

# フローダイバーターステント留置後の 抗血小板剤2剤併用療法中に 母血管閉塞を来した 左椎骨動脈血栓化紡錘状脳動脈瘤の1例

溝上康治<sup>1, 2)</sup>, 兵頭明夫<sup>3)</sup>, 小佐野靖己<sup>2)</sup>, 遠藤昌孝<sup>2)</sup>

1) 湘南鎌倉総合病院脳神経外科 〒247-8533 神奈川県鎌倉市岡本 1370-1

2) 湘南藤沢徳洲会病院脳神経外科

3) 鎌ヶ谷総合病院脳神経外科

**【目的】** 未破裂椎骨動脈血栓化紡錘状脳動脈瘤に対してフローダイバーターステント (FD) 留置術を行った後、母血管閉塞を来した1例を報告する。

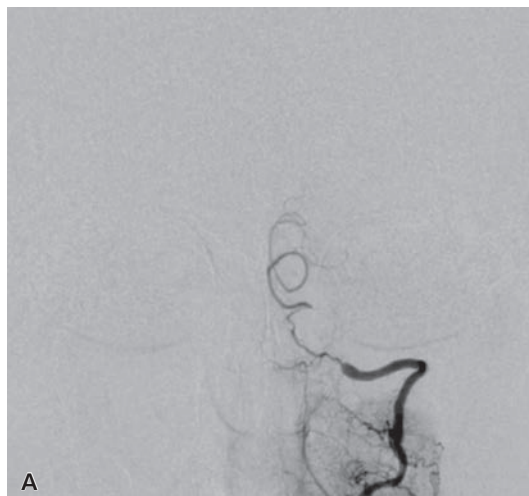
**【症例】** 70歳, 男性. めまい精査で未破裂左椎骨動脈紡錘状脳動脈瘤を指摘された. 経過観察していたが, 4年目の頭部MRI・MRAで形状変化を認め, 左視床に虚血性病変が出現したため, FD留置術を施行した. 合併症なく自宅退院したが, 術後6カ月目の脳血管撮影で母血管閉塞を来し, 対側椎骨動脈順行性flowも低下していた.

**【結論】** 母血管閉塞, 対側椎骨動脈閉塞・順行性flow低下の可能性を考え, ステントはunionを越えず椎骨動脈遠位部から展開し解離部全体を覆うのが望ましい。

## Key Words

flow diverter stenting, vertebral artery aneurysm, parent artery occlusion, reduction in contralateral vertebral artery flow

## Key Slide



A

(Received September 5, 2024; Accepted September 20, 2024)

## I. 緒言

未破裂大型脳動脈瘤あるいは巨大脳動脈瘤に対するフローダイバーターステント (flow diverter: FD) 留置術は従来のコイル塞栓術と比較して高い閉塞率が期待でき、有効な治療法としてすでに確立しており、本邦においても内頸動脈錐体部から床上部、そして椎骨・脳底動脈にまで適応が拡大されている<sup>1)</sup>。一方で、母血管閉塞、血栓塞栓症、ステント内狭窄、分枝動脈閉塞、遅発性頭蓋内出血などの合併症もあり<sup>2, 3)</sup>、その適応や治療戦略において慎重を期するのも事実である。今回、我々は未破裂左椎骨動脈血栓化大型脳動脈瘤に対しFD留置術を行い、周術期合併症なく自宅退院し、抗血小板剤2剤併用療法継続によって血小板凝集能が十分抑制されていたにもかかわらず、6カ月後に無症候ながら母血管閉塞を来した1例を、本人の同意を得て報告する。

## II. 症例

**患者:** 70歳, 男性。

**主訴:** めまい, ふらつき。

**既往歴:** 高血圧症。

**投薬歴:** 降圧薬。

**現病歴:** めまい, ふらつきを主訴に当院耳鼻咽喉科を受診, 頭部MRI・MRA検査で左椎骨動脈脳動脈瘤を指摘され当科紹介となった。画像上, 脳動脈瘤が延髄を圧排していたが同部の信号変化はなく, 瘤内の一部が血栓化していた (Fig. 1A-D)。FLAIRでは両側大脳半球に散在性に慢性虚血性変化を認めるものの, この時点では基底核に同様の所見は認めなかった (Fig. 1E)。脳血管撮影検査では左椎骨動脈が後下小脳動脈分岐部より遠位部

