原 著

未破裂脳動脈瘤 —われわれの治療方針—

鈴木 倫保, 佐藤 直也, 大間々真一, 菅原 淳
土肥 守, 三浦 一之, 小川 彰

Management of Unruptured Intracranial Aneurysms: Our Surgical Strategy

Michiyasu SUZUKI, M.D., Naoya SATO, M.D., Shinichi OMAMA, M.D.,
Jun SUGAWARA, M.D., Mamoru DOI, M.D., Kazuyuki MIURA, M.D., and Akira OGAWA, M.D.

Department of Neurosurgery, Iwate Medical University, Morioka, Japan

Summary: The indication of radical surgery for unruptured cerebral aneurysms (uAN) remains obscure. To prevent bleeding, we have aggressively performed radical surgery for uAN even in elderly patients (over 70 years old) and in patients with cerebral ischemia, with concurrent bypass surgery for ischemic patients if necessary. We evaluated our surgical strategy in this study by analyzing the results of patients, especially the ratio of surgical mortality/morbidity and its causes.

Ninety-six patients (141 aneurysms) were treated. In 34 patients, aneurysms had been diagnosed without neurological symptoms. The remaining patients had been diagnosed at the examination due to precedent neurological diseases: subarachnoid hemorrhage (28 patients), hypertensive intracerebral hemorrhage (12), cerebral infarction (10), and the others (12). Distribution of the aneurysms were 57 internal carotid artery, 48 middle cerebral artery, 11 anterior cerebral artery, 10 anterior communicating artery, 8 basilar artery, 4 vertebral artery, and 2 posterior cerebral artery. Of the 141 aneurysms, 133 were clipped, and one was wrapped. Ligation or trapping of internal carotid artery with high flow EC-IC bypass using saphenous vein graft was done on 7 giant internal carotid aneurysms or symptomatic cavernous internal carotid aneurysms. Surgical mortality was 0 and morbidity was 5 cases (5.2%). Inappropriate handling of spatula and resultant cerebral contusion worsened the result of Case 1. Optic nerve compression with oxycellulose at dural repair after Dolenc approach caused ipsilateral blindness in Case 2. The cause of these morbidity was obviously carelessness. However, there was no apparent causal factor found in the following three cases (3, 4, 5). The three cases had common features as follows: 1) relatively high age (64, 67, 79 years old), 2) IC aneurysms, 3) large aneurysms, 4) not parent artery occlusion/stenosis but perforator injury suspected. One of the 3 patients received reoperation soon after the paresis had presented. But the clip was well placed, parent vessels were patent, and perforators looked healthy. Angiography of the remaining 2 cases showed no remarkable abnormality. Therefore, we cannot explain the neurological deficits in these cases.

Key words:

- cerebral ischemia
- indication
- surgery
- unruptured cerebral aneurysm

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 26: 248-252, 1998

Good results were obtained with our strategy. Precedent neurological diseases may not influence the result, even cerebral ischemia if precise and careful preparation is performed. Concurrent bypass surgery may not be avoided. Care should be taken for elderly patients with IC large aneurysms because perforator injury by unknown causes occasionally occurs.

はじめに

近年の脳ドックをはじめとした神経放射線診断能の向上と、老年人口の増加から、未破裂脳動脈瘤が発見される機会が多くなってきた。しかし、その手術適応はいまだ論議の多いところである。われわれは未破裂脳動脈瘤に対して、手術による mortality/morbidity を最小限にしつつ、積極的に動脈瘤破裂を未然に防ぐことを基本戦略として、以下のごとく適応を決定してきた。1) 75 歳以下の症例で、重篤な神経脱落症状がなく、有意な自立生活を過ごしているもの。2) 悪性腫瘍、重症糖尿病、肝不全・腎不全・冠不全など、全身麻酔と手術侵襲により病勢の悪化が懸念される症例を除外する。3) 根治手術は原則的に、顕微鏡下でクリッピングを行い、その時期は頭蓋内疾患や先行する脳神経外科手術から 3 週以降に行う。4) 虚血発症例で、バイパス術が必要であれば、動脈瘤根治術と一期的に浅側頭動脈-近位 M2(STA-M2)バイパスを行う。5) 症候性の内頸動脈海綿静脈洞部動脈瘤や頭蓋内巨大内頸動脈瘤に対しては、伏在静脈を用いた外頸動脈-近位 M2 high flow バイパスに内頸動脈の近位部遮断あるいはトラッピングを行う。

