

21世紀の血管外科を考える

血管内治療について

江里 健輔 善甫 宣哉 藤岡頭太郎
竹中 博昭 瀬山 厚司 古谷 彰

要 旨：21世紀の医療の中心は「Cure」から「Care」に変革するといわれている。高齢化社会になればなるほど、高齢者障害をもった患者が増加し、この障害を「Cure」することはほとんど不可能である。そこに、低侵襲医療がもとめられる所以がある。ステント・グラフティングは低侵襲であることより、この数年間に欧米を中心に急速に普及した治療法である。本邦では未だ保険収載されていないため、広く行われていないが、少しずつ臨床症例が増加しつつある。われわれの施設ではいち早くステント・グラフティングに積極的に取り組み、これまで多くの症例を経験してきた。手術死亡率、手術時間、術後入院期間、出血量などは従来の手術に比べ短く、かつ少なく、低侵襲であることを証明したが、endoleakをはじめとした合併症もかなりの頻度で発生し、解決しなければならない問題が残存している。今後、遠隔成績を厳重に観察し、ステント・グラフティングが新しい治療として、容認されるかどうかを慎重に見極めねばならない。

(日血外会誌 9: 631-637, 2000)

索引用語：胸部大動脈瘤、腹部大動脈瘤、ステント・グラフティング、低侵襲、将来像

1 歴 史

動脈瘤に対する血管内治療は新しいものではない。1684年、Mooreは瘤内にワイヤーを入れ、瘤の血栓化を試みている¹⁾。抗生物質が使用されるまでは、動脈瘤の原因の多くは梅毒であり、形態は嚢状であった。したがって、紡錘状に比べ、ワイヤーによる治療は良い適応であった。1879年、Corradiは絶縁体のワイヤーに電流を通じ、動脈瘤治療を行っている²⁾。Powerはトロカールより血栓形成を促進する自己拡張型ワイ

ヤーアンブレラを瘤内に入れる器具を考案した³⁾。1938年にはBlakemoreとKingは動脈瘤を電氣的に凝固する方法を考案したが、間もなく人工血管が開発され、顧みられなくなった⁴⁾。このような底流で、1964年、Dotter⁵⁾、さらにはGruntzig⁶⁾はカテーテルあるいはバルーン付きカテーテルを用いて閉塞・狭窄血管を拡張する手技を開発した。しかし、これらの方法は暴力的手法であるため、早晚拡張部は閉塞する運命にあった。これに対し、Dotter⁷⁾は自己拡張型ニチノールを血管内に挿入し、拡張した内腔を保持する方法を考案した。この報告ではじめて「ステントグラフト」なる名称が用いられた。ステント・グラフティングが本格的に行われはじめたのは、Parodiら⁸⁾が報告した1991年以降である。彼はバルーン拡張型PalmaZ stent

山口大学医学部第1外科 (Tel: 0836-22-2259)
〒755-8505 宇部市南小串 1-1-1
第28回日本血管外科学会総会 シンポジウム 1
21世紀の血管外科を考える

Table 1 Indication for stentgrafting of thoracic and abdominal aortic aneurysm

Thoracic aortic aneurysm	
Proximal neck in diameter	less than 37mm
Proximal neck in length	more than 15 mm
Abdominal aortic aneurysm	
Angulation of proximal neck	more than 120 degrees
Proximal neck in diameter	more than 30mm
Proximal neck in length	more than 15mm
Distal neck in length	more than 10mm

が開発されたことで、これに平織りポリエステル（ダクロン）人工血管を組み合わせたステント人工血管を腹部大動脈に挿入した。これに対し、胸部大動脈瘤に臨床応用を初めて報告したのはDakeら⁹⁾であった。この報告以来、世界各国でステント・グラフトの治験が開始された。本邦では加藤¹⁰⁾、井上ら¹¹⁾がいち早く臨床応用を開始した。

2 適 応

Intraarterial digital subtraction angiogramで得られた所見で、瘤形態を解剖学的に判断し、ステント・グラフトの可能性を決定する。ついで、全身状態より全身麻酔に耐えうるかどうかを判断する。

