

論文種別：症例報告

再発脳底動脈分岐部動脈瘤に対するコイル塞栓術後に脊髄梗塞を生じた 1 例

岩橋 洋文¹, 藤田 敦史², 田中 宏知¹, 池田 充¹, 森川 雅史¹, 甲村 英二²

¹ 宗教法人在日本南プレスビテリアンミッション 淀川キリスト教病院 脳神経外科

² 神戸大学大学院医学系研究科 脳神経外科学分野

連絡先：岩橋 洋文

宗教法人在日本南プレスビテリアンミッション 淀川キリスト教病院 脳神経外科

〒533-0024 大阪府大阪市東淀川区柴島 1-7-50

TEL : 06-6322-2250 内線 8713

Mail : hirofumi.iwahashi@gmail.com

キーワード : basilar bifurcation aneurysm, coil embolization, complication, spinal cord infarction

宣言：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：再発脳底動脈分岐部動脈瘤に対しコイル塞栓術を施行し，術後に脊髄梗塞を来した 1 例を報告する．

症例：78 歳，女性．6 年前に未破裂脳底動脈分岐部動脈瘤に対しバルーンアシスト下にコイル塞栓術を施行し，合併症なく経過していた．動脈瘤の再開通を認めたため，ステントアシスト下にコイル塞栓術を行った．術後に左高度不全片麻痺が出現し，頸髄 MRI で第 1-第 4 頸椎レベルの頸髄左側に梗塞像を認めた．

結論：脊髄梗塞の原因は初回の治療では生じなかったガイディングカテーテルの wedge の関与が考えられた．後方循環系病変に対する血管内治療の際にはカテーテルの wedge は避けるべきである．

緒言

近年，脳動脈瘤に対するコイル塞栓術は，その合併症の発生率，死亡率の低さから破裂，未破裂いずれの動脈瘤に対しても広く用いられるようになってきている¹⁻²⁾．特に直達手術の困難な後方循環系，中でも脳底動脈分岐部動脈瘤においてはコイル塞栓術の良好な成績が報告されている³⁾．後方循環系動脈瘤に対するコイル塞栓術では，アプローチルートとなる椎骨動脈 (Vertebral Artery; VA) が頸髄の栄養血管となっていることから，手技に伴う合併症として脊髄梗塞が生じうるということは理論的には理解出来るが，その報告も少なく⁴⁾ほとんど知られていない．

今回我々は再発した脳底動脈分岐部動脈瘤に対する 2 回目のコイ

ル塞栓術後に脊髄梗塞を来した 1 例を経験した。初回のコイル塞栓術ではこのような合併症を生じていないにも関わらず、6 年後の再治療時に合併症を経験した。同一症例における 2 回の手技を比較検討し、この稀な合併症の原因を脊髄の血管解剖を基に考察し報告する。

症例呈示

症例：78 歳女性

既往歴：高血圧症，慢性心不全

現病歴：72 歳時に浮動感を主訴に施行された頭部 MRI で，脳底動脈分岐部動脈瘤（最大径 9.6mm，neck 9.5mm）を認め，コイル塞栓術が選択された。術前の抗血小板剤はクロピドグレル 75mg を術前 1 週間前から投与，局所麻酔下に両側 VA に 6French (Fr) ガイディングカテーテルを留置（先端は軸椎横突孔に入る直前：V2）し，Hyperform 4mm × 7mm (Medtronic, Minneapolis, MN, USA), Excelsior 1080 (Stryker, Fremont, CA, USA), SL-10(同)を用いてバルーンアシスト+ダブルカテーテルによりコイル塞栓術を施行した (**Fig. 1A-1D**)。左右の VA から前脊髄動脈 (anterior spinal artery; ASA) が描出されており (**Fig. 1A-1D** 白矢頭)，治療前後での描出に変化を認めなかった。術後 MRI では新規の梗塞巣を認めず，新たな神経学的脱落症状を生ずることなく自宅退院，外来で経過観察となった。術後数年で生じた再開通部が 6 年目の経過観察で明らかな増大を認め，脳血管撮影の後に治療目的に入院となった。