本研究では、われわれの外科戦略を評価し、今後の未破裂動脈瘤の手術適応を考察することを目的に、手術予後を mortality/morbidity の有無とその原因を中心に検討したので報告する。

対象と方法

対象は最近の約 4 年間に根治術を施行された未破裂動脈瘤 96 例である。男性 29 例、女性 67 例で、年齢は 31 歳から 73 歳(平均 54.9 歳)であった。動脈瘤総数は 141 個であった。発見の契機は、いわゆる「無症候性脳動脈瘤」で、脳ドックなどの精査により発見されたもの 34 例、くも膜下出血 28 例、脳内出血 12 例、脳梗塞(症状の軽度残存する完成卒中)10 例、巨大動脈瘤で局所圧迫症状を呈したものの 6 例、脳腫瘍 2 例、AVM 2 例、パーキンソン病、顔面けいれん 1 例ずつであった(Fig. 1)。動脈瘤の部位は内頸動脈(IC)が 57 個、中大脳動脈(MC)が 48、前大脳動脈(AC)11、前交通動脈(ACoA)10、脳底動脈(BA)8、椎骨動脈(VA)4、後大脳動脈(PC)3であった(Fig. 2)。141 動脈瘤中 133 個にはクリッピングを行い、内頸動脈-眼動脈分岐部の軽度膨隆のみの 1 例にはラッピングを、内頸動脈の巨大動脈瘤 7 例には内頸動脈の近位部遮断あるいはトラッピングに high flow バイパスを併せて施行した。脳梗塞 10 例中 5 例は STA-M2 バイパス術が同時に行われている。予後は退院時で判定した。

結 果

結果は mortality は 0、morbidity は 5 例(5.2%)であった。morbidity の原因は、以下の通りであった(Table 1)。

症例 1：無症候性脳動脈瘤。クリップ後の脳べらの不注

Fig. 1 Precedent diseases.
Others: Mass sign, 6; Brain tumor, 2; AVM, 2; Parkinsonism, 1; Facial spas, 1
Non: no symptom, SAH: subarachnoid hemorrhage, ICH: intracerebral hematoma, INF: cerebral infarction

Table 1 Summary of cases with surgical complications

No.	Age/Sex	Precedence	Site (size mm)	Post history	Treatment	Outcome	Causes
1	73/M	non	AcoA (8)	non	clipping	MD (confusion)	spatula handling, subdural effusion
2	52/F	ICH	IC-oph (6)	HT	clipping	MD (rt blindness)	optic nerve compression
3	67/M	Parkinsonism	IC-anchor (12)	non	clipping	SD (stupor)	peforator injury, subdural effusion
4	70/F	non	IC-anchor (13)	HT	clipping	MD (paresis)	perforator injury
5	64/F	INF	ICPC (10)	HT, DM	clipping + bypass	SD (stupor)	perforator injury, subdural effusion

ICH: intracerebral hematoma, INF: cerebral infarction, ACoA: anterior communicating artery, IC-oph: internal carotid-ophthalmic artery aneurysm, IC-anchor: internal carotid-anterior choroidal artery aneurysm, ICPC: internal carotid-posterior communicating artery aneurysm, HT: hypertension, DM: diabetes mellitus, MD: moderate disability, SD: severe disability

