

FilterWire EZ を用いたステント留置術中に no flow を来した 1 例：症例報告

森谷匡雄 糸川 博 藤本道生 菊地奈穂子
富田禎之 柴田憲男 阿波根朝光

No flow phenomenon during carotid artery stenting with the use of FilterWire EZ: a case report

Masao MORIYA Hiroshi ITOKAWA Michio FUJIMOTO Nahoko KIKUCHI
Yoshiyuki TOMITA Norio SHIBATA Asamitsu AWANE

Department of Neurosurgery, Kasai Shoikai Hospital

●Abstract●

Objective: We report a case of cerebral infarction caused by distal embolism during carotid artery stenting (CAS) using the FilterWire EZ (FWEZ) protection device.

Case presentation: A 78-year-old man with a history of right cerebral infarction was treated with CAS for bilateral progressive carotid artery stenosis. The FWEZ distal embolic protection device was used during the procedure. Although no complications occurred after CAS on the right side, symptomatic cerebral infarction occurred after CAS on the left side. Angiography revealed no flow in the left carotid artery after CAS. Materials retrieved from the FWEZ device included yellowish debris. Magnetic resonance imaging revealed acute cerebral infarction in the left cerebral hemisphere.

Conclusion: This is the first report, to the authors' knowledge, of the no flow phenomenon during CAS using the FWEZ protection device. It is important to recognize that the use of a filter-type distal embolic protection device (even if it is an excellent device such as the FWEZ) cannot exclude the possibility of no flow after CAS.

●Key Words●

carotid artery stenting, FilterWire EZ, no flow

葛西昌医会病院 脳神経外科

<連絡先：森谷匡雄 〒134-8678 東京都江戸川区東葛西 6-30-3 E-mail : masaomoriya@b00.itscom.net >

(Received May 31, 2011 : Accepted January 30, 2012)

緒言

頸動脈ステント留置術 (carotid artery stenting ; CAS) における合併症のなかで、術中に発生する debris による遠位脳塞栓は非常に重要な問題である。CAS における遠位塞栓の予防には、当初バルーンを用いた distal protection が行われてきたが、一側頸動脈の血流を一時的にでも遮断して治療を行うことは、側副血行路に乏しく虚血耐性のない症例では困難な場合もあった。これに対して、近年フィルタータイプの embolic protection

device (EPD) が利用されるようになり、順行性の血流を保ったままステントを留置することが可能となった。これらのうち、FilterWire EZ (FWEZ : Boston Scientific, Natick, MA, USA) は debris のすり抜けや取りこぼしが少なく、血流の低下を来しにくい比較的安全な EPD と報告されている^{1,8,9)}。今回、distal protection に FWEZ を用いた CAS の術中に no flow を来し、遠位脳塞栓による脳梗塞を来した症例を経験したので報告する。

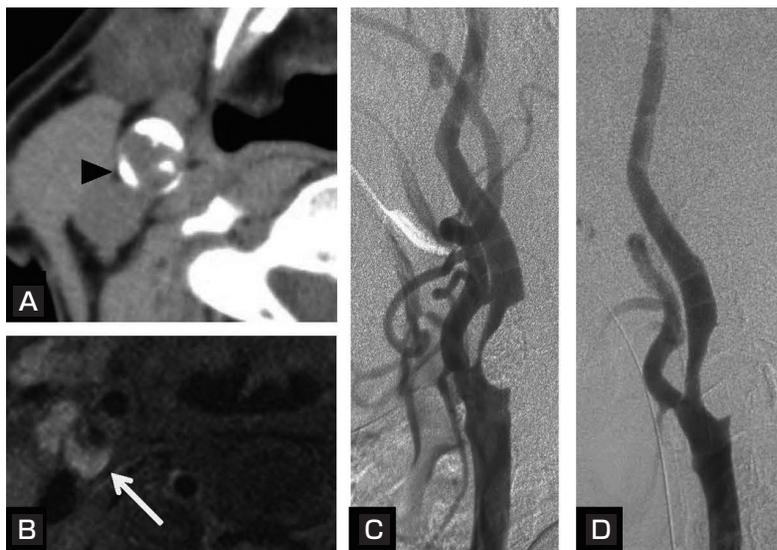


Fig. 1

- A : A CT image reveals marked calcification (arrowhead) around the circumference of the right internal carotid artery (ICA).
- B : A black blood T1-weighted MR image (TR 840.0 msec, TE 40.0 msec, FA 90°) shows a slight, high-intensity plaque lesion (arrow) in the right ICA.
- C : A right common carotid angiogram shows severe stenosis at the carotid bifurcation.
- D : A right common carotid angiogram after stent placement. The right ICA stenosis is improved after the CAS procedure.



