

<タイトルページ>

論文掲載形式；症例報告 Case report

題名；血管の直線化を回避したstent-retrieverの展開が奏効したM2分岐部閉塞の一例

英語演題名；A case of occlusion of the M2 bifurcation recanalized with a stent-retriever deployed with avoidance of vessel linearization

著者；猪奥徹也¹⁾，今井啓輔¹⁾，濱中正嗣¹⁾，山崎英一¹⁾，五影昌弘¹⁾，傳和眞¹⁾，山本敦史¹⁾，中村拓真¹⁾，竹上徹郎²⁾，山田丈弘^{1), 3)}，池田栄人²⁾

Author；

Tetsuya Ioku, MD, Keisuke Imai, M.D.¹⁾, Masashi Hamanaka, M.D.¹⁾, Hidekazu Yamazaki, M.D.¹⁾, Masahiro Itsukage, M.D.¹⁾, Kazuma Tsuto, M.D.¹⁾, Atsushi Yamamoto, M.D.¹⁾, Takuma Nakamura, M.D.¹⁾, Tetsuro Takegami, M.D.²⁾, Takehiro Yamada, M.D.^{1), 3)}, Eito Ikeda, M.D., Ph.D.²⁾

所属；

1) 京都第一赤十字病院 脳神経・脳卒中科

2) 京都第一赤十字病院 救急科

3) 京都府立医科大学附属北部医療センター 神経内科

Affiliation;

- 1) Department of Neurology and Stroke treatment, Kyoto First Red Cross Hospital, Kyoto, Japan
- 2) Department of Emergency Medicine, Kyoto First Red Cross Hospital, Kyoto, Japan
- 3) Department of Neurology, North Medical Center, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan

連絡先 ;

猪奥徹也, 京都第一赤十字病院 脳神経・脳卒中科

〒605-0981 京都市東山区本町15-749

tel. 075-561-1121

fax. 075-541-6535

e-mail. t.ioku0605@gmail.com

Name and address for correspondence:

Tetsuya Ioku, MD, Department of Neurology and Stroke treatment, Kyoto First Red Cross Hospital, 15-749 Honmachi Higashiyama Kyoto, 605-0981, Japan

Fax number: +81 (0) 75-541-6535

Telephone number: +81 (0) 75-561-1121

E-mail address: t.ioku0605@gmail.com

Key words: acute ischemic stroke, mechanical thrombectomy, stent-retriever, Solitaire FR, M2 occlusion

本論文を, 日本脳血管内治療学会機関誌「Journal of NeuroendovascularTherapy (脳神経血管内治療)」に投稿するにあたり, 筆頭著者, 共著者によって, 国内外の他雑誌に掲載しないし投稿されていないことを誓約いたします.

要 旨

【目的】血管の直線化を回避した stent-retriever 展開が奏効した中大脳動脈島部 (M2) 分岐部閉塞例を報告する。【症例】66歳男性。左半身脱力で救急搬送。rtPA 静注開始後の脳血管造影で右 M2 閉塞と診断。左片麻痺の責任閉塞血管であるへアピン状の中心動脈側ではなく、直線状の頭頂動脈側に Solitaire FR を展開した。直後に flow restoration があり 10 分後も再閉塞はなかった。Stent を回収すると struts に血栓が捕捉されており右 M2 は中心動脈も含めて再開通していた。【結論】M2 閉塞の stent 展開部位は struts 外側での血栓捕捉も念頭に置いて決定すべきである。

Abstract

Objective: We report a case of acute occlusion of the insular segment of the middle cerebral artery (M2) that was recanalized using a stent-retriever deployed on a relatively linear vessel, which was not the culprit lesion for hemiparesis, with avoidance of excessive straightening of the culprit vessel.

Case presentation: A 66-year-old man presented with sudden onset of left hemiparesis. MRI showed no ischemic changes and intravenous administration of t-PA was started. Cerebral angiography showed occlusion at the M2 bifurcation.

Recanalization was unsuccessful using mechanical

thrombectomy with a Penumbra Reperfusion Catheter 3-MAX. Therefore, thrombectomy with a Solitaire FR 4.0/15mm stent-retriever was then performed. Because the occluded culprit central artery was suspected to meander based on the guidewire motion, the stent was deployed at a safer site that was straighter and next to the culprit vessel. Flow restoration occurred immediately after stent deployment and there was no reocclusion at 10 minutes after deployment. The stent-retriever was then drawn back via the guiding catheter, and clots were retrieved outside the stent struts. Angiography after one pass with the stent-retriever showed complete recanalization of the parietal and central arteries, which resulted in neurological improvement.

