症 例

術中モニタリングと血圧コントロール下に観血的に根治せしめた症候性頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤の1例

佐藤 雄一, 吉田 研二, 小林 正和, 黒田 博紀
鈴木 太郎, 小川 彰, 小笠原邦昭

Surgical Repair Under Intraoperative Monitoring and Blood Pressure Control for Symptomatic Thrombosed Aneurysm in the Cervical Internal Carotid Artery: A Case Report

Yuichi SATO, M.D., Kenji YOSHIDA, M.D., Masakazu KOBAYASHI, M.D., Hiroki KURODA, M.D., Taro SUZUKI, M.D., Akira OGAWA, M.D., and Kuniaki OGASAWARA, M.D.

Department of Neurosurgery, Iwate Medical University, Morioka, Iwate, Japan

Summary: A 54-year-old man with a pulsatile mass on the right side of his neck suffered left hemiparesis due to cerebral infarction in the right cerebral hemisphere. Three-dimensional computed tomographic angiography revealed an aneurysm located at the origin of the right cervical internal carotid artery (ICA). On magnetic resonance (MR) imaging, the aneurysm included fresh and organized thrombi. Under intraoperative monitoring of transcranial Doppler (TCD), transcranial cerebral oxygen saturation (cSO₂) and electroencephalogram (EEG), the aneurysm was removed and the right common carotid artery (CCA) and ICA were anastomosed using interposition graft of expanded polytetrafluoroethylene. Attempts were made to keep systolic blood pressure during surgery above a +10% increase. Microembolic signals developed on TCD during dissection of the aneurysm, and then the CCA was early clamped. Transcranial cSO₂ on the right forehead and EEG showed no abnormal change throughout surgery. Postoperatively, MR imaging revealed two asymptomatic spotty ischemic lesions, and the patient had only hoarseness.

The present case suggests that intentional hypertension and monitoring of TCD, transcranial cSO₂ and EEG during surgery might minimize development of intraoperative ischemic events due to embolism from the surgical site and carotid clamping.

Key words:

- aneurysm
- cervical internal carotid artery
- intraoperative monitoring
- intentional hypertension

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 40: 267-272, 2012

はじめに

外科治療が必要な頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤の頻度はすべての頸動脈手術のうち 0.2-5% 程度と比較的まれ

である¹⁾⁵⁾¹⁰⁻¹²⁾。この病態の原因として、以前は感染(梅毒、結核、HIV)、動脈硬化が多かったが、最近では動脈解離、外傷によるものが一般的である¹⁷⁾。

頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤の多くは頸部拍動性の

Fig. 1 Diffusion-weighted magnetic resonance (MR) images performed two hours after the onset of symptoms showing multiple high signal intense lesions in the right cerebral hemisphere.

無痛性腫瘍または無症候で発見されるが、虚血症状・下位脳神経麻痺や Horner 症候群などの動脈瘤による圧迫症状を呈する例もある¹⁸⁾。症候性の場合、外科的療法の適応となる¹¹⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。外科的治療は動脈瘤切除あるいは頸動脈結紮術などの観血的療法と covered stent を用いた血管内治療³⁾⁴⁾⁹⁾に大別される。前者の場合、内頸動脈の血行再建術の必要性・方法と術中頸動脈遮断による脳虚血が問題となる。また、頸部頸動脈瘤が塞栓源となっている場合には、観血的療法であれ血管内治療であれ術中脳塞栓症が危惧される。

今回、われわれは脳塞栓症で発症した頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤に対し、術中塞栓および頸動脈遮断による大脳半球虚血の有無をモニタリングし、かつ血圧のコントロール下に、人工血管置換による血行再建を併用して根治せしめた症候性頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤の 1 例を経験したので報告する。