意な操作で、前頭葉底部-視床下部-内包にかけて脳挫傷をきたし一過性の意識障害・片麻痺が出現した。経過中硬膜下水腫を併発し、軽度意識障害が残存した。

症例2：右視床出血の精査時に動脈瘤が発見された。Dolencのアプローチで内頸動脈-眼動脈分岐部動脈瘤をクリップ後、硬膜欠損部にオキシセルロースを過剰にパッキングしたため、視神経を圧迫して一側視力障害をきたした。

症例3：パーキンソン病の精査でMR施行したところ、内頸動脈-前脈絡動脈分岐部動脈瘤が発見された。術後2時間後に片麻痺が出現し、緊急再開頭を行ったがクリップには問題はなく、その後の血管写上も主幹動脈の障害はなかった。CT上基底核部に low density area が認められ、穿通枝の障害と考えられた。その後硬膜下水腫が続発し、意欲低下状態となった。

症例4：無症候性脳動脈瘤。術直後より片麻痺が認められ、残存した。術後脳血管写ではっきりした所見はないがCTで基底核部に low density area があり、穿通枝の障害が考えられた。

症例5：後大脳動脈領域の陳旧性脳梗塞があり、脳梗塞再発時の精査で内頸動脈-後交通動脈分岐部動脈瘤が発見

された。中大脳動脈領域を中心とした hemodynamic ischemia が脳循環代謝検査により診断されたため、STA-M2 バイパスの適応となり、同時に動脈瘤クリッピングを企図して手術施行した。術直後より片麻痺と、麻酔覚醒遅延があり、CTにより穿通枝の障害と考えられた。その後麻痺は改善したが、硬膜下水腫を併発し、介助が必要となった。

症例1, 2は、手術の際に細心の注意を払えば防止可能と考えられるものであった。しかし、症例3, 4, 5は血管写上主幹動脈には問題なく、症例3では再開頭をしてもクリッピングには問題なく、原因解明には苦慮し、CT所見から穿通枝の障害と考えた症例である。この3例に共通しているのは、比較的高齢者(64歳, 67歳, 70歳)であり、内頸動脈の大型動脈瘤であったことである。また morbidity 5例中3例で硬膜下水腫がみられ、神経症状が悪化したため硬膜下-腹腔シャント術を行ったが、著明な改善が認められなかった。

考 察

未破裂脳動脈瘤の手術適応ははまだ論議の多いところである。その理由として、破裂に至るまでの自然歴が不明な

Fig. 2 Location of aneurysms.

Others: VA, 4; PC, 3

IC: internal carotid artery, MC: middle cerebral artery, AC: anterior cerebral artery, ACoA: anterior communicating artery, BA: basilar artery, VA: vertebral artery, PC: posterior cerebral artery

点, risk-benefit analysisが十分に行われていない点と, 手術合併症の解析が不十分な点があげられる. 脳動脈瘤の頻度は, 過去の剖検レベルの検討では1-9%であるが, 成人を中心として行われる脳ドックでは6.8%¹⁸⁾であり, 過去にくも膜下出血を発症した親族を二親等以内に有するものでは12-15%¹⁸⁾²⁰⁾と, 近年その頻度の見直しが行われている. 年間破裂率は, 平均して1-1.7%⁶⁾⁹⁾²³⁾²⁴⁾と報告されている. これらの自然歴とこれまで報告された手術による mortality/morbidity (約1%/約5%)を加味した risk-benefit analysisの結果では, 未破裂脳動脈瘤の根治術の効果は意外に低く, 50歳代の症例で延長される quality-adjusted lifeは1-2年であり, 医療費の節減は年間5%にすぎず, 余命が15年以上見込めない手術の効果が現れない⁴⁾¹²⁾. しかし, これらの検討には動脈瘤の初回破裂でも死亡することがあり, その家族や社会に対する影響が大きいことや, くも膜下出血の primary brain damageのため長期臥床となり, 介護医療費が加算されることなどが勘案されていない.

