

論文種別：症例報告

タイトル：外傷性椎骨動脈損傷後に生じた解離性動脈瘤に対するコイル塞栓を併用したステント留置術

著者名：戸村九月¹⁾、小林夏樹²⁾、松永成生²⁾、周藤高²⁾、増尾修³⁾

所属施設：

- 1) 横浜労災病院 脳神経血管内治療科
- 2) 横浜労災病院 脳神経外科
- 3) 横浜国立市民病院 脳血管内治療科

連絡先：

戸村九月（とむら ながつき）

横浜労災病院 脳神経血管内治療科

〒222-0036 神奈川県横浜市港北区小机町 3211

Tel : 045-474-8111 Fax : 045-474-8323

E-mail : tnagatsuki@yokohamah.johas.go.jp

Key word：

vertebral artery、pseudoaneurysm、traumatic dissection、coil embolization、stenting、

『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。』

和文要旨

目的) 外傷性椎骨動脈損傷後に生じた解離性動脈瘤に対してコイル塞栓を併用したステント留置術が有用であった症例を報告する。

症例) 47歳男性。転落外傷で搬送。軸椎骨折と中心性脊髄損傷、左椎骨動脈解離による閉塞の診断で保存的加療となった。1週間後のMRI/Aにて新たに対側の椎骨動脈解離と動脈瘤の形成を認めたため、優位側である右椎骨動脈の温存と動脈瘤の早期血栓化を目的に、コイル塞栓を併用したステント留置術を施行した。術後、新たな神経脱落症状を呈することなく経過し、術後半年での血管撮影において動脈瘤の消失と椎骨動脈の正常化を確認できた。

結論) 外傷性椎骨動脈損傷後の解離性動脈瘤に対する治療として、母血管温存と動脈瘤の早期血栓化のためのコイル塞栓を併用したステント留置術は有用であった。

緒言)

外傷入院患者における脳動脈損傷の頻度は1.11～1.7%、さらに椎骨動脈損傷(traumatic vertebral artery injury: tVAI)では0.13～2.0%とされており、その併発頻度は稀とされるが^{1, 2, 3, 4)}、無症候患者の存在やスクリーニングの精度向上を鑑みると、潜在的な頻度は過去の報告より高いものと推測される。VAIの一部は症候性病変として顕在化し、脳梗塞や出血の原因となるが、これに対する治療適応は現時点では確立されていない。今回、tVAI後に生じた解離性動脈瘤に対してVAを温存し、血管内治療を施行した症例を経験したため、文献的考察を加えて報告する。

症例提示)

症例：47歳 男性

既往歴：胃潰瘍

内服薬：なし

現病歴：飲酒後に駅のホームから誤って転落して、前頭部と顔面を受傷。直後より両上肢の脱力と痺れを訴えたため救急要請となり、当院搬送された。

入院時現症：GCS 14(E4V4M6)、血圧143/88mmHg、脈拍82/分・整、体温37.2℃、SpO₂ 96%、呼吸数16回/分。初診時、顔面から前額部にかけて挫創と四肢に複数の擦過傷を認めた。両上腕にMMT 4/5、両前腕とそれ以遠にMMT 3/5の筋力低下を認めた。両下肢の筋力は正常であった。温痛覚や触覚の低下は認めなかったが、両側前腕末

梢に異常知覚を認めた。膀胱直腸障害は認めず、深部腱反射に明らかな異常は認めなかった。

神経放射線学的所見

頭頸部 CT：鼻根部骨折を認めるも、頭蓋内には明らかな外傷性変化は認めなかった。

頸椎 CT：軸椎体部骨折 (Hangman 骨折)、第 5 頸椎の椎体下極に骨折所見を認めた。

頸部造影 CTA：骨折部の軸椎 (C2) 高位において左椎骨動脈は途絶していたが、頭蓋内の左椎骨動脈は僅かに描出されていた。右椎骨動脈は描出良好であり、明らかな外傷性変化は認めなかった (Fig. 1)。

