

- 1) 論文種別：テクニカルノート
- 2) 論文タイトル：頭蓋内および頭蓋外動脈閉塞 tandem 病変に対する同軸治療の有用性
- 3) 全員の著者名：宮内淑史、神谷雄己、栗城綾子、加藤悠太、和田隆秀、藤井隆史、福田早織、小室浩康
- 4) 著者全員の所属施設・部署：昭和大学江東豊洲病院 脳血管センター 脳神経内科
- 5) 連絡著者の氏名・連絡先：宮内淑史、昭和大学江東豊洲病院 脳血管センター 脳神経内科、東京都江東区豊洲 5-1-38、03-6204-6000、y.miyauchi.5885@gmail.com
- 6) キーワード：脳梗塞、tandem 病変、急性期血行再建、stent retriever、penumbra system
- 7) 本論文を、日本脳神経血管内治療学会機関誌 JNET Journal of Neuroendovascular Therapy 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ないし投稿されていないことを誓約致します。

【目的】急性期脳梗塞の頭蓋内外動脈閉塞 tandem 病変に対する新規治療手技を報告する。

【症例】67歳男性。左内頸動脈（ICA）・左中大脳動脈（MCA）閉塞による右片麻痺と失語で搬送された。バルーンガイディングカテーテルで左総頸動脈を遮断し、頭蓋内病変に stent retriever（SR）を展開し、次に SR のデリバリーワイヤーを軸に同軸で血管形成バルーンを誘導して頸部 ICA 病変を拡張し、吸引カテーテルを SR 近位端まで持続吸引下に誘導して SR と一体として回収し、穿刺から 29 分で有効な再開通を得た。

【結論】本手技は tandem 病変における迅速な再開通の獲得に寄与する。

【諸言】

近年、多くの大規模ランダム化試験により主幹動脈閉塞を有する急性期虚血性脳卒中に対する機械的血行再建術の有効性が示された¹⁾。しかし、主幹動脈閉塞症例には頭蓋内主幹動脈単独閉塞だけでなく、頭蓋内および頭蓋外動脈閉塞、いわゆる tandem 病変（tandem lesion: TL）を有する症例が約 10%含まれる²⁾。

TL に対する機械的血行再建術は、頭蓋内主幹動脈単独閉塞症例より手技が複雑化し長い治療時間を要する³⁾⁻⁴⁾が、TL に対する迅速な血管内治療手技は確立していない。

今回、TL に対し stent retriever(SR)のデリバリーワイヤーを利用した同軸治療を行い良好な転帰を得たので、症例とともに提示する。

【症例提示】

症例は 67 歳の男性。心房細動はないが、喫煙者でアルコール多飲歴があり、高血圧症と脂質異常症で治療中だった。10 年前に他院で左内頸動脈（internal carotid artery: ICA）狭窄症に対し頸動脈内膜剥離術を施行された。某日、突然右片麻痺が出現したため救急要請し、当院へ搬送された（発症から 48 分）。

来院時，意識障害，顔面を含む右半身不全片麻痺，構音障害，全失語，右半側空間失認を認め National Institutes Health Stroke Scale (NIHSS) スコア 17 点であった．頭部 MRI 拡散強調画像で左中大脳動脈 (middle cerebral artery: MCA) 領域に高信号域を認め，DWI-ASPECTS は 10 点法，11 点法とも 6 点 (島皮質，被殻，M1，M4 領域，放線冠) であった (Fig. 1A)．頭部 MRA 画像では，左 ICA から MCA M1 portion まで描出不良で M2 以遠はわずかに描出された (Fig. 1B)．以上から，左 ICA および MCA 閉塞 TL によるアテローム血栓性脳梗塞と診断した．アルテプラーゼ静注療法の適応外事項に該当しなかったため発症から 73 分でアルテプラーゼを投与開始し，頸動脈エコー検査は省略し直ちに機械的血行再建術を施行した．

