中枢側ネック屈曲症例に対する Excluder 内挿術

——Aortic modification か Device modification か？——

青 木 淳 末 澤 孝 徳 古 谷 光 久 櫻 井 淳* 多 胡 護

中枢側ネック角度による Excluder 内挿術の成績を検討した。対象は 51 例。女性 15 例，平均年齢 78 歳。中枢側ネックと大動脈瘤の角度 (Angle) は，60 度以下 (I 群：31 例，40 度以下：Ia 群 15 例，41～60 度：Ib 群 16 例)，61～90 度 (II 群：13 例)，91 度以上 (III 群 7 例) であった。I・II 群に対しては，stiff guide wire で中枢側ネックを直線化する aortic modification を行い，III 群に対しては，Bowing 法を用いた device modification を行った。III 群の Angle は，97～137 度であった。予定留置後の Type Ia endoleak，Type Ia endoleak の対処の頻度，最終造影での Type Ia endoleak の頻度には 3 群間に有意差を認めなかった。Ia 群と Ib 群では，予定留置後の Type Ia endoleak は，Ia 群：18%，Ib 群：63% と Ib 群で有意に多く，Type Ia endoleak 対処の頻度は，Ia 群：7%，Ib 群：50% と，Ib 群で多い傾向があった。Angle は，3 群とも，術後 7 日目に有意に減少し，その後は半年まで有意な変化を認めなかった。高度屈曲症例に対しても Bowing 法を用いた device modification により，Excluder 内挿術が可能であった。40 度以上の中枢側ネック屈曲症例に対しては，aortic modification より device modification を行ったほうが，良好に留置できる可能性がある。日心外会誌 41 巻 3 号：107-112 (2012)

キーワード：腹部大動脈瘤ステントグラフト内挿術，中枢側ネック屈曲，エクスクルーダー

Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair with on Excluder for Proximal Neck Angulation

Atsushi Aoki, Takanori Suezawa, Mitsuhsa Kotani, Jun Sakurai and Mamoru Tago (Division of Cardiovascular Surgery, Kagawa Prefectural Central Hospital, Takamatsu, Japan)

The results of endovascular abdominal aortic aneurysm repair (EVAR) for severe neck angulation with an Excluder were evaluated. We performed EVAR in 51 patients, using an Excluder, from September 2007 to September 2011. The angle between proximal neck and the aneurysm (Angle) was less than 61° in 31 patients (Group I), 61–90° in 13 patients (Group II) and more than 90° in 7 patients (Group III). In Groups I and II, the angled proximal neck was straightened with a stiff guide wire and a Trunkipsilateral device was deployed slowly (aortic modification technique). In Group III, the device modification technique was applied. In this technique, the stiff guide wire was inserted in the aortic root. The Trunkipsilateral device was bent to the contra lateral limb side and was inserted into the aorta. The stiff guide wire was pushed in with a fulcrum at the aortic valve. This procedure resulted in bending of the wire and the trunk-ipsilateral device became parallel to the proximal neck. The renal artery position was confirmed on angiographys and the main body was deployed slowly. We performed angiography after planned device deployment to evaluated Type Ia endoleak, and if it was observed, an additional procedure such as Aortic Extender or Palmaz XL stent deployment was performed and the Type Ia endoleak was evaluated during the procedure by completion angiography. The Angle change was measured by enhanced CT at 7 days and 6 month after EVAR. The Angle was 97–137° in Group III. The frequency of Type Ia endoleak after planned device deployment (35% in Group I, 55% in Group II and 17% in Group III), additional procedure for Type Ia endoleak (29% in Group I, 23% in Group II and 14% in Group III) and Type Ia endoleak by completion angiography (0% in Group I, 8% in Group II and 14% in Group III) did not differ significantly between the 3 groups. When Group I was sub divided into those with Angle less than 41° (Group Ia, 15 patients) and those with an Angle from 41 to 60° (Group Ib, 16 patients), Type Ia endoleak after planned device deployment (18% in Group Ia, 63% in Group Ib) was significantly more frequent in Group Ib and the additional procedure for Type Ia endoleak (7% in Group Ia, 50% in Group Ib) was more frequent in Group Ib. The Angle significantly decreased 7 days after EVAR and did not change thereafter in all 3 groups. EVAR with an Excluder for severe neck angulation was feasible by device modification with the bending technique. This technique might be useful for patients with an Angle of more than 41°. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 41: 107-112 (2012)

