出血で発症した末梢性後下小脳動脈瘤への外科的治療戦略

中村 道夫, 和泉 允基, 宮崎 格, 篠崎 夏樹

Surgical Strategies for Ruptured Distal Posterior Inferior Cerebellar Artery Aneurysms

Michio NAKAMURA, M.D., Ph.D., Masaki IZUMI, M.D., Tadashi MIYAZAKI, M.D., and Natsuki SHINOZAKI, M.D., Ph.D.

Department of Neurosurgery, Narita Red Cross Hospital, Narita, Chiba, Japan

Summary: To identify the best surgical strategies, we analyzed our experience with distal posterior inferior cerebellar artery aneurysms (distal PICA AN) and reviewed the literature. We treated 6 patients with ruptured distal PICA ANs. The ANs were located at the anterior medullary segment (AMs: 2 cases), lateral medullary segment (LMs: 2 cases), telelontonsillar segment (TTs: 1 case), and cortical segment (Cs: 1 case). The AN at the Cs was a feeder aneurysm of a cerebellar arteriovenous malformation (AVM). All patients underwent direct surgery. Prior to surgery, 3 ANs were diagnosed as saccular type, and the remaining 3 were considered fusiform types, based on digital subtraction angiography or computed tomography angiography. However, one case of fusiform type appeared saccular during intraoperative observation. Neck clipping for saccular type ANs and trapping combined with occipital artery-PICA bypass for fusiform type ANs were successfully performed. Sparing of perforating branches adjacent to the ANs was attempted as much as possible during the trapping procedure. A transcondylar fossa approach was selected for the proximal segment (AMs, LMs) of the distal PICA ANs to decrease the risk of lower cranial nerve palsies. Standard lateral suboccipital craniotomy for a TTs AN and midline suboccipital craniotomy for a Cs AN were performed. All patients recovered favorably without ischemic complications or lower cranial nerve palsies. Preparation for revascularization with bypass, preservation of the perforators, and approaches using skull base techniques enable a good surgical result for distal PICA ANs.

Key words:

- distal posterior inferior cerebellar artery aneurysm
- occipital artery-posterior inferior cerebellar artery bypass
- saccular aneurysm
- fusiform aneurysm
- transcondylar fossa approach

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 45: 464-470, 2017

はじめに

椎骨動脈 (vertebral artery : VA) - 後下小脳動脈 (posterior inferior cerebellar artery : PICA) 分岐部以降に発生する末梢性後下小脳動脈瘤 (distal PICA aneurysm : distal PICA AN) は全脳動脈瘤の 1.0% 未満の頻度とされ⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁸⁾, まれな疾患である。加えて, PICA の近位部からは脳幹穿通枝

が分枝することや, 下位脳神経に近接して走行することなどから, 直達手術の困難な動脈瘤の 1 つとされる⁽³⁾⁽⁸⁾⁽²²⁾⁽²³⁾。また, この部位の動脈瘤は, 解離を含む紡錘状動脈瘤の割合が高く⁽²⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁸⁾⁻⁽²⁰⁾⁽²⁴⁾, 根治的な治療には動脈瘤を含めた母血管の閉塞が必要な場合が多い。このため, PICA 閉塞に伴う虚血性合併症を回避することは, 良好な治療予後を得るために大きな条件となる⁽¹⁾⁽⁹⁾⁽¹³⁾⁽¹⁸⁾⁽²¹⁾。われわれは,

Table 1 Clinical summary of 6 patients with ruptured distal PICA aneurysms

Case No.	Age/sex	WFNS grade	Location of AN	Type of AN	Timing of surgery/day	Approach	Surgical method	Surgical complication	Additional treatment	Bypass patency	mRS at 3 months
1	71/F	4→3	AMs	Fusiform	3	Transcondylar fossa	Trapping OA-PICA bypass	Wound necrosis	Shunt	Good	2
2	54/F	2	AMs	Saccular	1	Transcondylar fossa	Neck clipping	No	No	NP	0
3	45/F	5→3	LMs	Fusiform	21	Transcondylar fossa	Trapping OA-PICA bypass	No	Shunt	Good	2
4	77/F	3	LMs	Fusiform→Saccular	1	Transcondylar fossa	Neck clipping	No	No	NP	0
5	49/F	3→1	TTs	Saccular	14	Lateral suboccipital	Neck clipping	No	No	NP	0
6	54/F	2→1	Cs	Saccular (AVM feeder)	30	Midline suboccipital	Neck clipping AVM removal	No	No	NP	1