からunion近傍まで25mmにわたり最大径5.4mmで紡錘状に拡張していた (Fig. 1F)。Alcock testでは左右ともに後交通動脈を介して内頸動脈系が描出される状態だった。未破裂左椎骨動脈血栓化大型紡錘状脳動脈瘤の診断がついたが, 症状は一過性であり, 経過観察の方針とした。

**経過:** 神経症状なく経過していたが, 4年目の頭部MRI検査で脳動脈瘤の外形および延髄圧排の程度に変化はないものの, 血栓化部分に血流を認め (Fig. 2A-D), また無症候性ながら左視床に新規虚血性変化が出現していた (Fig. 2E)。CTAでは描出される脳動脈瘤がやや増大していた (Fig. 2F)。破裂予防・脳梗塞予防目的で手術治療 (脳血管内手術) を計画した。

**血管内治療:** 手術の1週間前からアスピリン・クロピドグレルによる抗血小板剤2剤併用療法を開始, 術前日の血小板凝集能検査 (全自動血液凝固測定装置CN-6000 [シスメックス], Platelet Aggregation Level [PAL] で判定, ADP試薬使用の場合をADP induced PAL [APAL], コラーゲン試薬使用の場合をcollagen induced PAL [CPAL] とし, APAL < 7.1, CPAL < 8.0で血小板凝集抑制効果ありと判断) でAPAL 5.7, CPAL 5.0と血小板凝集抑制効果は十分と判断し, 右大腿動脈 approach によるFD留置術を施行した。

全身麻酔下で右大腿動脈にASAHI FUBUKI 5Fr Neurovascular Guiding Dilator Kit Angle 90cm (朝日インテック) を挿入, ヘパリン5,000単位を静注し, activated clotting time (ACT) が基礎値の2倍前後となるようコントロールした。ASAHI FUBUKI 5Frを左椎骨動脈V2遠位部に誘導・留置後, 3D-rotation angiographyで椎骨動脈瘤を確認した。ASAHI CHIKAI 0.014”

