

腹部大動脈瘤ステントグラフト内挿術 —術中瘤内圧測定 of 臨床的意義

石橋 宏之¹ 太田 敬¹ 杉本 郁夫¹ 岩田 博英¹ 川西 順¹
山田 哲也¹ 只腰 雅夫¹ 肥田 典之¹ 石口 恒男²

要 旨：腹部大動脈瘤ステントグラフト手術を 70 例に行い，うち 35 例で術中に動脈瘤内圧を測定した。ステントグラフト留置後の収縮期瘤内圧比(sac pressure index; SPI)は 0.57 ± 0.12 ，脈圧は 14 ± 9 mmHg であった。Zenith と Excluder では SPI に差を認めなかった。SPI と術後瘤径縮小との関係は明らかでなかったが，術中瘤内圧測定は，手技中の瘤減圧効果を即時的に評価するうえで有用であった。
(J Jpn Coll Angiol, 2010, 50: 337–341)

Key words: abdominal aortic aneurysm, endovascular aneurysm repair, sac pressure measurement, endotension

はじめに

腹部大動脈瘤(abdominal aortic aneurysm; AAA)に対するステントグラフト手術(endovascular aneurysm repair; EVAR)は 1991 年に報告されて以来，欧米を中心として広く発展し，AAA の標準的治療となってきた¹⁻³⁾。本邦では 1994 年頃から一部の施設で臨床試験的に自作ステントグラフト手術が開始された。著者らも 2001 年から自作ステントグラフト手術を行いつつ，企業製ステントグラフトが承認されるのを待っていた⁴⁻⁶⁾。ついに，2006 年 7 月最初の企業製ステントグラフトである Zenith が認可された。その後，2007 年 1 月 Excluder が，そして 2008 年 2 月 Powerlink が認可され，本邦においてもようやく EVAR が広く行えるようになってきた。

この研究では，企業製ステントグラフトの初期成績をまとめるとともに，術中瘤内圧測定によって，EVAR 手術による瘤内圧の血行動態を調べ，その臨床的意義を検討した。

対象と方法

企業製ステントグラフトによる EVAR を開始した 2006 年 12 月から 2008 年 11 月までの 24 カ月間に手術を施行した AAA は 133 例あり，このうち EVAR を行った症例は 71 例(53%)であった。使用グラフトは Zenith 51 例，Excluder 17 例，Powerlink 2 例，自作 1 例であった。このうち 35 例(Zenith 25 例，Excluder 10 例)において，EVAR 手術時に瘤内圧を測定した。メインボディ留置後に対側総大腿動脈に静脈留置針を穿刺し，マイクロカテーテル(2.8 Fr RapidTransit microcatheter)を瘤内に留置し，メインボディ留置後，脚留置後，バルーン拡張後に瘤内圧を測定した。タイプ 1 エンドリークを認めた症例では，さらにエンドリーク処置後に測定した。左上腕動脈から腹部大動脈に留置した造影用カテーテルで大動脈圧を測定し，基準値とした。ヘパリンは手技開始時に 3,000 単位静注し，1 時間経過後に 1,000 単位追加した。手術終了後，ヘパリンの中和は行わなかった。

¹愛知医科大学血管外科

²愛知医科大学放射線科

2009 年 3 月 16 日受付 2009 年 9 月 28 日受理

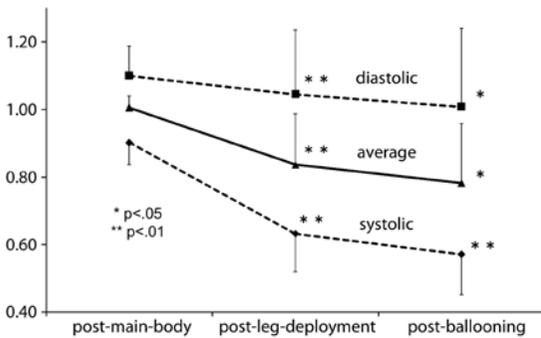


Figure 1 Changes in sac pressure index.

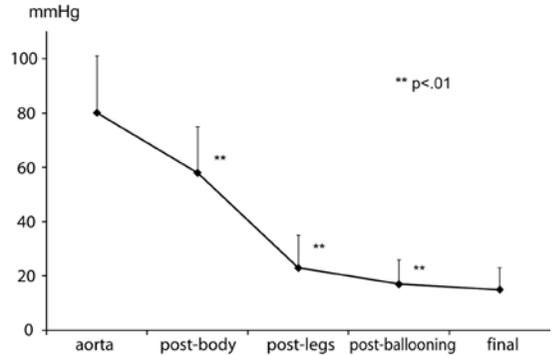


Figure 2 Changes in pulse pressure.

