

原著

タイトル：脳動脈瘤コイル塞栓術における TACTICS を用いた adjunctive technique の有用性

著者名：高原 正樹¹⁾，福田 健治¹⁾，河野 大¹⁾，吉永 進太郎¹⁾，福本博順¹⁾，堀尾 欣伸¹⁾，岩朝 光利¹⁾²⁾，井上 亨¹⁾

所属：1)福岡大学医学部脳神経外科 2)福岡大学医学部救命救急医学講座

連絡先：福田健治＝福岡大学医学部脳神経外科(〒814-0180 福岡市城南区七隈7-45-1)

Tel: +81-92-801-1011; Fax: +81-92-865-9901; E-mail: kefukuda@fukuoka-u.ac.jp

キーワード：TACTICS, adjunctive technique, coil embolization

宣言：本論文を，日本脳神経血管内治療学会機関紙 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，国内外の多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。

要旨

目的:脳動脈瘤コイル塞栓術における distal access catheter (DAC)である 3.4Fr TACTICS を用いた adjunctive technique の有用性を報告する.

方法:2018年10月から2019年5月までの期間で,脳動脈瘤コイル塞栓術を施行した連続症例のうち,TACTICS を使用し adjunctive technique で治療を行った症例に関して後方視的検討を行った.

結果:脳動脈瘤コイル塞栓術を施行したのは51患者64脳動脈瘤であった.そのうちTACTICS を使用し adjunctive technique で治療を行ったのは15患者,18脳動脈瘤(破裂脳動脈瘤4例,未破裂脳動脈瘤14例)であった.塞栓術の方法はdouble catheter technique (DCT)5例, stent assisted coiling (SAT)7例, DCT + SAC1例, balloon assisted technique (BAT)5例であった.脳動脈瘤の部位は前交通動脈瘤3例,前大脳動脈遠位部脳動脈瘤1例,中大脳動脈瘤5例,内頸動脈瘤6例,脳底動脈瘤1例,椎骨動脈瘤2例であった.TACTICS は容易に内頸動脈や椎骨動脈の遠位部まで誘導することが可能であった.全例でマイクロカテーテルの誘導やコイル留置,ステントの展開の操作性が向上し,治療を完遂できた.TACTICS の使用に伴う合併症は認めなかった.

結論:TACTICS はこれまでのDACと比較しても容易に遠位血管へ誘導することが可能であった.特に,DCT,SACでは適切なマイクロカテーテルの操作性が求められるため,TACTICS は有用であると考ええる.

緒言

脳動脈瘤コイル塞栓術ではマイクロカテーテルの安定化が重要であり，そのサポート力を上げるために **distal access catheter (DAC)** が使用されるが，DAC の種類によっては適切な部位まで誘導し留置することが困難なこともしばしば経験する．我々は近位血管の屈曲蛇行が強い場合や遠位血管まで DAC を誘導したい時に **3.4Fr TACTICS** (テクノクラートコーポレーション，愛知) を使用しており，**simple technique** のみでなく **stent assisted coiling (SAC)** ， **balloon assisted technique (BAT)** ， **double catheter technique (DCT)** の **adjunctive technique** の際にも利用している．当施設で行っている **TACTICS** を用いた **adjunctive technique** の有用性について代表症例とともに報告する．

対象と方法

TACTICS を使用した 2018 年 10 月から 2019 年 5 月までの期間で，脳動脈瘤コイル塞栓術を施行した連続症例のうち **TACTICS** を使用して **adjunctive technique** を行った症例に関して，年齢，性別，動脈瘤の部位，塞栓術の方法，誘導の可否に関して後方視的検討を行った．

結果

2018 年 10 月から 2019 年 5 月において脳動脈瘤コイル塞栓術を施行したのは 51 患者 64 脳動脈瘤であった．平均年齢 62 ± 14.6 歳 (24-90 歳) ，男性 12 例，女性 39 例，破裂脳動脈瘤 25 例，未破裂脳動脈瘤 39 例であった．そのうち **TACTICS** を使用したのは 19 患者，24 脳動脈瘤で **simple technique** 6 例，**adjunctive technique** 18 例であった．**Adjunctive technique** を行った症例に関して，平均年齢 65.6 歳 (24-87 歳) ，男性 7 例，女性 11 例，破裂脳動脈瘤 4 例，未破裂脳動脈瘤 14 例であった (Table 1)．脳動脈瘤の部位は前交通動脈瘤 3 例，前大脳動脈遠位部脳動脈瘤 1 例，中大脳動脈瘤 5 例，内頸動脈瘤 6 例，脳底動脈瘤 1 例，椎骨動脈瘤 2 例であった．**TACTICS** を用いた **adjunctive technique** は，**SAC** 7 例，**DCT** 5 例，**BAT** 5 例，**DCT + SAC** 1 例であった．使用したガイディングシステムは **7Fr FUBUKI** (朝日インテック，愛知) ， **7Fr Roadmaster** (グッドマン，愛知) ， **8Fr Roadmaster** (グッドマン) ， **9Fr Optimo** (東海メディカルプロダクツ，愛知) ， **7F shuttle guiding sheath** (Cook Medical, Bloomington,