村田らによれば, 従来の13編の未破裂脳動脈瘤の手術結果の報告では, 平均 mortality 2.7%, morbidity 4.7%である¹⁷⁾. このデータはこれまでの risk-benefit analysisに用いられたものと比較するとやや mortalityが高いが, おおむね一致する. 13編中 mortality/morbidityともに0%である報告が2編あり¹⁶⁾¹⁸⁾, この良好な成績を analysisに勘案すれば手術効果はさらに大きくなる. われわれのシリーズでは mortalityは0%であるが morbidityは5.2%と諸家の平均と同様であった. われわれの戦略は積極的に動脈瘤破裂を防ぐことであり, 巨大動脈瘤, 虚血発症例, 高齢者例を含み, high flow バイパス 7例, STA-M2 バイパス5例を行っているため, 多くの周手術期のリスクファクターを随伴し, morbidityが上昇している可能性がある. そこで, われわれの morbidityを有する症例の中で単純な不注意による症例を除いた症例3, 4, 5とこれまでの報告とを比較検討した.

動脈瘤の部位・大きさ

動脈瘤の発生部位に関しては, MC, ACoA, ICの内頸動脈-後交通動脈分岐部以外の動脈瘤で, 親動脈の閉塞狭窄が多く報告されている⁵⁾¹⁷⁾²⁵⁾. われわれの3症例ともICであり, うち2例は内頸動脈-前脈絡動脈分岐部動脈瘤であった. しかし, 親動脈の障害ではなく, 動脈瘤近傍の穿通枝の障害が考えられた. また動脈瘤径が大きいほど, 合併症が多いことも報告されており²¹⁾²⁵⁾, われわれの3症例とも最大径10 mm以上の大型動脈瘤であり, これまでの報告と一致していた.

手術法

われわれのシリーズで特徴的なものは, バイパス術を多く併用していることである. high flow バイパス7例, STA-M2 バイパス5例を行っている. この12例中1例が morbidityを有したが, その原因はICからの穿通枝の障害であり, バイパスそのものに起因したものはなかった. 小松ら¹⁴⁾は, 脳虚血を有する未破裂脳動脈瘤症例2例に対して, 浅側頭動脈-中大脳動脈バイパスを先行させ, ついで動脈瘤の根治術を行い, 良好な成績を報告している. われわれの症例の検討では, 細心の注意を払えばバイパス術そのもので riskが大きく異なることはないと考えられるため, 同一アプローチで処置可能な未破裂動脈瘤が存在する場合, バイパス術と一期的に動脈瘤根治術を行うことに問題はないと思われる.

また, われわれは動脈瘤の処置に積極的に一時的血流遮断を用いているが, 症例3, 4, 5でも最長10-25分のICの血流遮断を行っている. この3症例では血管写上閉塞・狭窄をきたした症例はなかったが, CT上は穿通枝領域に病変が出現していた. この原因は, クリップの偏位による穿通枝の障害のほかに, 血流一時遮断の影響も否定できない. 動脈硬化が強く, 血流一時遮断による虚血が強いと予想される症例では, 遮断に際して十分な考慮が必要と考えられる.

症例に内在するリスク

高血圧や糖尿病の合併が, 未破裂動脈瘤の手術予後に関与することが報告されているが¹⁴⁾¹⁷⁾, われわれのシリーズでははっきりした相関はなかった.

一般的に70歳以上の症例で予後の低下が報告されているが¹⁶⁾²⁴⁾²⁵⁾, われわれの3症例中2例は60代であった. 近年, 暦年齢と生物学的年齢の相違点が指摘されており, 治療法の選択のために生物学的な加齢の指標が必要とされている. しかし, 現状では外観や残存する歯牙の数など, 主観的に加齢を評価しているにすぎず, 加齢変化の客観的な指標が, 未破裂脳動脈瘤根治術の適応決定に不可欠と考えられる. 脳の加齢変化の一つに脳萎縮があるが, 未破裂脳動脈瘤の手術時に髄液を吸引することで, 脳は重力のため偏位する. このことが穿通枝の過伸展による障害を惹起することも考えられる. われわれの3症例でも少なからず脳萎縮がみられ, 暦年齢のほかに脳萎縮の程度も術前に検討する必要がある.