入院時神経学的所見：意識清明，神経学的異常所見を認めなかった。

神経放射線学的所見：MRAにて前回塞栓した動脈瘤の前方，左側に再開通を認め，脳血管撮影でも同様の所見が確認された。

血管内治療：術前1週間前からのアスピリン100mg，クロピドグレル75mgに加え，治療当日にシロスタゾール200mgを内服投与した。局所麻酔下に，右大腿動脈に6Fr long introducerを留置，全身ヘパリン化(5000単位静注，以後1000単位/時を持続静注)後に左VAに6Fr Roadmaster STR 90cm(グッドマン，愛知)を留置し，ステント支援下にコイル塞栓術を行う方針とした(Fig. 2A and 2B)。6Fr ガイディングカテーテル先端はVAが軸椎横突孔に入る直前(V2)に留置したが，ここからの造影では，wedgeにより造影剤の停滞を認めた。しかし，停滞した造影剤は静脈相後半までには消失したため，完全な血流遮断でないと判断し，手技を続行した(ガイディング留置直後のActivated Clotting Time; ACT 204秒)。ガイディングカテーテル留置後から頸部の痛みが出現し，安静を保てなくなったためペントゾシン投与による鎮痛を必要とした。

Prowler Select Plus (Codman & Shurtleff, Johnson & Johnson, Raynham, MA, USA)をCHIKAI Black 14 200cm(朝日インテック，愛知)を用いて左P2に誘導した。再開通部分にはExcelsior SL-10 45°(Stryker)を留置した。2本のマイクロカテーテルが入ると頭痛，嘔気を訴えたため，メトクロプラミド，ペントゾシンを投与した。Enterprise 2 VRD 4.5mm×23mm (Codman & Shurtleff)を左P2から脳底動脈に留置した。再開通部分が明瞭となるよう右前斜位にworking angleを変更し，jail catheterからHydro Frame 10

6mm×19cm (MicroVention TERUMO, Tustin, CA, USA)を 3 本留置した。以下 Hydro Frame 10 4mm×8cm (同)2 本, Hydro Soft 10 4mm×8cm (同)3 本, 4mm×10cm (同), 3mm×8cm (同), Target 360 Ultra 3mm×6cm (Stryker)2 本, 3mm×8cm(同), 2.5mm×4cm (同)を用い塞栓した。左 P1 にかかる neck 部分には transcell technique で Target 360 Ultra 2mm×4cm (Stryker)を留置し, 動脈瘤の消失を確認した (Fig. 2C and 2D)。左 VA からの ASA の描出は, マイクロカテーテル留置前後, コイル塞栓前後での描出に変化を認めなかったが (Fig. 2A-2D 白矢頭), 左 VA のガイディングカテーテルは最後まで wedge の状態は改善せず, 静脈相まで造影剤の停滞を認めた (Fig. 3A and 3B)。術中は Y コネクターに血液の逆流は認めず, ガイディングシステム内の灌流トラブルは認めなかった。左 VA のガイディングカテーテル留置時間は 180 分であった。手技終了時の ACT は 246 秒であり, ヘパリン持続静注は継続したまま終了とし, 術後頭部 CT で出血がないことを確認し ICU に帰室した。

術後経過：帰室後に左高度不全片麻痺 (Manual Muscle Test; MMT 1/5) が明らかになり, 緊急頭部 MRI を施行, DWI で延髄左側, 両側小脳半球, 両側後頭葉に散在性に新鮮梗塞を認めたが, 麻痺の原因となる病変は指摘できなかった。術後は抗血小板薬 3 剤の内服に加えアルガトロバンとエダラボンを投与した。翌日の MRI で梗塞巣の大きな拡大は認めなかったが (Fig. 4A), 麻痺の改善も認めなかった。術後 7 日目に頸部 MRI を施行し, 第 1-第 4 頸椎レベルで左側に脊髄の浮腫を伴った梗塞を認め (Fig. 4B-4D), 麻痺の原因であると診断した。術後 21 日目の頸部 MRI では脊髄浮腫の改善に

より，最終的な梗塞範囲が明瞭となった(**Fig. 5A-5D**)。麻痺に対してリハビリテーションを行い，MMTによる評価で左肩周囲 3/5，肘周囲 4/5，手指 5/5まで改善し，術後 42 日目にリハビリテーション病院に転院となった。術後 6 ヶ月時点では，左軽度不全片麻痺(MMT 4/5)，左半身の感覚障害，異常知覚が残存していたが，補助車で歩行可能となった。

