

脳動脈瘤塞栓術における“sheep technique”の有用性

豊嶋敦彦 杉生憲志 徳永浩司 清水智久 春間 純 平松匡文 伊丹尚多 菱川朋人 伊達 勲

Usefulness of the “sheep technique” in the endovascular treatment for cerebral aneurysms

Atsuhiko TOYOSHIMA Kenji SUGIU Kouji TOKUNAGA Tomohisa SHIMIZU Jun HARUMA
Masafumi HIRAMATSU Hisakazu ITAMI Tomohito HISHIKAWA Isao DATE

Department of Neurological Surgery, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

●Abstract●

Objective: The “Sheep technique” is a special technique for navigating a balloon catheter that is difficult to navigate because of the steep angle of the branching vessel.

Case presentation: We treated two patients having intracranial aneurysms by endovascular therapy with the sheep technique. In both cases, initial balloon catheter navigation failed because the branch near the aneurysm was steep. With the aid of the sheep technique, the balloon catheter was successfully delivered into the target vessel. Coil embolization was then performed using a balloon remodeling technique.

Conclusion: The sheep technique is effective when balloon catheter delivery is difficult because the branch near the aneurysm is steep.

●Key Words●

balloon remodeling technique, cerebral aneurysm, microcatheter delivery, neuroendovascular therapy, sheep technique

岡山大学大学院 脳神経外科

(Received October 9, 2012 : Accepted March 9, 2013)

<連絡先: 杉生憲志 〒700-8558 岡山市北区鹿田町2-5-1 E-mail: ksugiu@md.okayama-u.ac.jp>

緒言

近年、脳動脈瘤塞栓術におけるバルーン併用塞栓術 (balloon remodeling technique ; BRT) の有用性が多数報告されている^{2,4)}。このテクニックにおいて、バルーンカテーテルを正確かつ安全に親血管に誘導することは治療を成功させる上で非常に重要である。一方で現在頻用されているバルーンカテーテルおよび付随するワイヤーの操作性は十分ではなく、血管分岐が急峻で選択的なバルーンカテーテル挿入が困難な症例が存在する。そのような例において、操作性に優れる他のカテーテルを目的血管に先行して進めた上でバルーンカテーテルを追随させる“sheep technique”が有用であった2症例を経験したので報告する。

症例呈示

1. 症例 1

患者：70歳，男性。

主訴：偶然発見された未破裂脳動脈瘤。

既往歴：虫垂炎

家族歴：くも膜下出血 (subarachnoid hemorrhage ; SAH) の家族歴なし。

現病歴：スクリーニングで施行した頭部MRI, MRAにて前交通動脈 (anterior communicating artery ; Acom) に8 mm, 右中大脳動脈 (middle cerebral artery ; MCA) に5 mm, 脳底動脈先端部に2 mmの脳動脈瘤を指摘された。AcomとMCAの脳動脈瘤の血管内治療目的で当科紹介入院となった。

