

脳血管内治療における安全かつ多才なマイクロガイドワイヤー先端形状の工夫：modified pigtail 法

1)刈谷豊田総合病院 脳神経外科

2)名古屋大学大学院医学系研究科 脳神経外科

佐藤 雅基¹⁾²⁾、大島 共貴¹⁾、石川 晃司郎¹⁾、後藤 俊作¹⁾、山本 太樹¹⁾、泉 孝嗣²⁾、西澤 俊久¹⁾、島戸 真司¹⁾、加藤 恭三¹⁾

Masaki Sato, MD., Tomotaka Ohshima, MD., Kojiro Ishikawa, MD., Shunsaku Goto, MD., Taiki Yamamoto, MD., Takashi Izumi, MD., Toshihisa Nishizawa, MD., Shinji Shimato, MD., and Kyozo Kato, MD.

〒448-8505 刈谷市住吉町 5-15

電話番号：0566-21-2450、FAX：0566-22-2493

メールアドレス：tomotaka.oshima@toyota-kai.or.jp

Address: 5-15 Sumiyoshi-cho, Kariya 448 8505, Japan.

Phone: +81-566-21-2450, Fax: +81-566-22-2493

E-mail address: tomotaka.oshima@toyota-kai.or.jp

Key words : endovascular treatment, shaping, microguidewire

本論文を、日本脳神経血管内治療学会機関誌「Journal of Neuroendovascular Therapy (脳神経血管内治療)」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】脳動脈瘤コイル塞栓術において、安全かつ汎用性の高いマイクロガイドワイヤーの先端形状について検証した。【症例提示】【症例 1】65 歳、女性。7 年前に前交通動脈瘤破裂によりクモ膜下出血を発症し血管内コイル塞栓術を施行した。その後動脈瘤は再増大し、追加の塞栓術を行った。治療前の血管造影では右内頸動脈起始部に 50%狭窄を認めた。また、右前大脳動脈 A1 は内頸動脈より比較的急峻な角度で分岐していた。そこで、マイクロガイドワイヤー先端を modified pigtail にすると、単一の先端形状で前交通動脈瘤までワイヤーとマイクロカテーテルを安全に誘導でき、良好なコイル充填が達成できた。【症例 2】68 歳、女性。突然の右片麻痺で発症した左中大脳動脈 M2 superior trunk 閉塞に対し血栓除去を施行した。modified pigtail に形成されたマイクロガイドワイヤーは先端が弧状であるため遠位の血管走行の見えない血栓部分の操作でも安全に lesion cross することができた。stent retriever で血栓回収し、Thrombolysis in Cerebral Infarction (TICI)3 を得た。【結論】本法は、安全かつ様々な局面において有効である多様なシェイピング法であると思われた。

緒言

脳血管内治療においてマイクロカテーテル先端のシェイピングに関する報告は散見されるが¹⁻³⁾、マイクロガイドワイヤーの先端形状について検討された報告は渉猟し得なかった。マイクロカテーテルの形状を適切に形成していても、それに先行するのはマイクロガイドワイヤーであるため、その先端形状の検討も重要と考える。今回我々は、脳血管選択の際に使用するマイクロガイドワイヤーの先端形状として modified pigtail 法を考案した。この先端形状は、マイクロカテーテルから出す長さによってその形状を調整でき、カテーテルの追従性も高く、動脈瘤やblebに迷入しても安全性が比較的高いと考えられ、当施設では本法を多くの症例で第一選択として導入している。本法について検証報告する。

症例提示

症例 1

65 歳、女性。7 年前に前交通動脈瘤の破裂によりクモ膜下出血を発症。Hunt & Kosnik grade II、Fisher group 2。発症同日に血管内コイル塞栓術を施行した。術後は順調に経過して外来で経過観察していた。今回、動脈瘤の再増大を認めたため、血管内治療を行った。治療前に施行した血管造影では右内頸動脈(ICA)起始部に 50%狭窄を認めた。局所麻酔下、右大腿動脈より 8F short sheath を挿入した。ヘパリンを静脈内投与して activated clotting time (ACT) が 200 秒以上を維持した。8F Cello (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を右総頸動脈へ誘導し、4F Fubuki (朝日インテック, 愛知) と XT17 straight マイクロカテーテル (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) を同軸にして modified pigtail (Fig. 1) に先端形成をした Chikai 14 マイクロガイドワイヤー (朝日インテック, 愛知) を先行させて誘導する事とした。右内頸動脈起始部に 50%狭窄を認めたが (Fig. 2A)、modified pigtail に先端形成したマイクロガイドワイヤーは狭窄部に阻まれることなく、ブランク部を安全に通過し頭蓋内まで誘導できた (Fig. 2B)。右前大脳動脈 A1 は右内頸動脈先端部から比較的急峻に分岐していたが (Fig. 2C)、modified pigtail に先端形成したマイクロガイドワイヤーは容易に A1 へ誘導でき (Fig. 2D)、そのままマイクロカテーテルを追従させることができた (Fig. 2E)。その後、動脈瘤内へマイクロカテーテルを誘導し、離脱式ベアプラチナコイルを 6 本挿入して完全塞栓できた。周術期に合併症は見られなかった。

症例 2

68 歳、女性。突然の意識障害、右片麻痺、左共同偏視を発症した (National Institute of Health Stroke Scale ; NIHSS 30 点)。MRI で左中大脳動脈領域の脳塞栓と診断し、発症後 3 時間で血栓除去術を施行した。局所麻酔下、右大腿動脈より 9F short sheath を挿入した。ヘパリンを静脈内投与して activated clotting time (ACT) が 250 秒以上を維持するようにした。9F Cello (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を左内頸動脈へ誘導した。左内頸動脈撮影では左中大脳動脈 M2 superior trunk 閉塞を認めた (Fig. 3A)。Penumbra 5MAX

ACE (Penumbra, Alameda, CA, USA) 、Marksman (eV3 Covidien, Irvine, CA, USA) を modified pigtail に先端形成した Chikai 14 マイクロガイドワイヤーの先行で誘導する事とした。マイクロガイドワイヤーの先端が弧状であるため穿通枝に迷入することなく安全に先行できた。5MAX ACE を左中大脳動脈 M1 に留置し、Marksman マイクロカテーテルと Chikai 14 で左中大脳動脈 M2 superior trunk の血栓部分を lesion cross した。マイクロガイドワイヤーの先端が弧状であるため遠位の血管走行の見えない血栓部分の操作でも安全に lesion cross することができた (Fig. 3B, 3C) 。血栓遠位より Trevo XP ProVue Retriever 3mm×20mm (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) を展開、血栓回収し、TICI3 を得た (Fig. 3D) 。術後、右片麻痺は改善し、周術期合併症を認めなかった。

シリコンチューブモデルでの検証

シリコンチューブモデルを用いて急峻な分岐でのマイクロガイドワイヤーとマイクロカテーテルの動作を検証した。分岐の先には動脈瘤がありマイクロガイドワイヤーを十分に遠位まで誘導できない状況を想定した。先端 5mm を 45 度に形成した Headway17 マイクロカテーテル(テルモ, 東京)に Chikai 14 マイクロガイドワイヤー(朝日インテック, 愛知)を組み合わせた。マイクロガイドワイヤーの先端 5mm を 90 度に形成したものでは、急峻な分岐に対してカテーテルが母血管側に逸脱し、マイクロガイドワイヤーに追従させることができなかった (Fig. 4) 。一方、modified pigtail 形状の場合は、先端の pigtail 部分がアンカーとして働き、マイクロカテーテルが母血管側の遠位側へたわむ事なくマイクロカテーテルを押しこむことができた (Fig. 5) 。

