

論文種別：症例報告

論文タイトル：

脳底動脈閉塞に対する血栓回収療法後に合併した脊髄梗塞の一例

著書名：豎月 順也, 高瀬 香奈, 長尾 景充, 竹本 安範, 持松 泰彦

所属施設：横浜市立みなと赤十字病院 脳神経外科

連絡先：

豎月 順也 (たてづき じゅんや)

横浜市立みなと赤十字病院 脳神経外科

〒231-8682 神奈川県横浜市中区新山下3丁目12番1号

Tel : 045-628-6100 Fax : 045-628-6101

E-mail : j-tatezuki.nsrq@yokohama.jrc.or.jp

Key words :

basilar artery occlusion, mechanical thrombectomy, spinal cord infarction

「本論文を、日本脳神経血管内治療学会機関紙 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いたします。」

和文要旨：

【目的】脳底動脈閉塞に対する血栓回収療法後に、脊髄梗塞を合併した 1 例を報告する。

【症例】構音障害、左半身のしびれで発症した 70 歳、男性。脳底動脈閉塞と診断し、6Fr ガイディングシースを用いて、左椎骨動脈経由で血栓回収療法を行った。約 1.5 時間で完全再開通を得たが、血栓回収手技終了時にガイディングシースが遠位へ移動し、wedge を生じていた。術後、左上下肢弛緩性麻痺と右上下肢感覚障害が出現し、頸髄 MRI で第 3 頸椎レベルの脊髄左側に梗塞巣を認めた。

【結論】脊髄梗塞はガイディングシースの wedge が原因と考えられた。周術期のアプローチルートの評価に加え、適切なデバイスや手技の選択が重要と考えられる。

【緒言】

脳主幹動脈閉塞に対する血管内治療は、前方循環の主幹動脈に対しての有効性が示されている¹⁾。近年は後方循環に適応の拡大が試みられ、その有効性が報告²⁾されつつある一方で、その周術期合併症については十分知られていない。今回、脳底動脈閉塞に対する血栓回収療法後に脊髄梗塞を合併した症例を経験した。後方循環の主幹動脈閉塞に対する血管内治療において、脊髄梗塞発生の病態とその予防について考察し報告する。

【症例提示】

症例は 70 歳、男性。受診前日夜に、構音障害、左半身のしびれが出現した。受診当日朝、起床後も症状が持続していたために救急搬送となり、発症後、14.5 時間で当院に到着した。既往の前立腺肥大症にタムスロシン、心房細動にビソプロロールを内服していた。高血圧症、糖尿病、脂質異常症の指摘はなく、抗血小板薬および抗凝固薬の内服はなかった。また、青年期に少量の喫煙歴があった。見当識は保たれていたが傾眠で、顔面を含む左不全麻痺 (Manual Muscle Test : MMT3/5) と左感覚障害、右上下肢運動失調、構音障害を認め、National Institutes of Health Stroke Scale : NIHSS は 9 点であった。頭部 CT で脳底動脈先端部の high density と右上小脳動脈領域の新鮮梗塞を認め、頭部 MRI で脳底動脈先端部閉塞による右小脳半球、橋背側の急性期梗塞と診断した (Fig. 1)。発症から時間が経過している一方で、clinical-diffusion mismatch があり血栓回収療法の方針とした。

血管内治療：

局所麻酔下に右大腿動脈に 4Fr ショートシースを挿入したところ不穏となったため、デクスメトミジンをを用いて鎮静した。ガイディングシステムは、吸引カテーテルの使用を考慮し、ガイディングシースである 6Fr Fubuki (Asahi Intecc, Aichi, Japan) を選択し、4Fr ショートシースと入れ替えた。ガイディングシース挿入後にヘパリンを