来院時現症：神経学的異常は認めなかった。

血管内治療：脳動脈瘤はAcomが径7.4 × 7.6 mm,

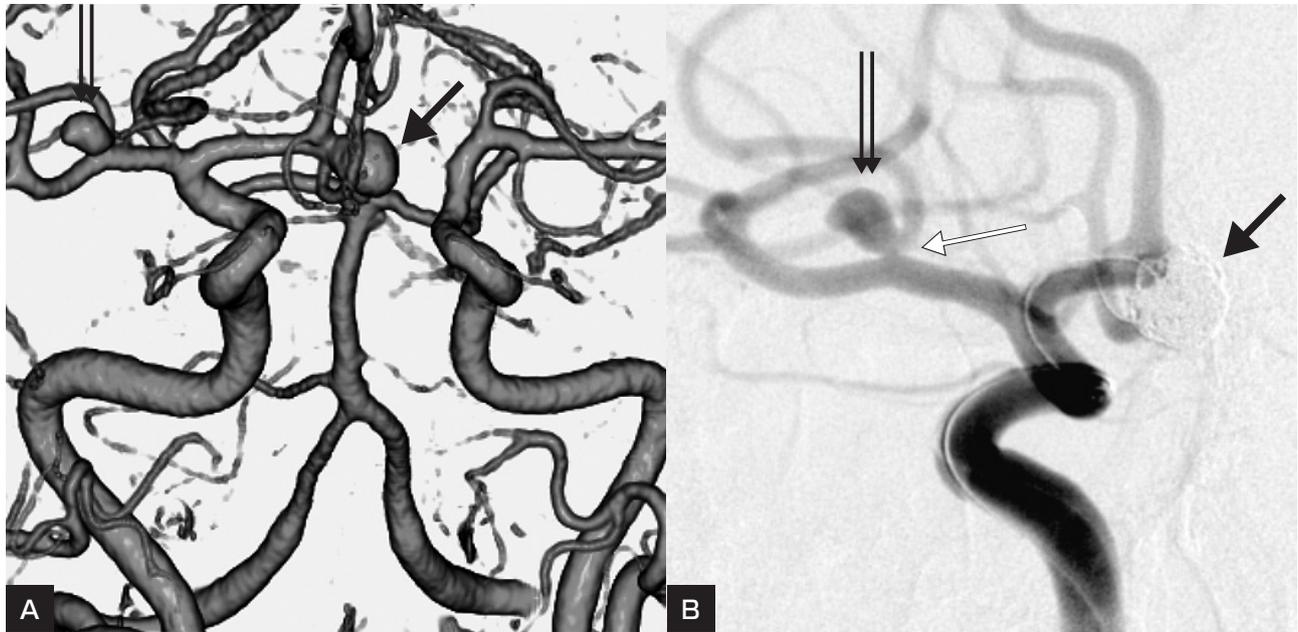


Fig. 1

A : A 3D-CT angiogram shows an unruptured anterior communicating artery (Acom) aneurysm (arrow) and right middle cerebral artery (MCA) aneurysm (double arrows).

B : A right internal carotid angiogram shows successful occlusion of the Acom aneurysm by detachable coils (arrow) and another aneurysm existing at the M1-M2 junction (double arrows). Because of the steep angle between the M2 superior trunk and M1 (white arrow), the balloon catheter could not be delivered to the neck of aneurysm.

neck 2.5 mm, 右 MCA が径 5.0 × 3.6 mm, neck 2.7 mm であった (Fig. 1A). 術前抗血小板療法として, 1 週間前よりアスピリン 100 mg とクロピドグレル 75 mg を併用した. 全身麻酔下で右大腿動脈アプローチで, ヘパリン 5,000 単位を静脈内投与後, 6Fr Launcher 90 cm (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を右内頸動脈に留置した. まず Acom の脳動脈瘤の治療を行うこととし, Xpedion (ev3 Endovascular, Plymouth, MN, USA) の誘導下に HyperForm 4 mm - 7 mm (ev3 Endovascular, Plymouth, MN, USA) を右 A1 から A2 へと進め, BRT 下に計 7 本のコイルを用いて閉塞した. 次に右 MCA の脳動脈瘤の治療に移った. 脳動脈瘤は M2 superior trunk に半分騎乗するように位置しており Xpedion を用いてバルーンカテーテルを M2 superior trunk に誘導しようと試みたが, 分岐の角度が強く Xpedion を挿入できなかった (Fig. 1B). そこで, 先端に強くカーブをつけた CHIKAI-14 (朝日インテック, 愛知) を M2 superior trunk に進め (Fig. 2A), 続いて Excelsior SL-10 (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) を M2 に挿入すると M1-M2 が stretch された格好となり, 先程と同じ先端形状の Xpedion を進めると SL-10 に沿うように容

易に挿入でき (Fig. 2B), HyperForm を M2 superior trunk に誘導することができた (Fig. 2C). SL-10 を M1 に戻し CHIKAI の誘導で瘤内に留置し, BRT 下に (Fig. 2D), MicroPlex Complex-10 4 mm - 10 cm (テルモ, 東京), DeltaPlush 3 mm - 4 cm (DePuy Company, USA), ED extrasoft 2.5 mm - 3 cm, 2 mm - 3 cm, 1.5 mm - 2 cm (カネカメディックス, 大阪) など計 7 本のコイルを用いて完全閉塞を得た (Fig. 3A, B).
術後経過: 周術期合併症なく経過し術後 7 日目に神経症状を呈することなく独歩退院となった. 以後元気に外来通院中で 6 ヶ月後の MRA では脳動脈瘤の再発は認めない.

2. 症例 2

患者: 71 歳, 男性.

主訴: 頭痛

既往歴: 高血圧

家族歴: SAH の家族歴なし.

現病歴: 仕事中に突如後頭部痛を自覚し, 前医に救急搬送された. 頭部 CT にて SAH を指摘され頭部 MRA にて左内頸動脈分岐部の頭側, 背側に 2 個の脳動脈瘤を認め, 血管内治療目的で当科に紹介となった.

