

症例報告

術中のステント内反変形により Distal embolic protection に用いたフィルターデバイスの回収に難渋した 1 例

鐵尾 佳章¹⁾、松本 博之¹⁾、西山 弘一¹⁾、武本 英樹¹⁾、中尾直之²⁾

1) 岸和田徳洲会病院 脳神経外科

2) 和歌山県立医科大学 脳神経外科

連絡著者

校正者：鐵尾 佳章

住所：〒596-8522 岸和田市加守町 4 丁目 27-1

岸和田徳洲会病院 脳神経外科

[TEL : 072-445-9915](tel:072-445-9915) (代表)

FAX : 072-445-9793

E-mail : y.tetsuo127@gmail.com

Key word

stent folding deformation , carotid artery stenting , PROTÉGÉ

宣言

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】頸動脈ステント留置術 (Carotid artery stenting;CAS) 中に PROTÉGÉ が内反変形を起こし, distal embolic protection に使用したフィルターデバイスの回収に難渋した症例を経験したので報告する.

【症例】67 歳男性. 左側の無症候性頸部内頸動脈狭窄症と診断され, 内科的加療を行うも狭窄が徐々に進行した. 狭窄病変は長く, 偏芯性で, 一部石灰化を伴ったソフトプラークであった. 右上腕動脈アプローチによる distal filter protection 下で CAS を行った. 前拡張を行った後, 内頸動脈から総頸動脈にかけて PROTÉGÉ 10mm×60mm を留置した. 後拡張後にステントの狭窄が残存していたため, バルーンで追加拡張を行おうとしたが, ステントストラットに引っ掛かり誘導できなかった. Cone-beam CT で内頸動脈から総頸動脈にかけて広がるステントの内反変形が確認された. ステントの狭窄部を近位部から遠位部へと段階的にバルーンで拡張し, ステントの拡張を得ることができ, 最終的にフィルターを回収することができた. 術後新たな神経症状を呈することなく, 術後 MRI でも明かな梗塞巣は認めなかった. 【結論】長く, 偏芯性で, 石灰化を伴った狭窄病変に対する CAS において PROTÉGÉ を使用する際には, ステントの内反変形のリスクが高くなるため注意を払わなければならない.

諸言

頸動脈ステント留置術 (carotid artery stenting;CAS) は本邦では 2008 年に保険承認され, その低侵襲性のために頸動脈狭窄症に対して広く行われるようになった. 本邦において CAS に使用できる自己拡張型ステントには, open-cell stent である Precise Pro RX (Precise.

Johnson& Johnson, Cordis, Miami, FL, USA) と PROTÉGÉ RX (PROTÉGÉ. eV3 Covidien, Irvine, CA, USA), closed-cell stent である Carotid Wallstent Monorail (Carotid Wallstent. Boston Scientific, Natick, MA, USA) の 3 種類がある. 留置に伴うステントの変形や破損の報告は少なく, その頻度は 1.9%~29.2%とされている^{1, 2)}. 今回我々は PROTÉGÉ 留置後にステントの内反変形を起し, Distal embolic protection に使用していた filter device の回収に難渋した 1 例を経験したので考察を加え報告する.

症例提示

症例は 67 歳男性. 8 年前に右前頭葉皮質梗塞で入院した時の精査では頸部内頸動脈に狭窄を認めなかったが, その後頸動脈エコーで左頸部内頸動脈に狭窄を認め, 徐々に狭窄の進行を認めた. 無症候性であったが内科的治療に抵抗性であったため, 治療適応があると判断され, 血行再建の目的で入院となった. 血管撮影では第 2 頸椎レベルから第 4 頸椎レベルにかけて左頸部内頸動脈に NASCET 法で 70 %の長い狭窄病変を認めた (Fig. 1-A). また造影 CT では血管壁の最外側に, 長軸方向に広がった石灰化を認めた (Fig. 1-B, C). 頸動脈エコーで Peak systolic velocity (PSV) は 295cm/s, 狭窄部は石灰化を伴う low echoic を呈しており, MRI T1-Black Blood 法で狭窄部は軽度 High intensity を呈していた (Fig. 1-D). 以上から狭窄病変は一部石灰化を伴うソフトプラークであると考えられた.