4000 単位静脈注射し、以後は 1000 単位/時を追加投与し全身ヘパリン化を維持した。術前 MRA では、右椎骨動脈 (vertebral artery : VA) は後下小脳動脈より遠位を確認できず (Fig. 1B)、左 VA が優位であったため左 VA アプローチを選択した。左 VA 起始部は軽度蛇行していたが狭窄はなく、Fubuki は第 4 椎体レベルの左椎骨動脈 V2 まで容易に誘導可能で、留置した。ガイディングシース留置後の Activated Clotting Time : ACT は 327 秒であった。左椎骨動脈撮影では軽度の灌流遅延を認めたが脳底動脈閉塞によるものと考えられ、ガイディングシースによる wedge はないと判断し手技を継続した。血栓回収手技は以下の計 4 回、穿刺から約 1.5 時間、発症から 19 時間 47 分で完全再開通を得た (Fig. 2B)。1) Solitaire (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) 6×40 mm によるステント単独、2) Penumbra ACE 60 (Penumbra Inc., Alameda, CA, USA) による ADAPT technique³⁾、3) Solitaire 6×40 mm および Penumbra ACE 60 による CAPTIVE technique⁴⁾、4) Trevo XP (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) 6×25 mm および Penumbra ACE 60 による CAPTIVE technique。血栓回収手技の終了時、血栓回収手技に伴う血管の直線化によりガイディングシースの撓みがとれ、シース先端が椎骨動脈の蛇行部を越えて第 1 椎体レベルまで到達しており、再開通を確認した撮影でガイディングシースの wedge が生じていた (Fig. 2C)。前脊髄動脈 (anterior spinal artery : ASA) および神経根髄動脈 (radiculomedullary artery : RMA) は、治療前後の左椎骨動脈撮影では描出されなかった。また、治療終了後の左鎖骨下動脈撮影では左 VA の解離を認めなかった (Fig. 2D)。最終の ACT は 225 秒であり、ヘパリンをプロタミンでリバースしガイディングシースを抜去した。

術後経過：

鎮静のため治療直後の詳細な神経学的評価は困難であったが、左麻痺の悪化を認めた (弛緩性完全麻痺)。右上下肢は自動運動が可能であり粗大な麻痺はなかったが、痛み刺激に対する反応がなく感覚障害が疑われた。第 2 病日に、アピキサバン 10mg/日を開始した。第 3 病日、意識障害が進行し、GCS E1V2M3 となった。頭部 MRI では脳底動脈の再閉塞は認めなかった (Fig. 3A)。右小脳梗塞の腫脹による閉塞性水頭症に起因する意識障害と診断し、外減圧術および脳室ドレナージ術を施行した。術後、意識障害は速やかに改善し GCS E2V3M6 となった。頭部 MRI では左麻痺の増悪と右感覚障害を説明可能な病変を認めなかったため、脊髄 MRI を施行し、第 3 頸椎レベルの脊髄左側に拡散強調画像および T2 強調画像で高信号域を認めた。前脊髄動脈系の虚血による脊髄梗塞と考えられた。 (Fig. 3)。意識障害のため深部感覚と体幹失調の評価は困難であったが、左麻痺増悪と右上下肢痛覚障害は、脊髄梗塞が原因と考えられた。外減圧術後に抗凝固療法を一時的に中断したが、第 5 病日にアピキサバン 10mg/日を再開し、第 40 病日に回復期リハビリテーション目的に転院となった。転院時の意識はほぼ清明、脊髄梗塞による右上下肢感覚障害はほぼ改善したが、MMT3/5 レベルの左麻痺と、橋・小脳梗塞による失調性構

音障害, 左異常感覚, 四肢・体幹失調が残存した. 血栓回収療法から約 6 か月後に, modified Rankin Scale : mRS3 で自宅退院となった.