Conclusion: In thrombectomy with a stent-retriever for acute occlusion due to a clot at the M2 bifurcation, the site at which the stent is deployed should be determined based on efficacy, with deployment in the active zone, and safety, with avoidance of excessive vessel linearization. This should result in clot retrieval outside the stent struts, as in this case.

緒言

急性期脳梗塞の機械的血栓除去術について、本邦でも2010年より専用機器が使用可能となり、2014年5月からはstent-retrieverも導入された。同デバイスを中心とした機械的血栓除去術の有用性は、内頸動脈（ICA）閉塞や中大脳動脈水平部（M1）閉塞に対して、諸外国の臨床研究のメタアナリシスでも確認されており¹⁾、AHA/ASAのガイドラインでもその使用が推奨されている²⁾。一方で、中大脳動脈島部（M2）閉塞に対する同手術の有用性は明らかになっていない。

今回われわれは、rtPA静注療法（IVtPA）が無効であったM2分岐部閉塞に対して、左片麻痺の責任閉塞血管であるヘアピン状の中心動脈側ではなく、直線状の頭頂動脈側にstent-retrieverを展開することで完全再開通できた症例を経験した。M2閉塞例でのstent-retriever展開部位を決める際に示唆に富む症例であり、文献的考察を加え報告する。

症例提示

症例：66歳，男性

主訴：左半身の脱力。

既往歴・生活歴：高血圧症と糖尿病にて内服中。不整脈なし。
喫煙50本/日×41年間，飲酒ビール1500cc/日

家族歴：脳卒中の家族歴なし。

現病歴：平成26年8月某日昼食後に、突然左半身の脱力を自覚し当院に救急搬送された（onset to door time:60分）。

入院時現症：意識はほぼ清明で，左顔面麻痺，構音障害，左不全片麻痺（徒手筋力検査（MMT）で上下肢筋ともに3-/5，3-/5），左半身の触覚低下をみとめた（NIHSS：5点）。

検査所見：末梢血・血液生化学的検査および凝血学的検査に問題なかった．心電図で心房細動があったが，胸部レントゲン写真で心拡大はなかった．頭部CTにて高吸収域やearly infarct signはなく（ASPECT10点），頭部MRI拡散強調画像でも高信号域は明らかでなかった（Fig.1A-B）．T2*画像にて右M2閉塞部位にsusceptibility vessel sign(SVS)がみられ（Fig.1C），頭部MRAでも右M2閉塞が疑われた（Fig.1D）．頸部血管超音波検査で頸動脈狭窄や動脈解離の所見はなかった．

経過：頭部CT直後よりエダラボン30mgの点滴，頭部MRI・MRA直後よりIVtPAを開始した（door to needle time:136分）が，症状は改善せず，血管内手術を追加することとなった．右大腿動脈経由の脳血管造影にて右M2前枝閉塞と診断したため（Fig.2），6Frシステムを選択した．右頸部ICAにEnvoy MPD 6 F（Cordis, Miami, FL, USA）を留置し，Traxcess 0.012-0.014/200cm（テルモ，東京）を用いて，血栓除去用カテーテルPenumbra Reperfusion catheter 3-MAX（Penumbra, Alameda, CA, USA）を右M2閉塞部まで進めて血栓吸引するも再開通できなかった．さらにこの時点で血栓移動がみられなかったにもかかわらず症状が悪化し左完全片麻痺になっていたため，stent-retrieverに変更することにした．Traxcess 0.012-0.014/200cmにて閉塞部位を通過し中心動脈側を選択すると，

血栓による抵抗が感じられるとともに、血管蛇行が強くヘアピン状の血管走行であることが推測された。そのため、比較的直線状の走行である頭頂動脈側に同ワイヤーを選択し直し、それにMarksman(Medtronic, Minneapolis, MN, USA)を慎重に追従した。ワイヤーを抜去しdual injectionにて、血栓の大きさ・位置と血管走行を確認後(Fig.3A)、Solitaire FR 4.0mm/15mm(Medtronic, Minneapolis, MN, USA)を展開した。直後より頭頂動脈側のflow restoration(FR)が確認され(Fig.3B)、10分後も再閉塞はみられなかった(Fig.3C)。そこでstentを慎重に回収するとstruts外側に硬い血栓が捕捉されており(Fig.4A)、直後の造影にて頭頂動脈だけでなく中心動脈も完全に再開通していた(Fig.3D-F)ため、1 passのみで手技を終了した(TICI3; procedure time: 119分)。血栓の病理所見としてHE染色では、器質化したものはみとめられず(Fig.4B)、PTAH(Fig.4C)、およびCD61(Fig.4D)の免疫染色ではそれぞれ血小板、フィブリンを含むものであることが確認された。術直後の頭部CTにてextravasationはみられなかった。術直後より左片麻痺は徐々に改善し、第2病日には左上下肢の挙上保持が可能なレベルにまでなった。入院時の心電図で発作性心房細動が見つかったため、第2病日よりヘパリン10,000単位の持続静注を開始し、第8病日よりダビガラン300mgの内服に変更した。第15病日、軽度の左手巧緻運動障害のみを残し自宅に退院した。3ヶ月後のmodified Rankin scale(mRS)は0点であった。

