

後大脳動脈P2部動脈瘤に対する血管内治療

須山武裕 永島宗紀 我妻敬一
乾 敏彦 長谷川洋 富永紳介

Endovascular treatment for P2 segment aneurysms of the posterior cerebral artery

Takehiro SUYAMA Munenori NAGASHIMA Keiichi AZUMA
Toshihiko INUI Hiroshi HASEGAWA Shinsuke TOMINAGA

Department of Neurosurgery, Tominaga Hospital

●Abstract●

Purpose: To evaluate treatment outcome of P2-segment aneurysms of the posterior cerebral artery by coil embolization.

Subjects: Seven patients (three with subarachnoid hemorrhage due to ruptured aneurysms and four with unruptured ones) underwent endovascular treatment. 4 patients presented with unruptured aneurysms, 1 presented with mass effect, 1 was associated with another ruptured cerebral aneurysm, and 2 were diagnosed during a routine examination for headache.

Results: Endosaccular coil embolization was performed for the saccular aneurysms (3 ruptured and 2 unruptured cases) and parent vessel occlusion was performed for the fusiform aneurysm (1 unruptured case) and thrombosed aneurysm (1 unruptured case). No apparent complications were noted perioperatively or during the follow-up periods of 2 years to a maximum of 5 years and 5 months, average: 3.6 years. Retreatment was not required for any case.

Conclusion: Outcomes of endovascular treatments for P2-segment aneurysms of the posterior cerebral artery were good. If endosaccular coil embolization is not possible, it is advisable to evaluate collateral circulation with an occlusion test, checking the presence of neurological ischemic symptoms, and perform parent artery occlusion. However, each case requires individual consideration.

●Key Words●

cerebral aneurysm, endovascular surgery, parent artery occlusion, posterior cerebral artery

富永病院 脳神経外科

<連絡先: 須山武裕 〒556-0017 大阪市浪速区湊町1-4-48 E-mail: xqmmq802@ybb.ne.jp>

(Received May 14, 2010 : Accepted July 1, 2010)

緒言

後大脳動脈瘤 (posterior cerebral artery aneurysms : PCA動脈瘤) は全脳動脈瘤の0.7~3%と比較的稀である^{3,5,6}。Zealら¹⁶⁾は後大脳動脈をP1~P4に分類し、P2 segmentを後交通動脈との合流部位からPCAが四丘体槽に入るまでの部位としている。

P2 segmentにはPCA動脈瘤のうち約40%~60%が発生し、その特徴として紡錘状動脈瘤または巨大動脈瘤が他の部位と比較して多いとされる^{1,3,4,5,14)}。

治療法に関しては外科治療から血管内治療によるものと多岐にわたる報告がある。外科治療についてはクリッピングやバイパスを併用したアプローチがとられるが、いまだに治療困難な動脈瘤の一つである^{2,9)}。一方、近

年の血管内治療の発達に伴いPCA動脈瘤に対しては血管内治療が施行される場合も多く、瘤内塞栓あるいはバルーン、コイルを用いた親動脈の閉塞が行われ良好な治療成績が得られている^{1,3,4,6,8)}。

今回、PCAのP2 segmentに発生した動脈瘤 (PCA P2 動脈瘤) の7例に対して血管内治療を施行したのでその治療法、問題点について検討し、報告する。

対象と方法

対象は2002年8月から2008年1月までPCA P2 動脈瘤に対して血管内治療を施行した7例である。

年齢は18歳~82歳 (平均55歳)、男性1例、女性6例で、くも膜下出血 (subarachnoid hemorrhage ; SAH) で発症したもの3例、mass effectで発症したもの1例、破裂

Table 1 Summary of the 7 patients with P2 segment aneurysms

Case No.	Age/Sex	Clinical presentation	Aneurysm type	Size (mm)	Mortality	Outcome (mRS)	Duration of follow up (months)
1	82/F	SAH HK III	saccular	5 × 6	Coil occlusion	1	48
2	27/F	headache	saccular	12×10	Coil occlusion	0	65
3	66/F	SAH other AN	saccular	8 × 9	Coil occlusion	0	63
4	57/F	Lt.hemiparesis	Saccular, thrombosis	25×15	Coil PAO	1	42
5	18/M	SAH/IVH HK III	saccular	5 × 5	Coil occlusion	2	37
6	64/F	headache	fusiform	6 × 5	Coil PAO	0	30
7	60/F	SAH HK II	saccular	5 × 5	Coil occlusion	1	24

