

前後拡張あるいは後拡張手技を行わない頸動脈ステント留置術：術後の経時的な血管内腔の変化

鈴木祥生¹⁾ 倉田 彰¹⁾ 岩本和久¹⁾ 中原邦晶¹⁾ 仁木 淳¹⁾
宮崎朋子¹⁾ 山田 勝¹⁾ 岡 秀宏¹⁾ 藤井清孝¹⁾ 菅 信一²⁾

Carotid artery stenting alone or without post-stenting angioplasty: sequential change of luminal diameter following carotid artery stenting

Sachio SUZUKI¹⁾ Akira KURATA¹⁾ Kazuhisa IWAMOTO¹⁾ Kuniaki NAKAHARA¹⁾ Jun NIKI¹⁾
Tomoko MIYAZAKI¹⁾ Masaru YAMADA¹⁾ Hidehiro OKA¹⁾ Kiyotaka FUJII¹⁾ Shinichi KAN²⁾

1) Department of Neurosurgery, Kitasato University School of Medicine

2) Department of Radiology, Kitasato University School of Medicine

●Abstract●

Objectives: We prospectively assessed feasibility and efficacy of carotid artery stenting (CAS) alone or without post-dilatation in patients with severe symptomatic carotid stenosis.

Methods: During a 12 month period, we treated 9 men (mean age 68.1 years) considered to be at high-risk for carotid endarterectomy with symptomatic severe carotid artery stenosis. Carotid echo demonstrated soft plaques in 6 and calcification in 2 patients. We used distal protection throughout the procedures. Of the 9 patients, pre-dilatation with low-pressure using a small sized balloon catheter was performed in 6 patients due to a small caliber of stenotic portion less than 2mm. The other 3 patients were treated by stenting alone.

Results: Preoperative mean stenosis of 83.6% decreased to 20.3% after one month, and to 11.3% after 12 months following CAS. Procedure-related hypotension with or without bradycardia was observed in 7 patients. One patient developed new ischemic neurological symptoms due to distal embolism 31 hours after the procedure.

Conclusions: Our results suggest that sufficient luminal dilatation after CAS alone or without post-dilatation can be obtained due to serial expansion of the stent during the follow-up periods. Additional studies are necessary to clarify the effect of CAS alone or without post-dilatation on reduction of periprocedural ischemic complications.

●Key Words●

carotid artery stenosis, endovascular treatment, postdilatation, stenting

1) 北里大学医学部 脳神経外科

2) 北里大学医学部 放射線科

<連絡先：鈴木祥生 〒252-0374 神奈川県相模原市南区北里1-15-1 E-mail : ssachio@med.kitasato-u.ac.jp>

(Received April 7, 2009 : Accepted January 25, 2010)

緒言

2008年以降、フィルターデバイスであるAngioguard XP (Cordis/Johnson & Johnson, Miami, FL, USA) によるdistal protection下に、自己拡張型ステントであるPrecise (Cordis/Johnson & Johnson, Miami, FL, USA) を使用した頸動脈ステント留置術 (carotid artery stenting ; CAS) が保険収載され、広く行われるようになった。しかし、PercuSurge GuardWire (Medtronic, Santa Rosa, CA, USA) によるdistal balloon protection

と比較し、distal embolismの頻度が増加したという報告が相次いでいる^{6,7)}。これは、血管内腔とフィルターデバイスとの密着性の問題などAngioguard XP自体の問題とフィルターデバイスの使用に不慣れなことなどによるものと推測された。また、多量のデブリスでフィルターデバイスの目詰まりが生じ、slow flowやno flowが高率に認められるなど新たな問題も報告された⁷⁾。従来、術中にdistal embolismを起こす危険性の最も高い手技はballoon angioplastyであるとされてきた⁵⁾。Precise/Angioguard systemにおいても、balloon angioplastyによ