Fig. 2

- A : A CT image reveals partial calcification (arrowhead) of the left ICA plaque.
- B : A black blood T1-weighted image (TR 840.0 msec, TE 40.0 msec, FA 90°) shows a slight, high-intensity plaque lesion (arrow) in the left ICA.
- C : A left common carotid angiogram shows severe stenosis of the left ICA bifurcation.

症例呈示

症例は78歳、男性。右陳旧性脳梗塞と両側内頸動脈狭窄症のため抗血小板薬（aspirin 100 mg/日、cilostazol 200 mg/日）による加療を行っていた。頸動脈エコーにて経過観察を行っていたが、徐々に両側とも狭窄が進行した。最大収縮期血流速度は右側 244 cm/sec、左側 231 cm/sec と上昇しており、プラークは両側とも低一輝度であった。脳血管撮影（digital subtraction angiography ; DSA）を施行すると、右側病変は North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial

（NASCET）法にて90%の狭窄を認め（Fig. 1C）、同部位はCTにて著明な石灰化病変に覆われていた（Fig. 1A）。また、MRIではプラークはT1強調画像 black blood 法（BB法）にて、一部低信号域を認めるが、多くは胸鎖乳突筋よりやや高信号を呈しており不安定プラークが混在している可能性が考えられた（Fig. 1B）。一方、左側病変は、DSAにてNASCET法で85%の狭窄を認め、狭窄部はやや蛇行していた（Fig. 2C）。また、プラークはCTにて一部に石灰化を認め（Fig. 2A）、MRI BB法にて胸鎖乳突筋と比べやや高信号であり、DSA上、右側よりもプラーク量がやや多い以外には、

右側病変とほぼ同程度の不安定プラークであることが示唆された (Fig. 2B). ^{99m}Tc-Ethyl cysteinate dimer Single Photon Emission Computerized Tomography による脳血流検査では右大脳半球に相対的な血流低下が認められた。以上の所見から、両側の頸動脈病変とも外科的治療の適応があるものと考えられた。本症例は高齢かつ心機能の低下を認めたため、頸動脈内膜剥離術ではなく CAS を施行することとした。まず陳旧性脳梗塞があり、狭窄率も高く頭蓋内血流が相対的に低下している右側病変に対して CAS を施行し、頭蓋内の血行動態が安定した後、左側病変も治療することとした。

治療

1. 右頸動脈ステント留置術

全身麻酔下に、右大腿動脈からアプローチし、Launcher 8Fr (Medtronic Inc., Minneapolis, MN, USA) を右総頸動脈に留置した。ヘパリン 5,000 単位を静注し、activated clotting time (ACT) を 320 秒まで延長させた。治療前の計測では FWEZ 留置予定部の血管径 4.5 mm, 最狭窄部血管径 0.7 mm, 近位側の血管径 7.9 mm, 狭窄長 26.9 mm であった。FWEZ を誘導し、狭窄部を慎重に通過させ頸部内頸動脈遠位部に留置して展開した。前拡張には Sterling 3.5 mm × 20 mm (Boston Scientific, Natick, MA, USA) を用い、続いて Precise 10 mm × 40 mm (Cordis, Miami, FL, USA) を留置した。さらに後拡張として Sterling 5.0 mm × 20 mm を用いて拡張した (Fig. 1D)。DSA 上、FWEZ による血流遅延や頭蓋内血管の血流の低下、分枝閉塞は認めなかった。術後 1 週間ほど遷延する低血圧を認めたが、新たな神経症状は出現せず退院した。