【考察】

後方循環に対する血管内治療のアプローチルートには, 殆ど椎骨動脈が選択される. 椎骨動脈経由の血管内治療における脊髄梗塞の合併例は, 過去 7 報 13 症例に留まり^{5, 11)}, 本症例のような脳底動脈の血栓回収に伴うものは報告されていない(Table 1). 脊髄梗塞合併の多くが, 椎骨動脈解離に対する母血管閉塞に伴うものであり^{5, 7, 10, 11)}, 以下 4 つの発生機序が報告されている. 1) デバイスによる RMA の直接閉塞⁵⁾, 2) 術後にスタンブとなった VA の血栓化による ASA の閉塞^{5, 7)}, 3) バルーン付ガイディングカテーテルを使用した手技中の意図的な flow arrest に起因する後脊髄動脈 (posterior spinal artery : PSA) の閉塞¹⁰⁾, 4) ガイディングカテーテルの wedge・flow arrest による PSA の閉塞^{10, 11)}. VA の母血管閉塞以外の手技では, ガイディングカテーテルの wedge が原因で, 上記 3) 4) と同様に手技中の flow arrest により脊髄梗塞をきたした報告がある^{6, 9)}. これらは破裂あるいは未破裂脳動脈瘤に対して 6Fr または 7Fr のガイディングカテーテルを使用したコイル塞栓術の症例であり, ガイディングカテーテル留置時に wedge が生じていた. 血管撮影では ASA が描出され, 手技時間は 3-5 時間であった. 本症例では, 手技開始時にはガイディングシースの wedge はなかった. しかし, 大口径のガイディングシステムを使用したことに加え, 血栓回収手技に伴う血管の直線化によりガイディングシースの撓みがとれ, ガイディングシースが非意図的に遠位へ移動し, 手技終了時にガイディングシースの wedge をきたした. 非意図的なガイディングシースの遠位への移動により VA に解離を生じた可能性もある. 術後に頸部 MRA などは行っておらず, ガイディングシース留置部の VA 評価は不十分だが, 血栓回収手技終了後の左鎖骨下動脈撮影所見からは解離の可能性は低いと考えられた. 対側 VA は低形成で同側の椎骨動脈撮影で ASA および RMA は描出されず, 既報より短い手技時間でも血行力学的虚血と血栓形成の両方あるいはいずれか一方をきたしたと考えられた.

脊髄の血流支配は, 中心部と周辺部に分けられ, 中心部を前脊髄動脈 (anterior artery : ASA) が, 周辺部を 1 対の後脊髄動脈 (posterior spinal artery : PSA) と ASA および PSA を吻合する脊髄周囲の pial arterial plexus がそれぞれ栄養している. ASA から分岐する中心溝動脈は, 左右 2 本が分岐し, それぞれ片側性に脊髄前角および側索の前方部分を栄養し, 同側の上下の中心溝動脈と吻合する. また, 硬膜や神経根に血流を送る radicular artery のなかには ASA や PSA と吻合し, 神経根髄動脈 (radiculomedullary artery : RMA) として脊髄を栄養するものもある. このように脊髄は豊富な吻合があり, 特に頸髄は血流が豊富であり, 栄養血管が閉塞されても梗塞を生じることは少ないとされている¹²⁾. 本症例では, ASA や RMA が評価可能な撮影がなされておらず, 閉塞血管を

断定することは難しい。また、意識障害のため、深部感覚および体幹失調の評価は困難であったが、左麻痺と右上下肢感覚障害が出現しており、少なくとも錐体路および脊髄視床路の障害であり、部分的な **Brown-Sequard** 症候群と推察された。中心溝動脈の閉塞は病側の運動麻痺と対側の感覚障害を呈し部分的な **Brown-Sequard** 症候群となるとされ¹³⁾、これは本症例の症候と矛盾しない。画像上の梗塞巣も中心溝動脈の灌流域と矛盾せず、本症例の責任血管は主に一侧の中心溝動脈と考えられた。

血栓回収療法は、事前情報に乏しいなかで緊急の治療が求められる。血管内治療において、アプローチルート評価の重要性は広く認識されており、大動脈弓形態の評価方法として体幹部 CT¹⁴⁾ や MRA が挙げられる。また、術中所見により迅速な判断が求められる。ガイディングカテーテル誘導時に **wedge** を認めた場合は、ガイディングカテーテルのサイズダウンやガイディングシステムの変更が必要である。80cm と通常より短いガイディングカテーテルや **NEURO-EBU (Hanaco Medical, Saitama, Japan)** などの特殊形状のガイディングカテーテルへ変更し、これらを椎骨動脈起始部もしくは鎖骨下動脈に留置し、**Penumbra** を併用することでガイディングシステムの **wedge** を避け、脊髄梗塞を予防できる可能性がある。また、本症例では術中の非意図的なガイディングシースの移動により、**wedge** を生じた。手技中は、特に術者は病変部に関心が集中しがちであるが、チーム内でガイディングシステムを含めた病変部以外の変化を速やかに察知できるよう心がけるべきである。