考察

脳動脈瘤コイル塞栓術において、マイクロカテーテルを動脈瘤内の適切な部位へ安全に誘導する事は非常に重要である。これまでマイクロカテーテルの形状についての報告は散見されるが¹⁻³⁾、マイクロガイドワイヤーの形状に注目した報告は少ない。安全性と汎用性が高いマイクロガイドワイヤーの先端形状の条件として、安全性の面からは、ガイドワイヤー先端が穿通枝や動脈瘤内の bleb に迷入しない、あるいは迷入し

でも穿通しにくい形状が求められる。一方、汎用性の面からは選択性が高い事が求められる。そこで我々の modified pigtail 法では、安全性を高めるため先端は弧を描き、汎用性の面からはあらゆる角度の分岐に対応出来るよう近位に 135° の角度を形成した (Fig. 1)。このように modified pigtail 形状は基本的に double-angle type であるが、その先端を pigtail 形状にする事で、double-angle type の持つ血管選択性やマイクロカテーテル追従性向上のメリットに加えて、穿通枝や瘤内 (bleb) への迷入防止、アンカー効果、が期待できる。これらのメリットが複合することで単一の形状で動脈瘤へのカテーテル誘導が可能となる (Fig. 6)。

この modified pigtail 形状のマイクロガイドワイヤーが急峻に分岐する血管でもマイクロカテーテルが追従するだけの支持性がある理由としては、マイクロガイドワイヤー先端の軟らかい部分を弧状にして消費し、手前の比較的硬いシャフト部分を血管分岐部に対して使える事があげられる。この支持性により、カテーテルの遠位への遊走防止と、血管壁とカテーテルの ledge effect の軽減が期待できる。ICA から急峻に分岐する M1 や A1、脳底動脈 (BA) から急峻に分岐する後大脳動脈 P1 を確保する際もマイクロガイドワイヤー先端の弧と 135° のカーブによって、血管を安全に選択でき、かつマイクロカテーテルが追従しやすいと考えられる。脳梗塞超急性期の血栓回収においても modified pigtail 法は有用である。stent retriever を用いる場合は、血管造影では描出されない閉塞血管にマイクロガイドワイヤーを通過させる必要があるが、modified pigtail 法では先端が弧状であるため、先の見えない血管でも安全に lesion cross することができる。単一形状のマイクロガイドワイヤーで血管選択と血管閉塞部への安全な lesion cross が可能であると考えられる。

また我々はこれまでに、ステント留置用マイクロカテーテルを大型脳底動脈瘤内で意図的に 1 周させる方法や、既にステント留置されている病変の再治療について報告しているが、modified pigtail 形状のガイドワイヤーは両者ともに安全・有効であった^(4,5)。

本法の問題点としては、modified pigtail 形成にやや経験が必要な点があげられる。先端まで強く弧状にし過ぎると、マイクロカテーテルのハブに捕らえられてマイクロガイドワイヤーが通過しにくくなる。また、本法は Chikai のみではなく、他のマイクロガイドワイヤーでも形成可能であるが、形成用シェイパーは Chikai に付属している細いタイプのもものが適している。プリシェイプで製品化されることも期待される。

しかしすべての症例でこの形状が必要ではなく、実際の臨床現場では、症例に応じて適応を決定する必要があると考えられる。

結語

先端が弧で近位に 135° のカーブをつけたマイクロガイドワイヤーの形状について症例を提示し報告した。本法は、安全かつ様々な局面において有効なシェイピング法であると考えられた。

利益相反開示

本論文に関して、筆頭著者および共著者全員が開示すべき利益相反状態は存在しない。

参考文献

- 1) Namba K, Higaki A, Watanabe E, et al: Microcatheter Shaping for Intracranial Aneurysm Coiling Using the 3-Dimensional Printing Rapid Prototyping Technology: Preliminary Result in the First 10 Consecutive Cases. *World Neurosurg* 2015; 84:178-186.
- 2) Kiyosue H, Hori Y, Mori H, et al: Shapability, memory, and luminal changes in microcatheters after steam shaping: a comparison of 11 different microcatheters. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005; 26: 2610-2616.
- 3) Abe T, Hirohata M, Hayabuchi N et al: Distal-tip shape-consistency testing of steam-shaped microcatheters suitable for cerebral aneurysm coil placement. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004; 25: 1058-1061.
- 4) Ohshima T, Nagakura M, Kato K, et al: Alpha horizontal stent delivery for coil embolization of a broad-necked large basilar apex aneurysm: a case report. *Nagoya J Med Sci* 2015; 77: 659-665.
- 5) Nishihori M, Ohshima T, Kato K, et al: Overlap stenting for in-stent restenosis after carotid artery stenting. *Nagoya J Med Sci* 2016; 78: 143-149.

図表の説明

Fig. 1

- (A) modified pigtail 形状
- (B) 理想的な modified pigtail 形状のシェーマ

Fig. 2

- (A) 右頸動脈撮影側面像 右内頸動脈起始部に 50%狭窄を認める
- (B) 術中ロードマップ頸部正面像 右内頸動脈起始部の狭窄病変を modified pigtail で安全に lesion cross している
- (C) 右内頸動脈の 3D DSA 右前大脳動脈起始部は内頸動脈より比較的急峻に分岐している
- (D) 術中ロードマップ 前交通動脈瘤に前回治療の coil mass を認める (*). modified pigtail で右 A1 を選択している。先端が弧状になっており穿通枝の迷入なくマイクロガイドワイヤーが先行している(矢頭)。右 A1 分岐部を矢印で示す。
- (E) 矢印はマイクロカテーテル先端を示す。

Fig. 3

- (A) 左内頸動脈撮影正面像 左中大脳動脈 M2 inferior trunk は開通しているが(矢頭)、M2 superior trunk は閉塞を認める(矢印)。
- (B) 先端形状を modified pigtail に形成したマイクロガイドワイヤー(矢頭)で左中大脳動脈 M2 superior trunk の血栓部分を通過している。
- (C) 左中大脳動脈 M2 superior trunk の血栓より遠位の血管走行が明らかでなくてもマイクロガイドワイヤーの先端が弧状であるため細い血管に迷入せず血栓の遠位まで通過した。
- (D) stent retriever による血栓回収後の左内頸動脈撮影正面像。左中大脳動脈 M2 superior trunk は再開通が得られた。

Fig. 4 シリコンチューブモデルでの実験。急峻な分岐において、先端を 90 度に屈曲させたマイクロガイドワイヤーではマイクロカテーテルを追従させようとする分岐を選択できず母血管側へ流されてしまう。

Fig. 5 シリコンチューブモデルにおける modified pigtail 法での挙動を示す。

- (A) 急峻な分岐において、マイクロガイドワイヤーの先端が分岐を選択。
- (B) わずかにトルクをかけながら押し込むとマイクロガイドワイヤーは滑るように先進する。
- (C) 弧状の先端のため穿通枝にも入りにくい。またアンカー効果も期待できる。
- (D) マイクロカテーテルは母血管に流される事なく追従できる。

