

テクニカルノート

大型ワイドネック内頸動脈後交通動脈分岐部動脈瘤に対する
retrograde Tステントテクニック

渋谷航平¹⁾，長谷川仁¹⁾，鈴木倫明¹⁾，斎藤祥二¹⁾，安藤和弘¹⁾，
高橋陽彦¹⁾，瀧野透¹⁾，大倉良太¹⁾，藤井幸彦¹⁾

1) 新潟大学脳研究所脳神経外科

連絡先：渋谷航平(新潟大学脳研究所脳神経外科，新潟県新潟市中
央区旭町通 1-757，025-227-0653，k-shibuya@bri.niigata-
u.ac.jp)

keyword: retrograde T-stent technique, stent-assisted coil
embolization, IC-Pcom aneurysm, wide neck large aneurysm

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：ワイドネック内頸動脈後交通動脈分岐部(IC-Pcom; internal carotid artery-posterior communicating artery)動脈瘤に対して後方循環経由でPcomにもステントを留置する retrograde T stent technique で治療した症例を経験したため報告する。

症例：35歳女性。めまいの精査で右 IC-Pcom 動脈瘤(最大径 11mm, ネック 8.5mm)を指摘された。Pcom(2.1mm)はドームから直接分岐していた。Pcomに後方循環から逆行性にアクセスし、LVIS Jr. 2.5×17をICからPcomにかけて展開、その後ICにLVIS4.5×23を展開し、Tステントを完成させ、コイルを密に塞栓した。

結論：ドームから分岐するPcomの温存に retrograde T stent technique は有用である。

緒言

近年脳動脈瘤の治療に関してバルーンやステントを用いた様々なアシストテクニックが考案され、母血管や分枝血管を温存しながら有効なコイル塞栓術が可能となっている。特に simple technique での治療が困難なワイドネック脳動脈瘤に対しては stent and balloon assisted technique¹⁾, Y-configuration technique^{2), 3)}, kissing Y-configuration technique⁴⁾などの方法が開発されてきた⁵⁾。また、内頸動脈後交通動脈分岐部(IC-Pcom: internal carotid artery-posterior communicating artery)動脈瘤に対しては、T-stent technique を用いて良好な塞栓が可能であった症例報告も散見される^{6), 7)}。しかし、これまでの IC-Pcom 動

脈瘤に対する T または Y ステント法の報告は、いずれも IC から Pcom へアクセスする antegrade 法である。今回我々は後大脳動脈から Pcom へアクセスする retrograde 法による T-stent technique を選択し、正確なステントのポジショニングと共に良好な塞栓が可能であった症例を経験したため、手技の詳細と antegrade 法との比較およびその利点について報告する。

症例提示

症例：35 歳女性。

既往歴：特記事項なし。

家族歴：特記事項なし。

現病歴：めまいと嘔気の詳細で近医にて MRI, CTA を撮影され、右 IC 大型動脈瘤を指摘され当科に紹介となった。

現症：意識清明、明らかな神経脱落症状を認めなかった。

画像所見：脳血管撮影では右 IC-Pcom に最大径 11mm の動脈瘤を認めた (Fig. 1-A, B)。瘤のネックは 8.5mm とワイドネック動脈瘤であった。また Pcom は動脈瘤のドームから直接分岐しており (Fig. 1-C)、径は 2.1mm であった。椎骨動脈撮影で同側後大脳動脈は発達していた (Fig. 1-D)。

治療方針：複数の脳神経外科医で開頭術と血管内治療につき検討を行い、Pcom を温存した安全な動脈瘤処置を行うためには血管内治療が有利であると判断した。Pcom の分岐形態から、balloon-assisted technique やシンプルな stent-assisted technique では同血管の温存が困難と考え、IC と Pcom にそれぞれステントを留置

する T-stent technique を施行する方針とした。動脈瘤を經由せずアプローチ可能なことと、Pcom に留置するステントのポジショニングが比較的容易であることなどから、後方循環から Pcom へアクセスする retrograde 法での T-stent technique の方針とした。治療の 1 週間前から抗血小板剤 2 剤 (アスピリン 100mg/日, クロピドグレル 75mg/日) の内服を開始した。