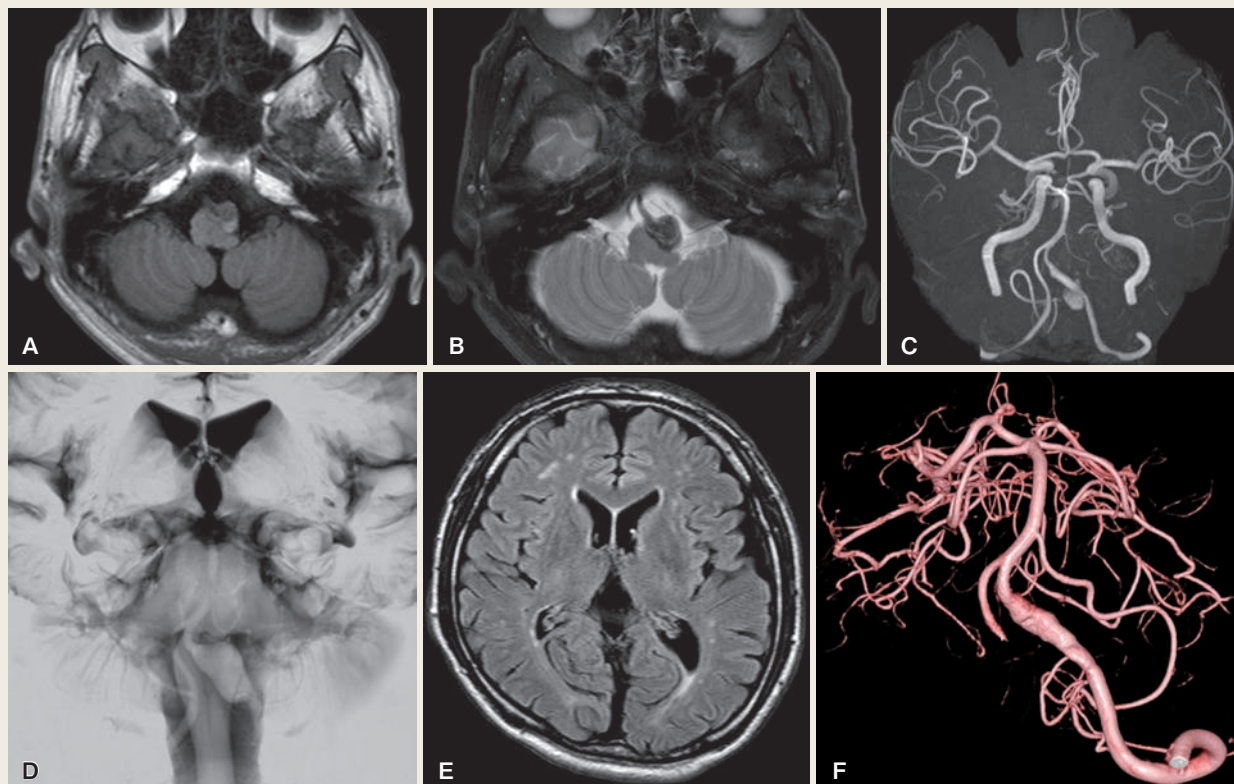


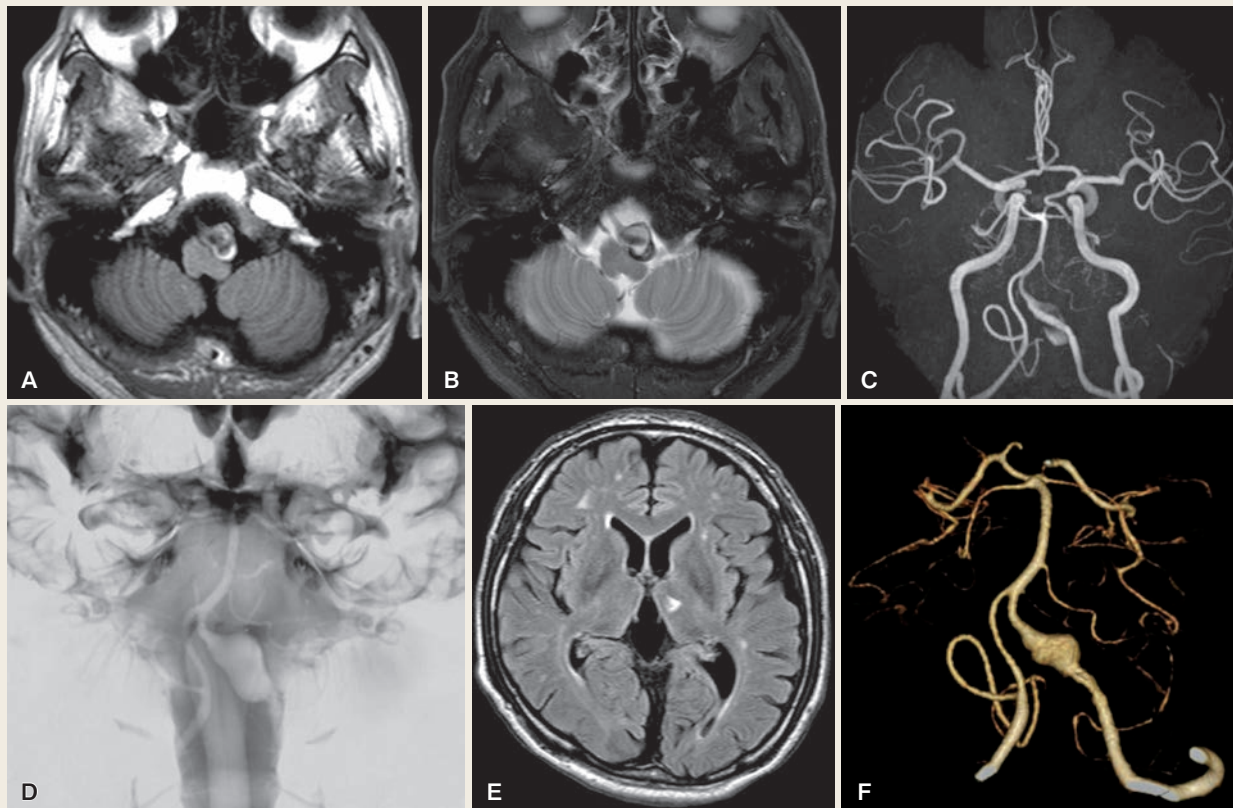
Fig. 1

Initial examinations. A partially thrombosed fusiform aneurysm of the left vertebral artery (VA) is observed as areas of high and low signal intensity on T1-weighted imaging (T1WI) (A) and low signal intensity on T2-weighted imaging (T2WI) (B). The aneurysm and thrombus are distinct on magnetic resonance angiography (MRA) (C); however, the aneurysm appears as a single mass on basiparallel anatomical scanning (B-PAS) (D). Ischemic changes are seen in the white matter of both cerebral hemispheres, but no ischemia is detected in the left thalamus on fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) (E). The aneurysmal blood flow is visualized on 3D rotational angiography (F).