AN : aneurysm, HK : Hunt & Kosnik grade, IVH : intraventricular hemorrhage, mRS : modified Rankin Scale, PAO : parent artery occlusion, SAH : subarachnoid hemorrhage

脳動脈瘤に合併して発見されたもの1例，頭痛の精査にて発見されたもの2例であった。

当院では後方循環の脳動脈瘤，特に後大脳動脈瘤については開頭手術の困難さから血管内治療を第一選択としている。コイル塞栓術に際してはできる限り親動脈を温存した瘤内塞栓術を施行した。親動脈温存が不可能な動脈瘤であればPCAのballoon occlusion test (BOT)による神経症状の有無や脳血管撮影による側副血行路によりPCA閉塞の可否を判断し，瘤内および親動脈閉塞術 (parent artery occlusion ; PAO) を施行した。

全例で経大腿動脈アプローチで手技を施行した。破裂脳動脈瘤では全身麻酔下にて手技を行い，first coil留置後よりヘパリンを投与，activated clotting time (ACT) をコントロール値の約2～2.5倍に維持した。治療後はヘパリンの中和は施行せず，治療直後より抗血小板薬1剤を胃管より注入した。術後スパイナルドレナージを留置し，翌日まで全身麻酔下に血圧管理を行い，頭部CTにて再出血が無いことを確認し覚醒させた。抗血小板薬は術後3ヵ月間投与した。

未破裂脳動脈瘤は全例，局所麻酔下にて手技を施行した。治療1週間前より抗血小板薬2剤を併用し，術中はヘパリンにてACTをコントロール値の約2～2.5倍に維持し，術後は抗トロンビン剤を2～6日間点滴した。抗血小板薬は術後2週間は2剤を投与し，その後3ヵ月間は1剤のみ投与した。

PAOを施行した場合は術後の血栓塞栓症予防のため抗トロンビン剤を6日間使用した。また術後7日間は低灌流予防のため塩酸ドブタミンを5 μg/kg/minから10 μg/Kg/minまで使用し術前の血圧に対して10～20%の昇圧を行った。

退院後は頭部単純レントゲン，頭部magnetic resonance angiography (MRA)，脳血管撮影などにより経過観察を施行した。

結 果 (Table 1)

嚢状動脈瘤の破裂脳動脈瘤3例，未破裂脳動脈瘤2例は瘤内塞栓術を施行し，いずれもtight packingを行い完全閉塞が得られた。血栓化脳動脈瘤 (Case 4) および紡錘状脳動脈瘤 (Case 6) ではPAOを施行した。治療に伴う合併症は認めなかったが，破裂脳動脈瘤の1例 (Case 5) で脳血管攣縮により脳梗塞を生じ，modified Rankin Scale (mRS) が入院時grade 0から退院時grade 2へ低下した。Case 2において1年後にneck付近のコイル形態の変形を認めたがその後は進行していない。

