くも膜下出血急性期に high flow bypass を行った 破裂内頸動脈瘤の手術

—特に内頸背側型動脈瘤の治療について—

数又 研, 浅岡 克行, 横山 由佳
板本 孝治, 牛越 聡, 長内 俊也

The Role of High Flow Bypass Using Radial Artery Graft in the Treatment of Ruptured Internal Carotid Artery Aneurysm

Ken KAZUMATA, M.D., Katsuyuki ASAOA, M.D., Yuka YOKOYAMA, M.D., Kouji ITAMOTO, M.D., Satoshi USHIKOSHI, M.D., and Toshiya OSANAI, M.D.

Department of Neurosurgery, Teine Keijinkai Hospital, Sapporo, Hokkaido, Japan

Summary: We report our preliminary experience using radial artery graft bypass in patients with ruptured internal carotid artery aneurysm. The following types of 12 ruptured internal carotid artery aneurysms were treated: dorsomedial aneurysms with ill-defined necks (in 8 patients); tiny paraclinoid aneurysms projected in the superior (n=1) and ventral (n=1) direction; fusiform aneurysm (n=1) located between the C1 segment and M1 segment; and an IC-PC aneurysm (n=1) previously clipped 15 years before. Bypass procedures employed were EC-radial artery-M2 bypass in 6, and temporary using RA-M2 bypass (i.e., forearm vascular pedicle) in 6. Complete obliteration of aneurysms with no ischemic complication was achieved in all dorsomedial internal carotid aneurysms. Graft failure occurred in 1 case. Our experience emphasizes the importance of achieving vascular anastomosis in various clinical settings. We also describe a proposed strategy to obliterate blister aneurysm.

Key words:

- cerebral aneurysm of the internal carotid artery
- subarachnoid hemorrhage
- radial artery
- EC-IC bypass
- blister-like aneurysm

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 38: 207-215, 2010

はじめに

内頸動脈背側型動脈瘤⁵⁾¹⁸⁾や傍鞍部内頸動脈瘤などの動脈瘤の手術の際に遮断時間の遷延, 動脈瘤頸部の損傷, 内頸動脈閉塞などが懸念される症例がある. 近年, このよう

な症例に bypass を併用した手術の報告例がみられる¹⁷⁾.

われわれは 2004 年から一部の破裂内頸動脈瘤の症例に radial artery graft(以下 RA graft)を使用した high flow

bypass を用い治療を行っている. 今回, くも膜下出血急性期に RA graft を用いて治療した破裂内頸動脈瘤例の治療成績と若干の知見について記載する.

対象と方法

対象はくも膜下出血で発症し手術を行った内頸動脈背側型動脈瘤 8 例, 破裂傍鞍部内頸動脈瘤 2 例, 紡錘状内頸動脈瘤 1 例, 未破裂動脈瘤クリッピング後に増大し破裂をき

Table 1 Patients' profile

	Age	Sex	WFNS	GOS	Vasospasm	Outcome
anterior wall aneurysm						
1	62	F	II	0	none	GR
2	61	F	II	0	yes	GR
3	53	M	II	0	none	MD
4	29	M	I	1	none	GR
5	61	F	II	0	none	GR
6	37	M	IV	1	none	GR
7	67	F	II	0	none	GR
8	54	M	II	0	none	GR
paraclinoid aneurysm						
1	33	M	I	0	none	GR
2	62	F	I	0	none	MD
others						
1	60	M	II	2	-	D
2	78	F	V	0	none	SD

Abbreviation; WFNS: World Federation of Neurological Surgeons, GOS: Glasgow Outcome Scale, GR: good recovery, MD: moderate disability, SD: severe disability, D: death.