200 cm (朝日インテック) と Phenom 27 160 cm (日本メドトロニック) との co-axial system で NAVIEN 5 Fr 125 cm (日本メドトロニック) を脳動脈瘤の直前まで誘導し、そのまま micro guide wire を lesion cross させ、Phenom 27 を脳底動脈遠位部に留置した。PIPELINE FLEX SHIELD 4.25 mm × 30 mm (日本メドトロニック) を誘導し、瘤遠位部と椎骨動脈合流部の距離が短く、病変を完全に覆い、かつステント遠位端を安定させる目的で脳底動脈近位部までシステムごと引き戻し (Fig. 3A, B)、瘤より近位部の椎骨動脈まで

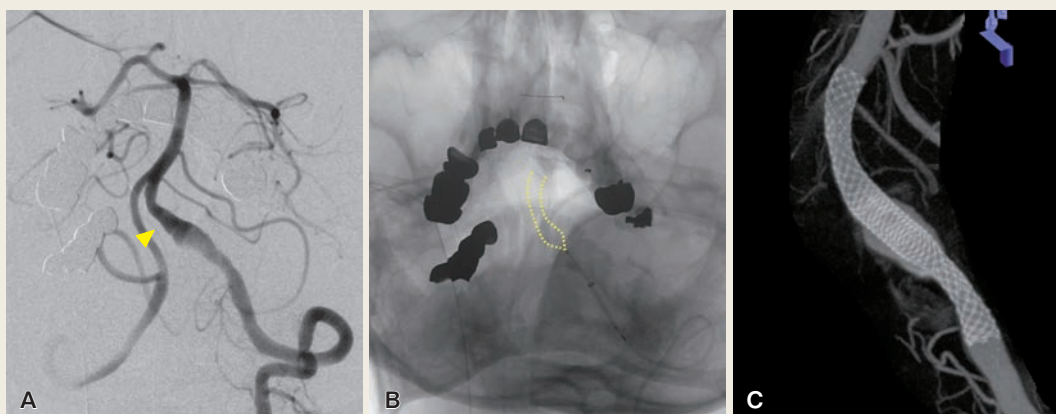
完全展開した。Cone beam CT でステントが完全展開され、脳動脈瘤の近位部・遠位部で血管壁に圧着していることを確認し (Fig. 3C) 手技を終えた。

**術後経過：**術後、麻酔からの覚醒は良好で、明らかな神経学的脱落症状はなく、術翌日の頭部 MRI・MRA では虚血および出血性合併症を認めず、またステント留置部より遠位血管の描出は良好な状態で、術後3日目に mRS 0 で自宅退院した。術後3カ月目の頭部 MRI・MRA では虚血性変化はなく、左椎骨動脈脳動脈瘤は血栓化が進んでい



**Fig. 2**

Four years after the initial examination. Signal changes are observed within the aneurysm on T1WI (A) and T2WI (B) . A new lesion appears distal to the aneurysm on MRA (C) ; however, no change in aneurysm outline is noted on B-PAS (D) . A new ischemic change is visible in the left thalamus on FLAIR (E) . CT angiography shows enlargement of the aneurysmal blood flow area (F) .



