

腹部大動脈瘤に対するステントグラフト内挿術の検討

海野 直樹^{1,2} 山本 尚人^{1,2} 犬塚 和徳^{1,2} 相良 大輔^{1,2} 鈴木 実^{1,2}
西山 元啓^{1,2} 今野 弘之¹

要 旨：企業製作のステントグラフト(SG)の輸入が近い将来認可されることになり、大動脈疾患治療におけるSG内挿術の普及が予想される。今回、2000年7月から2005年11月までに浜松医科大学第2外科・血管外科で腹部大動脈疾患に対して行われたSG内挿術51症例について検討した。手術は全例自作SGを用いて手術室で行われた。うち緊急手術例は6例であり、いずれも開腹手術は困難と考えられた5例が術前ショック状態であった。6例中3例を救命できた。SG内挿術導入後、当科における腹部大動脈瘤(AAA)手術件数は2000年の14例から2005年の40例までに増加した。SG内挿術はその約50%を占めた。術式は主としてaorto-uniliac SG + 交叉バイパスを用いた。AAAに対するSG内挿術の手術時間、術中出血量は年々減少し、2005年には平均約3時間、出血量は約200mlで施行した。平均21カ月の観察期間中、SGの破損や、遊走例はなかった。また交叉バイパスの一次開存率は100%だった。待機的AAA SG内挿術45例中7例15.6%にendoleakが認められた。うち4例は1年以上endoleakが持続したため、SG再内挿術2例、人工血管置換術1例、下腸間膜動脈結紮術1例が行われた。SG内挿術の初期、中期の成績は良好であり、また緊急症例の救命に有用であることから、人工血管置換術とともに、血管外科における標準術式の一つとして普及が待たれる。(J Jpn Coll Angiol, 2006, 46: 391-396)

Key words: abdominal aortic aneurysm, stentgraft, emergency endovascular aortic aneurysm repair, endoleak

序 言

大動脈瘤に対するステントグラフト(SG)内挿術は、欧米では標準的術式として広く普及し、アジアにおいても日本以外の国々ではすでに導入されている。しかしながら、わが国においては企業製作のSGの輸入が認められていないこと、また人工血管置換術の成績が非常に良いからという理由で、限られた施設が自作で患者一例一例に合わせたサイズのSGを作製して使用しているのが現状である。われわれは腹部大動脈疾患治療にSG内挿術を積極的に導入してきたので、その治療成績について検討し、報告する。

対象と方法

2000年7月から2005年11月までに浜松医科大学第2外科・血管外科で大動脈腸骨動脈領域に70症例のSG内挿術が施行されたが、うち腹部大動脈に施行された51症例を今回の対象とした。SG内挿術は当大学医学部倫理委員会による承認のもと、患者ならびに患者家族から十分なインフォームドコンセントを得て行った。治療成績の検討は緊急手術症例6例と待機手術症例45例に分けて検討した。

当科における腹部大動脈瘤(abdominal aortic aneurysm: AAA)に対するSG内挿術の適応は、80歳以上の高齢者、重篤な心機能低下、呼吸機能低下患者、複数回の開腹術あるいは人工肛門、回腸導管などを有するいわ

¹浜松医科大学第2外科

²浜松医科大学血管外科

2006年1月10日受付 2006年7月1日受理

Table 1 Summary of emergency aortic endovascular repair

Case	Age / Sex	Diagnosis	Prognosis
1	79 / M	Ruptured TAAA, severe COPD, shock	dead
2	71 / M	Ruptured AAA (type F4), daily prescription of anti-coagulation drug, difficult to prepare type AB blood for transfusion, shock	alive
3	59 / M	Traumatic abdominal aortic rupture, concomitant with von Recklinghausen disease, shock	alive
4	73 / M	Impending rupture of inflammatory AAA	alive
5	48 / M	Ruptured pseudoaneurysm of TAAA with pancreatic fistula after nephrectomy and partial resection of pancreas (kidney cancer invasion), shock	dead
6	70 / M	Ruptured AAA during chemotherapy and radiation therapy for maxillary sinus cancer, shock	dead