AN: aneurysm, AMs: anterior medullary segment, LMs: lateral medullary segment, TTs: telelevelotonsillar segment, Cs: cortical segment, OA-PICA bypass: occipital artery-posterior inferior cerebellar artery bypass, AVM: arteriovenous malformation, NP: not performed, WFNS: World Federation of Neurological Surgeons, mRS: modified Rankin Scale

PICA およびその穿通枝を可能なかぎり温存する方針で、血行再建を含めた直達手術で distal PICA AN の治療を行っている。当院での治療結果と文献的な考察から、distal PICA AN を安全に治療するための外科的治療戦略を検討したので報告する。

対象と方法

2001 年 1 月から 2016 年 12 月までに、当施設において根治的な治療を行った破裂脳動脈瘤 557 症例のうち、distal PICA AN は 6 例 (1.1%) であった。年齢は 45-77 歳 (平均 58.3 歳)、全例が女性であった。動脈瘤の部位は、PICA を 5 つの segment に分けた Lister ら¹²⁾ の分類に準じると、anterior medullary segment (AMs) 2 例、lateral medullary segment (LMs) 2 例、telelevelomedullary segment (TMs) 0 例、telelevelotonsillar segment (TTs) 1 例、cortical segment (Cs) 1 例であった。Cs の 1 例は、小脳虫部の脳動静脈奇形 (arteriovenous malformation: AVM) の feeder aneurysm で、動脈瘤が出血源であった。術前の digital subtraction angiography (DSA)、または computed tomography angiography (CTA) で、saccular type と診断したのは AMs 1 例、TTs 1 例、Cs 1 例の計 3 例で、AMs 1 例と LMs 2 例の計 3 例は fusiform type と考えられた。全例に直達手術を行った。原則として急性期手術で臨んだが、2 週間以降の待機手術が 3 例存在した。その内訳は、来院時の神経学的重症例 [World Federation of Neurological Surgeons (WFNS) grade 5] が 1 例、小脳 AVM 合併例で動脈瘤の処置と AVM 同時摘出を計画した症例が 1 例、CT 上

で脳腫脹が疑われた 1 例であった。AMs、LMs の動脈瘤に対して transcondylar fossa approach を、TTs の動脈瘤に対して lateral suboccipital craniotomy を、Cs の動脈瘤に対して midline suboccipital craniotomy を選択した。また、fusiform type が疑われた 3 例には、開頭時に occipital artery (OA)-PICA bypass を想定し、血行再建の準備を行った (Table 1)。

結 果

術前検査で fusiform type が疑われた 3 例のうち、AMs の 1 例と LMs の 1 例は trapping および OA-PICA bypass を行った。LMs の 1 例では fusiform type を想定して手術に臨んだが、術中所見で saccular type であることが確認され、neck clipping を行った。術前検査で saccular type と診断した 3 例 (AMs、TTs、Cs 各 1 例) に neck clipping が可能で、そのうち Cs の 1 例では clipping と小脳 AVM の全摘出を行った。術後の DSA または CTA で全例に動脈瘤の消失を確認し、血行再建を行った 2 例では OA-PICA bypass の開存と PICA 末梢の血流温存を確認した。下位脳神経麻痺を含めた手術による神経症状の悪化例はなく、3 カ月後の mRS は 0-2 であった (Table 1)。

症 例

〈症例 1: Case 1〉71 歳、女性。

意識障害で発症し、day 1 に転院搬送された。来院時 Glasgow Coma Scale (GCS) は E2 V2 M4、WFNS grade 4、CT で後頭蓋窩に多いくも膜下出血 (subarachnoid hemor-

Fig. 1 Computed tomography (CT) and CT angiography (CTA) in Case 1.

A: CT on admission, revealing a dense subarachnoid hemorrhage (SAH) in the posterior fossa.

B, C: CTA on admission, showing a fusiform aneurysm (AN: arrow) at the anterior medullary segment (AMS) of the left posterior inferior cerebellar artery (PICA).

D: Postoperative CTA demonstrates disappearance of the fusiform AN and good patency of the occipital artery (OA)-PICA bypass (arrow).