Fig. 6 modified pigtail 法をシェーマで示す。

- (A) 先端が 90 度のマイクロガイドワイヤーではマイクロカテーテルが本幹に促されて流れてしまう。
- (B) modified pigtail に先端形状した MGW ではアンカリングの効果があり、さらにワイヤーの柔軟部が消費されているため血管分岐部においてコシがあるので、急峻な角度でもマイクロカテーテルが追従可能である。
- (C) マイクロカテーテルに収納する事で先端の角度を変えられる。

Fig.1A

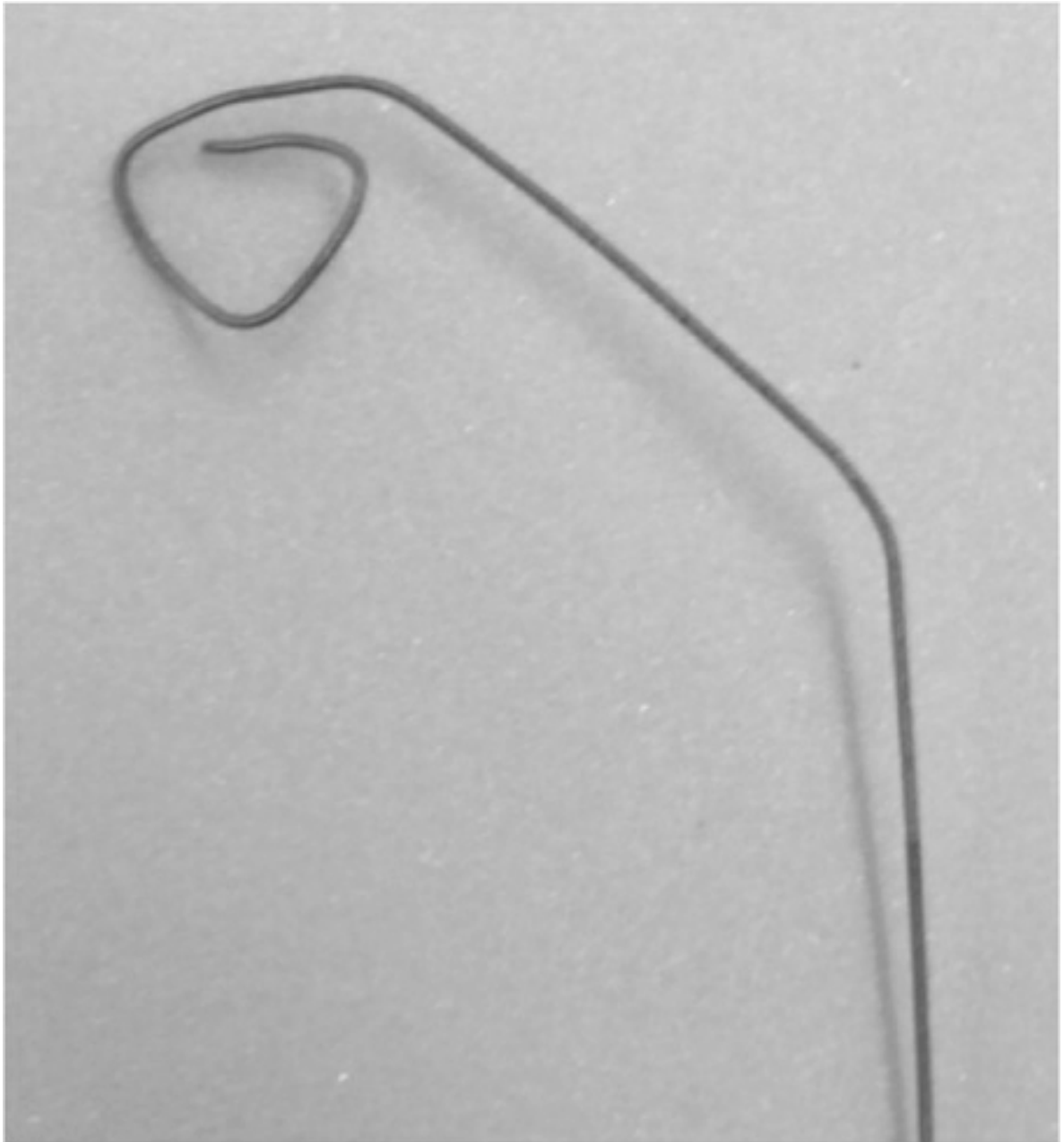


Fig.1B

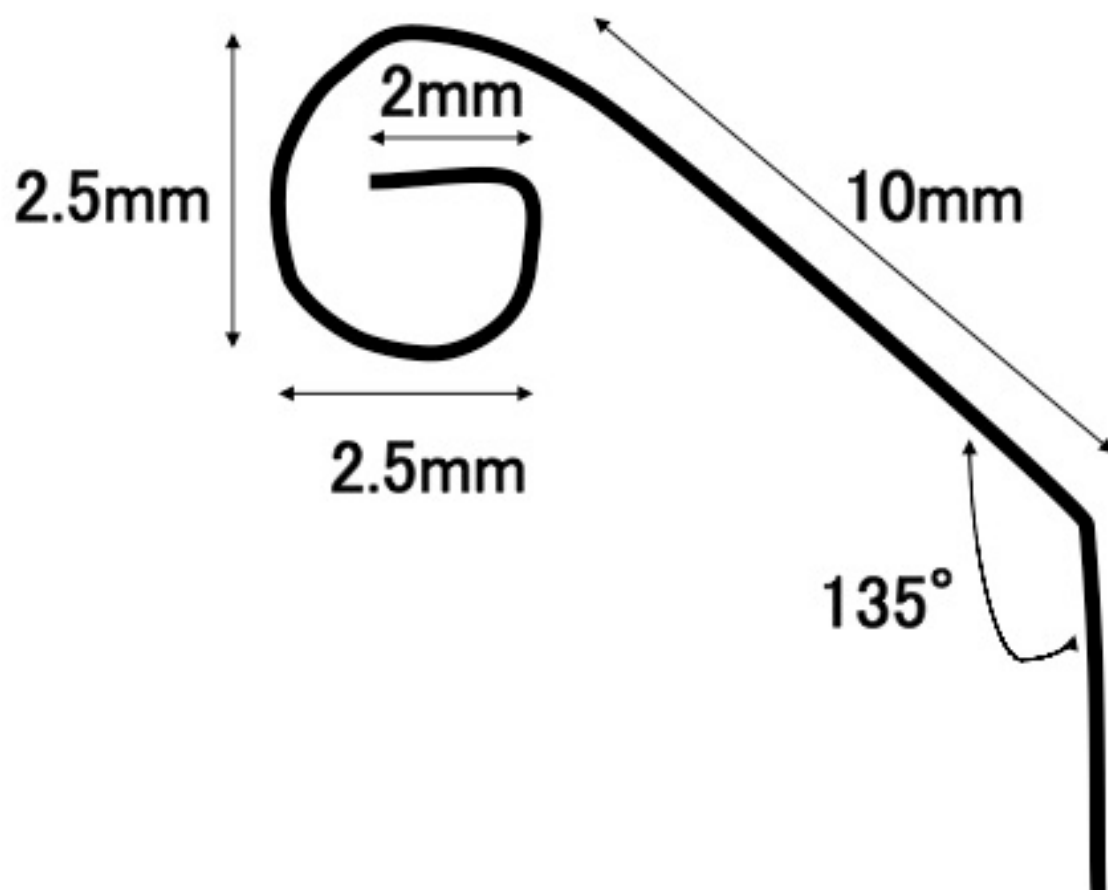