TAAA: thoracoabdominal aortic aneurysm, COPD: chronic obstructive pulmonary disease, AAA: abdominal aortic aneurysm

ゆる hostile abdomen の患者、稀な血液型、あるいはエホバの証人など輸血困難な患者、aorto-enteric fistula や aorto-ureteric fistula などの出血性ショック時の bridge surgery などとしている。また解剖学的適応としては、proximal neck 長が 15mm 以上あり、同部の血管径が 30mm 未満であること、proximal neck angle が 90 度未満であることとしている。SG 内挿術は全例手術室で、全身麻酔あるいは局所麻酔下で、以下のごとく行った。

まず SG は Z stent と spiral Z stent (Medico's Hirata 社製) を組み合わせた後、woven polyester graft (UBE Woven-Graft, 宇部興産製) に固定し、末梢側を tapering させて自作した。tapering させた SG の中枢側径は症例によって 30 ~ 40mm、末梢側径は 10 ~ 20mm とした。これを Medikit 社製イントロデューサーシース (20 または 22Fr) に先端格納して、大腿動脈または外腸骨動脈を切開してシースを挿入した。その際、適宜上腕動脈との間であらかじめワイヤーを通しておき、tug of wire 法を用いてシースを進めた。その後、SG をシースより放出して目的の位置に開放固定した。対側総腸骨動脈はコイルにて塞栓した (径 8 ~ 10mm の Boston Scientific 社製 GDC coil を通常 2 ~ 3 個使用)。その後、径 8mm の knitted Dacron graft (Gelsoft, Sulzer Medica 社製) にて大腿または外腸骨動脈 - 大腿動脈交叉バイパス術を行った。術中の血管造影あるいは 1 カ月以内の CT 撮影で同定された endoleak を primary endoleak とし、その後に出現した endoleak を secondary endoleak とした。術後 3 カ月ごとの外来通院にて腹部超音波検査あるいは CT にて endoleak の有無、瘤径の変化について観察した。

結 果

(1) 緊急 SG 内挿術症例について

Table 1 に示したように腹部大動脈の 6 例 (2 例は胸腹部大動脈) に緊急手術が行われ、うち 3 例を救命しえた。いずれも開腹下の人工血管置換術は非常に困難と考えられた症例であり、ショック状態にあった患者 5 例中 3 例では SG 挿入により、vital sign を安定化させることができた。しかし症例 1 を大動脈気管瘻再出血、症例 5 を術中出血多量、症例 6 を術後多臓器不全で失った。

(2) SG 内挿術導入後の腹部大動脈瘤、腸骨動脈瘤手術症例数の推移

当科は SG 内挿術導入前 (2000 年以前) は年間 10 数例の AAA に対して人工血管置換術を施行していたにすぎなかったが、SG 内挿術導入後は右肩上がりになり症例数は増加し、2005 年は 11 月までに年間 40 症例にまで増加した (Fig. 1)。SG 内挿術と開腹人工血管置換術の内訳は最近では約半々にまで SG 症例が増加している。多くは地域の開業医や、近隣の病院からの紹介であるが、特筆すべきは症例の増加に伴い、人工血管置換術症例数も増加していることである。

(3) SG 内挿術の手術時間、術中出血量の推移

待機的 SG 内挿術症例における手術時間、術中出血量の推移を Fig. 2 に示す。手術チームの習熟度 (learning curve) や、SG を術中に作製するのではなく、あらかじめ

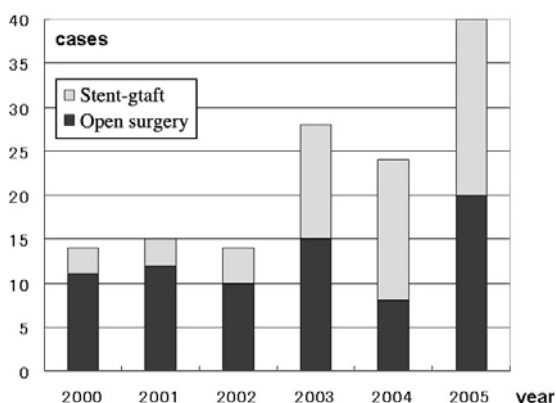


Figure 1 Transition of operative cases for aorto-iliac artery aneurysm in our department.