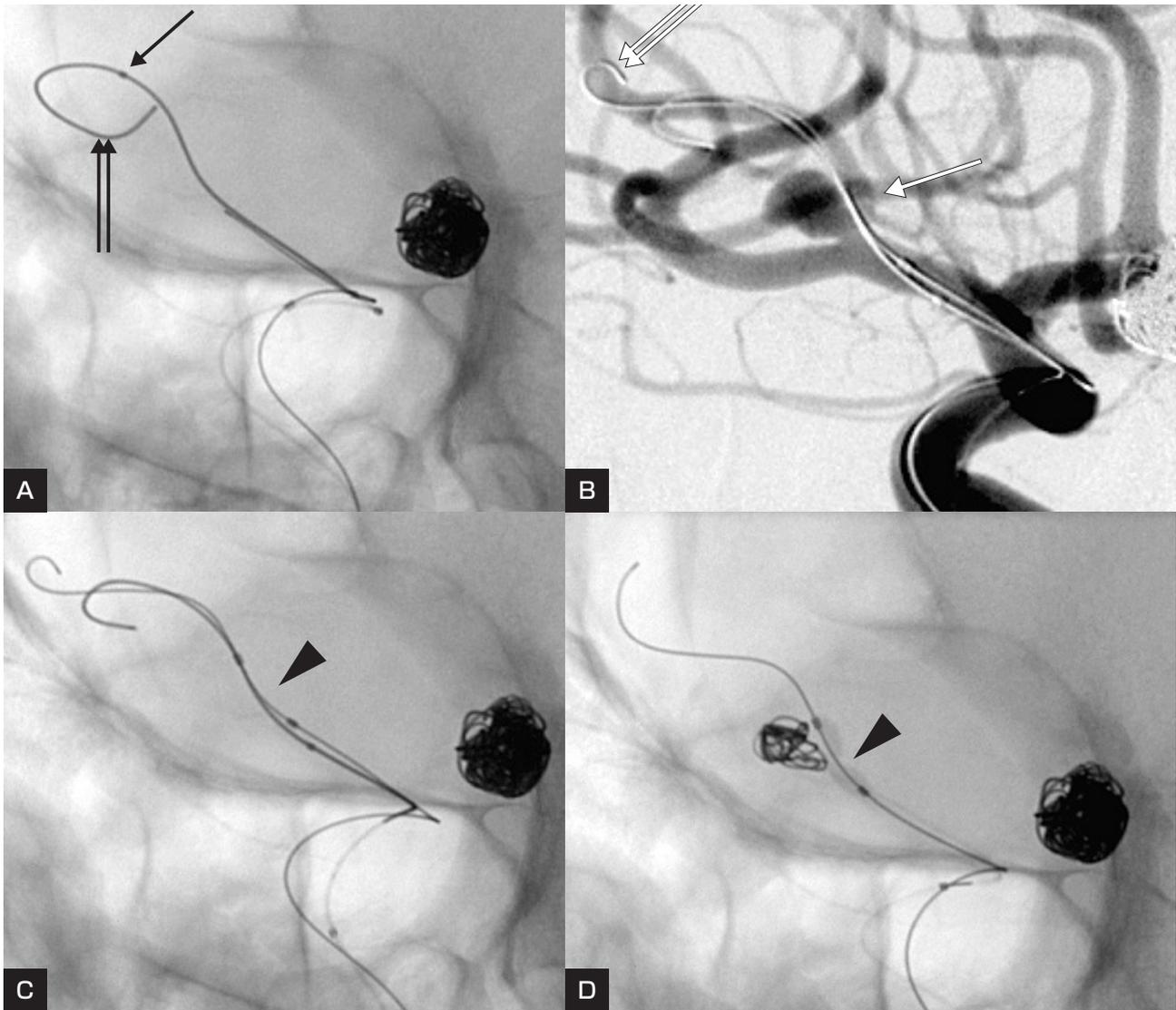


Fig. 2 Coil embolization using the “sheep technique”

- A : First, an Excelsior SL-10 microcatheter (arrow) is delivered to the M2 superior trunk using a CHIKAI-14 micro-guidewire (double arrows).
- B : This permits delivery of an Xpedion micro-guidewire (white double arrows) to the M2 superior trunk, because the M1-M2 junction is stretched by the Excelsior SL-10 (white arrow).
- C : Next, a HyperForm balloon catheter is navigated into the neck of the aneurysm (arrow head).
- D : The balloon is then inflated (arrow head), and the first coil is inserted into the aneurysm.

来院時現症：意識レベルは鎮静下に Japan Coma Scale (JCS) で 20 点，局所神経脱落症状は認めなかった。頭部 CT では，左側の脳底槽と左シルビウス裂に分布する SAH を認め (Fig. 4A)，Fisher group 3，WFNS grade II の SAH と診断し，同日脳動脈瘤塞栓術を行うこととした。

血管内治療：全身麻酔下に右大腿動脈アプローチで，ヘパリン 4,000 単位を静脈内投与後，6Fr RoadMaster™ TH 90 cm (グッドマン，愛知) を左内頸動脈に留置した。

頭側の脳動脈瘤は，ACA に騎乗するように位置し，径 4.5×3.9 ，neck 3.5 mm であった。背側の脳動脈瘤は頭側の脳動脈瘤から 90 度後方に倒れて位置し，径 4.9×3.1 ，neck 1.5 mm の楕円形であった (Fig. 4B, C)。HyperForm 4 mm - 7 mm を ACA に通しての BRT を予定し，Xpedion を進めたが，内頸動脈から A1 の分岐が急峻で ACA への誘導は困難であった。そこで，まず CHIKAI-14 で Excelsior SL-10 45° を左 A1 から A2 まで進め，この状態で Xpedion を再度進めたところ，今度