Table 1 Case Summary

Case no.	Age/ Sex	location	Ultrasonographic findings			stenosis(%)				distal protection	Pre-dilatation	Post ope infarction	Plaque protrusion	Follow-up period (month)
			echogenicity	ulcer	calc	pre	post CAS	1 month	final					
1	72/M	Rt. ICA	hypo	(-)	(-)	85	46	23	23	PS	(+)	(-)	(-)	12
2	64/M	Lt. ICA	iso	(+)	(-)	80	34	20	16.2	AG	(-)	(-)	(-)	5
3	66/M	Lt. CCA	hypo	(-)	(-)	80	43	6	6	AG	(-)	(-)	(-)	10
4	71/M	Lt. ICA	iso	(-)	(-)	83	33	40	3.4	PS	(+)	(-)	(-)	7
5	53/M	Rt. ICA	hypo	(-)	(-)	66	25	22	22	MC	(-)	(-)	(-)	21
6	65/M	Bil. ICA	iso	(-)	(+)	91	50	20	20.5	PS	(+)	(-)	(-)	10
7	73/M	Rt. ICA	hypo	(+)	(-)	87	49	25	13.8	AG	(+)	(+)	(-)	7
8	77/M	Lt. ICA	hypo	(-)	(-)	90	33	17	17	PS	(+)	(-)	(-)	22
9	72/M	Lt. ICA	hypo	(+)	(+)	90	50	10	3.9	PS	(+)	(-)	(-)	17

AG : Angioguard XP, calc : calcification, ICA : internal carotid artery, MC : MintCatch II, PS : PercuSurge GuardWire

り発生した遊離デブリスがフィルターデバイスで完全に回収できないことがdistal embolismの主原因と考えられる。このことから前拡張や後拡張などのballoon angioplasty手技を省略することにより、手技中のdistal embolismが減少し得る可能性が示唆されるが、後拡張を省略することによりステントの拡張が不十分となり、十分な血管拡張が得られない可能性も危惧される。今回、balloon angioplastyを省略したCAS後の経時的な血管内腔の変化について検討を行った。

対象と方法

2007年3月より、前後拡張あるいは後拡張手技を行わずにCASを施行した連続9例を対象とした。CAS選択基準は頸動脈内膜剥離術(carotid endarterectomy; CEA)ハイリスク症例とし、症候性では50%以上、無症候性では80%以上の狭窄病変を対象とした。9例すべてが男性で、平均年齢は68.1歳(53歳~77歳)であった。全例が症候性であり、発症様式は、4例が脳梗塞、3例が一過性脳虚血発作で、2例が虚血性眼症であった。病変部位は内頸動脈に狭窄が局限していた症例が8例、総頸動脈から内頸動脈にかけての狭窄症例が1例であった。術前の頸動脈超音波検査によるプラーク診断では、6例がソフトプラークで、2例で石灰化を認めた。また、3例でプラークに潰瘍形成を認めた。

手術手技は、全例局所麻酔でdistal protection下に行った。使用したデバイスはPercuSurge GuardWireが5例、Angioguard XPが3例、MintCatch II (Medtronic, Santa Rosa, CA, USA)が1例であった。狭窄部血管内腔が2mm以上ありprimary stentingが可能と判断した症例では前拡張を行わない方針とした。前拡張が必要な例

では4.0mm拡張径のバルーンカテーテルを用い、ステントデリバリーシステムが挿入できる程度までの狭窄改善を目標に低圧での拡張を行った。全例で自己拡張型ステントを使用した。distal balloon protectionを行った例ではステント留置後、吸引カテーテルを用いてデブリスの吸引を行った。後拡張を省略しステント留置を行うことを原則としたが、ステント留置直後の残存狭窄が51%以上ある場合は、後拡張を行う方針とした。周術期の抗凝固療法・抗血小板療法に関しては、術前から抗血小板薬を2剤投与し、術中はactivated coagulation time (ACT)を300秒以上にコントロールするようにヘパリンを追加投与し、術後も48時間はヘパリンの持続静注を行った。術翌日に頸部X線写真を撮影しステント径を測定した。術後1から3日以内にMRI diffusion imageにて新たな脳梗塞の有無を確認し、術3ヵ月後には遅発性梗塞の有無を観察した。術1ヵ月後と3ヵ月後でCT angiography (CTA)を行い血管狭窄部の変化を観察した。血管狭窄率の計測方法は、術前と術直後は2方向DSA撮影像(MULTISTAR T.O.P., SIEMENS, Germany)にて計測しNASCETに準じて最大狭窄率を算出した。CTA (Light Speed VCT XT, GE横河メディカル)での血管狭窄率測定方法はMIP画像を用い、DSAで計測した同部位でNASCETに準じて最大狭窄率を算出した。本研究は保険収載されている材料または通常一般的に用いられている機材を使用したものであり、当院では倫理委員会での審査を行う必要はないと判断したが、手術方法に関しては十分にインフォームドコンセントを行った。

