

NIRSモニタリング下で急性期にCASを 施行した脳梗塞の1例：症例報告

大村真弘^{1,2)} 定藤章代¹⁾ 田中铁兵¹⁾ 早川基治¹⁾
前田晋吾¹⁾ 加藤庸子¹⁾ 佐野公俊¹⁾ 廣瀬雄一¹⁾

Ischemic stroke treated with carotid artery stenting in the acute stage using NIRS monitoring: case report

Masahiro OOMURA^{1,2)} Akiyo SADATO¹⁾ Teppei TANAKA¹⁾ Motoharu HAYAKAWA¹⁾
Shingo MAEDA¹⁾ Yoko KATO¹⁾ Hirotoishi SANO¹⁾ Yuichi HIROSE¹⁾

1) Department of Neurosurgery, Fujita Health University

2) Department of Neurology, East Medical Center Higashi Municipal Hospital City of Nagoya

●Abstract●

Objective: The authors present a patient with acute ischemic stroke due to severe stenosis of the left internal carotid artery who was successfully treated with carotid artery stenting (CAS) in the acute stage.

Case: A 76-year-old man presented with aphasia and right hemiparesis. Intravenous administration of rt-PA was not indicated because the patient was outside the time-window. As perfusion CT revealed a large ischemic penumbra in the territory of the left middle cerebral artery, we attempted neuroendovascular therapy to rescue the penumbra from infarction. The regional saturation of oxygen (rSO₂) was monitored by near-infrared spectroscopy (NIRS) during the procedure. Before the procedure, rSO₂ in the left frontal area was decreased by 10% compared with that on the right side. The self-expanding stent was deployed after predilation. Just after deployment, rSO₂ on the left side increased by 10% and we intentionally did not perform postdilation to avoid hyperperfusion. The procedure was finished within 6 hours and 30 minutes after ischemic onset. The postoperative course was good and there were no hemorrhagic complications.

Conclusion: NIRS monitoring allows observation of real time changes in cerebral perfusion during the dilatative procedure, which provides useful information for intraoperative decision-making on whether stenting should be added after angioplasty and then, whether postdilation should be performed during carotid artery stenting in the acute stage.

●Key Words●

acute ischemic stroke, carotid artery stenting, hyperacute, NIRS, penumbra

1) 藤田保健衛生大学 脳神経外科

2) 名古屋市立東部医療センター東市民病院 神経内科

<連絡先：大村真弘 〒470-1192 愛知県豊明市杣掛田楽ヶ窪1-98 E-mail：m.oomura@gmail.com>

(Received February 27, 2010 : Accepted November 3, 2010)

緒言

急性期脳梗塞における頸動脈ステント留置術 (carotid artery stenting : CAS) の是非については、症例数も少ないこともあり一定の見解は得られていない^{6,9,10)}。急性期に行うCASにおいては過灌注症候群の合併が懸念されるが、一方で高度狭窄の症例では急性期に再発が多いという報告もある^{1,2)}。今回、発症7時間以内にCASを施行し良好な経過を得た脳梗塞の1例を経験したので報告する。CAS施行時には近赤外線スペクトロスコピー

(Near-infrared spectroscopy : NIRS) の所見が、angioplastyのみで終了するか、ステントを留置するか、あるいは後拡張まで追加するかという術中の拡張手技終了のdecision makingに有用であった。

症例

症例：76歳、男性。

既往歴：高血圧および前立腺肥大にて近医通院中であった。

現病歴：午前7時の起床時に右上下肢が動かせず、言葉

も発さないため、午前8時に当院救急外来に救急車にて搬送された。家人による最終正常確認時間は同日の午前4時であった。

来院時所見： 血圧132/77 mmHg, 脈拍78/分, 体温36.7度。 <意識レベル> Japan Coma Scale I-3, <脳神経系> 左への共同偏視, 右鼻唇溝浅, 構音障害を認めた。 <運動系> 右不全片麻痺 (MMT 2/5) を認めた。 <感覚系> 明らかな異常を認めず。 <高次機能> 失語 (ハイとしか言えない) を認めた。 従命は認められなかった。 NIHSSは17点であった。