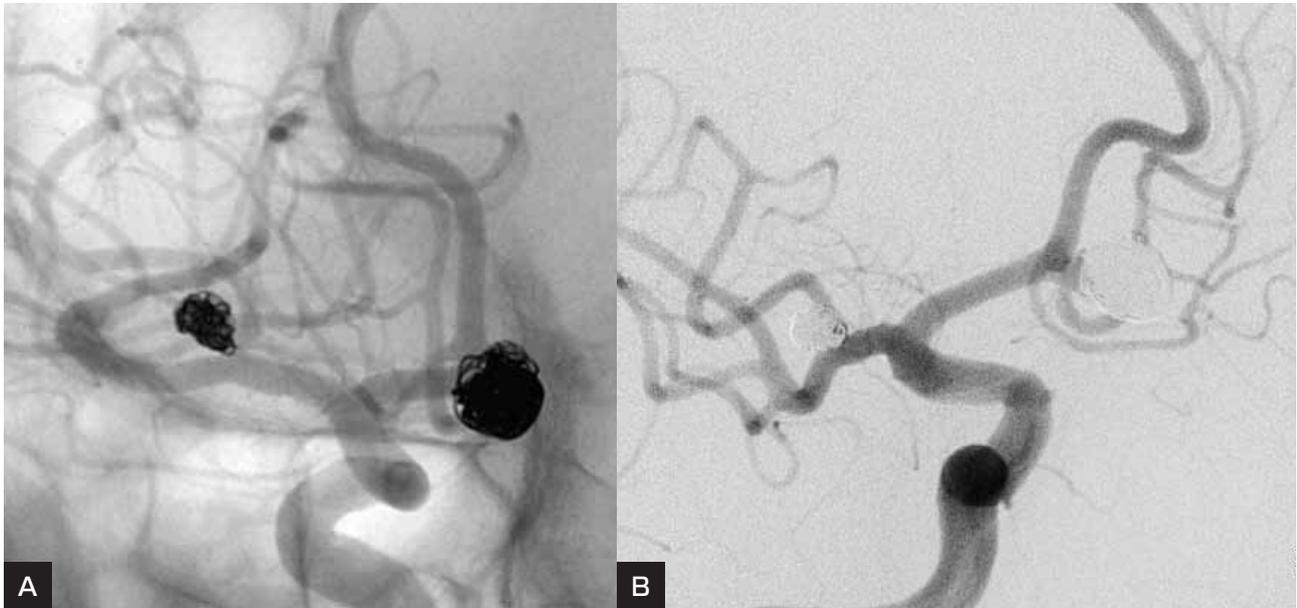


Fig. 3
After embolization, non-subtracted (A) and subtracted (B) angiograms show complete obliteration of both aneurysms.

は比較的容易に A1 まで進めることができ (Fig. 5A), バルーンカテーテルを脳動脈瘤の neck 部位に留置した (Fig. 5B). 続いて SL-10 45° を頭側の瘤内に留置後, BRT 下に MicroPlex-Complex-10 4 mm - 12 cm, ED coil 3 mm - 6 cm, 2 mm - 6 cm など計 4 本のコイルで塞栓 (Fig. 5C) し, 完全閉塞した. 続いて背側の瘤に Excelsior SL-10 90° を留置し, バルーンを inflate しマイクロカテーテルを安定させ DeltaPaq 3 mm - 10 cm, DeltaPlush 2.5 mm - 4 cm など計 6 本のコイルで塞栓し (Fig. 5D), 完全閉塞を得た (Fig. 6A, B).

術後経過: 全身麻酔からの覚醒は良好であり意識清明となった. 術後翌日からアスピリン 100 mg 内服と, オザグレルナトリウムおよび塩酸ファスジルの静脈内投与を開始した. 塞栓性合併症, 症候性脳血管攣縮を併発することなく経過し, 神経症状を呈することなく, 14 日目に回復期リハビリテーション目的で転院となった. その後も新たな症状なく外来通院中で 6 ヶ月後の MRA では脳動脈瘤の再発は認めていない.

考 察

近年, 脳動脈瘤に対する血管内治療の良好な治療成績が多数報告され, その適応は増加してきている^{28,9)}. また, 治療困難な脳動脈瘤に対しても, 治療デバイスの発達とともに, さまざまなテクニックが考案されてきている.

BRT は, 治療困難とされる広頸脳動脈瘤に有用とされるテクニックの 1 つである²⁾. その方法は, 脳動脈瘤の neck 部位にバルーンカテーテルを留置し, 瘤内にコイルを充填する際にバルーンを inflate しコイルの逸脱を防ぐというものである^{1,2,3,7,10,11)}. その利点として, neck を形成することに加え親動脈近傍の血管分岐の温存, コイルの逸脱防止, 術中破裂時の出血コントロール, コイル塞栓用のカテーテルの安定化等が挙げられ, 逆に欠点としてバルーンの inflate 時の親血管の血流停止による血栓性合併症, 脳動脈瘤内の血流変化による破裂の危険性等が指摘されている^{25,12)}.