結 果

メインボディ留置後の大動脈に対する瘤内圧比は収縮期 0.90 ± 0.06 , 拡張期 1.10 ± 0.09 , 平均 1.01 ± 0.03 , 脚留置後は収縮期 0.63 ± 0.11 (前値比 $p < 0.01$), 拡張期 1.04 ± 0.19 (同 $p < 0.01$), 平均 0.84 ± 0.15 (同 $p < 0.01$), バルーン拡張後は収縮期 0.57 ± 0.12 (同 $p < 0.01$), 拡張期 1.01 ± 0.23 (同 $p < 0.05$), 平均 0.78 ± 0.18 (同 $p < 0.05$) と、手技の進行とともにいずれも有意に低下した (Fig. 1)。この3つの血圧のうち、収縮期血圧の低下が最も顕著であったので、大動脈収縮期圧に対する瘤内収縮期圧の比を SPI (sac pressure index) とした。瘤内の脈圧は、前値 (大動脈) 80 ± 20 mmHg, メインボディ留置後 58 ± 17 mmHg (前値比 $p < 0.01$), 脚留置後 23 ± 12 mmHg (同 $p < 0.01$), バルーン拡張後 17 ± 9 mmHg (同 $p < 0.01$), 最終 14 ± 9 mmHg であり、これも前記の収縮期瘤内圧の低下とともに著明に低下した (Fig. 2)。

機種別 SPI は、Zenith ではメインボディ留置後 0.89 ± 0.07 , 脚留置後 0.62 ± 0.12 , 最終 0.58 ± 0.14 , Excluder ではそれぞれ 0.93 ± 0.05 , 0.65 ± 0.18 , 0.55 ± 0.05 であり、いずれも差を認めなかった (Fig. 3)。

予定のステントグラフトを留置後に、血管造影でタイプ 1 エンドリーク (EL) を 5 例 (13%) に認めた。この 5 例に対して追加処置 (パルマツツステント 4 例, カフグラフト 1 例) を行ったところ、SPI は 0.61 ± 0.10 から 0.54 ± 0.12 に低下した ($p = 0.11$, Fig. 4)。EL は 4 例で消失し、1 例でわずかに残存した。この 1 例の最終 SPI は 0.38, 脈圧は 3 mmHg であり、1 週間後の造影 CT で EL は完全に消失していた。

最終造影で、タイプ 2 EL を認めた症例は 12 例、認めなかった症例は 23 例であった。タイプ 2 EL ありの SPI は、

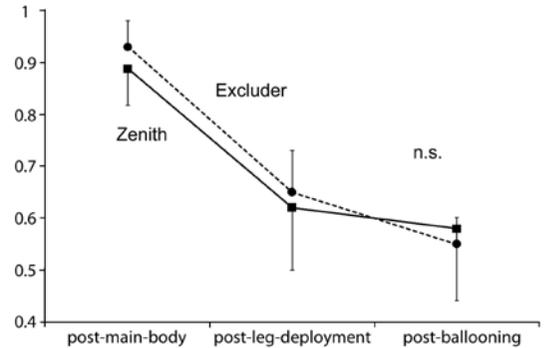


Figure 3 Device type and sac pressure index.

メインボディ留置後 0.89 ± 0.07 , 脚留置後 0.61 ± 0.11 , バルーン拡張後 0.52 ± 0.13 , タイプ 2 EL がなかった症例はそれぞれ 0.91 ± 0.06 , 0.64 ± 0.12 , 0.60 ± 0.11 であり、タイプ 2 EL ありのほうが最終 SPI はやや低値であった ($p = 0.06$, Fig. 5)。

全 EVAR 施行例において、6 カ月以上経過観察できた症例は 51 例あったが、5 mm 以上の瘤径縮小は 26 例 51%, 瘤径変化なし (5 mm 未満) 25 例 49% であり、5 mm 以上の増大例はなかった。瘤縮小度は、術前の瘤最大短径が 50 mm 未満の症例 ($n = 27$) では 6.7 ± 4.4 mm, 50 mm 以上 60 mm 未満 ($n = 21$) では 5.8 ± 5.8 mm であったのに対して、60 mm 以上の症例 ($n = 4$) では 1.3 ± 4.6 mm であり、60 mm 未満の症例と比較して瘤径の縮小効果が小さい傾向にあった ($p = 0.11$, Fig. 6)。瘤内圧を測定した症例において、瘤径が 5 mm 以上縮小した症例の最終 SPI は 0.53 ± 0.10 ($n = 10$) であったのに対して、変化を認めなかった症例は 0.53 ± 0.14 ($n = 13$) であり、差を認めなかった。