1) 瘤 径

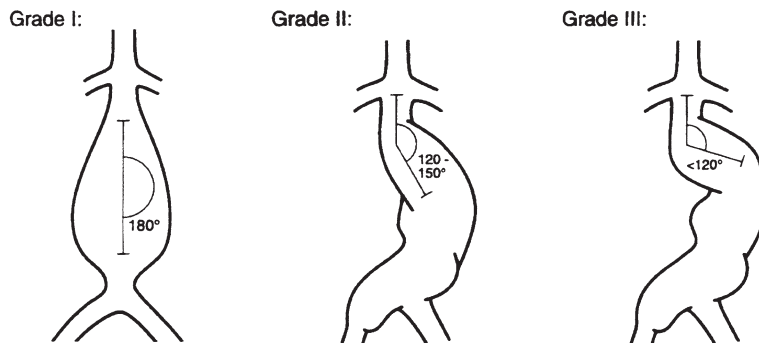
動脈瘤はよほど大きくならない限り破裂する可能性が少ないため、破裂可能性を考慮しながら適応を決定する。例えば、腹部大動脈瘤では瘤径が5 cmになる

**Fig.2** Aortogram demonstrating angulation of the proximal neck of the aneurysm over 120 degrees

と、これから先5年間で破裂する可能性は25～41%との報告もある¹²⁾。したがって、瘤の最大径が胸部大動脈瘤では6 cm以上、腹部大動脈瘤では5 cm以上のもものが適応とされている。しかし、嚢状あるいはUlcer like projection (ULP) ではほとんどの症例が適応となる。

2) 形 態

瘤のproximal neckおよびdistal neckの径と長さで決定される (Table 1)。ここで示すneckとは重要分枝が

**Fig. 1** Angulation of the proximal neck of the aneurysms as defined by Ad Hoc Committee for Uniform Reporting Standards (From Ahn, S. S., Rutherford, R. B., Johnston, K. W. et al. : Reporting standards for infrarenal endovascular

ら動脈瘤までの中枢側，末梢側の正常血管の距離をいう．現在ステント・グラフティングでは分枝再建できないため，neckの長さがきわめて重要である．胸部大動脈瘤ではproximal neckの距離および径が15 mm以上，37 mm未満，腹部大動脈瘤ではそれぞれ15 mm以上，30 mm未満が適応となる．さらに，腹部大動脈瘤では瘤の終末部から大動脈分岐部まで，あるいは瘤が総腸骨動脈に及ぶ場合には内・外腸骨動脈までの長さが10 mm以上の症例が適応となる．また，proximal neckの角度が120度以上でなければならない．Ad Hoc Committeeではこの角度によりIからIII度に分類し，120度以上（III度）を不適応としている¹³⁾ (Figs. 1, 2)．

3) その他

ステント・グラフティングに際しワイヤーやシースを挿入するため，血管造影で大血管や腸骨動脈に壁不正が連続的に存在し，細かな毛羽立ち状の所見を呈するいわゆる“Shaggy aorta”は本法の適応にならない．さらに，腸骨動脈系はデリバリーシースの通過路であるため，瘤が腸骨動脈まで及んでいる場合，腸骨動脈径が20Fr.以下では施行不可能である．

3 手 技

全例，DSA画像診断機能付きのX線透視装置を備えた手術室で行う．異物を体内に挿入するので，放射線部でなく，より清潔な場所で行うのが絶対的条件である．右上腕動脈より挿入された0.0035 inchのガイドワイヤーを胸部大動脈，腹部大動脈を経由させて，外腸骨動脈より引き出す．これに沿ってJ型20Fr.（あるいは18Fr., 24Fr.）のテフロンシースを目的部位の大動脈まで挿入する．その際，ガイドワイヤーをゆるめないように緊張させることがembolization予防に必要である．次にステント人工血管をシースの手前に装填し，プッシングロードによりシース先端まで誘導する．目的の部位に達したら，シースをゆっくり引き抜く．ステント人工血管は自己拡張し，留置固定される．この際，ステント人工血管を確実に留置するため，胸部大動脈瘤ではATPによる一時的心停止下で行う．われわれが用いているステント人工血管はステンレス製自己拡張型Gianturco-Zステントを薄壁平織りポリエステル（ダクロン）人工血管（壁厚0.14, 0.18, 有孔性50～150 ml/min/cm²/120 mmHg）の内側で，6-0ポリプロピレン糸で縫合したものである（Fig. 3）．