2～5年5ヵ月 (平均3.6年) の観察期間に再破裂は認めず，動脈瘤の増大による再治療は行っていない。

症例呈示

1. 症例1

82歳，女性。自宅にて倒れているところを発見され近

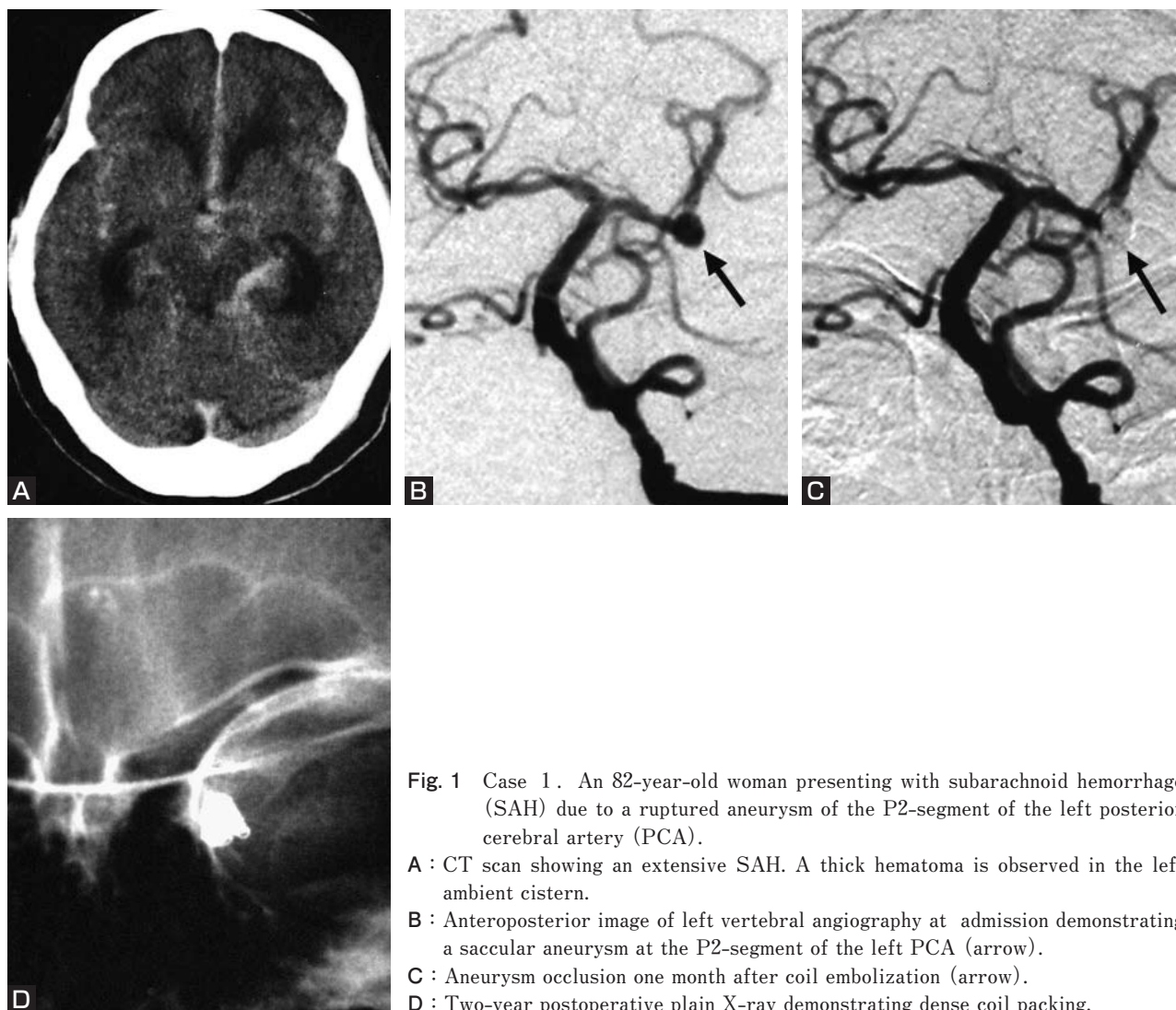


Fig. 1 Case 1. An 82-year-old woman presenting with subarachnoid hemorrhage (SAH) due to a ruptured aneurysm of the P2-segment of the left posterior cerebral artery (PCA).
A : CT scan showing an extensive SAH. A thick hematoma is observed in the left ambient cistern.
B : Anteroposterior image of left vertebral angiography at admission demonstrating a saccular aneurysm at the P2-segment of the left PCA (arrow).
C : Aneurysm occlusion one month after coil embolization (arrow).
D : Two-year postoperative plain X-ray demonstrating dense coil packing.

医に搬送され、頭部CTにてFisher group 3のSAHを認めたため当院へ転送された (Fig. 1A).

発症時はGlasgow Coma Scale (E : 2, V : 3, M : 4), Hunt & Kosnik grade III, World Federation Neurological Surgeons (WFNS) gradeIVであった。脳血管撮影にて左PCA P2 segmentにblebを伴う囊状動脈瘤を認めた (Fig. 1B)。急性水頭症に対する脳室ドレナージの後、血管内治療を施行した。

6Fr ENVOY® (Cordis Neurovascular, Miami, FL, USA) を左椎骨動脈に留置し、FasTracker10 (Boston Scientific, Natick, MA, USA), SilverSpeed10® (eV3 Neurovascular, Irvine, CA, USA) を瘤内へ誘導し、Guglielmi Detachable Coil® 10 (GDC10) (Boston Scientific, Natick, MA, USA) を用い瘤内塞栓を行った。