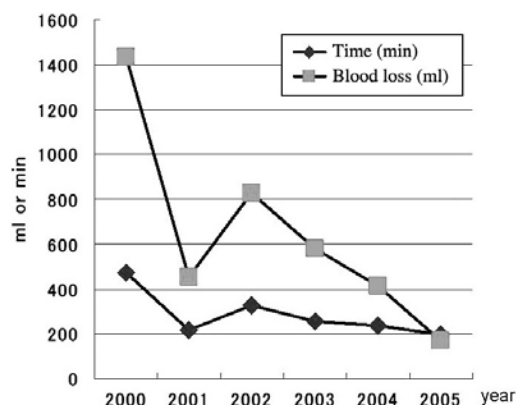


Figure 2 Transition of operating time and blood loss in elective endovascular AAA repair.

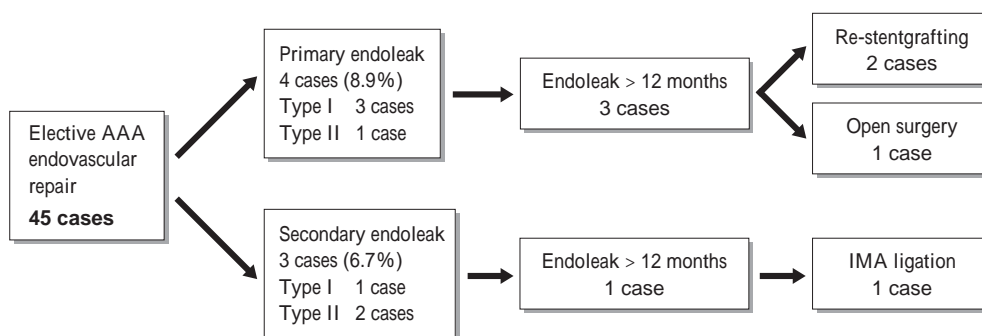


Figure 3 Outcome of endoleak after elective endovascular AAA repair. IMA: inferior mesenteric artery

め作製して滅菌処置し準備しておくことにより、手術時間は短縮し、現在は約3時間前後で手術が行えている。また出血量についても年とともに減少し、現在は約200ml前後の出血量で手術が行えており、セルセーパーや、輸血が必要な症例は限られている。

(4) AAA SG内挿術後のendoleakについて

待機的AAA SG内挿術45例中7例(15.6%)にendoleakを認めた。primary endoleakの4例はI型3例、II型1例だったが、1年以上の経過で収束しなかったI型endoleakの3例に対して、SG再内挿術2例と開腹人工血管置換術1例が施行された。II型の1例は術後6カ月の観察でendoleakは消失した。またsecondary endoleakの3例についてはI型1例、II型2例だったが、I型とII型のそれぞれ1例は1年以内に消失したが、1年以上endoleak

が持続したII型の1症例に対して下腸間膜動脈の結紮術が施行された(Fig. 3)。SG術後の瘤径の変化については1年以上継続して観察しえた21例中9例で瘤径が縮小、10例が不変、拡大が2例に認められた。またendoleakの有無で分けて瘤径の変化を追うと、endoleakのない16症例では持続的な瘤径の減少が認められたが、endoleakのある5例では1年間の観察で平均約4mmの瘤径の増大が認められた(Fig. 4)。

(5) SG内挿術遠隔期生命予後

待機的腹部大動脈瘤SG内挿術後の経過観察中に大動脈瘤破裂による死亡例はなかった。45例中4例が亡くなったが、その死因は大腸癌再発1例、肝臓癌再発1例、脳梗塞1例、肺炎1例であった(Fig. 5)。

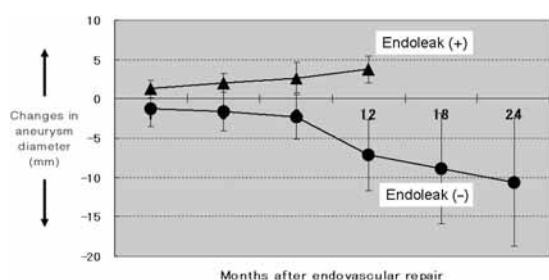


Figure 4 Changes in aneurysm diameter after elective endovascular AAA repair.

