

症例報告

CAS における前拡張の重要性 ～バルーン選択を誤った 2 例の経験から～

松下展久、 曾我部周、 鈴江淳彦、 泉谷智彦

高知赤十字病院 脳神経外科

〈連絡先〉

松下 展久

高知赤十字病院

〒780-8562 高知市新本町 2 丁目 13 番 51 号

TEL : 088-822-1201 FAX : 088-822-1056

E-mail : nobuhisama@gmail.com

キーワード

tailored CAS 、 前拡張、 拡張用 balloon

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。

1 **【要旨】**

2 balloonの選択を誤ったCAS 2症例の経験から、CASにおけるballoon選択や前拡張

3 の目的について考察し報告する。= **【症例 1】** 73歳男性。一過性黒内障で発症し

4 た。石灰化を伴ったプラーク量の多い不安定病変。flow reversal下にCarotid

5 WALLSTENT 8mm-29mmを留置しJackal 4.5mm-30mmでnominal pressureまで

6 後拡張した。stent内にplaque protrusionあり、Carotid WALLSTENT 8mm-

7 21mmを重ねて手技を終えた。術後5日目にNASCET40%の再狭窄を伴うSATを認

8 めた。抗凝固で徐々に改善し保存的に経過をみることができた。

9 **【症例 2】** 83歳女性。偶発的に新鮮梗塞を指摘された。石灰化を伴ったプラーク

10 量の多い不整形の高度狭窄病変。flow reversal下にSterling 3mm-40mmで

11 nominal pressureまで前拡張しPRECISE 9mm-40mm留置。後拡張用のAviator

12 4mm-30mmが狭窄部を通過せずGateway 2.5mm-12mmとJackal 4.5mm-30mmを

13 用いてようやく拡張が得られた。

14 **【結語】** CASの成績向上にはEPDやstentの選択と同様にballoon拡張の目的設定と

15 それに応じたballoonの選択が重要である。

1 **【緒言】**

2 複数のstent、embolic protection device（EPD）が選択できるようになった現
3 在、症例ごとの詳細な術前評価によってdeviceを選択するtailored CASの有効性が
4 報告されている。¹⁾ 当院では術前のCT angiography（CTA）やDSAによってアク
5 セスルートや狭窄病変の解剖学的評価、石灰化の有無とその程度、狭窄部の通過
6 しやすさや側副血行程度について評価、またblack blood MR image（BBMR）を
7 含むMRによってプラーク性状と病変範囲を評価することによって、アプローチル
8 ートとEPDやstentの種類を選択している。原則的には大腿からのアプローチを選
9 択し、EPDはdistal protectionを選択しているが、狭窄部の通過に難渋することが
10 予想される病変や不安定プラークではproximal protectionの併用を考慮、stentは
11 プラーク性状と血管形状からclosed cell typeとopen cell typeを使い分けている。
12 一方、拡張用balloonについては対象血管径による選択が必要であるが、ほとんど
13 の症例で前拡張では3.5mm-40mm、後拡張では4.5mm-30mmを選択しており、
14 EPDやstentほど各病変に応じた種類選択を行っておらず、またproductごとの
15 performanceの差異は特に留意していなかった。今回、拡張用balloonの選択を誤

1 ったと考えられる2症例の経験をもとに、CASにおけるballoon拡張に求められる
2 役割とそれに応じたballoon選択の重要性につき考察し報告する。
3
4 【症例提示：症例1】
5 73歳男性。一過性黒内障で発症した。精査にて右内頸動脈起始部に狭窄を認め治
6 療介入を検討することとなった。CTAでは石灰化を認め、BBMRでは広範囲にT1
7 highを認めplaque volumeの多い不安定病変であると考えられた（Fig.1）。患者
8 の強い希望からCASを計画することにしたが、病変の性状から手技中の遠位塞栓
9 リスクが高いと考えられた。そこでproximal protectionにfilterを併用したflow
10 reversal法で手技を行った。病変の最狭窄部は1.7mm、遠位内頸動脈径は
11 4.2mm、近位総頸動脈径は6.6mmで狭窄度はNASCET 60%、病変の長さは約3cm
12 であり、stentはcarotid WALLSTENT 8mm-29mm（ボストン・サイエンティフィ
13 ック マサチューセッツ州）を用いた。MOMA ultra 9Fr（メドトロニック ミネソ
14 タ州）を総頸動脈から外頸動脈に誘導しflow stasisの状況を確認した後、大腿静
15 脈に留置した6Fr sheathに接続してflow reversalにした上でFilter Wire EZ（ボス