考察

急性期脳梗塞の機械的血栓除去術は，ICA閉塞とM1閉塞に対して，2014年末より2015年の臨床研究のメタアナリシスにて有用性が確認されており¹⁾，AHA/ASAのガイドラインでも推奨されている²⁾．その一方で，M2閉塞に対しても，stent-retriever³⁾⁻⁶⁾やPenumbra reperfusion catheter⁷⁾の連続例での報告が散見されてきている．M2閉塞例では，IVtPA単独療法だけでも再開通率が高いと報告されている⁸⁾が，頭部MRI T2*にてSVSがみられた場合はIVtPA単独療法での早期再開通率が低くなることがICA閉塞とM1閉塞にて報告されており⁹⁾，このことはM2閉塞例にも該当しうる．本症例は術前頭部MRI T2*画像にてM2のSVSをみとめており，術中に血栓移動なしで症状が増悪した経過と合わせると機械的血栓除去術の適応例であったと考えられる．

Stent-retrieverによる血管内皮損傷は，実験モデルでは病理学的に確認されており^{10),11)}，血管蛇行が比較的強いM2閉塞に用いる場合には非常に危惧されることである．本邦のRESCUE Japan Registryでも，M2閉塞のカテーテル手術例ではIVtPAの先行時に症候性頭蓋内出血が増加すると報告されている¹²⁾．本症例ではM2分岐部閉塞に対して，当初，運動麻痺の責任閉塞病変である中心動脈側にstentを展開する予定であった．しかし，術中のワイヤー操作の段階で中心動脈が高度蛇行していることが判明し，同部位にstentを展開す

ると過度な直線化にて血管損傷をきたす危険性が高くなると判断した。そのため、比較的直線状に走行していた頭頂動脈側にstentを展開することとした。その部位でstentを展開し1passしたところ、幸いにもM2分岐部にまたがる血栓が一塊として回収され、頭頂動脈だけでなく中心動脈も含めて完全再開通することができた。諸外国では分岐部にまたがる血栓に対してstent-retrieverを2本用いた捕捉回収術がICA閉塞やM1閉塞では提案されているが¹³⁾、M2閉塞には血管損傷回避の面より用いるべきでない。よって、M2分岐部閉塞に対するstent-retrieverに関しては、より安全な機器の導入とともに¹⁴⁾、血管の直線化を極力回避した部位でのstent展開も重要になると考えられる。同様の観点から、M2閉塞ではstent-retrieverを血栓手前の開存血管と血栓近位部にのみ展開する方法も提案されている¹⁵⁾。

本症例において、stent-retrieverでM2分岐部血栓を断片化することなく一塊として回収できた要因のひとつとして、血栓の性状が比較的硬かったことが挙げられる。Mordasiniらのin-vivoのモデルでは、血管内の疑似血栓がstentで押しやられることでFRが生じ、その後に血栓がstent-struts内に切り込まれることで再開塞をきたすことが確認されており¹⁶⁾、stent展開後にFRがありなおかつ再開塞がない血栓は比較的硬い性状と推測され、本症例にもこれが該当していた。実際、本症例での4mm大の回収血栓は、指圧で完全に押しつぶされない程度の硬さであった。ただし、その病理診断はフィ

ブリンと血小板を含有した比較的新鮮な血栓であり，HE染色では石灰化を含めた器質化血栓を支持する所見はなかった．一方，血栓とstent-strutsの捕捉位置の関係をstruts内側優位の捕捉とstruts外側優位の捕捉に大別すると，本症例において後者であったと推測される（Fig.5）．実際の視認上も回収血栓はstruts外側に付着していたが，これについては本来struts内側優位で捕捉されていた血栓がEnvoy MPD 6Fを通過中にstruts外側に移動していた可能性もあり参考所見に留まる．Stent展開時にFRがないかslow flowになる場合に再開通率が上昇するとの報告があり¹⁷⁾，逆にFRがありその後も再開塞しない場合は再開通率が低下するかもしれないが，後者の場合には本症例のように硬い血栓である可能性が高くなり，struts外側優位の捕捉により分岐部血栓を一塊にして回収できる確率が上昇するかもしれない．単純CTでのCT値(Hounsfield unit)が高い血栓による閉塞の方が，stent-retrieverでの完全再開通率が上昇するとの報告もあり¹⁸⁾，デバイスごとに，血栓には捕捉回収に適した硬さがあることが想定される．