2. 左頸動脈ステント留置術

右側病変の治療から 4 ヶ月後に左側の治療を行った。局所麻酔下に、右大腿動脈からアプローチし、Launcher 8Fr を左総頸動脈に留置した。ヘパリン 5,000 単位を静注し、ACT を 312 秒まで延長させた。治療前の計測では FWEZ 留置予定部の血管径 4.4 mm, 最狭窄部血管径 1.0 mm, 近位側の血管径 8.1 mm, 狭窄長 28.2 mm であった。FWEZ を誘導し、蛇行した狭窄部を慎重に通過させ頸部内頸動脈遠位部に留置して展開した。前拡張は Jackal 3.5 mm × 20 mm (カネカメディクス, 大阪) を用い、8 気圧 20 秒間で拡張した。前拡張後の DSA では、順行性の血流は保たれていた。次に、Precise 10 mm ×

40 mm を留置し、後拡張として Sterling 5.0 mm × 20 mm を 6 気圧 20 秒間で拡張させたところ、直後から意識レベルの低下を来した。意識レベルは Glasgow Coma Scale 10 (E4, V1, M5)、全失語であり重度の右片麻痺を認めた。DSA を施行したところ左内頸動脈の血流は完全に停止しており (Fig. 3A)、直ちに Thrombuster III (カネカメディクス, 大阪) による吸引を行った。FWEZ の直下で 20 ml, FWEZ とステントの中間で 20 ml, ステント内で 20 ml の血液を吸引し DSA を施行すると、順行性の血流が回復していた (Fig. 3B)。FWEZ を回収し、DSA を施行したところ頭蓋内血管は末梢まで描出され、術前 (Fig. 3C) と比べ左内頸動脈領域の循環時間は改善していた (Fig. 3D)。しかし、C-arm CT による脳血液量 (CBV) の評価を行うと、術前 (Fig. 3E) は CBV の低下を認めなかった左中大脳動脈領域の分水嶺領域で CBV の低下が認められた (Fig. 3F)。回収した FWEZ のフィルターには黄色調の debris が付着しており、Thrombuster III にて回収した血液からも同様に debris が認められた (Fig. 4A, B)。FWEZ で捕捉した debris の病理組織学的検索では、泡沫細胞や炎症細胞、コレステロール裂隙を混ざる血小板およびフィブリン血栓を認めた。CAS の 1.5 時間後に施行した MRI の拡散強調画像 (diffusion weighted image ; DWI) では、梗塞巣は明瞭ではなかったが、術翌日に施行した MRI DWI では術中に測定した CBV の低下領域に一致するように左大脳半球に散在する梗塞巣が認められた (Fig. 5A, B)。その後の加療にて中等度の麻痺と失語を後遺し退院した。

考察

FWEZ は本邦で 2010 年 4 月に保険収載され、広く使用されるようになった。フィルターはポリウレタン製であり、直径 110 μm の孔で構成され、広いフィルター面積を有する。サスペンションアームで支持されたフィルターが血管壁に密着することにより遠位塞栓を予防している。現在、本邦では CAS を施行するにあたり Angioguard XP (AG : Cordis, Miami, FL, USA) と FWEZ の 2 種類の filter type EPD を使用することができる。順行性の血流を保ちながら手技を行う filter type EPD の場合、debris の量や性質によっては、手技中に血流の低下や停止 (no flow) を来すことがあり得る。Finol らは In vitro の検討で、FWEZ はフィルター面積が大きく、さ