結果

Table 1に症例の詳細を示す。術前の狭窄率はNASCET

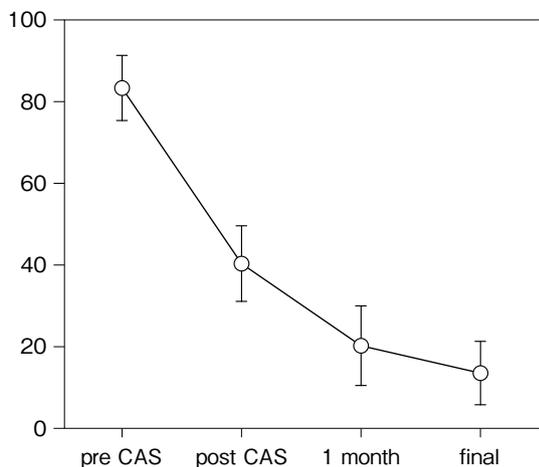


Fig. 1 Serial changes of average rate of the carotid stenosis at the target lesion before and following CAS alone or without post-dilatation.

法で平均83.6% (66~91%)であった。前拡張手技が必要であった症例は6例(66.7%)で、残りの3例ではprimary stentingを行った。前拡張に使用したバルーンカテーテルはAmiia (Cordis/Johnson & Johnson, Miami Lakes, FL, USA)が2例, Ultrasoft SV (Boston Scientific, Natick, MA, USA)が2例, Submarine Rapido (INVatec S.r.l., Roncadelle, ITALY)が2例であった。使用したステントはPreciseが7例, Protage (ev3 Neurovascular, Irvine, CA, USA)が2例であった。

ステント留置直後の残存狭窄は全例で50%以下(25~50%, 平均40.3%)であったので、後拡張は行わなかった。術中徐脈(60/min以下)は7例(78%)に出現し、その86%が前拡張時に発生した。術中低血圧(収縮期血圧70mmHg以下)は7例(78%)に生じ、うち2例で術後一日以上遷延した。低血圧はステント留置後時間経過とともに徐々に進行する傾向が見られた。術中のステント閉塞やフィルター閉塞、ステントの逸脱などの合併症は認められず、術直後までは新たな脳虚血症状も出現しなかった。1例で術後31時間後に新たな脳梗塞を生じ、麻痺が出現したが、保存的治療にて退院時には症状は改善した。血管狭窄率の経時変化をFig. 1に示す。術直後の血管狭窄率は平均40.3%(25~50%)であったが、術翌日の単純X線撮影でのステント径の測定では平均28%(17~41%)であった。約1ヵ月後のCTAでは、狭窄率は平均20.3%(6~40%)に改善し、全例にステント内腔へのplaque protrusionやthrombus formationは認められなかった。さらに、平均11.3ヵ月時点のCTAによる血管狭窄率は平均13.2%(3.4~23%)であった。平均12.3

ヵ月(5~22ヵ月)の経過観察期間中に新たな神経症状が出現した例は認められなかった。

症例呈示 (症例7)

