

1) 原著

2) 6Fr ガイディングシースを使用した前方循環病変に対する橈骨動脈經由脳血管内治療の初期経験

3) 花岡吉亀¹⁾ 小山淳一²⁾ 内山俊哉¹⁾ 木内貴史¹⁾ 神谷圭祐¹⁾ 上條隆明¹⁾ 荻原利浩¹⁾ 堀内哲吉¹⁾ 本郷一博¹⁾

Yoshiki Hanaoka¹⁾, Jun-ichi Koyama²⁾, Toshiya Uchiyama¹⁾, Takafumi Kiuchi¹⁾, Keisuke Kamiya¹⁾, Takaaki Kamijo¹⁾, Toshihiro Ogiwara¹⁾, Tetsuyoshi Horiuchi¹⁾, Kazuhiro Hongo¹⁾

4) 1) 信州大学脳神経外科

2) 信州大学脳血管内治療センター

1) Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine, Matsumoto, Nagano, Japan

2) Neurointervention Center, Shinshu University Hospital, Matsumoto, Nagano, Japan

5) 花岡吉亀, 信州大学医学部, 脳神経外科, 〒390-8621 長野県松本市旭3-1-1, +81263-37-2689, hanaoka@shinshu-u.ac.jp

Corresponding author: Yoshiki Hanaoka. Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine, 3-1-1 Asahi, Matsumoto, Nagano 390-8621, Japan

Email: hanaoka@shinshu-u.ac.jp

6) transradial approach, 6Fr guiding sheath, push-in technique, pull-back technique, carotid-subclavian α

7) 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】脳血管内治療において、前方循環病変に対する 6Fr guiding sheath を使用した右橈骨動脈アプローチの有用性と安全性を明らかにする。【方法】2016 年 9 月から 2017 年 6 月に右橈骨動脈アプローチにより全身麻酔下に脳血管内治療を行った連続 20 例（頸動脈ステント留置術 11 例，脳動脈瘤コイル塞栓術 9 例）を対象に後方視的に検討した。【結果】全例で 6Fr guiding sheath を総頸動脈に誘導することができ，治療を完遂することができた。また，周術期合併症はなく，穿刺部合併症も認めなかった。【結論】前方循環病変に対する 6Fr guiding sheath を使用した全身麻酔下での右橈骨動脈アプローチは，有用で安全な方法と思われる。

「緒言」

頸動脈ステント留置術や脳動脈瘤コイル塞栓術などの脳血管内治療は一般的に大腿動脈アプローチで施行されるが，術後安静臥床は患者にとって苦痛であり，穿刺部血腫形成や後腹膜出血，深部静脈血栓症，肺血栓塞栓症を来す危険性がある¹⁾。上腕動脈アプローチによる脳血管内治療もしばしば施行されているが，術後の穿刺部位圧迫による前腕痛や感覚障害，穿刺部血腫形成による正中神経麻痺や上腕動脈閉塞による前腕阻血の可能性を常に伴う¹⁾。こうした患者の負担，合併症の可能性を軽減するため，当院では右橈骨動脈アプローチによる脳血管内治療を第一選択として実施している。本報では，その手技の詳細および治療成績について報告する。

「対象と方法」

本研究は院内倫理審査委員会により認可されている。2016年9月から2017年6月までに当施設において前方循環病変に対して右橈骨動脈アプローチにより脳血管内治療を施行した症例を対象とした。guiding systemは6Fr guiding sheathを使用し、標的側の総頸動脈に誘導した。標的側の総頸動脈の形態、大動脈弓の形態、使用デバイス、総頸動脈へのguiding sheathの誘導方法、穿刺部止血方法、治療成績（治療成功率、周術期合併症および穿刺部合併症）について後方視的に検討した。対象となった症例あるいはその家族から、術前に治療に関するインフォームドコンセントを文書で得ている。

破裂脳動脈瘤例を除く全例で、アスピリン 100 mg/day およびクロピドグレル 75 mg/day を術 7 日前より投与した。破裂脳動脈瘤例では周術期に抗血小板薬の投与は行わなかった。全例で全身麻酔下に脳血管内治療を行った。6Fr guiding sheath の留置に合わせて、ヘパリンの静脈内投与により activated clotting time を 250 秒以上に維持した。1. 術

前評価

- (1)右橈骨動脈の拍動が確認される。
- (2)術前に Allen test を行い、手掌における橈骨動脈領域への側副血行が確認される。
- (3)右橈骨動脈穿刺による術前診断脳血管撮影時に、橈骨動脈から上腕動脈にかけて著しい屈曲蛇行、橈骨動脈の低形成、radioulnar loop が無いことが確認される。
- (4)術前に Three-dimensional computed tomography angiography (3D-CTA) または Volume rendering magnetic resonance angiography

(volume rendering MRA)にて大腿動脈から大動脈弓，腕頭動脈，両側総頸動脈近位部，両側鎖骨下動脈，両側腋窩動脈まで撮影し，以下について確認する．

(a)アクセスルート（右腋窩動脈から腕頭動脈，大動脈弓，標的側の総頸動脈近位部）に著しい蛇行屈曲，重度狭窄や閉塞がないこと．

(b)上行大動脈や大動脈弓に著しい動脈硬化や大動脈解離，大動脈瘤がないこと．

以上(1)-(4)の条件を満たした際に，右橈骨動脈アプローチによる脳血管内治療を選択した．標的血管が右総頸動脈の場合は，CTAまたはvolume rendering MRAにて右鎖骨下動脈近位部と右総頸動脈近位部を左前斜位 60度にて観察し，同部位が α 型を呈す (Fig. 1A；以下，

“carotid-subclavian α ”と呼ぶ)か否かを把握した．

大動脈弓の形態は，Criadoの分類を用いて評価した²⁾．すなわち，Type I archは大動脈弓頂部と腕頭動脈分岐部の高さの差が総頸動脈径に収まっているもの，Type II archは高さの差が総頸動脈径を超えるが，その2倍以内に収まっているもの，Type III archは高さの差が総頸動脈径の2倍以上のものと定義した．

標的血管が右総頸動脈の場合，carotid-subclavian α を認めた時は α groupに分類し， α group以外はnon- α group (Fig. 1B)に分類した．

標的血管が左総頸動脈の場合，bovine aortic arch (BAA)を有す時はBAA group (Fig. 1C)に分類し，BAA group以外はnon-BAA group

(Fig. 1D)に分類した．

2. 使用した 6Fr guiding sheath (Fig. 2)

6Fr guiding sheath は先端形状が modified Simmonds type (6Fr Axcelguide STIFF-J-1 90 cm; メディキット, 東京, 日本: 以下, 6Fr modified Simmonds guiding sheath)³⁾ または straight type (6Fr Axcelguide STA 90 cm; メディキット, 東京, 日本: 以下, 6Fr straight guiding sheath) を使用した. 6Fr modified Simmonds guiding sheath は内径 0.088 inch, 外径 0.105 inch の guiding sheath であり, modified Simmonds type の遠位端 (8 cm) を有する. この 6Fr modified Simmonds guiding sheath には coaxial catheter (6Fr, 先端形状 SY-2, 125 cm: 以下, 6Fr SY2) とダイレータが付属している.