治療に際しては当院倫理委員会にて承認を得た後に (承認番号 2019-0182), 本人から書面で同意を得た。

血管内治療 : 全身麻酔下に右大腿動脈に 8Fr ロングシース, 左大腿動脈に 6Fr ロングシースをそれぞれ留置した。ヘパリン 5000 単位を静注し全身ヘパリン化し, 以後 1 時間毎にヘパリン静注し activated clotting time (ACT) が前値の 2-3 倍となるようにした。右椎骨動脈に 6Fr ROADMASTER (グッドマン, 愛知) を留置した後に, 中間カテーテルとして 4.2Fr Fubuki (朝日インテック, 愛知) を右椎骨動脈に留置した。また右 IC に 8Fr Launcher (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を留置し, 中間カテーテルとして Cerulean DD6 (メディキット, 東京) を IC の錐体部に留置した。右 IC 圧迫下で右椎骨動脈 3D rotational angiography (RA) を施行, 後方循環から Pcom を經由して IC へと逆行性にマイクロカテーテルを誘導するワーキングアングルを設定した (Fig. 2-A)。CHIKAI14 (朝日インテック, 愛知) を用いて Excelsior SL10 (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) を Pcom へ逆行性に進め, 動脈瘤を経て右 IC 遠位に誘導した。続いて右内頸動脈 3D-RA を施行し, ステント留置ならびに瘤内塞栓を施行するワーキングアングルを設定し直した (Fig. 2-B)。

CHIKAI14 を用いて Headway21Plus (Terumo, 東京) を右中大脳動脈水平部まで誘導, さらに pigtail 状に steam shape した SL10 を CHIAKI14 先行下に瘤内に誘導した. 右 IC 遠位に留置した SL10 より LVIS Jr. 2.5mm×17mm (Terumo, 東京) を IC から Pcom にかけて途中まで展開した. この際, 遠位のフレアがわずかに IC に突出する程度になるようにステントの始点を調整した. 次に Headway21Plus から LVIS 4.5mm×23mm を右中大脳動脈から途中まで展開し, IC にわずかに突出している LVIS Jr. の遠位のフレアを瘤側に押し付けるようにした. この時点で cone-beam CT を撮影し, LVIS Jr. の遠位フレアは Pcom の orifice から瘤内に突出する形となっており, また IC に展開した LVIS と LVIS Jr. の遠位フレアに間隙がない T-configuration stenting となっていることを確認した後 (Fig. 2-C, D), LVIS Jr. と LVIS をそれぞれ完全に展開した. 撮影すると eclipse sign が明らかであり, 瘤内に造影剤の停滞を認めた (Fig. 2-E, F). コイル塞栓中, Pcom 起始部は LVIS Jr. によって確保され, 同部位にコイルループが及ぶことはなかった (Fig. 2-G). 計 16 本 205cm 長の bare platinum coil と hydrogel coil を留置し, 体積塞栓率 (volume embolization ratio: VER) 24%, neck remnant で終了した. (Fig. 3-A, B). コイル塞栓中の Pcom の血流は終始問題なかった (Fig. 3-C).

術後経過: 術後経過は良好で新たな神経学的な異常所見を認めなかった. 抗血小板薬は 2 剤内服を継続とし, mRS0 で自宅退院した. 術後半年の脳血管撮影で, 再発ならびに瘤の増大を認めた (Fig. 4-A). 瘤の近位 IC にステント留置に起因すると考えられる軽度狭窄

を認めた。Pcomは閉塞していなかったが、後方循環からの retrograde flow に変化していた。破裂予防に再手術の方針とした。trans-cell 法にてステントを貫通し、良好な塞栓を得て終了した (Fig. 4-B)。再治療の際にも、Pcom 起始部は LVIS Jr. によって確保され、同部位にコイルループが及ぶことはなかった。Pcom を介した後方循環からの側副血行は良好であった (Fig. 4-C)。神経学的な異常所見なく退院した。再塞栓 3 ヶ月後の脳血管撮影では瘤の再発を認めていない。また IC のステント留置部における軽度狭窄所見に変化はなかった。

考察

ワイドネック動脈瘤に対してバルーンやステントを用いた様々なアシストテクニックが考案され、以前は困難であった治療が可能となってきた。分枝血管の温存が困難な動脈瘤に対しては複数のステントの留置が必要かつ有効である^{8),9)}。Y stent technique は、複数の母血管を温存しながらコイル塞栓術が可能という利点がある。しかし、ステントが重なる部分でステントの変形や偏位が生じ、血栓性合併症のリスクが高まることが危惧される¹⁰⁾。一方で T stent technique は、ステント同士が重ならないためにステントの変形は生じず、血栓性合併症が生じにくいという利点があることが推測される。しかしながら、一方のステントの側面に隙間なく他方のステントを展開する点については、ステントの短縮や正確なポジショニングを考慮する必要があり、技術的な難易度は Y stent technique に比し高い。