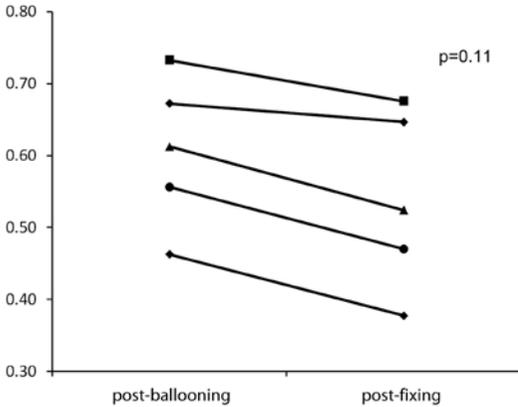


Figure 4 Type 1 endoleak.

考 察

EVARの目的は瘤破裂防止であり、ステントグラフトによる瘤の完全空置と除圧が最終目的と考えられている。また、大動脈圧からの瘤の完全空置と瘤縮小は関連していると考えられ、術後に瘤が縮小することは臨床的成功の指標と考えられている。EVARのreporting standardにおいても、大動脈圧が直接瘤壁にかかるタイプ1およびタイプ3 ELが残存した場合にはEVAR治療は不成功とされている⁷⁾。今回の研究において、EVARによって瘤内圧は収縮期圧、拡張期圧、平均血圧ともに有意に低下したが、その低下の程度は、収縮期圧が最も大きく、バルーン拡張後に 0.57 ± 0.12 まで低下した。しかし、拡張期圧の低下は顕著ではなく、バルーン拡張後でも 1.01 ± 0.23 であり、大動脈圧と差がなかった。収縮期圧の低下に伴って脈圧が著明に低下し、留置前の 80 ± 20 mmHgから最終的には 14 ± 9 mmHgまで低下し、ほとんど平坦な波形を示した。今回、著者らは最も圧低下の大きい収縮期圧を指標としたが、Gawendaらは同様の術中圧測定で平均瘤内圧と脈圧を指標としている⁸⁾。また、術後遠隔期に圧測定を行った報告として、Diasらは経皮経腰的穿刺による平均瘤内圧を⁹⁾、Ohkiらは瘤内に留置したワイヤレス圧センサーによる脈圧を¹⁰⁾、Ellozyらは同じく瘤内留置型圧トランスデューサーで平均瘤内圧を測定して指標としている¹¹⁾。拍動する血圧のどの値を指標とするかは、術中測定と遠隔期測定の違いもあるが、術中にEVAR手技の血行力学的有用性を判断するには、

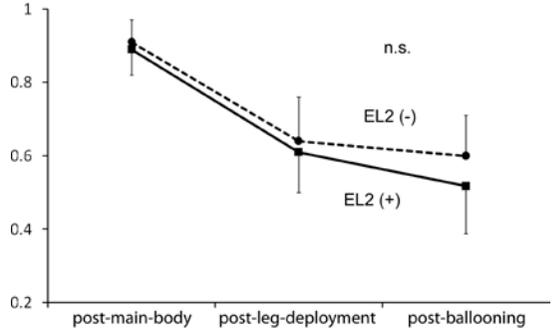


Figure 5 Type 2 endoleak.

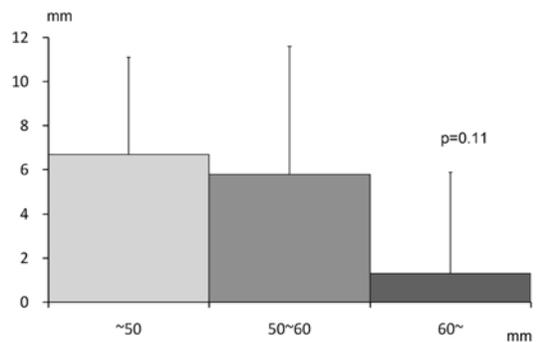


Figure 6 Aneurysm diameter and its shrinkage.