73歳男性。2005年11月頃より右眼の見えづらさを自覚し、虚血性眼症の診断で当院を紹介され、CTAにて右内頸動脈狭窄症と診断した。既往症に高血圧と糖尿病があり、2002年に急性心筋梗塞で冠動脈ステント留置術を施行されている。MRI上は両側放線冠に多発性脳梗塞を認めた。頸動脈超音波検査上ではソフトプラークが認められ、狭窄率は87%であった(Fig. 2A)。患者の希望により薬物療法で経過観察されていたが、脳血流シンチグラム(SPECT)検査で病側中大脳動脈領域の安静時脳血流低下が進行したため、CASを施行することになった。Angioguard XPによるdistal protection下に、4mm径20mm長のSubmarine Rapidoを用い2気圧30秒間の前拡張を行い、続いて10mm径40mm長のPrecise stentを留置した。術後に血管狭窄は49%まで改善したので後拡張は行わなかった(Fig. 2B)。前拡張施行時より徐脈と低血圧を認めたため、硫酸アトロピンの静注とカテコラミンの静注を行った。低血圧が遷延したため昇圧剤投与を術後5日まで継続した。翌日の単純X線写真ではステントは術直後よりもさらに拡張していた。術直後には新たな神経脱落症状は認められなかったが、術後31時間後から左上下肢の脱力が出現し、MRI diffusion画像で中心溝近傍の大脳白質にhigh intensity spotが出現していた(Fig. 2C)。保存的治療を行い、退院時(術後11日)には日常生活に支障がない状態まで回復した。その後新たな脳梗塞はなく、術後7ヵ月のCTAでは残存狭窄は25%まで改善していた(Fig. 2D)。

考 察

近年、balloon angioplastyを行わないprimary stentingの報告が海外では散見されるが⁴⁾、本邦における従来のdistal balloon protection下のCASでは前拡張と後拡張を行い最終的に目標径まで十分に血管を拡張させる手技が一般的とされている。

Distal embolismの原因である遊離デブリスを発生させるのは、バルーンによるプラークの圧排時が最も多いとされている。Balloon angioplastyには前拡張と後拡張があるが、従来前拡張手技では3.0mm~4.0mm拡張径の小さめバルーンを使用し、プラークを十分カバーしながら比較的低圧で行うことが推奨されている。一方、後拡

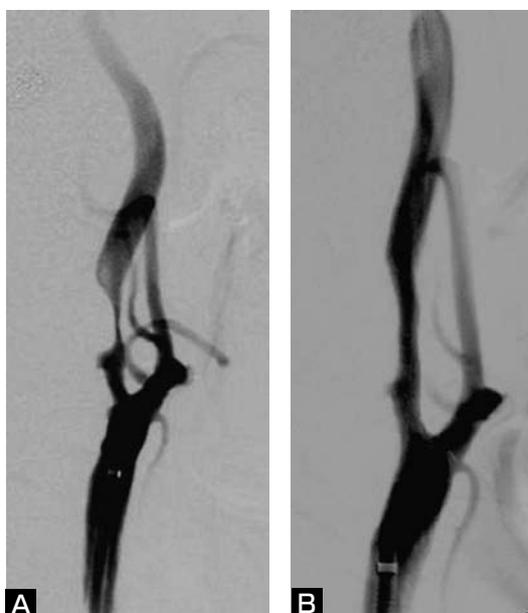
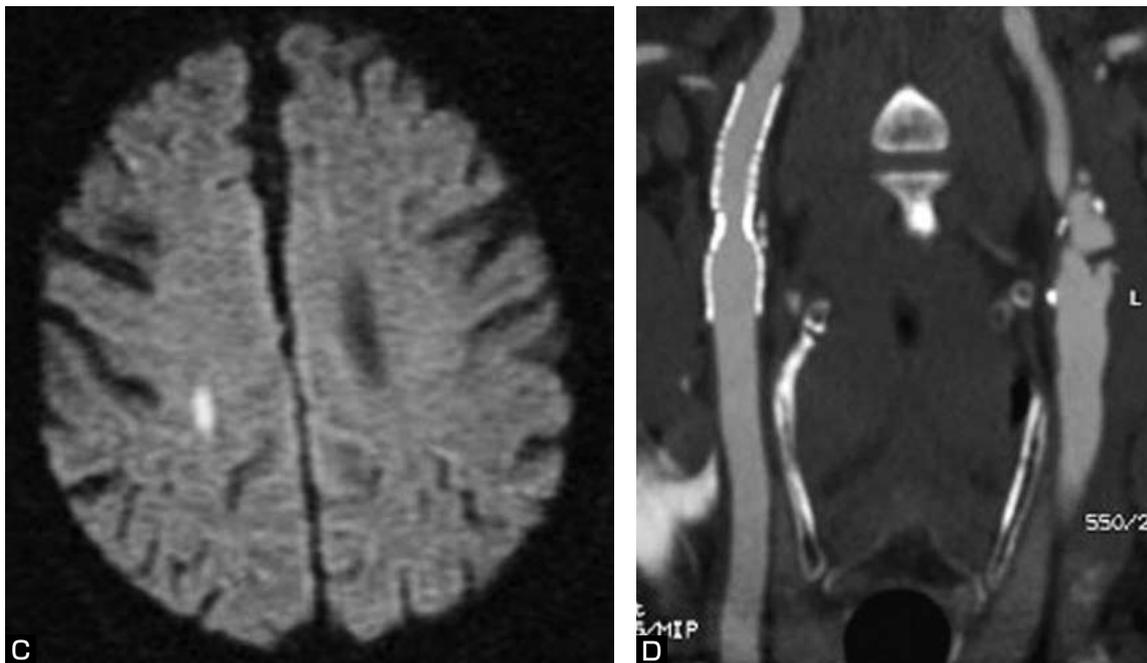