IC-Pcom 動脈瘤に対して T stent technique で治療した報告が散見されるが^{6),7)}, いずれも IC から Pcom へアクセスする antegrade 法である. Antegrade 法は前述の通り, Pcom のステントを展開する際に IC 側のステント端のポジショニングが難しくなる. また Pcom へのアクセスの際に, 多くの場合, 所謂瘤回しと呼ばれるマイクロカテーテルを瘤壁に沿うように誘導する必要があり (Intra-aneurysmal microcatheter looping technique)¹¹⁾, 術中破裂を含めた手技リスクの増大という欠点もある. 一方で今回我々が施行した後方循環から Pcom へアクセスする retrograde 法では, intra-aneurysmal microcatheter looping technique を使用することなく Pcom へアクセスが可能であり, またステント展開における IC 側のポジショニングも antegrade 法に比べれば容易であると考えられる. ただし, retrograde 法を行うためには条件があり, 同側後大脳動脈 P1 および Pcom が発達している必要がある. Cho らは retrograde stenting を行うにはステント留置のマイクロカテーテルが十分通る太さの Pcom 径が必要と述べ¹²⁾, Ahmed らは前交通動脈 (Acom: anterior communicating artery) もしくは Pcom を逆行性に誘導しステント留置した症例の平均の血管径は 1.17mm であったと報告している¹³⁾. これらの報告をまとめると, 少なくとも 1mm 程度の P1, Pcom の径が必要と考える. 本例の Pcom は 2.1mm で発達していたことから, カテーテリゼーションやステント留置が十分可能と判断した.

Endo らは破裂 IC-Pcom 動脈瘤の場合 Allcock test が陽性でかつ通常の椎骨動脈撮影で P1 が描出される場合には, Pcom は閉塞して

も構わないと述べている¹⁴⁾。しかし、Pcomが盲端化することにより tuberothalamic arteryなどの穿通枝が血栓閉塞するリスクは無視できないと考えられ、そのリスクが未破裂瘤で許容されるかどうかは議論の余地がある。またChoらはPcomを完全閉塞させた場合には虚血症状は出現しなかったものの、不完全閉塞に終わった場合21例のうち2例で虚血性イベントが出現したと報告している¹⁵⁾。今回我々は、Pcomを閉塞させた場合の虚血症状が出現する可能性を懸念し、ステントを用いてPcomを温存する方針を選択した。

T stent techniqueで用いるステント選択については、Pcomへはlow profileなステントが望ましく、本症例ではLVIS Jr.を使用した。Open cell stentであるNeuroform atlas(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)は、ステントの展開が容易であり有用な可能性はあるが、一旦展開を開始するとリシースが困難なため再試行が不可能という欠点がある。したがってポジショニングが最大のポイントとなるT stent techniqueには選択しにくいと考えられる。一方で、LVIS Jr.はリシースや再試行が可能であるが、ステントの短縮が他のステントよりも起こりやすく、ポジショニングに際して同特徴を踏まえて展開する必要がある。Morinagaらは本症例と同様に分枝血管にLVIS Jr.を展開しT stent techniqueを施行して良好な成績を得た3症例を報告している⁷⁾。ICに留置するステントは母血管への密着性が高いNeuroform Atlasが有用との報告もあるが⁷⁾、本症例では金属被覆率の高いbraided stentであるLVISを用いることでflow diversion効果¹⁶⁾による動脈瘤の血栓化を期待した。また本症例では両ステントの位置関

係の確認に両ステントを完全に展開する前の cone-beam CT が有用であった。

Bifurcation type の動脈瘤に対して T stent technique の報告はあるが¹⁷⁾, side-wall type である IC-Pcom 動脈瘤に対する T stent technique のまとまった報告は少ない。その原因の一つとして Pcom へのアクセスの困難さが考えられる。過去の報告でも Pcom へアクセスする際に, intra-aneurysmal microcatheter looping technique が必要となっている^{6), 18)}。本症例のように retrograde 法でのアクセスが可能な場合には, Pcom は比較的容易かつ安全に確保が可能であり, IC-Pcom 動脈瘤に対して T stent technique は安全かつ有用な方法である。