頸椎 MRI：C5 高位に snake eye の所見を認め、中心性脊髄損傷を疑う所見を認めた。

入院後経過：

頸椎多発骨折と中心性脊髄損傷の診断で整形外科入院となったが、頸椎骨折に対する緊急での整復術は不要と判断され、フィラデルフィアカラーでの保存的加療となった。入院後に施行した BPAS (basic-parallel anatomical scanning) の所見から、左 VA は低形成であり、CTA 所見と併せると骨折部での VAI による閉塞が疑われたが、今後の経過によっては頸椎への観血的治療を追加する可能性があったため、抗血栓療法は行わず経過観察とした。

入院後は明らかな神経症状の悪化を認めず経過したが、入院 1 週間後に施行した MRI/MRA にて、左 VA の再開通を認めた一方、右 VA の V3 と右 PICA 近位 (V4) に、広狭不整の所見と限局した膨隆を伴い、新た

に解離性動脈瘤を疑う所見が出現していた。(Fig. 2)。脂肪抑制 T1 強調画像では、右 V3 病変は動脈瘤周囲に血腫所見を認めたが、右 V4 病変には壁不整はあるものの明らかな flap や偽腔形成は認めず、V3 と V4 の病変には連続性を認めなかった。翌日、精査目的に施行した血管撮影では、右 V3 に 20mm に及ぶ解離所見と長径 6mm 大の上向きの動脈瘤を認め、右 V4 には一部拡張を伴う広狭不整な所見が PICA 近位から ASA 近位に見られた(Fig. 3)。左 VAG では解離所見を認めるも、順行性の造影所見が確認できた。

右 VA に 2 か所の解離性病変を認めたが、V3 の動脈瘤状変化は MRI 所見と併せると仮性動脈瘤であることを否定し得ないことから、塞栓症や破裂のリスクが高いと判断し、治療を優先することとした。一方の V4 については、解離性変化は認めるものの拡張部分を含めた広狭不整が比較的軽度であったこと、また ASA に近接した PICA involved type の解離性病変である可能性が考えられたことから、現時点での治療リスクは高いと判断し、密な経過観察の上、形状変化等あれば治療を考慮する方針とした。この時点で頸椎骨折に対する観血的加療は行わない方針となっていたため、全身状態からも抗血栓療法は使用可能であると考え、仮性動脈瘤の早期血栓化を期待して、コイル塞栓を併用したステント留置術を施行することとした。

治療手技：

1 週間前からクロピドグレル 75mg とバイアスピリン 100mg の内服を開始し、第 18 病日に全身麻酔での塞栓術を施行した。治療に先立ち、不測の事態に備えて右 VA の閉塞試験を行った。右大腿動脈から 7Fr シ

ース、左大腿動脈から 4Fr シースを挿入した。右 VA に 7Fr バルーン付ガイディングカテーテル (Optimo: 東海メディカルプロダクツ、愛知)、左 VA に 4Fr 診断カテーテルを誘導し、右 VA の閉塞試験を施行したところ、左 VA から union を介して右 VA が描出され、不測の事態には右 VA 閉塞も可能と判断し、引き続き治療を開始した。マッピング下にステント留置用の SL-10 STR (Stlyker, Kalmazoo, MI, USA) を Traxcess (MicroVention, TERUMO, Tustin, CA, USA) を用いて右 VA の動脈瘤遠位まで誘導した。仮性動脈瘤は C1 高位にあり、VA が後方へ屈曲する大弯側に上向きに存在しており、SL-10 pre-shaped S を用いることで母血管対側に支点を作って安定したコイル塞栓ができると考え、動脈瘤の neck 近傍へ慎重に誘導した。仮性動脈瘤にできるだけ負担がかからないように、誘導したマイクロカテーテルの自由度を優先してステント展開前にコイル塞栓を施行した。Axium PRIME 3D 3.5mm x 8cm (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を 1 本目として挿入し、その後は piecemeal にコイルを挿入した結果、動脈瘤の完全閉塞を得た。SL-10 を抜去後、解離部位を覆うように正常血管に Neuroform Atlas 4.5x30mm (Stlyker, Kalmazoo, MI, USA) を展開し (Fig. 4)、conebeam CT を行って血管壁にステントが圧着している事を確認して治療を終了した。