Arrowheads represent both proximal and distal clips.

rhage : SAH)と急性水頭症を認めた(**Fig. 1A**)。CTAにて左PICAのAMsに発生したfusiform type ANと診断した(**Fig. 1B, C**)。同日、脳室外ドレナージを行い、意識レベルがGCS E3 V4 M6まで改善したため、day 3に手術を行った。hockey stick incisionで皮切を行いOAを確保したうえで、transcondylar fossa approachを行った。動脈瘤周囲の血餅を除去し、PICAの近位部と遠位部を露出した。動脈瘤はDSAの所見通りneckをもたないfusiform typeであったため、まずPICAのcaudal loopへOA-PICA bypassを行い、引き続き動脈瘤のtrappingを行った(**Fig. 2A**)。trapping後に動脈瘤の全周を観察すると、動脈瘤の近位側に脳幹穿通枝が認められtrappingに含まれていた。distal clipの手前で動脈瘤を切断してdomeに可動性をつけると、近位側のPICAと穿通枝の分岐部がよく確認された。domeをPICA側にわずかに残すようにproximal clipをかけ直して、穿通枝を温存した(**Fig. 2B, C**)。術中indocyanine green (ICG)蛍光造影にて穿通枝の温存を確認した。術後の3D CTAで動脈瘤の消失、OA-PICA bypassの開存、PICA末梢の血流温存を確認した(**Fig. 1D**)。

〈症例4 : Case 4〉77歳、女性。

頭痛とめまいで発症し、救急搬送された。来院時GCS

E3 V4 M6, WFNS grade 2, CTで第4脳室内出血を認めた(**Fig. 3A**)。DSAおよびCTAでは、左PICAのLMsに動脈瘤を認め(**Fig. 3B, C**)、分枝のない本幹部にあることと形状からfusiform type ANと診断した。day 1にOAを確保したうえで、transcondylar fossa approachで手術を行った。下位脳神経の腹側に接してPICAのAMs, LMが走行し、迷走神経に付着した血餅を除去するとLMsの急峻なcurveのわずかに遠位に動脈瘤が認められた(**Fig. 3D**)。分枝する血管は認めなかったが、しっかりとしたneckが確認できたためsaccular typeと判断してOA-PICA bypassは行わず、neck clippingを行った(**Fig. 3E**)。術後CTAにて動脈瘤の消失を確認した(**Fig. 3F**)。

考 察

distal PICA ANの特徴として、解離を含むfusiform typeの頻度が高く、Lehtoら⁸⁾の報告では出血発症の58例中、26例(45%)がfusiform typeであったとしている。VA-PICA分岐部以降のどの部位にも発生し、特に走行上の屈曲の強い部位に多い²⁾⁵⁾¹⁶⁾。血管の分岐部によらず発生し得ることや²⁾⁵⁾¹⁶⁾、AVMの合併例が多いこと⁹⁾¹⁶⁾などから、発生のメカニズムにhemodynamic stressが関与するとされる²⁾¹⁷⁾。治療においては直達手術、血管内手術の

Fig. 2 Intraoperative photographs (**A**, **B**) and schematic drawing (**C**) in Case 1.

A|B|C

A: Following occipital artery (OA)-posterior inferior cerebellar artery (PICA) bypass at the caudal loop of the PICA, the aneurysm (AN) was trapped with two Sugita aneurysm clips. An arrow and double arrows represent proximal and distal clips, respectively. Arrowhead represents the AN. Asterisk represents OA.

B: A brainstem perforator was preserved by repositioning the proximal clip to the dome after the distal end of the AN was resected from the PICA to mobilize the dome. Arrow represents repositioned proximal clip, and double arrows represent distal clip. Arrowhead represents the perforator from the proximal PICA.

C: Schematic drawing of Case 1 demonstrating that the proximal clip (arrow) was applied to the dome obliquely to preserve the perforator.