局所麻酔下で右鼠径に 8Fr.シースを挿入し，8Fr.Optimo (東海メディカルプロダクツ，愛知) を左総頸動脈 (common carotid artery: CCA) に留置した．左総頸動脈造影を行うと，左 ICA は頸部で完全に閉塞していた (Fig. 2A)．左外頸動脈から眼動脈を介し，順行性に ICA 頂部まで描出されたが MCA は M1 で閉塞していた (Fig. 2B)．

続いて，以下①～⑤の手順で機械的血行再建術を施行した．

① Optimo のバルーンを拡張し CCA を遮断，適時用手吸引下に CHIKAI 0.014inch 200cm (朝日インテック，愛知) で閉塞した頸部 ICA を通過 (Fig. 2C)，血栓透亮像を認める ICA 遠位部と左 M1 の閉塞部を超え (Fig. 2D)，M2 に Marksman microcatheter (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を誘導する (Fig. 2E, Fig. 3A)．以降の手技も全て CCA 遮断下に行う．

② Solitaire Platinum 6×40mm (Medtronic) を M1 遠位から頭蓋内 ICA にかけて全展開し，Solitaire の anchoring を利用して Marksman を抜去する (Fig. 2F, Fig. 3B)．

③ Solitaire のデリバリーワイヤーを軸にして Sterling MR 5.0×40mm (Boston Scientific, Natick, MA, USA) を誘導，頸部 ICA 病変で速やかに拡張する (Fig. 2G, Fig. 3C)．Sterling MR を deflate すると同時に Optimo から用手吸引を行う．

④ Sterling MR を抜去した後，Penumbra ACE68（Penumbra, Alameda, CA, USA）を Solitaire のデリバリーワイヤーを軸に頸部 ICA まで誘導，以降は Penumbra MAX ポンプ（Penumbra）による持続吸引下に Solitaire 直近まで誘導する（Fig. 2H, Fig. 3D）.

⑤ 2 分間吸引を続けた後に Solitaire と ACE68 を一体として回収する（Fig. 3E）.

Optimo を deflate し総頸動脈造影を行うと，左 MCA 領域の再開通（modified Thrombolysis in Cerebral Infarction: mTICI grade 2B）を確認できた（Fig. 2I）（穿刺から 29 分）. 左頸部 ICA 病変の再狭窄・閉塞を認めないことを確認し，術後の出血リスクを鑑みて carotid artery stenting（CAS）は待機的に施行する方針とし，血管内治療を終了した.

周術期合併症は認めず，治療翌日の頭部 MRI では脳梗塞巣の拡大や出血性変化を認めなかった. 頸動脈エコーで左 ICA の残存狭窄を経過観察し，第 15 病日に待機的に CAS を行い，第 28 病日に回復期リハビリテーション病院に転院した. 発症 90 日後 modified Rankin Scale¹ で，日常生活動作は脳梗塞発症前と同等の状態まで改善した.

【考察】

TL に対する治療戦略は，頭蓋外病変に対する治療を優先する順行性アプローチと，頭蓋内病変に対する治療を優先する逆行性アプローチの 2 つに大別される. 順行性アプローチは，頭蓋外病変に対する CAS や percutaneous transluminal angioplasty（PTA）を先行することで，増加した側副血行が頭蓋内病変の治療中に有効に働く⁵⁾点で支持される. 一方，逆行性アプローチは頭蓋内の再開通を優先するため，穿刺-再開通時間を短縮できる⁶⁾点で支持される. しかし，両者を比較したメタ解析⁷⁾では治療時間や有効性に差はないと結論付けられており，TL に対する最適かつ迅速な治療戦略にはいまだに一定の見解はない.