たしたと思われる1例の計12例である。これら12例に radial artery を利用した high flow bypass を施行し動脈瘤の処置を行った。年齢は29-78歳(平均54.8歳)、男女比6:6である。術後成績は退院時の Glasgow Outcome Scale で評価した。患者背景を **Table 1** に記述する。

Surgical strategy

内頸動脈背側型動脈瘤の症例で clipping が困難と判断した例では EC-RA-MCA bypass を行い頸部で内頸動脈を結紮して病変部を trapping した。一方、内頸動脈背側型動脈瘤の一部、一部の破裂内頸動脈傍鞍部など clipping が可能だが遮断時間が遷延したり動脈瘤頸部の損傷により trapping を余儀なくされる可能性もあると予想される症例には腕挙げ法による radial artery temporary bypass (以下 RA temporary bypass) を行い動脈瘤の処置を行った⁹⁾。

radial artery graft 採取の手技については文献上で詳述されているので参照されたい⁹⁾。破裂動脈瘤に用いる場合は手順が重要と思われるので簡単に記載する。浅側頭動脈を剝離し開頭を行う。硬膜切開の前に頸部を露出し総頸動脈を血管テープで確保し、外頸動脈の周囲を長めに剝離し吻合の準備をする。EC-RA-MCA bypass の場合は、側頭筋の下方と頸部の間に皮下トンネルを作成し、トラカールチューブをちょうど良い長さに切り radial artery を誘導する conduit にする。硬膜を切開し transsylvian approach を行って中大脳動脈の M2 segment を露出する。浅側頭動脈前頭枝を radial artery 吻合予定部の遠位を還流する位置に吻合する。EC-RA-MCA bypass の場合は、

RA graft を conduit に誘導し MCA と RA を吻合し、conduit を抜去して外頸動脈と RA を吻合する。RA temporary bypass の場合は前腕を開頭部骨縁と縫合固定したのち、MCA と RA 遠位端を吻合する。傍鞍部動脈瘤の場合は temporary RA bypass を行うが、前床突起削除までは graft を還流させず順行性血流を保ったまま行い、動脈瘤操作の際必要があれば還流する。EC-RA-M2 bypass を行う場合は、graft が完成した時点ですみやかに graft を開放し内頸動脈近位はブルドック鉗子で仮閉鎖する。その間、中大脳動脈圧モニターを行いながら動脈瘤が処置されたのち、graft の開存を再度ドップラーなどで確認し頸部内頸動脈を二重結紮する。

結 果

治療成績

12例の術前の神経学的重症度は WFNS grade で I; 3, II; 7, IV; 1, V; 1例だった。治療による転帰は、Glasgow Outcome Scale で GR; 8, MD; 2, SD; 1, D; 1例だった。

外科治療 (Table 2)

1) 内頸動脈背内側部瘤: 20歳代, 30歳代の比較的若年者2例は発症翌日まで手術を待機した。このうち1例は初診時痙攣重積とたこつぼ心筋症、神経原性肺水腫を認めたため、鎮静、呼吸管理を行い翌日循環動態が安定するのを確認し手術を行った。他の6例は day 0 に手術を施行した。

動脈瘤の膨隆を断面で考えると前床突起下から posterior communicating artery (以下 Pcom と略す) 分岐部まで

Table 2 Summary of angiographic characteristics and treatment strategies

	Side	Location	Appearance	Intraop. rupture	Bypass	Aneurysm obliteration	Clump time
anterior wall aneurysm							
1	lt.	C2-3	neck (—) ¹⁾	no	temporary RA	clipping	5'13"
2	rt.	C2-3	sac (+) ²⁾	no	EC-RA-MCA	contrived trapping ⁴⁾	
3	rt.	C1	marginal ³⁾	no	EC-RA-MCA	clipping	
4	rt.	C2-3	sac (+)	no	temporary RA	clipping	12'03"
5	rt.	C1	marginal	no	temporary RA	clipping	5'58"
6	lt.	C2-3	neck (—)	no	EC-RA-MCA	contrived trapping ⁴⁾	
7	lt.	C1-2	neck (—)	no	EC-RA-MCA	trapping	
8	rt.	C1-2	neck (—)	no	EC-RA-MCA	contrived trapping ⁴⁾	
paraclinoid aneurysm							
1	lt.	<u>anterior</u>	saccular	no	temporary RA	clipping	1) 4'10", 2) 6'49"
2	rt.	ventral	saccular	no	temporary RA	clipping	1) 14'08", 2) 13'57", 3) 14'27"
others							
1	lt.	C1~M1	fusiform	no	EC-RA-MCA	trapping	
2	lt.	IC-PC previously clipped	saccular	no	temporary RA	clipping	1) 3'39", 2) 6'28", 3) 6'30", 4) 1'56", 5) 3'10", 6) 5'40"

Abbreviations; EC-RA-MCA bypass: external carotid (EC)- radial artery (RA)- middle cerebral artery (MCA) bypass, temporary bypass RA: radial artery temporary bypass.