考察

本症例では，未破裂脳底動脈分岐部動脈瘤に対して 2 回の手技を行い，2 回目の手技で脊髄梗塞を来した。2 回の手技はいずれも同一の血管撮影装置，頭部固定台を使用しており，1 回目と 2 回目の手技で頭位の変化はなかったと考える。1 回目は 1 剤の抗血小板剤内服下に両側 VA に 6Fr ガイディングカテーテルを留置し，wedge せずに手技を行い，術後 DWI においても高信号を認めなかった。6 年後に 2 回目の治療を行ったが，3 剤の抗血小板剤内服下で左 VA のみに 6Fr ガイディングカテーテルを留置して手技を行ったが，術後に後頭蓋窩に多発性高信号を伴った脊髄梗塞を認めた。脊髄左側に限局した梗塞巣の広がりから，2 回目の手技時に生じたガイディングカテーテルの wedge が合併症に関与したと考えるが，本症例の如く同一症例で wedge の関与を示唆する報告はなく，以下に検討を行った。

脊髄の血流支配は大きく中心部と周辺部に分かれ，中心部を ASA とそこから分枝する central artery が，周辺部を 1 対の後脊髄動脈 (posterior spinal artery; PSA) と pial artery plexus が栄養してい

る。また硬膜や神経根に血流を送る *radicular artery* の中には *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⁵⁾。*ASA* は左右の *VA* より分岐した枝が合流して形成され、*RMA* も左右の *VA* より分岐している⁵⁾。一般的に頸髄は中心部、周辺部とも血流が豊富であり、例え栄養血管が閉塞しても梗塞を生じることは少ないと報告されている⁵⁾。

一側の *VA* 解離に頸髄梗塞を生じた報告は幾つかあり⁶⁻⁸⁾、梗塞を生じる機序として、元々 *RMA* に左右差があり、優位側の *VA* が閉塞することで梗塞を生じるとする報告⁷⁾と、*ASA* がどちらか一側の *VA* から優位に灌流されている場合に、その優位側の *VA* が閉塞することで梗塞を生じるとする報告^{6, 8)}がある。また *ASA* は頸椎レベルにおいて所々分岐して走行する場合があり⁵⁾、分岐した部分から分岐する *central artery* は片側のみを栄養することになるため、梗塞に陥った場合梗塞巣が片側に生じる場合がある⁴⁾。

Matsubara らの報告では脊髄梗塞の原因はガイディングカテーテルが *VA* に *wedge* することで *RMA* の血栓形成と血流低下による閉塞を生じたと推察しており、*wedge* した状態での手技は避けるべきであると述べている⁴⁾。本症例は初回及び再治療時の2回の手技とともに *6Fr* ガイディングカテーテルを使用していたが、1回目の治療の際(両側に *6Fr* ガイディングカテーテルを留置)には脊髄梗塞のみならず頭部 *MRI* の *DWI* においても高信号域を認めなかった。2回目の治療の際には左 *VA* にのみ *6Fr* ガイディングカテーテルを留置して手技を行ったが、手技の最後まで *wedge* した状態であった (**Fig. 3A and 3B**)。ガイディングカテーテルの *wedge* の原因として

は、加齢(6歳)による動脈硬化の進行が考えられるが、手技中は左VA内の造影剤は、静脈相後半には wash out されていたことや、対側VAからの血流があるため、ガイディングカテーテルのサイズダウンで wedge を解除することを考えなかった。しかし、この wedge 状態を保ってしまったことが今回の合併症の原因として強く疑われる。血栓性機序か虚血性機序の関与かに関しては、病変部付近のRMAが判読出来る撮影がなされていないことから、断言は難しい。梗塞巣が頸髄のみならず延髄や両側小脳半球にも生じていることから wedge による血栓塞栓性の機序も否定出来ない。ガイディングカテーテル留置の際にVAに解離を生じた可能性があるが、術中の造影所見や術後のMRAで解離を疑う所見を認めておらず、解離の可能性は低いと考えられた。ASAが手技中に閉塞、再開通した可能性もあり得るが、治療の前後でASAが描出されていることから手技中に疑問に思うこともなかった。頸部梗塞巣が左側に限局していること(Fig. 4B, 4C)を踏まえると、元々左側のRMAが優位であった所にガイディングカテーテルが wedge し、血流低下、血栓形成を来したものと推測された。

我々の症例では痛みに対する鎮静を行ったことも影響し、ICU帰室後まで手技中に生じたと考えられる麻痺の発見が遅れた。手技は局所麻酔下で行っており、ガイディングカテーテル留置直後や暫くの間神経診察を行うことで神経脱落症状の把握が可能であったと考える。手技中の声かけは継続して行っていたが、それだけでは脊髄虚血を発見することは出来なかった。虚血症状が把握出来れば、6Frガイディングカテーテルを5Frに変更して wedge を解除した後