考 察

大動脈腸骨動脈領域のSG内挿術の導入において、日本は世界で最も遅れている国の一つと考えられる。しかし、ここに来てようやく企業製作のSGの輸入認可のめどが立ち、日本も遅ればせながらその使用がごく近い将来に認められることになると思われる。それに先立ち、われわれは自作SGを用いて積極的にSG内挿術を行ってきた。新しい術式であり、かつ自作のSGを用いることから、大学倫理委員会の承認や、患者、家族への十分なインフォームドコンセントが不可欠と考えている。

今回これまで当科で行ってきたSG内挿術を検討した結果、まずその緊急症例の検討から、SG内挿術が人工血管置換術が困難な症例においても救命に有用であることが判明した。どのような緊急症例にSG内挿術が有用かはいまだ明らかな基準はないが、開腹が困難な症例や、輸血が確保できないような症例に対して手術術式の1つとして考慮すべきではないかと考えている。また、これまで開腹人工血管置換術が絶対的適応とされた腹部大動脈瘤破裂症例においても欧米では積極的にSG内挿術を施行する施設が増えてきており、その良好な救命率が報告されつつある^{1,2)}。われわれもFitzgerald 4型のfree rupture症例にSG内挿術を行い、救命しえた症例を報告したが、ショック状態にある症例に対して、SGを内挿することにより、直ちにvital signを安定化させることができた³⁾。われわれが採用しているaorto-uniliac typeのSGは作製、内挿ともに容易で緊急症例では特に有用であると考えている。ただ患者それぞれに合ったサイズのステントと人工血管を緊急時に準備できるかという補給管理の問題が欧米でも取り上げられている⁴⁾。

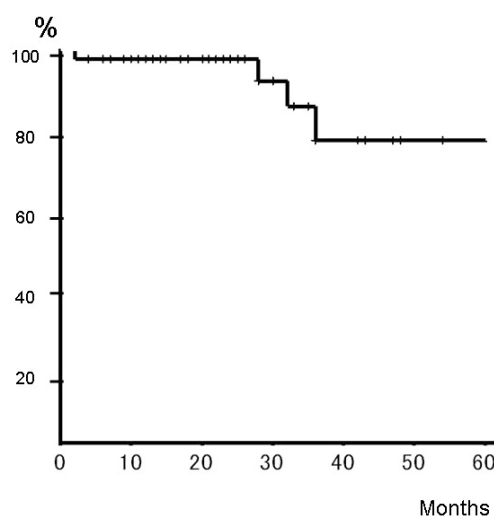


Figure 5 Survival of AAA patients who underwent elective endovascular AAA repair. Kaplan-Meier analysis, mean 23.8 months.

われわれは日常的にSG内挿術を待機手術として行うことで、日本人の平均的な体型に見合ったサイズのステントと人工血管を常にストックとして確保し緊急時に対応している。また近隣の医療機関から緊急手術の問い合わせがあった際には、電子メールの添付ファイルでCT画像を送ってもらい、SG内挿術が可能か否かを判断し、可能であればその旨連絡するとともに、同時に必要な器材のサイズを測定して準備し、患者搬送前にSGの製作を開始して、手術開始と同時にSGが内挿できるような態勢を目指している。感染性動脈瘤の破裂や、大動脈 - 食道瘻、大動脈 - 腸管瘻などの感染巣部にSGを留置してよいか否かは議論の分かれるところであるが⁵⁾、少なくとも、とりあえず救命し、vitalが安定したところで後に待機的に手術を行うまでのbridge surgeryとしての適応について、近年報告が増えている⁶⁾。

SG内挿術を導入後、当科における腹部大動脈手術症例数は増加の一途をたどってきた。医師会や、地域の研究会でSG内挿術についての説明や症例報告を行った結果、参加医師からの紹介患者が増加した。このことは人工血管置換術のみが手術術式の時代には、高齢や他の合併症の存在のため、紹介以前に手術を断念されていた症例が少なからず存在すること、インフォームドコンセントがより重視されるようになったため、患者に対して人工血管置換術だけではなく、SG内挿術と