Keywords : abdominal aortic aneurysm, endovascular surgery, stent graft

はじめに

腹部大動脈瘤 (AAA) に対するステントグラフト内挿術 (EVAR) は、その低侵襲性から、わが国への導入後、急速に普及している。開腹による人工血管置換術が high risk と判断される症例に対しては、特に有用性が高いと思われるが、Excluder では、解剖学的基準が定められ、中枢側ネックに関しては、長さ 15 mm 以上、中枢側ネックと大動脈瘤の角度 (中枢側ネック角度) 60 度以下、石灰化および著明な壁在血栓がないことが必要となる。しかし、これらの解剖学的基準を満たしていても、endoleak が生じる可能性があり、また、さまざまな留置手技の工夫により、これらの解剖学的基準を外れた症例のなかには、EVAR が施行可能な症例もあると思われる。当院では、中枢側ネック角度が 60 度以上であっても、性状が良好でネック長が 15 mm 以上ある場合は、追従性に富む Excluder による EVAR が可能と考え、特に 90 度以上の高度屈曲症例には、中枢側ネックに平行に留置する工夫を行っている。今回は、中枢側屈曲症例に対する Excluder 内挿術の成績を検討した。

対象と方法

2007 年 9 月から 2011 年 9 月に、当院で経験した AAA 症例 204 例中、157 例 (77%) に EVAR が施行された。これらの EVAR 症例中、Excluder を用いた 51 例を対象とした。女性 15 例、男性 36 例、年齢は 61~92 歳、平均 78 歳であった。中枢側ネック角度は、60 度以下 (I 群: 31 例)、61~90 度 (II 群: 13 例)、91 度以上 (III 群 7 例) であった。I 群では、中枢側ネック角度 40 度以下 (Ia 群: 15 例)、41~60 度 (Ib 群: 16 例) に分けて検討した¹⁾。

I・II 群に対する留置手技は、Trunk-ipsilateral の挿入サイドを中枢側ネックが C 型となるように選択し、大動脈の屈曲を stiff guide wire で直線化する aortic modification を基本とした (図 1b)。II 群では、aortic modification を基本としたが、中枢側ネック角度が 89 度と 90 度の 2 例で、対側脚まで開放した時点で、全体を押し込む half deployment 法を用いた。III 群に対しては、ステントグラフト自体を屈曲させる device modification を基本とした。術前に、造影 CT および心臓超音波検査で、胸部大動脈の石灰化・壁在血栓の大動脈の性状および、大動脈弁の性状を評価し、胸部大動脈の性状が不良な症例および大動脈弁に器質的な異常がある症例は除外する方針としたが、今回の対象症例には、除外された症例はなかった。実際の手技は、Trunk-ipsilateral の挿入サイドは I・II 群と同様に選択し、stiff guide wire を上行大動脈まで挿入すると、屈曲した中枢側ネックはある程度直線化するため (図 1b, 2b)、中枢

図 1 Aortic modification and device modification by bowing technique

(a) Illustration of the abdominal aortic aneurysm with severe proximal neck angulation. (b) In aortic modification technique, proximal neck becomes straight by stiff guide wire insertion. (c) In device modification, stiff guide wire was inserted into the aortic root and was pushed in with a fulcrum at the aortic valve, resulted in bowing of the stiff guide wire. Thus device and proximal neck becomes parallel.