今回報告した TL に対する SR のデリバリーワイヤーを用いた同

軸治療は3つの長所を持つ。

まず、TLに対し迅速に再開通を獲得できる。本手技は、SRの回収前にそのデリバリーワイヤーを利用してPTAバルーンを誘導して拡張し、その後速やかに血栓回収を行う手技であるため、逆行性と順行性アプローチをほぼ同時に行う治療と捉えることができる。その結果、手技時間が大幅に短縮できる。TLに対する血管内治療の手術時間は平均75-86分^{5),7)}とされるが、本症例の穿刺-再開通時間は29分であった。加えて、初めにSolitaireを頭蓋内で展開するため手技中にも後交通動脈や前交通動脈を介したimmediate flow restorationが期待できる。

次に、頭蓋外病変に対する治療の際に生じる二次性血栓のdistal migrationを簡易的に予防し得る。本手技では、最初にballoon guide catheter (BGC)によるCCA遮断下にM1からICAにかけてSolitaireを展開するが、その後もBGCによるCCAの遮断を維持し、用手吸引も適時併用する。これにより、PTAによる順行性血流の改善に伴う二次性血栓のdistal migrationを低減できると考えられる。万が一、PTAによって二次性血栓が移動しても、粗大な血栓はPTA施行前に展開したSolitaireが捕捉できる可能性がある。さらに、ACE68を持続吸引下にSolitaire直近まで誘導することで、頭蓋外病変遠位からSolitaireの間に存在する二次性血栓を挟み込んで回収できると考えられる。

そして本手技は、様々なTLに応用し得る。TLは多くの場合、治療開始時には頸部以遠の情報が不十分で、二次性血栓の位置やその量、側副血行の状態が明らかでないことが多い。そのため、状況に応じた複雑な治療戦略が求められる。しかし本手技は、頭蓋内へのSolitaire留置、頸部のPTA、頭蓋内外同時の血栓回収、という一連の流れで血管形成と血栓回収を行うことで、理論的には多くのTLに同一の工程で対応できる。様々なTLを同一の手技で治療できることは、急性期の現場では大きな利点となる。

このように本手技には、①迅速な再開通、②distal migrationに対する簡易的なembolic protection、③様々なTLに対し同一の手技を適用可能、という3つのメリットがある。

本症例と同様に SR のデリバリーワイヤーを利用して同軸に TL を治療した既報告には、Yamamoto らによる方法⁸⁾と Behme らによる Retriever wire supported carotid artery revascularization(ReWiSed CARE) technique⁹⁾¹⁰⁾がある。これらと比較し、本症例で用いた手技には 2 つの重要な特徴がある。1 つは本邦では最大径かつ最長の stent retriever である Solitaire 6x40mm を使用する点、もう 1 つは BGC による CCA 遮断を維持し用手吸引を適時併用して手技を完遂する点である。Solitaire 6x40mm を用いることで、M1 遠位から ICA まで前大脳動脈起始部を含めて確実にカバーできる上、強固な anchoring によりデリバリーワイヤーを用いたデバイスの誘導がより安定すると考えられる。加えて、終始 CCA 遮断を維持し用手吸引を併用することで、二次性血栓の distal migration をより効果的に予防できる可能性がある。

本手技の注意点は 3 つある。Solitaire のデリバリーワイヤーの全長が約 180cm であるため、そのデリバリーワイヤーを軸にデバイスを誘導する際にデリバリーワイヤーを把持できないタイミングが生じる。血管壁や血栓に stent が anchoring しているため stent が変位する可能性は低いが、その間の操作は慎重を要する。次に、ACE68 の誘導や Solitaire と ACE68 を回収する際に頭蓋外病変の通過困難が生じる可能性がある。その場合、ACE68 と同軸に Marksman を挿入して誘導する、ACE68 内に Solitaire を回収するなどの対処が必要である。そして、本手技は動脈硬化性病変による TL では特に有効と考えられる一方、動脈解離による TL の場合には、SR のデリバリーワイヤーを用いたデバイスの誘導や回収に注意を要する。そのため、動脈解離が疑われる症例では適時手技の変更が必要である。