1 トン・サイエンティフィック マサチューセッツ州) を遠位内頸動脈に運び展開、
2 Jackal 3.5mm-40mm (カネカ 大阪) で約10秒をかけてnominal pressureまで拡張を行なったところ、すみやかに拡張が得られた。carotid WALLSTENT 8mm-
3 29mmを留置し、続いてJackal 4.5mm-30mm (カネカ 大阪) で約8秒かけて
4 nominal pressureまで後拡張を行った。Flow reversalに加え用手的な脱血を数回
5 行なった後に近位遮断を解除してstent留置状況を確認するために撮影すると、
6 stent内にplaque protrusionと思われる造影欠損を認めた (Fig.2B) 。Balloonで
7 の圧着も考慮したが、圧排によってさらにplaque protrusionを悪化させる事を懸
8 念して、内側にもう1枚carotid WALLSTENT 8mm-21mmを重ねた。stent重畳
9 後、時間をおいて撮影を繰り返したが、新たなplaque protrusionはみられず手
10 技を終えた (Fig.2C) 。術翌日のDWIでは手技による遠位塞栓の所見は見られな
11 かった。神経症状の悪化無く経過していたが術後5日目のCTAでstent内造影欠損
12 あり、直ちにDSAを行うとNASCET40%の再狭窄を認めplaque protrusionに起因
13 したsubacute thrombosis (SAT) であったと考えられた (Fig. 2D) 。狭窄度は
14 高かったが可動性なく偏在病変と考えヘパリンによる抗凝固を開始して嚴重に経

1 過観察した。1週間後に再検すると狭窄は改善しており、追加治療を行わず経過
2 をみた (Fig. 2E)。

3 【症例提示：症例2】

4 83歳女性。定期検査で偶発的に新鮮梗塞巣を指摘された。その後の精査で左内頸
5 動脈の高度狭窄あり治療を検討することとなった。CTAでは血管の外壁に沿った
6 石灰化を認め、内腔部分は珊瑚状の形態で不整であるものの強い石灰化はみられ
7 ず、BBMRではT1WIで等～高信号でプラーク量も多い事が予想された (Fig.3)。

8 高齢患者の高位病変でありCASを計画することにしたが、遠位確保困難が予想さ
9 れ、proximal protectionにfilterを併用したflow reversal法で手技を行なった。病
10 変の最狭窄部は糸状で、遠位内頸動脈径は4.2mm、近位総頸動脈径は7.8mmで狭
11 窄度はNASCET 95%、病変の長さは約3cmで遠位血管に著しい屈曲を認め、stent
12 は屈曲病変に対応できるPRECISE 9mm-40mm (カーディナルヘルス オハイオ
13 州) を選択した。症例1の経験から拡張によるplaqueの破綻が危惧され、本症例で
14 は我々が通常用いてきた前拡張3.5mmよりも小さい3mmで控えめな拡張を選択し
15 た。filterは病変の通過を考えSpider FX 6mm (メドトロニック ミネソタ州) を用

いた。MOMA ultra 9Fr（メドトロニック ミネソタ州）を総頸動脈から外頸動脈に誘導しflow stasisの状態を確認した後、大腿静脈に留置した6Fr sheathに接続してflow reversal下に0.014 inch chikai（朝日インテック 名古屋）で病変を通過させた。しかしspider FXが追従せず、先にSterling 3mm-40mm（ボストン・サイエンティフィック マサチューセッツ州）で前拡張した。約10秒かけてNominal pressureまで拡張させたところballoonは抵抗なく開き直立し、この状態で約20秒維持した。spider FXは病変を通過することができた。Spider FXを展開した後にPRECISE 9mm-40mmを留置、続けてAviator 4mm-30mmを進めようとするもstent=残存狭窄部で抵抗があり通過させることができなかった。頸部圧迫、頸部回旋も試みたがAviatorはstent=残存狭窄部より先に進まず、状況の把握のためproximal protectionを解除して撮影すると内反したstent strutにballoonが干渉していたものと考えられた（Figs.4B-C）。再度proximal protectionを行いflow reversalとしてからGateway 2.5mm-12mmをstent=残存狭窄部に誘導、8atm（nominal 6atm）まで拡張させた後にAviatorを誘導したが、まだ通過させることができなかった。spider FXはそのままにし、新たに0.018 inch chikai blackを病変