BRT を用いた脳動脈瘤塞栓術においては, バルーンカテーテルを確実に動脈瘤の neck に選択的に誘導することが必須である. 一般的に, カテーテルを誘導する際にはマイクロガイドワイヤーを目的血管の遠位部に進めた後に, ガイドワイヤーを保持しながらカテーテルを追従させるシーソーテクニックを用いる. 現在, BRT 用バルーンカテーテルとして頻用されている HyperForm あるいは HyperGlide は, シングルルーメンのバルーンカテーテルであり付属の Xpedion ワイヤーを先端から出し, このワイヤーでカテーテルの先端をシールすることによりバルーンを inflate するシステムである. 挿入時には Xpedion を先行させ, 通常のシーソーテクニックと同様にカテーテルを追従させる. しかし, Xpedion

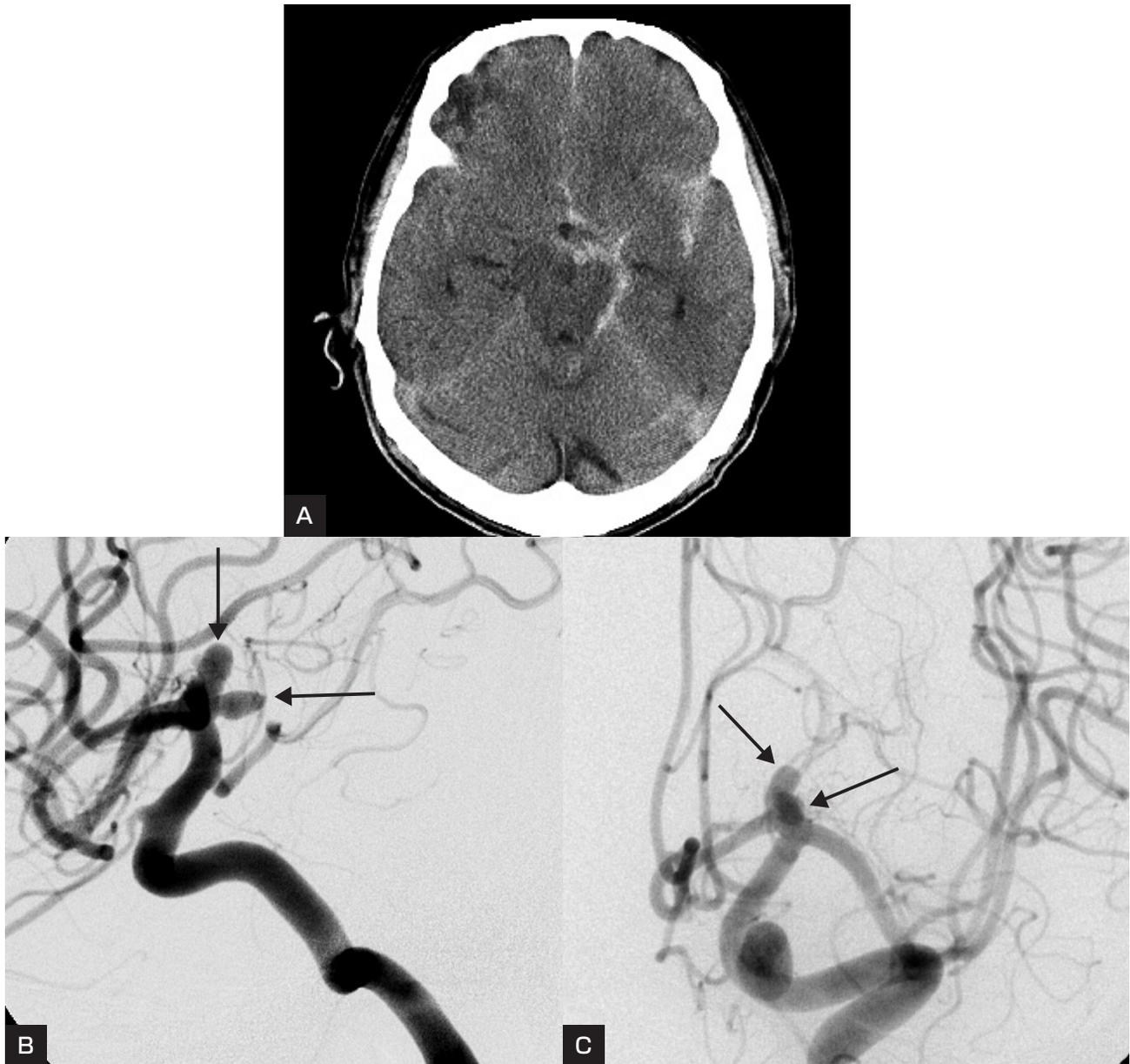


Fig. 4

- A : A CT scan on admission shows a subarachnoid hemorrhage (SAH) in the basal cistern and left Sylvian fissure.
 B : A left internal carotid artery (ICA) angiogram (lateral view) shows two aneurysms (arrows) at the top of the left ICA.
 C : A left internal carotid angiogram (anterior-posterior view) shows two aneurysms (arrows) at the top of the left ICA and a steep angle between the left ICA and A1.