本症例は術後比較的早期に再発を来した。IC に留置した LVIS が瘤内へわずかに張り出した事や, Pcom に留置した LVIS Jr. の遠位フレアが Pcom の orifice から瘤内に突出して管腔を確保する形になっている事で, 塞栓可能な瘤の体積は実際の瘤の体積よりも少なくなることが想定され, 再発の一因と考えられた。いずれにせよ, 短期間で再発を来した大型内頸動脈瘤であり, 今後も慎重な経過観察が必要である。

本報告の注意点として retrograde T stent technique は一般的に行われている手技ではないことに留意する必要がある。手技が煩雑になる事から適切な症例を選択する必要があり, Pcom の温存が必要でかつ retrograde 法で Pcom にアクセス可能な症例において本法を検討して良いと考える。また本症例では初回治療後に再発を来しており, 再治療後は塞栓状態が安定しているが, 今後も

注意深い経過観察が必要である。

結語

大型ワイドネック IC-Pcom 動脈瘤に対して retrograde T stent technique を用いることで良好な塞栓をし得た。T stent technique の Pcom 温存効果は明らかであった。Retrograde 法は、antegrade 法に比し、カテーテルの誘導およびステントのポジショニングに関して安全性と確実性が高い利点があると考えられた。

利益相反の開示

筆頭著者および共著者全員は日本脳神経血管内治療学会への利益相反自己申告の登録を完了している。著者長谷川仁は昨年1月～12月において、日本メドトロニック株式会社より講演料等の謝金を受けている。

文献

- 1) Miyachi S, Matsubara N, Izumi T, et al: Stent/balloon combination assist technique for wide-necked basilar terminal aneurysms. *Interventional neuroradiology: journal of peritherapeutic neuroradiology, surgical procedures and related neurosciences* 2013; 19: 299-305
- 2) Cho YD, Park SW, Lee JY, et al: Nonoverlapping Y-configuration stenting technique with dual closed-cell stents in wide-neck basilar tip aneurysms. *Neurosurgery*

- 2012; 70: 244-249
- 3) Akgul E, Aksungur E, Balli T, et al: Y-stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms. A single center experience. *Interventional neuroradiology* 2011; 17: 36-48
 - 4) Brassel F, Melber K, Schlunz-Hendann M, et al: Kissing-Y stenting for endovascular treatment of complex wide necked bifurcation aneurysms using Acandis Acclino stents: results and literature review. *Journal of neurointerventional surgery* 2016; 8: 386-395
 - 5) Miyachi S. *Tactics, Techniques and Spirits of Neuroendovascular Therapy.- Miyachi 's style, Chapter Skill-A Aneurysm; pp. 66- 199, Medica Shuppan, Osaka, 2015 (in Japanese)*
 - 6) Yagi R, Miyachi S, Hiramatsu R, Hiroyuki, et al:
A Case of Large Broad-necked Aneurysm at the Posterior Communicating Artery Treated with T-stent Technique.
Journal of Neuroendovascular Therapy 2017; 11: 5: 272-276
 - 7) Morinaga Y, Nii K, Hiraoka F, et al: Three cases with Wide-necked Cerebral Aneurysms in whom the T-stent Technique Was Useful. *Journal of Neuroendovascular Therapy* 2018; 12: 8: 409-415
 - 8) Fargen KM, Mocco J, Neal D, et al: A multicenter study

- of stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with a Y configuration. *Neurosurgery* 2013; 73: 466-472
- 9) Jeon P, Kim BM, Kim DJ, et al: Y-configuration double-stent-assisted coiling using two closed-cell stents for wide-neck basilar tip aneurysm. *Acta Neurochir (Wien)* 2014; 156: 1677-1686
- 10) Lee CY, Kim CH: Very late stent thrombosis following the placement of a crossing Y-stent with dual closed-cell stents for the coiling of a wide-necked aneurysm. *J NeuroIntervent Surg* 2015; 7: e8
- 11) Wang CC, Lv N, Li ZF, et al: Intra-aneurysmal microcatheter looping technique for stent-assisted embolization of complex intracranial aneurysms. *Interventional neuroradiology* 2015; 21: 580-584
- 12) Cho YD, Kim KM, Lee WJ, et al: Retrograde stenting through the posterior cerebral artery in coil embolization of the posterior communicating artery aneurysm. *Neuroradiology* 2013; 55: 733-739
- 13) Ahmed ME, Lum C, Lesiuk H, et al: Navigation of Stents across Communicating Arteries for Aneurysm Embolization. *The Canadian journal of neurological sciences* 2014; 41(2): 193-199
- 14) Endo H, Sato K, Kondo R, et al: Tuberothalamic artery infarctions following coil embolization of ruptured