いう術式があることを説明する必要が生じ、患者自身がSG内挿術を選択するケースが増えたこと(患者自身もインターネットなどで情報を取得できる)、などが挙げられると思う。実際、地域で唯一のSG内挿術施行施設という特性から当科における待機的AAA手術の約半数をSG内挿術が占めるようになった。手術に対するチームの習熟度も年々向上し、出血量200ml前後で行えるため、無輸血、局所麻酔での手術も可能となった。SG内挿術の低侵襲性については、術後のサイトカインや白血球の活性化の変動などから依然議論はあるものの^{7,8)}、大部分の患者は手術翌日から歩行と経口摂取を開始できている。そのため、在院日数の短縮化にも役立っている。

一方、SG内挿術には特有のさまざまな合併症が起こりうる。なかでも手術早期あるいは中長期的に出現するendoleakについて継続した観察が必要である。当科でも45例の待機的AAA SG内挿術のうち7例15.6%にendoleakが認められた。endoleakの発症にはSG中枢側大動脈の屈曲や、mural thrombusの存在、腎動脈からの瘤までの距離などが関与するといわれており、SG内挿術の適応に当たっては上述した条件について慎重に考慮する必要がある。不幸にしてendoleakを生じてしまった症例を経過観察していくと、自然に消失していくものと、1年たっても持続し、瘤径の増大傾向を示すものがある。われわれはこのendoleak持続例に対して、SG再内挿術、人工血管置換術、下腸間膜動脈結紮術を行うことにより対処した⁹⁾。endoleakに対しては外来において、CTやエコーにて継続的に観察していくことが重要と思われる。また、SG内挿術の他の合併症として骨盤内血流不全によるものがある。腸骨動脈瘤を合併しているような腹部大動脈瘤の場合、SGの末梢側の留置端が外腸骨動脈となり、内腸骨動脈を犠牲にせざるをえないことがある。この場合、開腹人工血管置換術と異なり、内腸骨動脈の再建は困難であり、骨盤内血流不全の結果、臀筋壊死や陰萎などの合併症が出現する。これら合併症を回避するための術中骨盤血流のモニター法の開発が重要と考えられる^{10,11)}。またaorto-uniiliac SGの場合、交叉バイパスの設置が不可欠であるが、交叉バイパスを行ったSG内挿術47例の一次開存率は平均23カ月の観察期間で100%であり、かつSGの破損や遊走といった合併症は生じていない。中期的な患者の生存分析からも、大動脈瘤破裂による死亡例は1

例もなく、瘤破裂を回避するというを第一の目的とすると、一応の成果が得られていると判断している。このことから、今後はSG内挿術の適応を少し広げ、より低年齢、より低リスクの患者に対してもSG内挿術を施行しても良いのではないかと考えている。

SG内挿術のコストについては、包括評価制度(DPC)が導入された2003年の最初の6カ月間に施行された、SG内挿術と人工血管置換術の当科における医療費を比較検討した¹²⁾。現在のDPCとは若干異なるものの、診療報酬総額は平均で人工血管置換術群が230,318点に対しSG群265,856点と、SG群で高値だった。現在は入院日数もさらに短縮し、諸検査も外来で行うようになったため、これより少ない額になっていると思われるが、諸外国の報告をみてもSG内挿術はよりコスト高であり、退院後も画像検査を定期的に継続する必要性や、2次的な処置の必要性などSG内挿術は明らかに人工血管置換術より高コストであることが指摘されている^{13,14)}。したがって今後、企業製作SGの普及に伴いSG内挿術が増加すると、限られた医療資源をいかに有効に使うかという点でcost-benefitの議論が必要になると考える。