術翌日の MRI では右小脳半球に点状梗塞を 1 箇所認めるのみで、その後は明らかな神経症状の出現なく経過し、治療後 2 週間で施行した血管撮影では、治療後経過は良好であり、右 V4 の解離性病変の拡張部分には縮小が見られていた (Fig. 5-b)。中心性脊髄損傷による両上肢の筋力低下が残存していたため第 36 病日にリハビリテーション目的に転院と

なったが、治療から半年後の血管撮影では、解離所見の消失と仮性動脈瘤の完全閉塞に加えて(Fig. 6)、右 V4 と左 VA の解離性病変が正常化していることを確認できた(Fig. 5-c)。経過は良好であり、現在も外来フォローを行なっている。

考察)

鈍的外傷による入院患者のうち脳動脈損傷を併発する頻度は 1.11～1.7%と稀である^{3,4)}。tVAI も稀とされているものの^{1,2,3)}、鈍的頭頸部外傷患者においては 17.2-25.5%に上り、椎間関節脱臼や横突孔骨折例では 70-88%、脊髄損傷例では 50-67%と、骨構造の変化を伴う場合に高率に並存することが特徴と考えられる^{3,5)}。病理学的には内弾性板の断裂が契機となり、内膜—中膜間に偽腔を形成することが知られており、血液の流入により偽腔が進展し、分枝血管閉塞や真腔閉塞を来たすことがある。また、解離が中膜側に及び血管の支持性を失うと動脈瘤を形成して破裂リスクが生じるが、瘤内に血流が停滞すると血栓症を起こす場合もあり、破裂と血栓症の双方のリスクが混在する病態と言える。tVAI の受傷機転は交通外傷が最多であり、好発部位は V3 が最多で、次いで V2 に多い。初診時のスクリーニングとしては CTA が繁用されており、Eastman らは感度と特異度をそれぞれ 96.1%、100%と報告している^{6,7)}。

自然歴に関しては、これまでの報告では脳梗塞発症率 5-24%^{8,9,10)}、死亡率 8-18%とされているが^{11,12,13)}、解離の重症度や受傷後の抗血栓療法の有無など複数の要素が影響しており、画像所見のリスク評価としては Denver radiological grading scale¹⁴⁾が汎用されている。

Biff1らは tVAI 97 病変を前述の Denver scale で評価しており、受傷時に grade I、II であった low grade 症例に対して、受傷後 7-10 日目に血管撮影を施行したところ、それぞれ 8%、43% に新規の仮性動脈瘤を認め、血管内治療を要したと報告しており¹¹⁾、受傷時の解離の程度に関わらず、慎重な経過観察が必要と推測される。仮性動脈瘤の破裂に関しては、Akiyama らが頭蓋外内頸動脈に形成された 4cm の外傷性動脈瘤の一例を報告しているが、稀な病態と考えられている¹⁵⁾。

tVAI に対する血管内治療を考慮すべき病態として、偽腔拡大による内腔狭窄を伴う血栓形成や虚血症状を来たす場合や、増大を伴う仮性動脈瘤の存在、また対側 VA や Pcom を介した側副血行不良例などが挙げられるており^{5), 16)}、治療としては母血管を温存したステント治療が殆どを占めている。Pham らは systematic review の中で、VAI 12 血管（うち外傷性は 7 血管）に対するステント治療について、全例で実施可能で合併症は見られていないと報告している¹⁶⁾。Ansari らは外傷性機序を含む 7 例の V3-V4 の症候性 VAI に対する Neuroform での治療を報告しており、うち 3 例にコイル塞栓を併用して全例で治療を完遂し、周術期合併症を認めなかったとしている¹⁷⁾。その他にも同等の良好な治療成績が報告されており¹⁸⁾、VAI に対する血管内治療は有効性と安全性の高い手技であると考えられる。近年、Flow-diverting stent (FD) を用いた治療報告も見られるようになっており、長期成績を含めた症例の蓄積が待たれる^{19), 20)}。