**Fig. 3**

Operative findings. The aneurysm extends from just distal to the branching of the left posterior inferior cerebellar artery (PICA) to the proximal vertebrobasilar junction (A) . The origin of the anterior spinal artery (ASA) is not involved by the aneurysm (arrowhead) . The flow diverter (FD) stent was deployed from the basilar artery (BA) proximal to the AICA origin (dashed line) (B) . Cone beam CT shows the stent attached to the vessel wall from the BA to the left proximal VA (C) .

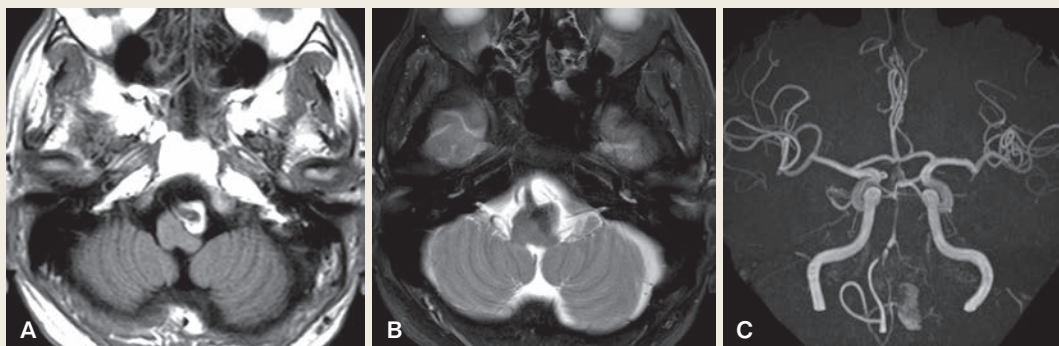


Fig. 4

Three months after FD stenting. Signal changes are noted within the aneurysm (A, B) . Parent artery occlusion is suspected, and the BA appears narrowed (C) .

