症 例

進行性脳卒中を呈した頸動脈狭窄に対し ステント留置術を施行した3症例

布施 孝久¹, 渡辺 賢一², 市橋 鋭一³
大野 正弘⁴, 神谷 健⁴, 小山 英樹¹

Carotid Artery Stent Placement for Progressing Stroke: Reports of 3 Cases

Takahisa FUSE, M.D.,¹ Kenichi WATANABE, M.D.,² Toshikazu ICHIHASHI, M.D.,³
Masahiro OHNO, M.D.,⁴ Ken KAMIYA, M.D.,⁴ and Hideki KOYAMA, M.D.¹

¹Department of Neurosurgery, Fussa Hospital, Fussa, ²Department of Radiology, Okazaki Municipal Hospital, Okazaki, ³Department of Neurosurgery, Fukuroi Municipal Hospital, Fukuroi, and ⁴Department of Neurosurgery, Biyoh Public Hospital, Aichi, Japan

Summary: We successfully performed carotid artery stent placement (CAS) in 3 patients with cervical carotid artery stenosis presenting with progressing stroke. In our presented cases, we used intravascular ultrasonographic virtual histology (IVUS-VH) to evaluate carotid plaque and continuous monitoring of regional cerebral oxygenation by near-infrared spectroscopy to detect early hemodynamic complications. These techniques significantly helped to improve neurological outcome after CAS in patients with progressing stroke. In Case 1, an 80-year-old female presented with progressing right hemiparesis due to severe stenosis of the cervical portion of the left carotid artery. IVUS-VH revealed the plaque as mainly fibrous and partially necrotic and fibrolipidic, and under distal protection, CAS was successfully performed. In Case 2, a 70-year-old male presented with repeated transient loss of consciousness. 3D-CT angiography demonstrated severe stenosis of the cervical portion of the right carotid artery, and under the distal protection, CAS was conducted. During placement of the carotid stent, near infrared spectroscopy revealed a marked change in cerebral oximetry. His blood pressure was carefully controlled for 3 days to avoid hyperperfusion syndrome. In Case 3, a comatose 76-year-old male was admitted to our hospital with right-sided hemiparesis. He had suffered several transient ischemic attacks 6 months previously. Intravenous rt-PA therapy was performed, and his symptoms improved rapidly. 3D-CT angiography demonstrated severe stenosis of the right cervical carotid artery with dense calcified plaque. However, IVUS-VH revealed the plaque as mainly fibrous with partial calcification, and CAS was successfully performed.

Key words:

- carotid artery stenosis
- CAS
- progressing stroke
- rSO₂
- IVUS-VH

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 37: 209-214, 2009

¹ 公立福生病院 脳神経外科, ² 岡崎市民病院 放射線科, ³ 袋井市民病院 脳神経外科, ⁴ 公立尾陽病院 脳神経外科(受稿日 2008.8.27)
(脱稿日 2009.1.9) [連絡先: 〒197-8511 東京都福生市加美平 1-6-1 公立福生病院 脳神経外科 布施孝久] [Address correspondence: Takahisa FUSE, M.D., Department of Neurosurgery, Fussa Hospital, 1-6-1 Kamidaira, Fussa, Tokyo 197-8511, Japan]

Fig. 1 A: Diffusion weighted magnetic resonance imaging (DWI) on admission showing high intensity spots in part of left anterior and middle cerebral artery (arrow). B, C: DWI on day second and on day 7th. DWI showing high intensity area spreading gradually. D: Angiogram showing severe stenosis of the cervical portion of the left internal carotid artery. E: Post-stenting left carotid angiogram showing a left dilated internal carotid artery. F: Intravascular ultrasonographic virtual histology of the left carotid artery revealed the plaque as mainly fibrous, labeled green with partially necrotic, labeled red and fibrolipidic, labeled greenish-yellow. G: Continuous monitoring of rSO₂ revealed that rSO₂ dropped from the baseline 65% to 55% after the occlusion of the left ICA (arrow) and increased to 80% after reperfusion (open arrow). And rSO₂ decreased gradually by strict control of blood pressure.