先行する神経疾患

脳ドックなどで発見される無症候性脳動脈瘤を除き, 他の未破裂脳動脈瘤では先行する神経疾患の精査時に動脈瘤が発見される. われわれのシリーズでの主な先行疾患はく

も膜下出血が最も多く 29.2%, ついで高血圧性脳内出血 12.5%, 脳梗塞 10.4% であった。脳梗塞に随伴した未破裂動脈瘤は手術の合併症が多数報告され^{2) 13) 14) 17) 19) 25)}, 平均 morbidity 17.9%, mortality 6.4% と考えられている¹⁷⁾。しかし, 未破裂動脈瘤の長期フォローアップの結果によると, 脳梗塞を合併した動脈瘤の破裂率は他の動脈瘤より高いことが指摘されており^{1) 3)}, 根治術の適応決定には苦慮する。脳虚血を合併した未破裂脳動脈瘤根治術の合併症の原因としては, 手術時の血流低下に対して耐性が低いこと, 動脈瘤近傍の動脈硬化の存在が示唆されている。すなわち, 脳主幹動脈に障害を及ぼさなくとも, 脳圧排自身あるいはそれに伴う穿通枝の伸展により血流は低下し, 症状が発現しうる。またクリッピングに伴う動脈瘤近傍の血管の屈曲・狭窄が動脈硬化の存在のため起きやすく, 新たな血流低下をもたらしうる¹⁴⁾。われわれのシリーズ中の脳虚血を随伴した 10 例中, 主幹動脈の狭窄・閉塞をきたした症例はなかったが, 1 例で穿通枝の障害をきたした。これまでに, 術前の全脳脳循環測定で 40 ml/100 g/min 以下は, 合併症が多いという報告¹⁹⁾や, 術中の脳機能モニタリングと術中血管撮影が予後改善に有用との報告^{15) 22)}もあるが, 症例により虚血部位と動脈瘤の関係は異なり, 全例で施行することは困難と考えられる。

ま と め

高齢者, 虚血合併, 大型の未破裂動脈瘤に対して安易にアプローチすることは, 手術合併症を増加せしめるが, われわれの治療方針によれば, 手術予後は症例に内在するリスクや先行する中枢疾患とは大きな相関はなく良好であった。従来成績が不良とされている虚血性疾患に対しても, 慎重な手術操作によりバイパス術と同時に動脈瘤の根治術も可能と考えられた。しかし比較的高齢者では, 動脈瘤自身のリスク, すなわち IC の大型動脈瘤の場合, 予期せぬ穿通枝障害が発生する可能性があるため, 注意を要する。

文 献

- 1) 青木伸夫, 加川瑞夫, 氏家 弘, ほか: 脳梗塞に合併した脳動脈瘤について. 脳卒中の外科 **16**: 28-31, 1988
- 2) 浅利正二, 西本 詮, 山本祐司: 虚血性脳血管障害に合併した未破裂脳動脈瘤の外科治療. 脳卒中の外科 **16**: 252-256, 1988
- 3) 浅利正二: 長期予後の分析による未破裂脳動脈瘤の management. 脳卒中の外科 **20**: 7-13, 1992
- 4) Chang HS, Kirino T: Quantification of operative benefit for unruptured cerebral aneurysms: a theoretical approach. J Neurosurg **83**: 413-420, 1995
- 5) Heiskanen O, Poranen A: Surgery of incidental intracranial aneurysms. Surg Neurol **28**: 432-436, 1987
- 6) Heiskanen O: Risk of surgery for unruptured intracranial