3. 6Fr guiding sheath の総頸動脈への誘導方法

α group または BAA group に対しては, “push-in” technique によって 6Fr modified Simmonds guiding sheath または 6Fr straight guiding sheath を誘導した. non- α group または non-BAA group に対しては, 6Fr modified Simmonds guiding sheath を使用し, まず “pull-back” technique にて誘導を試み, 誘導困難であった場合は push-in technique に変更した. 始めに 6Fr guiding sheath の血管内への誘導方法を示し, 引き続き push-in technique と pull-back technique について説明する.

(1) 6Fr guiding sheath の血管内への誘導方法

4Fr ショートシースを右橈骨動脈に留置する. 0.035-inch standard-type guidewire (ラジフォーカスガイドワイヤーMスタンダードタイプ 0.035 inch 150 cm; テルモ, 東京, 日本) を用いて, 4Fr catheter を上行大動脈内に誘導し, 0.035-inch standard-type guidewire を抜去する. 4Fr catheter 内に 0.035-inch stiff-type guidewire (ラジフォー

カスガイドワイヤーMステイフタイプ 0.035 inch 300 cm；テルモ，東京，日本）を挿入し，4Fr catheter，4Fr ショートシースを抜去する．付属のダイレータを装着した 6Fr guiding sheath を右鎖骨下動脈近位部まで誘導し，ダイレータと 0.035-inch stiff-type guidewire を抜去する．

(2a) Push-in technique (Fig.3)

push-in technique とは，coaxial catheter と 0.035-inch guidewire を総頸動脈または外頸動脈に誘導し，右鎖骨下動脈に誘導した 6Fr guiding sheath を追従させ，総頸動脈に誘導する方法をいう．6Fr modified Simmonds guiding sheath の場合は，6F SY2 を coaxial catheter に用いて，これを標的側の総頸動脈または外頸動脈に誘導し，6Fr modified Simmonds guiding sheath の先端屈曲部まで総頸動脈に追従させ誘導した．6Fr straight guiding sheath の場合は，6Fr coaxial catheter (6Fr セルリアン DD6 113 cm；メディキット，東京，日本)，4Fr coaxial catheter (4Fr セルリアン G 133 cm；メディキット，東京，日本) を総頸動脈または外頸動脈に先行させ，6Fr straight guiding sheath を追従させることで誘導した．

(2b) Pull-back technique (Fig.4)

pull-back technique とは，6Fr modified Simmonds guiding sheath の先端を標的血管入口部にカニューレションし，6Fr modified Simmonds guiding sheath を引き抜くことによって誘導する方法である．pull-back technique を行うためには，まず 6Fr modified Simmonds guiding sheath を上行大動脈内で反転させる必要があり，以下のように行っている．右鎖骨下動脈に誘導した 6Fr modified

Simmonds guiding sheath に 6Fr SY2 を挿入し， 0.035-inch standard-type guidewire を用いて， 6Fr SY2 を上行大動脈内で反転させる． 6Fr SY2 を引き上げて先端を下行大動脈へ誘導し， 0.035-inch standard-type guidewire とともに十分に下行大動脈まで進める． 0.035-inch standard-type guidewire を 0.035-inch stiff-type guidewire に交換し， 下行大動脈まで進めた 6Fr SY2 と 0.035-inch stiff-type guidewire に追従させて， 6Fr modified Simmonds guiding sheath 先端を大動脈弓遠位まで進める． 0.035-inch stiff-type guidewire と 6Fr SY2 を 6Fr modified Simmonds guiding sheath 先端屈曲部より近位まで引き抜いてから， 6Fr modified Simmonds guiding sheath を上行大動脈内に押し落とすと， U字型の遠位端を形成することができる． 先端部分が反転した 6Fr modified Simmonds guiding sheath を標的血管が左総頸動脈の場合は左総頸動脈入口部に， 右総頸動脈の場合は腕頭動脈入口部に直接カニューレションし， 続いて pull-back technique を以下のように行う． roadmap を作成し， 頸動脈に狭窄が存在する場合には， 以下の操作において狭窄部にカテーテル先端や guidewire が接触しないように注意する． ledge effect を軽減させるため 6Fr modified Simmonds guiding sheath 内に 5Fr coaxial catheter (5Fr セルリアン G 123 cm; メディキット， 東京， 日本) または 4.2Fr coaxial catheter (4.2Fr ASAHI FUBUKI 130 cm; 朝日インテック， 東京， 日本) と 0.035-inch standard-type guidewire を挿入し， 左総頸動脈または右総頸動脈まで進める． 6Fr modified Simmonds guiding sheath の捻れを戻しながら引き抜き， 総頸動脈への誘導を完了する． この際に， guiding sheath を引き抜くに従い coaxial catheter が遠位に移動するため，

guiding sheath に対して coaxial catheter をさらに引き抜きながら guiding sheath の留置を完了する。

4. 穿刺部止血方法

右橈骨動脈穿刺部は，止血用押圧器具にて止血した．止血用押圧器具は，術者の preference により，アダプティ（メディキット，東京，日本），ブリードセーフ（メディキット，東京，日本），とめ太くん（ゼオンメディカル，東京，日本），TR バンド（テルモ，東京，日本）の中から選択した．穿刺部を止血用押圧器具にて圧迫開始後，4-6 時間かけて段階的に減圧した．止血に際してシーネ固定は行わず，安静度に制限を設けなかった．