はじめに

頸部内頸動脈狭窄病変に起因する進行性脳卒中に対して従来は抗凝固療法などの保存的治療が施行されてきたが、最近では急性期に頸動脈内膜剥離術(CEA)や血管内治療を行う報告も散見される²⁾⁶⁾。しかし、治療後に過灌流による脳出血、脳浮腫、二次性梗塞などの術後合併症を伴う可能性もあり、議論のあるところである。今回われわれは頸部内頸動脈の高度狭窄による進行性脳卒中3症例を経験した。治療法としては血管内治療による頸動脈ステント留置術(CAS)を選択したが、その際、近赤外線分光法による

術前後の経時的脳酸素飽和度(rSO₂)測定および術中血管内エコー(intravascular ultrasonographic virtual histology (IVUS-VH))によるプラーク性状評価を施行し、有用と思われたので報告する。

症 例

〈症例1〉80歳、女性。

主訴：右手の脱力発作。

既往歴：特になし。

現病歴：1日前より右手の脱力発作が出現し当院受診する。初診時は意識清明であり、麻痺は認められなかった。

Fig. 2 A: CT scan showing a new infarct lesion on the right frontal lobe (arrow) with old multiple infarctions. B: Transverse perfusion CT map showing decreased cerebral blood flow (CBF) (arrows) in right ACA and MCA territories. C: After CAS, transverse CBF map showing normal flow in both hemisphere. D: Angiogram showing severe stenosis of the cervical portion of the right internal carotid artery. E: Angiogram after stenting showing a widely patent carotid artery. F: Cerebral oximetry with near infrared spectroscopy was presented. Arrows show carotid temporary occlusion. After reflow rSO_2 was changed from 40% to 60% and maintained despite strict control of blood pressure.

頭部CTでは異常はなかったが、MRI拡散強調像にて左頭頂部に梗塞を認めた(Fig. 1A)。入院後、保存的治療を開始したが、入院2日目、右不全片麻痺4/5が出現し、MRIで梗塞領域の拡大が明らかになった(Fig. 1B)。3日目には右上肢麻痺3/5に進行し、返答に時間がかかるようになり、4日目に運動性失語が出現。7日目のMRIでさらに梗塞の進行が認められた(Fig. 1C)。8日目に施行した血管撮影で左頸部内頸動脈は分岐後95%以上の高度狭窄を示した(Fig. 1D)。内頸動脈高度狭窄による神経症状の悪化と診断し、引き続きCASを施行した。局所麻酔下にガイドカテーテル留置後、PercuSurge GuardWire (PSGW)

(Medtronic)によるdistal protection下、IVUS-VHを行うとプラークは線維性主体で一部壊死および脂肪成分がみられた(Fig. 1F)。続いて前拡張を施行後、WallRP (Boston) 8mm×20mmを留置し、十分な血管拡張が得られた(Fig. 1E)。術中debrisは軽微であった。またINVOS (Somanetics)による rSO_2 測定では、血流遮断解除後に一過性上昇が認められた。そこで、血圧を150台から110台に下げて観察すると rSO_2 値は徐々に低下し、ほぼ遮断前の値に戻った(Fig. 1G)。術後経過良好で3週間後には独歩退院した。

Fig. 3 A: 3D-CT angiography demonstrated severe stenosis of the cervical portion of the left carotid artery with dense calcific plaque (arrow).
 B: Transverse perfusion CT map showing decreased CBF (arrows) in left MCA territories.
 C: Angiogram showing severe stenosis of the left internal carotid artery.
 D: Angiogram after stenting showing a widely patent carotid artery.
 E: Intravascular ultrasonographic virtual histology of the left carotid artery demonstrating details of the plaque including the main fibrous tissue with partial dense calcification (arrow).
 F: Four weeks after CAS, transverse CBF map showing normal flow in both hemisphere.

A	B	C
D	E	F

〈症例2〉70歳，男性。

主訴：意識消失発作。

既往歴：胸椎圧迫骨折による背部自発痛，高血圧症。

現病歴：入浴中に意識消失し，救急搬入されたが，搬送中に意識は清明となった。来院時の頭部CTでは陳旧性脳梗塞を認めた。入院後，保存的治療を行ったが，翌日より，構語障害，左片麻痺が意識障害とともに繰り返出現し，CTで右前頭部に新しい脳梗塞を認めた(Fig. 2A)。perfusion CTは右内頸動脈領域の灌流低下を示した(Fig. 2B)。脳血管撮影では，右頸部内頸動脈は分岐後2cmほどで高度狭窄を示した。また分岐前の総頸動脈にも潰瘍が認められた(Fig. 2D)。以上から，右頸部内頸動脈高度狭窄による神経症状の変動と診断しCASを行った。症例1と同様にdistal protection下，まずIVUS-VHを行いプラークが線維性主体であることを確認し，続いて前拡張を施行後，

いったん血流遮断を解除した。再度遮断後，WallRP (Boston) 10 mm×39 mmを留置し，後拡張を行い，十分な血管拡張が得られた(Fig. 2E)。吸引血液中のdebrisは軽微であった。INVOSでは血流遮断時の rSO_2 低下および術後の持続的上昇がみられた(Fig. 2F)。収縮期血圧180台以上の高血圧を有する症例であるため，術後3日間，収縮期血圧140台以下に維持することで rSO_2 はほぼ術前値に戻り，神経学的には経過良好で独歩退院した。術後4週目のperfusion CTでは脳血液灌流は改善していた(Fig. 2C)。