両側下肢動脈硬化症のため大腿動脈からのアプローチは困難と判断し, 右上腕アプローチを選択した. Simmons 形状の 6Fr Axelguide 80 cm (Medikit, Tokyo) を左総頸動脈に誘導留置した. 術前計測では狭窄

遠位の内頸動脈径が 5.9 mm，総頸動脈径が 9.2 mm，病変長は 35 mmであった。Distal embolic protectionとして SpiderFX 6 mm (eV3 Covidien)を展開し，Coyote 3.5 mm × 40 mm (Boston Scientific)を用いて 6 気圧，30 秒で前拡張を行った (Fig. 2-A)。病変長が 35 mm と長かったため，狭窄病変全体を十分カバーできるように PROTÉGÉ 10 mm × 60 mm (eV3 Covidien) を留置した (Fig. 2-B)。その後 Rx-Genety 4.5 mm × 40 mm (Kaneka medics, Osaka)を用いて 8 気圧で後拡張を行った (Fig. 2-C)。Rx-Genety をステント外の総頸動脈にまで引き戻し確認造影を行ったところ，ステント内の狭窄遠位端に拡張不良部が残存していた (Fig. 2-D)。もう一度後拡張を追加するために Rx-Genety を狭窄部に誘導しようとしたが，総頸動脈部のステント入口部に引っ掛かり，ステント内に誘導することができなかった。バルーンを新たに AviatorPlus 5 mm × 20 mm (Johnson & Johnson) に交換し，さらに頭位の回旋や頸部の用手圧迫も行ったが，どうしてもステント内狭窄部へバルーンを誘導することができなかった。

この時点でステントの変形を疑い cone-beam CTを行ったところ，総頸動脈から狭窄の遠位に至るステントの内反変形を認め (Fig. 2-E)，filter wire が通過している lumen は，内反変形のため高度狭窄を呈していた (Fig. 2-F)。filter を回収しなければならないので，ステントが内反変形を起こして高度狭窄を呈している部位を拡張させ，filter 回収デバイスを filter 直下まで誘導する必要があった。先端プロファイルが小さい頭蓋内用の PTA バルーンであれば，引っ掛かることなくステント内の狭窄残存部の遠位端に誘導できる可能性が高いと考えた。filter wire に沿って頭蓋内用の PTA バルーンである

Gateway 3 mm × 12 mm (Boston Scientific) を誘導したところ、ステント内の狭窄残存部にまで誘導することができ、10 気圧、30 秒で拡張を行った。これによりステント内の狭窄残存部が軽度拡張されたため、ステント内の狭窄残存部に再度 AviatorPlus 5 mm × 20 mm を誘導しようとしたが、再びステント入口部で引っ掛かり、狭窄の遠位端にまで誘導することができなかった。次に filter 回収デバイスを直接誘導してみたが、同様に狭窄部で引っ掛かり、ステント内を通過することができなかった。狭窄部の近位部から少しずつバルーンでこじ開けて拡張していく以外にないと考え、AviatorPlus 5 mm × 20 mm をステントストラットに引っかかるステント入口部まで誘導し、バルーンを拡張させた。その後バルーンを収縮させ、続いてさらに末梢へ誘導し、ステントストラットに引っかかる位置に達したら、その部位でバルーンを拡張させた。このようにバルーンの引っかかった位置での拡張と収縮を繰り返し、内反変形を起こしている部位を近位から遠位へと徐々に押し広げていった。段階的に計 4 回、10 気圧のバルーン拡張を行うことで、内反によるステント内の狭窄は遠位端まで良好な拡張が得られた (Fig. 3-A, B, C, D)。その後 filter 回収デバイスがステント内を通過可能となり、filter 直下にまで誘導することで、通常通りに filter を回収することができた。その直後に cone-beam CT を施行したところ、filter wire の通過していた lumen が十分に拡張しているのが確認できた (Fig. 3-E, F)。ステントの内反変形によって隔壁された 2 つの lumen の開存血流は良好であったため、追加の処置は行わずに手技を終了した。

術後の MRI では手技による明かな梗塞は認められなかった。術後は

アスピリン(200 mg/day)とクロピドグレル(75 mg/day)による抗血小板剤療法を継続し、新たな神経症状を呈することなく経過した。術3か月後の頸動脈エコーでもステントの形状に変化はなく、血栓の付着も認められなかった。隔壁された2つの lumen は依然残存し、各々の lumen に良好な血流を確認できた (Fig. 4)。