側ネック屈曲の形に合わせて 18Fr シースを曲げて大動脈内へ挿入、Trunk-ipsilateral を対側脚側へ中枢側ネックの屈曲に合わせて曲げてからシースを介して大動脈内へ挿入した。造影にて腎動脈の位置および中枢側ネック形態を確認し、stiff guide wire を大動脈弁に押し当てた状態で押し込み、中枢側ネックの屈曲に沿うような形 (Bowing 法、図 1c, 2c) で、cross leg の形態で slow deployment で留置した。

検討項目は、予定留置後、バルーンによる圧着後の造影での Type Ia endoleak、5 分から 10 分間の再バルーン圧着でも消失しない Type Ia に対する Aortic Extender または Palmaz EL 留置の追加手技の有無 (追加治療)、術後 1 週間目・術後半年・術後 1 年に施行した造影 CT による中枢側ネック形態および endoleak とした。

統計処理は、student *t* テスト、 χ^2 検定または Fisher's exact test により行い、危険率 5% 未満を有意とした。

結 果

III 群は 7 例中 6 例が 80 歳以上の女性であった。中枢側ネック長には 3 群間に有意差を認めなかったが、腎動脈上下の角度は、3 群間に有意差を認めず、大動脈瘤最大径にも有意差を認めなかった。III 群の中枢側ネック角度は、97~137 度 (平均 111 度) であった。全周性の中枢側高度石灰化症例は、II 群・III 群に各 1 例ずつであった。全例

図2 Intraoperative angiogram

(a) Pre-procedure angiogram. (b) When stiff guide wire was inserted, proximal neck became straight with an accordion phenomenon. (c) The device and proximal neck becomes parallel with bowing technique. Also an accordion phenomenon disappeared.

表1 Patient's profile, the aneurysm morphology and operation factors

	Group I <i>n</i> =31	Group II <i>n</i> =13	Group III <i>n</i> =7	<i>p</i> -Value
Age (year)	77±9	78±8	83±5	NS
Female gender	7 (23%)	2 (15%)	6 (86%)	0.001
Proximal neck				
Length (mm)	28±9	27±10	24±6	NS
Suprarenal angle (°)	29±25	38±29	55±24	NS
Neck-aneurysm angle (°)	39±17	72±9	111±15	<0.001
Severe calcification	0	1 (8%)	1 (14%)	NS
Maximum aneurysm diameter (mm)	52±11	57±14	54±8	NS
Coil embolization of internal iliac artery	10 (32%)	3 (23%)	3 (43%)	NS
Operation time (min)	109±31	129±25	109±30	NS

There was significantly more female in Group III. The aneurysm morphology did not differ between 3 groups, except proximal neck angle. Also operation time did not differ between 3 groups.

で留置に成功し、片側内腸骨動脈コイル塞栓の頻度には、有意差を認めず、手術時間にも有意差を認めなかった（表1）。予定留置直後の Type Ia endoleak：I 群 31 例中 14 例（45%），II 群 13 例中 7 例（54%），III 群 7 例中 1 例（14%），追加治療の頻度：I 群 31 例中 9 例（29%），II 群 13 例中 3 例（23%），III 群 7 例中 1 例（14%），最終造影での Type Ia endoleak：I 群 0%，II 群 13 例中 1 例（8%），III 群 7 例中 1 例（14%）といずれも有意差を認めなかった。I 群を中枢側ネック角度が 40 度以下と 41 度から 60 度に分けて検討すると、Ia 群で、中枢側ネック長が 33±8 mm と他の 3 群より、有意に長かった。予定留置後の Type Ia は、Ia 群：18%（15 例中 4 例），Ib 群：63%（16 例中 10 例）と、

Ib 群で、Ia 群・III 群より有意に多かった。追加治療の頻度は、Ia 群：7%（15 例中 1 例），Ib 群：50%（16 例中 8 例）と、有意差は認めないものの、Ib 群で Ia 群・III 群より多い傾向があった（図3）。