血栓回収療法を含む後方循環の血管内治療時には脊髄梗塞を合併しうること、術前・術中のアプローチルートにおけるリスク評価の重要性が示された。今回、ガイディングシースの非意図的な移動により **wedge** をきたし、脊髄梗塞が生じた。血管走行に関しての事前情報があれば、ガイディングシステムを含め十分に検討することは可能だが、血栓回収療法では手技中により好ましいデバイスや手技を迅速に判断する必要がある。脊髄梗塞発生の予防には、ガイディングシステムの留置部およびガイディングカテーテルの挙動に留意するといった基本的事項に立ち返ることが重要である。

【結語】

脳底動脈閉塞に対する血栓回収療法後に、脊髄梗塞を合併した 1 例を報告した。血栓回収療法は、血管の蛇行など事前情報の乏しい緊急での治療であり、周術期のアプローチルートの迅速な評価に加え、適切なデバイスや手技の選択が重要と考えられた。

【利益相反の開示】

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

【参考文献】

- 1) Goyal M, Menon BK, 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) Weber R, Minnerup J, Nordmeyer H, et al: Thrombectomy in Posterior Circulation Stroke: Differences in Procedures and Outcome Compared to Anterior Circulation Stroke in the Prospective Multicentre REVASK Registry. *Eur J Neurol*. 2019; 26: 299-305
- 3) Turk AS, Spiotta A, Frei D, et al: Initial Clinical Experience With the ADAPT Technique: A Direct Aspiration First Pass Technique for Stroke Thrombectomy. *J Neurointerv Surg*. 2014; 6: 231-237
- 4) McTaggart RA, Tung EL, Yaghi S, et al: Continuous aspiration prior to intracranial vascular embolectomy(CAPTIVE): a technique which improves outcomes. *J Neurointerv Surg*. 2017; 12: 1154-1159
- 5) Iwai T, Naito I, Shimaguchi H, et al: Angiographic Findings and Clinical Significance of the Anterior and Posterior Spinal Arteries in Therapeutic Parent Artery Occlusion for Vertebral Artery Aneurysms. *Interv Neuroradiol*. 2000; 6: 299-309
- 6) Matsubara N, Miyachi S, Okamaoto T, et al: Spinal Cord Infarction Is an Unusual Complication of Intracranial Neuroendovascular Intervention. *Interv Neuroradiol*. 2013; 19: 500-505
- 7) Kashiwazaki D, Ushikoshi S, Asano T, et al: Long-term Clinical and Radiological Results of Endovascular Internal Trapping in Vertebral Artery Dissection. *Neuroradiology*. 2013; 55: 201-206
- 8) Elzamly K, Nobleza C, Parker E, et al: Unilateral Upper Cervical Posterior Spinal Cord Infarction after a Neuroendovascular Intervention: A Case Report. *Case Rep Neurol Med*. 2018; 2018: 5070712
- 9) Iwahashi H, Fujita A, Tanaka H, et al: Spinal Cord Infarction after Successful Coil Embolization of Recurrent Basilar Bifurcation Aneurysm: A Case Report. *JNET J Neuroendovasc Ther*. 2018; 12: 398-403
- 10) Tsuruta W, Yamamoto T, Ikeda G, et al: Spinal Cord Infarction in the Region of the Posterior Spinal Artery after Embolization for Vertebral Artery Dissection. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2018; 15: 701-710
- 11) Sarto J, Semerano A, Moreno JL, et al: Spinal Cord Hemodynamic Infarction after Vertebral Artery Endovascular Trapping despite Preserved Flow in the Anterior Spinal Artery. *J Spinal Cord Med*. 2020 Jan 16;1-4. doi:

10.1080/10790268.2019.1706290.