考察

頸動脈ステント留置術におけるステントの変形や破損の報告は少なく、その頻度は 1.9%～29.2%とされている^{1, 2)}。特に内頸動脈と外頸動脈の分岐角度が 45 度以上の病変や石灰化病変で起こりやすいとの報告がある^{1, 3, 4)}。ステントの破損は closed-cell ステントに多く、ステントの変形は open-cell ステントに多いとされている⁴⁾。ステントの破損はほとんどがステントストラットの断裂によるもので、希に全周性に断裂しているものもある。一方ステントの変形はステントストラットのねじれによるもので、内側に凸に変形しているものが報告されている⁴⁾。近年、PROTÉGÉの内反変形について2例の症例報告がなされている^{5, 6)}。Chang らはステント留置4年後に脳梗塞を発症し、内反変形が判明した症例を報告し、頸部の運動や血行力学的にステントに負荷が加わることでステント変形をきたしたと考察している⁵⁾。Murakami らは Mo. Ma Ultra (MOMA, Medtronic, Minneapolis, MN, USA) (以下 MOMA) を用いた Embolic protection 下に CAS を行い、後拡張後に内反変形をきたした症例を報告している⁶⁾。彼らは実験モデルを用いて、狭窄部で open-cell ステントの拡張が不十分な部分で内に凸の形状を示す場合に、後拡張を行うことで内反変形を生じる可能性があるかと考察している。

現在、本邦で使用可能な open-cell ステントは PROTÉGÉ と Precise である。同じ open-cell ステントであっても、Precise の内反変形の報告は我々が渉猟し得た限りではない。Precise はストラットの山 (Peak) が上下でかさならないようずれている Peak to Valley 構造で、上下のユニットはブリッジを介して Peak 同士で連結されている。一方 PROTÉGÉ は Peak を直接連結したパンダグラフ構造である。Okamoto らはシリコーン狭窄血管モデルを用いた実験を行い、このステントデザインの違いからステント留置時に Precise はステントのセルが均一に広がるが PROTÉGÉ はセルが不均一に広がり、連結されていない上下の Peak 同士が交錯することを報告している⁷⁾。このような PROTÉGÉ の特性のために内反変形は起こりうるのだと推察される。

本症例では、ステント留置直後の透視像でステントが不均一に拡張しており、すでにこの時点で変形が起こっていたと考えられる (Fig. 2-B)。本症例は石灰化を伴った偏芯性病変であり、前拡張後にも狭窄が残存し、なおかつ狭窄の遠位端にクランクが存在している。これらの条件のもとで、ステントが拡張不十分な状態で展開されてしまい、ステントの変形が起こり、そこに後拡張が加わることで変形が増悪し内反変形が生じたと考えられる。

ステントの内反変形が起こった際にどのように対処すべきかはまだコンセンサスは得られていない。本症例と同様に PROTÉGÉ 10 mm × 60 mm を使用し、内反変形を起こした過去の報告 2 例では、内反変形確認後に追加の手技を施行せず、保存的に経過観察されている^{5, 6)}。

本症例では filter を使用したためにどうしても回収デバイスを、ステントを超えて末梢に誘導する必要があった。一般的に filter 回収が困

難となるのは回収デバイスが open-cell ステンツのストラツツに干渉してしまふことが多く、頸部回旋や用手的圧迫やガイディングカテーターの位置変更、buddy wire 法などでステンツの位置や血管走行を変えることでデバイスを通過させることができることが多い。しかし本症例は狭窄部で内反変形を起こし、ステンツ内で高度狭窄となつていたために、頸部回旋や用手的圧迫を行つても効果はなかつた。

0.014inch ガイドワイヤー対応でデバイスの先端プロファイルが小さいものであれば ledge effect も少なく、ステンツストラツツに引っかからずにステンツ内の狭窄部を通過できると考え、頭蓋内バルーンである Gateway を使用した。予想通りステンツ内最狭窄部に誘導することができ、バルーン拡張を行えたが 3 mm 径では十分な拡張には至らなかつた。もっと径が大きい Gateway でのバルーン拡張は有効であつたかもしれない。我々はステンツの破損や血管損傷のリスクも考慮した上で、最終手段として、内反変形を起こしている範囲を近位から遠位へと段階的にバルーンで拡張を行い、押し拡げて行つた。これにより最終的に filter wire が通過している lumen に良好な拡張を得ることができ、filter 回収デバイスを通過させることで filter を回収することができた。内反変形部がバルーン拡張でどのように変形したのかは不明であり、再現実験を含めて検証が必要であると考えられる。

現在、本邦では open-cell ステンツで 60 mm の長さのラインナップがあるのは PROTÉGÉ のみであり、long lesion の病変では PROTÉGÉ 10 mm × 60 mm が用いられる機会が多いと考えられる。しかしながら、long lesion で偏芯性、石灰化を伴つた病変に 60mm の PROTÉGÉ を使用する際には本症例のような内反変形のリスクが高いと考えられるため、十