症 例

患者：54 歳、男性。

既往歴：40 代で高血圧を指摘されていたが未治療であった。

生活歴：喫煙 (20 本/日)、飲酒 (3 合/日)。

家族歴：特記事項なし。

現病歴：3 年前より右頸部腫脹を自覚していた。突然の左半身麻痺をきたし、近医を受診した。2 時間後の頭部 magnetic resonance imaging (MRI) 拡散強調画像では右大脳半球の皮質を中心として多発性梗塞を認めた (Fig. 1)。脑梗塞の診断で保存的加療を行ったところ、症状は徐々に改善した。発症 2 カ月後に当科を受診した。

身体所見：右頸部から下顎角部の無痛性腫脹を認めた。

神経学的所見：意識は Japan Coma Scale 1 であった。左半身不全麻痺と左巧緻運動障害、左跛行を認めた。modified Rankin Scale は 2 であった。

放射線学的所見：発症 2 カ月後の MRI では、右側頭葉、右頭頂葉に陳旧性梗塞を認めた。three-dimensional computed tomographic angiography では右頸部内頸動脈起始部に 32×35×35 mm の紡錘状動脈瘤を認めた (Fig. 2)。心電図非同期法による MRI プラークイメージ¹³⁾では動脈瘤内には T1 強調画像で軽度高信号、T2 強調画像では低信号と高信号が混在している構造物が充満しており、比較的新しい血栓と陳旧性の血栓が混在していると思われた (Fig. 3)。脳血管撮影では、前交通動脈を介した側副血行路が存在していたが、後交通動脈を介した側副血行路は存在しなかった。なお、心エコーでは高血圧性心肥大を認めるものの、心機能に異常を認めず、心内血栓も認められなかった。

以上の所見より、脑梗塞再発予防のため動脈瘤切除と内頸動脈の血行再建を施行した。

手術所見：術 2 カ月前よりワルファリンを投与し、PT-INR を 1.5-2.5 の範囲内にコントロールした。術中の塞栓子出現をリアルタイムで検出するために、右側頭部にプローベを設置して transcranial Doppler (TCD、脳動脈血流モニタリングシステム コンパニオン III[®]、Companion III TCD System[®]) による右中大脳動脈のモニタリングを行った¹⁶⁾。また、頸動脈遮断による大脳半球虚血を検出するために、両側前頭部にプローベを設置して近赤外線分光法による経頭蓋的脳酸素飽和度モニター (無侵襲脳内酸素飽和度モニター TOS96 型[®]) を行った¹⁴⁾。さらに、10 チャンネル (Fp₁-A₁, Fp₂-A₂, F₃-A₁, F₄-A₂, C₃-A₁, C₄-A₂, P₃-A₁, P₄-A₂, O₁-A₁, O₂-A₂) の頭皮脳波を

Fig. 2 Preoperative three-dimensional computed tomographic angiography revealing a large aneurysm located at the origin of the right internal carotid artery (ICA).

Fig. 3 MR images showing a mass in the right internal carotid artery. The mass exhibited slight hyperintensity on the T1-weighted image and mixed intensity with hypointensity and hyperintensity on the T2-weighted image.

Fig. 4 Intraoperative transcranial Doppler monitoring detecting microembolic signals in the right middle cerebral artery.

設置し、周波数毎の2次元マッピングを5秒の分析時間で表示した。

全身麻酔で手術を行い収縮期血圧が術前覚醒時より10%上昇するようにコントロールした(術前覚醒時平均血圧125/80, 術中平均血圧140/85)。仰臥位、項部後屈左回旋位とし、まず総頸動脈および外頸動脈を露出した。次に内頸動脈および動脈瘤の露出操作を開始したところTCDにて右中大脳動脈にmicroembolic signal (MES)を多数認めた(**Fig. 4**)。なお、MES出現時の中大脳動脈の平均血流速度は34 cm/秒であった。そこで、試験的に総頸動脈を遮断したところ、経頭蓋的脳表酸素飽和度モニター上右前頭部の脳表酸素飽和度(**Fig. 5**)および頭皮脳波には変化はなかった。よってヘパリン5,000単位を静注し、総頸動