- 12) Martirosyan NL, Feuerstein JS, Theodore N, et al: Blood Supply and Vascular Reactivity of the Spinal Cord under Normal and Pathological Conditions. *J Neurosurg Spine*. 2011; 15: 238-251
- 13) Vargas MI, Gariani J, Sztajel R, et al: Spinal Cord Ischemia: Practical Imaging Tips, Pearls, and Pitfalls. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2015; 36: 825-830
- 14) Fukuda M, Ohta T, Okabayashi H, et al: Three-dimensional Visualization of Aortic Arch Morphology via Rearrangement of Non-enhanced Thoracic CT Images. . *JNET J Neuroendovasc Ther*. 2020; 14: 151-156

図表の説明

Fig. 1. MRI on admission

A: Diffusion-weighted imaging showing acute infarction in right cerebellar hemisphere and dorsal pons.

B: MRA of basilar artery occlusion and the hypoplastic right vertebral artery terminating in the posterior inferior cerebellar artery (arrow).

Fig. 2. Intraoperative angiograms

A: Basilar artery is occluded at the upper part before mechanical thrombectomy. A guiding sheath is placed on V2 segment (arrow).

B: Complete recanalization is obtained. The guiding sheath has moved to the distal part of V2 (arrowhead) at the end of the procedure. C: Flow stagnation due to wedge of guiding sheath is seen in the venous phase of left vertebral angiogram.

D: Iatrogenic vertebral artery dissection is not seen in left subclavian angiogram.

Fig. 3.

A: MRA performed two days after mechanical thrombectomy shows no reocclusion of the basilar artery and hypoplastic right vertebral artery at the distal part of the posterior inferior cerebellar artery.

B, C, D: Cervical MRI shows a high intensity area on the left side of the spinal cord at the C3 level in axial diffusion-weighted image (DWI) (B), axial T2 weighted image (C), and sagittal DWI (D).

Table 1

Literature review of the cases describing spinal cord infarction after neuroendovascular treatment

	Diagnosis	Procedure	Location of SCI	Guiding system	Contralateral VA	ASA	RMA	Cause	Procedure time
Iwai et al. 2000 ⁵⁾	unruptured Rt.VAD (partially thrombosed)	PAO	medulla oblongata C1	N/A	equivalence	Rt.VA	N/A	delayed occlusion of ASA	N/A
	unruptured Rt.VAD	PAO	medulla oblongata C1	N/A	equivalence	not detected	occlusion site	direct obliteration of RMA	N/A
	ruptured Rt.VAD	PAO	medulla oblongata C1	N/A	equivalence	not detected	not detected	suspected direct obliteration of RMA	N/A
Matsubara et al. 2013 ⁶⁾	unruptured basilar-tip aneurysm	coil embolization	multiple Lt. C4-C7	Lt.VA: 7Fr GC	equivalence	Lt.VA	Lt. VA C6 level	wedge of GC	3.5 hours
	ruptured basilar-tip aneurysm	coil embolization	multiple bilateral C2-3	Lt.VA: 7Fr GC Rt.VA: 4Fr catheter	equivalence	Lt.VA	Lt.: not detected Rt.: lower VA	wedge of GC	5 hours
Kashiwazaki et al. 2013 ⁷⁾	VAD	PAO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	occlusion of ASA	N/A
	VAD	PAO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	occlusion of ASA	N/A
Elzamy et al. 2018 ⁸⁾	Lt. VA stenosis	angioplasty	single posterior C1	N/A	equivalence	N/A	N/A	delayed occlusion of PSA	N/A
Iwahashi et al. 2018 ⁹⁾	unruptured basilar-tip aneurysm	coil embolization	Lt.C1-4	Lt.VA: 6Fr GC	equivalence	bilateral VA	N/A	wedge of GC	3 hours
Tsuruta et al. 2018 ¹⁰⁾	unruptured Lt.VAD	SACE	Lt.C2	6 or 7Fr GC	N/A	N/A	N/A	wedge of GC	N/A
	unruptured Lt.VAD	proximal occlusion	Lt.C2	6Fr BGC	equivalence	N/A	N/A	induced flow arrest	N/A
	unruptured Rt.VAD	proximal occlusion	Rt.C1	6Fr BGC	equivalence	N/A	N/A	induced flow arrest	N/A
Sarto et al. 2020 ¹¹⁾	unruptured Lt.VAD	PAO	Rt.posterior C3-4	Lt.VA: 0.088 inch GC	equivalence	Rt.VA	not detected	wedge of GC	N/A
present case	BA occlusion	mechanical thrombectomy	single Lt.C3	Lt.VA: 6Fr GS	hypoplasia	not detected	not detected	wedge of GS	1.5 hours