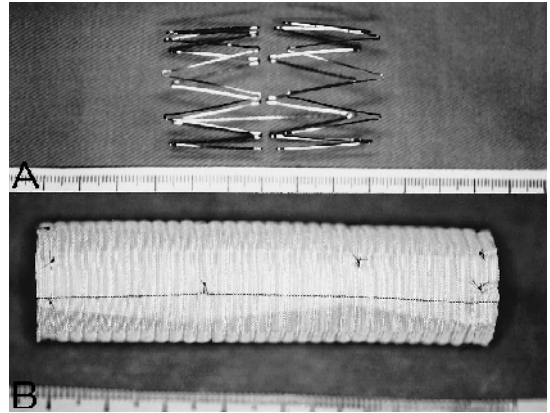


Fig. 3 Endograft used in our clinic

Endograft is consisted of self Gianturco-Z stent covered by Dacron graft which is from 0.14 to 0.18 mm in thickness of graft wall and 150 ml/min/cm²/120 mmHg in porosity. A indicates Gianturco-Z stent, B stentgraft.

4 ステント・グラフティングは低侵襲か？

1) 胸部大動脈瘤

1989年から1999年8月までに経験した近位・遠位弓部大動脈瘤症例のうち，41例（開胸手術28例，ステント・グラフティング13例），下行大動脈瘤症例のうち33例（開胸手術22例，ステント・グラフティング11例）について手術時間，術中出血量，術後入院期間をみると，ステント・グラフティングが従来の開胸手術にくらべ有意に短く，かつ少なかった（Fig. 4）．早期死亡は近位・遠位弓部大動脈瘤では開胸手術11%，ステント・グラフティング8%，下行大動脈瘤ではそれぞれ9%，0%であった．在院死亡は近位・遠位弓部大動脈瘤では開胸手術32%，ステント・グラフティング16%，下行大動脈瘤ではそれぞれ9%，9%であった．開胸手術とステント・グラフティングとの間に統計的有意差はなかったが，ステント・グラフティングが少なかった．術後合併症のうち脳血管障害は近位・遠位弓部大動脈瘤では開胸手術14%，ステント・グラフティング0%，下行大動脈瘤ではそれぞれ5%，0%であった．呼吸不全は近位・遠位弓部大動脈瘤では開胸手術50%，ステント・グラフティング8%，下行大動脈瘤ではそれぞれ27%，0%であった．脳血管障害および呼吸不全の発生率は開胸手術に比べステント・グラフティングで低く，特に呼吸不全は有意差をもって，ステント・グラフティングで低値であった．

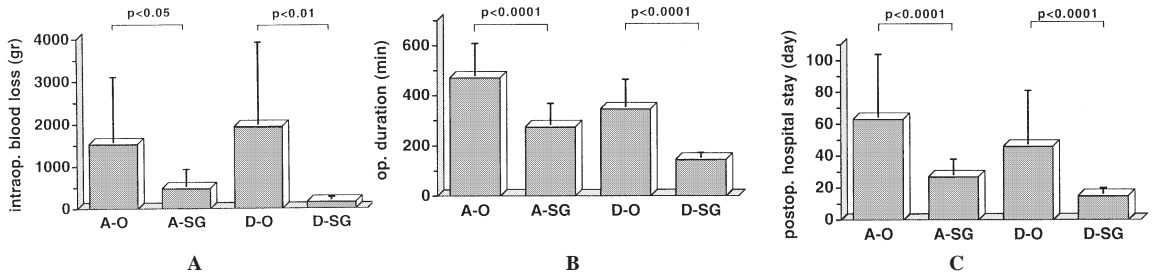


Fig. 4 Results of endoluminal repair of thoracic aortic aneurysms

Intraoperative blood loss (A), operative duration (B) and postoperative hospital days (C) in the endoluminal repair are less than those in the conventional repair ($p < 0.01$, $p < 0.05$).

