mitchell RS et al: Treatment of patients with aortic dissection presenting with peripheral vascular complications. *Ann Surg*, 1990, **212**: 705–713.
- 67) Elefteriades JA, Hammond GL, Gusberg RJ et al: Fenestration revisited. A safe and effective procedure for descending aortic dissection. *Arch Surg*, 1990, **125**: 786–790.
- 68) Kurimoto Y, Morishita K, Kawaharada N et al: Immediate endovascular stent-grafting for leg ischemia secondary to acute aortic dissection: report of a case. *Ann Vasc Surg*, 2007, **21**: 515–518.

Thoracic Aortic Stent Grafting as a Life-saving Procedure in an Emergency Medical Center

Yoshihiko Kurimoto,^{1,2} Yasufumi Asai,¹ Mamoru Hase,¹ Satoshi Nara,¹ Kazuhisa Mori,¹ Naoya Yama,³ Toshiro Ito,²
Toshio Baba,² Nobuyoshi Kawaharada,² and Tetsuya Higami²

¹Department of Traumatology and Critical Care Medicine, Sapporo Medical University, Sapporo, Japan

²Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Sapporo Medical University, Sapporo, Japan

³Department of Radiology, Sapporo Medical University, Sapporo, Japan

Key words: stent graft, ruptured thoracic aortic aneurysm, aortic injury, aortic dissection, organ ischemia

Endovascular stent-graft placement (ESGP) has contributed to better outcome as an initial treatment for aortic emergencies such as rupture, aortic injury, and complicated acute type-B aortic dissection.

In cases of ruptured degenerative thoracic aortic aneurysm, early mortality rates of ESGP are reportedly about 10% despite the fact that most patients are elderly. In addition, postoperative morbidity including paraplegia is also superior in ESGP compared to conventional open repair.

In cases of blunt aortic injury (BAI), most patients are complicated with other serious injuries. ESGP has changed surgical strategy for BAI and partially resolved some clinical dilemmas. The early mortality rate is almost 0%. Although BAI is a very good indication for ESGP, young patients should be managed deliberately because of unfavorable aortic arch anatomy and unknown long-term results.

In cases of complicated acute type B aortic dissection, the two main determinants of death, shock from rupture and visceral ischemia, could be managed by ESGP with or without conventional endovascular interventions. Recent reports disclosed less than 10% early mortality with ESGP for complicated acute aortic dissection.

The importance of close follow-up should be stressed to avoid some devastating late complications following ESGP.

(*J Jpn Coll Angiol*, 2008, **48**: 283–292)