Fig.2A



Fig.2B



Fig.2C

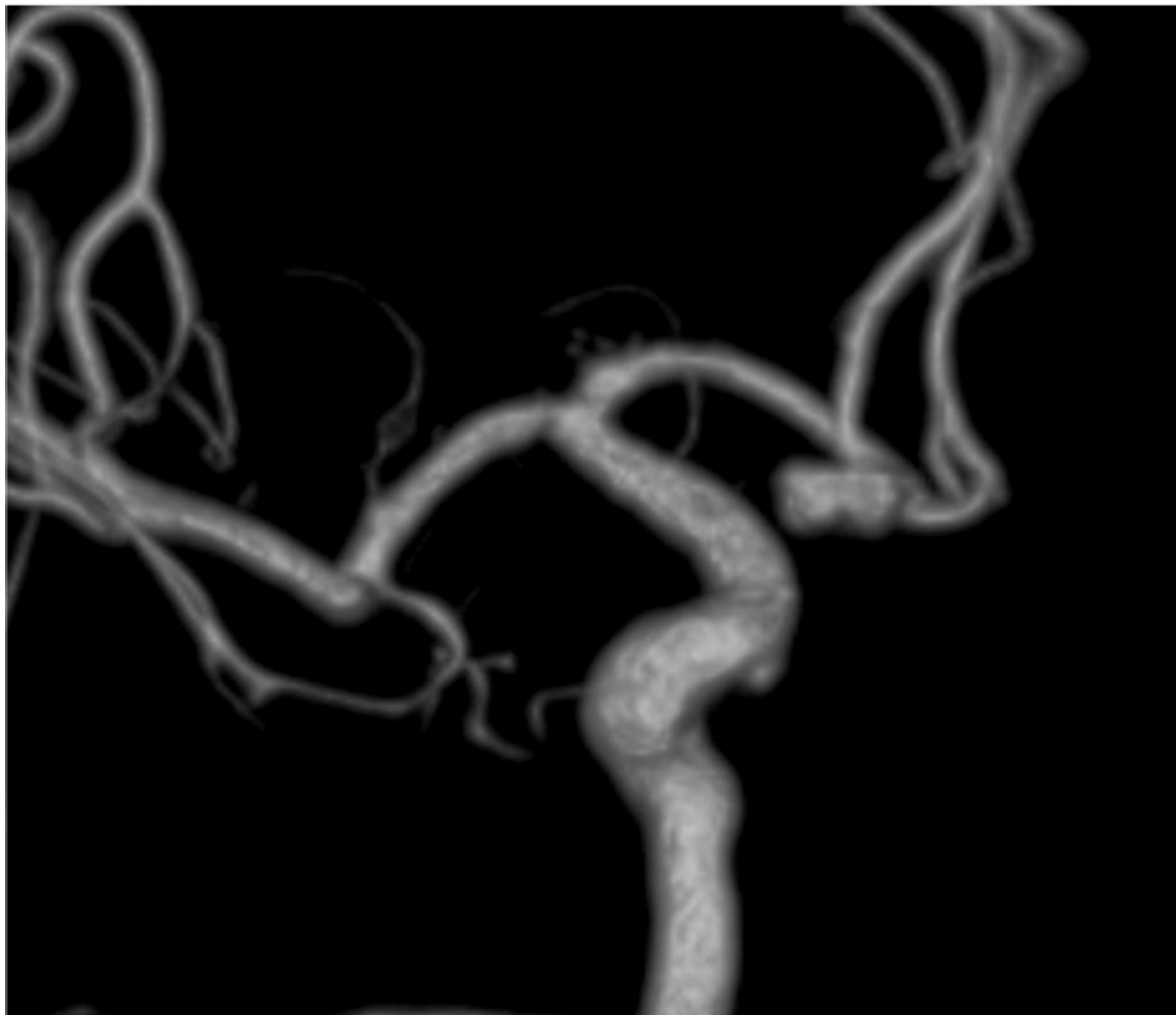


Fig.2D

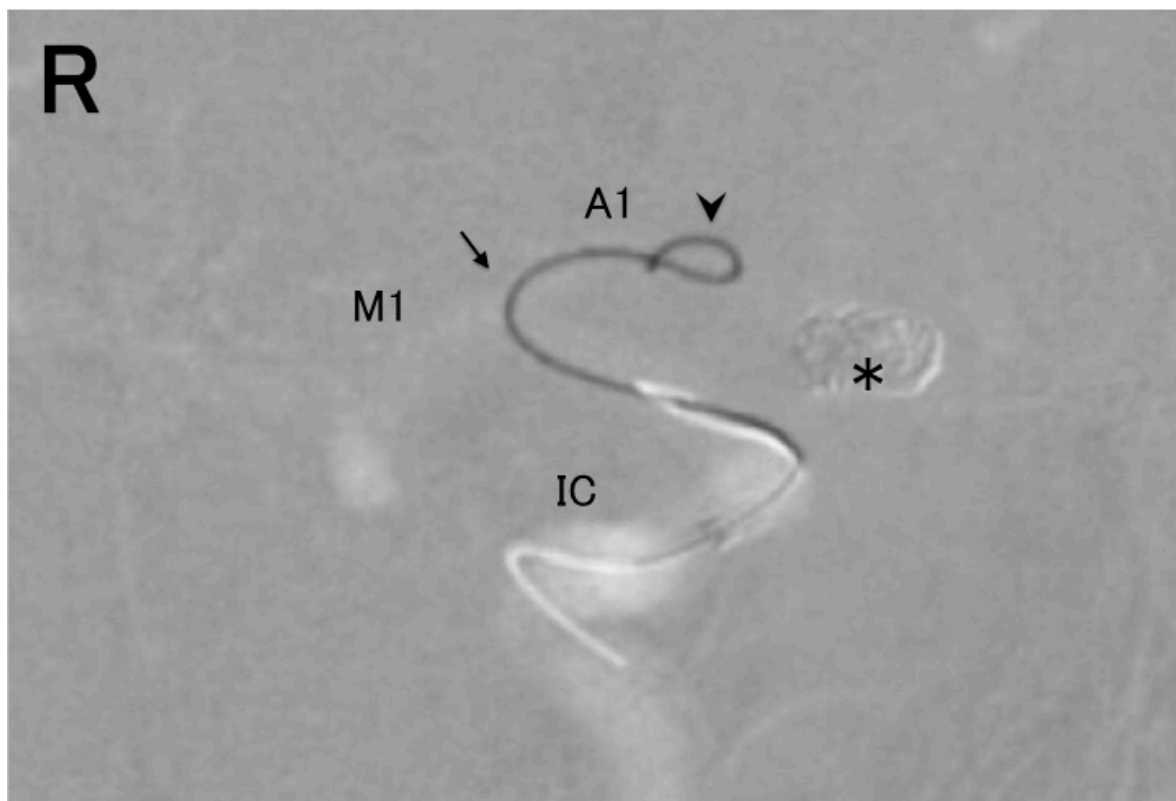


Fig.2E



Fig.3A