【結語】

頭蓋内外の病変に対し同軸で血管形成、血栓回収を行うことができる本手技は、TL の血行再建術において迅速な再開通に寄与すると考えられる。

【利益相反の開示】

筆頭著者および共著者全員は、本論文に関して開示すべき利益相反は存在しない。

【文献】

- 1) Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016;387:1723-1731.
- 2) Leslie-Mazwi T, Chandra RV, Baxter BW, et al. ELVO: an operational definition. *J Neurointerv Surg* 2018;10:507-109.
- 3) Stampfl S, Ringleb PA, Möhlenbruch M, et al. Emergency cervical internal carotid artery stenting in combination with intracranial thrombectomy in acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35:741-746.
- 4) Mueller-Kronast NH, Zaidat OO, Froehler MT, et al. Systematic Evaluation of Patients Treated With Neurothrombectomy Devices for Acute Ischemic Stroke: Primary Results of the STRATIS Registry. *Stroke* 2017;48:2760-2768.
- 5) Spiotta AM, Lena J, Vargas J, et al. Proximal to distal approach in the treatment of tandem occlusions causing an acute stroke. *J Neurointerv Surg*. 2015;7:164-169.
- 6) Lockau H, Liebig T, Henning T, et al. Mechanical thrombectomy in tandem occlusion: procedural considerations and clinical results. *Neuroradiology* 2015;57:589-598.
- 7) Wilson MP, Murad MH, Krings T, et al. Management of tandem occlusions in acute ischemic stroke - intracranial versus extracranial first and extracranial stenting versus angioplasty alone: a systematic review and meta-analysis. *J*

Neurointerv Surg. 2018;10:721-718.

8) Yamamoto N, Yamamoto Y, Korai M, et al. Simultaneous Approach to Tandem Occlusion in Acute Ischemic Stroke Patients: Percutaneous Transluminal Angioplasty (PTA) Using Push Wire of Stent Retriever. JNET J Neuroendovasc Ther. 2019;13:257-261.

9) Behme D, Knauth M, Psychogios MN, et al. Retriever wire supported carotid artery revascularization (ReWiSed CARE) in acute ischemic stroke with underlying tandem occlusion caused by an internal carotid artery dissection: Technical note. Interv Neuroradiol. 2017;23:289-292.

10) Maus V, Behme D, Maurer C, et al. The ReWiSed CARE Technique : Simultaneous Treatment of Atherosclerotic Tandem Occlusions in Acute Ischemic Stroke. Clin Neuroradiol. 2019 May 22.

【図表の説明】

Fig. 1 : 来院時頭部 MRI. (A) 拡散強調画像で左被殻, 島皮質, 前頭葉に高信号域を認める. (B) 頭部 MRA 画像で左 ICA から MCA M1 portion は描出不良, M2 はわずかに描出される. ICA: internal carotid artery; MCA: middle cerebral artery

Fig. 2 : 脳血管造影検査および機械的血行再建術. (A) 頸部 ICA の完全閉塞を認める (矢印). (B) 左 ECA から眼動脈 (矢頭) を介して, 順行性には ICA 頂部付近まで (白矢印), 逆行性には ICA 錐体部まで (黒矢印) 淡く描出される. 左 MCA は描出されない.