術後経過は良好で神経学的な異常はなかった。発症1ヵ月に施行した脳血管撮影で動脈瘤の増大は認めなかった (Fig. 1C)。治療約2ヵ月後に独歩退院した。2年後の頭蓋単純撮影でもコイルの形態変化は認めなかった (Fig. 1D)。治療4年10ヵ月後に呼吸器疾患にて死亡した。

2. 症例2

27歳女性。頭痛の精査目的でmagnetic resonance image (MRI), MRAを施行したところ脳動脈瘤が指摘された。

来院時には神経学的な異常はなく、脳血管撮影にて右PCA P2 segmentに10mm×12mmの脳動脈瘤が認められた (Fig. 2A)。未破裂動脈瘤ではあるが破裂および増大予防のために血管内治療を行った。

6Fr ENVOYR留置後ExcelsiorSL-10® (Boston Scientific, Natick, MA, USA) をSilverSpeed10®にて瘤内へ誘導し、

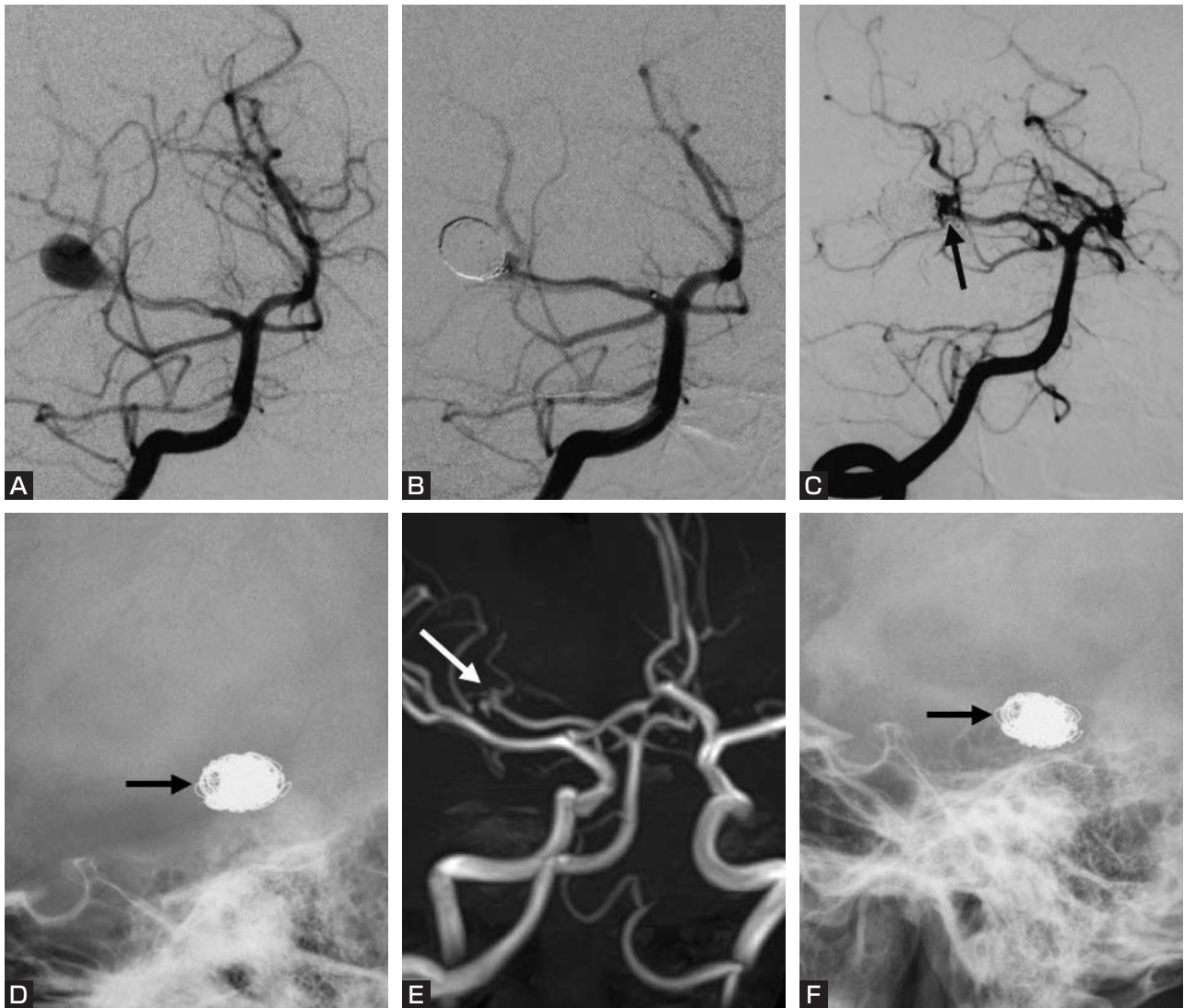


Fig. 2 Case 2. A 27-year-old woman presenting with an unruptured aneurysm of the P2-segment of the right posterior cerebral artery.