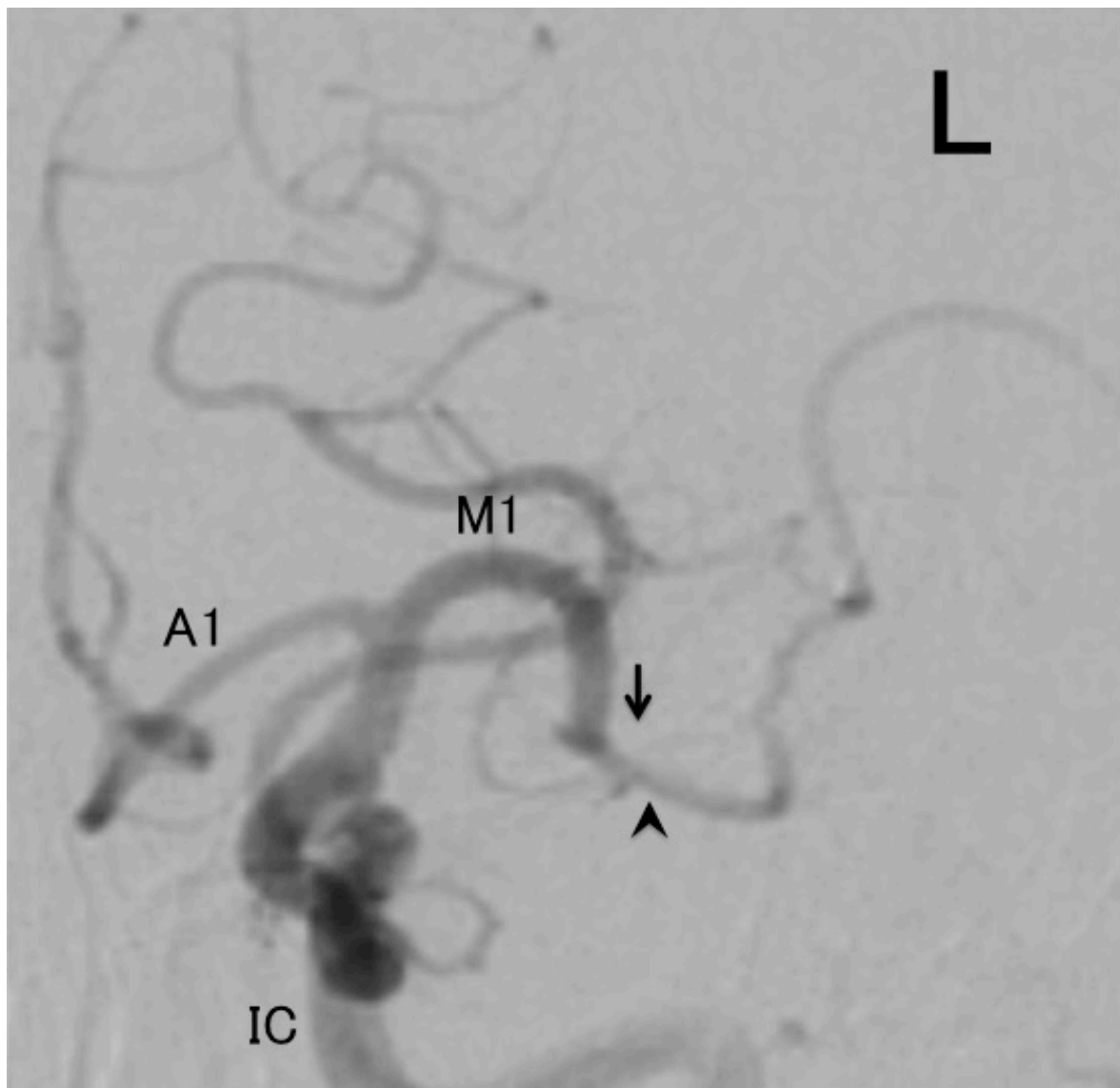


Fig.3B

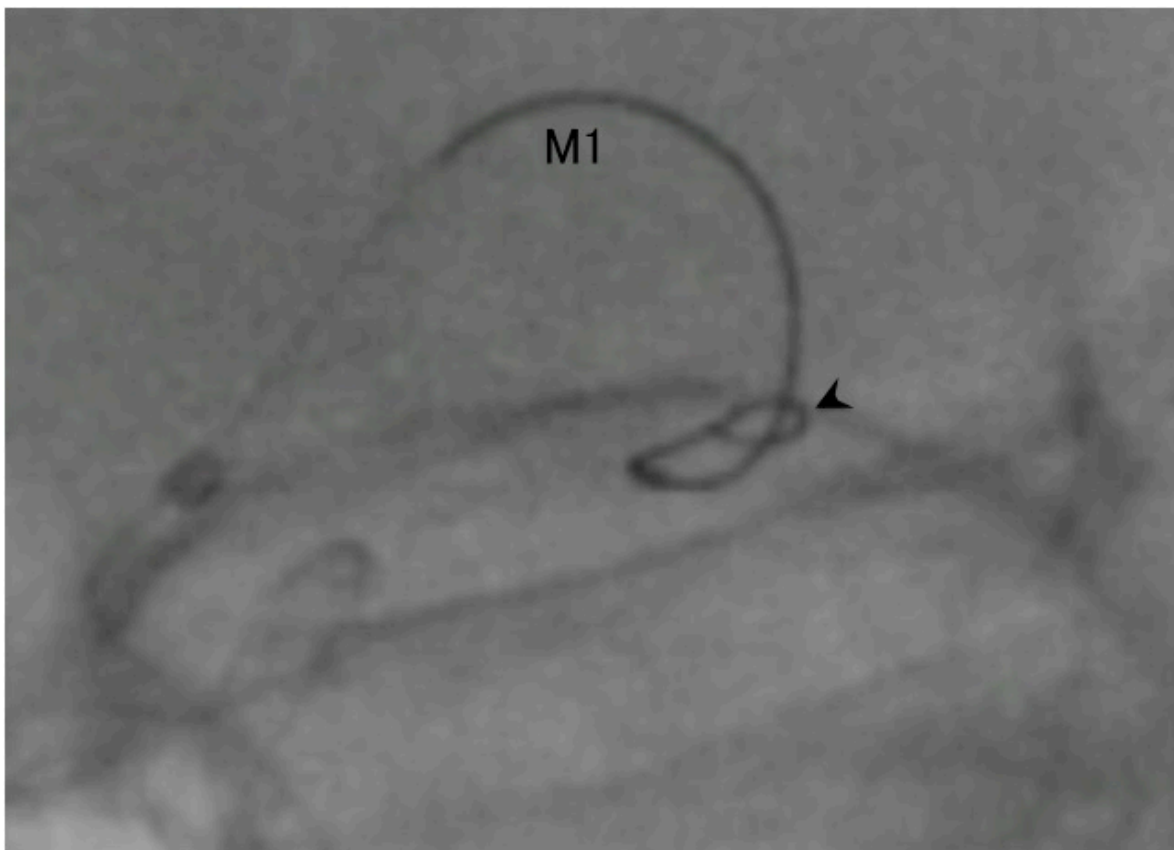


Fig.3C

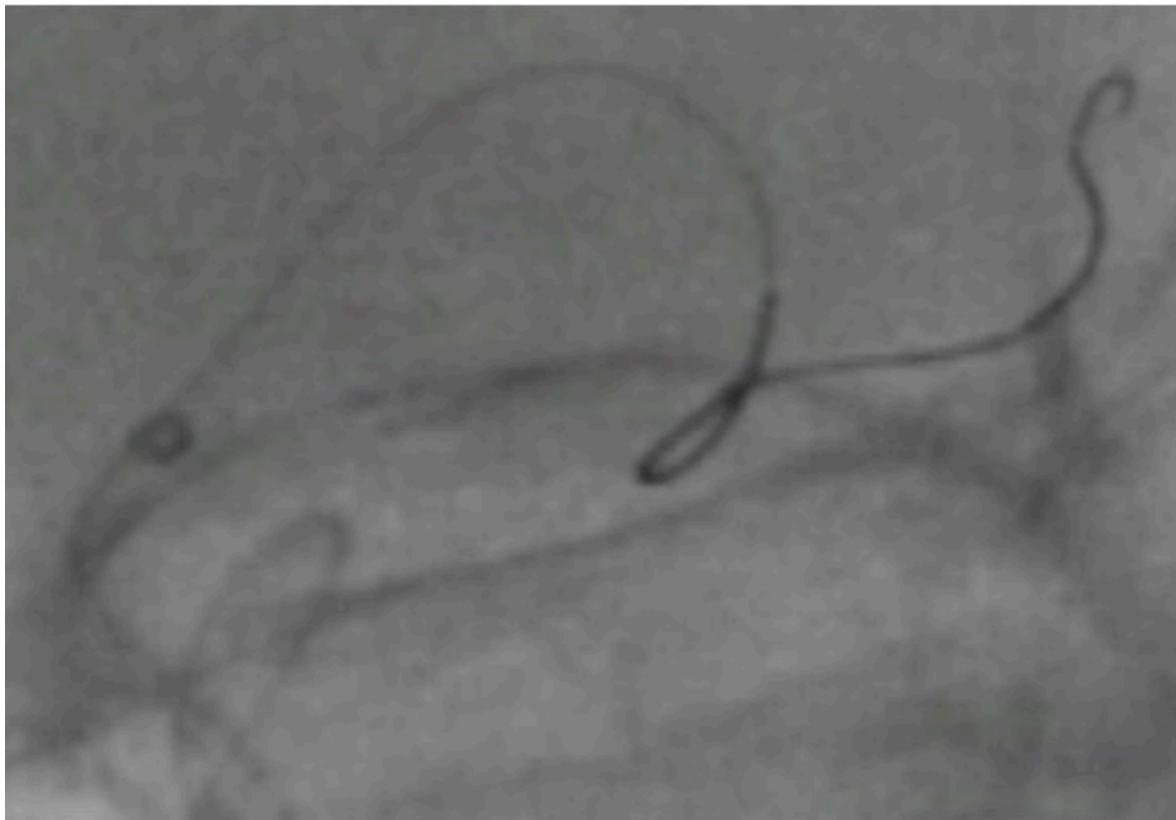


Fig.3D

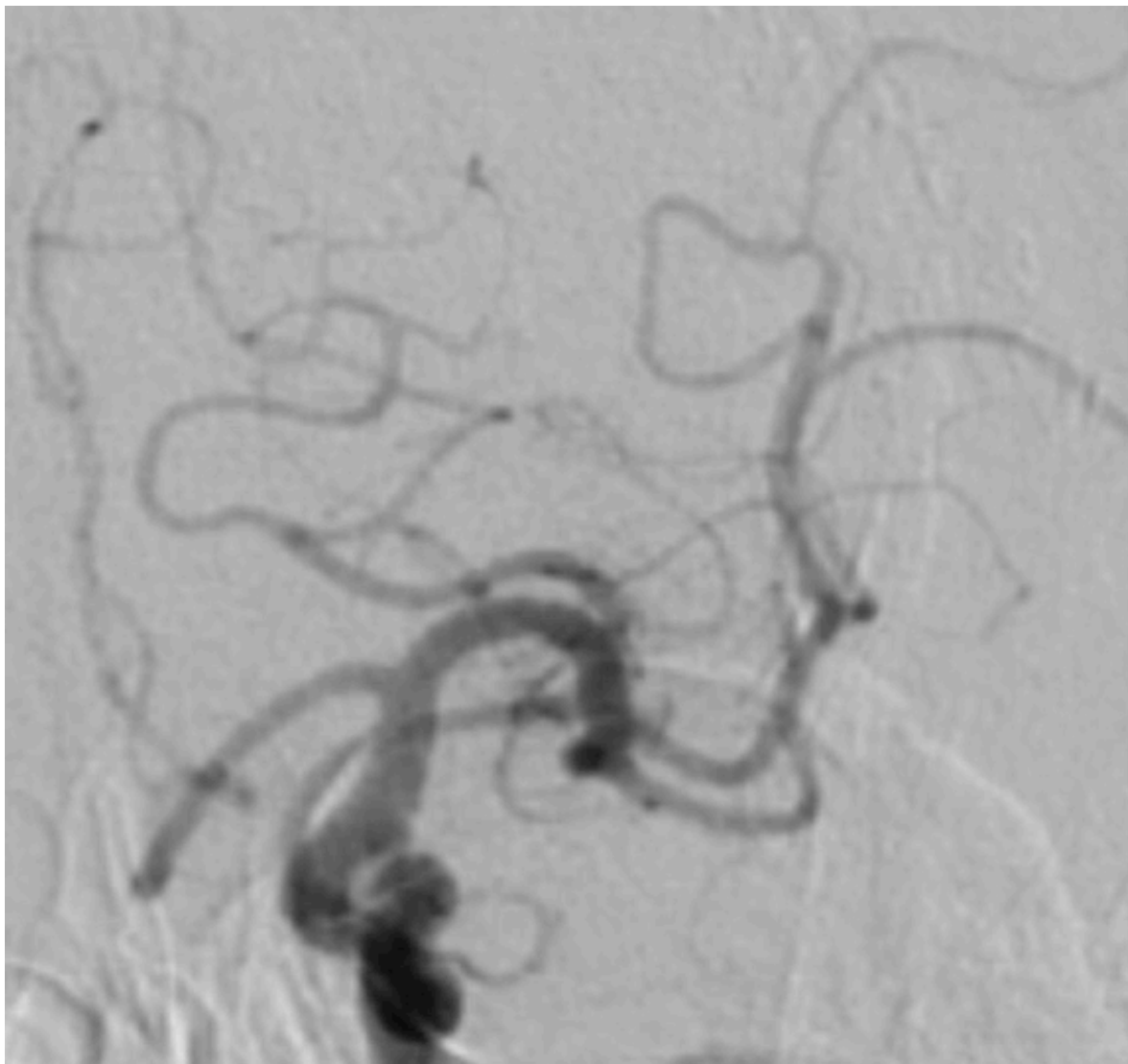