1) neck (—): aneurysmal neck was ill-defined in preoperative angiogram, 2) sac (+): sac was recognized in preoperative angiogram, 3) marginal: tiny bulging suggestive of the ruptured site was recognized in preoperative angiogram. 4) contrived trapping: described in detail in Fig. 2.

及ぶものが6例、動脈瘤がPcom分岐部の遠位に存在するものは2例だった。脳血管造影で、動脈瘤のsacが確認できたのは2例、半周性の膨隆のみでneckの同定は困難なものが4例、半周性の膨隆の上わずかにsacを認めるものが2例だった。

病変をclippingで処置したのは4例で、このうち3例はRA temporary bypassを用い万一の動脈瘤の頸部損傷に備えた。1例で術直後のCTで再出血の所見が観察されたためただちに手術室に帰室した。クリップが明らかにslip outしている所見は認めなかったが同部位を再度露出した際、動脈瘤周囲から出血がみられたため、内頸動脈を一時遮断しクリップをかけ直しその後出血はみられず順調に経過した。他の1例では病変がPcomの遠位に存在したためclipで破裂部を閉鎖したがslip outの可能性があるためと判断し内頸動脈圧を下げる目的でEC-RA-MCA bypassと頸部での内頸動脈結紮を行った。

trappingを行った4例中2例動脈瘤は頭蓋内内頸動脈近位に存在した。近位部で健常部を露出するためには前床突起の削除が必要だったが削除せず、頸部内頸動脈を結紮したのちclip bladeで破裂部直上を挟む(以下、便宜上contrived trappingと呼ぶ、Fig. 2B)を行い破裂部を閉鎖した。動脈瘤の膨隆部がちょうどPcomの起始部の対面にあった1例では健常部をtrappingするとPcomが遮断範

囲に含まれるため、EC-RA-MCA bypassを行い頸部内頸動脈を結紮し破裂部分をcontrived trappingで閉鎖した。したがって、頭蓋内の内頸動脈の健常部同士を遮断してtrappingを行った例は病変がC2に局限した1例のみだった。クリップを掛け直した1例を除くと術中や術後の動脈瘤の破裂はなかった。EC-RA-MCA bypassを行った5例はいずれも術後graftの開在が確認された。穿通枝領域を含め手術による虚血領域の出現は認めなかった。1例にsymptomatic vasospasmを認めた。

2) 内頸動脈傍鞍部動脈瘤: anterior clinoid aneurysmと分類される小さい前床直下の動脈瘤1例¹⁰⁾、内頸動脈の腹側の小さい動脈瘤1例でRA temporary graftを用い手術を行った。前者では吻合は行ったがgraftを開放せず使用しなかった。後者では剥離中、graftは解放後還流しつづけ、内頸動脈は頸部で間歇的に遮断した。ともにクリッピングを問題なく終えることができた。

3) その他の瘤: くも膜下出血、痙攣重積で発症したWFNS grade Vの1例は15年前に内頸動脈後交通動脈瘤のclippingが行われたが、クリップの傍らに新たな動脈瘤が発生したと思われる症例でRA temporary bypassを施行し間歇的に内頸動脈の遮断を行いclippingを行った。手術操作に伴う虚血巣は認めなかったが、痙攣重積の影響が強く転帰はSDだった。また30年前に頭蓋内の放

Fig. 1 Illustration shows the location of dorso-medial internal carotid aneurysm which requires contrived trapping method. 1; optic nerve, 2; internal carotid artery, 3; posterior communicating artery, 4; anterior choroidal artery. Trapping of aneurysm may be hampered by the anterior clinoid process (5), orifice of posterior communicating artery (6), and orifice of anterior choroidal artery (7).