結語

M2分岐部閉塞に対して血管の直線化を回避したstent-retrieverの展開が奏効した一例を報告した．M2分岐部にまたがる血栓に対しては，struts外側優位での血栓捕捉の可能性に期待し，より安全な部位でのstentの展開も念頭に置くべき

である．

本論文に関して，全ての著者において開示すべき利益相反状態は存在しない．

本論文の要旨は第3回日本脳神経血管内治療学会総会（2014年12月6日，横浜）にて発表した．

参考文献

- 1) Sardar P, Chatterjee S, Giri J, et al. Endovascular therapy for acute ischaemic stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Eur Heart J* 2015; 36: 2373-2380.
- 2) Powers WJ, Derdeyn CP, Biller J, et al. 2015 AHA/ASA focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: A guideline for healthcare professionals from the AHA/ASA. *Stroke* 2015; 46: 3020-3035.
- 3) Flores A, Tomasello A, Cardona P, et al. Endovascular treatment for M2 occlusions in the era of stent retrievers: a descriptive multicenter experience. *J Neurointerv Surg* 2015; 7: 234-237.
- 4) Sheth SA, Yoo B, Saver JL, et al. M2 occlusions as targets for endovascular therapy: comprehensive analysis of diffusion/perfusion MRI, angiography, and clinical outcomes. *J Neurointerv Surg* 2015; 7: 478-483.
- 5) Dorn F, Lockau H, Stetefeld H, et al. Mechanical thrombectomy of M2-occlusion. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2015; 24: 1465-1470.
- 6) Coutinho JM, Liebeskind DS, Slater LA, et al. Mecha

- nical thrombectomy for isolated M2 occlusions: A post hoc analysis of the STAR, SWIFT, and SWIFT PRIME studies. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015; Nov 12: published on line.
- 7) Navia P, Larrea JA, Pardo E, et al. Initial experience using the 3MAX cerebral reperfusion catheter in the endovascular treatment of acute ischemic stroke of distal arteries. *J Neurointerv Surg* 2015; Jul 15: published on line.
- 8) Kimura K, Iguchi Y, Shibasaki K, et al. Early recanalization rate of major occluded brain arteries after intravenous tissue plasminogen activator therapy using serial magnetic resonance angiography studies. *Eur Neurol* 2009; 62: 287-292.
- 9) Kimura K, Iguchi Y, Shibasaki K, et al. M1 susceptibility vessel sign on T2* as a strong predictor for no early recanalization after IV-t-PA in acute ischemic stroke. *Stroke* 2009; 40: 3130-3132.
- 10) Park S, Hwang SM, Song JS, et al. Evaluation of the Solitaire system in a canine arterial thromboembolic occlusion model: is it safe for the endothelium? *Interv Neuroradiol* 2013; 19: 417-424.
- 11) Arai D, Ishii A, Chihara H, et al. Histological e

- amination of vascular damage caused by stent retriever thrombectomy devices. J Neurointerv Surg 2015; Oct 27: published on line.
- 12) Takagi T, Yoshimura S, Uchida K, et al. Intravenous tissue plasminogen activator before endovascular treatment increases symptomatic intracranial hemorrhage in patients with occlusion of the middle cerebral artery second division: subanalysis of the RESCUE-Japan Registry. Neuroradiology 2015; Oct 22: published on line.
- 13) Klisch J, Sychra V, Strasilla C, et al. Double Solitaire mechanical thrombectomy in acute stroke: effective rescue strategy for refractory artery occlusions? AJNR Am J Neuroradiol 2015; 36: 552-556.
- 14) Haussen DC, Lima A, Nogueira RG. The Trevo XP 3x20 mm retriever ('Baby Trevo') for the treatment of distal intracranial occlusions. J Neurointerv Surg 2015; May 6: published on line.
- 15) Agid R, Power S. Alternative technique for clot retrieval: The "tip of the iceberg" technique. Interv Neuroradiol 2015; 21: 703-706.
- 16) Mordasini P, Frabetti N, Gralla J, et al. In vivo evaluation of the first dedicated combined flow-restoration and mechanical thrombectomy device in a s

wine model of acute vessel occlusion. AJNR Am J Neuroradiol 2011; 32: 294-300.