1 遠位まで運び、これで誘導したJackal 4.5mm-30mmを10atm（nominal 8atm）ま
2 で拡張させることで病変の拡張を得た（Fig. 4D）。術翌日のDWIでは僅かな点状
3 高信号がみられたのみで、神経学的後遺症を残すこと無く経過した。術後5日目に
4 CTAでstent留置状況の確認を行なったところSATを示唆する造影欠損はみられな
5 かった。

6 【考察】

7 RCTの結果から症候性病変に対する急性期のCASはCEAに比べ周術期リスクが高
8 いとされているが、²⁾ ほとんどは周術期のminor strokeと考えられている。³⁾
9 protectionの手法が進歩した現在、CEA high riskな症例に対して適切にdevice選択
10 して行なったtailored CASの成績はCEAに劣らないと報告されており、⁴⁾ 特に
11 proximal protection deviceであるMOMAによって従来CASが容易でないと考えら
12 れた症例も安全に治療できるようになってきている。⁵⁾ 提示した2症例は、と
13 もに病変性状からCASが容易ではない事が予想されたものの、事前の評価から
14 accessは容易で側副血行状況からflow reversalでの万全なprotectionを行う事がで
15 きると判断、また患者の強い希望も考慮してCASを施行することとした。2症例と

1 も術中に予期せぬ事態となり遮断解除しての撮影が必要となったが、filterを併用
2 していたことで術中大きな遠位塞栓を起こすことなく手技を終えることができ
3 た。
4 症例1では手術自体は問題なく終えたが術後にSATを合併した。SATに対しては厳
5 重なprotection下のPTAやステント重畳が有効とされているが、^{6) 7)} 本症例では
6 不安定なplaqueへの更なる圧迫を極力避けたく、またステントの追加重畳は内腔
7 を狭める恐れがあると考え、抗凝固薬での厳重な経過観察を選択し、幸いなこと
8 に抗凝固療法で改善を得ることができた。尾崎らはSATの発症要因について、柔
9 らかいplaqueが破綻しprotrusionすることで乱流が発生し血栓が形成されるので
10 はないかと推測しているが、⁸⁾ 症例1はまさに後拡張の際のplaque ruptureに起
11 因するSATであったと思われた。後拡張をおこなった際、Barrettらの報告にある
12 ように病変に含まれる石灰化部分の影響で血管が外側に広がらず、⁹⁾ ステントと
13 はさみこむ形でplaqueを破綻させてしまったのではないかと思われた。そもそも血
14 管径自体細めの症例でありより慎重な後拡張を考慮すべきであった。

1 症例2は石灰化の強い病変であったが、Tsutsumiらは最狭窄部の血管周における
2 石灰化の占める角度が残存狭窄に関連すると報告しており、¹⁰⁾ 本症例では石灰
3 化の占める角度は限局的と考えCAS可能と判断した。むしろ症例1の経験から狭窄
4 部を大きく拡張する事によって周囲の石灰化部分と挟み込むことで内包されてい
5 る多量のplaqueが押し出されてしまう事を危惧した。前拡張に用いたballoonが
6 3mmと細径であったためかballoonが速やかに拡張、直立した所見から、PRECISE
7 stentの自己拡張能で血管内腔が確保されるものと考えてしまった。stent delivery
8 には問題なかったが、硬い病変でopen-cell stentが内反したためstrutが干渉して
9 後拡張balloonの誘導に難渋することとなった。deviceの誘導に難渋した本症例で
10 は最も誘導性の優れたGatewayを選択した。Gatewayで狭窄度を改善させたにも
11 関わらずAviatorがwireに追従しないため、もう1本0.018 inch wireを上げて誘導
12 性を高めたJackalを誘導し後拡張を行なった。