ASA: anterior spinal artery, BA: basilar artery, BGC: balloon-guide catheter, Fr: French gauge, GC: guiding catheter, GS: guiding sheath, Lt.: left, N/A: not available, PAO: parent artery occlusion, PSA: posterior spinal artery, RMA: radiculomedullary artery, Rt.: right, SACE: stent assisted coil embolization, SCI: spinal cord infarction, VA: vertebral artery, VAD: vertebral artery dissection

Fig.1

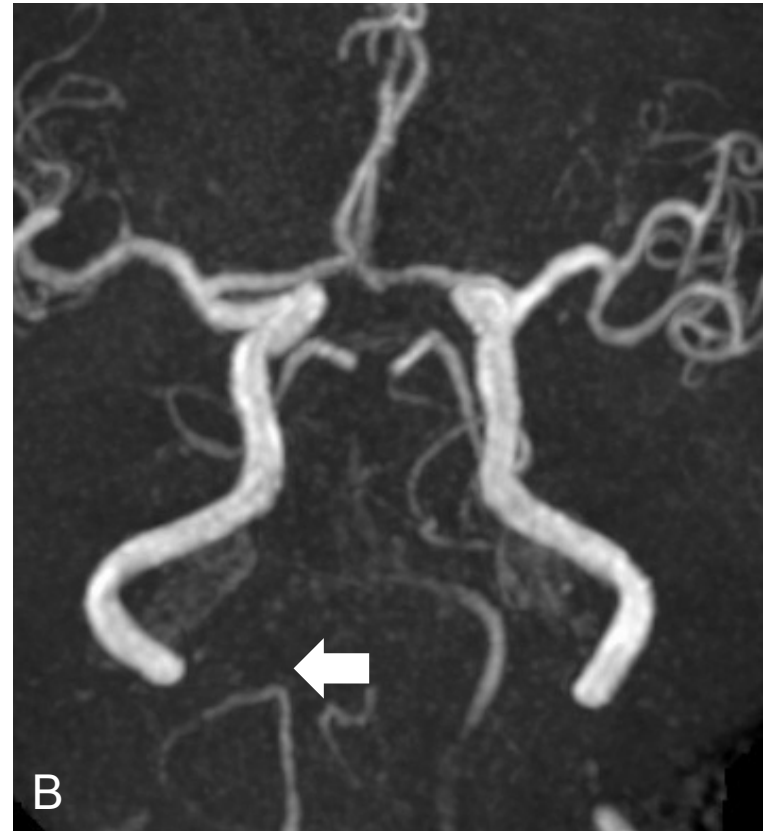
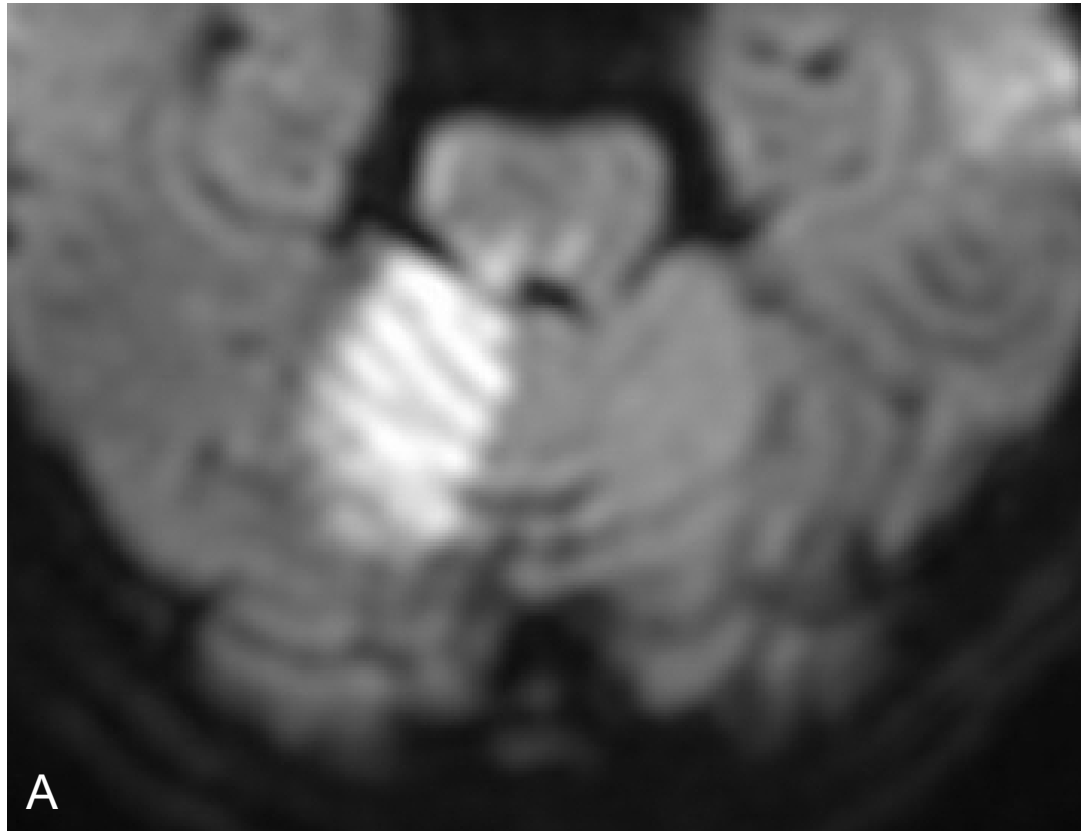