射線照射の既往がある内頸動脈 C1 部から中大脳動脈 M1 部にかけての紡錘状の破裂動脈瘤に対して EC-RA-MCA bypass を行い病変部の trapping を試みた。しかし瘤の操作中 graft が閉塞し trapping 操作が終わってから graft の再縫合を要した。この間、遮断時間が遷延した。術後、虚血部の再還流によると思われる重篤な脳腫脹をきたし死亡した。

考 察

内頸動脈背側型動脈瘤は blister aneurysm と呼ばれる脆弱な壁を持つものや、動脈瘤頸部が clipping に耐えうるものが混在している¹⁾²⁾⁵⁻⁷⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁸⁾。内頸動脈背側型動脈瘤の全国調査では急性期治療における術中破裂率は 43% とされ、その半数は動脈瘤頸部損傷につながり死亡率は高い (25%)⁵⁾¹⁸⁾。wrap on clip 法や encircle clip の使用などの工夫により母血管を温存する方法は確実性という点で問題が残ると考え、止血法として理論的に優れる bypass trapping 術を採用して治療を行った³⁾⁴⁾⁶⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁹⁻²¹⁾。また内頸動脈背側型動脈瘤以外にも radial artery を用いた bypass をくも膜下出血急性期に行った症例も検討に加えた。われわれの症例数は少なく現時点では治療成績から治療法の優劣を論ずることはできないが、考察では内頸動脈背内側部動脈瘤に対して high flow bypass を急性期くも膜下出血に実施する際の問題として、1. 動脈瘤の性状による戦略の相違、2. trapping 法、3. bypass を行うタイミング、4. 手技上の pitfall、5. 治療の時期、などについて今後の検討課題が残ったため以下に考察したい。

1. 破裂動脈瘤の位置、性状による戦略の違い

bypass は内頸動脈の trapping を行った場合の血行再建、剝離に必要な一時遮断、あるいは術中破裂によって動脈瘤頸部が損傷した場合に適切な救済措置を行うために必要な遮断、などの場合に虚血予防を目的として行われる。戦略として以下の方法、

- EC-RA-MCA bypass を完成させ破裂部を trapping,
- RA temporary bypass を行い破裂部を clipping : 破裂などにより動脈瘤頸部の損傷があった場合に備える。仮に trapping を余儀なくされても再建に要する内頸動脈の遮断時間は graft の頸部への誘導と頸部での吻合時間のみとなる,
- EC-RA-MCA bypass を完成させ破裂部を clipping し内頸動脈を頸部で結紮 : anterior choroidal artery の分岐部を温存するような trapping が難しい状況で neck clipping が不安定であると考えられる場合、中枢側の結紮で還流圧を下げ clip の slip out の防止を図る、を選択枝として考えた (Table 2)。

動脈瘤が Pcom の遠位の場合は trapping が難しいので b か c の方法で対処する必要があると思われる。また clipping が不安定と考えられる場合では bypass と近位部結紮を行えば wrap on clip など破裂部を補強する治療が奏功する可能性が高いと思われる³⁾⁴⁾⁶⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁹⁻²¹⁾。

実際には、画像上 neck がはっきりしない症例でも clipping が可能な症例があること、動脈瘤が Pcom の遠位か近位かは必ずしも術前に的確には判断できなかったことなどを考慮し現在は術前の画像診断で、

- neck の描出が悪い、あるいは瘤は Pcom の近位であることが示唆される例は trapping + EC-RA-MCA bypass (**Fig. 3**),
- 動脈瘤の sac が見える、あるいは瘤が Pcom の遠位であることが示唆される例は RA temporary bypass を行って病変に応じて処置を決める、という方針を採っている (**Fig. 4**)。

2. trapping について

破裂部が前床突起に近い場合 (**Fig. 1-5, Fig. 3**) や Pcom の orifice の対面にある場合 (**Fig. 1-6, 7, Fig. 2**)、健常部同士を clip で閉鎖するためには前床突起切除を要したり、Pcom を遮断範囲に含めなければいけない症例がある (**Fig. 2A-D**)。われわれのシリーズでは頭蓋内で近位遠位ともに健常部を閉鎖するような形で trapping が可能だったのは 1 例のみだった。この場合の対処法として破裂部を直に 1-2 本の clip blade で挟む方法を採用し有効だったと考えている (contrived trapping, **Fig. 2B**)。動脈瘤操作中、出血や粗雑な血腫除去により破裂部が拡大しないように注意