(C) CCA 遮断下に Marksman で ICA 病変を通過した. (D) MCA M1 portion 近位~中間位に血栓様透亮像 (矢印) を認め, M1 遠位で完全閉塞していた (矢頭). (E) M1 遠位閉塞部を超え Marksman を M2 (矢印) に誘導した. (F) M1 遠位部から Solitaire (矢頭) を展開し Marksman を抜去した. (G) Solitaire のデリバリーワイヤーを軸に Sterling MR (矢印) を誘導し頸部 ICA 病変で拡張した. (H) Solitaire のデリバリーワイヤーを軸と

し持続吸引下に ACE68（矢印）を誘導した。（I）持続吸引下に Solitaire と ACE68 を一体として回収し再開通を得た。ICA: internal carotid artery; ECA: external carotid artery; MCA: middle cerebral artery; CCA: common carotid artery

Fig. 3: 本症例における機械的血行再建術のシェーマ。

（A）Optimo（白矢印）による CCA 遮断下に Marksman（黒矢印）を MCA 閉塞遠位に誘導する。（B）M1 から ICA にかけて Solitaire を展開し Marksman を抜去する。（C）Solitaire のデリバリーワイヤーを軸に Sterling MR（矢印）を誘導し血管形成術を行う。（D）同様にして持続吸引下に ACE68（矢印）を誘導する。

（E）持続吸引下に Solitaire と ACE68 を一体として回収する。CCA: common carotid artery; ECA: external carotid artery; ICA: internal carotid artery; MCA: middle cerebral artery; ACA: anterior cerebral artery