Fig.2

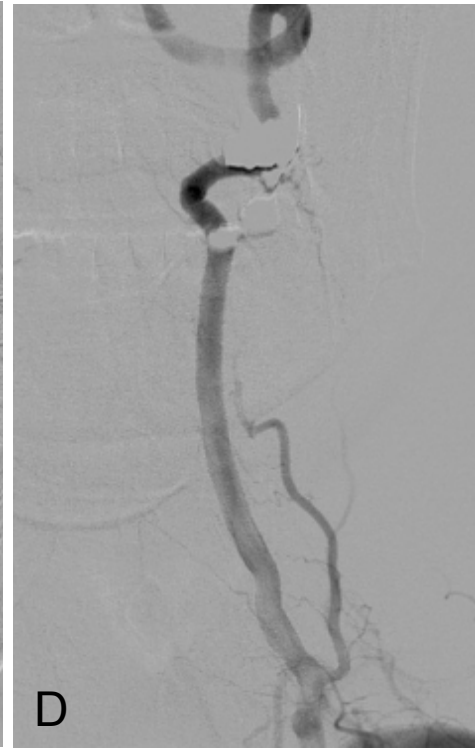
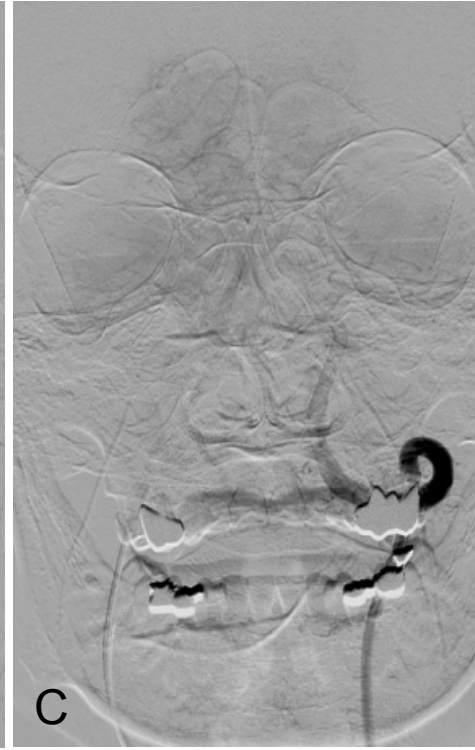


Fig.3