収縮期圧と脈圧で判断可能と考えられた。

ステントグラフトのグラフト素材は、Zenithがwoven Dacron製、Excluderがexpanded polytetrafluoroethylene製であり、それぞれの有孔度は異なっている。しかし、今回の検討では、両機種間で差はなく、EVAR手術によって両者とも良好なSPIの低下を認めた。

今回認めた5例のタイプ1 ELは、いずれも軽度なELであった。バルマツツステントやカフグラフトの追加により、ELは5例中4例で消失し、1例でわずかに残存した。追加処置によるSPIの低下は平均値で0.61から0.54であり、軽度なELが寄与した内圧は血圧比にしてわずか0.07であった。バルマツツステント留置後もELが残存した症例の最終SPIは0.38、脈圧3 mmHgと十分に低値しており、1週間後の造影CTでELは完全に消失していた。ステントグラフト留置後にSPIが十分に低下していれば、いたずらにELの完全消失を目指す必要はないことを示唆していた。

最終造影におけるタイプ2 ELは、瘤内圧が十分に低

下して、腰動脈や下腸間膜動脈から瘤内へ逆流が起こっていることを意味する。タイプ2 EL を認めた症例の SPI が、認めなかった症例よりやや低値であったことは、このことを裏付ける結果であった。最終造影におけるタイプ2 EL は EVAR 手技の良好な結果であるが、遠隔期における流量の大きなタイプ2 EL は、瘤内圧を上昇させる危険性があり、将来破裂の原因となることがある^{12,13)}。

今回の検討では、6 カ月以上の経過観察において、51%の症例に瘤径縮小を認め、瘤径が増大した症例はなく、EVAR 治療の有効性を実証できた。しかし、術前の瘤最大短径が 60 mm 未満の症例では良好な瘤縮小が得られたが、60 mm 以上の症例では不良であった。本邦では AAA の手術適応は、男 50 mm、女 45 mm とされ¹⁴⁾、著者らの EVAR 手術適応もこれに準じている⁶⁾。現時点で本邦では外科的手術が困難な症例にのみ EVAR 治療が認められているが、大きさに関して、より小さい AAA に予防的に EVAR 治療を行うことが有益かどうかは、現在進行中の PIVOTAL study の結果を待つ必要がある¹⁵⁾。

今回の結果では、6 カ月後に瘤径が縮小した症例と縮小しなかった症例で最終 SPI に差を認めなかった。今回の研究は術中の瘤内圧測定であり、術後遠隔期の瘤内圧との関連性は定かではない。Gawenda らも同様に、術中測定した瘤内圧と瘤縮小効果との関連性はなかったと述べている⁸⁾。瘤が増大するか否かは、一般的に遠隔期の瘤内圧と関連していると考えられる。Ellozy らは永久留置型圧トランスデューサーによって測定した瘤内圧測定と瘤径縮小との関係について、EVAR 後に瘤が縮小した症例の瘤内圧は低かったが、瘤径が縮小しないからといって、瘤内圧が高いとは言えないと述べている¹¹⁾。現在、術後長期にわたって瘤内圧を測定するワイヤレスセンサーが開発中であり^{10,11)}、これが臨床応用されると新しい局面が進展すると思われる。