ワイヤーは通常のワイヤーに比して操作性が不良であり、特に血管分岐角度が急峻な場合には挿入が困難である。このような場合の対処法として sheep technique が知られている。Sheep technique は、ドイツの Renè Chapot 教授 (Alfried Krupp Krankenhaus, Essen, Germany) が彼の主催する Alice (Advanced live Interventional Course in Essen) ライブで 2010 年 11 月に披露し、その後も各

種学会やセミナーでも紹介されている (personal communication)。論文文化はされていないが、2012 年の Val d' Isere meeting (WIN seminar) でも “《The sheep technique》 or how to avoid an exchange manoeuver” の演題名で発表されており、その簡便さから普及しつつある。その名称は羊飼いが一匹の羊を先導することで羊の群れ全体を誘導する様子から名付けられたとされている

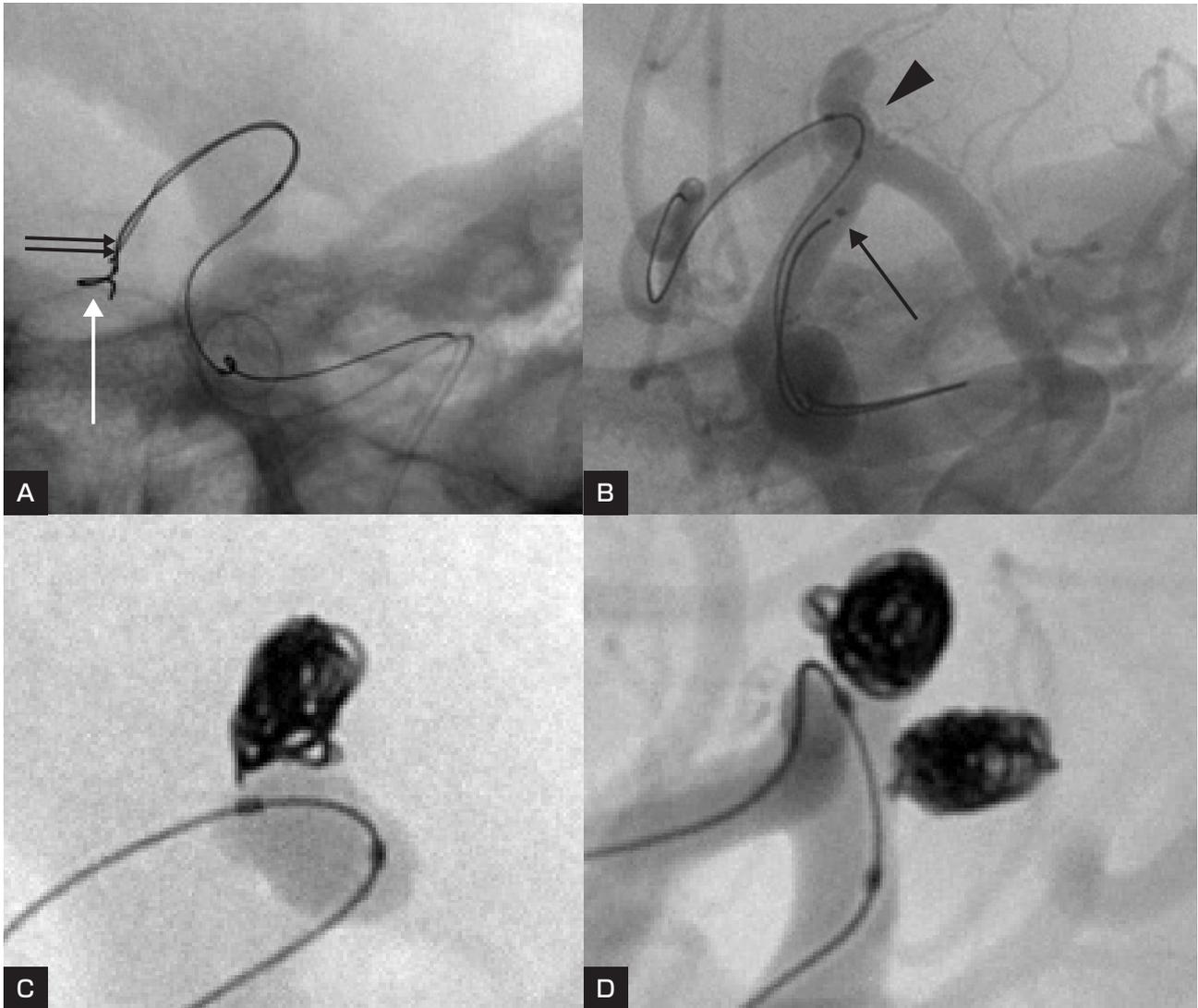


Fig. 5 Coil embolization using the “sheep technique”

- A : First, a CHIKAI-14 is inserted into the left A1 (double arrows) followed by navigation of an Xpedion microguidewire (white arrow) into the A1.
- B : Next, a HyperForm balloon catheter is navigated into the neck of the aneurysm (arrow head). The tip of the Excelsior SL-10 is seen just below the balloon (arrow).
- C : Using a balloon remodeling technique, the coils are inserted rostrally into the aneurysm (anterior-posterior view).
- D : Both aneurysms are completely occluded by coils using a balloon remodeling technique (lateral view).