Fig.4

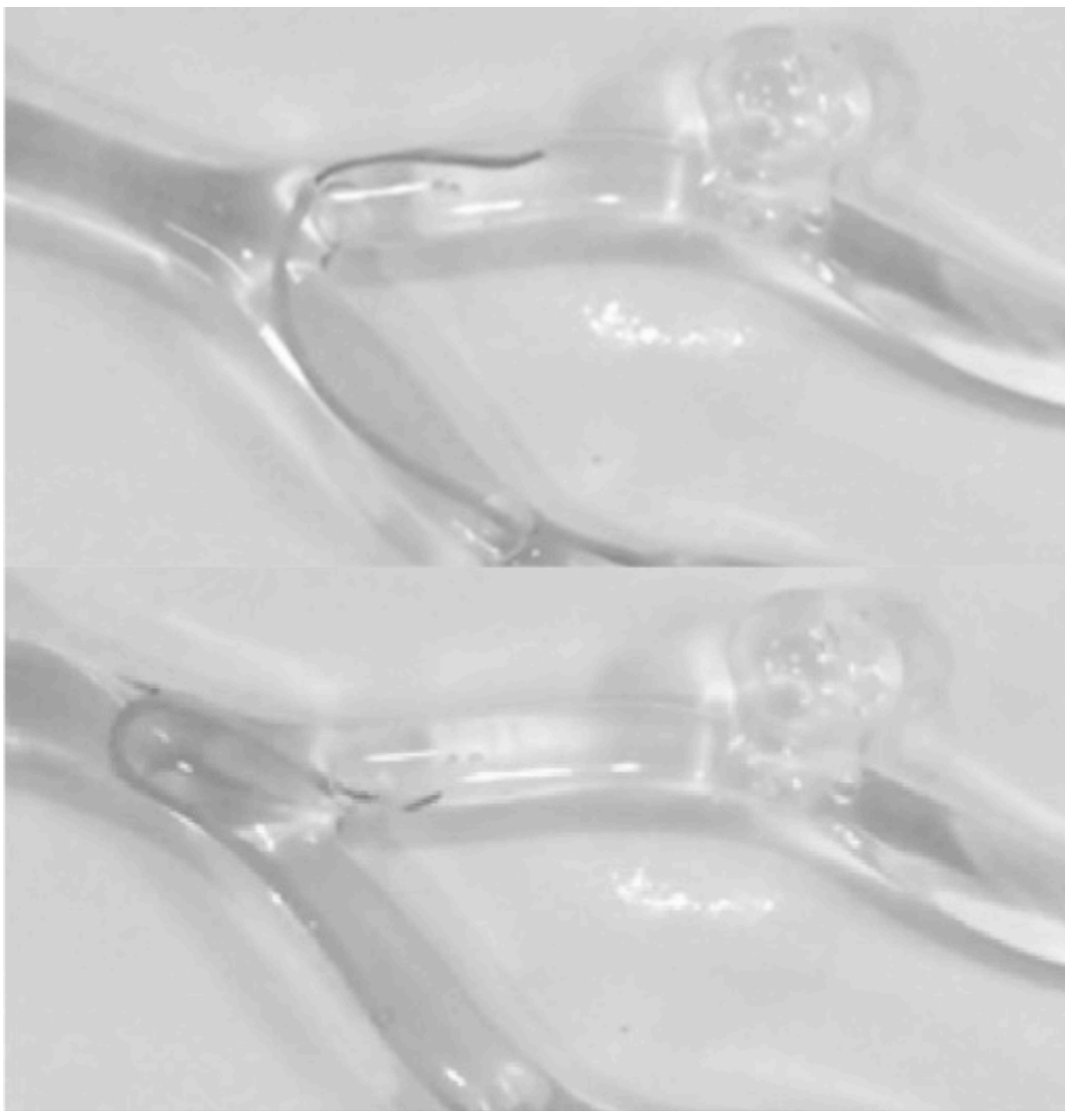


Fig.5A

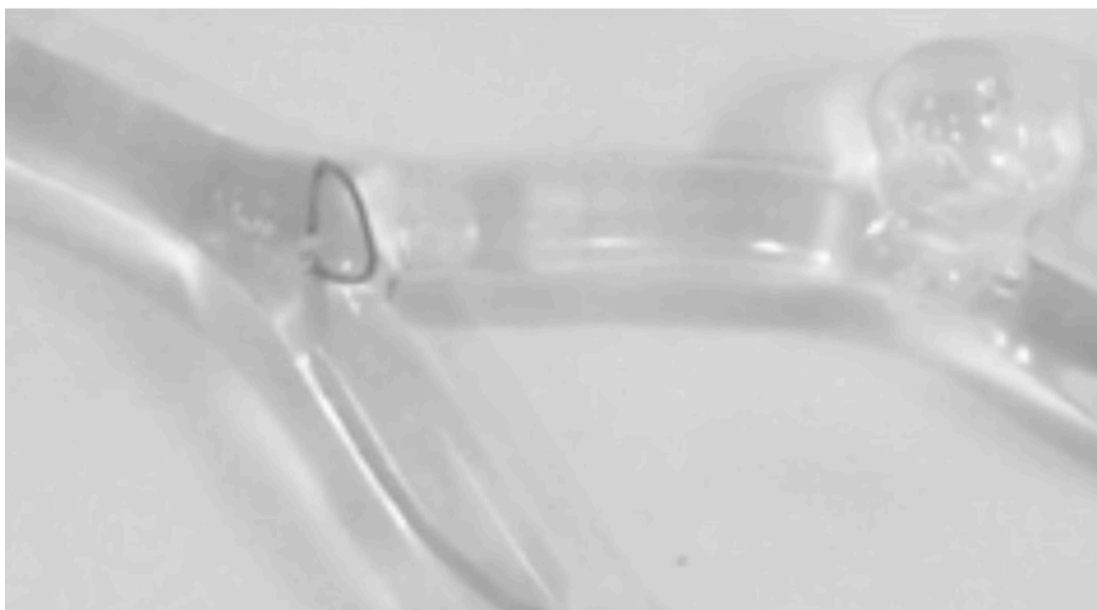


Fig.5B



Fig.5C

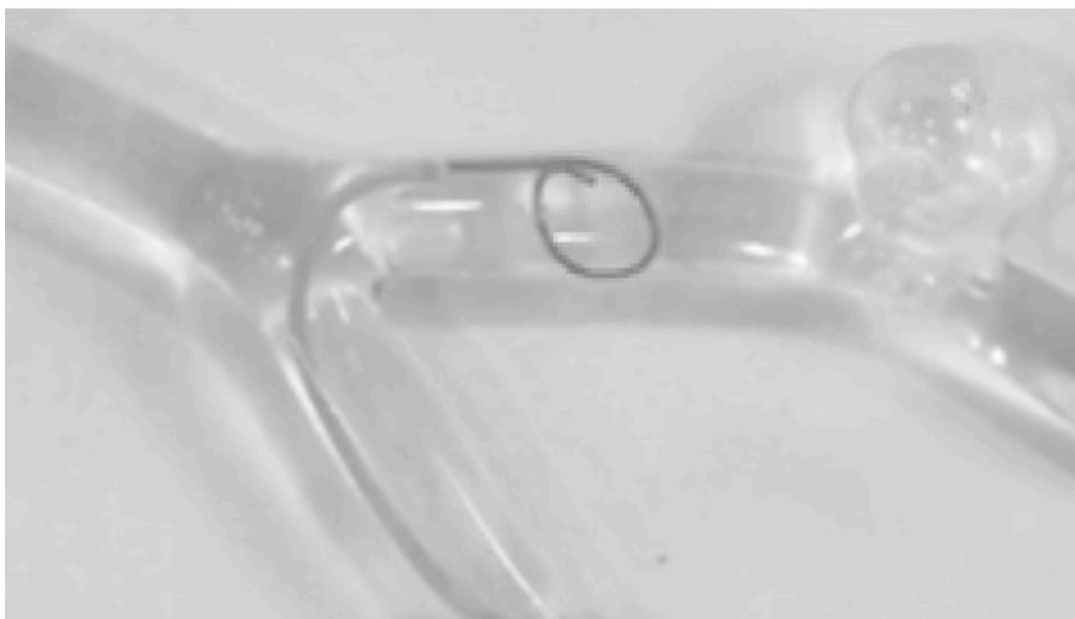