Fig. 2

- A : Right common carotid angiography shows a severe stenosis of the right proximal internal carotid artery.
- B : Right common carotid angiography obtained immediately after CAS demonstrates a 49% residual stenosis at the target lesion.
- C : Diffusion weighted image obtained 31 hours after CAS shows a small high intensity area representing an acute infarction in the paracentral white matter.
- D : MIP image of CT angiography obtained one month after CAS shows sufficient dilatation of the lesion without in-stent plaque protrusion and thrombosis.



張では留置したステントをさらに拡張して血管壁に圧着させ、最終目標径に到達させるために比較的大きな径のバルーンを使用し、拡張圧も高くする傾向があるため、最もプラークが破壊されやすく、デブリスの発生が多いとされている⁵⁾。本邦では、2008年4月よりAngioguard XPでdistal protectionを行うCASの手技が保険収載されたが、Takayamaらの15例のAngioguard XPを用いたCASの検討では、脳梗塞が6.7%に生じ、フィルターのめ詰まりなどによる血流低下が40%、MRI diffusion陽性率は53.3%であったとしており、従来のballoon protection下

の手技と比較して虚血性合併症発生率が高いと報告されている⁷⁾。さらにAngioguard XPを用いた手技では、脳梗塞は後拡張後にフィルターデバイスが詰まりslow flow やno flowを来したケースで多いとされている。そのため、protection deviceとしてAngioguard XPを使用した場合は、遊離デブリスをできるだけ生じさせないような手技が要求される。最近ではballoonによる拡張回数を減らすために、primary stentingが可能な症例では前拡張を行わない術者も増加している。しかし、高度狭窄例ではprimary stentingが不可能で前拡張手技が省略

できない場合もある。前拡張は拡張径が小さく、nominal圧の比較的低圧なバルーンカテーテルを用いて、低圧でゆっくりプラークを破壊しないように最低限の拡張にとどめることが重要である。自己拡張型ステントは、本報告にも示したように留置後も徐々に拡張し続ける性質を有している。balloon angioplastyを行わないprimary stentingの報告でも術後十分な血管拡張が得られることが示されている⁴⁾。血行力学的な観点からは、Mayらの報告のように断面積で75~94%、径では狭窄で50~75%に限界狭窄があるとされている³⁾。我々の症例では術直後に平均40.4%の狭窄まで改善しているため、血行力学的問題は解決できていると考えられる³⁾。さらにFig. 1に示すように、残存狭窄率は術直後の平均40.4%から、約1ヵ月後で平均20.3%と徐々に拡張し、最終的に十分な血管内腔を確保できることが示された。

