

# 不完全なクリッピングにより残存した脳動脈瘤に対する 脳血管内手術の有用性

仁木 淳<sup>1,2)</sup> 鈴木祥生<sup>2)</sup> 倉田 彰<sup>2)</sup> 岩本和久<sup>2)</sup> 中原邦晶<sup>2)</sup>  
佐藤公俊<sup>2)</sup> 山田 勝<sup>2)</sup> 北原孝雄<sup>2)</sup> 藤井清孝<sup>2)</sup> 菅 信一<sup>3)</sup>

## Advantages of endovascular surgery for the residual aneurysms following surgical clipping

Jun NIKI<sup>1,2)</sup> Sachio SUZUKI<sup>2)</sup> Akira KURATA<sup>2)</sup> Kazuhisa IWAMOTO<sup>2)</sup> Kuniaki NAKAHARA<sup>2)</sup>  
Kimitoshi SATO<sup>2)</sup> Masaru YAMADA<sup>2)</sup> Takao KITAHARA<sup>2)</sup> Kiyotaka FUJII<sup>2)</sup> Shinichi KAN<sup>3)</sup>

1) Department of Neurosurgery, International Goodwill Hospital

2) Department of Neurosurgery, Kitasato University School of Medicine

3) Department of Radiology, Kitasato University School of Medicine

### ●Abstract●

**Objective:** We investigate the efficacy of endovascular surgery (EVS) for the residual aneurysms following surgical clipping.

**Materials and Methods:** Between April 1999 and May 2009, we performed endovascular treatment in 17 consecutive patients with residual aneurysms following surgical clipping. They comprised 6 men and 11 women with a mean age of 59 years. Of the 17 aneurysms, 10 were ruptured, the other 7 were unruptured, and were located at IC-PC (5), VA-PICA (4), AcomA (4), BA-tip (2), MCA (1), and BA-SCA (1). The direction of the dislocated clip was divided into 3 types: type A (n=2) the clip dislocated along with the aneurysmal neck, type B (n=6) the clip dislocated to the fundus, and type C (n=9) the clip completely dislocated from the aneurysm.

**Results:** The interval between clipping and EVS ranged from 6 days to 17 years (mean 4.7 years). Of 17 aneurysms, 14 were small (< 10 mm) and 3 were large (10 ~ 25 mm). As for type of clip dislocations; 2 were type A (11.8%), 6 were type B (35.3%), and 9 were type C (52.9%). EVS was successful in 16 of 17 cases (94.1%). Of 16 aneurysms in which EVS was successful, 12 were completely occluded and 4 were neck remnant. There were no procedural complications. Coil compaction was observed in one patient during the follow-up period.

**Conclusion:** EVS is a safe and effective method for residual aneurysms following surgical clipping. 3D rotational angiography is useful to clarify aneurysmal morphology and facilitates successful occlusion of the residual aneurysm.

### ●Key Words●

endovascular surgery, incomplete clipping, residual aneurysm

1) 国際親善総合病院 脳神経外科

2) 北里大学医学部 脳神経外科

3) 北里大学医学部 放射線科

<連絡先: 仁木 淳 〒245-0006 神奈川県横浜市泉区西が岡1-28-1 E-mail: nikijun@k9.dion.ne.jp>

(Received Jun 1, 2010 : Accepted November 22, 2010)

## 緒 言

ISATの報告<sup>6)</sup>以来、本邦でも破裂脳動脈瘤の治療に脳血管内手術が選択されることが増加した。しかし、脳血管内手術の長期治療成績に関しては未だ確定的な結論が出ておらず、現時点においてはクリッピング術の方が根治的な治療法とされている。その一方でDrakeら<sup>1)</sup>や Sindouら<sup>8)</sup>によると破裂脳動脈瘤に対するクリッピング

術が不完全に終わり動脈瘤が残存する率は約4%と報告されており、その主たる原因は不完全なネッククリッピングやクリップの早期スリップアウトであった<sup>1)</sup>。さらに、このように不完全な治療により残存した動脈瘤に対する再クリッピング術の治療成績は極端に悪いと報告されている<sup>1)</sup>。今回、不完全なクリッピングにより術後残存した動脈瘤に対する脳血管内手術の有用性を検討した。