神経放射線学的所見： 頭部CTでは明らかな低吸収領域を認めなかった。 頭部CTを撮影した時点で、最終正常確認時間から3時間が経過していたため、recombinant tissue plasminogen activatorは投与しなかった。 三次元CTアンギオグラフィー (3D-CTA) では左内頸動脈起始部に高度狭窄を認めた (Fig. 1D,E)。 頭蓋内血管は左前大脳動脈の描出が不良であった (Fig. 1F)。 CT灌流画像では左半球の前大脳動脈と中大脳動脈, 中大脳動脈と後大脳動脈の境界域においてcerebral blood volume (CBV) の低下を認めた (Fig. 1B)。 一方, 左中大脳動脈領域においてCBVは保たれていたがcerebral blood flowは低下しており, かつtime to peakおよびmean transit timeが延長していた (Fig. 1A-C)。 CBVが低下している分水嶺領域はすでに梗塞に陥っていると考えられたが, それ以外の中大脳動脈領域は広範囲にischemic penumbra領域であると考えられた。

入院後経過

以上の所見から左内頸動脈狭窄病変からのartery-to-artery embolismおよび低灌流による栓子のwashout低下から生じた分水嶺領域の脳梗塞と考えた。 脳循環改善を意図し低分子デキストランおよび脳保護薬であるエダラボンを投与したが, 症状は不変であったため, 同日に血管形成術を施行した。

1. 手術手技

発症5時間後に血管内治療を開始した。 治療は局所麻酔下で施行した。 両側前頭部に無侵襲混合血酸素飽和度監視装置INVOS5100C (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA) のソマセンサーを装着し, NIRSによる術中モニタリングを施行した。 術前においては局所酸素飽和度 (regional saturation of oxygen, rSO₂) の約10%程度の左右差を認め, 左側で低下していた。 右大腿動脈に9Frのlong sheathを挿入して9Frのballoon guiding

catheter (Optimo, 東海メディカルプロダクツ, 愛知) を左総頸動脈に留置した。 左総頸動脈撮影では左内頸動脈にNASCET80%の狭窄を認めた (Fig. 2B)。 頭蓋内脳血管は左前大脳動脈の皮質枝の閉塞を認めた (Fig. 2A)。 ヘパリン5000単位静注して全身ヘパリン化を行い, activated clotting timeを術前の約2倍まで延長させた。 狭窄部に血栓のあることが危惧されたので, Optimoのバルーンを拡張して総頸動脈を閉塞した状態でGuard Wire Plus (PercuSurge, Medtronic, Santa Rosa, CA, USA) で狭窄部を通過した。 緊急手術であったため外頸動脈の遮断は行わなかった。 GuardWire Plusが狭窄部を通過した後は, Optimoのバルーンを収縮させた。 GuardWire Plusのバルーンを拡張して, 内頸動脈への血流を遮断した状態でSterling (3.5×20mm; Boston Scientific, Natick, MA, USA) バルーンカテーテルで6気圧, 30秒間, percutaneous transluminal angioplasty (PTA)を行った。 Thrombuster II (カネカメディックス, 大阪) にて血液を40ml吸引したのち, バルーンによる閉塞を解除した。 過灌流が危惧されていたため軽度のPTAのみで終了することも選択肢のひとつとしていたので, 一旦血流を再開し血管造影を施行し狭窄度とrSO₂の変化を確認した。 拡張後の血管撮影ではNASCET60%の狭窄が残存しており (Fig. 2C), rSO₂も変化しなかった。 Intravascular ultrasonography (IVUS) を施行したのち, GuardWire Plusによるdistal protection下で自己拡張型ステントであるPrecise (9mm×40mm; Cordis, Miami, FL, USA) を内頸動脈から総頸動脈にかけて留置した。 Thrombuster IIで血液を40ml吸引したのち, バルーンによる閉塞を解除した。 留置後はNASCET20%の残存狭窄を残すのみであり, 明らかな狭窄の改善を認めた (Fig. 2D)。 ステント留置直後に左側前頭部のrSO₂が10%の上昇を呈し左右差の逆転も生じたので (Fig. 3), 過灌流症候群を懸念し後拡張を施行せず手技を終了した。 ステントは発症6時間30分後に留置された。