- aneurysms. J Neurosurg **65**: 451-453, 1986
- 7) Inagawa T, Hada H, Kato Y: Unruptured intracranial aneurysms in elderly patients. Surg Neurol **38**: 364-370, 1992
- 8) Jomin M, Lesion F, Fawaz A, *et al*: Surgical prognosis of unruptured intracranial arterial aneurysms: report of 50 cases. Acta Neurochir (Wien) **84**: 85-88, 1987
- 9) Juvela S, Porras M, Heiskanen O: Natural history of unruptured intracranial aneurysms: a long-term follow-up study. J Neurosurg **79**: 174-182, 1993
- 10) Kassell NF, Torner JC: Size of intracranial aneurysms. Neurosurg **12**: 291-297, 1983
- 11) Khanna R, Malik GM, Qureshi N: Predicting outcome following surgical treatment of unruptured intracranial aneurysms: a proposed grading system. J Neurosurg **84**: 49-54, 1996
- 12) King JT Jr, Glick HA, Mason TJ, *et al*: Elective surgery for asymptomatic, unruptured, intracranial aneurysms: a cost-effectiveness analysis. J Neurosurg **83**: 403-412, 1995
- 13) 小嶋康弘, 日高 聖, 村本真人, ほか: 脳血管障害患者の未破裂脳動脈瘤の外科治療. 脳卒中の外科 **16**: 224-228, 1988
- 14) 小松洋治, 兵頭明夫, 能勢忠男, ほか: 虚血性脳血管障害に合併した未破裂脳動脈瘤の外科治療. 脳神経外科 **22**: 811-818, 1994
- 15) Meguro T, Tsukada A, Matsumura A, *et al*: Portable digital subtraction angiography in the operating room and intensive care unit. Neurol Med Chir (Tokyo) **31**: 758-772, 1991
- 16) 溝井和夫, 高橋 明, 藤原 悟, ほか: Incidental aneurysm の治療: 自験 73 例の分析から. 脳卒中の外科 **20**: 73-77, 1992
- 17) 村田高穂, 下竹克己, 宮川秀樹, ほか: 未破裂脳動脈瘤の手術適応と危険因子. 脳神経外科 **25**: 425-431, 1997
- 18) 中川俊男, 端 和夫: 脳ドックにおける無症候性未破裂脳動脈瘤の特徴と治療. 脳神経外科ジャーナル **4**: 341-350, 1995
- 19) 波出石弘, 安井信行, 鈴木明文: 未破裂脳動脈瘤の外科治療における問題点. 脳神経外科 **19**: 945-949, 1991
- 20) Ronkainen A, Hernesniemi J, Ryyanen M: Familial subarachnoid hemorrhage in east Finland, 1977-1990. Neurosurgery **33**: 787-797, 1993; **79**: 174-182, 1993
- 21) Solomon RA, Fink ME, Pille-Spellman J: Surgical management of unruptured intracranial aneurysms. J Neurosurg **80**: 440-446, 1994
- 22) Symon L, Wang AD, Costa e Silva IE, *et al*: Perioperative use of somatosensory evoked responses in aneurysm surgery. J Neurosurg **60**: 269-275, 1984
- 23) Wiebers DO, Whisnant JP, Sundt TM, Jr, *et al*: The significance of unruptured intracranial saccular aneurysms. J Neurosurg **66**: 23-29, 1987
- 24) Winn HR, Almaani WS, Berga SL, *et al*: The long-term outcome in patients with multiple aneurysms: incidence of the late hemorrhage and implications of for treatment of incidental aneurysms. J Neurosurg **59**: 642-651, 1983; Acta Neurochir (Wien) **84**: 85-88, 1987
- 25) Wirth FP, Laws ER, Piepgras D, *et al*: Surgical treatment of incidental intracranial aneurysms. Neurosurgery **12**: 507-511, 1983