A : Anteroposterior images of right vertebral angiography demonstrating a large saccular aneurysm at the P2-segment.

B : Angiography taken immediately after intra-aneurysmal coil embolization showing almost complete aneurysm occlusion.

C : Left vertebral angiography taken one year after coil embolization showing a slight re-opening at the neck of the aneurysm (arrow).

D : One-year postoperative plain X-ray demonstrating a slight coil compaction at the neck of the aneurysm (arrow).

E, F : Although a five-year postoperative MRA (**E**) and lateral plain X-ray (**F**) reveals a slight re-opening at the neck of the aneurysm (arrows), there are no dramatic changes as compared to other images taken annually.

GDC10を用いて瘤内塞栓術を行った (Fig. 2B). 術後特に合併症なく退院した。

治療1年後の脳血管撮影, 頭部単純レントゲン撮影で, ネック部の軽度の描出およびcoil compactionが認められた (Fig. 2C, D) が経過観察した。

術後約5年経過したがMRA, 頭部単純レントゲン撮影では大きな変化は認めていない (Fig. 3E, F).

3. 症例4

57歳女性. 左上下肢の脱力を自覚し他院にて頭部MRI, MRAが施行され, 右後大脳動脈血栓化動脈瘤と診断されたが経過観察されていた. その後, 左上下肢脱力が増悪し, 歩行困難を生じたため, 半年後に当院を受診した。