- posterior communicating artery aneurysms with posterior communicating artery sacrifice. AJNR Am J Neuroradiol 2012; 33: 500-506
- 15) Cho YD, Jung SC, Kim CH, et al: Posterior Communicating Artery Compromise in Coil Embolization of Posterior Communicating Artery Aneurysm. Clinical Neuroradiology. 2015;25(3):275-279
- 16) Wang C, Tian C, Liu C, et al: Flow diverter effect of LVIS stent on cerebral aneurysm hemodynamics: a comparison with enterprise stents and the Pipeline device. J Transl Med 2016; 14: 199
- 17) Kubilay A, Serra S, Mehmet B, et al: Midterm results of T-stent-assisted coiling of wide-necked and complex intracranial bifurcation aneurysms using low-profile stents. J Neurosurg 2017; 127: 1288-1296
- 18) Raper DMS, Rutledge WC, Winkler EA, et al: Y-Stent Technique for Treatment of Wide-Necked Posterior Communicating Artery Aneurysm Associated with Fetal Posterior Cerebral Artery: Technical Report. World Neurosurgery 2020; 133: 173-177

Figure legends

Figure 1

Preoperative right internal carotid angiograms (A; AP view,

B; lateral view) shows a wide necked large aneurysm at the origin of Pcom artery. 3D rotational angiogram (C) demonstrates that the Pcom branches from aneurysmal dome (White arrow). Right vertebral angiogram (D) shows that right P1 is developed.

Figure 2

(A) Working angle to retrogradely guide microcatheter from posterior circulation to posterior communicating artery and internal carotid artery. (B) Working angle for stent placement and coil embolization. T-configuration stenting was confirmed by cone-beam CT (C, D), and both stents were fully deployed. (E, F) A right internal carotid angiogram after stents deployment shows eclipse sign.

(G) The coil mass does not reach the orifice of Pcom.

Figure 3

Postoperative right internal carotid angiogram (A; AP view, B; lateral view, C; 3D rotational angiogram) shows neck remnant of the aneurysm, preserving the patency of the Pcom (white arrow shows distal flair of the LVIS Jr.).

Figure 4

(A) 6 months after first treatment, right internal carotid

angiogram shows recanalization and regrowth of the aneurysm.

(B)After second treatment, right internal carotid angiogram shows neck remnant of the aneurysm, and (C) right vertebral angiogram shows retrograde flow from Pcom to anterior circulation (white arrow).