13 EPDの選択が増え、適切なprotection下にCASを行うことで術中遠位塞栓はかなり
14 少なくなった。しかしながら、protectionを解除した後のplaque protrusionないし
15 SATの問題が残っており、plaque ruptureを回避する戦略が必要となる。これまで

1 我々は前拡張の目的はdeviceを通す事だけと考えていた。余裕をもって3.5mmを
2 基本に選択してきたが、device deliveryのためだけであれば3mm程度の拡張で十
3 分に目的は達成される。一方多くの成書では、elastic recoilの問題やopen cell
4 stentのstrutの突出の問題から石灰化の強い病変には大きめの前拡張が推奨されて
5 いる。石灰化病変での前拡張でplaque破綻を回避するためにはballoonのサイズを
6 下げるのではなく、拡張速度や拡張圧、拡張維持時間などの工夫が必要であった。
7 また後拡張ではstentを血管壁に密着させることが必要と考えていたが、近年の報
8 告では後拡張は血栓合併症と関連する事が示唆されており、¹¹⁾ plaqueの保護を
9 目的に後拡張は控えめで行う、あるいは後拡張自体を行わないことを前提に、前
10 拡張を大きめにしておくという手法もある。¹²⁾ 前拡張の目的がdeviceを通すた
11 めだけでなくなってくると、productごとの特性の理解した上での目的に合致した
12 balloon選択が必要となる。主要な血管形成用バルーンの一覧をTableに示す。
13 Aviatorは他のballoonと比べ規定圧が高いことから硬い病変の拡張に適している
14 が、高度狭窄を念頭にしたcoatingが施されていないため狭窄度の高い病変での拡
15 張には不向きである。0.014 inch wireで最も誘導性が優れていると考えられるの

1 は頭蓋内PTA用のGatewayであろう。COYOTE（ボストン・サイエンティフィック
2 クマサチューセッツ州）もentry profileはgatewayと同様0.017 inchと小さく誘導
3 性に優れている。SHIDEN（カネカ 大阪）も0.014 inch wireに対応して優れた通
4 過性を示しCOYOTEよりも高い圧で拡張させることができる。より大きな径への
5 拡張が可能なSterlingやJackalは0.014 inch wireでも誘導性が優れているが本来の
6 performanceは0.018 inch wireでの誘導で得られる。two-layered stentによって
7 protection解除後の遠位塞栓やSATの問題の解決が期待されるが、¹³⁾ それまでは拡
8 張用balloonの選択を工夫する事もplaque破綻を回避する戦略の1つになると思わ
9 れる。対象血管径は勿論のこと、deviceを通過させるためだけの拡張で良いの
10 か、後拡張との関連でより大きい拡張を目指すのか、また病変の硬さも考慮し、
11 どのサイズを用いてどの程度の時間と圧をかけて拡張させるのか、その際には徐
12 脈・低血圧などのイベントも想定した上で吟味しておくことがCASの成績向上に
13 重要である。

14 【結語】

1 tailored CASにおいて拡張用balloonの選択はEPDやstentの選択と同様に重要であ
2 り、目的に応じ使い分けるためにproductごとの特性を理解しておくことが望まし
3 い。

4 【利益相反開示】

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

7

1 **【文献】**

- 2 1. Miyachi S, Taki W, Sakai N, et al. Historical perspective of carotid artery
3 stenting in Japan: analysis of 8,092 cases in The Japanese CAS survey. Acta
4 Neurochir (Wien). 2012; 154: 2127-2137.
- 5 2. Rantner B, Kollerits B, Roubin GS, et al.
6 Early Endarterectomy Carries a Lower Procedural Risk Than Early Stenting in
7 Patients With Symptomatic Stenosis of the Internal Carotid Artery: Results
8 From 4 Randomized Controlled Trials. Stroke. 2017; 48: 1580-1587.
- 9 3. Sardar P, Chatterjee S, Aronow HD, et al. Carotid
10 Artery Stenting Versus Endarterectomy for Stroke Prevention: A Meta-Analysis
11 of Clinical Trials. J Am Coll Cardiol. 2017; 69: 2266-2275.
- 12 4. Daisuke Wajima, **Taiji Yonezawa**, **Masashi Kotsugi**, et al. Results of
13 Tailored CAS in Patients with High Risk Carotid Stenosis for CEA. Journal of
14 Neuroendovascular Therapy. 2016; 10: 13-18