が、その方法は操作性の高いガイドワイヤーやカテーテルを最初に目的血管の遠位に通し、次にバルーンカテーテルをそれに沿って進めるといものである。あらかじめ目的血管の分岐部を通すことで、目的血管周囲の血管分岐が急峻な場合でも、分岐部の血管がstretchされ、操作性の悪いバルーンカテーテルの誘導が容易になる。本法は、塞栓に用いるガイドワイヤーとカテーテルを用いて術中に新たなデバイスを加えることなく行うことが可能であり、比較的簡便で効果的な方法であると言える。

自験例においても、症例1に関してはM1-M2 superior trunkの分岐角度が鋭角であり、症例2に関しては左内頸動脈-A1の分岐角度が急峻でバルーンカテーテルの挿入が不可能であったが、sheep techniqueを併用することでそれぞれの血管分岐部がstretchされ、結果的には容易にバルーンカテーテルを誘導することができた。一方で、Willis動脈輪近傍でガイドワイヤーやマイクロカテーテルを使用して急峻な角度の分岐をstretchすることは、同部に多数起始する穿通枝に対して伸張や偏位

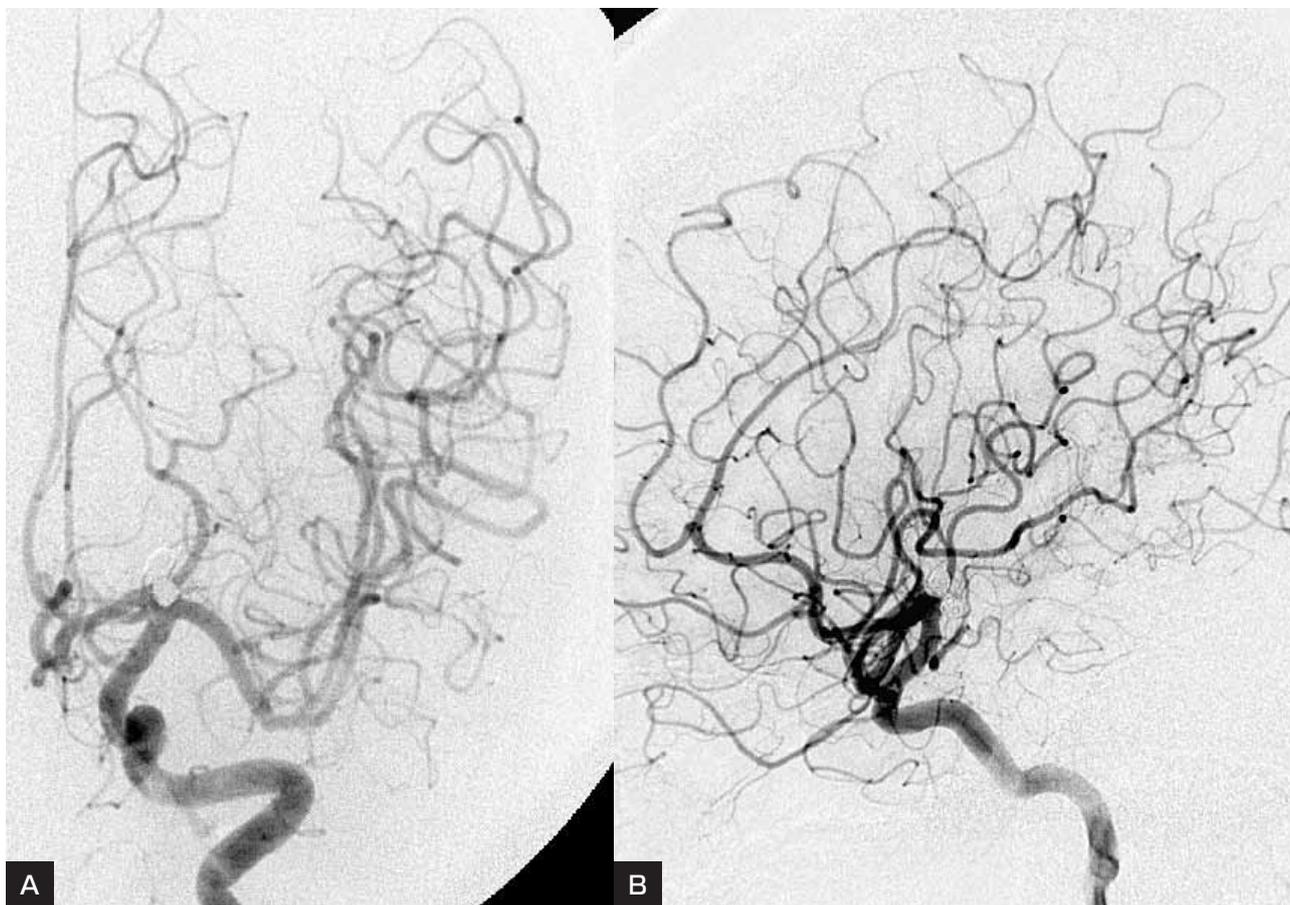


Fig. 6
After embolization, anterior-posterior (A) and lateral view (B) angiograms show complete obliteration of both aneurysms.