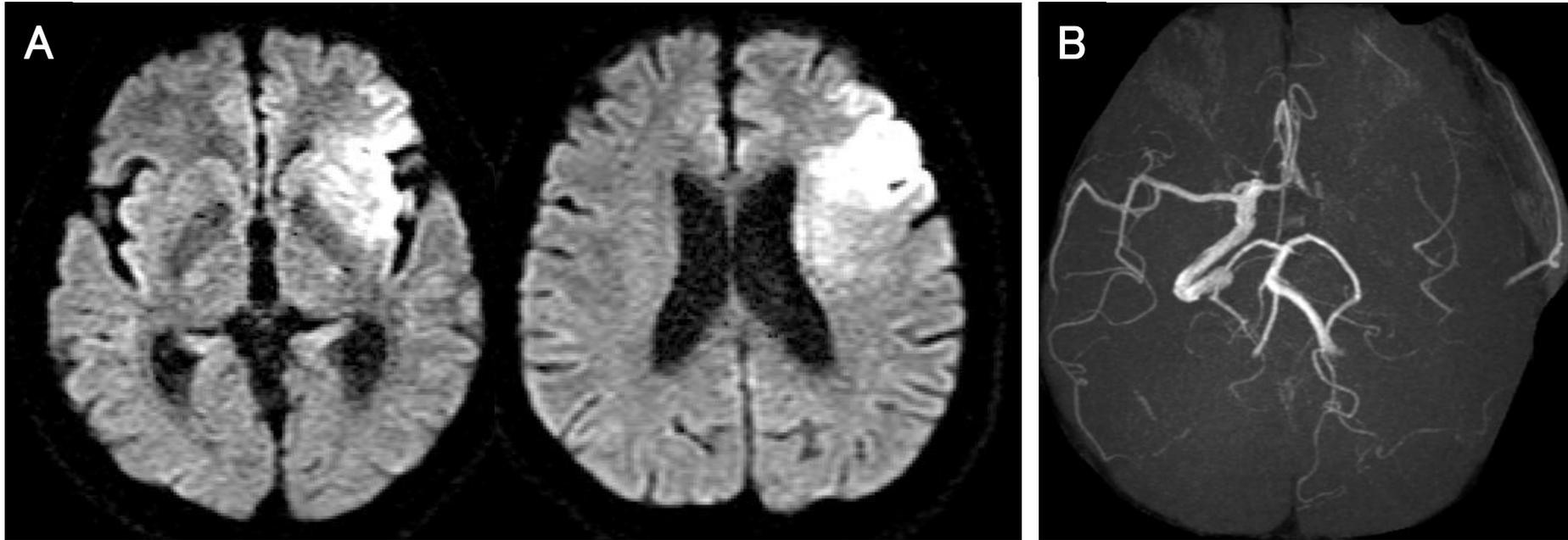


Fig. 1

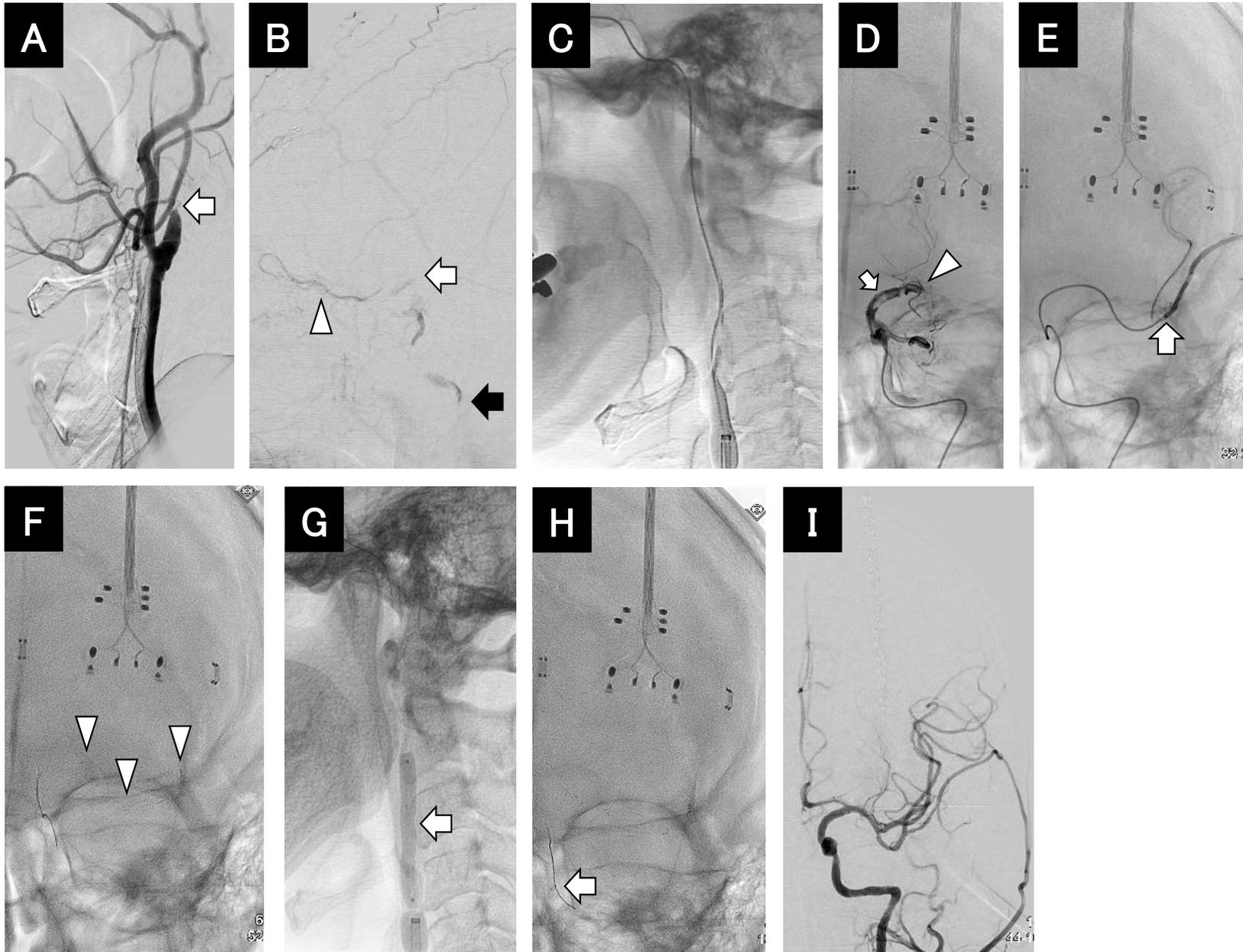