5. 合併症

guiding sheath 誘導後に生じた脳塞栓症，30 日以内の脳卒中および死亡を周術期合併症とした．前者については，総頸動脈に 6Fr guiding sheath を留置直後に頭蓋内血管撮影を行い，脳塞栓症の有無を確認した．後者については，術後 30 日以内の画像所見で新規病巣を認め，かつ相応の神経症状が 24 時間以上持続するものと定義した．症候性橈骨動脈閉塞あるいは穿刺部血腫や仮性動脈瘤等でヘモグロビン 2 g/dL 以上の低下を来したものや輸血、外科治療を要したものを穿刺部合併症とした．退院直前に触診で橈骨動脈の拍動を確認し，消失または術前および対側と比較して減弱したものを橈骨動脈閉塞とした．

「結果」(Table 1)

本研究期間に 121 例に対して脳血管内治療が実施された．6Fr guiding sheath を使用して脳血管内治療を施行した前方循環病変は 70 例あり，

そのうち右橈骨動脈アプローチにて治療を施行した連続 20 例 (28.6%) を対象とした。右橈骨動脈アプローチを選択しなかった症例は、全例で大腿動脈アプローチにて治療が施行された。右橈骨動脈アプローチを選択しなかった理由として、右橈骨動脈の拍動を認めなかった症例が 1 例 (2%)、Allen test における橈骨動脈領域への側副血行不良例が 2 例 (4%)、アプローチルートに問題があった症例が 4 例 (8%)、術前画像評価が不十分であった症例が 43 例 (86%) であった。対象症例の平均年齢は 71.8 歳、男性は 12 例 (60%) であった。脳血管内治療は、頸動脈ステント留置術が 11 例、脳動脈瘤コイル塞栓術が 9 例であった。頸動脈ステント留置術が行われた 11 例のうち、6 例が症候性病変、5 例が無症候性病変であった。全例で Carotid Guardwire による distal balloon protection 下に PRECISE Pro RX (Cordis, Miami, FL, USA) を使用したステント留置術が施行された。脳動脈瘤コイル塞栓術が行われた 9 例のうち、8 例が未破裂脳動脈瘤、1 例が破裂脳動脈瘤であった。simple technique が 2 例、double catheter technique が 5 例、stent-assisted technique が 2 例で施行された。標的総頸動脈は、 α group が 6 例 (30%)、non- α group が 7 例 (35%)、BAA group が 1 例 (5%)、non-BAA group が 6 例 (30%) であった。大動脈弓の形態は、Type I arch が 3 例 (15%; α group 2/6 例, non-BAA group 1/6 例)、Type II arch が 10 例 (50%; α group 3/6 例, non- α group 4/7 例, BAA group 1/1 例, non-BAA group 2/6 例)、Type III arch が 7 例 (35%; α group 1/6 例, non- α group 3/7 例, non-BAA group 3/6 例) であった。使用した 6Fr guiding sheath は、6Fr modified Simmonds guiding sheath が 18 例 (90%; α group 5/6 例, non- α

group 7/7 例, non-BAA group 6/6 例), 6Fr straight guiding sheath が 2 例 (10%; α group 1/6 例, BAA group 1/1 例) であった. 総頸動脈への挿入方法は, α group では push-in technique が 6/6 例, non- α group では pull-back technique が 6/7 例, pull-back technique から push-in technique に変更したものが 1/7 例であった. BAA group では push-in technique が 1/1 例, non-BAA group では pull-back technique が 5/6 例, pull-back technique から push-in technique に変更したものが 1/6 例であった. 総頸動脈に 6Fr guiding sheath を誘導する際に, guiding sheath の操作性に問題が生じた症例はなく, 全例で総頸動脈に 6Fr guiding sheath を誘導することが可能であった. 止血方法はアダプティが 9 例 (45%), とめ太くんが 8 例 (40%), ブリードセーフが 2 例 (10%), TR バンドが 1 例 (5%) であった. 1 例で無症候性橈骨動脈閉塞を来したが, 穿刺部合併症は認めなかった. 周術期合併症はなく, 全例で脳血管内治療を完遂することができた.

症例提示

(1) 症例 14 (Fig.5) : α group, Type II arch

両側傍前床突起内頸動脈瘤あり, 右側に対してはクリッピング術が施行され, 左側に対してはコイル塞栓術が施行されている. クリッピング術後に右内頸動脈瘤が増大傾向あり (最大径 17 mm), stent-assisted technique によるコイル塞栓術を行う方針となった. volume rendering MRA にて carotid-subclavian α を認めた. 全身麻酔下に右橈骨動脈アプローチにより, 6Fr straight guiding sheath を push-in technique にて右総頸動脈に誘導した. 6Fr straight guiding sheath 内に 6Fr catheter (6Fr セルリアン DD6 113 cm), 4Fr catheter (4Fr セルリアン

ン G 133 cm) を挿入し, 6Fr catheter を右内頸動脈錐体部に誘導し, 4Fr catheter を抜去した. Excelsior XT-17 (Stryker, Minneapolis, MN USA) を動脈瘤内に誘導し, 新たに Excelsior XT-17 を使用して, Neuroform Atlas 4.5 mm×21 mm (Stryker, Minneapolis, MN USA) を母血管に展開し, Excelsior XT-17 を transcell technique にて動脈瘤内に誘導し, コイル塞栓術を施行した. 動脈瘤は complete occlusion に至り, 手技を終了とした.

術後, 周術期合併症や穿刺部合併症なく経過した. 術後 3 ヶ月時に脳血管撮影検査を行い, coil compaction を認めず, 経過は良好である.

(2) 症例 4 (Fig.6) : non-BAA group, Type III arch

無症候性左頸部内頸動脈狭窄 (NASCET 90%) に対して, 頸動脈ステント留置術を行った. 全身麻酔下に右橈骨動脈アプローチにより, 6Fr modified Simmonds guiding sheath を pull-back technique にて左総頸動脈に誘導した. Carotid Guardwire を挿入して病変を通過し, 内頸動脈遠位部に誘導し 5.5 mm で inflation した. 撮影にて内頸動脈の遮断を確認し, distal balloon protection 下に前拡張, PRECISE Pro RX 9 mm×40 mm の留置, 後拡張, debris の吸引を施行した. ステント内にプラークの突出を認めたため, PRECISE Pro RX 9 mm×40 mm にて stent in stent を行った. 右橈骨動脈穿刺部は止血用押圧器具 (とめ太くん) にて止血した.