どちらも行われる部位だが、その選択にはいまだに議論が多い⁸⁾²²⁾。直達手術では、fusiform type に対して動脈瘤の trapping に血行再建を併用する報告が多い¹⁾⁹⁾¹³⁾¹⁸⁾²¹⁾。また、根治性については不明な点もあるが、wrapping や wrap on clip による治療報告例もある⁵⁾⁶⁾¹⁹⁾²⁴⁾。近年では、この部位の動脈瘤に対しても coil 塞栓術による治療の報告が多くなっている³⁾⁴⁾¹¹⁾²²⁾。しかし、coil 塞栓術では saccular type であっても、PICA の屈曲蛇行や、血管径の細さから PICA の温存が困難な例もあり、fusiform type では PICA の閉塞が前提となる³⁾⁴⁾¹¹⁾。PICA はその前半部分に脳幹への穿通枝を多数有する。Lister ら¹²⁾によれば、AMs から 0-2 本、LMs から 0-5 本、TMs から 0-11 本存在し、PICA 近位部での閉塞で起こり得る脳虚血は小脳半球だけでなく、延髄脳幹に及ぶ可能性もある。PICA の血流支配領域は、同側の前下小脳動脈、上小脳動脈、対側の PICA から複雑な側副血行を受ける。PICA を閉塞しても、虚血性合併症をきたさなかったとする報告¹⁰⁾¹¹⁾¹⁶⁾²⁰⁾も散見されるが、側副血行の程度や、特に脳幹穿通枝領域の血行動態を術前に予測することは困難と考えられる¹²⁾¹³⁾²¹⁾。水谷¹⁵⁾は VA 解離性動脈瘤(PICA-involved type)の直達術において、血行再建を行わず PICA を閉塞した 8 症例中 4 例に小脳梗塞が発生したと報告した。また、Chalouhi ら³⁾も、76 例の PICA AN の血管内治療において、PICA の温存が不

可能であった 11 例中 6 例(54.5%)に梗塞性合併症を認めたとしている。Petr ら²²⁾は、文献上の meta-analysis の結果から、distal PICA AN に対する血管内治療は、PICA 前半部だけでなく、脳幹穿通枝の関与の少ない TMs 以降の治療においても、母血管閉塞による虚血性合併症が直達手術よりも有意に高かったとしている。これらの報告を踏まえると、AMs-TMs の distal PICA AN の治療には、PICA 末梢の血流温存と脳幹穿通枝の温存が必須と考えられる。また、穿通枝の関与のない TTs 以降の distal PICA AN でも、母血管の安易な閉塞は避けるべきであり、血管内治療では選択的 balloon test occlusion(BTO)で、直達手術では PICA の一時遮断後の ICG 蛍光造影などで側副血行の評価を行い、閉塞の可否を判断すべきであろう。われわれは、直達手術によって直視下に動脈瘤の性状を観察することで、clipping か trapping のどちらが適切かを判断し、trapping に際しては血行再建による PICA 末梢の血流を確保し、同時に穿通枝を極力温存する方針をとっている。症例 1(Case 1)では AMs の fusiform type AN の trapping に際し、あえてわずかに dome 近位部を残存させるように proximal clip を移動させて、脳幹穿通枝を順行性の血流によって温存した。このような clip work は、dome と正常血管の境界付近から分枝する穿通枝を温存するためには有効と考える。乙供ら²¹⁾は distal PICA AN の

Fig. 3 Computed tomography (CT), digital subtraction angiography (DSA), CT angiography (CTA), and intraoperative photographs in Case 4.

A | B | C
D | E | F

- A:** CT on admission, revealing intraventricular hemorrhage exclusively in the fourth ventricle.
B: Lateral view of the left vertebral DSA on admission, showing an aneurysm (AN: arrow) at the lateral medullary segment (LMs) of the left posterior inferior cerebellar artery (PICA).
C: Right oblique view of CTA demonstrating aneurysmal dilatation at the non-branching portion (asterisk) as well as narrowing of PICA (arrowhead) just distal to the AN. Those findings suggest that the AN might be a fusiform type or a dissection.
D: Intraoperative photographs, showing that the AN (arrowhead) is located just distal to the hairpin curve at the LMs. Although the AN is located at the non-branching portion of the PICA, the neck of the AN is clearly shown, indicating as a saccular type AN. Note that a transcondylar fossa approach provides a wide working space with minimum retraction of the cerebellum. Arrow represents a temporary clip.
E: The AN was successfully clipped without compromising the flow in the PICA.
F: Postoperative CTA, demonstrating disappearance of the AN and good patency of the PICA.

trapping において、trapping 遠位からの bypass 血流は distal clip の末梢から分枝する穿通枝の血流をも温存できるとしている。穿通枝が終末動脈となる以上、長期的な開存は不明であるが、周術期の脳幹梗塞予防の意味から重要と考える。

今回経験した症例 4 (Case 4) では、術前の画像所見で動脈瘤の存在部位が血管分枝によらず、また neck も明らかでなかったため fusiform type と診断した。手術では OA-PICA bypass を準備して臨んだが、術中所見から saccular type であることが判明し neck clipping に変更した。前述