などのストレスを与え、穿通枝の引き抜き損傷を起こす危険性があるため、通常の方法で目的血管へのバルーンカテーテルの誘導が非常に困難な症例にのみ、本法を用いるべきであると思われる。

本法と同様のテクニックとして、Lee らは頭蓋内主要血管狭窄症に対するステント留置術で、目的血管の蛇行が強く頭蓋内ステントの誘導が困難な場合に、マイクロガイドワイヤーをまず狭窄部位の遠位に通し血管が stretch された状態でステントを誘導する、double wire technique の有用性を報告している⁶⁾。欠点としては、複数の治療デバイスを用いるため塞栓性合併症の可能性が高くなることがあげられている。Sheep technique においても同様のことが言えるが、本法は当初使用予定の治療デバイスの使用方法の工夫であり、新たな治療デバイスを要するものではない。自験例においては術前からの抗血小板療法に加えて、術中ヘパリン化を徹底するこ

とで、塞栓性合併症は回避でき、安全に治療を完結することができた。

結 論

脳動脈瘤塞栓術における、血管分岐が急峻でバルーンカテーテルの誘導が困難な症例に対する“sheep technique”の有用性を報告した。本法は塞栓に用いるガイドワイヤーとカテーテルを用いて、新たなデバイスを使用することなく施行可能であり、比較的簡便で効果的な方法であると考えられる。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) Aletich VA, Debrun GM, Misra M, et al: The remodeling technique of balloon-assisted Guglielmi detachable coil

- placement in wide-necked aneurysms: experience at the University of Illinois at Chicago. *J Neurosurg* **93**:388-396,2000.
- 2) Cekirge HS, Yavuz K, Geyik S, et al: HyperForm balloon remodeling in the endovascular treatment of anterior cerebral, middle cerebral, and anterior communicating artery aneurysms: clinical and angiographic follow-up results in 800 consecutive patients. *J Neurosurg* **114**:944-953, 2011.
 - 3) Cottier JP, Pasco A, Gallas S, et al: Utility of balloon-assisted Guglielmi detachable coiling in the treatment of 49 cerebral aneurysms: a retrospective multicenter study. *AJNR* **22**:345-351, 2001.
 - 4) Clarencon F, Perot G, Biondi A, et al: Use of the Ascent balloon for a 2-in-1 remodelling technique: feasibility and initial experience: case report. *Neurosurgery* **70**:170-173, 2012.
 - 5) Henkes H, Fischer S, Weber W, et al: Endovascular coil occlusion of 1811 intracranial aneurysms: early angiographic and clinical results. *Neurosurgery* **54**:268-285, 2004.
 - 6) Lee TH, Choi CH, Park KP, et al: Techniques for intracranial stent navigation in patients with tortuous vessels. *AJNR* **26**:1375-1380, 2005.
 - 7) Lefkowitz MA, Gobin YP, Akiba Y, et al: Balloon-assisted Guglielmi detachable coiling of wide-necked aneurysms: Part II-clinical results. *Neurosurgery* **45**:531-538, 1999.
 - 8) 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* **360**:1267-1274, 2002.
 - 9) Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, et al: International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet* **366**:809-817, 2005.
 - 10) Moret J, Cognard C, Weill A, et al: Reconstruction technic in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms. Long-term angiographic and clinical results. Apropos of 56 cases. *J Neuroradiol* **24**:30-44, 1997.
 - 11) Nelson PK, Levy DI: Balloon-assisted coil embolization of wide-necked aneurysms of the internal carotid artery: medium-term angiographic and clinical follow-up in 22 patients. *AJNR* **22**:19-26, 2001.
 - 12) Sluzewski M, van Rooij WJ, Beute GN, et al: Balloon-assisted coil embolization of intracranial aneurysms: incidence, complications, and angiography results. *J Neurosurg* **105**:396-399, 2006.

JNET 7:3-10, 2013

要 旨

【緒言】脳動脈瘤塞栓術において、血管分岐が急峻でバルーンカテーテルの挿入が困難な場合、他のカテーテルを先行させバルーンカテーテルを追従させる“sheep technique”が知られている。【症例 1】70歳、男性。未破裂中大脳動脈瘤で、右 M2 の分岐が急峻でバルーンカテーテル挿入が困難であり、sheep technique を用いてバルーン併用塞栓術を行い完全閉塞を得た。【症例 2】71歳男性。破裂左内頸動脈分岐部瘤で、同様に sheep technique を用いて ACA にバルーンカテーテルを誘導し良好な塞栓を得た。【結論】脳動脈瘤塞栓術において“sheep technique”が有用であった 2 例を報告した。