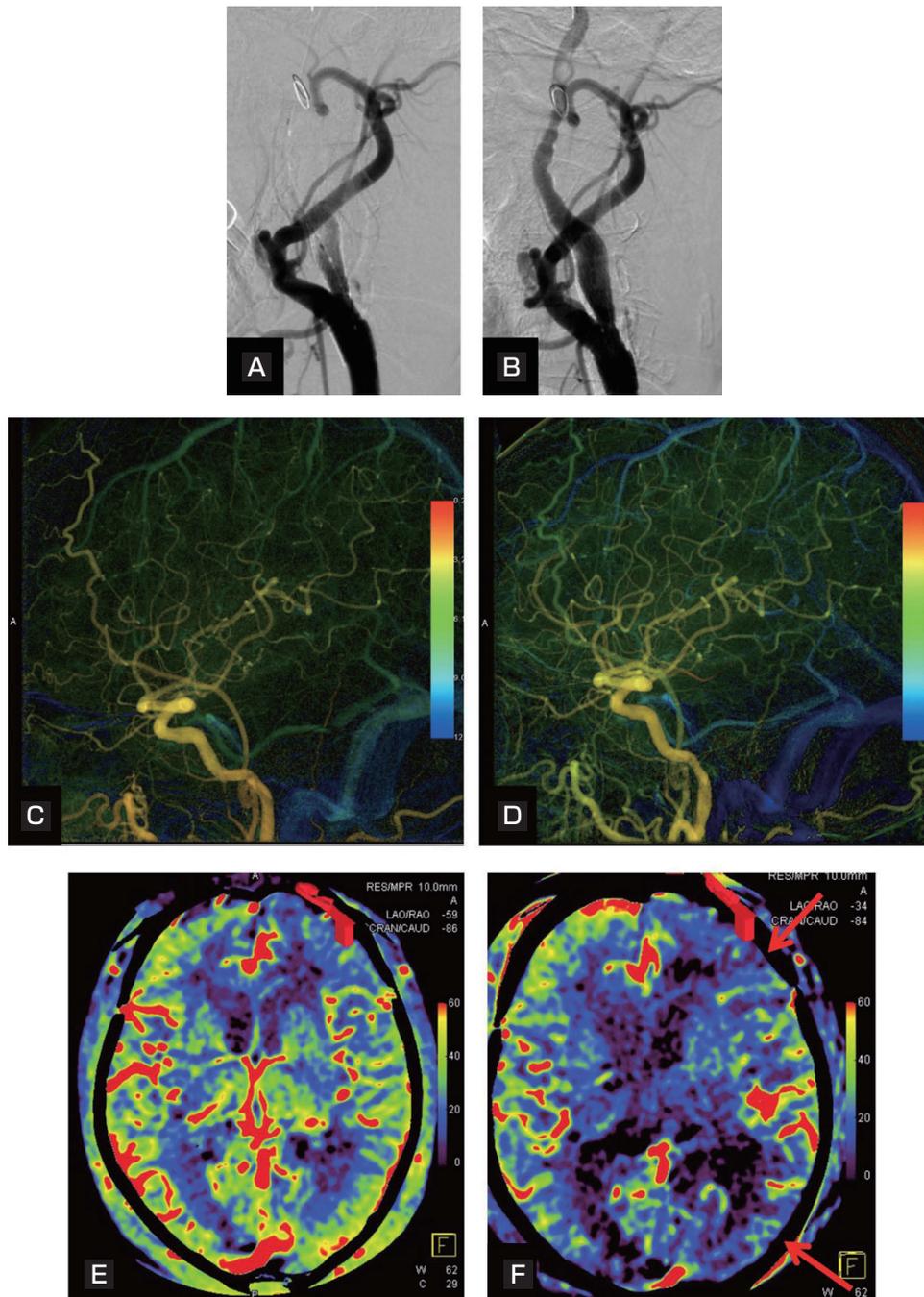


Fig. 3

- A : A left common carotid angiogram after deployment of the stent and balloon angioplasty shows no flow in the left ICA.
- B : After aspiration, revascularization of the left ICA is achieved.
- C : A color-coded digital subtraction angiography (syngo iFlow; Siemens Healthcare) before CAS shows lower blood flow velocity in the left ICA than in the left external carotid artery (ECA), indicating ICA stenosis.
- D : Blood flow velocity in the left ICA is improved after the CAS procedure. An iFlow image after the CAS procedure shows improvement of blood flow velocity in the left ICA. No circulatory insufficiency in the left middle cerebral artery territory is observed.
- E, F : Cerebral blood volume (CBV) mapping with C-arm CT before (E) and after (F) the CAS procedure. CBV is decreased in the water-shed area in the left hemisphere after the CAS procedure.