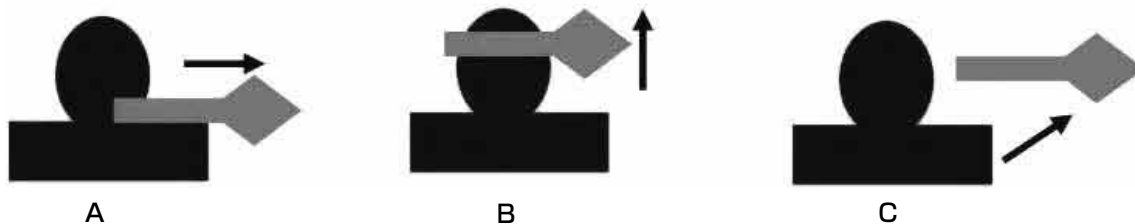


Fig. 1 Schematic drawings of 3 types of aneurysmal clip dislocation.

A : Type A. The clip dislocating along with the aneurysmal neck.

B : Type B. The clip dislocating to the aneurysmal fundus.

C : Type C. The clip is completely dislocated from the aneurysm.

## 対象と方法

1998年4月から2009年5月までの期間に、不完全なクリッピングにより残存した動脈瘤に対し、脳血管内手術（瘤内塞栓術）を施行した17例を対象とした。同期間にクリッピングを行った704例中の2.4%にあたる。

症例の内訳は男性が6例、女性が11例で、平均年齢は59歳（39～76歳）であった。今回再治療を要した動脈瘤は、初回治療時に破裂動脈瘤が10例、未破裂動脈瘤が7例であり、内1例は動眼神経麻痺で発症した未破裂症候性動脈瘤であった。初回治療時に破裂動脈瘤の症例は全例が再出血を来したことにより動脈瘤の残存が診断され再治療が必要と判断された。初回治療時に未破裂動脈瘤であった7例中5例では、術直後の検査で不完全クリッピングと診断された。残りの2例では、術直後の検査では完全なネッククリッピングが確認されていたが、症候性であった1例では、約5年の経過観察中に動眼神経麻痺が悪化し、瘤の増大が認められ、他の1例では経過観察中（術後10日目）に出血を来し瘤の残存が確認された。動脈瘤の部位は、内頸動脈-後交通動脈分岐部5例、椎骨動脈-後下小脳動脈分岐部4例、前交通動脈4例、脳底動脈先端部2例、中大脳動脈部および脳底動脈-上小脳動脈分岐部が各1例であった。治療は、クリッピング術後の再治療症例では、アクセスルートの問題や動脈瘤の形態的問題（2mm以下の大きさやDome/Neck ratioが1.5以下等）がないかぎり血管内手術を第一選択とした。血管内手術は、原則として出血例は全身麻酔下に、未破裂例は局所麻酔下に行った。術前にCT Angiography (CTA) や回転DSAを用いて瘤の形状および瘤とクリップの位置関係を十分に評価した。塞栓術は5.2から6.0Frのガイディングカテーテルを用いて母血管にアクセスし、10typeのマイクロカテーテルで瘤内にア

プローチした。全例でバルーンアシストテクニックは用いず、シンプルテクニックで瘤内塞栓術を行った。抗凝固療法は、シース挿入時に3000単位のヘパリンを動注し、術中はヘパリン加生理食塩水をカテーテルから持続投与（約200単位/h）した。activated clotting time (ACT) 値を術前の2から2.5倍にコントロールするため、適宜ヘパリンの動注を追加した。術後は出血症例では約1週間、非出血症例では24時間のヘパリン持続静注（150単位/kg/day）を行い、ヘパリン持続静注終了後から抗血小板薬2剤の内服を開始した。術後早期（1週間前後）に脳血管造影検査で評価し、その後はMRIおよびMRAで画像追跡した。