Fig. 2

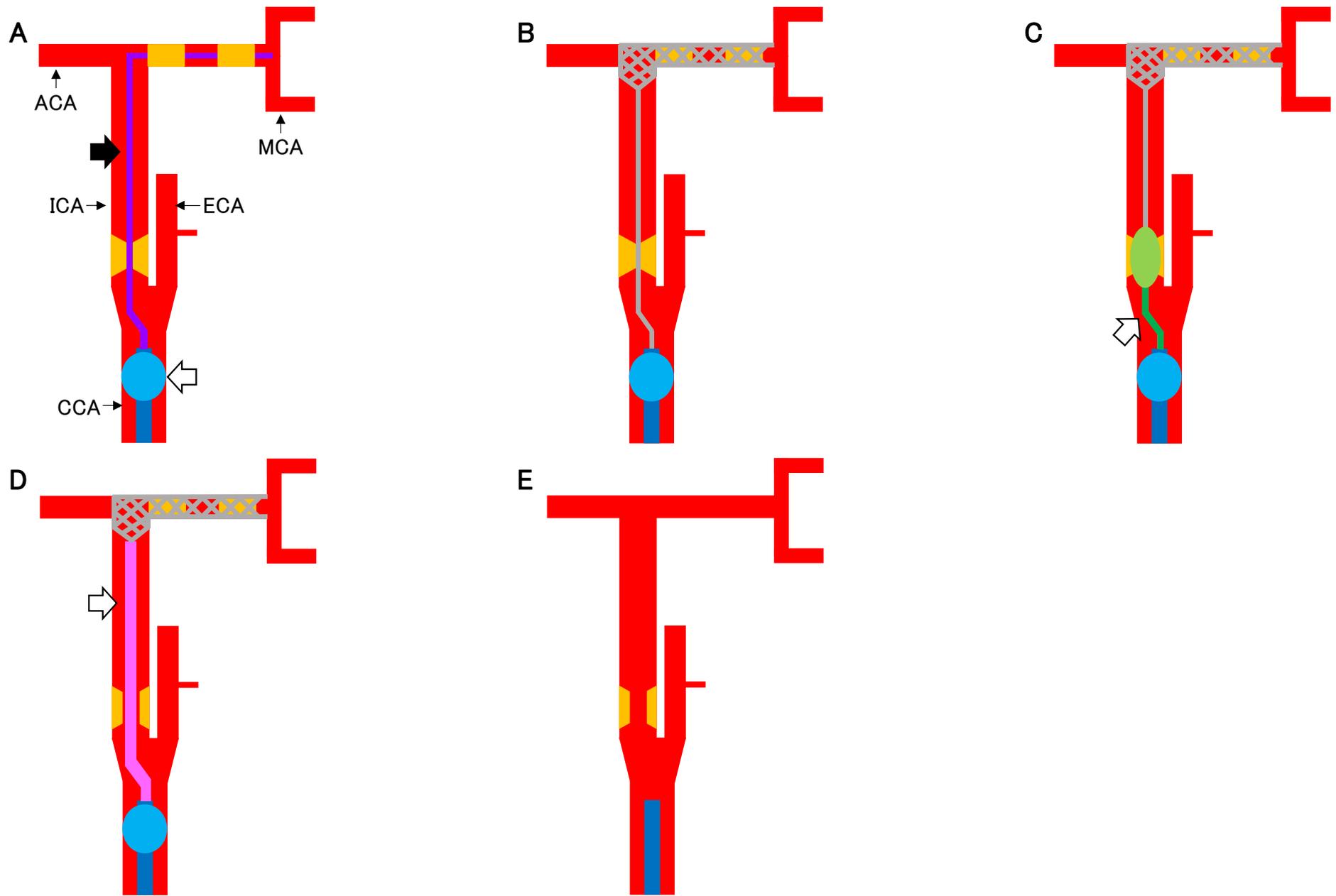


Fig. 3