Fig. 2 **A:** Illustration demonstrating involvement of the posterior communicating artery when trapping was performed by obliterating healthy segment.
B: Illustration describing a contrived trapping method. Clip blade is applied right on the ruptured site to perform clip ligation. Small piece of gelform or cottonoid is used for the reinforcement prior to the clipping. 1; optic nerve, 2; internal carotid artery, 3; posterior communicating artery, 4; anterior choroidal artery.
C: Intraoperative picture indicates right dorsomedial internal carotid aneurysm with temporary clips. Suction tip indicates the rupture point (1), and orifice of the posterior communicating artery located the opposite side of this point.
D: Clip ligation was performed to avoid the involvement of posterior communicating artery (2).

A	B
C	D

し⁵⁾¹³⁾¹⁸⁾，膨隆部をフィブリン糊を塗布したゼルフォーム，あるいは微小のベムシートなどで補強したのちに破裂部直上を clip blade で塞ぐ要領である (Fig. 2B)。

内頸動脈背側部動脈瘤が Pcom の遠位にある場合 (Fig. 4)，anterior choroidal artery の位置が問題となり trapping は困難である。現在のところ，同部位で clipping が不可能な症例をわれわれは経験していないが，仮に破裂部を clip blade で閉鎖できたとしても内頸動脈の stump occlusion が anterior choroidal artery の patency に与える影響は予測できない。なお，trapping を行った症例ではすべて眼動脈がその範囲に含まれているが，1 例も失明

を経験しておらず外頸動脈経由の側副血行はほとんどの症例で良好であることが示唆される¹²⁾。

3. bypass を行うタイミング

bypass の本来の目的は術中破裂に伴う虚血の予防だが，症例を経る過程で術中破裂の防止に bypass の存在が非常に有効である印象を持った。

動脈瘤周囲は概して固い血腫で覆われており動脈瘤の頸部が明らかになっていない状態で血腫を除去する際に破裂することが多いように思われる。われわれはアプローチの際，carotid cistern に到達し内頸動脈の外側面のみを露出

Fig. 3 In case 6, status epilepsia, neurogenic pulmonary lung edema and takotsubo-cardiomyopathy were observed on admission. Under general anesthesia, patient underwent 12 hours of mechanical ventilation using positive end-expiratory pressure (PEEP) prior to the surgery. Preoperative angiography shows pathology involving circumferentially at C2-3 segment of the internal carotid artery (**A**, **B**). Clip ligation (**C**) and EC-RA-MCA bypass (**D**). Although there was no post-operative ischemic lesion, external decompression was employed to alleviate brain swelling (**E**). Patient was fully recovered. 1. internal carotid artery, 2. aneurysm, 3. posterior communicating artery, 4. optic nerve, 5. radial artery graft.

してPcomを確認し、ついでM1近位からA1近位を確保する手順をとっている。EC-RA-MCA bypassを行う場合はbypass完成後に頸部内頸動脈は遮断している。RA temporary bypassの場合は動脈瘤を露出する前に頸部内頸動脈の遮断を行いbypassの還流を開始した。いずれの方法においてもbypassの保護により一般的なアプローチ

と比べ動脈瘤処置の早期に中枢の血流を遮断しているため、動脈瘤近傍の操作中は内頸動脈内圧が下がり術中破裂の確率を減らすことができると考えている。

虚血予防の方法としては、他にSTA-MCA bypassのみを行う方法、あるいはradial arteryを剥離し採取する直前の状態で準備する方法なども考えられる。われわれのシ

Fig. 4 In case 3, dorsomedial internal carotid aneurysm (arrow) located at the C1 segment (**A**). Trapping of aneurysm was likely to involve anterior choroidal artery, however, clipping alone was considered to be unsafe. Ligation of internal carotid at the cervical segment and EC-RA-MCA bypass was performed to reduce the arterial pressure at supraclinoid internal carotid artery (**B, C, D**). Postoperative angiography showed patency of the radial artery graft (**E**, arrow), as well as antegrade flow of intracranial internal carotid artery through the ophthalmic artery via the external carotid system (**F**, arrow). 1. optic nerve, 2. internal carotid artery, 3. posterior communicating artery, 4. anterior choroidal artery, 5. middle cerebral artery, 6. radial artery, 7. external carotid artery, 8. internal carotid artery, 9. common carotid artery.