また、不完全クリッピングで瘤が残存した時にクリップが瘤に対してどの位置に存在するのかをクリップと瘤の位置関係から3typeに分類した（Fig. 1）。Type Aはネックのレベルの横方向にクリップが存在し、ネックを不完全に閉塞しているもので、Type Bはドーム上にクリップが存在するもの、Type Cはクリップが完全に瘤から離れた位置にあるものとした。

## 結果

17症例の詳細をTable 1に示す。初回クリッピング術から再治療までの期間は6日～17年（平均4年5ヵ月）であった。内訳は術後4週以内が7例、5週以降が10例であった。クリップと瘤の位置関係では、Type Aが2例（11.8%）、Type Bが6例（35.3%）、Type Cが9例（52.9%）であった。完全逸脱のType Cが半数以上を占め、クリップがネックを不完全に閉塞するタイプのType Aは11.8%と最も少なかった。残存動脈瘤のサイズはsmall (<10mm) が14例、large (10～25mm) が3例であった。17例中16例（94.1%）で瘤内塞栓が可能であった。塞栓術が不可能であった症例はType Aの1例で、

Table 1 Summary of 17 patients who underwent endovascular surgery for residual aneurysms following surgical clipping

case	age	sex	interval (between clipping and EVS)	rupture/unruptured	location of aneurysm	type of clip dislocation	size of residual aneurysm	result of EVS
1	76	F	8 days	unruptured (incidental)	Rt. IC-PC	C	12mm	complete
2	75	F	2 years	rupture	Lt. VA-PICA	C	6 mm	complete
3	47	M	6 months	unruptured (incidental)	Lt. VA-PICA	B	10mm	complete
4	64	M	5 years	unruptured (oculomotor nerve paralysis)	BA tip	C	12mm	neck remnant
5	69	F	6 days	rupture	Rt. IC-PC	C	8 mm	complete
6	44	F	28 days	unruptured (incidental)	Rt. MCA	C	4 mm	complete
7	51	M	4 months	unruptured (incidental)	A-com	C	3 mm	complete
8	39	F	13 years	rupture	BA-SCA	A	4 mm	complete
9	70	F	2 years 7 months	rupture	VA-PICA	B	4 mm	neck remnant
10	52	F	17 years 1 month	rupture & re-rupture	BA tip	B	5 mm	neck remnant
11	63	M	8 years 2 months	rupture	Lt. IC-PC	C	4 mm	complete
12	63	F	1 month	rupture	A-com	B	4 mm	complete
13	56	F	16 years	rupture	A-com	B	6 mm	neck remnant
14	65	M	10 years · 20 years	rupture	Lt. IC-PC	C	8 mm	complete
15	60	F	1 month	multiple aneurysms, one of which ruptured	Rt. IC-PC	C	4 mm	complete
16	52	F	1 month	unruptured (incidental)	VA-PICA	A	2 mm	(-)
17	60	M	13 days	rupture	A-com	B	2 mm	complete