A-O : Conventional repair of distal aortic arch aneurysms, A-SG : Endoluminal repair of distal aortic arch aneurysms, D-O : Conventional repair of descending aortic aneurysms, D-SG : Endoluminal repair of descending aortic aneurysms.

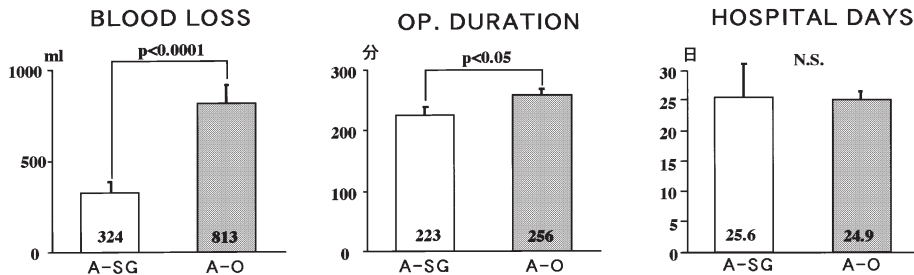


Fig. 5 Results of endoluminal repair of abdominal aortic aneurysms

Intraoperative blood loss, operative duration are less in the endoluminal repair than in the conventional repair ($p < 0.05$, $p < 0.0001$). But there is no statistical difference in the postoperative hospital days between endoluminal and conventional repairs.

A-O : Conventional repair of abdominal aortic aneurysm, A-SG : Endoluminal repair of abdominal aortic aneurysm.

2) 腹部大動脈瘤

1996年11月から1999年10月の間に経験した症例のうち77例(開腹手術41例,ステント・グラフティング36例)について手術時間,術中出血量,術後在院日数を比較した.手術時間および術中出血量とも開腹手術に比べ,ステント・グラフティングで有意に短く,かつ,少なかった.在院日数では両者の間で有意差がなかった(Fig. 5).手術死亡数は開腹手術では1例もなく,ステント・グラフティングで2例であった.この2例の内1例はShaggy aortaで,術後脳,結腸,下肢に塞栓症をきたし,他の1例はステント・グラフティングと直接関連のない結腸壊死でそれぞれ死亡した.合併症のうち,脳血管障害が開腹手術およびステント・グラフティングでそれぞれ2例ずつ発生した.狭心症はステント・グラフティングでは1例もなく,開腹手術で1例発生した.その他として,腸閉塞がス

tent・グラフティングで1例,開腹手術で5例,一時的術後臓器不全が開腹手術で2例,ステント・グラフティングで4例発生した.ステント・グラフティングより開腹術移行例が1例あった. Becqueminら¹⁴⁾はステント・グラフティング180例,開腹術107例を対象に種々な因子(平均入院期間,出血量,手術時間)を比較し,いずれの因子も開腹術に比べ,ステント・グラフティングが優れていたが, endoleakのため,再び,ステント・グラフティングを行わなくてはならない症例が多く,なお大きな問題が残されていると報告している.

3) ステントグラフト関連合併症

合併症には全身的なものと血管にまつわる局所的なものがある.重要なものは後者である(Table 2).それらのうち,最も避けなければならない合併症はendoleakである.術後残存endoleakの発生率は報告者

Table 2 Major local complications after endoluminal repair

- Injury to iliac or femoral arteries to access
- Embolization
- Endoleak
- Graft limb thrombosis
- Postimplant syndrome

で異なる。われわれの成績では1998年1月より8月まで行った胸部大動脈瘤11例（遠位・近位8例，下行3例）では遠位・近位大動脈瘤8例中5例にendoleakが退院時残存した¹⁵⁾。一方，腹部大動脈瘤では1996年9月より1998年7月までに経験した17例では1例のみに退院時endoleakが残存した¹⁶⁾。

Balmら¹⁷⁾は腹部大動脈 腸骨動脈領域133例で10%，Parodiら¹⁸⁾は腹部大動脈 腹部大動脈51例で16%，Mooreら¹⁹⁾は腹部大動脈 腹部大動脈46例で32%，Blumら²⁰⁾は腹部大動脈 腸骨動脈133例で6%，Chuterら²¹⁾は腹部大動脈 腸骨動脈54例で30%と報告している。endoleakを減少させるには症例を厳選し，機種とのさらなる改良，すなわち，動脈形態に順応するステントグラフトの開発が望まれる。