- 1 5. De Haro J, Michel I, Bleda S, et al.
2 Carotid Stenting in Patients With High Risk Versus Standard Risk for
3 Open Carotid Endarterectomy (REAL-1 Trial). 2017; 120: 322-326.
- 4 6. Masuo O, Terada T, Matsuda Y, et al. Successful recanalization by in-
5 stent percutaneous transluminal angioplasty with distal protection for acute
6 carotid stent thrombosis. Neurol Med Chir (Tokyo). 2006; 46: 495-499.
- 7 7. Yuji takasugi, Kenji Sugiu, Masafumi Hiramatsu, et al. Stent-in-stent
8 treatment for acute in-stent thrombosis after carotid artery stenting: a case
9 report. JNET. 2012; 6: 181-188.
- 10 8. Ozaki S, Tagawa M, Matsumoto S, et al. Pathogenesis of in-stent
11 thrombosis after carotid artery stenting. No Shinkei Geka. 2014; 42: 1009-1017.
- 12 9. Barrett HE, Cunnane EM, Hidayat H, et al. Calcification Volume Reduces
13 Stretch Capability and Predisposes Plaque to Rupture in an in vitro Model of
14 Carotid Artery Stenting. Eur J Vasc Surg. 2017; 54:431-438.

- 1 10. Tsutsumi M, Aikawa H, Onizuka M, et al. Carotid artery stenting for
2 calcified lesions. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008; 29: 1590-1593.
- 3 11. AbuRahma AF, DerDerian T, Hariri N, et al.
4 Anatomical and technical predictors of perioperative clinical outcomes after
5 carotid artery stenting. *J Vasc Surg.* 2017; 66: 423-432
- 6 12. Ogata A, Kato N, Yamazaki T, et al. Carotid artery stenting without
7 poststenting balloon dilatation. *JNET.* 2012; 6:245-251
- 8 13. Yamada K, Yoshimura S, Miura M, et al. Potential of new generation
9 double-layer micromesh stent for carotid artery stenting in patients with
10 unstable plaque ~ A preliminary result using OFDI analysis ~. *World*
11 *Neurosurg.* 2017; 105: 321-326.
- 12
- 13

1 Fig.1

2 A. TOF MRA：高度狭窄あり、病変に淡い高信号（矢印）

3 B. CTA： プラーク内に石灰化を伴う病変（太矢印）

4 C. BBMR（左：矢状断 右：水平断）：T1 highの不安定病変（矢頭）

5

1 Fig.2

2 A. 術前、右総頸動脈写側面像

3 B. stent留置後、Plaque protrusionによる造影欠損（矢印）

4 C. stent in stent後、plaqueは圧着されている（太矢印）

5 D. 術5日後、NASCET40%の再狭窄を認める（矢頭）

6 E. 術1ヶ月後、狭窄は改善

7

8

1 Fig.3

2 A. TOF MRA：不整な狭窄（矢印）

3 B. CTA：外壁に石灰化（太矢印）

4 C. BBMR（左：矢状断 右：水平断）：病変性状はT1WI で等～高信号（矢
5 頭）

6

1 Fig.4

2 A. 術前の左総頸動脈写側面像

3 B. stent留置後拡張が不十分（矢印）

4 C. 残存狭窄部でstentが内反している（矢頭）

5 D. Jackalによる後拡張後の撮影

6

- 1 Table.
- 2 主要な血管形成用バルーンの一覧
- 3
- 4

Table. A list of major angioplasty balloons

products	maker	wire	mini	max	nominal pressure	coating
Gateway monorail	stryker	0.014	2	4	6	親水性coating
Coyote ES	Boston Scientific	0.014	2	4	6	親水性/疎水性coating
SHIDEN	kaneka	0.014	3	5	8	親水性coating
Sterling MR	Boston Scientific	0.018	3	8	6	親水性/疎水性coating
Jackal RX	kaneka	0.018	2	9	8	親水性coating
Aviator Plus	Cordis	0.014	4	6	10	coatingなし