2. 術後経過

術直後にclopidogrel 300mgを経口投与した。 翌日から75mg/dayを投与した。 収縮期血圧は120mmHg前後でコントロールした。 過灌流症候群は生じなかった。 術後1週間はNIRSにて左半球でrSO₂の増加を認めたが, それ以降は明らかな左右差を認めなかった。 術後頭部MRIではCBVが低下していた分水嶺領域に梗塞を認めたが, それ以外のischemic penumbraに陥っていた中大脳動脈

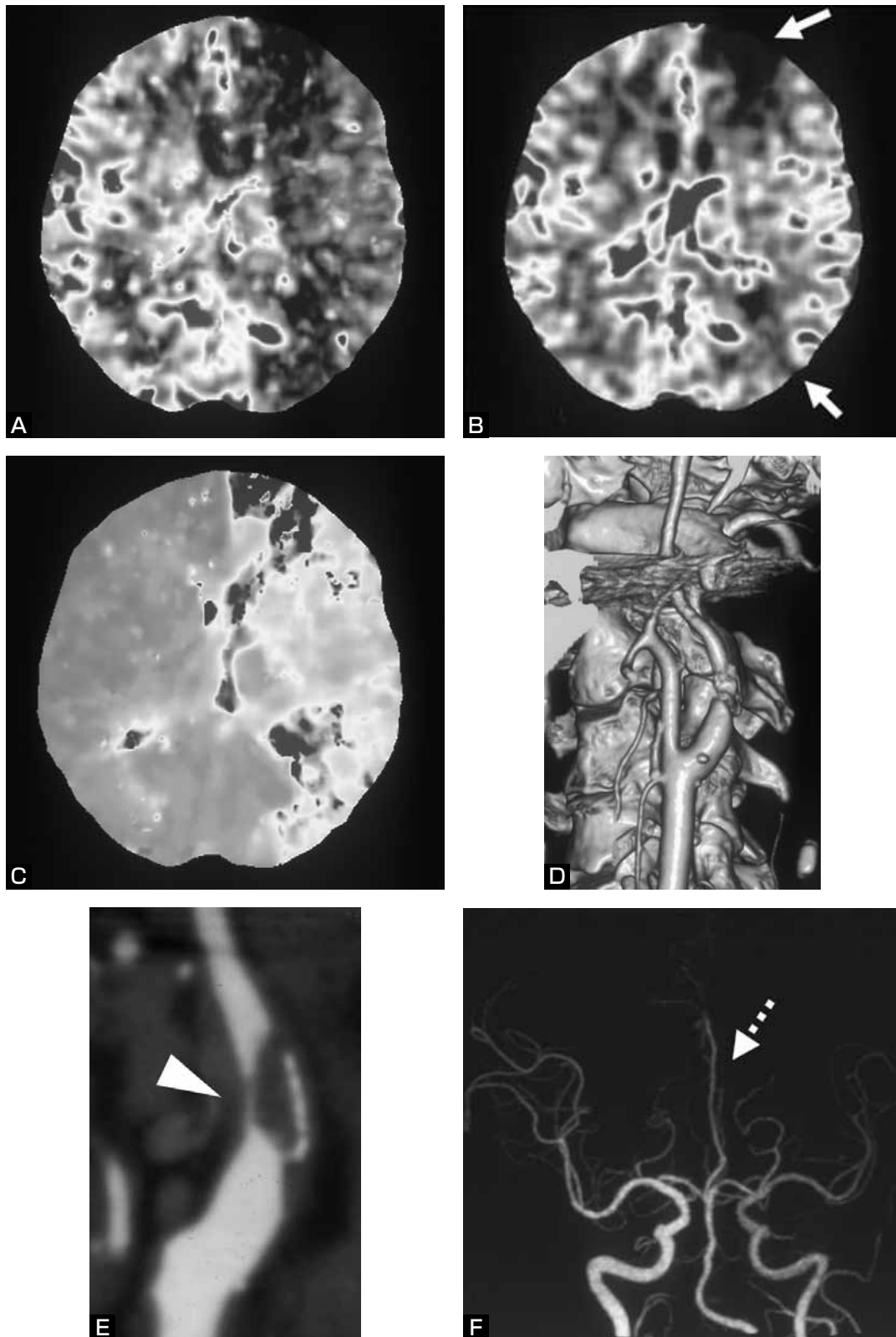


Fig. 1 Perfusion CT (A-C) and 3D-CTA (D-F) on admission.