5 ステント・グラフトの将来像

21世紀は「Cure」の時代から「Care」への変革を求められている。何故ならば，高齢化になればなるほど，身体的高齢者障害を治癒させることは不可能で，「QOL」を高めることが必要となってくるからである。日本血管外科学会におけるステント・グラフトの発表演題数は会を重ねる毎に増え，1996年3題であったものが，2000年には37題になった。この現状からみると，ステント・グラフトはさらに普及するものと考えられる。

本法はわれわれの成績からもみても低侵襲で，術後合併症も少ない「患者にやさしい」医療といえる。

しかし，最近経験した症例でマッチングした開腹術13例，ステント・グラフト13例を選び，総医療費を計算したところ，ステント・グラフト1,861,000円，開腹術1,827,000円で両者に差がなかった。本邦ではステントグラフトは保険に収載されておらず，収載された後には，ステント・グラフト

の医療費はさらに変動すると考えられ，コストパフォーマンスを高めるにはendoleakなどの合併症発生を極力抑制する対策が必要である。

ステント・グラフトが本邦で行われるようになり，いまだ5年余に過ぎないので，遠隔成績を論ずる段階ではない。しかし，早期成績は良好で，患者生命に与える影響も少ないが，合併症が必ずしも少ない現在，ステント・グラフトの有用性は今後の厳重な遠隔成績の結果に委ねられることを強調したい。

文 献

- 1) Keen, W. W. : Surgery : Its principles and practice, Philadelphia, 1921, W. B. Saunders, pp. 216-349.
- 2) Wiley, F. B. : Clio Chirurgica : The Arteries, Part 1. Austin, Tex, Silvergirl, Inc., 1998.
- 3) Power, D. : The palliative treatment of aneurysms by "wiring" with Clot's apparatus. Br. J. Surg., **9** : 27, 1921.
- 4) Blakemore, A. H. and King, B. G. : Electrothermic coagulation of aortic aneurysms. JAMA, **111** : 1821, 1938.
- 5) Dotter, C. T. and Judkins, M. P. : Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction ; description of a technique and a preliminary report of its application. Circulation, **30** : 654-670, 1964.
- 6) Gruntzig, A. and Hopff, H. : Perkutane rekanalisation chronischer arterieller verschluesse mit einen neuen dilatation skatheter. Dtsch. Med. Wochenshr., **99** : 2502-2505, 1974.
- 7) Dotter, C. T., Buschmann, R. W., McKinney, M. K. et al. : Transluminal expandable nitinol coil stent grafting : Preliminary report. Radiol., **147** : 259-260, 1983.
- 8) Parodi, J. C., Palmaz, J. C. and Barone, H. D. : Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. Ann. Vasc. Surg., **5** : 491-499, 1991.
- 9) Dake, M. D., Miller, D. C., Semba, C. P. et al. : Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. N. Engl. J. Med., **33** : 1729-1734, 1994.
- 10) 加藤雅明 : ステント・グラフトを用いた大動脈瘤. Medicine, **33** : 1176-1179, 1996.
- 11) Inoue, K., Sato, M., Iwase, T. et al. : Clinical