EVS: endovascular surgery

Table 2 Results

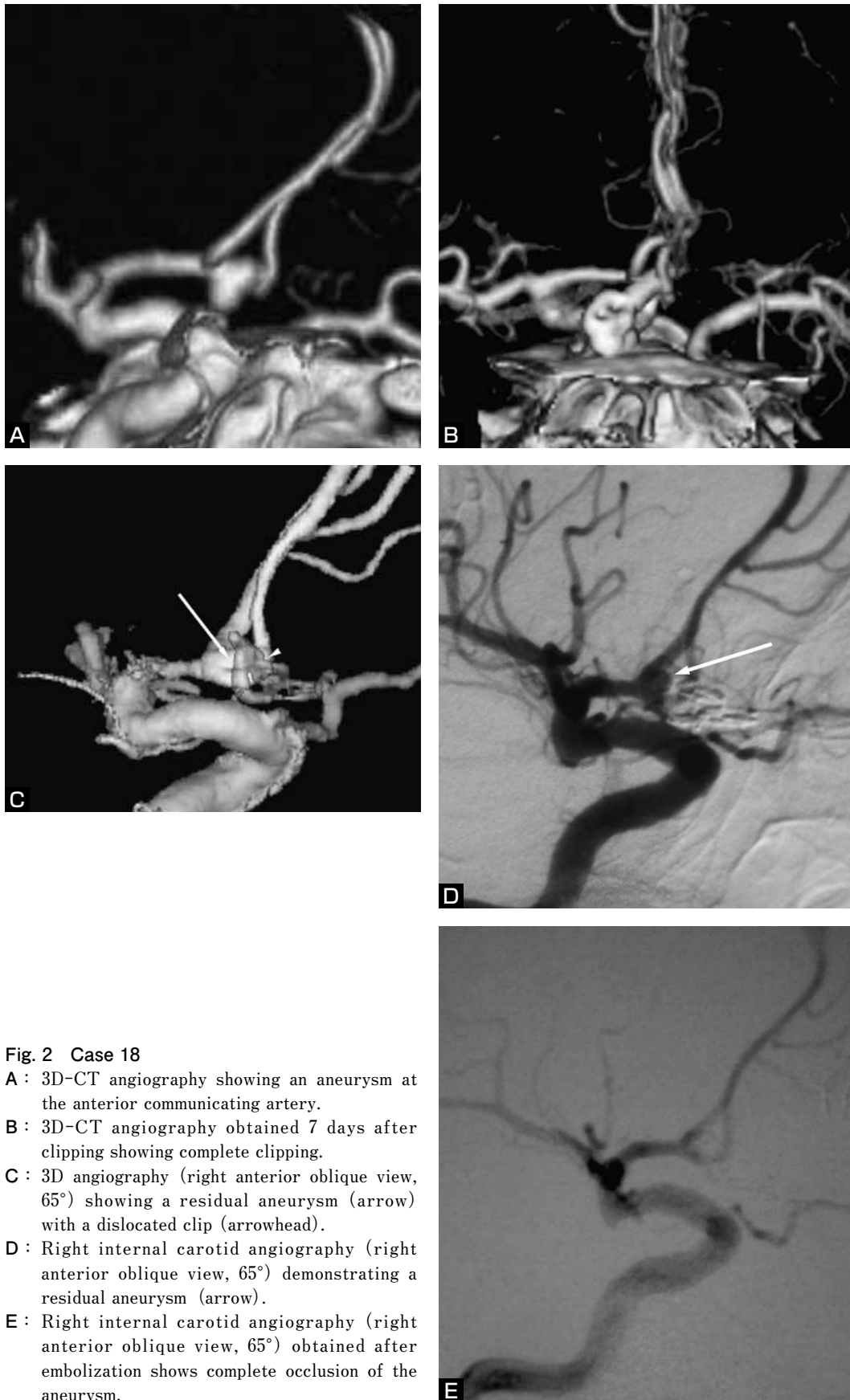
Type	No. of cases	success rate	morphological results			complication	coil compaction
			complete occlusion	neck remnant	dome filling		
A	2	50%	1 (100%)	0 (0%)	0	0	0%
B	6	100%	3 (50%)	3 (50%)	0	0	1 (16.7%)
C	9	100%	7 (77.8%)	2 (22.2%)	0	0	0%
Total	17	94.1%	11 (75%)	5 (31.3%)	0	0	1 (6.3%)

動脈瘤残存部分のneckが3D-CTAで計測上約0.65mmと小さく、SL-10 (外径0.6mm; Boston Scientific, Natick, MA, USA) の挿入ができなかった。塞栓術の結果は12例で完全閉塞、4例でneck remnantであった。塞栓術後の経過観察中(1ヵ月目)に、neck remnantであった1例(5.9%)でcoil compactionによる再開通を来し再出血を起こしたため再度塞栓術を施行した。その他では動脈瘤の再増大や出血は認めていない。手技に起因する合併症は認めなかった。Type別の治療成績と合併症等をTable 2に示す。Type Aでは前述のように2例中1例で塞栓できなかったが、塞栓が可能であった症例では

complete occlusionが得られた。Dome/Neck比が小さくなるType Bでは50%のneck remnant、17%のcoil compactionがあった。Type Cではcomplete occlusionが77.8%であった。