来院時には意識レベル清明で左不全片麻痺 (MMT4/5) が認められた. MRI T1, T2強調画像にて層状を呈し

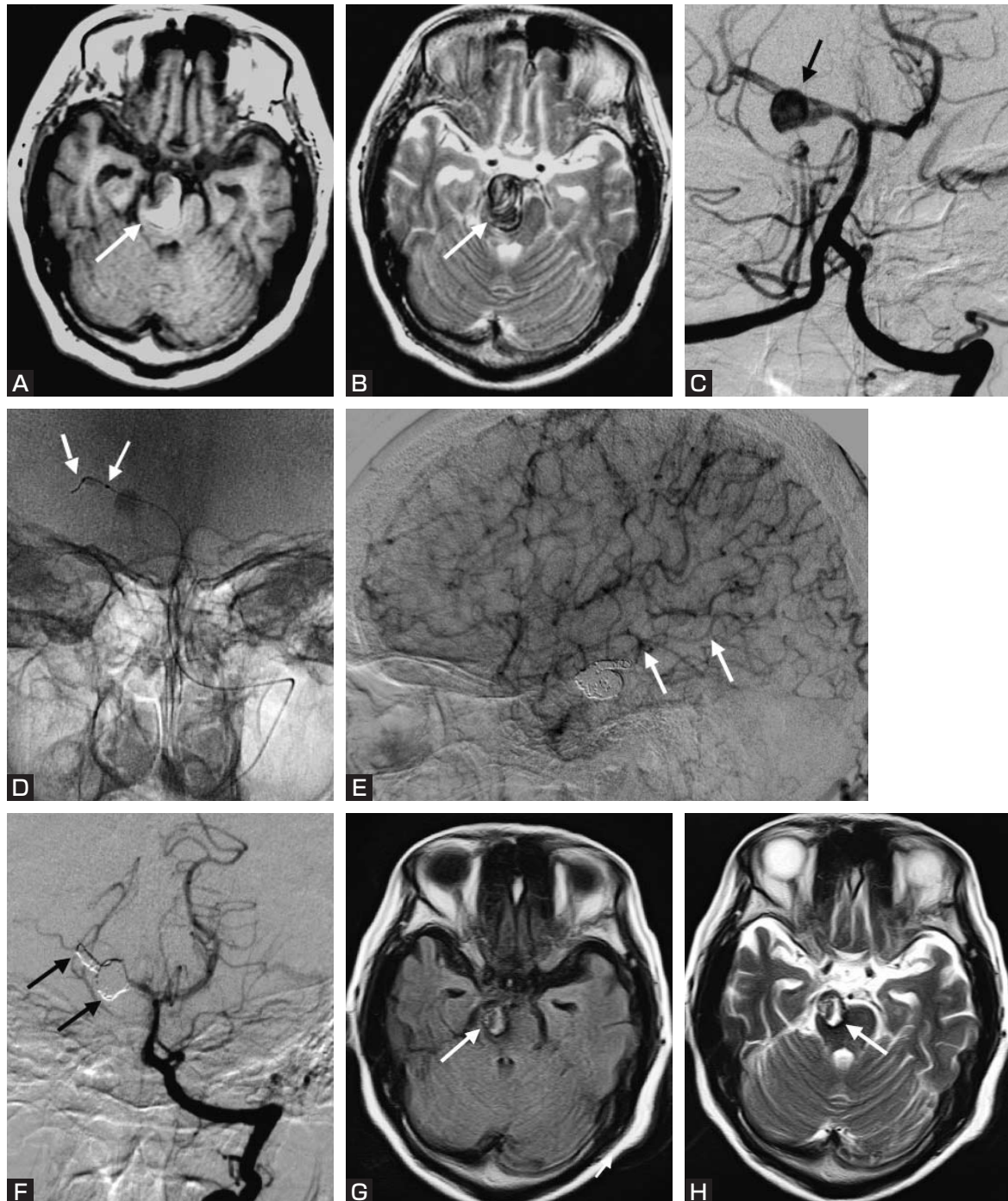


Fig. 3 Case 4. A 57-year-old woman presenting with left hemiparesis due to a thrombosed aneurysm of P2-segment of the right posterior cerebral artery.

A, B : Axial MRI (T1-weighted image (A), T2-weighted image (B)) showing internally heterogeneous mass without cerebral edema compressing the right cerebral peduncle (arrows).

C : An anteroposterior image of left vertebral angiography showing a saccular aneurysm at the P2-segment of the right posterior cerebral artery (PCA) (arrow).

D : A non-subtracted image during balloon occlusion test at the P2-segment (arrows).

E : A right internal carotid artery (lateral view) showing a leptomeningeal anastomosis to the right PCA territory (arrows).

F : Left vertebral angiography after parent artery coil occlusion (arrows).

G, H : A three-year postoperative MRI (T1-weighted image (G), T2-weighted image (H)) revealing a reduction of aneurysm size (arrows).

一部血栓化した、大脳脚を圧迫する25mm×15mmのmassが認められた (Fig. 3A, B). 脳血管撮影では右PCA P 2 segmentに16mm×15mmの動脈瘤が認められた (Fig. 3C). 動脈瘤の遠位部でHyperglide Balloon® (φ 4mm×10mm) (eV3 Neurovascular, Irvine, CA, USA) を用いてBOTを施行した (Fig. 3D) が、新たな神経症状は認めずPCAの閉塞は可能と判断した. その後、6Fr ENVOY®を左椎骨動脈に留置し、Excelsior1018® (Boston Scientific, Natick, MA, USA) をGT wire16® (Terumo, Tokyo) にて動脈瘤の遠位部へ誘導し、右PCAおよび動脈瘤をGDC10, GDC18を用いて閉塞した (Fig. 3E). 術直後の右内頸動脈撮影では右中大脳動脈からの側副血行路は良好であった (Fig. 3F). 新たな症状の出現や左片麻痺の悪化は認めなかった. その後リハビリテーションを行い独歩退院した. 術後3年経過しているが左片麻痺は改善し、MRIでは動脈瘤は縮小しmass effectは軽減した (Fig. 3G, H).

考 察

PCA動脈瘤は全脳動脈瘤の0.7～3%とされ、椎骨脳底動脈系の動脈瘤の中では約15%が後大脳動脈領域に発生する^{2,3,5,8,9,12}. Zeal¹⁶⁾らの分類によるP 1-P 2に87%, P 3以降に13%が発生し、約20～40%は紡錘状動脈瘤、特に巨大動脈瘤が他の部位よりも多いとされる^{2,3,12}. 80%がSAHで発症するが、巨大脳動脈瘤では動眼神経麻痺などの圧迫症状や視床領域の虚血症状で発症するものも認められる^{8,15}.