- endovascular placement of branched graft for type B aortic dissection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **112** : 1111-1113, 1996.
- 12) Ernst, C. B. : Abdominal aortic aneurysm. *N. Engl. J. Med.*, **328** : 1167, 1993.
- 13) Ahn, S. S., Rutherford, R. B., Johnston, K. W. et al. : Reporting standards for infrarenal endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.*, **25** : 405-410, 1997.
- 14) Becquemin, J., Bourriez, A., D'Audiffret, A. et al. : Mid-term results of endovascular versus open repair for abdominal aortic aneurysm in patients anatomically suitable for endovascular repair. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, **19** : 656-661, 2000.
- 15) 善甫宣哉, 工藤淳一, 池永 茂他 : 遠位弓部動脈瘤に対するステント人工血管内挿術 ステント人工血管およびデリバリーシステムの工夫. *人工臓器*, **28** : 273-277, 1999.
- 16) 善甫宣哉, 工藤淳一, 池永 茂他 : 腹部大動脈瘤に対するステント人工血管内挿術の早期成績 特に関腹手術との比較 . *日血外会誌*, **8** : 391-397, 1999.
- 17) Balm, R., Eikelboom, B. C., May, J. et al. : Early experience with transfemoral endovascular aneurysm management (TEAM) in the treatment of aortic aneurysms. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, **11** : 214-220, 1996.
- 18) Parodi, J. C., Barone, A., Piraino, R. et al. : Endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms : Lessons learned. *J. Endovasc. Surg.*, **4** : 102-110, 1997.
- 19) Moore, W. S., Rutherford, R. B. for the Investigators : Transfemoral endovascular repair of abdominal aortic aneurysms : Results of the North America EVT phase 1 trial. *J. Vasc. Surg.*, **23** : 543-553, 1996.
- 20) Blum, U., Voshage, G., Lammer, J. et al. : Endoluminal stent-graft for infrarenal abdominal aortic aneurysms. *N. Engl. J. Med.*, **336** : 13-20, 1997.
- 21) Chuter, T. A. M., Chuter-Gianturco : Bifurcated stent grafts for abdominal aortic aneurysms exclusion. In : *Endovascular Surgery for Aortic Aneurysms*, Hopkinson, B., Yusuf, W., Whitaker, S., Veith, F. eds., London, 1997, W. B. Saunders, pp. 88-103.

Endovascular Aneurysm Repair in Next Century

Kensuke Esato, Nobuya Zempo, Kentaro Fujioka, Hiroaki Takenaka,
Atsushi Seyama and Akira Furutani

First Department of Surgery, Yamaguchi University School of Medicine

Key words : Thoracic aortic aneurysm, Abdominal aortic aneurysm, Endoleak, Indication

Endovascular aneurysm repair involves the transluminal placement of graft within the aneurysm that completely excludes the sac from the general circulation. The endoluminal repair is less invasive, compared with the conventional repair, because it avoids the need for laparotomy, cross-clamping of the aorta. The indications for the endoluminal repair include asymptomatic abdominal aortic aneurysm more than 5 cm in diameter and thoracic aortic aneurysm more than 6 cm in diameter, besides all symptomatic and ruptured aneurysm. However, not all aneurysms are anatomically suitable for endovascular repair. The major determinants of suitability is the morphologic features of the proximal neck of the aneurysm. A collar of normal aorta between the left subclavian artery and aneurysm, and between the renal artery and aneurysm is required 15 mm or greater. In addition, proximal neck diameter of 37mm or less in the thoracic aortic aneurysm and 30mm or less in the abdominal aortic aneurysm are required for current available devices.

The presence of heavy circumferential calcification, mural thrombus and angulation of the proximal neck of the abdominal aortic aneurysm less than 120 degrees are contraindications to the endovascular repair. The patients who the iliac artery is severely tortuosity and calcification are contraindication for endovascular repair, because the passage of large bore catheters, containing endografts, through tortuous and diseased iliac arteries may result in rupture.

We performed the endovascular repair for thoracic (n=24 cases) and abdominal aortic (n=36 cases) aneurysm from 1996 to 1999. The operative blood loss, operative duration and postoperative hospital days of the thoracic aortic aneurysm in the endovascular repair were less than those in the conventional repair, while the same as above except postoperative hospital days of the abdominal aortic aneurysm in the endovascular repair were less than those in the conventional repair. The mortality of the thoracic and the abdominal aortic aneurysms in the endoluminal repair was less than that in the conventional repair.

Despite these advantages, there are two major areas of concern with the intraluminal repair. One is the unknown long-term outcome and durability of the prosthesis.

The second area of concern is complications such as microembolization, endoleak, graftlimb thrombosis and postimplant syndrome.

Intraluminal repair's fee is not yet covered by Japanese medical insurance, therefore intraluminal repair is not popular in Japan. However, intraluminal repair will be aggressively performed and popular in any hospitals in Japan after medical insurance covered the medical fee because of less invasive surgery.

(Jpn. J. Vasc. Surg., **9** : 631-637, 2000)