術後, 周術期合併症や穿刺部合併症なく経過良好であった. 術後 12 ヶ月の頸部超音波検査では, ステントを介した血流は良好に保たれている.

「考察」

橈骨動脈アプローチについての報告は1989年の冠動脈造影の報告が最初と思われ⁴⁾、2000年に橈骨動脈アプローチによる脳血管撮影法が報告された⁵⁾。2002年に腹部大動脈閉塞合併症例に対する橈骨動脈アプローチによる頸動脈ステント留置術について報告され⁶⁾、その後いくつかの報告がみられるが概ね高い成功率(80-100%)であり、とくに右側病変に対して高い成功率が報告されている⁷⁻¹²⁾。しかし、左側病変に対しては左総頸動脈の分岐角度によりguiding systemが大動脈方向に引き込まれ誘導不能となったり、guiding systemの不安定性のため手技中に脱落したりする危険性が報告されている^{10,12)}。今回我々は、右橈骨動脈アプローチにより標的血管の左右に関わらず、全例で6Fr guiding sheathを総頸動脈に誘導することができ、周術期合併症を来すことなく脳血管内治療を完遂することができた。その理由として、術前に全例で3D-CTAまたはvolume rendering MRAや脳血管撮影によるアクセスルート解剖学的な評価を行ったことが挙げられる。 α groupでは右鎖骨下動脈と右総頸動脈の移行部が緩やかな曲線であり、BAA groupでは腕頭動脈から左総頸動脈への分岐角度が鈍となるため、6Fr guiding sheathの先端形状に関わらずpush-in techniqueによって誘導しやすい。さらに、guiding sheathの屈曲部分で狭窄を来しにくいため、右橈骨動脈アプローチが適していると考えられる。6Fr modified Simmonds guiding sheathはその先端形状のために総頸動脈留置時に先端位置が既定されるため、6Fr guiding sheathをより遠位に留置させたい時にはstraight typeを選択し、それ以外はmodified Simmonds typeを選択した。non- α groupやnon-BAA groupの場合には、6Fr modified Simmonds

guiding sheath が有効である. non- α group や non-BAA group の場合に, 先端形状が straight type の guiding system を通常の coaxial technique で留置を試みた場合, 誘導が困難であったり, guiding system の屈曲部で狭窄が生じたり, デバイス通過時に guiding system が大動脈内に滑落することが危惧される. しかし, 6Fr modified Simmonds guiding sheath を用いれば, その先端形状のため guiding sheath の屈曲部分で狭窄を来しにくく, かつ安定した術中操作が可能となる. 6Fr modified Simmonds guiding sheath は上行大動脈内で先端部分を反転させることができれば, pull-back technique にて総頸動脈に誘導することができる. 一方, pull-back technique を使用した際に注意すべき点があり, 以下に述べる.

1) 大動脈弓が Type I arch の場合, 6Fr modified Simmonds guiding sheath の先端部分を上行大動脈内で反転させることが困難な場合がある. 従って, Type I arch を有す non- α group や non-BAA group では, 大腿動脈アプローチを検討する必要がある. 一方, 大腿動脈アプローチが困難な可能性のある Type II arch や Type III arch は, 6Fr modified Simmonds guiding sheath の先端部分の反転が容易であり, pull-back technique のよい適応と考えられる.

2) pull-back technique にて右総頸動脈に 6Fr modified Simmonds guiding sheath を留置時に, 右鎖骨下動脈に対する右総頸動脈の分岐が急峻な場合, guiding sheath 屈曲部で狭窄が生じる可能性がある. この狭窄は, 6Fr および 4Fr coaxial catheter を挿入することにより解除することができるが, この狭窄を防ぐために 6Fr modified Simmonds

guiding sheath 内に 6Fr および 4Fr coaxial catheter を挿入して誘導した方がよい。

Kiemeneij らは 900 例の経皮的冠動脈形成術を経橈骨，経上腕，経大腿動脈の 3 群に無作為に分け，いずれも 6Fr sheath を使用し，アプローチ別の合併症率を検討している¹⁾。主なアクセスルートの合併症は穿刺部の多量の皮下血腫，正中神経麻痺，仮性動脈瘤形成，前腕虚血，コンパートメント症候群などであるが，経上腕動脈経由の 2.3%，経大腿動脈経由の 2.0% に認められた。これに対し，経橈骨動脈経由の場合，無症候性の橈骨動脈拍動消失を 3 例に認めたものの合併症は 0% であったと報告しており，橈骨動脈アプローチの高い安全性を強調している。経橈骨動脈が経上腕動脈に比べ合併症が少ないのは，橈骨遠位部は軟部組織が少なく，圧迫止血が比較的容易であるからと推測される。これに対し上腕肘部は軟部組織が多く，肘を少しでも屈曲させると圧迫が不十分となり血腫を形成しやすいためと考えられる。我々も，全例で穿刺部合併症を来すことなく安全に治療を行うことができた。

橈骨動脈アプローチの特有の問題点として，橈骨動脈の血管攣縮，前腕虚血，極度の穿刺部や前腕部痛，解剖学的な特性による guiding sheath の操作性の低下が挙げられる¹³⁾。血管攣縮や疼痛に対しては 50% 硝酸イソソルビドの動脈内投与により改善が得られたとする報告¹⁴⁾や静脈麻酔薬による鎮静で対処したとする報告¹²⁾がある。我々は全身麻酔下に治療を行うことによって疼痛に関する問題を解決し，操作性の低下も認めなかった。解剖学的因子として，橈骨動脈の低形成 (1.7%)，狭窄 (1.7%)，蛇行 (5.2%)，破格として radioulnar loop の存在 (0.9%) に注意が必要であり¹⁵⁾，我々は術前血管撮影にてこれらの存在を否定し