	B
A	C
D	E
F	

リーズにおいて1時間近い graft 閉塞による虚血を余儀なくされた症例で graft を再縫合し再還流させたところ、高度な脳浮腫を生じた例があった。動脈瘤頸部損傷により trapping を余儀なくされた場合は側副路が悪く虚血の程度が強い症例ほど血行再建を必要とするが、このような症例ほど長い遮断後に high flow bypass を還流させるのは危険である。急性期の症例で内頸動脈閉塞による虚血深度は必ずしも予知できないため bypass の準備なく trapping を余儀なくされた場合などは STA-MCA bypass の方が無難と思われるが、vasospasm の時期や慢性期に虚血巣が出現する可能性はより高いと思われる¹³⁾。

RA graft による血行再建はほぼ正常環流圧が維持されると考えてよいと思われる⁸⁾。内頸動脈の trapping により vasospasm を懸念する意見もあるが²⁾、high flow bypass を併用した trapping bypass において vasospasm の頻度が高いとする客観的データは今のところ報告されていない。

4. 手術手技上の pitfall

急性期に行う radial artery graft の手術ではしばしば血管吻合操作は困難であり、graft 開放のタイミングに対する配慮が必要である。

頭蓋内吻合はくも膜下出血により腫脹した脳のため困難である。通常の条件下では bypass は recipient の遮断による影響を考え inferior trunk を選択するが、術野は狭く深い場合が多い。anterior trunk は bifurcation から早期に分岐し radial artery の口径に見合う segment を確保できないこともある。吻合時は血性髄液の術野からの排除が大切であり、普段から吻合しやすい環境を迅速に作る作業を十分にトレーニングする必要がある。

頸部での graft 閉塞には最も注意しなければいけない。特に bypass を作成し graft に生食を満たして開放しないまま trans-sylvian approach や瘤の付近の剝離を行っていると頸部の吻合部位に血栓が付着することがあるため bypass は完成させたらただちに環流したほうがよいと思われる。RA graft と内頸動脈をともに還流させた場合、脳血流が過剰となる可能性があるため頸部内頸動脈は早期にブルドック鉗子で仮閉鎖するようにしている。

RA temporary bypass を行った場合は、前腕からの血流は一度開放させた場合再び遮断すると血栓を生じ再度還流させることは難しい。したがって、C1-2 部の動脈瘤の場合は穿通枝の還流を考え内頸動脈中枢側の遮断と組み合わせ、どのように血流をコントロールしていくか随時判断しなければならない。一方、C2-3 部の動脈瘤の場合は内頸動脈の遮断は graft が開存していれば比較的長時間可能であるが、内頸動脈再開通後に塞栓症を生じる可能性がある。

るので頸部で開放の順番を工夫する必要がある。

5. 手術のタイミング

われわれは通常の脳動脈瘤の場合は診断後すみやかに根治治療を行っている。しかし内頸動脈背内側部動脈瘤の場合は搬入直後の治療が必ずしもよいとは限らず、全国調査では急性期意図的待機により予後良好例が73.2%、死亡例9.7%と報告されている⁵⁾¹⁸⁾。脳浮腫の存在下では特に若年者で M2 での bypass は困難である。われわれの症例では、2例は鎮静下で1日待機し手術を行ったが、水頭症の進行がなければ鎮静下で血圧管理を行い半日～1日程度おいて根治治療を行ったほうが動脈瘤周囲の血餅が固いものと柔らかいものの区別がつきやすく、また bypass に必要なスペースも確保しやすい印象があった。今後、本疾患に関して根治治療のタイミングを検討し直す必要があると思われる。