17) Okawa M, Tateshima S, Liebeskind D, et al. Early loss of immediate reperfusion while stent retriever in place predicts successful final reperfusion in acute ischemic stroke patients. Stroke 2015; 46: 3266-3269.

18) Mokin M, Morr S, Natarajan SK, et al. Thrombus density predicts successful recanalization with Solitaire stent retriever thrombectomy in acute ischemic stroke. J Neurointerv Surg 2015; 7: 104-107.

Figure legends

Fig. 1 Preprocedural MRI/MRA. (A, B) MRI-DWI displayed normal findings. (C) MRI-T2* showed a vessel susceptibility sign (arrow) in the right M2. (D) MRA disclosed right M2 occlusion (arrow).

Fig. 2 Angiograms before endovascular thrombectomy. (A, B) Anterior-posterior views in the early (A) and delayed (B) phases showed M2 occlusion (arrows). (C, D) Lateral views in the early (C) and delayed (D) phases showed occlusion (arrows) of the superior trunk of M2.

Fig. 3 Angiograms during and after endovascular thrombectomy. (A) Dual injection via a guiding catheter and microcatheter (arrow) showed relatively linear anatomy of the parietal branch. (B, C) Flow restoration was seen immediately after deployment of the stent-retriever (B, arrowheads), with no reocclusion at 10 minutes after deployment (C, arrowheads). (D-F) Complete recanalization was achieved immediately after one pass by drawing back the stent-retriever, based on angiograms in the early (D) and delayed (E) phases and on a

12-inch image (F) taken with an enlarged range for estimation of patency of the entire right MCA.

Fig. 4 Macrographic and micrographic findings for the retrieved clot. (A) The clot was retrieved outside the stent struts in the macrographic image. (B-D) The clot composition was shown pathologically to be fibrin and platelet without an organized composition using staining with HE (B), PTAH (fibrin staining dark purple) (C), and CD61 (megakaryocyte staining brown) (D).

Fig. 5 Pattern diagram illustrating the probable mechanism of capture and retrieval of the clot. (A) Black and dotted lines indicate the central and parietal arteries, respectively. (B) The firm clot at the M2 bifurcation dividing the central and parietal arteries was captured outside the stent-struts. (C) The clot was retrieved with retention of the positional relationship of the stent struts.

Figure 1.