術後 7 日目・術後半の最大径縮小および endoleak には 3 群間に有意差を認めなかった（表2）。腎動脈上下の角度は、術前から術後 7 日目、術後半後まで、3 群とも有意な変化を認めなかった。しかし、中枢側ネック角度は、3 群とも、術後 7 日目に有意に減少し、その後は半年まで有意な変化を認めなかった（図4）。さらに、術前・術後の中枢側角度には、有意な相関関係を認めた（図5）。Trunk ipsilateral の trunk 部分と中枢側ネックが平行でな

い場合, trunk 部分に直交する大動脈の断面は, 楕円形となり, その楕円の短径に対する長径の比は, 図 6 のようであり, Excluder の場合, 大動脈径に対する trunk 部分の径は, 110~120% となるように選択されるため, 34 度以上の角度があった場合, 大動脈の長径は, trunk 部分の径より大きくなる. Excluder の留置後は, 中枢側ネック角度が減少するため, 図 5 に示した相関関係から, 術後の角度が 34 度になる術前の角度を推測すると 43 度となった.

図 3 Type Ia endoleak just after planned device deployment and additional procedure for Type Ia endoleak except balloon touch up

In group Ib, Type Ia endoleak just after planned device deployment was significantly more frequent than group Ia and group III. The additional procedure for Type Ia endoleak was tended to be more frequent than group Ia and group III.

考 察

EVAR を施行する際, 中枢側ネックに関しては, 径が 28 mm 以上, ネック長 15 mm 以下, 中枢側ネック角度 60 度以上, 石灰化または全周の 50% 以上の壁在血栓, リバーステーパーの形態は, hostile neck または challenging neck とされている. 中枢側ネック角度高度屈曲 (Severe neck angulation: SNA) が EVAR の成績に及ぼす影響としては, 報告により SNA の定義が異なり, 用いた device も異なるが, Type Ia endoleak, migration, 30 日死亡率, 急性期 open conversion, 動脈瘤拡大が多いとの報告があり¹⁻⁴⁾, 現時点では, SNA 症例に対しては, 遠隔成績の判明している open repair を考慮すべきであるが, open repair が high risk と判断される高齢者では, SNA 症例が有意に多く⁵⁾, SNA であっても EVAR が望ましい症例が存在すると思われる. さらに, SNA の定義自体が, ステントグラフト導入後初期の報告では, 30 度以内が適応内とされ⁶⁾, EVAR の進歩とともに, SNA の基準は変化している. また, 留置方法の改善により, 対処可能とする報告も見られる⁷⁾.

中枢側ネックに平行に device を留置することは, 十分な sealing zone を得るため, 重要と考えられ, SNA 症例に対しては, stiff guide wire を用いて, 屈曲した中枢側ネックを直線化する aortic modification が, 一般的に行われている. また, Excluder に関しては, 追従性に富む特性から, 中枢側の sealing zone を長くするため, Endowedge technique⁸⁾, アクセスルートおよび Trunk ipsilateral の向きの選択・stiff guide wire を曲げた状態での留置^{9,10)}などが提唱されている. われわれは, 90 度以上の高度屈曲症例には, Bowing 法を用いた device modification が有用と考え, 7 例に施行した. 本法の利点として, trunk 部分を中枢側ネックに平行に留置できること, stiff guide wire で

表 2 Evaluation of aneurysm diameter change, endoleak and migration by contrast enhanced CT

	Group I	Group II	Group III	p-Value
7 days after EVAR	n=31	n=13	n=7	
Aneurysm shrinkage (mm)	2.3±2.7	3.0±3.5	2.3±3.5	NS
Type Ia endoleak	0 (0%)	1 (8%)	1 (17%)	NS
Type II endoleak	13 (42%)	4 (31%)	2 (33%)	NS
Migration	0	0	1 (17%)	NS
6 months after EVAR	n=22	n=9	n=5	
Aneurysm shrinkage (mm)	6.0±5.6	5.9±4.2	3.8±2.7	NS
Type Ia endoleak	0 (0%)	1 (11%)	1 (20%)	NS
Type II endoleak	10 (45%)	2 (22%)	2 (40%)	NS
Migration	0	0	1 (20%)	NS

There was no significant difference among 3 groups 7 days after EVAR nor 6 months after EVAR.