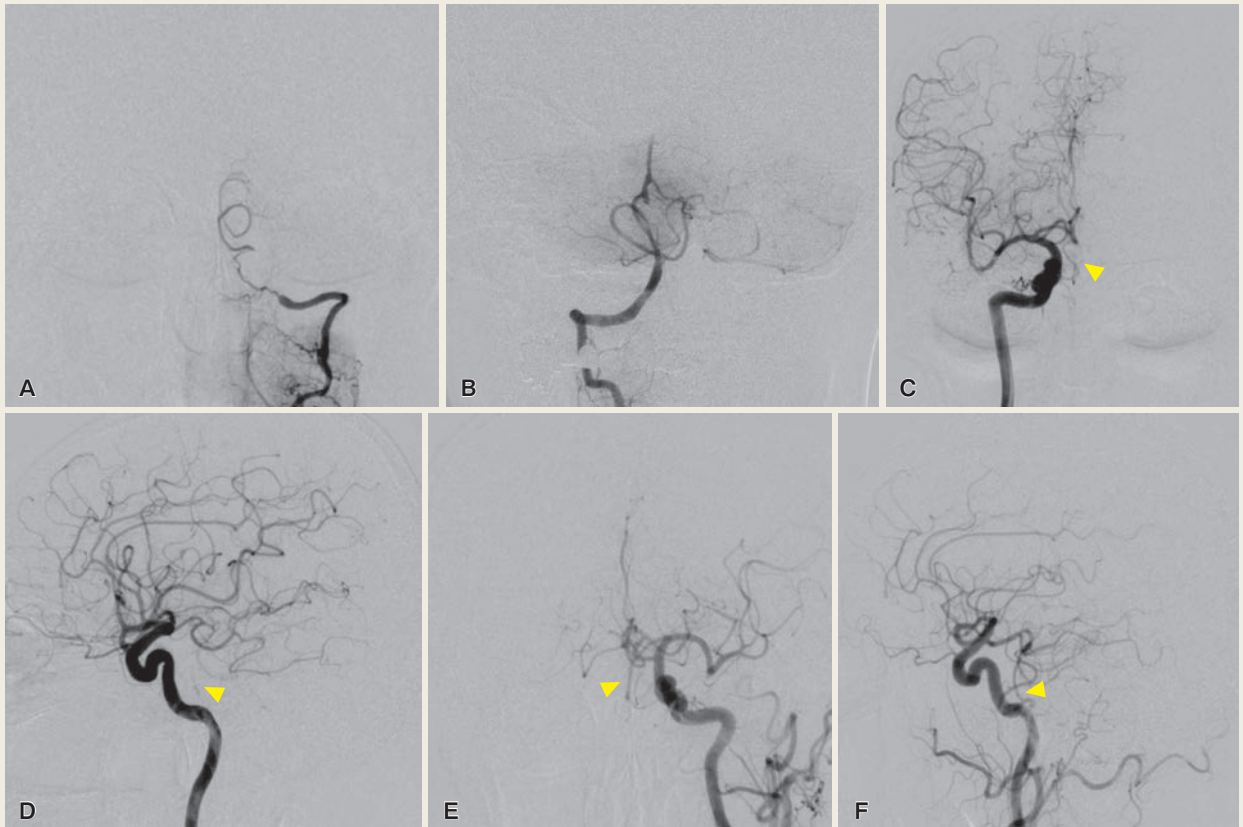
た (Fig. 4A, B). ただ右椎骨動脈から脳底動脈が、術前と比較して狭小化していた (Fig. 4C). 術後6カ月目の脳血管撮影検査では左椎骨動脈は後下小脳動脈分岐後より完全閉塞し (Fig. 5A), 右椎骨動脈から部分的に脳底動脈が、また両側内頸動脈から後交通動脈を介して脳底動脈が逆行性に描出され、脳底動脈遠位部で順行性 flow と逆行性 flow が均衡している状態だった (Fig. 5B-F). 同時点での血小板凝集能検査では APAL 4.5, CPAL 2.3 と血小板剤機能は十分に抑制されていた。術後1年目の脳血管撮影検査でも左椎骨動脈は完全閉塞したままで、前回と同様の所見だった。現在、明らかな神経学的脱落症状はなく、抗血小板剤2剤併用療法を継続し、経過観察中である。

### III. 考 察

Mizutani らは本幹脳動脈瘤を病理学的所見に基づいて、病態ごとに、Type 1: 急性解離性脳動脈瘤 (classic dissecting aneurysm), Type 2: 非血栓化紡錘状脳動脈瘤 (simple ectasia), Type 3: 慢性解離性脳動脈瘤 (dolico-ectatic dissecting aneurysm), Type 4: (本幹から発生

する) 嚢状動脈瘤 (saccular aneurysm unrelated to branching zone) の4型に分類している<sup>4)</sup>。

本症例は画像上、器質化血栓を伴っており、Type 3に相当する。非出血性解離性椎骨動脈脳動脈瘤は自然経過が良好であり、外科的治療介入が必要となることは非常に少ない<sup>5)</sup>が、脳幹や下位脳神経などの圧迫症状がある、経過観察中に増大する、あるいは瘤内血栓に伴う脳梗塞を合併する場合は手術治療の対象となる<sup>6)</sup>。直達手術では母血管遮断術 (proximal ligation, trapping, バイパス併用有・無)、脳血管内手術では母血管閉塞術 (internal trapping)、ステントアシスト下コイル塞栓術、FD留置術が挙げられるが、病変の高さや分岐血管との位置関係、石灰化や血栓化の有無、脳幹圧迫症状の有無などで選択する必要がある。本症例は発見から4年目の頭部MRI・MRAで血栓化部分の形状変化が起こり、左視床に虚血性病変が出現したため、くも膜下出血、脳梗塞予防目的で手術治療を行う方針とした。画像上、遠位椎骨動脈が右へ偏位しており直達手術でそれを確保するのは困難と判断した。また、前脊髄動脈が病変の just distal side から分岐している



**Fig. 5**

Six months after FD stenting. The left VA is occluded just proximal to the stent, distal to the PICA (A). The right VA and BA remain patent, but the BA is narrowed, and the basilar complex is not visualized (B). The basilar complex and BA (arrowhead) are seen via collateral flow through the bilateral posterior communicating arteries (C, D, E, F).