本論文の執筆にあたり、原稿などの準備をお手伝いしていただいた手稲溪仁会病院脳神経外科秘書 伊藤真己さんに深く感謝いたします。

本文の要旨は、第38回日本脳卒中の外科学会(2009年3月、松江)にて発表させていただきました。

文 献

- 1) Abe M, Tabuchi K, Yokoyama H, *et al*: Blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 89: 419-424, 1998
- 2) 藤岡正導, 西 徹, 古賀一成, ほか: 頸動脈背側(前壁)から発生する破裂blister-like aneurysm. 脳卒中の外科 36(1): 38-44, 2008
- 3) 藤岡正導, 西 徹, 古賀一成, ほか: 丈の低い動脈瘤に対するclipping on wrapping method. 脳卒中の外科 31(5): 375-379, 2003
- 4) Fujitsu K, Ishiwata Y, Gondo G, *et al*: Wrap-clipping with a Dacron mesh Silastic sheet. Technical note. *J Neurosurg* 80: 336-337, 1994
- 5) 本郷一博, 佐藤 章, 柿澤幸成, ほか: 内頸動脈「背側型」動脈瘤全国調査結果の解析. 脳卒中の外科 34(5): 366-371, 2006
- 6) 本郷一博, 新田純平, 小林茂昭, ほか: 術中クリッピングからラッピングへの変更を余儀なくされた内頸動脈破裂背側動脈瘤の1例. 脳卒中の外科 30(3): 159-163, 2002
- 7) Ishikawa T, Nakamura N, Houkin K, *et al*: Pathological consideration of a "blister-like" aneurysm at the superior wall of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 40: 403-406, 1997
- 8) 数又 研, 上山博康, 石川達哉, ほか: 脳表血圧測定の意味(頭蓋内主幹動脈の遮断を要する外科手術のモニタリングとして). 集中治療 12(1): 133-134, 2000
- 9) 上山博康: 橈骨動脈を用いたバイパス術. 脳神経外科 22(10): 911-924, 1994
- 10) Kinouchi H, Mizoi K, Nagamine Y, *et al*: Anterior paracalcineoid aneurysms. *J Neurosurg* 96(6): 1000-1005, 2002

- 11) Kubo Y, Ogasawara K, Tomitsuka N, *et al*: Wrap-clipping with polytetrafluoroethylene for ruptured blisterlike aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 105: 785-787, 2006
- 12) Lasjaunias P, Berenstein A, Ter Brugge KG: Surgical Neuroangiography: 1 Clinical Vascular Anatomy and Variations. Springer, Berlin, 2001, pp426-455
- 13) Meling TR, Sorteberg A, Bakke SJ, *et al*: Blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery trunk causing subarachnoid hemorrhage: treatment and outcome. *J Neurosurg* 108: 662-671, 2008
- 14) Nakagawa F, Kobayashi S, Takemae T, *et al*: Aneurysms protruding from the dorsal wall of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 65: 303-308, 1986
- 15) Nakano S, Iseda T, Yoneyama T, *et al*: A combination of wrapping and clipping using a collagen-impregnated dacron fabric (Hemashield). *Surg Neurol* 53: 330-333, 2000
- 16) Ogawa A, Suzuki M, Ogasawara K: Aneurysms at non-branching sites in the supraclinoid portion of the internal carotid artery: internal carotid artery trunk aneurysms. *Neurosurgery* 47: 578-586, 2000
- 17) 大里俊明, 中川原譲二, 佐々木雄彦, ほか: 内頸動脈瘤に対する Trapping and Radial Artery Graft Bypass の検討. 脳卒中の外科 35(3): 198-203, 2007
- 18) 佐藤 章, 本郷一博, 杉山達也, ほか: 内頸動脈「背側型」動脈瘤全国調査結果の解析. 脳卒中の外科 34(5): 372-376, 2006
- 19) Sekula RFJ, Cohen DB, Quigley MR, *et al*: Primary treatment of a blister-like aneurysm with an encircling clip graft: Technical case report. *Neurosurgery* 59: 168, 2006
- 20) Yanagisawa T, Mizoi K, Sugawara T, *et al*: Direct repair of a blisterlike aneurysm on the internal carotid artery with vascular closure staple clips. Technical note. *J Neurosurg* 100: 146-149, 2004
- 21) Yanaka K, Meguro K, Nose T: Repair of a tear at the base of a blister-like aneurysm with suturing and an encircling clip: technical note. *Neurosurgery* 50: 218-221, 2002