図4 Supra renal angle and proximal neck angle change 7 days and 6 months after EVAR
Supra renal angle did not change in this period. Proximal neck angle reduced significantly 7 days after EVAR, however did not change significantly thereafter.

図5 Relationship between pre operative and post operative proximal neck angle
There was significant relationship between pre and post operative proximal neck angle.

大弯側に device が押し付けられるため、device が大動脈壁に固定され、留置中にステントグラフトの動脈瘤内への落ち込みを防ぐことができること、cross leg の形で留置され、対側脚が動脈内で開放されるため、対側脚の開放制限が生じないことが考えられる。一方、本法の欠点として、Bowing 法を行う場合は、大動脈弁に stiff guide wire を押し当てる必要があり、また、胸部下行大動脈にも stiff guide wire が接触する可能性があるため、大動脈弁に器質的变化がある症例、または胸部下行大動脈に壁在血栓が多い症例は、Bowing 法が困難と思われる。さらに、角度が

137 度と急峻な症例で、術後に migration を生じ、このように角度が急峻な症例では、良好に留置できた場合でも、より固定性を高めるため、balloon expandable stent の留置により固定性を高めるほうが良いのかもしれない¹¹⁾。中枢側ネックの性状に関しては、高度石灰化症例 (II 群 1 例、III 群 1 例) で、最終的に Type Ia endoleak が残存し、高度石灰化症例に対する適応は慎重にすべきと思われる。

SNA 症例に対する EVAR の長期成績に関して、van Keulen らは、中枢側ネック角度が、留置後に減少すると報告し、術前の中枢側ネック角度より、術後の角度のほうが長期成績により強く影響する可能性を示唆している¹²⁾。今回のわれわれの検討でも、中枢側ネック角度は、術後 7 日目で有意に減少し、その後、半年までは、有意な変化を認めなかった。Device modification で Excluder を留置した場合、長期的に、動脈瘤形態の変化により、中枢側への migration が生じることが危惧される。今回の検討では、術後早期と半年後では、中枢側ネック角度の変化が見られなかったことから、遠隔期における中枢側への migration の可能性は低いと考えられるが、引き続き長期間のフォローアップが必要である。

今回の検討で、IFU 内症例と 91 度以上の SNA 症例の間に、予定留置後 Type Ia, 追加治療の頻度に有意差を認めなかったため、aortic modification で施行した IFU 内症例を 40 度以下と 41 度以上に分けて検討すると、予定の留置直後の Type Ia endoleak および追加治療を要した頻度が、

図 6 Ratio of long axis to short axis of the aorta in each angle between device and the aorta

If the device and the aorta is not parallel, the ratio of long axis to short axis of a plane of the aorta increase. When the angle between the device and the aorta is more than 33°, Excluder trunk is too small for long axis diameter, because Excluder oversize is 110 to 120%.

41 度以上で、40 度以下および 90 度以上で Bowing 法を用いた群より多かった。この理由として、図 5, 6 で示すように、中枢側ネック角度が 40 度程度以上の場合、aortic modification で留置すると、trunk 部分の over sizing が十分でない可能性がある。もちろん、Type Ia endoleak の要因は、中枢側ネック角度だけではないが、device が柔軟な Excluder や Endurant を用いる場合、40 度以上の屈曲症例に対しては、device が中枢側ネックに平行に留置される device modification を行ったほうが、安全に留置できる可能性が示唆され、aortic modification で留置する場合は、van Keulen ら⁷⁾が提唱しているように、サイズが大きめの device を選択するべきかもしれない。他の選択肢として、40～60 度の軽度屈曲症例に対しては、Zenith を aortic modification により留置することにより予定留置後の Type Ia, Type Ia に対する追加治療が減少する可能性があり、これらの点に関しては、今後の検討を要する。