脈遮断下で内頸動脈および動脈瘤の露出を行った。この後の頸動脈露出操作中にはMESは出現しなかった。なお、Doppler血流計上は頸部外頸動脈が逆行性に流れ、この逆行性血流から頸部内頸動脈への血流を認めていた。動脈瘤は総頸動脈からその分岐部および内頸動脈に及んでおり、外頸動脈は動脈瘤から分岐していた(**Fig. 6**)。次に、内頸動脈の試験遮断を行ったところ、経頭蓋的脳表酸素飽和度モニター上右前頭部の脳表酸素飽和度は71%から70ないし69%へ低下した(**Fig. 5**)。しかし、頭皮脳波には変化はなかった。そこで、内シャントを使用せず、総頸動脈遮断に加えて内頸動脈および外頸動脈を遮断して動脈瘤をトラッピングし、動脈瘤から内頸動脈と総頸動脈を切離した。続けて、人工血管であるexpanded polytetrafluoro-

Fig. 5 Intraoperative continuous monitoring of regional cerebral oxygen saturation in the bilateral frontal regions. While the saturation was unchanged before and after clamping of the right common carotid artery, it was decreased from 71 to 69% after clamping of the right ICA.

Fig. 6 Intraoperative photograph showing an aneurysm located at the origin of the right ICA.

Fig. 8 Macroscopic photograph of resected surgical specimen showing an aneurysm containing massive thrombi (Scale bar=1 cm).

Fig. 7 Intraoperative photograph showing reconstruction of the right ICA using interposition graft with expanded polytetrafluoroethylene graft.

ethylene (PTFE) graft (Advanta PTFE graft VXT[®], ショートテーパ型)と総頸動脈および内頸動脈を端々吻合した(**Fig. 7**)。この間、経頭蓋的脳表酸素飽和度モニター上右前頭部の脳表酸素飽和度は70ないし69%にあり、頭皮脳波も変化はなかった。内頸動脈の血行再開後、動脈瘤と周辺軟部組織との癒着を剥離し、摘出した。総頸動脈のみの遮断(外頸動脈のみから内頸動脈へ血流が流れていた時間)時間は33分、内頸動脈遮断時間は37分であった。

病理学的所見：動脈瘤の断面には多量の血栓を認め、血栓は内腔に露出していた(**Fig. 8**)。動脈瘤の壁は硝子化に陥った膠原線維からなり菲薄化していた。また平滑筋や弾性線維はほぼ完全に消失し、部分的にアテローム斑の形成があり一部石灰化していた。動脈硬化性動脈瘤の診断であった。

術後経過：術後、麻酔からの覚醒は良好で片麻痺などは認められなかったが、右反回神経麻痺による嘔声と右舌下神経麻痺による舌偏位が認められた。嚥下障害は認められ

Fig. 9 Diffusion-weighted MR imaging performed 24 hours after surgery showing two high signal intense lesions in the right cerebral hemisphere.

なかった。術後 MRI では右尾状核および右前頭葉に点状の虚血巣を認めた(**Fig. 9**)。MR angiography では人工血管置換部の開存は良好であった(**Fig. 10**)。術後はクロピドグレル 75 mg/日の内服を開始した。術後8カ月現在、唝声は残存しているが、舌偏位は消失しており、modified Rankin Scale 2で日常生活には支障をきたしていない。

考 察

本症例は症状と画像より不安定な血栓を有する頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤からの artery-to-artery embolism による脳梗塞と考えられた。脳梗塞再発の可能性があるため、予防的に外科的治療を行うこととした。動脈瘤は術前の MRI プラークイメージにて不安定な血栓を有していると判断したため血管内治療では施行中に塞栓症が生じる可能性が高いと考え、観血的摘出術とした。また、術中塞栓性合併症への対策という観点からは、本症例に対しては、本法よりも病変部を挟んだトラッピングの方が安全性は高いと考えられる。しかし、トラッピングに際して頭蓋内頭蓋外血行再建術が必要かどうかを検討する必要がある。これにはマスタテストが必須である。本症例では、内頸動脈起始部血栓化動脈瘤のため、マスタテストは塞栓性合併症のリスクが高いと考え施行せず、もとの病変部の動脈を直接血行再建する本法を施行した。