のように、distal PICA AN は saccular type でも動脈の分枝部位に関連なく、PICA の屈曲部に発生することが多いため²⁾⁵⁾¹⁶⁾、血管撮影所見から saccular か fusiform かを治療前に診断することが困難な症例も存在する¹⁶⁾。このような症例では、直視下での動脈瘤の確認が PICA 温存の観点からもきわめて重要と考えられた。

distal PICA AN の直達手術において、最も頻度の高い合併症に下位脳神経麻痺が挙げられる¹⁾⁸⁾⁹⁾²²⁾。特に PICA 前半部 AMs, LMs の動脈瘤では、手術操作による下位脳神経への直接的な損傷の他に、小脳の牽引による機械的な

損傷も起こり得る。われわれは、小脳の外側への牽引を極力減じるために、transcondylar fossa approach を選択した。その結果、通常の lateral suboccipital approach よりも側方視野の展開が開け、最低限の牽引で広い working space を得ることができた。松島ら¹⁴⁾は、大後頭孔外側部の手術において、病変の存在部位や高さによって transcondylar fossa approach, transcondylar approach, lateral suboccipital craniotomy を使い分けることを提唱し、特に延髄、椎骨動脈を斜め横から見上げる形となる transcondylar fossa approach が VA-PICA 分岐部動脈瘤に最も適しているとしている。頸静脈結節を顆窩から舌下神経管に向かい深く骨削除するが、環椎後頭関節面を削除しない分、transcondylar approach に比べて簡便であり、術後の頸部可動制限などの合併症も少ない¹⁴⁾。この approach を選択した症例は、AMs, LM の 4 例で、うち 3 例は急性期での手術であったが、術後の下位脳神経麻痺を認めなかった。同様の報告として、Todaka ら²³⁾は transcondylar fossa approach により、Liew ら¹⁰⁾は far lateral transcondylar approach により、AMs, LM の動脈瘤に下位脳神経麻痺の合併なく手術が可能であったとしている。

最後に、この手術で用いられる血行再建について述べる。われわれが選択した OA-PICA bypass は、distal PICA AN の直達術に限らず、PICA involved type の VA 解離、VA の大型動脈瘤の治療においても汎用性が高い¹³⁾¹⁵⁾¹⁸⁾²¹⁾。同様の目的で PICA-PICA side to side anastomosis, radial artery (RA) や superficial temporal artery (STA) を graft とした VA-RA (STA)-PICA bypass, 動脈瘤切除後の PICA end to end anastomosis などが報告されている¹⁷⁾⁹⁾。このうち PICA-PICA side to side anastomosis は OA を皮弁から剥離する手間が省けるだけではなく、術後の皮弁の血流不全、OA の硬膜入口部からの髄液漏などの OA-PICA bypass 特有の合併症がないため推奨する報告例が多い¹⁷⁾。しかし、PICA の左右径が極端な場合や片側が欠損する症例があること¹⁾、PICA の走行には解剖学的な variation が多いこと¹²⁾などから、手技自体の遂行が困難な症例もあるため、術前の血管撮影所見を参考に、症例によって OA-PICA bypass と使い分けることが必要と考えられる。

ま と め

distal PICA AN の根治的治療において、fusiform type では、虚血性合併症を避けるために血行再建を併用した直達手術が有効である。trapping に際しては、動脈瘤の近傍から分枝する脳幹穿通枝の温存に極力努力する必要がある。また、術前の画像診断からは fusiform type か saccular type かの判断が困難な例も存在し、PICA 温存の意味

からも直視下での動脈瘤の観察による clipping, trapping の判断が必要である。下位脳神経麻痺を含む合併症回避の観点からは、transcondylar fossa approach などの頭蓋底技術を併用した手術 approach が、特に急性期手術において必要と考えられた。