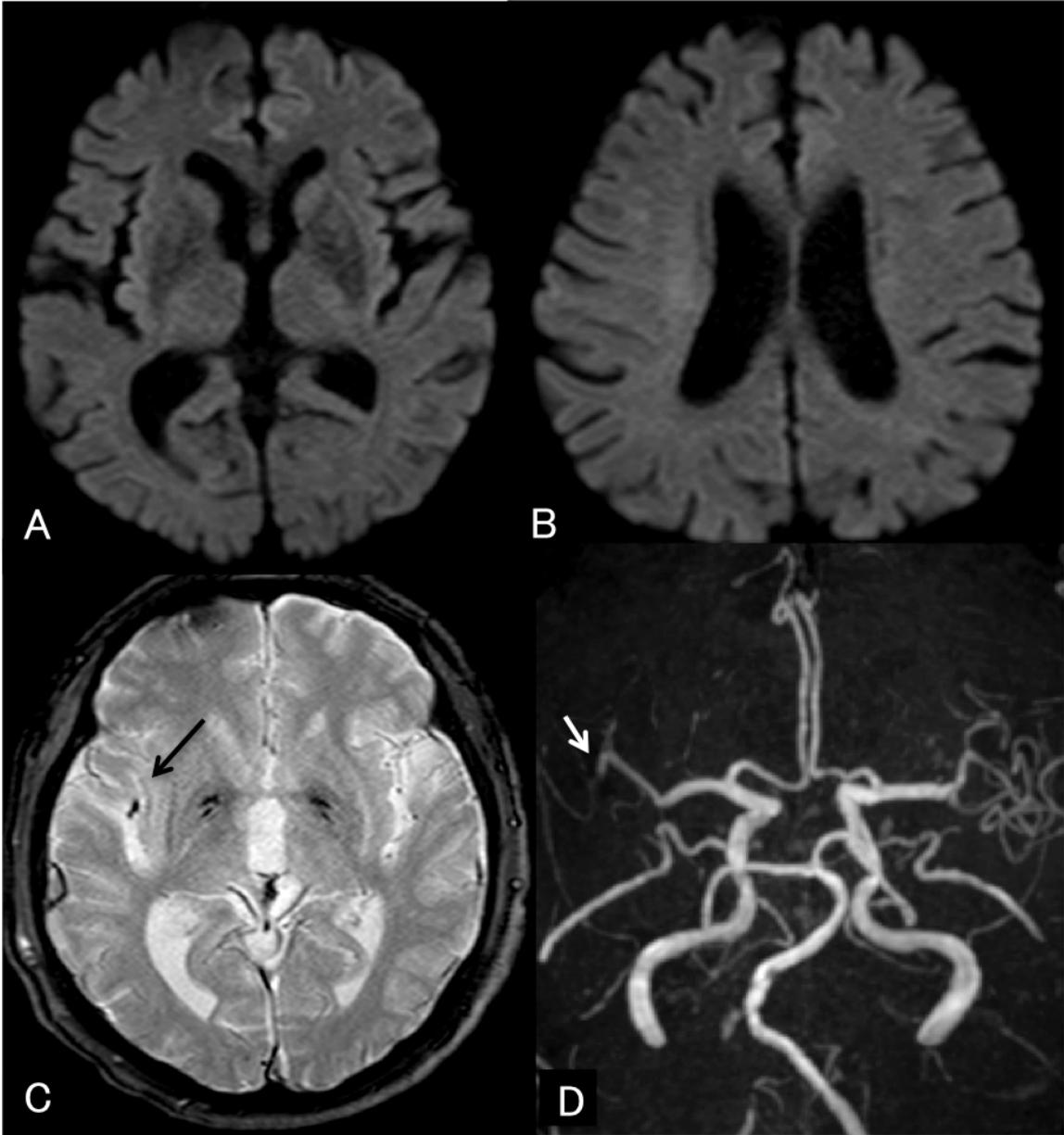


Fig. 2