#### <症例18 (Type B)>

60歳男性。突然の頭痛と意識障害で発症した。来院時はH&K grade IVであった。単純CTおよびCTAにより前交通動脈瘤破裂によるくも膜下出血と診断し(Fig. 2A)、発症当日に2本のクリップを用いてクリッピング術を施行した。術中所見は完全なネッククリッピングであった。術後経過良好で意識は徐々に改善傾向を示した。



**Fig. 2 Case 18**

- A :** 3D-CT angiography showing an aneurysm at the anterior communicating artery.
- B :** 3D-CT angiography obtained 7 days after clipping showing complete clipping.
- C :** 3D angiography (right anterior oblique view, 65°) showing a residual aneurysm (arrow) with a dislocated clip (arrowhead).
- D :** Right internal carotid angiography (right anterior oblique view, 65°) demonstrating a residual aneurysm (arrow).
- E :** Right internal carotid angiography (right anterior oblique view, 65°) obtained after embolization shows complete occlusion of the aneurysm.

術後7日目にCTAを施行し、瘤が描出されないことを確認した (Fig. 2B). 術後10日目に頭痛の増強を認め、13日目には一度改善傾向にあった意識が悪化し、傾眠傾向になった. 頭部CTで再出血と診断し、脳血管造影検査を施行したところ、クリップの逸脱による瘤の残存を認めた. 瘤の形態を明らかにすべく3D-DSAを施行した. クリップの1本がドーム側 (縦方向) に逸脱しており、右前斜位65度の造影で瘤と前大脳動脈 (A2) を明瞭に区別できることを確認した (Fig. 2C). 翌日、このワーキングアングルでロードマッピング画像を作成し、脳血管内手術を施行した. ガイディングカテーテルを内頸動脈の頭蓋内入口部に留置し、SL-10を対側A2に導入し、引き戻して瘤内に挿入した. まず、MICRUSPHERE 10 2 mm×2.5 cm (Micrus Endovascular, San Jose, CA, USA) でケーシングを行った. 次にULTIPAQ 10 2 mm×2 cm (Micrus Endovascular, San Jose, CA, USA) を1本充填し瘤を閉塞した (Fig. 2D). 最終血管造影検査では瘤は完全閉塞となった (Fig. 2E). 3ヵ月後のGlasgow Outcome Scaleはgood recoveryであった.

## 考 察

クリッピング不成功例に対する脳血管内手術は1994年にFraserら<sup>3)</sup>が最初の2症例を報告して以来、その有用性についての報告が多い<sup>2,7,9)</sup>. 特に Kawamotoらは、開頭手術後の患者における再治療は、脳癒着等により開頭手術を行うには困難を伴い、再治療方法は脳血管内手術の方が有利であると報告している<sup>5)</sup>. 一方で、Fujimuraらは、再治療が必要な動脈瘤は形状が不整であり、その形態的所見から脳血管内手術には困難を有すると報告した<sup>4)</sup>.

脳血管内手術による再治療の成功の鍵は、再治療時の残存瘤の形状と正常血管との位置関係をいかに明瞭に描出できるかにかかっている. また、クリップと瘤の位置関係により、その難易度が異なる. 我々の症例で最も多かったType Cは完全にクリップが移動しているため、クリップの影響は受けにくく、治療成績は通常の動脈瘤に対する塞栓術と何ら変わりなく良好であった. 一方、クリップがネックを不完全に閉塞しているType Aでは、移動したクリップでネック形成されていると考えられ一般的に血管内手術の良い適応と考えられるが、我々の症例では2例中1例で逆にネックが狭くなり過ぎ、マイクロカテーテルの動脈瘤内への誘導が困難であった. 我々のシリーズでこのtypeは12.5%と頻度が少なく、塞栓術

に都合の良いクリップの移動は実際には少ないと考えられる. Type BはDome/Neck ratioが低下することと、クリップにより良いworking angleを得ることが困難な場合があり、血管内治療の難易度が増す傾向があった. さらに複数のクリップを使用している例ではより残存腔を明瞭に描出することが困難になる. 我々の症例でも、Type Bの1例でcoil compactionを認めており、十分なコイルパッキングができなかったことが原因と考えられる. このtypeへの治療として、バルーンアシスト等の補助手技を使用することがあげられるが、残存腔や正常血管との関係を明瞭に描出することが困難なことが多いため、バルーンの誘導や位置決めが困難を伴うことが予想される. 術前のCTAや回転DSAの3D画像などで残存瘤の正確な形態や正常血管との位置関係を把握することが、治療に際しては重要である.