A : Cerebral blood flow, **B** : Cerebral blood volume, **C** : Time to peak, **D,E** : 3D-CTA of the left carotid artery, **F** : 3D-CTA of intracranial vessels. Cerebral blood volume is decreased in the water-shed area in the left hemisphere (arrows) (**B**). Cerebral blood flow is decreased and time to peak is increased in the left middle cerebral artery area (**A,C**). 3D-CTA discloses severe stenosis of the left ICA (arrowhead) (**E**). Calcification is also noted. The left anterior cerebral artery is poorly visualized (dotted arrow) (**F**).

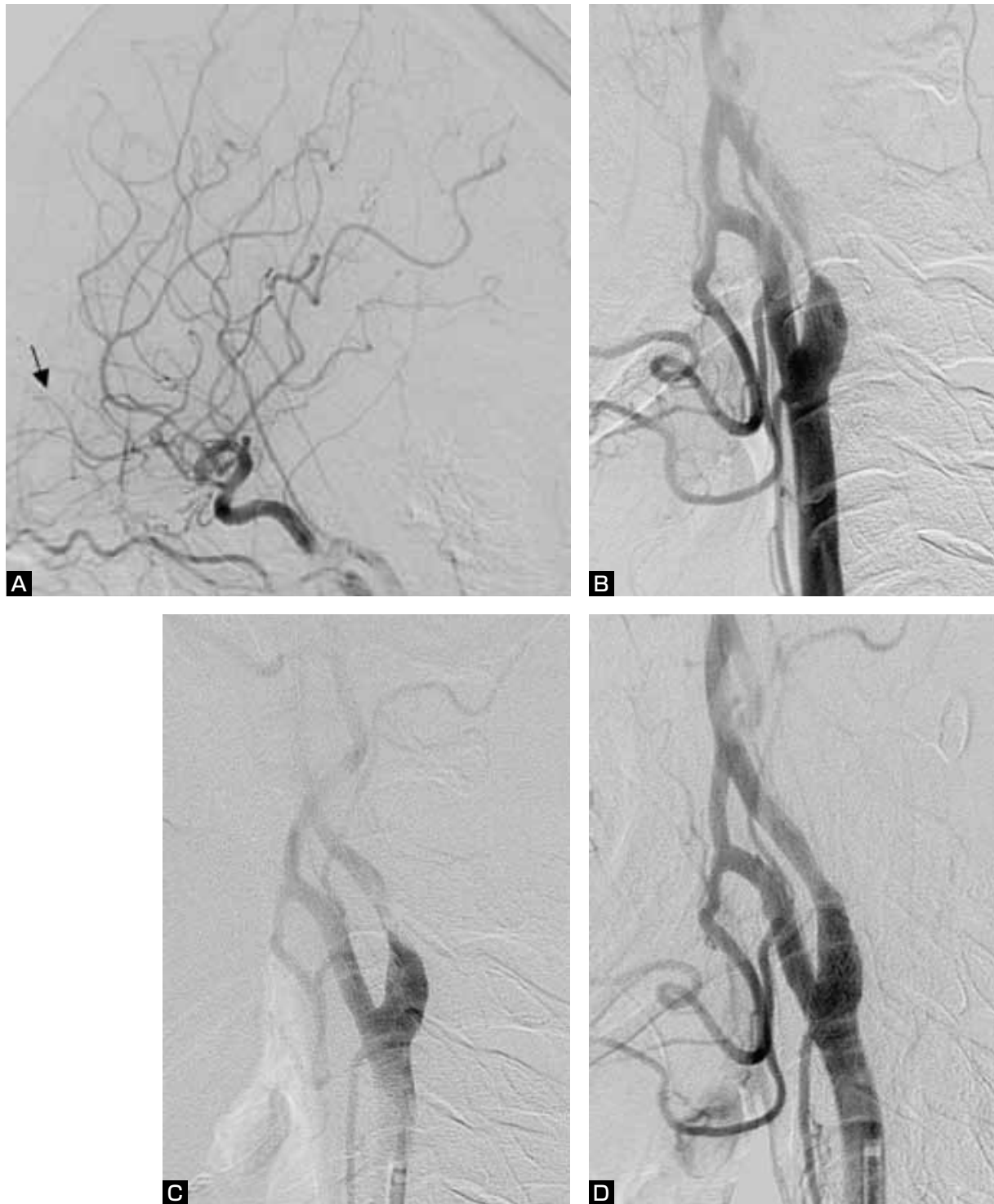