Fig.1

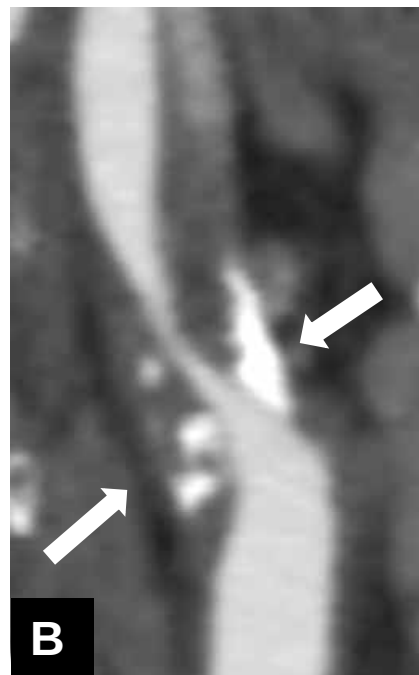
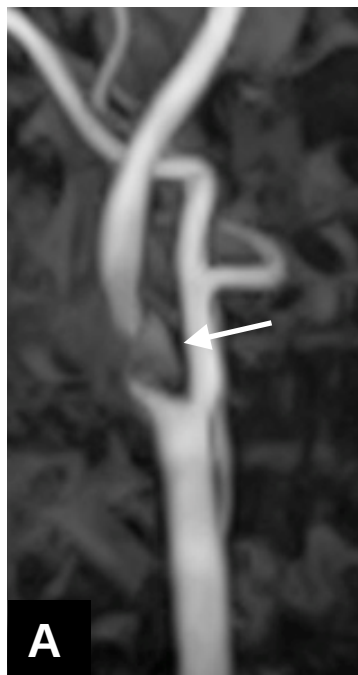