Fig.5D

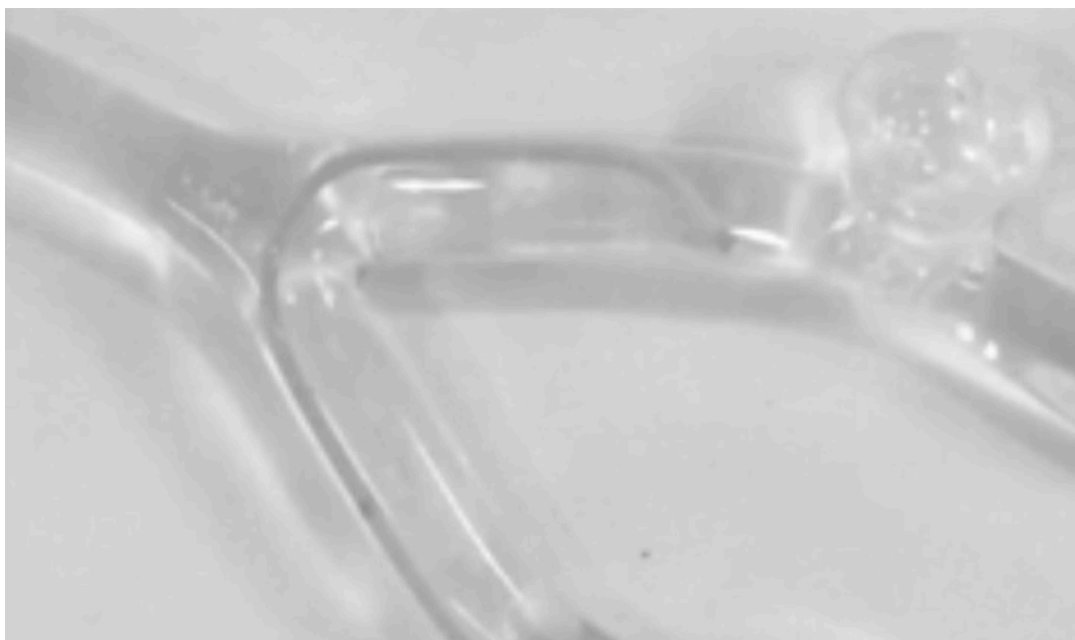


Fig.6A

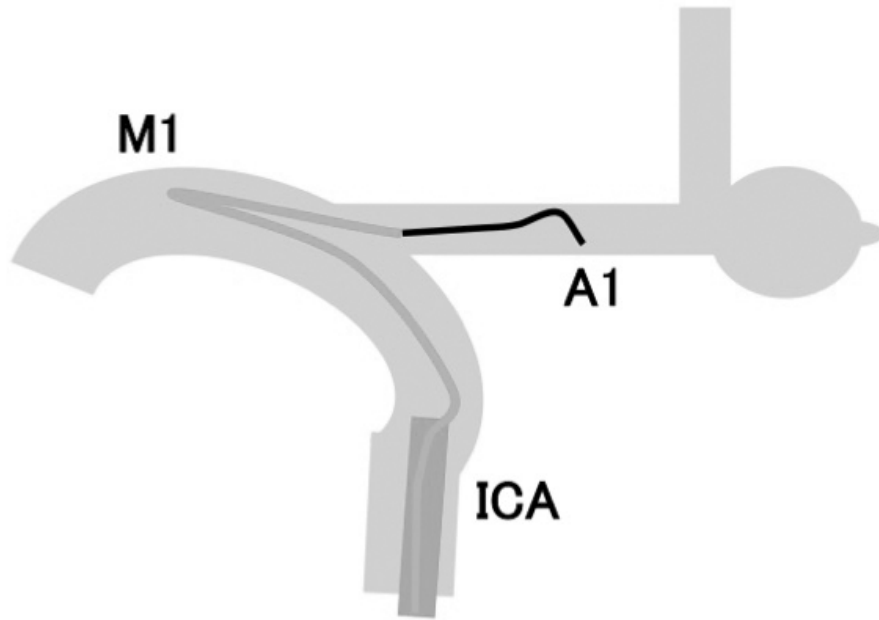


Fig.6B

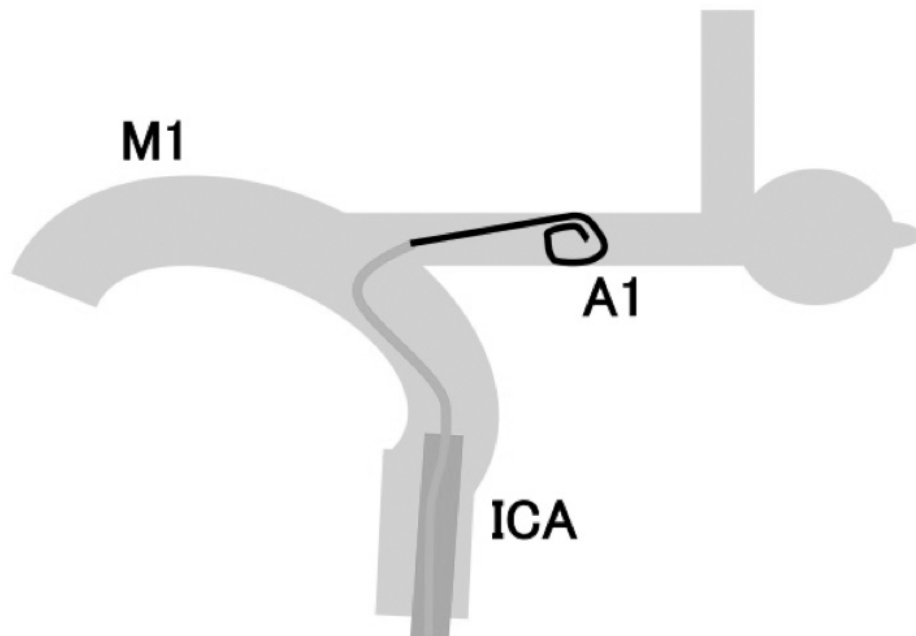


Fig.6C