文 献

- 1) Abula AA, McDougall CM, Breshears JD, *et al*: Intracranial-to-intracranial bypass for posterior inferior cerebellar aneurysms: options, technical challenges, and results in 35 patients. *J Neurosurg* 124: 1275-1286, 2016
- 2) 姉川繁敬, 林 隆士, 鳥越隆一郎, ほか: 破裂末梢性後下小脳動脈瘤—自験例 13 例 14 個の分析. *No Shinkei Geka* 29: 121-129, 2001
- 3) Chalouhi N, Jabbour P, Starke RM, *et al*: Endovascular treatment of proximal and distal posterior inferior cerebellar artery aneurysms. *J Neurosurg* 118: 991-999, 2013
- 4) Crowley RW, Albuquerque FC, Ducruet AF, *et al*: Technical consideration in the endovascular management of aneurysms of the posterior inferior cerebellar artery. *Neurosurgery* 71 (2 Suppl): 204-217, 2012
- 5) Horiuchi T, Tanaka Y, Hongo K, *et al*: Characteristics of distal posterior inferior cerebellar artery aneurysms. *Neurosurgery* 53: 589-596, 2003
- 6) Jafar JJ, Kamiryo T, Chiles BW, *et al*: A dissecting aneurysm of the posteroinferior cerebellar artery: case report. *Neurosurgery* 43: 353-356, 1998
- 7) Kakino S, Ogasawara K, Kubo Y, *et al*: Treatment of vertebral artery aneurysms with posterior inferior cerebellar artery-posterior inferior cerebellar artery anastomosis combined with parent artery occlusion. *Surg Neurol* 61: 185-189, 2004
- 8) Lehto H, Harati A, Niemelä M, *et al*: Distal posterior inferior cerebellar artery aneurysms: clinical features and outcome of 80 patients. *World Neurosurgery* 82: 702-713, 2014
- 9) Lewis SB, Chang DJ, Peace DA, *et al*: Distal posterior inferior cerebellar artery aneurysms: clinical features and management. *J Neurosurg* 97: 756-766, 2002
- 10) Liew D, Ng PY, Ng I: Surgical management of ruptured and unruptured symptomatic posterior inferior cerebellar artery aneurysms. *Br J Neurosurg* 18: 608-612, 2004
- 11) Lim SM, Choi IS, Hum BA, *et al*: Dissecting aneurysms of the distal posterior inferior cerebellar arteries: clinical presentation and management. *AJNR Am J Neuroradiol* 31: 1118-1122, 2010
- 12) Lister JR, Rhoton AL Jr, Matsushima T, *et al*: Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. *Neurosurgery* 10: 170-199, 1982
- 13) 松田俊憲, 井川房夫, 大林直彦, ほか: 後下小脳動脈 anterior medullary segment に発生した破裂脳動脈瘤の 2 手術症例—穿通枝温存と後下小脳動脈の虚血について. *No Shinkei Geka* 32: 867-874, 2004
- 14) 松島俊夫, 福井仁士: 大後頭孔外側部からのアプローチ: 主として顆窩経由法(別名 後頭顆上部頸静脈結節経由法)と後頭顆経由法. *No Shinkei Geka* 24: 119-124, 1996
- 15) 水谷 徹: 解離性脳動脈瘤に対する手術適応と術式. *脳卒中の外科* 30: 424-428, 2002
- 16) 西野昌子, 桜井芳明, 佐藤博雄, ほか: 末梢性後下小脳動脈瘤(Distal PICA Aneurysm)—自験 10 例からの検討. *No Shinkei Geka* 19: 925-932, 1991

- 17) Nishizaki T, Tamaki N, Nishida Y, *et al*: Aneurysms of the distal posterior inferior cerebellar artery: experience with three cases and review of the literature. *Neurosurgery* 16: 829-832, 1985
- 18) Nussbaum ES, Mendez A, Camarata P, *et al*: Surgical management of fusiform aneurysms of the peripheral posteroinferior cerebellar artery. *Neurosurgery* 53: 831-834, 2003
- 19) Nussbaum ES, Madison MT, Myers ME, *et al*: Dissecting aneurysms of the posterior inferior cerebellar artery: retrospective evaluation of management and extended follow-up review in 6 patients. *J Neurosurg* 109: 23-27, 2008
- 20) Orakcioglu B, Schuknecht B, Otani N, *et al*: Distal posterior inferior cerebellar artery aneurysms: clinical characteristics and surgical management. *Acta Neurochir*(Wien)147: 1131-1139, 2005
- 21) 乙供大樹, 川島明次, 川口浩司, ほか: PICA 原発の紡錘状動脈瘤に対し血行再建術を併用し治療が奏功した4例. *No Shinkei Geka* 40: 331-336, 2012
- 22) Petr O, Sejkorová A, Bradáč O, *et al*: Safety and efficacy of treatment strategies for posterior inferior cerebellar artery aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *Acta Neurochir*(Wien)158: 2415-2428, 2016
- 23) Todaka T, Hamada J, Yano S, *et al*: Successful clipping of a distal posterior inferior cerebellar artery aneurysm located on the anterior surface of the medulla oblongata—case report. *Neurol Med Chir*(Tokyo)42, 158-161, 2002
- 24) Yamaura A, Isobe K, Karasudani H, *et al*: Dissecting aneurysms of the posterior inferior cerebral artery. *Neurosurgery* 28: 894-898, 1991