に手技を行うことで合併症を避けることが可能であったと推察される。ガイディングカテーテルの **wedge** という要因以外に、脊髄の血流の分布も評価する必要があると考えられるが、前述したように脊髄の血流支配は複雑であり定量化して評価するのは困難であると考えられる。

今回我々は、脳底動脈分岐部動脈瘤に対するコイル塞栓術の合併症の1つとして頸髄梗塞が生じうるということを認識していなかったために、診断の遅れにつながった。最終撮影でASAの描出が認められていたことから、術後に生じた神経症状の原因として脊髄に原因を求めることが出来ず、速やかな検査追加が出来なかった。後方循環系病変の治療を行う上で、このような考えに至らなかったのは猛省すべき点である。頸髄梗塞は稀ではあるが事前の危険予測が困難であり、後方循環における血管内治療全般で生じる可能性があるため、治療医をはじめ、本誌読者に対し周知すべき合併症であると考え報告した。

結語

再発脳底動脈分岐部動脈瘤に対し施行したコイル塞栓術後に脊髄梗塞を生じた1例を経験した。VAに留置したガイディングカテーテルが **wedge** していたことが原因であると考えられ、**wedge** は避けるべきである。脊髄梗塞は後方循環系の血管内治療において重篤な合併症の1つとして認識しておく必要がある。

利益相反の開示

筆頭著者および共著者全員が本論文に関連し開示すべき利益相反はない。

文献

- 1) Molyneux A, Kerr R, Stratton I, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. Lancet. 2002; 360(9342): 1267-1274.
- 2) van Rooij WJ, Sluzewski M. Procedural morbidity and mortality of elective coil treatment of unruptured intracranial aneurysms. AJNR Am J Neuroradiol. 2006; 27(8): 1678-1680.
- 3) Bavinzski G, Killer M, Gruber A, et al. Treatment of basilar artery bifurcation aneurysms by using Guglielmi detachable coils: a 6-year experience. J Neurosurg. 1999; 90(5): 843-852.
- 4) Matsubara N, Miyachi S, Okamoto T, et al. Spinal Cord Infarction Is an Unusual Complication of Intracranial neuroendovascular Intervention. Interv Neuroradiol. 2013; 19: 500-505.
- 5) 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.

- 6) Tokumoto K, Ueda N. Cervical cord infarction associated with unilateral vertebral artery dissection due to golf swing. *Rinsho Shinkeigaku*. 2014; 54(2): 151-157.
- 7) Crum B, Mokri B, Fulgham J. Spinal manifestations of vertebral artery dissection. *Neurology*. 2000; 55(2): 304-306.
- 8) Machnowska M, Moien-Afshari F, Voll C, et al. Partial anterior cervical cord infarction following vertebral artery dissection. *Can J Neurol Sci*. 2008; 35(5): 674-677.

Figure legends

Fig. 1

A, B: Preoperative angiograms.

C, D: Postoperative angiograms.

Anteroposterior views of right (A) and left (B) vertebral angiogram show basilar bifurcation aneurysm.

Anteroposterior (C) and lateral (D) views of right vertebral angiogram show complete obliteration of the aneurysm.

White arrowheads show bilateral anterior spinal arteries originate from bilateral vertebral arteries.

Fig. 2

A, B: Preoperative angiograms.

C, D: Postoperative angiograms.

Anteroposterior (A) and lateral (B) views of left vertebral angiogram show recurrent basilar bifurcation aneurysm.

Anteroposterior (C) and lateral (D) views of left vertebral angiogram show complete obliteration of the aneurysm by stent assisted coil embolization.

White arrowheads show anterior spinal artery (ASA) originates from left vertebral artery. Note that the ASA is preserved after the treatment.

Fig. 3

Anteroposterior views of left vertebral angiogram (A: arterial phase, B: late arterial phase) show patent anterior spinal artery (white arrowheads). Note that the stasis of the contrast medium at the left distal vertebral artery indicates the wedge of the guiding catheter.

Fig.4

Diffusion weighted image of brain MRI on the next day of the coil embolization (A) shows multiple infarctions of medulla oblongata and cerebellum.

Axial (B, C) and sagittal (D) views of T2 weighted image of cervical MRI on the seventh postoperative day show spinal cord infarction at the level of C1-C4 vertebral body (arrows).

Fig. 5

Axial (A, B) and sagittal (C, D) views of T2 weighted image of cervical MRI three weeks after the treatment show decrease in the signal intensity of the spinal cord (arrows).