IN, USA) であり, TACTICS 内に挿入したマイクロカテーテルは Excelsior SL10 (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) , Excelsior XT-17 (Stryker) , Headway Duo (テルモ, 東京) , Headway17 (テルモ) , Headway21 (テルモ) であった. ステントは Neuroform Atlas (Stryker) , LVIS (テルモ) を使用した. TACTICS は容易に内頸動脈や椎骨動脈遠位部, 症例によっては前大脳動脈 A1 部, 中大脳動脈 M1 部, 脳底動脈まで誘導することが可能であった. 全例で DAC として使用でき, マイクロカテーテルのコイル操作およびステントの展開の操作性が向上し, 治療を完遂することが可能であった. TACTICS の使用に伴う血管解離等の合併症は認めなかった. TACTICS を用いた 24 例の平均 volume embolization ratio (VER) は 25.0%であり, TACTICS を用いなかった 40 例 25.6%と比較し有意差は認めなかった ($p=0.26$).

以下代表症例を提示する

症例 1

患者：74 歳, 男性 (case 9).

頭痛の精査で指摘された未破裂左前大脳動脈瘤, 最大径 6.2mm. 患者希望あり, コイル塞栓術を企図した. 動脈瘤は二瘤状であり, また左内頸動脈 C4 の屈曲が強いため, TACTICS を用いた DCT の方針とした (Figure 1A). 7F shuttle sheath を左内頸動脈起始部に留置し, そこから TACTICS をそれぞれ C4 まで誘導し, さらに SL10 を瘤内に留置した (Figure 1B and 1C). TACTICS の誘導は容易であった. 1st coil として Axiom PRIME Frame complex 3mm×6cm (Medtronic, Minneapolis, MN, USA)を選択し, もう一方の SL10 から Axiom PRIME Frame complex 4mm×8cm を留置し, 以降計 9 本, 計 36cm で volume embolization ratio (VER) 20.6%で塞栓を終了した (Figure 1D).

症例 2

患者：65 歳, 男性 (case 4)

脳出血の精査で指摘された未破裂左椎骨動脈瘤, 最大径 15.9mm. 患者希望あり, コイル塞栓術を企図した (Figure 2A). 術前の脳血管撮影では左椎骨動脈の起始部は非常に屈曲しており (Figure 2B), 対側アプローチでは椎骨動脈 union の角度が鋭角であり, 同側アプローチでの SAC の方針とした. 9Fr

Optimo を左鎖骨下動脈に留置し、4.2Fr FUBUKI の誘導を試みたが椎骨動脈起始部の屈曲を超えることが困難であり、Chevalier 14 Universal 190cm (グッドマン, 愛知) を左上腕動脈に留置し support wire とした上で, TACTICS を Headway21 をインナーカテーテルとして使用した (Figure 2C). TACTICS は容易に屈曲部を超え, V4 に留置できた. Headway21 は LVIS stent 用として脳底動脈に留置し, コイル塞栓用の SL10 は 9Fr Optimo から直接動脈瘤内へ誘導した (Figure 2D). まず LVIS 4.5×32mm を展開し (Figure 2E), jailing technique で 1st coil は Axium 3D 16mm×40cm (Medtronic) で framing を行い, 以降計 11 本, 計 283cm, VER 25.7% で塞栓を終了した (Figure 2F).