PCA動脈瘤に対するクリッピングはその発生部位によりさまざまなapproachがとられる. 主なものとしてはP 1 segmentに発生するものに対してはpterional approachあるいはsubtemporal approachが、P 1 P 2 segment, P 2 segmentに発生するものにはsubtemporal approachが行われる. 特にP 1-P 2 segmentの動脈瘤に対するsubtemporal approachでは側頭葉の圧排により脳挫傷を起こすことがあり、クリッピングに際しては最も注意する必要がある^{6,12,13}. 特にこの部位の動脈瘤に巨大動脈瘤の発生が多いことを考えるとクリッピングは比較的難易度の高い手術である.

一方、近年は血管内治療の進歩がめざましくPCA動脈瘤に対して瘤内塞栓術や、この部位に多いとされる巨大脳動脈瘤や、紡錘状脳動脈瘤に対しては親血管を動脈瘤と共にバルーンやコイルにて閉塞し良好な治療成績が得られている^{1,3,4,6-9,12,13,15}.

特に椎骨脳底動脈系の動脈瘤では、SAHの急性期での開頭治療がやや難易度が高いことや血管内治療におけるマイクロカテーテルの瘤内への誘導が比較的容易なこともあり、早くから血管内治療が施行されてきた部位である. さらに近年ではMoret¹⁰⁾らによるバルーンカテーテルを使用したneck remodeling techniqueを用いることによりドームネック比が2以下のものでも治療可能な症例が多い. しかしPCA、特にP 2 segment以降の末梢部では血管径が細いためバルーンカテーテルを併用したneck remodeling techniqueは困難である. そのためマイクロカテーテル単独では治療不可能なワイドネック動脈瘤や瘤内塞栓術のみではcoil compactionが生じ、治療効果が不十分である巨大脳動脈瘤、あるいは瘤内塞栓術を施行しても血栓へのcoil migrationによりcoil compactionが高率に生じる血栓化脳動脈瘤に対してはPAOを検討すべきである. 内頸動脈巨大脳動脈瘤に対するPAOでは瘤内を含めて塞栓術を行う方法が用いられmass effectの改善や神経症状の改善にも効果がある^{11,14}.

後大脳動脈のPAOはその豊富な側副血行路を期待して行われる. Ciceri³⁾によると側副血行路は①外側後脈絡叢動脈と前脈絡叢動脈との吻合、②P 1 segmentから発生する長回旋枝と上小脳動脈との吻合、③splenial arteryとposterior pericallosal arteryとの吻合、④後大脳動脈のinferior temporal arteryと中大脳動脈のsuperior temporal arteryとの吻合がある. 以上のような多くの側副血行路が存在するため後大脳動脈領域の巨大脳動脈瘤などに対するPAOは比較的安全とされる^{4,15}. しかし12%～17%の虚血性合併症が報告され、それらには皮質領域の虚血症状として同名半盲や、穿通枝の閉塞による運動麻痺や知覚障害の発生があり^{1,3,6-8}、特に問題となるのは穿通枝による脳幹梗塞である.

Zeal¹⁶⁾らによるとPCAからの脳幹への穿通枝にはP 1 segmentからはdirect perforating branch, circumflex branchが、P 2 segmentからはthalamogeniculate arteryおよびpeduncular perforating arteryが存在し、PAOに伴う穿通枝の閉塞によって大脳脚や視床などに梗塞が生じ知覚障害や片麻痺を起こす. そのため、あらかじめ後大脳動脈のBOTを施行して側副血行路や閉塞時の虚血症状を観察した上でPAOの可否を判断する必要がある.

後大脳動脈の閉塞に際してバルーンを使用し閉塞試験を行い、single photon emission computed tomography (SPECT)にて血流量の変化を確認後、親動脈の閉塞を試みた報告もある^{8,13}. しかし、後大脳動脈閉塞の可否については

皮質領域の虚血症状は判定可能であるものの穿通枝領域の虚血症状の出現は予測困難とされる^{1,6,7,15)}。SPECTに関しては施設の条件などから制限があり、当科では血管撮影の側副血行路と臨床症状で閉塞の可否を判断している。虚血症状を防ぐため血行再建を施行後、開頭術でのproximal ligationや動脈瘤を含めた親血管の閉塞を奨める報告もあるが^{2,6)}、前述したとおり、皮質領域の血流は維持できても穿通枝領域の虚血の出現は予測困難である。血管内治療による穿通枝領域の虚血症状出現を予防する方法として、できる限り脳幹への穿通枝が存在する部位でのコイル留置を避けるほうが良いとする報告もある³⁾。