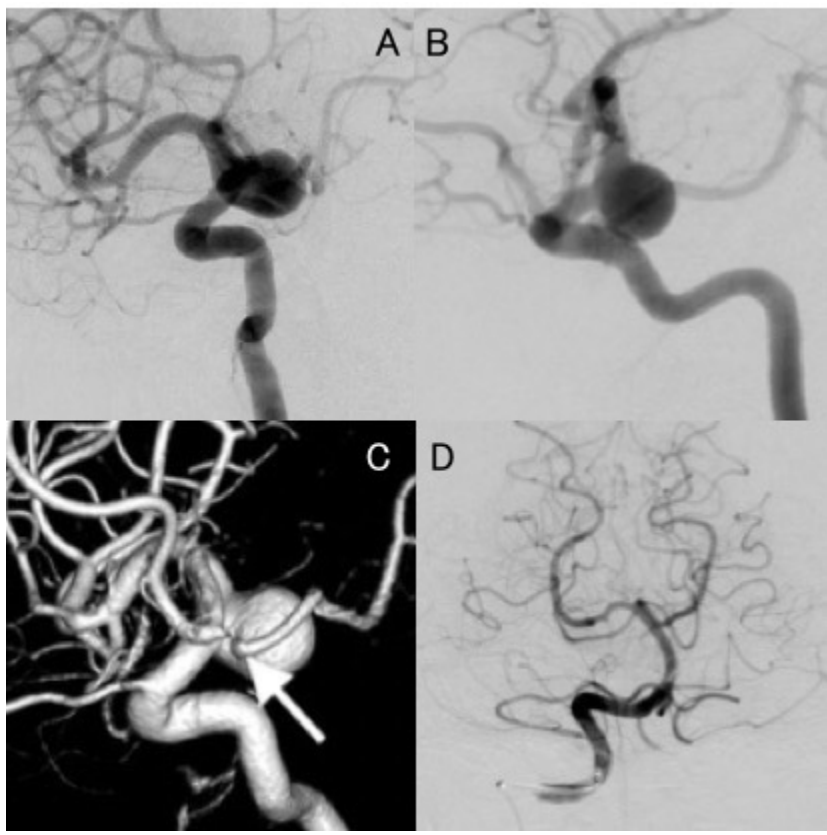


Fig.1

34x35mm (300 x 300 DPI)

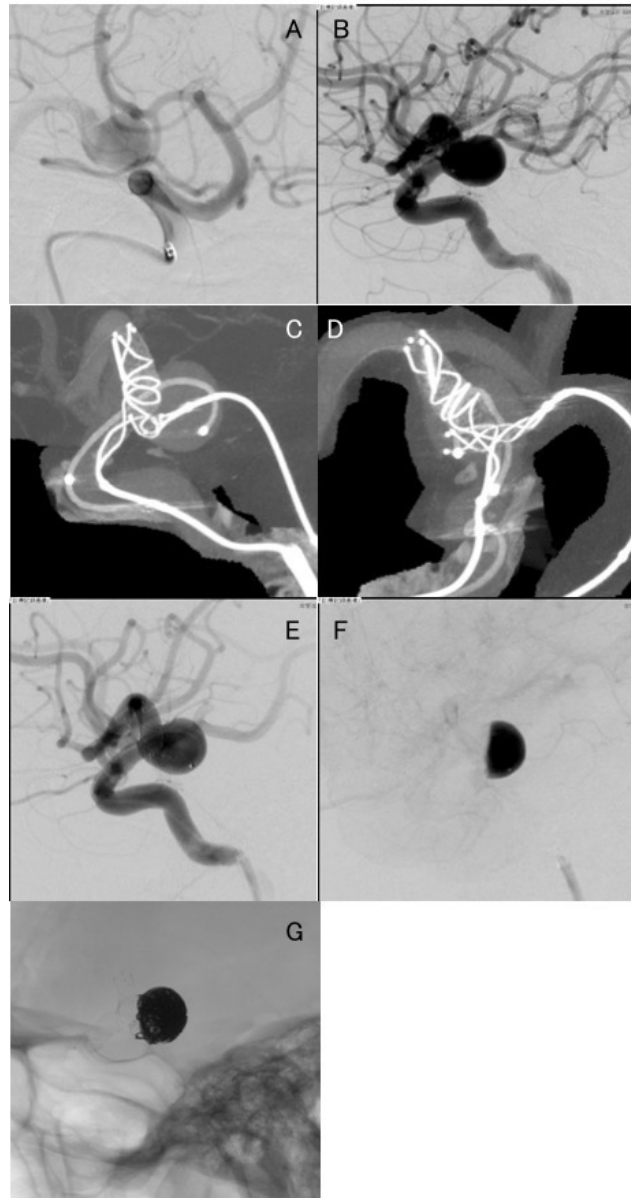


Fig.2

39x74mm (300 x 300 DPI)