Fig. 2 Preoperative intracranial angiograms (A, B) and serial changes on left carotid angiograms (lateral views) (C, D). The cortical branch of the left anterior cerebral artery is occluded (arrow) (A). Preoperative angiogram shows severe stenosis of the left ICA (B). After angioplasty by balloon catheter, the degree of stenosis remains almost the same (C). After stenting, good dilatation is obtained (D).

領域においては梗塞を認めなかった (Fig. 4). 右片麻痺および失語は術後より改善を認め、day 7 には右上肢

は挙上可能となった。Day30においては明らかな右片麻痺を認めず独歩可能であり、日常会話は問題ない状態と

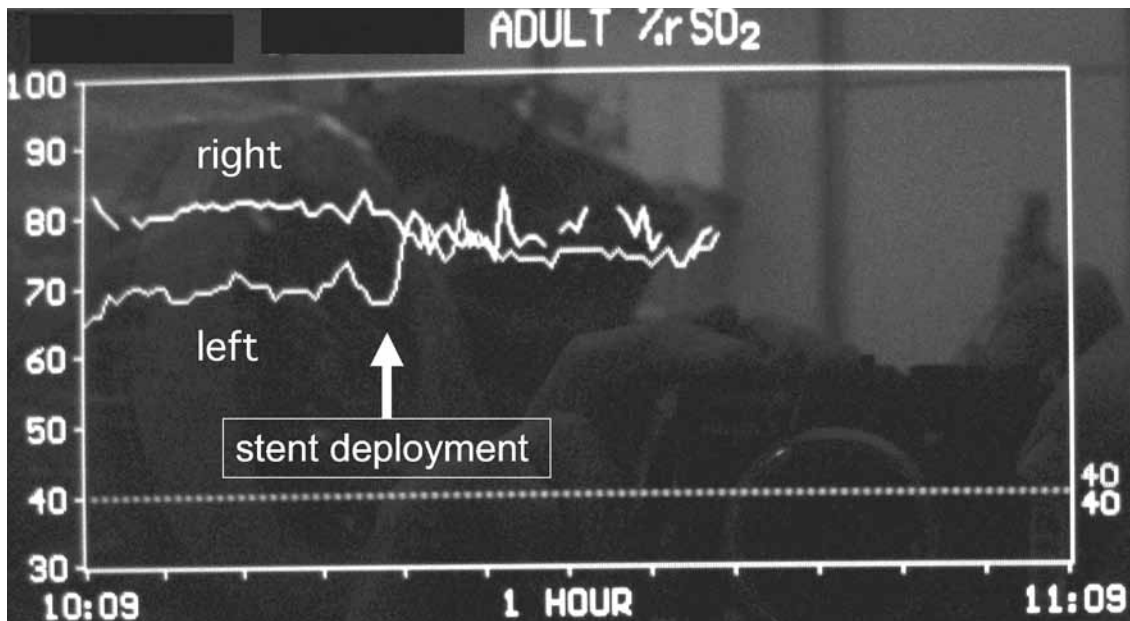


Fig. 3 Changes in regional saturation of oxygen (rSO₂) on near-infrared spectroscopy during the procedure. rSO₂ on the left side increased by 10% after stent deployment (arrow).