## 結 語

クリッピング術後に残存した動脈瘤に対する治療には開頭手術より脳血管内手術の方が有利な点が多く、まず考慮すべき治療法と考える. 脳血管内手術を成功させるためには術前の瘤の形態診断が重要で、残存腔の形態と正常血管およびクリップとの位置関係を正確に把握するためには回転DSAによる3D画像が有用と考えられた.

## 文 献

- 1) Drake CG, Friedman AH, Peerless SJ: Failed aneurysm surgery. Reoperation in 115 cases. J Neurosurg 61:848-856, 1984.
- 2) Forsting M, Albert FK, Jansen O: Coil placement after clipping: endovascular treatment of incompletely clipped cerebral aneurysms. Report of two cases. J Neurosurg 85:966-969, 1996.
- 3) Fraser KW, Halbach VV, Teitelbaum GP: Endovascular platinum coil embolization of incompletely surgically clipped cerebral aneurysms. Surg Neurol 41:4-8, 1994.
- 4) Fujimura N, Hirohata M, Abe T: A case of aneurysmal neck clipping following incomplete neck clipping and coil embolization. No Shinkei Geka 27:49-54, 1999.
- 5) Kawamoto H, Inagawa T, Ikawa F: Two cases with coil embolization following incomplete neck clipping. No Shinkei Geka 28:1105-1110, 2000.
- 6) Molyneux A, Kerr R, International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group, et al: International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a

- randomized trial. Lancet 360:1267-1274, 2002.
- 7) Rabinstein AA, Nichols DA: Endovascular coil embolization of cerebral aneurysm remnants after incomplete surgical obliteration. Stroke 33:1809-1815, 2002.
- 8) Sindou M, Acevedo JC, Turjman F: Aneurysmal remnants after microsurgical clipping: classification and results

- from a prospective angiographic study (in a consecutive series of 305 operated intracranial aneurysms). Acta Neurochir (Wien) 140:1153-1159, 1998.
- 9) Thielen KR, Nichols DA, Fulgham JR: Endovascular treatment of cerebral aneurysms following incomplete clipping. J Neurosurg 87:184-189, 1997.

JNET 4:140-145, 2010

### 要 旨

**【目的】** 不完全なクリッピングによる残存動脈瘤に対する脳血管内手術 (EVS) の有用性を検討した。**【方法】** 1999年4月から2009年5月までの17例でクリッピング後の残存動脈瘤が認められ、男性6例、女性11例、平均59歳であった。破裂瘤が10例、未破裂瘤が7例で、部位は後交通動脈瘤5例、後下小脳動脈分岐部動脈瘤4例、前交通動脈瘤4例、脳底動脈先端動脈瘤2例、中大脳動脈瘤と上小脳動脈分岐部動脈瘤各1例であった。クリップが瘤のネックを不完全に閉塞している症例をType A、クリップがドーム上にある症例をType B、クリップが動脈瘤から完全に離れている症例をType Cと分類した。**【結果】** クリッピングからEVSまでの期間は、平均4.7年で、EVS時の残存瘤のサイズは10mm以下が14例、10mm以上が3例で、クリップの位置関係は、Type A (2例) 11.8%、Type B (6例) 35.3%、Type C (9例) 52.9%であった。EVSの成功率は94.1%で、成功した16例中12例は完全閉塞、4例でネックが残存した。合併症は無く、1例はコイルコンパクションを来し再治療を要した。**【結論】** EVSは不完全クリッピング後の残存瘤の治療法として安全かつ有用である。残存瘤の形態学的検討を3D回転血管撮影などで詳細に行うことが重要である。