今後は、Aorfix^{13, 14)}や Endurant¹⁵⁾などの屈曲に対応した新しい device により SNA に対処可能になることも期待される。

結 論

高度屈曲症例に対しても Bowing 法を用いた device modification により、Excluder 内挿術が可能であった。40 度以上の中枢側ネック屈曲症例に対しても、Excluder を用いる場合、device modification を行うほうが良好に留置できる可能性が示唆された。中枢側ネック高度石灰化症例

では、Type Ia が残存し、適応は慎重に判断すべきである。

文 献

- 1) Sternbergh, W.C. III, Carter, G., York, J.W. et al. : Aortic neck angulation predicts adverse outcome with endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* **35** : 482-486, 2002.
- 2) Albertini, J.N., Kalliafas, S., Travis, S. et al. : Anatomical risk factors for proximal perigraft endoleak and graft migration following endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* **19** : 308-312, 2000.
- 3) Hobo, R., Kievit, J., Leures, L.J. et al. : Influence of severe infrarenal aortic neck angulation on complications as the proximal neck following endovascular AAA repair : A EUROSTAR study. *J. Endovasc. Ther.* **14** : 1-11, 2007.
- 4) Abbruzzese, T.A., Kwolek, C.J., Brewster, D.C. et al. : Outcomes following endovascular abdominal aortic aneurysm repair (EVAR): An anatomic and device-specific analysis. *J. Vasc. Surg.* **48** : 19-28, 2008.
- 5) Lange, C., Leurs, L.J., Buth, J. et al. : Endovascular repair of abdominal aortic aneurysm in octogenarians : An analysis based on EUROSTAR data. *J. Vasc. Surg.* **42** : 624-630, 2005.
- 6) Stanley, B.M., Semmens, J.B., Mai, Q. et al. : Evaluation of patient selection guidelines for endoluminal AAA repair with the Zenith stentgraft: The Australasian experience. *J. Endovasc. Ther.* **8** : 457-464, 2001.
- 7) van Keulen, J.W., Moll, F.L. and van Herwaarden, J.A. : Tips and techniques for optimal stent graft placement in angulated aneurysm necks. *J. Vasc. Surg.* **52** : 1081-1086, 2010.
- 8) Manion, D.J., Ancy, A., Patterson, D.E. et al. : The endowedge and kilt techniques to achieve additional juxtarenal seal during deployment of the Gore Excluder Endoprosthesis. *Ann. Vasc. Surg.* **20** : 472-477, 2006.
- 9) Ghouri, M.A., Dougherty, K.G. and Krajcer, Z. : Technical tips for endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms with challenging infrarenal neck anatomy using the Excluder endoprosthesis. *J. Endovasc. Ther.* **17** : 705-711, 2010.
- 10) QuinonesBaldrich, W.J. and Chandra, A. : Angle guidewire delivery of aortic endovascular prosthesis for angulated landing zones. *Ann. Vasc. Surg.* **23** : 425-427, 2009.
- 11) Dias, N.V., Resch, T., Malina, M. et al. : Intraoperative proximal endoleaks during AAA stent-graft repair : Evaluation of risk factors and treatment with Palmaz stents. *J. Endovasc. Ther.* **8** : 268-273, 2001.
- 12) van Keulen, J.W., Moll, F.L., Arts, J. et al. : Aortic neck angulations decrease during and after endovascular aneurysm repair. *J. Endovasc. Ther.* **17** : 594-598, 2010.
- 13) Albertini, J.N., De Masi, M.A., Macierewicz, J.A. et al. : The Aorfix stent-graft for abdominal aortic aneurysms reduces the risk of type I endoleak in agulated necks : A bench test study. *Vascular* **13** : 321-326, 2005.
- 14) Albertini, J.N., Perdikides, T., Soong, C.V. et al. : Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms in patients with severe angulation of the proximal neck using a flexible stent-graft : European multicenter experience. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)* **20** : 245-250, 2006.
- 15) Verhagen, H.J., Torsello, G., De Vries, J.P. et al. : Endurant stent-graft system : Preliminary report on an innovative treatment for challenging abdominal aortic aneurysm. *J. Cardiovasc. Surg.* **50** : 153-158, 2009.