考察

脳動脈瘤コイル塞栓術では適切な治療を行うために, マイクロカテーテルの安定化が重要である. そのためにはガイディングカテーテルを遠位部に留置することが望ましいが, 近位部血管に屈曲蛇行がある場合や若年者では, 無理にガイディングカテーテルを遠位部に進めようとするとう血管解離やスパズムを生じてしまう. そのため血管の屈曲蛇行が強い場合や, 標的病変が遠位部の場合は DAC を用いることで安全で効果的な治療が行えることが報告されている¹⁻³⁾. DAC はガイディングカテーテルとマイクロカテーテルとの間に留置するカテーテルであり, 近年は経皮経管的脳血栓回収用機器としての DAC の発展が目覚ましいが, 細径で柔らかいため遠位部まで誘導が可能であり, マイクロカテーテルから目標までの距離が短くなることで操作性が向上する. 本邦の脳動脈瘤コイル塞栓術では, 従来の 4/5Fr セルリアン G (メディキット, 東京), 4.2Fr FUBUKI (朝日インテック), 6Fr セルリアン DD6 (メディキット) の DAC に加え, 2016 年に 3.4Fr TACTICS が使用可能となった. TACTICS は分類としてはマイクロカテーテルだが, 近位外径 3.4Fr, 遠位外径 3.2Fr, 内腔 0.035inch とマイクロカテーテルの中では大口徑カテーテルであり, DAC として用いられ, カテーテル外径 2.5Fr まで挿入が可能である. TACTICS はステンレス製のラウンドワイヤーツインメッシュブレードが耐キンク性と内腔保持を担保し, 6 段階のシャフトトランジションによるリニアなプッシュビリティーとスムーズなトラッカビリティーを発揮し, スチーム形成も可能でマイクロカテーテルのサポートに適したカテーテルである. SL10 等の通常の 10 サイズマイクロカテーテルのみでなく, ステント留置を行う場合に Headway21 まで使用可能で, ス

テントは Neuroform Atlas, LVIS および LVIS Jr.は使用可能だが, PROWLER SELECT Plus (Johnson & Johnson, Miami, FL, USA) が挿入できず, Enterprise2 (Johnson & Johnson) は使用できない. またバルーンカテーテルも挿入できない. TACTICS は 4Fr や 6Fr のカテーテルと比較し容易に屈曲病変を超えることができるため, 前方循環においては内頸動脈サイフォン部のみならず内頸動脈終末部, 前大脳動脈, 中大脳動脈, 後方循環においては椎骨動脈 V4 部や脳底動脈まで誘導可能である.

我々の検討による TACTICS の有用な点は, まず第 1 に, 症例 1 のような adjunctive technique での塞栓において, 4Fr 以上の DAC が遠位まで誘導困難な際でも, TACTICS は誘導が容易な点である. SAC では, 動脈瘤の部位や形状, アクセスルートに応じ, TACTICS を瘤内塞栓術用のマイクロカテーテルの DAC にするか, neck bridge stent 用のマイクロカテーテルの DAC にするか, もしくは両者の DAC にするかを選択している. TACTICS1 本使用では 7Fr ガイディングカテーテルで十分だが, 2 本使用では 7Fr ガイディングシースもしくは 9Fr ガイディングカテーテルが必要となり, DCT でも同様である (Figure 3) ., BAT でバルーンカテーテルを使用する場合は, 8Fr ガイディングカテーテルが必要になるが, 特に有用と考えているのは頻度の高い前交通動脈瘤の塞栓術であり, 破裂に備えたバルーンが使用できる. なお, 8Fr ガイディングカテーテルを用いれば, TACTICS1 本の他にマイクロカテーテル 1 本, バルーンカテーテル 1 本の挿入も可能である⁴⁾. 8Fr ガイディングシースであればマイクロカテーテル用の TACTICS1 本, バルーンカテーテル用の 4Fr の DAC1 本の挿入が可能であり, 海外では 8Fr PINNACLE DESTINATION guiding sheath (Terumo Interventional System, Somerest, NJ, USA) が使用できるが, 以前本邦で使用可能であった 8Fr shuttle sheath (Cook Medical) は現在製造されておらず入手困難であり, 新規のカテーテル開発が期待される. また, 第 2 に, 症例 2 の椎骨動脈起始部のように, アクセス血管近位部での屈曲が強く, ガイディングカテーテルや 4Fr の DAC さえ誘導困難な場合でも TACTICS を誘導することができればマイクロカテーテルが安定して誘導ができる可能性があり, 治療の適応を広げることが可能となる点である. 第 3 に, 我々の症例で経験はなかったが, 特に closed cell type の neck bridge stent で動脈瘤遠位への再誘導が必要な際に, TACTICS を遠位部へ誘導することで stent をマイクロカテーテルに挿