〈症例3〉76歳，男性。

主訴：意識障害，言語障害，右不全片麻痺。

既往歴：高血圧症。

現病歴：6カ月前から，一過性の言語障害，右片麻痺を頻繁に自覚していた。工作中突然の意識障害にて救急搬入された。初診時，意識障害(Japan Coma Scale 30)，失語，

左方共同偏視，右不全麻痺(MMTで3+/V)を示した。CTは正常で発症後2時間にて recombinant tissue-type plasminogen activator (rt-PA) 静注療法を施行し，神経症状は軽快した。翌日施行した3D-CTAでは非常に強い石灰化を伴う左内頸動脈高度狭窄を示した(Fig. 3A)。perfusion CTでは左MCA領域を中心に血液灌流低下がみられた(Fig. 3B)。脳血管撮影でも左内頸動脈高度狭窄を認めた(Fig. 3C)。虚血発作を繰り返していることからCASを施行した。局所麻酔下，右大腿動脈から9Fr Patlive (クリニカルサプライ)を総頸動脈に留置した。続いてPSGWを外頸動脈に留置し，総頸，外頸動脈からの血流を遮断したのちにPSGWを用い protection balloon を内頸動脈狭窄部遠位に留置した。以後はdistal protection法とし，IVUS-VHを施行したが，プラークは主に線維化を示し，石灰化は血管周囲にみられるだけであった(Fig. 3E)。そこで前拡張を行い，Precise (Cordis) 10mm×40mmを留置し十分な拡張を得た(Fig. 3D)。術中debrisは軽微であった。ステント留置後のrSO₂上昇は認められず，術後経過は良好で独歩退院した。術後4週目のperfusion CTは脳血液灌流の改善がみられた(Fig. 3F)。

考 察

頸動脈狭窄症例における脳虚血の進行機序としてはプラーク内出血や破綻による形態変化に伴う血行力学的脳虚血障害およびプラークからの塞栓物質の流出による動脈原性塞栓が考えられる。われわれが経験した進行性脳卒中3症例のうち，症例1ではMRI上虚血障害部位が徐々に拡大し，内頸動脈狭窄による血行力学的脳虚血の進行が示唆された。また症例2，3ではperfusion CTにて患側の相対的な脳血流低下が示された。以上の所見から進行性脳卒中には主に血行力学的脳虚血状態が関与することが示唆された。また症例2，3はいずれも意識障害で救急搬入されたが，発症機序としてさらなる重篤な脳循環障害(動脈原性塞栓や偽閉塞)が併発した可能性がある。とくに症例3では搬入時にも意識障害と右片麻痺が継続し，rt-PA静注療法を施行した。rt-PA治療の施行例と内頸動脈狭窄については，治療された中大脳動脈閉塞症例のうち10-20%程度に内頸動脈狭窄/閉塞例が存在したとの報告があり⁹⁾，常に頸動脈病変への留意が必要と思われる。

進行性脳卒中の手術成績については，CEAだけでなく，血管内治療でも成功例が散見されるようになった²⁾⁴⁾⁶⁾。頸動脈狭窄による急性脳虚血性病変に対して梗塞巣が小さく，神経症状が軽度であれば6時間以内のCASはよい適応であるとの報告もあり¹²⁾，虚血状態を繰り返す進行性脳卒中である今回の症例でも十分な周術期管理を行えばCASによる治療は可能と考えた。

術後過灌流の評価法として，INVOSによるrSO₂測定の有用性が報告されている³⁾。この測定法は手技が簡便で脳血流の経時変化をよく反映するとされる⁷⁾⁸⁾。測定部位が前額部だけであり，SPECTほどの情報量はないが，数日間継続測定ができる利点もある。しかしCAS後の過灌流におけるrSO₂値についての明確な基準はない。頸動脈内膜剥離術では，術後rSO₂が10%以上上昇した場合にSPECTで過灌流状態が確認されたという⁸⁾。CAS後については過灌流症例で基礎値から術後rSO₂が20%以上継続的に上昇していたとの症例提示がある⁷⁾。これらからrSO₂が術中血流遮断時に大きく減少し，再灌流後，基礎値から10から20%以上の持続的上昇を示す場合は過灌流の危険性を考え，血压管理を厳重にすべきと考える⁴⁾⁵⁾。症例1では血压110以下で早期にrSO₂の低下を得られたが，症例2では以前より高血圧を有しており，血压を140前後に下げることによってrSO₂の上昇を徐々に抑制した。また通常のCT検査に継続して施行可能なperfusion CTもその簡便性からCAS前後の脳血流評価法として普及すると思われる¹⁰⁾。