本症例では、解離性動脈瘤の術中破裂も想定し、閉塞試験を施行した上で、piecemeal にコイルを留置し、動脈瘤壁へ負荷をかけないように工夫した。罹患血管に対しては、血管密着性と留置時の血管壁へのス

トレスを減らすことを考慮し、自己拡張型で radial force の低い Neuroform atlas を選択したが、braided stent や FD と比べて金属被覆率が低く、整流効果は低いと考えられるため、動脈瘤内の血栓化を促進する効果を期待して、ステント留置術にコイル塞栓を併用する方針とした。結果的には完全閉塞が得られ、半年後には動脈瘤を含む解離血管の正常化が確認された。Neuroform Atlas の頭蓋外での使用は保険適応外となるが、動脈瘤治療用の low-profile stent で誘導性に優れ、金属部分は薄い構造で柔軟性が高い。また、病変を跨いで正常血管に展開する際の確実性も高いと考えられ、解離血管の部位や病変長によっては良い選択肢となる可能性が考えられた。ただし、本症例のように頸椎可動部位に留置する際にはステントフラクチャーのリスクがあるため、長期的な安定性に関して慎重にフォローを行う必要がある。また、tVAI を来たす患者では多発外傷や固形臓器の損傷を伴っていることがあり、整形外科をはじめとした外科的加療を要する患者も少なくはない。一方でステント留置術においては、抗血小板薬の併用が必須となるため、全身状態の安定と出血コントロールが得られていることが前提となるため、当該科と密な連携を図り、治療のタイミングや治療戦略の見直しなど慎重な検討が必要となる。

結語)

tVAI の加療中に発生した解離性動脈瘤に対して、コイル塞栓を併用したステント留置術を行って良好な経過を得た一例を経験した。受傷時に血管損傷を認めない症例においても、経過中に明らかになることがあるため、経時的な画像評価が必要である。ステントを使用した血管内治療

を企図した場合、周術期の抗血栓療法が必須となるため、観血的手術の必要性や多発外傷による全身状態の評価を十分に行わなければならない。

利益相反開示)

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

文献)

1. deSouza RM, Crocker MJ, Haliasos N, et al. Blunt traumatic vertebral artery injury: a clinical review. Eur Spine J 2011; 20: 1405-1416.
2. Alterman DM, Heidel RE, Daley BJ, et al. Contemporary outcomes of vertebral artery injury. J Vasc Surg 2013; 57: 741-746.
3. Shafafy R, Suresh S, Afolayan JO, et al. Blunt vertebral vascular injury in trauma patients: ATLS recommendations and review of current evidence. J Spine Surg 2017; 3:217-225.
4. Bromberg WJ, Collier BC, Diebel LN, et al. Blunt cerebrovascular injury practice management guidelines:

the eastern Association for the Surgery of trauma. J Trauma 2010; 68: 471-477

5. Brommeland T, Helseth E, Aarhus M, et al. Best practice guidelines for blunt cerebrovascular injury (BCVI). Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2018; 26: 90.

6. Eastman AL, Chason DP, Perez CL, et al. Computed tomographic angiography for the diagnosis of blunt cervical vascular injury: is it ready for primetime? J Trauma 2006; 60: 925-929.

7. Eastman AL, Muraliraj V, Sperry JL, et al. CTA-based screening reduces time to diagnosis and stroke rate in blunt cervical vascular injury. J Trauma 2009; 67: 551-556.

8. Majidi S, Hassan AE, Adil MM, et al. Incidence and outcome of vertebral artery dissection in trauma setting: analysis of national trauma data base. Neurocrit Care. 2014; 21: 253-258.