観血的摘出術に際して、術中塞栓と大脳半球虚血のモニタリングを行った。術中塞栓には TCD を、大脳半球虚血には脳波と経頭蓋的酸素飽和度モニターを用いた。不安定な血栓を有する頸動脈狭窄症においては、内膜剝離術時の総頸動脈早期遮断は血流方向を逆転させるため術中塞栓による塞栓予防に有効であることが報告されている⁶⁾。本症例では内頸動脈および動脈瘤の露出操作中に手術側中大脳

Fig. 10 Postoperative MR angiography showing a patent right internal carotid artery.

動脈に MES が多発したため総頸動脈の早期遮断を行った。Doppler 血流計上は外頸動脈から内頸動脈への血流を認めており、血流方向逆転は起こっていなかったものの、この後頸動脈露出操作中には MES は出現しなかった。もし、この時点で MES が再度出現した際には、外頸動脈も遮断し、完全な血流方向逆転状態にすべきと考える。

本症例では、経頭蓋的脳表酸素飽和度モニター上術側前頭部における脳表酸素飽和度の内頸動脈遮断中の遮断前に対する比率は 0.97 以上(70-69/71)であった。われわれは以前に、頸動脈内膜剝離術の頸動脈遮断による半球虚血で術後に神経学的脱落症状をきたす域値は 0.911 以下と報告している⁷⁾。このデータと脳波上変化がなかったことを根拠に、内シャントを使用せず手術を継続し、結果として術後に半球虚血による症状は出現しなかった。

本症例では、意図的に血圧を上昇させて手術を行った。頸動脈内膜剝離術で行われていることであるが、側副血行路の血流を増加させ頸動脈遮断中の半球虚血に対応することが1つの理由である。一方、この処置は術中塞栓にも効果を及ぼす。飛んできた塞栓子が脳梗塞をきたすかどうかを規定する因子は塞栓子が流れている血管の速度であるという wash out 説がある²⁾。頸動脈内膜剝離術においても頸動脈露出操作により塞栓子が発生したときに脳虚血巣が出現するかどうかは、その時の血流速度に依存する、すなわち血流速度が速ければ塞栓子が wash out され梗塞巣は

出現しないが、血流速度が遅ければ血栓子が wash out されず梗塞巣が出現することが証明されている¹⁵⁾。さらに、術中に血圧を上げ、血流速度を上昇させれば梗塞巣が出現しにくいことも証明されている⁸⁾。本症例では、内頸動脈および動脈瘤の露出操作中に MES が多発したものの、術後の MRI 上梗塞巣の出現は軽微であった。術中に血圧を上げ、血流速度を上昇させていたことが一因になっていたと思われる。なお、この方法は既存の心疾患を悪化させる可能性があり、術前に心機能の精査を行い、適応できるかどうかを検討しておくべきと考える。

結 語

頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤に対し、人工血管置換による血行再建を併用して根治せしめた症候性頸部内頸動脈起始部血栓化動脈瘤の1例を報告した。術中血栓および動脈瘤遮断による大脳半球虚血のモニタリングおよび術中血圧のコントロールの重要性を強調したい。