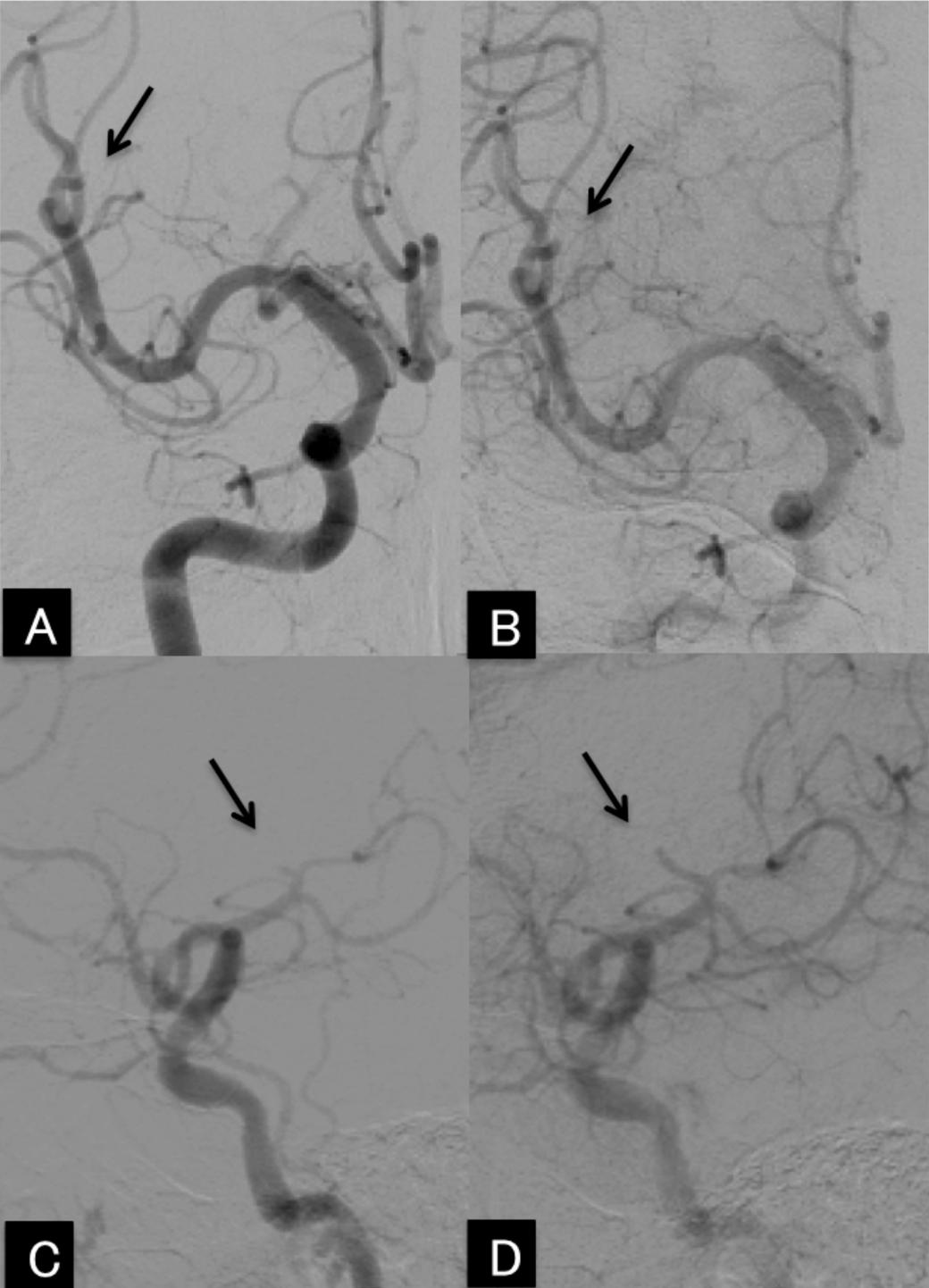


Fig. 3

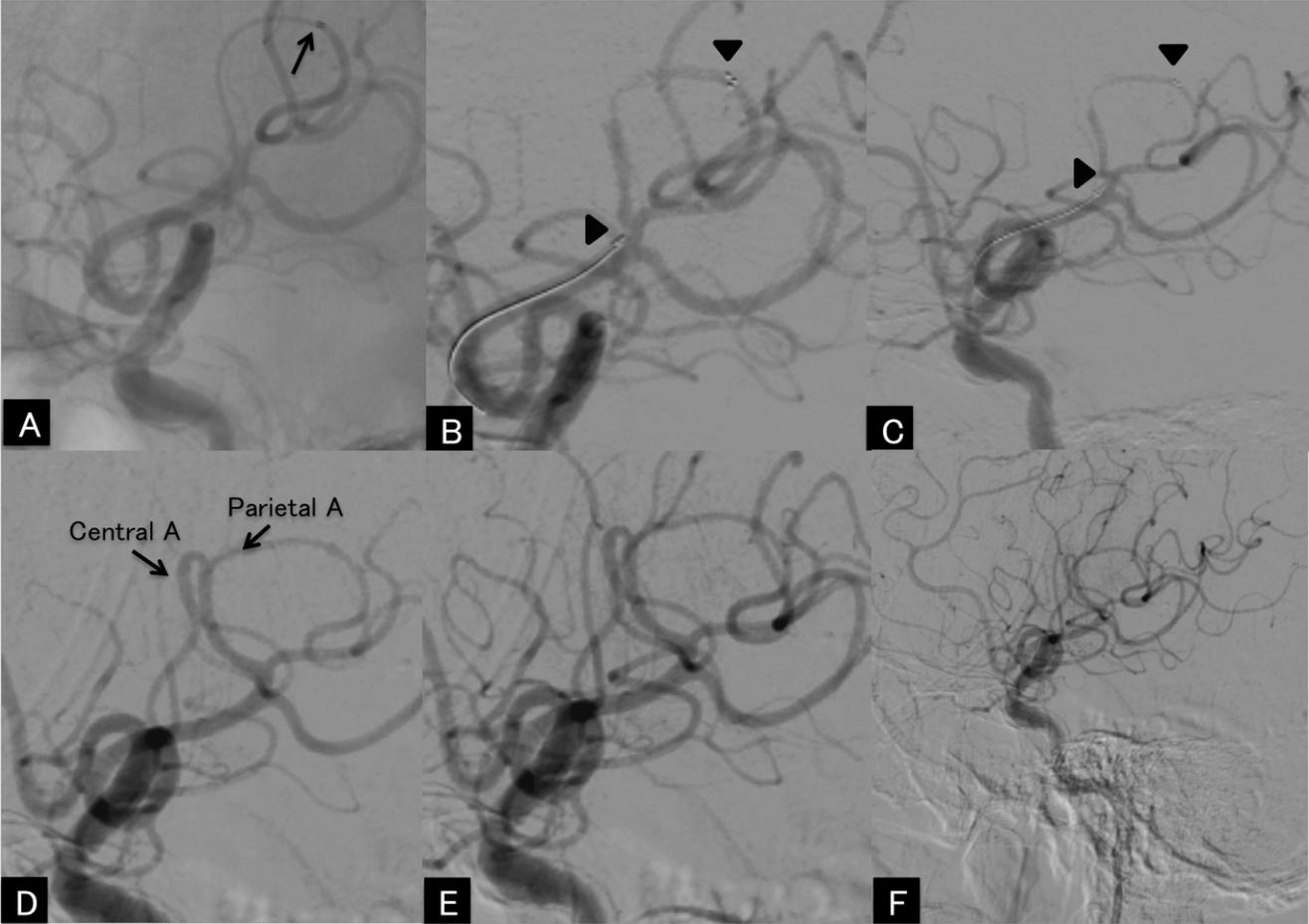