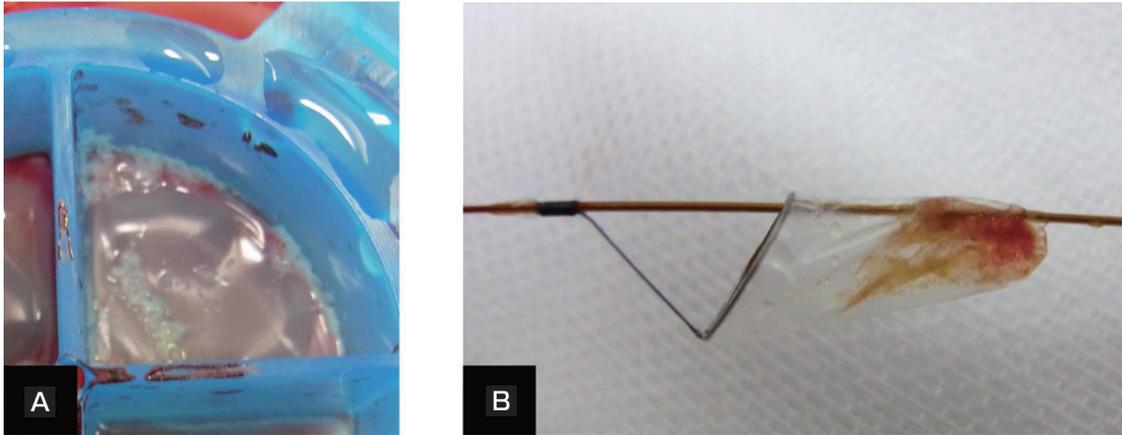


Fig. 4

A : Whitish debris is captured in a cell strainer from the aspiration of blood.

B : Yellowish debris is observed within the basket of the FWEZ.

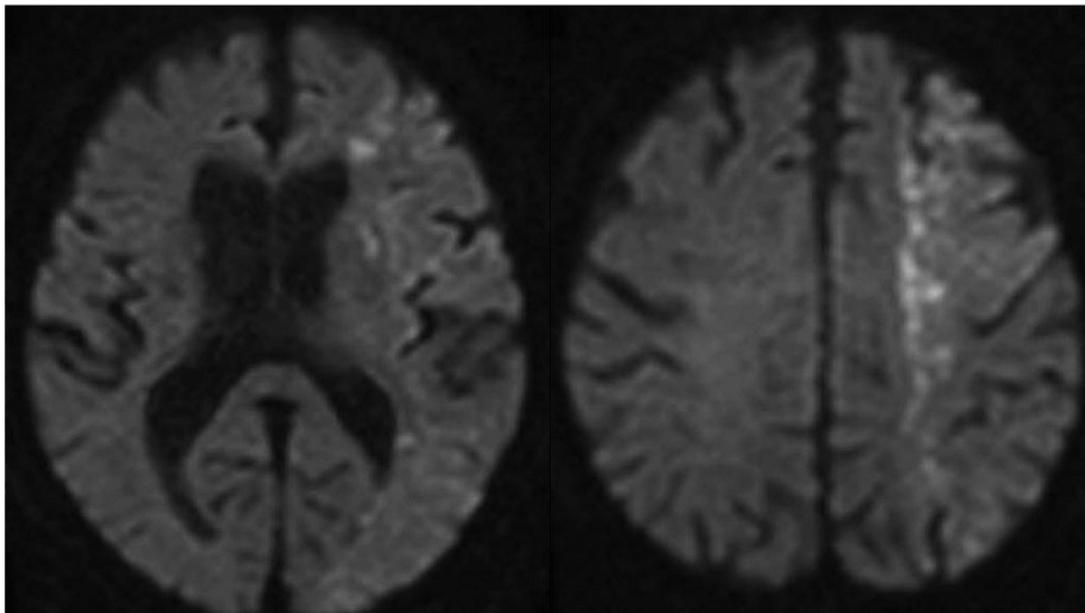


Fig. 5

A diffusion-weighted MRI performed 24 hours after the procedure shows multiple embolic infarctions in the same area as CBV mapping with C-arm CT (Fig. 4F).