ことから、それを温存しての internal trapping, ステントアシスト下コイル塞栓術も困難と判断し、FD 留置術を選択した。

最近のメタアナリシスでは、頭蓋内椎骨動脈解離性脳動脈瘤に対する FD 留置術の完全閉塞率は 31～75%, 合併症率は 7～16%といわれている<sup>7)</sup>。Matsukawa らは未破裂椎骨脳底動脈紡錘状脳動脈瘤に対する脳血管内手術において、大型で、かつ血栓を伴うものは瘤閉塞率が低く (50%,  $p = 0.0030$ ), 再治療率が高かった (38%,  $p = 0.0036$ ) と報告している<sup>8)</sup>。Gui らによると、2015 年～2020 年に PED (pipeline embolization device) 留

置術を行った 459 例中、69 例 (15.0%) にステント内狭窄を合併し、観察中に 9 例 (2.0%) が改善、18 例 (3.9%) が母血管閉塞を来している<sup>9)</sup>。ステント内狭窄の発生は前方循環よりも後方循環の脳動脈瘤に多く ( $p < 0.001$ ), ステント内狭窄後に脳底動脈閉塞を来した 2 例は死亡している。椎骨脳底動脈紡錘状脳動脈瘤は病変長が長く、部分血栓化した症例も含まれ、病変を完全に覆うためにステントを数枚重ねる場合もあり、それらがステント内狭窄の危険性を高めると指摘している。

また Ge らは後方循環における部分血栓化大型脳動脈瘤は、瘤内で血栓が形成されやすい反面、

PED の内皮化が遅延するとし、それらによって穿通枝梗塞やステント内血栓が起こる可能性を指摘している<sup>10)</sup>。本症例ではステント1枚で解離部全体を覆うことができたものの、病変長が25 mmと比較的長かったこと、部分血栓化大型脳動脈瘤だったことでステント内狭窄、あるいは瘤内血栓形成・ステント内皮化遅延に伴うステント内血栓から母血管閉塞に至った可能性が高い。瘤閉塞率や再治療率も鑑みると、大型、かつ部分血栓化瘤に対する脳血管内手術は慎重であるべきで、万が一、母血管閉塞を起こした場合でも重篤な合併症に至らない工夫が必要といえる。

Adeebらは129例131個の後方循環脳動脈瘤に対してFD留置術を行っており、ステントで覆われた228分岐血管のうち25血管(11.0%)が閉塞したと報告している<sup>11)</sup>。ステントで覆われた際の閉塞率は椎骨動脈(34.8%)、後大脳動脈(23.5%)が高く、後下小脳動脈(8.2%)、前下小脳動脈(7.7%)、上小脳動脈(4.9%)が続く。前者2血管の閉塞率が高い理由として、十分な側副血行路が挙げられ、いずれも虚血合併症との有意な関連はなかったとしている。本症例ではFD留置によって対側椎骨動脈はステントで覆われたも

の順行性flowが残存したこと、両側後交通動脈からのcross flowがあったことで、母血管閉塞したにもかかわらず脳梗塞を回避でき、その後の虚血症状も出現していないものと考えられる。画像上、対側椎骨動脈の順行性flowが低下しているが、ステントmeshの影響、flow balanceいずれもが関与している可能性がある。母血管閉塞および対側椎骨動脈閉塞・順行性flow低下の両方の可能性を考慮し、特に大型で部分血栓化を伴う瘤に対しFD留置術を行う場合、ステントの展開はunionを越えず、椎骨動脈遠位部から解離部全体を覆うことができる症例を選択すべきだろう。