Fig.4

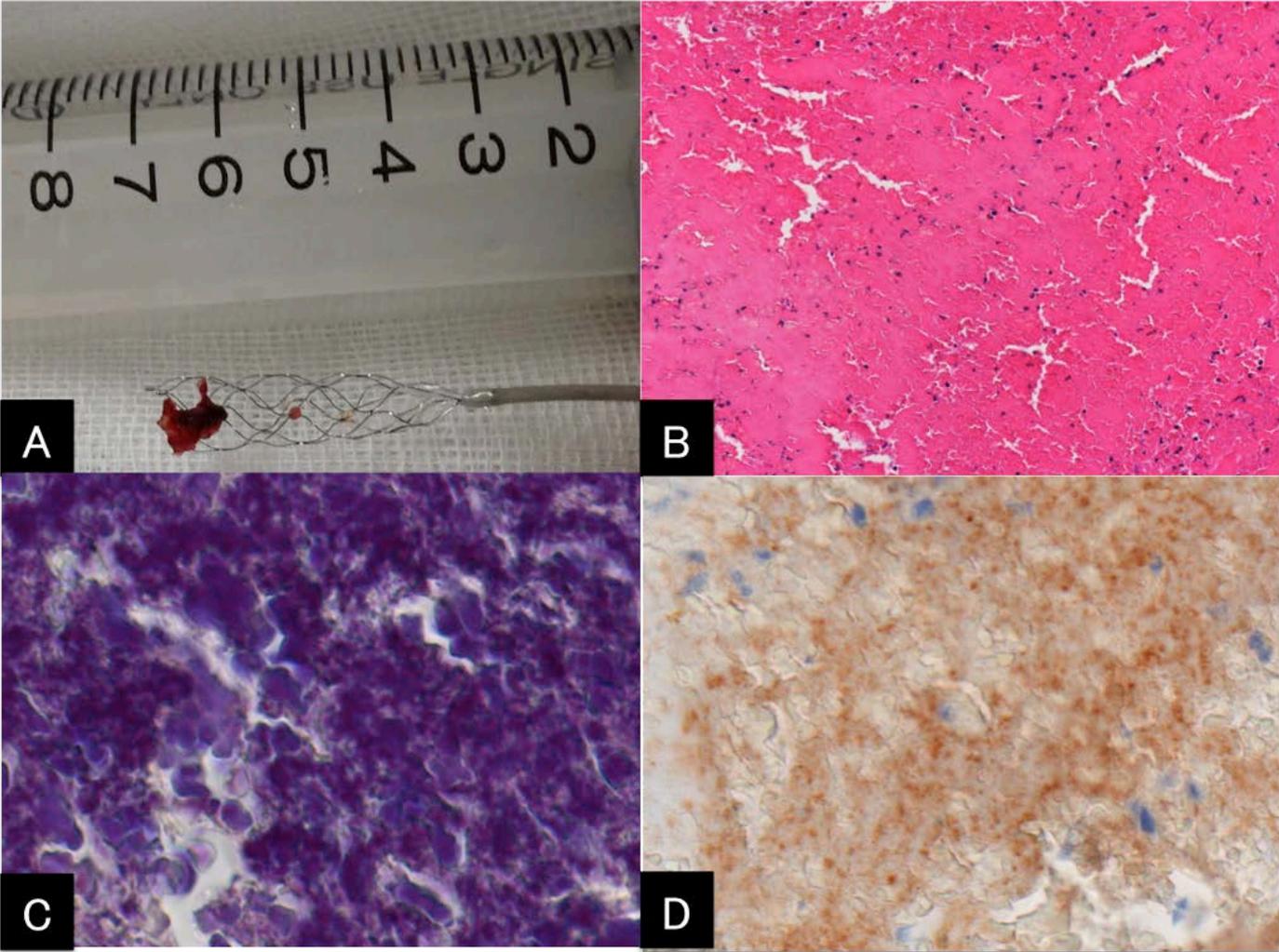


Fig. 5