入している状態での再誘導が可能である点である。

今回我々が経験した 18 例では、SL10 や Headway21 の DAC として前方循環、後方循環ともに容易に遠位目的部までの誘導が可能であり、血管解離等の合併症は認めず全例でマイクロカテーテルのコイル操作およびステントの展開の操作性が向上し、治療を完遂することが可能であり有用であった。前方循環の脳動脈瘤コイル塞栓術に関して、松重らは TACTICS を使用した群の 71% で volume embolization ratio (VER) が 30%以上であり、TACTICS を使用していない群と比較し有意に VER が高く、特に前大脳動脈瘤で有用であったことを報告している⁴⁾。我々の症例では TACTICS を使用した群と使用していない群との有意差はなかったが、TACTICS を使用する症例はよりアクセスの難しく、より塞栓の難易度が高い可能性があったことが理由の一つと考える。また海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻の治療における経静脈的アプローチの DAC として用い、経顔面静脈、経上眼静脈アプローチにおいて TACTICS を海綿静脈洞まで誘導しマイクロカテーテル、マイクロガイドワイヤーの操作性が向上し有用であったと報告されており⁵⁾、脳動脈瘤コイル塞栓術だけでなく、硬膜動静脈瘻、脳動静脈奇形、脳腫瘍の栄養血管塞栓術等に幅広く使用できると考えている。脳動脈瘤コイル塞栓術で Marathon (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を使用する機会は少ないと思われるが、Marathon は手元が 2.7Fr であり使用できないことに注意が必要である。また TACTICS は有効長 120cm, 130cm, 150cm があるが、全長はそれから 8cm 長くなり、ガイディングカテーテルやマイクロカテーテルの長さに対する留意も必要で、接続するコネクタも重要となってくる。Intervec T-コネクタ(富士システムズ, 東京)は全長 41mm で一般的な Roating Hemostatic Valve より全長が短くカテーテルの有効長を伸ばすことができる。コネクタ内部はサムホイールの回転に応じて開閉する止血弁であり、ハードタイプとソフトタイプ、最大通過外径が 4Fr と 7Fr の計 4 種類が存在し、我々は適宜使用している。

結語

脳動脈瘤治療における TACTICS は他の DAC と比較して容易に遠位血管へ誘導することが可能であり、治療の安全性を高めることに寄与する可能性がある。特に、DCT, SAC では適切なマイクロカテーテルの操作性が求められるた

め, TACTICS は adjunctive technique にも有用であると考え.

利益相反開示

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. Turk A, Manzoor MU, Nyberg EM, et al. Initial experience with distal guide catheter placement in the treatment of cerebrovascular disease: clinical safety and efficacy. *J Neurointervent Surg* 2013; 5: 247–252.
2. Jindal G, Giacon L, Iyoha M, et al. Navien catheter experience in neuroendovascular interventions. *Interv Neuroradiol* 2017; 23: 551–555.
3. Park MS, Stiefel MF, Fiorella D, et al. Intracranial placement of a new, compliant guide catheter: technical note. *Neurosurgery* 2008; 63: E616–E617. discussion E617.
4. Matsushige T, Sakamoto S, Ishii D et al. Safety and efficacy of a new outreach distal access catheter, TACTICS, for coil embolization of unruptured intracranial aneurysms. *Interv Neuroradiol* 2018; 24: 482-488
5. Chihara H, Hatano T, Sadamasa N et al. A case of cavernous sinus dural arteriovenous fistula treated by transfacial vein placement of a distal access catheter in the cavernous sinus. *JNET* 2017; 11: 431-436

Figure 1. (A) Angiogram showing a left distal anterior cerebral artery aneurysm. (B) Two TACTICS catheters (white arrow) were placed in the cavernous portion of the left internal carotid artery and each SL-10 microcatheter (arrowhead) was navigated to the aneurysm. (C) Each SL-10 microcatheter (white arrow) was placed in the aneurysm. (D) Coil embolization was carried out on aneurysm.

Figure 2. (A) Angiogram showing a left vertebral artery (VA) aneurysm. (B) The origin of the left VA is very tortuous (arrowhead). (C) Optimo guiding catheter was placed in the left subclavian artery and TACTICS catheters (white arrow) was navigated to the distal VA. (D) Headway21 microcatheter (arrowhead) was navigated to the basilar artery for stent through TACTICS (white arrow) in the distal VA and SL-10 microcatheter (black arrowhead) was navigated to the aneurysm directly from Optimo. (E) LVIS stent was put covering the aneurysm neck. (F) Coil embolization was carried out.