文 献

- 1) Bakoyiannis CN, Georgopoulos SE, Tsekouras NS, *et al*: Surgical management of extracranial internal carotid aneurysms by cervical approach. *ANZ J Surg* 76: 612-617, 2006
- 2) Caplan LR, Hennerici M: Impaired clearance of emboli (washout) is an important link between hypoperfusion, embolism, and ischemic stroke. *Arch Neurol* 55: 1475-1482, 1998
- 3) 藤井博子, 庄島正明, 宮田貴広, ほか: ステント留置術により血栓化・治療に至った頸動脈狭窄を合併する頭蓋外巨大動脈瘤の1例. *JNET* 2: 149-153, 2008
- 4) 井坂文章, 橋本憲司, 秋山義典, ほか: 巨大頸部仮性動脈瘤に対する covered stent 治療: 2例報告. *JNET* 3: 124-130, 2009
- 5) 出津明仁, 杉本昌之, 成田裕司, ほか: 下顎下切開アプローチによる巨大な頭蓋外内頸動脈瘤の1手術例. *日血外会誌* 19: 29-33, 2010
- 6) Kobayashi M, Ogasawara K, Inoue T, *et al*: Urgent endarterectomy using pretreatment with free radical scavenger, edaravone, and early clamping of the parent arteries for cervical carotid artery stenosis with crescendo transient ischemic attacks caused by mobile thrombus and hemodynamic cerebral ischemia. case report. *Neurol Med Chir* (Tokyo) 47: 121-125, 2007
- 7) Kobayashi M, Ogasawara K, Suga Y, *et al*: Early post-ischemic hyperemia on transcranial cerebral oxygen saturation monitoring in carotid endarterectomy is associated with severity of cerebral ischemic insult during carotid artery clamping. *Neurol Res* 31: 728-733, 2009
- 8) Kobayashi M, Ogasawara K, Yoshida K, *et al*: Intentional hypertension during dissection of carotid arteries in endarterectomy prevents postoperative development of new cerebral ischemic lesions due to intraoperative microemboli. *Neurosurgery* 69: 301-307, 2011
- 9) Maras D, Lioupis C, Magoufis, *et al*: Covered stent-graft treatment of traumatic internal carotid artery pseudoaneurysms: a review. *Cardiovasc Intervent Radiol* 29: 958-968, 2006
- 10) McCollum CH, Wheeler WG, Noon GP, *et al*: Aneurysms of the extracranial carotid artery. Twenty-one years' experience. *Am J Surg* 137: 196-200, 1979
- 11) Moreau P, Albat B, Thvenet A: Surgical treatment of extracranial internal carotid artery aneurysm. *Ann Vasc Surg* 8: 409-416, 1994
- 12) 仲栄真盛保, 佐久田斉, 松原 忍, ほか: 巨大な頭蓋外内頸動脈瘤の2手術例. *日血外会誌* 11: 539-544, 2002
- 13) Narumi S, Sasaki M, Ohba H, *et al*: Altered carotid plaque signal among different repetition times on T1-weighted magnetic resonance plaque imaging with self-navigated radial-scan technique. *Neuroradiology* 52: 285-290, 2010
- 14) Ogasawara K, Inoue T, Kobayashi M, *et al*: Cognitive impairment associated with intraoperative and postoperative hypoperfusion without neurologic deficits in a patient undergoing carotid endarterectomy. *Surg Neurol* 65: 577-580, 2006
- 15) Ogasawara K, Suga Y, Sasaki M, *et al*: Intraoperative microemboli and low middle cerebral artery blood flow velocity are additive in predicting development of cerebral ischemic events after carotid endarterectomy. *Stroke* 39: 3088-3091, 2008
- 16) Saito H, Ogasawara K, Komoribayashi N, *et al*: Concentration of malondialdehyde-modified low-density lipoprotein in the jugular bulb during carotid endarterectomy correlates with development of postoperative cognitive impairment. *Neurosurgery* 60: 1067-1073, 2007
- 17) 芝 真人, 村田浩人, 村松正俊, ほか: 人工血管を用いて血行再建を行った頭蓋外巨大動脈瘤の1例. *Jpn J Neurosurg* (Tokyo) 15: 767-771, 2006
- 18) 高橋広城, 成田 洋, 小林健司, ほか: Von Recklinghausen 病に合併した頸部仮性動脈瘤の1例. *日臨外会誌* 61: 2895-2899, 2000