Fig.2

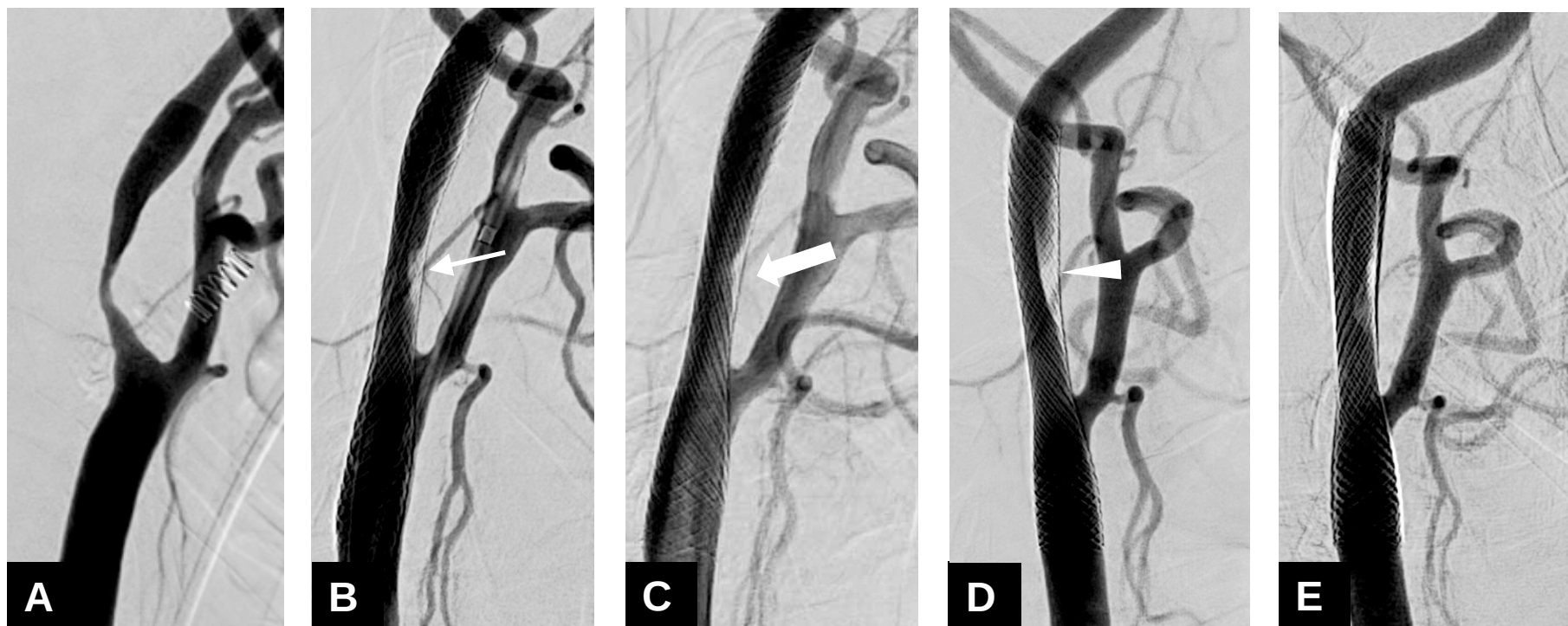


Fig.3

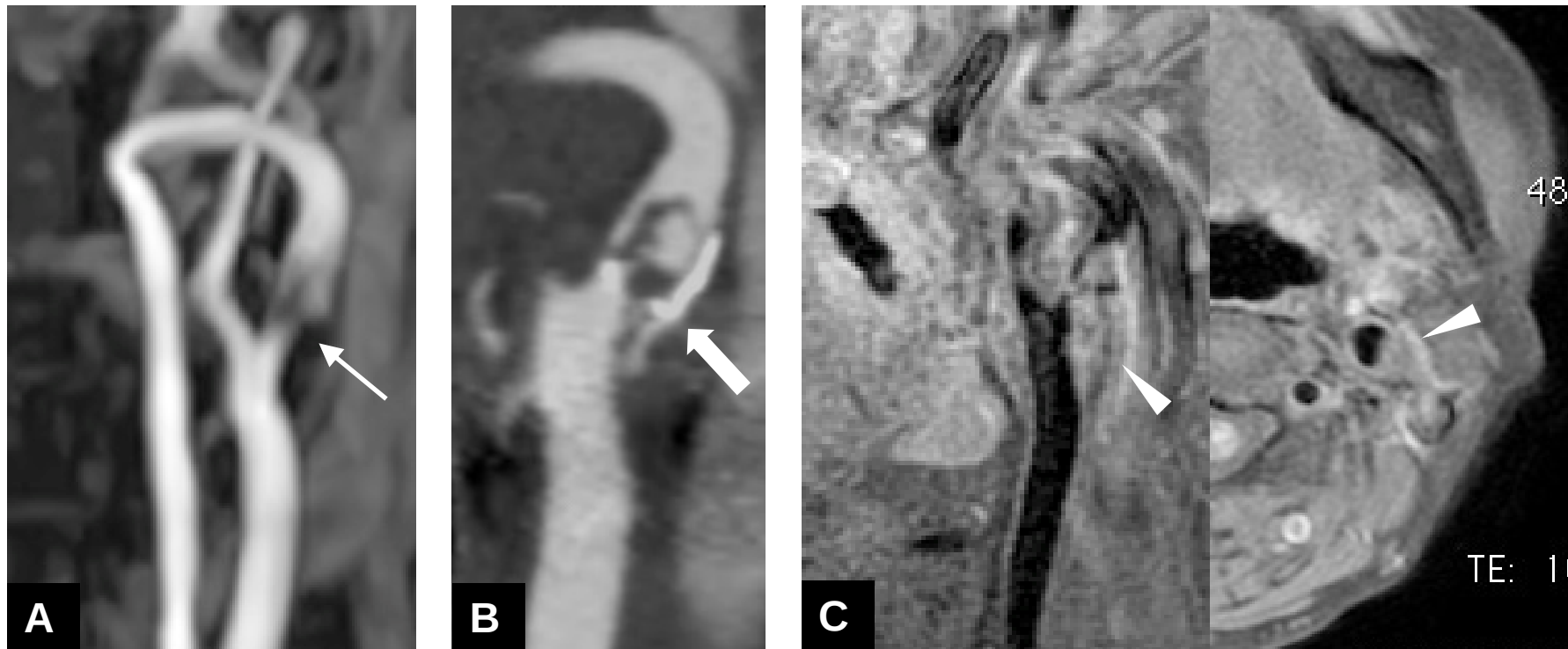


Fig.4