た上で、術中に右第一指にパルスオキシメーターを装着し拍動があることを確認している。

脳血管内治療では、大腿動脈アプローチが一般的であり、橈骨動脈アプローチは大腿動脈アプローチが困難な症例における代替療法として位置付けられてきた¹³⁾。しかし、今回の結果から、guiding systemやその誘導方法を適切に選択すれば、右橈骨動脈アプローチにおいても総頸動脈に安定したguiding systemを構築することが可能であった。よって、前方循環病変に対する脳血管内治療において、右橈骨動脈アプローチは有用性が高くかつ安全な方法と考えられ、大腿動脈アプローチと同等に積極的に検討する価値のある方法と考える。本研究では、前方循環病変のうち右橈骨動脈アプローチを選択したのは僅か28.6%であったが、その理由の大多数は術前画像評価が不十分なことが原因であった。よって、実際にはより多くの症例に対して右橈骨動脈アプローチを適応できる可能性があると考えられる。

限界として、本研究で定義したcarotid-subclavian α は定性的な評価であるため、評価者によってその判定が一定しない可能性がある。本研究では、対象に若年者が含まれておらず、また症例数が限られていることから、6Fr guiding sheathの総頸動脈への誘導が困難な症例の存在も考えられ、今後も症例の蓄積と再評価を行う必要があると考える。本法は複数のguidewireを必要とするため、従来の大腿動脈アプローチと比較するとコストを要す可能性がある。大動脈弓における動脈硬化が強い症例においては、6Fr modified Simmonds guiding sheathを大動脈内で操作する際に塞栓症や血管損傷を来す可能性があるため、大動脈弓の術前評価が必須であることを強調しておく。

「結語」

前方循環病変に対する脳血管内治療において，全身麻酔下での 6Fr guiding sheath を使用した右橈骨動脈アプローチは，術前のアクセスルートや大動脈弓の解剖学的特徴の把握と，guiding system や誘導方法の適切な選択により，臨床上有用かつ安全なアプローチ方法と考えられる。

本論文に関して，開示すべき利益相反状態は存在しない。

References:

1. Kiemeneij F, Laarman GJ, Odekerken D, et al: A randomised comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: the access study. J Am Coll Cardiol 1997; 29: 1269-1275.
2. Criado FJ: Mastering carotid intervention. Endovascular Today 2003; 9: 65-68.
3. Kobayashi E: Brush-up Seminar of Neuroendovascular Therapy 2017. Diagnosis and Treatment, Ltd., Tokyo, 2018, 16-21. (in Japanese)
4. Campeau L: Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. Cathet Cardiovasc Diagn 1989; 16: 3-7.
5. Matsumoto Y, Hokama M, Nagashima H, et al: bTransradial approach for selective cerebral angiography:

- Technical note. *Neurol Res* 2000; 22: 605-608.
6. Yoo BS, Lee SH, Kim JY, et al: A case of transradial carotid stenting in a patient with total occlusion of distal abdominal aorta. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002; 56: 243-245.
 7. Bakoyiannis C, Economopoulos KP, Georgopoulos S, et al: Transradial access for carotid artery stenting: a single center experience. *Int Angiol* 2010; 29: 41-46.
 8. Folmar J, Sachar R, Mann T: Transradial approach for carotid artery stenting: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 69: 355-361.
 9. Levy EI, Kim SH, Bendok BR, et al: Transradial stenting of the cervical internal carotid artery: technical case report. *Neurosurgery* 2003; 53: 448-451.
 10. Mendiz OA, Sampaolesi AH, Londero HF, et al: Initial experience with transradial access for carotid artery stenting. *Vasc Endovascular Surg* 2011; 45: 499-503.
 11. Patel T, Shah S, Ranjan A, et al: Contralateral transradial approach for carotid artery stenting: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010; 75: 268-275.
 12. Pinter L, Cagiannos C, Ruzsa Z, et al: Report on initial experience with transradial access for carotid artery stenting. *J Vasc Surg* 2007; 45: 1136-1141.
 13. Hayakawa M, Takigawa T, Kamiya Y, et al: Carotid artery stenting via transradial approach: a single-center experience.

JNET 2012; 6: 16-24.

14. Haraguchi K, Toyama K, Nagai M, et al: A transradial approach for carotid artery stenting. JNET 2012; 6: 209-213.
15. Yokoyama N, Takeshita S, Ochiai M, et al: Anatomic variations of the radial artery in patient undergoing transradial coronary intervention. Catheter Cardiovasc Interv 2000; 49: 357-362.

Figure Legends:

Fig.1 Three-dimensional rotational angiography (3D-CTA) による総頸動脈の分類

A : α group の典型的な 3D-CTA 左前斜位像．右鎖骨下動脈から右総頸動脈にかけて α 型（白矢印）となっている（carotid-subclavian α ）．

B : non- α group の典型的な 3D-CTA 左前斜位像．右鎖骨下動脈から右総頸動脈への移行部（白矢印）は急峻である．

C : BAA group の典型的な 3D-CTA. 左総頸動脈が腕頭動脈から分岐する（白矢印）破格．

D : non-BAA group の典型的な 3D-CTA. 左総頸動脈は大動脈弓から直接分岐（白矢印）している．

Fig.2

上 : 6Fr straight guiding sheath (6Fr Axcelguide STA 90 cm ; メディキット, 東京, 日本) .

下：6Fr modified Simmonds guiding sheath (6Fr Axcelguide STIFF-J-1 90 cm；メディキット，東京，日本)．上腕動脈アプローチまたは橈骨動脈アプローチ用 guiding sheath である．6Fr 内径 (0.088 inch) を有し，先端は modified Simmonds type (8.0 cm) となっている．

Fig.3 push-in technique の方法 (上段： α group, 下段：BAA group)

A：右鎖骨下動脈に 6Fr guiding sheath を誘導する．

B：guidewire と coaxial catheter を右総頸動脈または外頸動脈に先行させ，6Fr guiding sheath を追従させる．

C：guidewire と coaxial catheter を抜去する．

D：右鎖骨下動脈に 6Fr guiding sheath を誘導する．

E：guidewire と coaxial catheter を左総頸動脈または外頸動脈に誘導し，6Fr guiding sheath を追従させる．

F：guidewire と coaxial catheter を抜去する．

Fig.4 pull-back technique の方法 (上段：6Fr modified Simmonds catheter の上行大動脈内での反転方法，左下：non- α group の場合，右下：non-BAA group の場合)

A：6Fr modified Simmonds guiding sheath を右鎖骨下動脈に誘導する．

B：6Fr coaxial catheter を下行大動脈に誘導し，stiff-type guidewire を挿入する．6Fr modified Simmonds guiding sheath を追従させる．

C : 6Fr modified Simmonds guiding sheath 先端を大動脈弓遠位に進める.