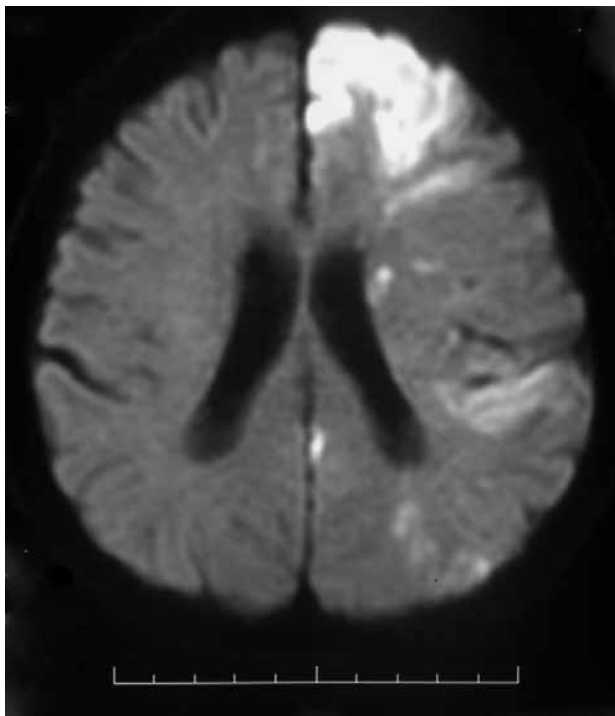


Fig. 4 MRI diffusion-weighted image on day 7. Acute infarction is noted in the area in which CBV had been decreased, however, no definite infarction developed in the left middle cerebral artery area, which corresponds to the ischemic penumbra.

なった。失行および軽度の失語症が残存したため、高次機能リハビリテーションのため他院にday50に転院した。

Day50に施行した頸動脈エコーでは再狭窄は認めなかった。

考 察

本例は頸部内頸動脈狭窄症に対して急性期にCASを施行し、良好な経過を得た1例であった。術中および術後の血行動態の把握にNIRSが有用であった。急性期脳梗塞における頸部内頸動脈狭窄例に対するCASの安全性および有用性は確立されていないが¹⁰⁾、本例のように広範囲にischemic penumbraが残存している場合は、何らかの血管形成術の適応はあると思われる。急性期CASは慢性期CASと比較してより過灌流症候群などの出血性合併症が生じやすいと考えられており、その観点から段階的な血管拡張を推奨する報告もある^{3,9)}。本例においてはまずPTAを施行したが、狭窄の改善は明らかではなく、かつrSO₂も著変ないためCASを施行した。ステント留置後は明らかに狭窄の改善を認め、rSO₂も10%程度上昇したため後拡張は施行しなかった。術後約1週間はSPECTおよびrSO₂にて患側の脳血流増加を認めたが、結果的に過灌流症候群は呈さなかった。

NIRSは生体透過性に優れた近赤外線を用いて血液中のヘモグロビンの酸素化状態を非侵襲的に測定することによりrSO₂を計測する²⁾。空間分解能に劣り、かつ深部の脳構造までは評価できないという短所はあるものの、時間分解能に優れるため同一症例における経時的な評価

には有用である。MatsumotoらはCASにおける過灌流症候群の予知にNIRSが有用であると報告している⁷⁾。NIRSによる術中モニタリングを施行したCAS64例中2例において過灌流症候群を認め、2例とも術直後から18%以上の rSO_2 の上昇を認めている⁷⁾。本例においては、ステント留置後に10%の rSO_2 の上昇を認めたため、過灌流症候群を懸念し後拡張は施行しなかった。結果として過灌流症候群は呈さなかった。

頸動脈内膜剥離術における過灌流症候群の危険因子としては、術前の脳血管反応性低下が知られており⁴⁾、CASにおいても同様であると考えられる。本例は緊急症例であったため術前のSPECT検査は施行していないが、CT灌流画像の所見からは脳血管反応性低下が疑われた。KangらはCAS施行例における脳出血の危険因子を文献的に調査し、自験例3例を含む54例の脳出血を合併したCAS症例を検討している⁵⁾。症候性病変、NASCET90%以上の高度狭窄、最狭窄部が分岐以遠に位置する、および脳梗塞の既往の4項目が危険因子であったと報告している⁵⁾。本例では上記3項目を満たし、出血性合併症に対して最大限の注意を払う必要があった。術中NIRSモニタリングを施行し、 rSO_2 の左右差が消失した時点で、後拡張をしなかったことが過灌流症候群の回避に役立った可能性がある。後拡張を行っていても過灌流にならなかったかもしれないが、血流増加が確認された時点でそれ以上の拡張操作を加えないという術中NIRS所見に基づいたdecision makingは有用であった。