9. Biffi WL, Moore EE, Elliott JP, et al. The devastating potential of blunt vertebral arterial injuries. Ann Surg 2000; 231: 672-681.

10. Biffli WL, Ray CE Jr, Moore EE, et al. Treatment-related outcomes from blunt cerebrovascular injuries: importance of routine follow-up arteriography. *Ann Surg* 2002; 235: 699-706; discussion: 706-707.

11. Fusco MR, Harrigan MR. Cerebrovascular dissections: a review. Part II: Blunt cerebrovascular injury. *Neurosurgery* 2011; 68: 517-530.

12. Miller PR, Fabian TC, Bee TK, et al. Blunt cerebrovascular injuries: diagnosis and treatment. *J Trauma* 2001; 51: 279-286.

13. Sanelli PC, Tong S, Gonzalez RG, et al. Normal variation of vertebral artery on CT angiography and its implications for diagnosis of acquired pathology. *J Comput Assist Tomogr.* 2002; 26: 462-70.

14. Cothren CC, Biffli WL, Moore EE, et al. Treatment for blunt cerebrovascular injuries: equivalence of anticoagulation and antiplatelet agents. *Arch Surg* 2009; 144: 685-690.

15. Akiyama Y, Nakahara I, Tanaka M, et al. Urgent endovascular stent-graft placement for ruptured traumatic pseudoaneurysm of the extracranial carotid artery. *J Trauma* 2005; 58: 624-627.
16. Pham MH, Rahme RJ, Amaout O, et al. Endovascular stenting of extracranial carotid and vertebral artery dissections: a systematic review of the literature. *Neurosurgery* 2011; 68: 856-866.
17. Ansari SA, Thompson BG, Gemmete JJ, et al. Endovascular treatment of distal cervical and intracranial dissections with the neuroform stent. *Neurosurgery* 2008; 62: 636-646.
18. Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, et al. Endovascular reconstruction with the Neuroform stent as monotherapy for the treatment of uncoilable intradural pseudoaneurysms. *Neurosurgery* 2006; 59: 291-300.
19. Cohen JE, Gomori JM, Rajz G, et al. Vertebral artery pseudoaneurysms secondary to blunt trauma: Endovascular management by means of neurostents and flow diverters. *J Clin Neurosci.* 2016; 32: 77-82.

20. Ambekar S, Sharma M, Smith D, et al. Successful treatment of iatrogenic vertebral pseudoaneurysm using Pipeline embolization device. Case Rep Vasc Med. 2014

図表の説明)

Fig. 1

A: Axial view of CT angiography (CTA) showed a filling defect compatible with left vertebral artery (VA) occlusion (arrow) at admission. B: 3D-CTA showed occluded segment (arrowhead) of left VA and no any traumatic changes at right VA.

Fig. 2

1week follow-up MR angiography (MRA) showed pseudoaneurysm formation associated with the dissection of right extracranial vertebral artery (VA) (arrow).

MRA also demonstrated right PICA proximal VA dissection (arrowheads).

Fig. 3

Preoperative 3D-rotation angiography (3DRA) of right vertebral artery (VA) showed vessel irregularity existing from PICA proximal to anterior spinal artery (arrowheads) compatible with dissection (dot

arrow). Arrow demonstrated extracranial VA dissection with pseudoaneurysm.

Fig. 4

A: Preoperative right vertebral artery (VA) angiogram demonstrated pseudoaneurysm formation. B: Postoperative angiogram revealed complete occlusion of pseudoaneurysm with VA patent.

Fig. 5

3D-rotation angiography (3DRA) of right vertebral artery (VA). Pre-treatment (a), 2 weeks (b) and 6 months after treatment (C). (b): PICA distal part of VA dissection (VAD) healed, although VAD slightly remained, PICA distal part of VAD almost healed. (C): Affected vessel was normalized.

Fig. 6

Follow-up angiogram 6 months after treatment (Long axis view (A), barrel view (B)) demonstrated complete occlusion of pseudoaneurysm keeping right vertebral artery patent.