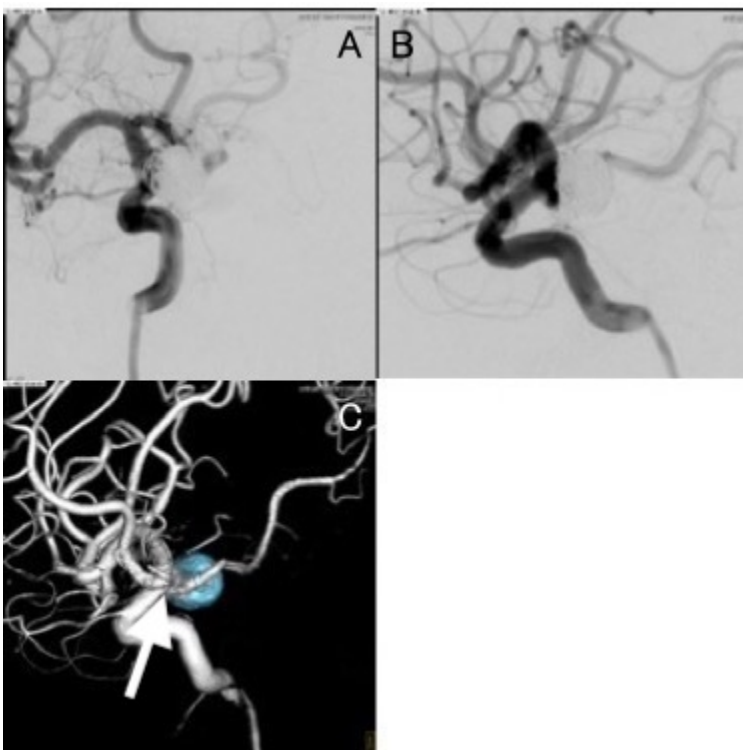


Fig.3

31x31mm (300 x 300 DPI)

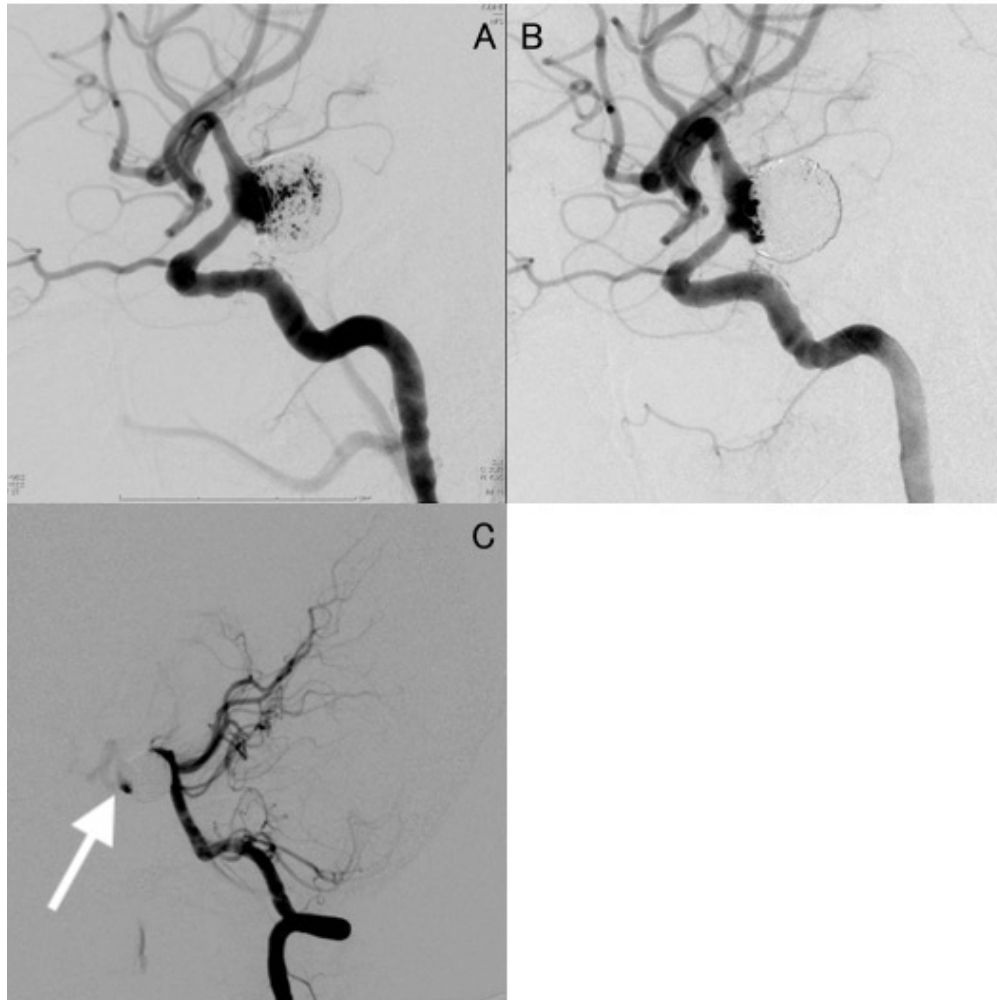


Fig.4

44x44mm (300 x 300 DPI)