文 献

- 1) Veith FJ, Ohki T: Endovascular approaches to ruptured infrarenal aorto-iliac aneurysms. *J Cardiothorac Surg*, 2002, **43**: 369-378.
- 2) Scharrer-Pamler R, Kotsis T, Kapfer X et al: Endovascular stent-graft repair of ruptured aortic aneurysms. *J Endovasc Ther*, 2003, **10**: 447-452.
- 3) 海野直樹, 三岡 博, 犬塚和徳 他: 緊急ステントグラフト内挿術を行った破裂性腹部大動脈瘤の1例. *日救急医学会誌*, 2005, **16**: 136-141.
- 4) Resch T, Malina M, Lindblad B et al: Endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms: logistics and short-term results. *J Endovasc Ther*, 2003, **10**: 440-446.
- 5) Biancari F, Romsis P, Perala J et al: Staged endovascular stent-grafting and surgical treatment of a secondary aortoduodenal fistula. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2006, **31**: 42-43.
- 6) Wellons ED, Milner R, Solis M et al: Stent-graft repair of traumatic thoracic aortic disruptions. *J Vasc Surg*, 2004, **40**: 1095-1100.
- 7) Odegard A, Lundbom J, Myhre HO et al: The inflammatory response following treatment of abdominal aortic aneurysms: a comparison between open surgery and endovascular repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2000, **19**:

- 536–544.
- 8) Morikage N, Esato K, Zenpo N et al: Is endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms less invasive regarding the biological responses? *Surg Today*, 2000, **30**: 142–146.
- 9) 海野直樹, 三岡 博, 斉藤孝晶 他: ステントグラフト内挿術 1 年後にエンドリークによる瘤径の拡大を来し, ステントグラフト再内挿術を施行した腹部大動脈瘤の一例. *日血外会誌*, 2004, **13**: 433–436.
- 10) Unno N, Inuzuka K, Mitsuoka H et al: Automated bedside measurement of penile blood flow using pulse-volume plethysmography. *Surg Today*, 2006, **36**: 257–261.
- 11) Inuzuka K, Unno N, Mitsuoka H et al: Intraoperative monitoring of penile and buttock blood flow during endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2006, **31**: 359–365.
- 12) 海野直樹, 三岡 博, 石丸 啓 他: 包括評価制度下における腹部大動脈瘤に対するY-graft置換術とStent-graft内挿術の比較検討. *日血外会誌*, 2004, **13**: 649–656.
- 13) Forbes TL, DeRose G, Kribs S et al: A cost-effectiveness analysis of standard versus endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Can J Surg*, 2002, **45**: 420–424.
- 14) Dryjski M, O'Brien-Irr MS, Hassett J: Hospital costs for endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysm. *J Am Coll Surg*, 2003, **197**: 64–70.

Outcome of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair

Naoki Unno,^{1,2} Naoto Yamamoto,^{1,2} Kazunori Inuzuka,^{1,2} Daisuke Sagara,^{1,2} Minoru Suzuki,^{1,2} Motohiro Nishiyama,^{1,2} and Hiroyuki Konno¹

¹Second Department of Surgery, Hamamatsu University School of Medicine, Shizuoka, Japan

²Division of Vascular Surgery, Hamamatsu University School of Medicine, Shizuoka, Japan

Key words: abdominal aortic aneurysm, stentgraft, emergency endovascular aortic aneurysm repair, endoleak

We reviewed the results of endovascular aneurysm repair (EVAR) for abdominal aortic aneurysm (AAA). Between July 2000 and November 2005, 70 patients underwent endovascular treatment for aortoiliac artery diseases at our department using a custom-made stentgraft. Among the patients, emergency operations were performed in 6 cases (2 for thoracoabdominal aortic aneurysm, 4 for ruptured abdominal aortic aneurysm). Three patients survived while 3 patients died. The number of operations for aortoiliac aneurysm increased steadily, almost half of which were EVAR. The learning curve was typical as indicated on the basis of operating time and the amount of bleeding. During the observation period (mean 23 months), neither device fracture nor migration occurred. Among 45 patients who underwent elective endovascular treatment for AAA, 7 patients (15.6%) showed endoleak. Four patients with persistent endoleak for more than 12 months were treated by re-stentgrafting (2 patients), graft replacement (1 patient) and ligation of inferior mesenteric artery (1 patient). In conclusion, the outcome of EVAR for AAA was favorable. The emergency endovascular stentgrafting may be particularly useful to improve the survival of patients with ruptured aneurysm.

(*J Jpn Coll Angiol*, 2006, **46**: 391–396)