#### IV. 結 語

椎骨動脈血栓化紡錘状脳動脈瘤に対してFD留置術を行い、虚血症状はないものの6カ月後に母血管閉塞、対側椎骨動脈flow低下を来した症例を経験した。大型で部分血栓化を伴う場合、母血管閉塞や対側椎骨動脈閉塞・順行性flow低下の可能性を考慮し、unionを越えず椎骨動脈遠位部から展開し解離部全体を覆うのが望ましい。

#### COI

本論文にかかわる開示すべき利益相反(COI)はありません。

## 文献

---

- 1) Hanel RA, et al: Prospective study on embolization of intracranial aneurysms with the pipeline device (PREMIER study) : 3-year results with the application of a flow diverter specific occlusion classification. *J Neurointerv Surg* 15: 248-54, 2023
- 2) Brinjikji W, et al: Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: a meta-analysis. *Stroke* 44: 442-7, 2013
- 3) Rouchaud A, et al: Delayed hemorrhagic complications after flow diversion for intracranial aneurysms: a literature overview. *Neuroradiology* 58: 171-7, 2016
- 4) Mizutani T, et al: Proposed classification of nonatherosclerotic cerebral fusiform and dissecting aneurysms. *Neurosurgery* 45: 253-9; discussion 259-60, 1999
- 5) Kobayashi N, et al: Natural course of dissecting vertebralbasilar artery aneurysms without stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 35: 1371-5, 2014
- 6) 西野晶子 ほか: 非出血性脳血管解離症例の病態と治療方針—自験68例での検討—. *脳卒中の外科* 33: 414-21, 2005
- 7) Kiyofuji S, et al: Meta-analysis of treatment outcomes of posterior circulation non-saccular aneurysms by flow diverters. *J Neurointerv Surg* 10: 493-9, 2018
- 8) Matsukawa H, et al: Prognostic Factors in Patients with Unruptured Vertebral and Basilar Fusiform Aneurysms Treated with Endovascular Procedures : A Single Center Retrospective Analysis. *Clin Neuroradiol* 33: 1035-44, 2023
- 9) Gui S, et al: Long-term outcomes and dynamic changes of in-stent stenosis after Pipeline embolization device treatment of intracranial aneurysms. *J Neurointerv Surg* 15: 1187-93, 2023
- 10) Ge H, et al: Endovascular Treatment of Large or Giant Basilar Artery Aneurysms Using the Pipeline Embolization Device: Complications and Outcomes. *Front Neurol* 13: 843839, 2022
- 11) Adeb N, et al: Risk of Branch Occlusion and Ischemic Complications with the Pipeline Embolization Device in the Treatment of Posterior Circulation Aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 39: 1303-9, 2018

# Parent artery occlusion despite dual antiplatelet therapy post flow diverter stenting of a left vertebral artery thrombosed cerebral aneurysm: a case report

Koji MIZOKAMI<sup>1,2)</sup>, Akio HYODO<sup>3)</sup>, Seiki OSANO<sup>2)</sup>, Masataka ENDO<sup>2)</sup>

1) Department of Neurosurgery, Shonan Kamakura General Hospital

2) Department of Neurosurgery, Shonan Fujisawa Tokushukai Hospital

3) Department of Neurosurgery, Kamagaya General Hospital

## [Objective]

We report a case where the parent artery occluded following flow diverter stenting for an unruptured vertebral artery fusiform aneurysm.

## [Case presentations]

A 70-year-old man presented to the hospital with dizziness. Brain magnetic resonance imaging (MRI) revealed an unruptured left vertebral artery fusiform aneurysm. A decision was made for follow-up monitoring. After four years, follow-up MRI revealed aneurysmal changes and an asymptomatic ischemic lesion in the left thalamus. Flow diverter stenting was performed for the aneurysm, and the patient was discharged without perioperative complications. However, six-month follow-up angiography revealed parent artery occlusion with a reduction in antegrade flow from the contralateral vertebral artery.

## [Conclusion]

Given the potential for parent artery occlusion, contralateral vertebral artery occlusion, or reduced antegrade flow, it is advisable to deploy the stent from the distal vertebral artery, avoiding crossing the vertebrobasilar junction.