Fig.1



Fig.2



Fig.3

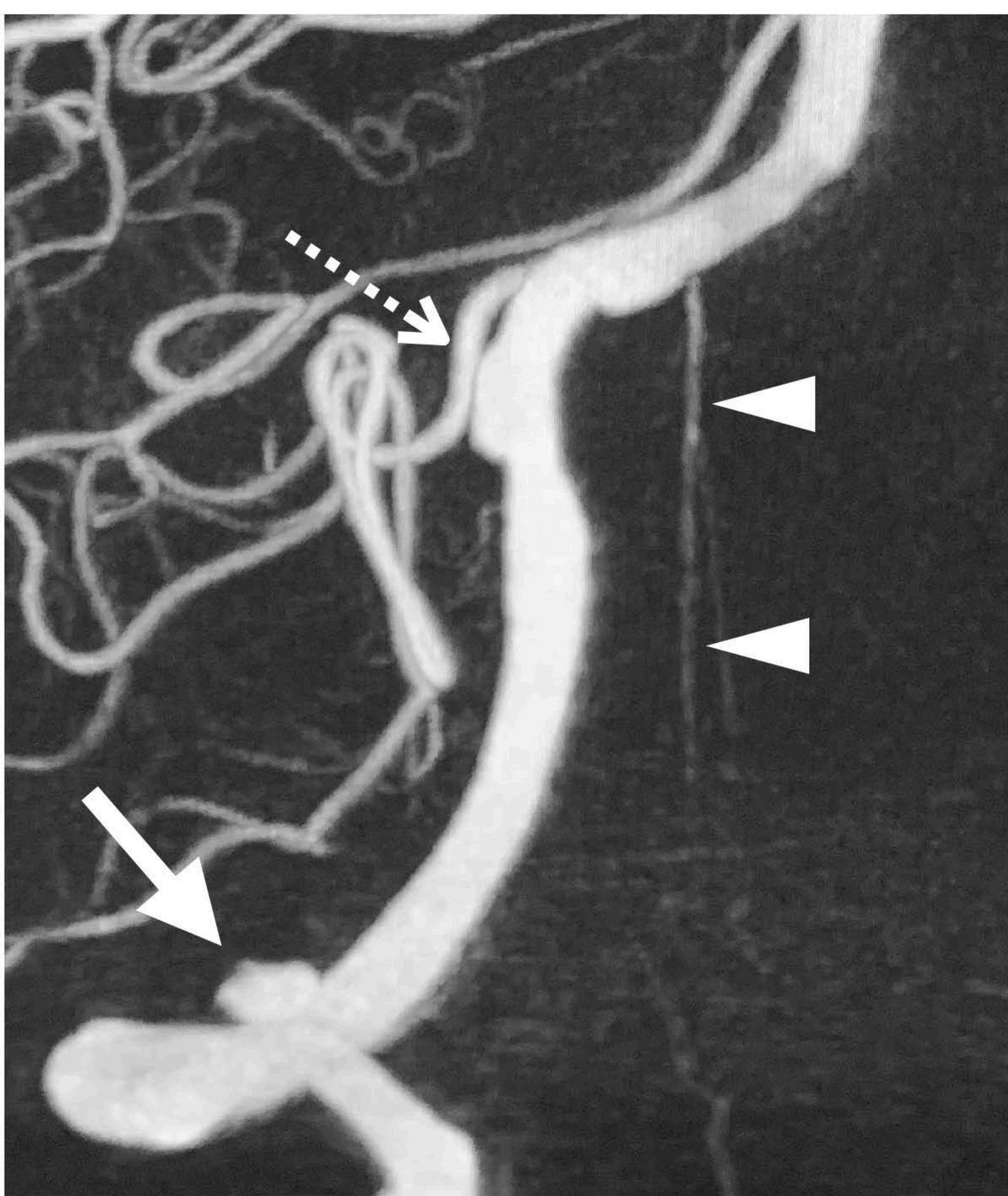


Fig.4
(A)