結 語

EVAR における術中瘤内圧測定は、手技中の瘤内圧減圧効果を即時的に判断する方法として有用であった。

本論文の主旨は第 49 回日本脈管学会総会(2008 年 10 月、東京)のパネルディスカッション「ステントグラフト時代の動脈瘤治療」において発表した。

文 献

- 1) Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD: Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg*, 1991, **5**: 491–499.
- 2) Veith FJ, Abbott WM, Yao JST et al: Guidelines for development and use of transluminally placed endovascular prosthetic grafts in the arterial system. *J Vasc Surg*, 1995, **21**: 670–685.
- 3) EVAR trial participants, Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomized controlled trial. *Lancet*, 2005, **365**: 2179–2186.
- 4) Ishibashi H, Ohta T, Sugimoto I et al: Successful treatment of an aorto-ileal-conduit fistula with an endovascular stent graft: report of a case. *Surg Today*, 2007, **37**: 305–307.
- 5) Ishibashi H, Ohta T, Sugimoto I et al: Stent graft for thoracic aortic aneurysm performed with abdominal aortic surgery. *J Aichi Med Univ Assoc*, 2007, **35**: 99–104.
- 6) Ishibashi H, Ohta T, Sugimoto I et al: Abdominal aortic aneurysm surgery for octogenarians. *Surg Today*, 2008, **38**: 1004–1008.
- 7) Chaikof EL, Blankensteijn JD, Harris PL et al: Reporting standards for endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*, 2002, **35**: 1048–1060.
- 8) Gawenda M, Hechenkamp J, Zaehringger M et al: Intra-aneurysm sac pressure—The Holy grail of endoluminal grafting of AAA. *Eur J Endovasc Surg*, 2002, **24**: 139–145.
- 9) Dias NV, Ivancev K, Malina M et al: Intra-aneurysm sac pressure measurements after endovascular aneurysm repair: Differences between shrinkage, unchanged, and expanding aneurysms with and without endoleaks. *J Vasc Surg*, 2004, **39**: 1229–1235.
- 10) Ohki T, Ouriel K, Silveira PG et al: Initial results of wireless pressure sensing for endovascular aneurysm repair: the APEX Trial—Acute Pressure Measurement to Confirm Aneurysm Sac EXclusion. *J Vasc Surg*, 2007, **45**: 236–242.
- 11) Ellozy SH, Carroccio A, Lookstein RA et al: Abdominal aortic aneurysm sac shrinkage after endovascular aneurysm repair: correlation with chronic sac pressure measurement. *J Vasc Surg*, 2006, **43**: 2–7.
- 12) Timaran CH, Ohki T, Veith FJ et al: Influence of type II endoleak volume on aneurysm wall pressure and distribution on an experimental model. *J Vasc Surg*, 2005, **41**: 657–663.
- 13) Schlösser FJ, Gusberg RJ, Dardik A et al: Aneurysm rupture after EVAR: can the ultimate failure be predicted? *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2008, **37**: 15–22.
- 14) 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2006–2007 年

度合同研究班報告) : 脳血管障害, 腎機能障害, 末梢血管障害を合併した心疾患に管理に関するガイドライン (班長: 堀正二). *Circ J*, 2008, **72** (Suppl IV): 1465–1579.

15) Lall P, Gloviczki P, Agarwal G et al: Comparison of EVAR

and open repair in patients with small abdominal aortic aneurysms: can we predict results of the PIVOTAL trial? *J Vasc Surg*, 2009, **49**: 52–59.

Endovascular Abdominal Aneurysm Repair—Clinical Significance of Intraoperative Sac Pressure Measurement

Hiroyuki Ishibashi,¹ Takashi Ohta,¹ Ikuo Sugimoto,¹ Hirohide Iwata,¹ Jun Kawanishi,¹ Tetsuya Yamada,¹ Masao Tadakoshi,¹ Noriyuki Hida,¹ and Tsuneo Ishiguchi²

¹Department of Vascular Surgery, Aichi Medical University, Aichi, Japan

²Department of Radiology, Aichi Medical University, Aichi, Japan

Key words: abdominal aortic aneurysm, endovascular aneurysm repair, sac pressure measurement, endotension

Clinical significance of intraoperative sac pressure measurement during endovascular aneurysm repair (EVAR) procedure was evaluated. EVAR was performed on 70 patients prior to November 2008 (51 Zenith, 17 Excluder, and 2 Powerlink). Sac pressure was measured during the EVAR procedure (n=35). Systolic sac pressure index (SPI) was 0.90±0.06 beforehand, 0.63±0.11 immediately after deployment (p<0.01), and 0.57±0.12 following balloon dilatation (p<0.01). No SPI difference was observed between the Zenith and the Excluder (0.58±0.14 vs. 0.55±0.05, n.s.). In type-1 endoleak (EL, n=5), SPI dropped from 0.61±0.10 to 0.54±0.12 by additional fixing procedures (p=0.11). SPI was slightly lower in type-2 EL positive cases than in type-2 EL negative cases (0.52±0.13 vs. 0.60±0.11, p=0.06). After six months, the diameters decreased (>5 mm) in 51% and were unchanged (<5 mm) in 49%; aneurysms smaller than 50 mm decreased an average 6.7±4.4 mm, those smaller than 60 mm decreased an average 5.8±5.8 mm, but those larger than 60 mm were unchanged (n=4, average 1.3±4.6 mm, p=0.11). There was no difference in SPI between the shrinkage group and the unchanged group (0.53±0.10 vs. 0.53±0.14, n.s.). Intraoperative sac pressure measurement was useful for immediate hemodynamic evaluation during the EVAR procedure. Aneurysms larger than 60 mm were unlikely to decrease postoperatively. (J Jpn Coll Angiol, 2010, **50**: 337–341)