D : guidewire と 6Fr coaxial catheter を 6Fr modified Simmonds guiding sheath 先端屈曲部より近位まで引き抜く.

E : 6Fr modified Simmonds guiding sheath を上行大動脈内に押し落とす.

F : 6Fr modified Simmonds guiding sheath 先端が上行大動脈内で反転する.

G : 6Fr modified Simmonds guiding sheath を腕頭動脈に直接カニューレーションする.

H : 5Fr coaxial catheter と guidewire を右総頸動脈に誘導する. 6Fr modified Simmonds guiding sheath の捻れを戻しながら引き抜く.

I : 6Fr modified Simmonds guiding sheath が右総頸動脈に誘導される.

J : 5Fr coaxial catheter, guidewire を抜去する.

K : 6Fr modified Simmonds guiding sheath を左総頸動脈に直接カニューレーションする.

L : 5Fr coaxial catheter と guidewire を左総頸動脈に誘導する. 6Fr modified Simmonds guiding sheath の捻れを戻しながら引き抜く.

M : 6Fr modified Simmonds guiding sheath が左総頸動脈に誘導される.

N : 5Fr coaxial catheter, guidewire を抜去する.

Fig.5 症例 14：未破裂右内頸動脈瘤に対するステント併用コイル塞栓術

A：術前 volume rendering magnetic resonance angiography 左前斜位像． carotid-subclavian α （白矢印）を認めたため， 6Fr straight guiding sheath を用いた push-in technique を選択した．

B：術中左前斜位像． 6Fr straight guiding sheath（黒矢頭）内に 6Fr coaxial catheter（白矢頭）， 4Fr coaxial catheter（黒矢印）を挿入し，これを guidewire（白矢印）とともに右総頸動脈に誘導した．

C：術中右前斜位像． 6Fr straight guiding sheath（黒矢頭）を右総頸動脈に誘導した．

D：コイル塞栓術前後における working angle での撮影（左：術前，右術後）． 術後， complete occlusion が確認された．

Fig.6 症例 4：無症候性左頸部内頸動脈狭窄に対するステント留置術

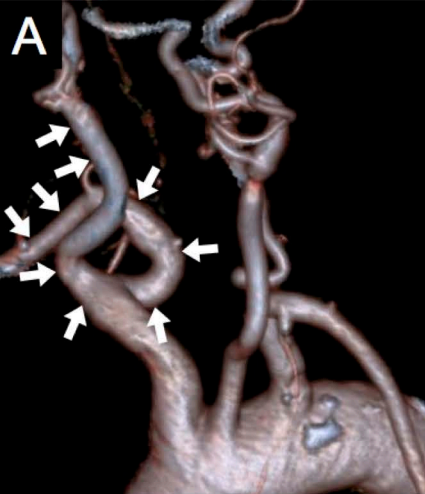
A：術前 Three-dimensional rotational angiography. non-BAA group であり， 6Fr modified Simmonds guiding sheath を用いた pull-back technique を選択した．

B：術中正面像． 6Fr modified Simmonds guiding sheath（黒矢頭）を左総頸動脈入口部に直接カニューレションした． 5Fr coaxial catheter（黒矢印）， guidewire（白矢印）を総頸動脈に誘導した．

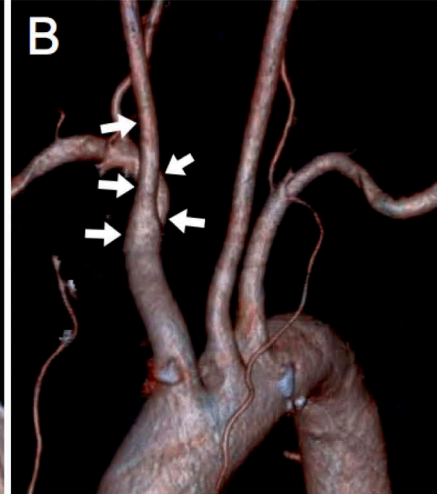
C：6Fr modified Simmonds guiding sheath の捻れを戻しながら引き抜き， 5Fr coaxial catheter， guidewire を抜去して， 6Fr modified Simmonds guiding sheath（黒矢頭）を左総頸動脈に留置した．

D：術前後の側面像（左：術前，右術後）． 良好な拡張が得られた．

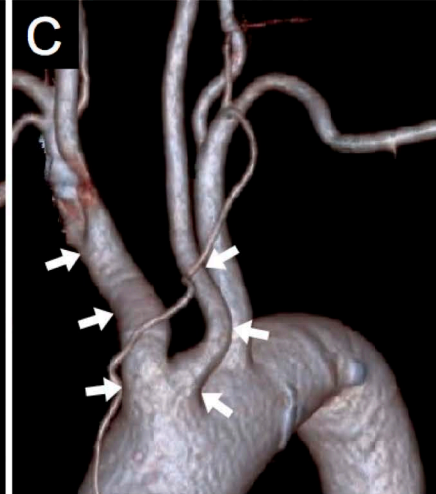
Table 1: Patients' demographics and intraoperative findings
Simmonds: 6Fr modified Simmonds guiding sheath; Straight: 6Fr
straight guiding sheath; CAS: carotid artery stenting; coil
embolization; coil embolization of intracranial aneurysm