一方、distal embolismによる虚血性合併症を低減するという観点からは、我々のシリーズでは9例中1例に虚血性合併症が生じており、過去のAngioguard XPを使用したCASにおける合併症発生率(SAPPHIRE randomized trialでは4.8%、Massopらの報告では4.4%、Katzenらの報告では5.0%^{1,2)})と比較し、差は見出せない。本法がdistal embolismを減じ、合併症率を低減し得るかは今後の症例の蓄積を待つ必要がある。

本手技の問題点としては、高度石灰化病変では自己拡張力が制限される点であるが、このような症例には後拡張が必要な場合もあると考えられる。また、術直後からフォローアップ時におけるin-stent plaque protrusionや再狭窄の可能性は今後の検討課題である。

結 語

本シリーズの検討により、primary stentingのみ、あ

るいは後拡張を省いても必要十分な血管拡張が得られ、中期フォローアップでも満足できる血管内腔が確保されることが証明できた。今後さらに症例を重ね、本手技が虚血性合併症の低減に寄与するかを検証する必要がある。

文 献

- 1) Katzen BT, Criado FJ, Ramee SR, et al: Carotid artery stenting with emboli protection surveillance study: thirty-day results of the CASES-PMS study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 70:316-323, 2007.
- 2) Massop D, Dave R, Metzger C, et al: Stenting and angioplasty with protection in patients at high-risk for endarterectomy: SAPPHIRE Worldwide Registry first 2001 patients. *Catheter Cardiovasc Interv.* 73:129-136, 2009.
- 3) May AG, Van de Berg L, Dewese JA, et al: Critical arterial stenosis. *Surgery* 54:250-259, 1963.
- 4) Maynar M, Baldi S, Rostagno R, et al: Carotid stenting without use of balloon angioplasty and distal protection devices: preliminary experience in 100 cases. *AJNR* 28:1378-1383, 2007.
- 5) Rubartelli P, Brusa G, Arrigo A, et al: Transcranial Doppler monitoring during stenting of the carotid bifurcation: evaluation of two different distal protection devices in preventing embolization. *J Endovasc Ther* 13:436-442, 2006.
- 6) Siewiork GM, Eskandari MK, Finol EA: The Angioguard embolic protection device. *Expert Rev Med Devices* 5:287-296, 2008.
- 7) Takayama K, Nakagawa H, Iwasaki S, et al: Initial experience of using the filter protection device during carotid artery stenting in Japan. *Radiat Med* 26:348-354, 2008.

要 旨

JNET 4:16-20, 2010

【目的】 前後拡張あるいは後拡張手技を行わないステント留置術(CAS)後の血管内腔の変化を検討した。**【対象と方法】** 連続9例を対象とした。全例男性で平均年齢68.1歳、また全て症候性であった。6例でソフトプラークを、2例で石灰化を認めた。全例でdistal protectionを行った。前後拡張手技なしにCASを行えた症例は3例であった。他の症例では小さめのバルーンカテーテルで前拡張を行い後拡張は省略した。**【結果】** 平均狭窄率は術前83.6%であり、術直後は40.3%、術後1ヵ月で20.3%と改善した。平均12.3ヵ月間の経過観察後の最終狭窄率は11.3%まで改善した。2症例で、術中に生じた低血圧や徐脈が1日以上遷延した。1例で術後一過性脳虚血症状を呈した。**【結論】** 自己拡張型ステントを用いたCASにおいて、前後拡張あるいは後拡張を行わなくても必要十分な血管拡張が得られ、中期フォローアップでも満足できる血管内腔が確保された。本法の有効性や安全性についてはさらに多数例の検討が必要である。