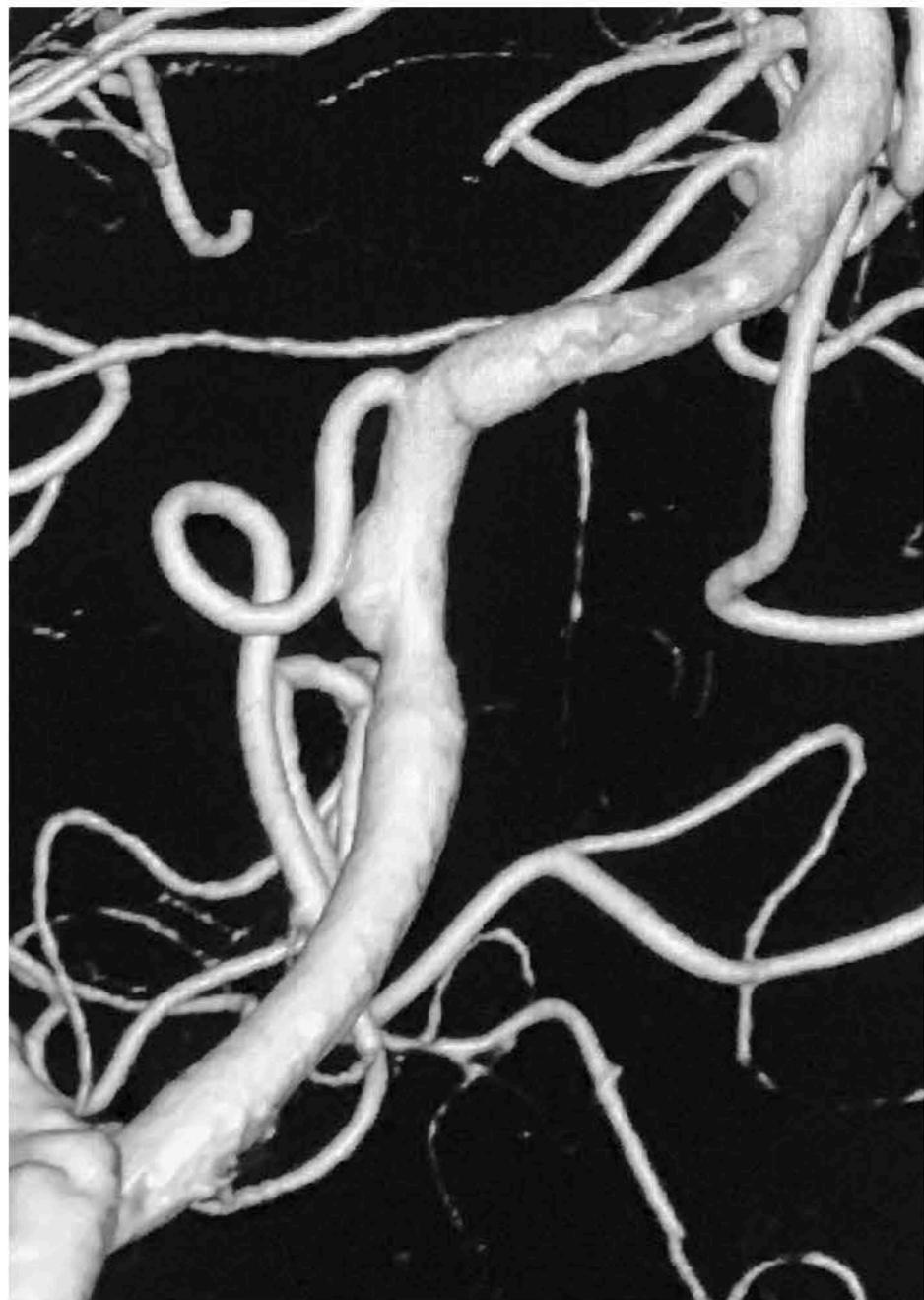


(B)



Fig.5

(a)



(b)



(c)



Fig.6 (A)



(B)