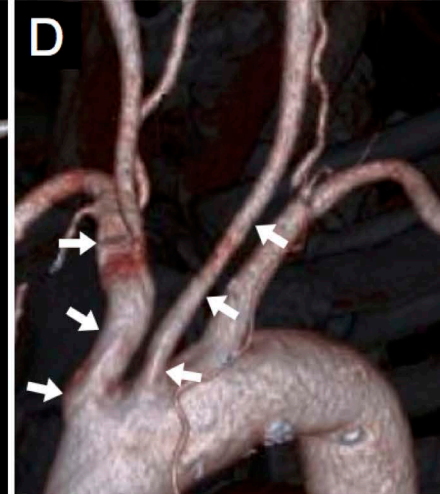
α



non- α



BAA

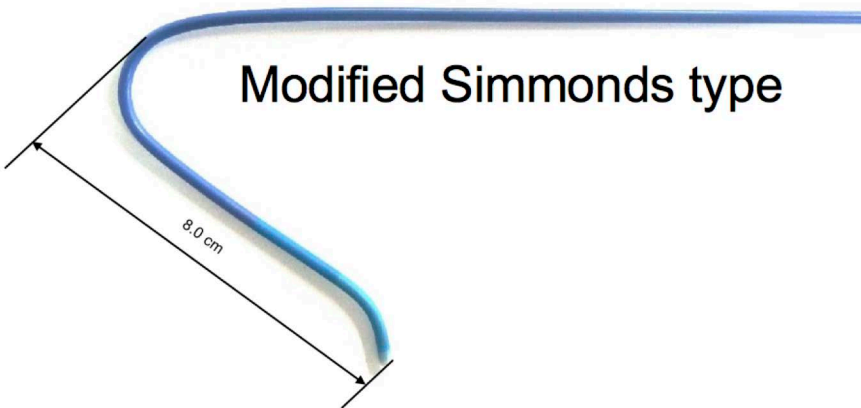


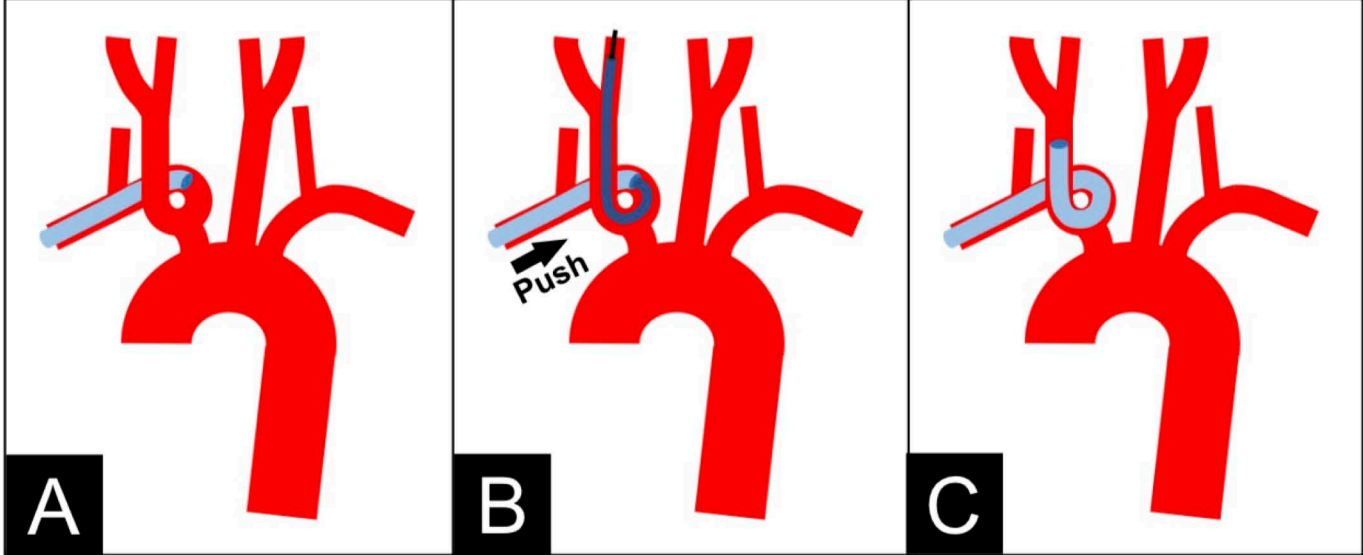
non-BAA

Straight type

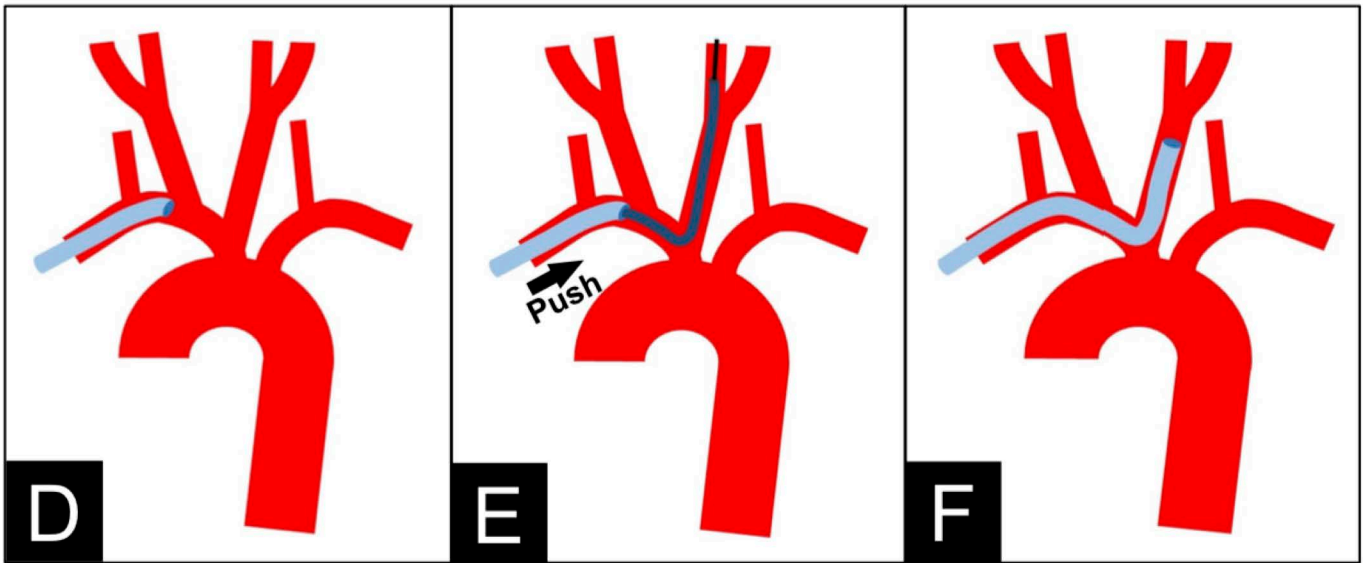


Modified Simmonds type

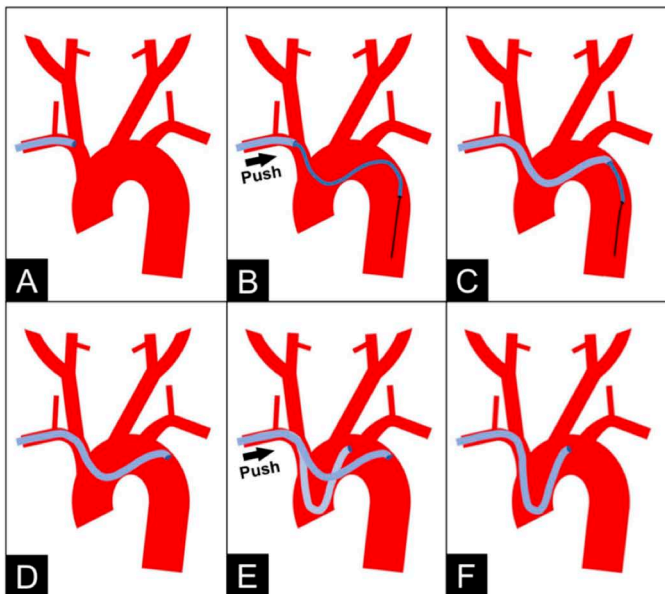




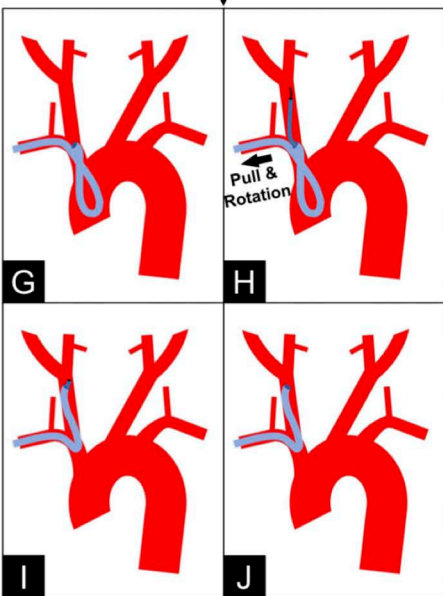
α



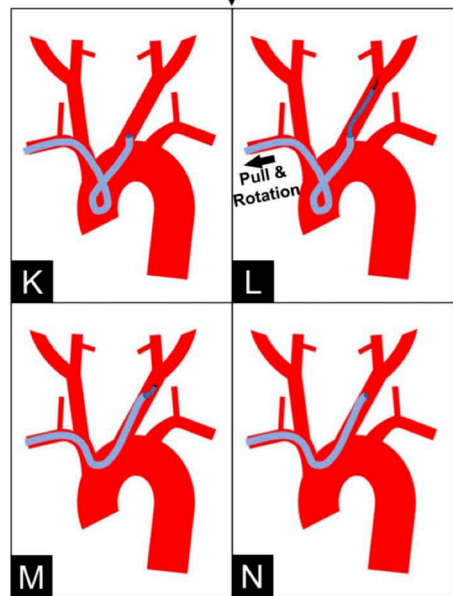
BAA



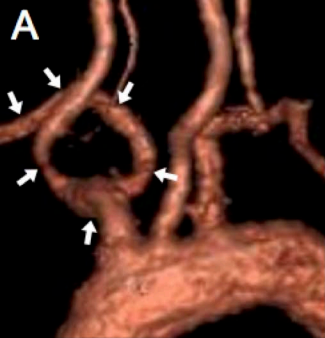
Push & Rotation



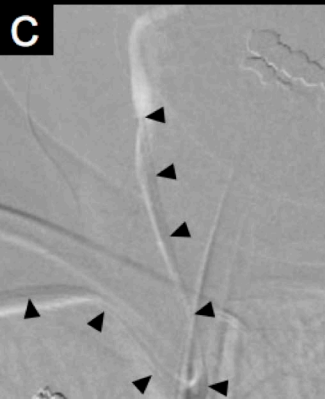
non- α



non-BAA

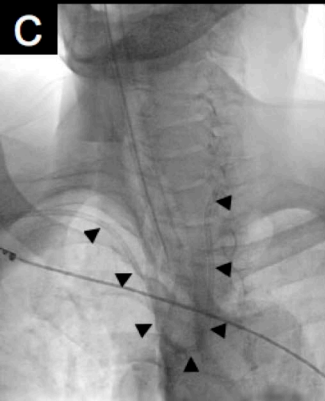
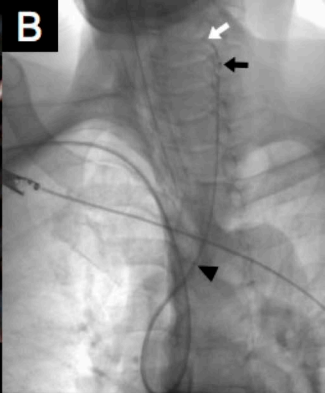


α





non-BAA



Case	Age (y)	Sex	Target carotid artery	Aortic arch	6Fr guiding sheath	Induction technique	Procedure
1	78	F	α	III	Simmonds	Pull-back	CAS
2	52	F	α	I	Simmonds	Push-in	Coil embolization
3	77	F	non-α	II	Simmonds	Pull-back	Coil embolization
4	67	M	non-BAA	III	Simmonds	Pull-back	CAS
5	84	M	non-BAA	III	Simmonds	Pull-back	CAS
6	81	M	α	II	Simmonds	Push-in	CAS
7	73	F	non-α	III	Simmonds	Pull-back	Coil embolization
8	58	F	non-BAA	I	Simmonds	Pull-back then push-in	Coil embolization
9	81	M	α	II	Simmonds	Push-in	CAS
10	77	F	non-BAA	III	Simmonds	Pull-back	Coil embolization
11	83	M	non-α	III	Simmonds	Pull-back	CAS
12	64	M	non-α	II	Simmonds	Pull-back	Coil embolization
13	89	M	non-α	III	Simmonds	Pull-back then push-in	CAS
14	58	F	α	II	Straight	Push-in	Coil embolization
15	70	M	non-α	II	Simmonds	Pull-back	CAS
16	79	M	non-α	II	Simmonds	Pull-back	CAS
17	77	M	non-BAA	II	Simmonds	Pull-back	CAS
18	53	M	α	I	Simmonds	Push-in	Coil embolization
19	67	F	non-BAA	II	Simmonds	Pull-back	Coil embolization
20	67	M	BAA	II	Straight	Push-in	CAS