分な注意が必要である。同じ 60mm の PROTÉGÉ でも径によって内反変形のリスクが異なるのかどうかは不明であり，この点についても検証が必要である。PROTÉGÉ が内反変形を起こすリスクのある症例では最初から closed-cell ステントの使用も検討してもよいと思われる。内反変形が起こった時に filter 回収デバイスや balloon protection 時の吸引カテーテルをステントよりも末梢に誘導することが困難となるため，distal protection よりも Flow reversal を含めた Proximal embolic protection を考慮する。ただし MOMA は外頸動脈用のシャフトが太く，MOMA の使用そのものが PROTÉGÉ の内反変形の原因の一つとなりうるので注意が必要である⁶⁾。

術中にステント変形や破損が起こっても，そのこと自体は術後の脳梗塞発症率や再治療には直接影響を及ぼさなかったとの報告が多い^{2, 3, 4)}。しかし遅発性に PROTÉGÉ が内反変形し脳梗塞を発症した症例も報告されており，注意が必要である³⁾。血管内腔に内反したステントが突出しているため，通常の CAS に比べて血栓形成されやすい状態にあり，長期にわたって強力な抗血小板療法が必要と考えられる。我々は本症例に対して抗血小板剤 2 剤を 1 年間投与し，血管撮影で再評価して問題なければ抗血小板剤単剤に減量する予定である。外来での簡易的なフォローアップの手段として造影 CT や頸動脈エコー等が考えられる。我々はステントが描出でき，かつステント内腔の血流評価も可能であり，さらに内反したステントによる隔壁も観察することができる頸動脈エコーが，現時点では最も優れていると考えている。今後長期的なフォローアップが必要である。

結語

PROTÉGÉ 10 mm × 60 mm による頸動脈ステント留置中にステントの変形を起し、後拡張を加えたことでさらに変形が増悪し内反変形が生じた症例を経験した。偏芯性の石灰化病変、前拡張後に狭窄が残存する症例、狭窄遠位端にクラックが存在するような症例において 10 mm × 60 mm の PROTÉGÉ を使用する際には、ステントの内反変形の高リスクとなるため注意が必要である。

利益相反の開示

COI 開示：本論文に関連し、筆頭著者および共著者全員の開示すべき利益相反は存在しない。

文献

- 1) Ling AJ, Mwiripatayi P, Gandhi T, et al. Sieunarine K. Stenting for carotid artery stenosis: fractures, proposed etiology and the need for surveillance. J Vasc Surg 2008; 47; 1220-1226.
- 2) Varcoe RL, Mah J, Young N, et al. Vicaretti M, Swinnen J. Prevalence of carotid stent fractures in a single-center experience. J Endovasc Ther 2008; 15; 485-489.
- 3) Coppi G, Moratto R, Veronesi J, et al. Carotid artery stent fracture identification and clinical relevance. J Vasc Surg 2010; 51; 1397-1405.
- 4) Chang CK, Huded CP, Nolan BW, et al. Prevalence and clinical significance of stent fracture and deformation following carotid artery stenting. J Vasc Surg 2011; 54; 685-690.
- 5) Seo KD, Lee KY, KIM BM, et al. Delayed Cerebral Infarction due to Stent Folding Deformation Following Carotid Artery

Stenting. Korean J Radiol 2014;15;858-861.

6) Murakami T, Shigematsu T, Kadono Y, et al. Stent folding deformation in carotid artery stenting with open-cell stent: a case report. Journal of Neuroendovascular Therapy 2015;9;260-265.

7) Okamoto Y, Tanaka T, Kobashi H, et al. In-vitro practical test of stenting using human stenotic carotid artery model by double layer silicon rubber. Therapeutics & Engineering. 2010;31;398-401

図表の説明

Fig. 1

A : A carotid artery angiogram (AP view) shows stenosis (NASCET 70%) of the left internal carotid artery (ICA) .

B,C : An enhanced CT image shows high density of long plaque of left ICA. 【Sagittal(B), Axial(C)】

D : A MRI T1-blackblood image shows mild high intensity of plaque of left ICA.

Fig. 2

A : The pre-PTA is being performed on the ICA lesion. B : PROTÉGÉ 10×60 mm stent is dilated inhomogeneously (arrowhead).

C : The post-PTA is being performed on the ICA lesion.

D : The stent has folded longitudinal folding deformation.

E,F : Cone-beam CT images after the post-PTA shows the folded longitudinal folding deformation of the stent. 【3D(E), Axial(F)】

Fig. 3

A-D : The PTA is being performed from the CCA to the ICA step by step in four parts.

E,F : Cone-beam CT images immediately after the procedure shows the filter wire lumen is more dilated. 【 3D(E), Axial(F) 】 Fig.4

Follow-up carotid ultrasonic images after 3 months still show the fold deformation of the stent without any thrombus or flow restriction. 【 vertical(A), color-doppler-mode vertical(B), horizontal(C) 】