冠動脈検査領域で普及してきたIVUS-VHはプラークの性状を壊死，脂肪変性，繊維性，石灰化に分類表示でき，頸動脈狭窄についても真血管腔の確認やプラーク性状の推測が可能である¹⁾。症例1ではIVUSにて壊死・脂肪変性部位の存在がみられたため，十分な術中debris吸引を行った。PSGWによるdistal protection法では血流遮断解除前の血液吸引により，脂肪・壊死成分など，微細な成分も含めたdebrisの末梢への流出軽減が図れると思われる。IVUS-VHのもう1つの特徴として石灰化の分布を血管内腔側から観察できる点がある。3D-CTAは内頸動脈の偽性閉塞状態の把握や石灰化病変の描出に優れるが，強い石灰化所見が描出された症例に対してCASを施行すべきか判断に苦慮することもある。IVUS-VHを用いることで石灰化の分布状態が観察でき，CASの適応判断にも役立つ。一方，IVUS-VHはプラーク内血腫の検出力は低いとされ，これにはblack blood MRIの有用性が広く認められている¹¹⁾。このためMRI検査や頸部血管エコー検査も併用し，さまざまな情報に基づき検討することで正確なプラーク画像評価が可能となり，CASによるdistal embolismの予防に貢献すると考えられる。

結 語

進行性脳卒中を呈する高度頸動脈狭窄例に対し，IVUS-VHなどによるプラーク性状の評価およびrSO₂測定で観察した経時的な脳血流変化に対する周術期管理を施行することで，CASによる治療はより安全になると考えられた。

文 献

- 1) Fuse T, Ichihashi T, Matuo N: Asymptomatic carotid artery dissection caused by blunt trauma. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 48: 22-25, 2008
- 2) Hayashi K, Kitagawa N, Takahata H, *et al*: Endovascular treatment for cervical carotid artery stenosis presenting with progressing stroke: three case reports. *Surg Neurol* 58: 148-154, 2002
- 3) Horie N, Kitagawa N, Morikawa M, *et al*: Monitoring of regional cerebral oxygenation by near-infrared spectroscopy in carotid arterial stenting: preliminary study. *Neuroradiology* 47: 375-379, 2005
- 4) 井上明弘, 久門良明, 藤原 聡, ほか: progressing stroke を呈した頸部内頸動脈高度狭窄症に対し, 急性期頸動脈内膜剥離術を施行した1例—術後血圧管理の重要性—. *No Shinkei Geka* 34: 289-295, 2006
- 5) 柏崎大奈, 黒田 敏, 牛越 聡, ほか: ステンント留置術により血行動態が著名に改善した高度内頸動脈狭窄症の1—hyperperfusionの予防と対策の重要性について—. *No Shinkei Geka* 31: 1315-1320, 2003
- 6) 河野 威, 伴 昌幸, 曾我部紘一郎: 頸部内頸動脈高度狭窄による progressing stroke に対して emergency carotid endoarterectomy を行なった8例. 脳卒中の外科 23: 37-44, 1995
- 7) 松本省二: 近赤外線分光法(NIRS)による脳内酸素飽和度測定, 頸動脈ステント留置術 Carotid Artery Stenting (CAS) のすべて, 中原一郎(編), メジカルビュー社, 東京, 2008, pp110-113
- 8) Ogasawara K, Konno H, Yukawa H, *et al*: Transcranial regional oxygen saturation monitoring during carotid endarterectomy as a predictor of postoperative hyperperfusion. *Neurosurgery* 53: 309-314, 2003
- 9) Rubiera M, Ribo M, Raquel DM, *et al*: Tandem internal carotid artery/middle cerebral artery occlusion, An independent predictor of poor outcome after systemic thrombolysis. *Stroke* 37: 2301-2305, 2006
- 10) Trojanowska A, Drop A, Jargiello T, *et al*: Changes in cerebral hemodynamics after carotid stenting: Evaluation with CT perfusion studies. *J Neuroradiol* 33: 169-174, 2006
- 11) 吉田和道, 後藤正憲, 舟木健史, ほか: Black blood MRI による非侵襲的頸動脈プラーク性状評価. *No Shinkei Geka* 33: 235-241, 2005
- 12) Zaidat OO, Alexander MJ, Suarez JI, *et al*: Early carotid artery stenting and angioplasty in patients with acute ischemic stroke. *Neurosurgery* 55: 1237-1243, 2004