らにフィルターと血管壁との密着性が高いため、AGよりも血流の低下を来しにくく debris の取り残しが少ないと報告している¹⁾。同様に FWEZ の優位性については、Veselka らが FWEZ を用いた CAS の 214 例の使用経験において、no flow は認めなかったと報告している⁸⁾。また、FWEZ を含む 3 種類の EPD の比較を行った Roffi らの報告で、AG が 32.3% に術中血流の低下を来しているのに対し、FWEZ では 6.2% と述べられており、さらに AG 使用例の 19% で no flow が認められたのに対し、

FWEZ 使用例では no flow は認められなかったとしている⁶⁾。FWEZ の安全性を評価した前向き試験である BEACH trial においても 480 例の pivotal group の中で、血流の低下により FWEZ 回収前に血栓吸引を行った例は 0.6% と報告されており⁹⁾、FWEZ が血流低下を来しにくい EPD であることが示されているものと考えられる。

このように比較的血流の低下を来しにくいと報告されている FWEZ であるが、それにもかかわらず術中の血流低下が引き起こされる症例が散見される。FWEZ を

含む filter type の EPD を使用した CAS において、経頭蓋超音波ドップラー検査で遠位血管の飛散物質を調べた結果、すべての症例で microemboli を示す信号を認めたとの報告があり²⁾、また、BEACH 試験においても、major adverse event が 5.8% に認められ、その合併症のなかで最も多いものは同側の虚血性脳卒中 (2.9%) であった⁹⁾ とされることから、現在のところ遠位塞栓を完全に防ぐことができる filter type の EPD は存在しないことを念頭において治療を行う必要がある。

また、プラーク性状やプラーク量と遠位塞栓発症あるいは EPD 選択との関連についても考慮しなければならない。Sakamoto らは EPD に AG を用いた症例で、MRI 上不安定プラークと評価した症例では、有意差 ($P < 0.01$) をもって血流低下や no flow を来したと報告している⁷⁾。また、柏木らはプラーク性状に加えてプラーク量が遠位塞栓に伴う虚血性合併症発症の要因であることを報告している⁵⁾。

現在われわれの施設では、プラークの評価を主に頸動脈エコー、CT、MRI BB 法で行っている。今回の症例では右側病変は石灰化が強く、頸動脈エコーでははっきりと確認できなかったが、MRI BB 法では部分的に胸鎖乳突筋より高信号を呈する不安定プラークであることが示唆された。しかし、不安定成分が病変全体に及ぶものではなかったため、FWEZ による distal protection で十分安全性が確保できると判断し、CAS を施行した。一方、左側病変は狭窄部に血管の蛇行を認めたが、MRI BB 法で認められた高信号領域は右側病変とほぼ同程度と判断したため右側病変と同様に FWEZ を用いた CAS を施行したところ、術中の no flow を経験した。これまで Filter Wire EX (Boston Scientific, Natick, MA, USA) にて no flow を来した症例は 1 例報告されているが³⁾、FWEZ を用いた CAS 施行例で no flow を来した症例はわれわれが渉猟し得た限り、見あたらなかった。術前に施行したプラークの評価では左右差が認められず、左右両病変とも同径の血管拡張用バルーンを使用し同じステントを用いて、同一のバルーン、同一圧の後拡張を行った。右側病変においては Fig. 1D に示したとおり、狭窄が残存しており控えめな拡張にとどまっている。一方、左側病変では Fig. 3B に示したとおり狭窄が改善され、ほぼ 100% に近い拡張が得られた。実際に右側病変では、回収した FWEZ に肉眼的に確認できるような debris は認められず、十分な拡張を得られなかったことが、逆にプ

ラークの破綻を来さず手技を終えることができた要因の一つと考えられた。一方で、左側病変については、治療手技がプラークの破綻を来し、結果として、狭窄率が大幅に改善したものの、このために大量の debris が発生したものと考えられた。左側病変において回収した debris とフィルターの病理学的検討でもこのことが明らかであるが、さらにフィルターでは捕捉できないような microemboli や液状成分がプラークの破綻とともに血中に放出され、FWEZ を通過して遠位塞栓となった可能性も否定できない。