急性期頸部内頸動脈狭窄症に対しては段階的な血管拡張が好ましいと考えられるが、PTA単独だけでは血管解離あるいはプラーク破裂による急性閉塞を術後に生じる可能性が残る⁹⁾。一方、ステントを留置した場合は、そのような機序による急性閉塞は避けられるが、急激な再灌流により出血性合併症を生じやすくなると考えられる。また後拡張時に低血圧を生じた場合、脳梗塞急性期においては梗塞巣が拡大する可能性もある。今回使用したPreciseのような自己拡張型ステントでは、ステントのradial forceにより持続的な拡張効果が期待できる。中川らは頸部内頸動脈狭窄11病変において、後拡張を省いた自己拡張型ステントによるCASを施行し、平均13.7ヵ月のfollow-up脳血管造影にて残存狭窄の改善を認めている⁸⁾。急性期CASにおいては、自己拡張型ステントを留置して後拡張は施行せず、その後ステント内部の再狭窄を認めるようならば、再度PTAを施行するという戦略も選択枝となりうると考えられる。

結 語

NIRSによる術中モニタリング下で急性期にCASを施行した脳梗塞の1例を報告した。急性期血行再建による過灌流への留意が必要ではあったが、NIRSモニタリングによるreal timeの脳血流評価がangioplastyのみに止めるか、stentingを行うか、さらに後拡張まで追加すべきかという術中の拡張手技終了のdecision makingに有用であった。

文 献

- 1) Aleksic M, Rueger MA, Lehnhardt FG, et al: Primary stroke unit treatment followed by very early carotid endarterectomy for carotid artery stenosis after acute stroke. *Cerebrovasc Dis* 22:276-281, 2006.
- 2) 藤原徳生, 酒谷 薫, 片山容一: 近赤外線スペクトロスコピー (NIRS) を用いた研究. *神経内科* 66:552-558, 2007.
- 3) 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.
- 4) Hosoda K, Kawaguchi T, Shibata Y, et al: Cerebral vasoreactivity and internal carotid artery flow help to identify patients at risk for hyperperfusion after carotid endarterectomy. *Stroke* 32:1567-1573, 2001.
- 5) Kang HS, Han MH, Kwon OK, et al: Intracranial hemorrhage after carotid angioplasty. *J Endovasc Ther* 14:77-85, 2007.
- 6) Jovin TG, Gupta R, Uchino K, et al: Emergent stenting of extracranial internal carotid artery occlusion in acute stroke has a high revascularization rate. *Stroke* 36:2426-2430, 2005.
- 7) Matsumoto S, Nakahara I, Higashi T, et al: Near-infrared spectroscopy in carotid artery stenting predicts cerebral hyperperfusion syndrome. *Neurology* 72:1512-1518, 2009.
- 8) 中川修宏, 布川知史, 寺本佳史, 他: 後拡張を省いた頸動脈ステント留置術による狭窄率の遷延性改善効果. *JNET* 3:159-164, 2009.
- 9) Wang H, Lanzino G, Fraser K, et al: Urgent endovascular treatment of acute symptomatic occlusion of the cervical internal carotid artery. *J Neurosurg* 99:972-977, 2003.
- 10) Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE, et al: Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 351:1493-1501, 2004.

要 旨

【目的】 近赤外線スペクトロスコピー（NIRS）による術中モニタリング下で急性期にcarotid artery stenting（CAS）を施行した頸部頸動脈狭窄症による脳梗塞の1例を報告する。**【症例】** 右片麻痺および失語にて発症した76歳男性。頭部CTでは明らかな虚血性変化を認めなかったが、CT灌流画像では左中大脳動脈領域に広範囲にpenumbra領域を認めた。3D-CTAでは左内頸動脈起始部に高度狭窄を認めた。治療前はNIRSにて局所酸素飽和度の著明な左右差を認めた。前拡張後、ステントを留置した。ステント留置直後に左側の局所酸素飽和度が10%上昇したため、後拡張は施行せず手技を終了した。術後経過は順調であった。**【結論】** 急性期CASではNIRSの所見が術中の拡張手技のdecision makingに有用である。