Figure 3. Illustration showing situation using TACTICS catheter. BAT: balloon assisted technique, DCT: double catheter technique, ID: inner diameter, MB: microballoon, MC: microcatheter, SAC: stent assisted coiling,

Table1 Characteristics of cases treated using the TACTICS catheter.

Case	Age	Sex	Aneurysm	Status	Adjunctive technique	Guiding system	Inner system of TACTICS①	Location of TACTICS①
1	59	F	IC para	U	SAC	7F FUBUKI 90cm	XT-17 → Neuroform Atlas 4.0x21	C4
2	71	F	IC Pcom	U	SAC	7F Roadmaster 90cm	XT-17 → Neuroform Atlas 4.0x21	C4
3	70	F	VA	U	SAC	7F Roadmaster 90cm	Headway 21 → LVIS 4.5x23	V4
4	65	M	VA	U	SAC	9F Optimo 90cm	Headway 21 → LVIS 4.5x32	V4
5	87	F	IC para	U	SAC	7F SGS 80cm	Headway 21 → LVIS 4.5x23	C2
6	64	F	IC para	U	SAC	7F SGS 80cm	XT-17 → Neuroform Atlas 4.5x21	C4
7	69	M	Acom	U	SAC	7F SGS 90cm	SL10 → Neuroform Atlas 3.0x21	A1
8	73	M	BA	U	SAC+DC	7F FUBUKI 90cm	XT-17 → Neuroform Atlas 3.0x21	BA
9	74	M	distal ACA	U	DC	7F SGS 80cm	SL10 → coil	C4
10	77	F	MCA	U	DC	7F SGS 80cm	SL10 → coil	C4
11	74	M	MCA	U	DC	7F SGS 80cm	SL10 → coil	C4
12	24	M	MCA	R	DC	7F SGS 90cm	SL10 → coil	C4
13	80	F	MCA	U	DC	7F SGS 90cm	SL10 → coil	C4
14	76	F	IC Pcom	R	BA	8F Roadmaster 80cm	SL10 → coil	C4
15	24	M	MCA	R	BA	7F SGS 90cm	SL10 → coil	M1
16	80	F	IC para	U	BA	7F SGS 90cm	SL10 → coil	C4
17	65	F	Acom	R	BA	7F SGS 90cm	SL10 → coil	C4
18	49	F	Acom	U	BA	7F SGS 90cm	SL10 → coil	C4

Inner system of TACTICS②	Location of TACTICS②	Balloon
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Headway Duo → coil	C4	-
SL10 → coil	C5	-
SL10 → coil	C4	-
XT-17 → coil	V4	-
SL10 → coil	C4	-
Headway 17 → coil	C4	-
SL10 → coil	C4	-
SL10 → coil	C4	-
SL10 → coil	C4	-
-	-	TransForm SC 4x7mm
-	-	SHOURYU SR 3x5mm
-	-	SHOURYU SR 4x10mm
-	-	SHOURYU SR 4x10mm
-	-	SHOURYU SR 3x5mm

ACA: anterior cerebral artery, Acom: anterior communicating artery, BAT: balloon assisted technique, DCT: double catheter technique, F: female, IC: internal carotid artery, M: male, MCA: middle cerebral artery, para: paraclinoid, Pcom: posterior communicating artery, R: ruptured, SAC: stent assisted coiling, SGS: shuttle guiding sheath, U: unruptured, VA: vertebral artery,

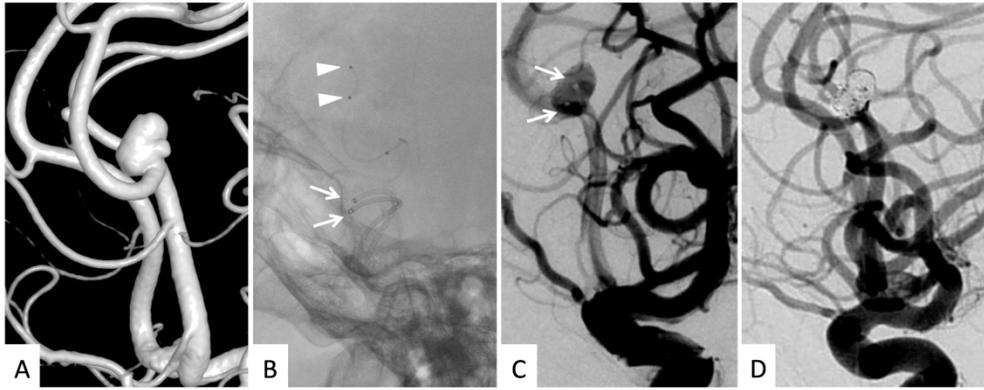


Fig.1

562x225mm (300 x 300 DPI)