本例のような合併症を来さないための方策として、より信頼性の高いプラーク診断があげられる。頸動脈エコー、CT、MRI BB 法など、現在用いることのできる必要十分な術前診断を行い、右側病変とほぼ同様の結果であったにもかかわらず左側病変では no flow を呈しており、現時点ではプラーク診断に限界があると言わざるを得ない。より確実性の高い診断法の開発が待たれる一方、不安定プラークの可能性がある場合には、控えめの拡張、closed cell type のステント選択を含め、使用するバルーンの拡張径、ステントの種類、サイズの選択に十分に配慮し⁴⁾、手技中は血栓吸引カテーテルを用意しておくなどの慎重な準備が必要であると思われる。また、FWEZ は優れたデバイスではあるものの、no flow に加えて、microemboli や液状成分による遠位塞栓が起こり得ることを念頭に、状況に応じて、バルーンによる distal protection や proximal balloon を用いたプロテクション、reverse flow 下での治療、あるいは頸動脈内膜剥離術を考慮することも必要と考えられた⁵⁾。

文 献

- 1) Finol EA, Siewiorek GM, Scotti CM, et al: Wall apposition assessment and performance comparison of distal protection filters. *J Endovasc Ther* 15:177-185, 2008.
- 2) Gossetti B, Gattuso R, Irace L, et al: Embolism to the brain during carotid stenting and surgery. *Acta Chir Belg* 107:151-154, 2007.
- 3) Han SH, Kang WC, Ahn TH, et al: Pseudo-no-reflow phenomenon in carotid artery stenting using FilterWire EX: successful recovery by aspiration thrombectomy. *J Korean Med Sci* 24:967-969, 2009.
- 4) Hart JP, Peeters P, Verbist J: Do device characteristics impact outcome in carotid artery stenting? *J Vasc Surg* 44:725-730, 2006.
- 5) 柏木淳之, 清末一路, 中原一郎, 他: Angioguard XP を用いた頸動脈ステント留置術中塞栓性合併症に関する多施設共同研究—MR plaque image と狭窄長によるハイリスク群

- の抽出。 *JNET* 2:179-187, 2008.
- 6) Roffi M, Greutmann M, Schwarz U, et al: Flow impairment during protected carotid artery stenting: impact of filter device design. *J Endovasc Ther* 15:103-109, 2008.
- 7) Sakamoto M, Taoka T, Nakagawa H, et al: Magnetic resonance plaque imaging to predict the occurrence of the slow-flow phenomenon in carotid artery stenting procedures. *Neuroradiology* 52:275-283, 2010.
- 8) Veselka J, Cerna D, Zimolova P, et al: Feasibility, safety, and early outcomes of direct carotid artery stent implantation with use of the FilterWire EZ Embolic Protection System. *Catheter Cardiovasc Interv* 73:733-738, 2009.
- 9) White CJ, Iyer SS, Hopkins LN, et al: Carotid stenting with distal protection in high surgical risk patients: the BEACH trial 30 day results. *Catheter Cardiovasc Interv* 67:503-512, 2006.

JNET 5:195-201, 2012

要 旨

【目的】 FilterWire EZ (FWEZ) を用いた頸動脈ステント留置術 (carotid artery stenting ; CAS) 中に no flow となり、脳梗塞を来した 1 例を報告する。**【症例】** 78 歳、男性。右大脳半球に陳旧性脳梗塞を伴う進行性右内頸動脈狭窄に対して CAS を施行した後、無症候性ながら進行する左内頸動脈狭窄に対して CAS を追加した。FWEZ を用いた distal protection を行い、ステント留置後に後拡張を行ったところ no flow を来した。直後より、意識レベルの低下、失語、右片麻痺を呈し、術後の MRI では左大脳半球に散在する脳梗塞を認めた。**【結論】** FWEZ は効果的な遠位塞栓予防デバイスであり、従来のフィルタータイプのデバイスより優れていることが報告されているが、本デバイスを用いた場合にも本例のように no flow を来し、症候性脳梗塞が起こり得ることを認識する必要がある。