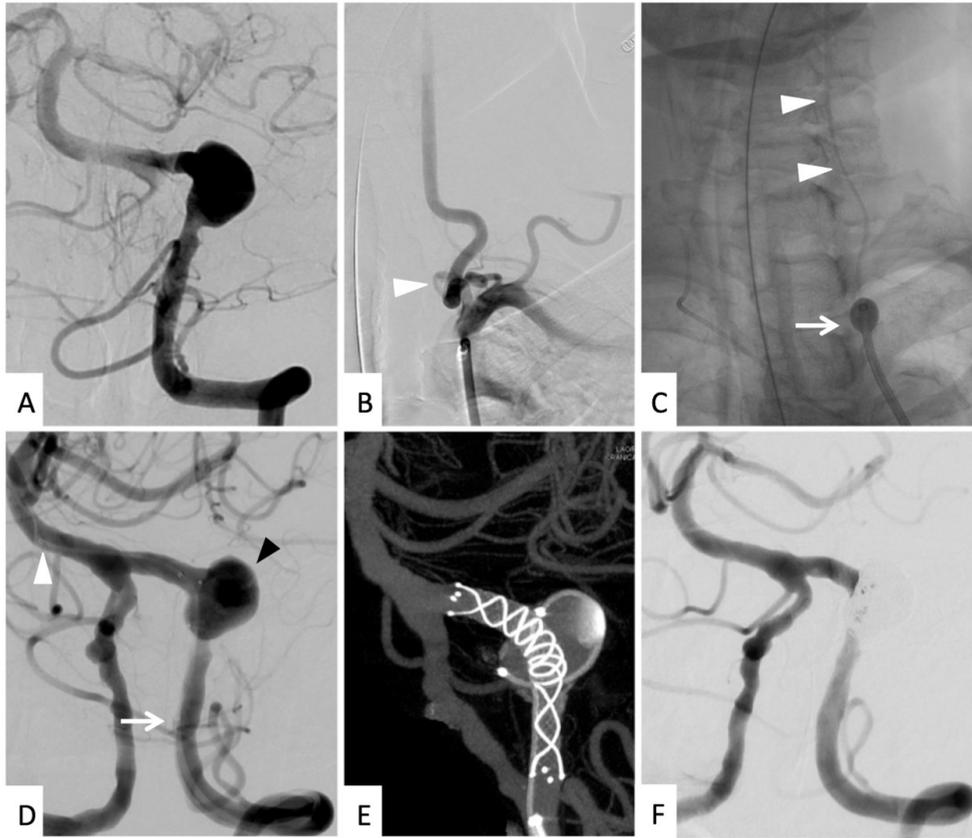
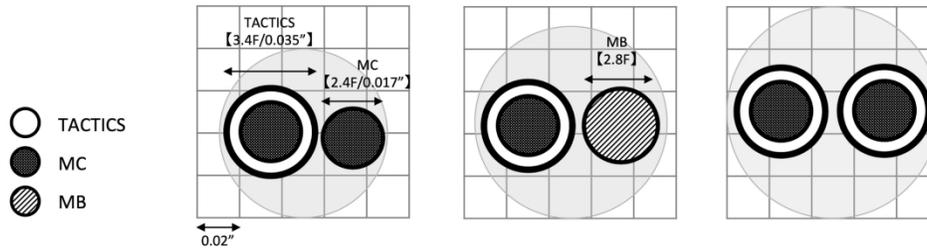


Fig.2

108x93mm (300 x 300 DPI)



	7F guiding catheter [ID=0.080"]	6F guiding sheath 8F guiding catheter [ID=0.090"]	7F guiding sheath 9F guiding catheter [ID=0.100"]
Combination	TACTICS+MC	TACTICS+MB	TACTICS+TACTICS
Adjunctive therapy	SAC	BAT	DCT, SAC
Advantage	Handling the MC for coil/stent	Preparation for intraoperative rupture	Handling the MC for coil/stent

Fig.3

1249x667mm (72 x 72 DPI)