血栓塞栓症発生の予防には周術期における抗凝固療法、抗血小板療法そして低灌流予防が重要と考えられる。当科ではPAOを施行する際には2剤の抗血小板療法および抗トロンビン剤の併用に加えて、術後7日間は塩酸ドブタミンを5 μ gから10 μ g/kg/minまで使用し術前の血圧に比較して10~20%の昇圧を行い、低灌流予防を行った。穿通枝閉塞や虚血症状を予防するための抗血小板薬や抗凝固療法の使用方法については今後も症例の蓄積と検討を要すると考えられた。

PCA P2動脈瘤の血管内治療に際しては、原則として親動脈を温存した瘤内塞栓術を行うことが望まれるが、この部には紡錘状動脈瘤または巨大動脈瘤が他の部位よりも多く発生するため、瘤内塞栓術が不可能な場合にはBOTを施行した上でPAOを考慮するべきである。

文 献

- 1) Arat A, Islak C, Saatci I, et al: Endovascular parent artery occlusion in large-giant or fusiform distal posterior cerebral artery aneurysms. *Neuroradiology* 44:700-705, 2002.
- 2) Chang HS, Fukushima T, Miyazaki S, et al: Fusiform posterior cerebral artery aneurysm treated with excision and end-to-end anastomosis: case report. *J Neurosurg* 64:501-504, 1986.
- 3) Ciceri EF, Klucznik RP, Grossman RG, et al: Aneurysms of the posterior cerebral artery: classification and endovascular treatment. *AJNR* 22:27-34, 2001.
- 4) Coley SC, Hodgson TJ, Jakubowski J, et al: Coil embolization of giant serpentine aneurysms: report of two cases arising from the posterior cerebral artery. *Br J Neurosurg* 16:43-47, 2002.
- 5) Ferrante L, Acqui M, Trillò G, et al: Aneurysms of the posterior cerebral artery: do they present specific characteristics? *Acta Neurochir (Wien)* 138:840-852, 1996.
- 6) Hallacq P, Piotin M, Moret J: Endovascular occlusion of the posterior cerebral artery for the treatment of P2 segment aneurysms: retrospective review of a 10-year series. *AJNR* 23:1128-1136, 2002.
- 7) 石黒友也, 小宮山雅樹, 松阪康弘, 他: 血管内治療による親血管閉塞後に Dejerine-Roussy 症候群を来した未破裂後大脳動脈瘤 (P 2 部) の 1 例. *No Shinkei Geka* 30:1217-1221, 2002.
- 8) Kon H, Ezura M, Takahashi A, et al: Giant multilobular fusiform aneurysm of the posterior cerebral artery. Report of a case treated by parent artery occlusion together with intra-aneurysmal embolization. *Intervent Neuroradiol* 3:319-324, 1997.
- 9) Jayakumar PN, Desai S, Spikanth SG, et al: Relevance of occlusion test in endovascular coiling of posterior cerebral artery (P2 segment) aneurysms. *Intervent Neuroradiol* 10:235-248, 2004.
- 10) Moret J, Cognard C, Weill A, et al: "The remodeling technique" in the treatment of wide neck intracranial aneurysms: angiographic results and clinical follow up in 56 cases. *Intervent Neuroradiol* 3:21-35, 1997.
- 11) Russell SM, Nelson PK, Jafar JJ, et al: Neurological deterioration after coil embolization of a giant basilar apex aneurysm with resolution following parent artery clip ligation. Case report and review of the literature. *J Neurosurg* 97:705-708, 2002.
- 12) Roh HG, Kim SS, Han H, et al: Endovascular treatment of posterior cerebral artery aneurysms using detachable coils. *Neuroradiology* 50:237-242, 2008.
- 13) Taylor CL, Kopitnik TA Jr, Samson DS, et al: Treatment and outcome in 30 patients with posterior cerebral artery aneurysms. *J Neurosurg* 99:15-22, 2003.
- 14) Ushikoshi S, Kikuchi Y, Houkin K, et al: Aggravation of brainstem symptoms caused by a large superior cerebellar artery aneurysm after embolization by Guglielmi detachable coils—case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 39:524-529, 1999.
- 15) van Rooij WJ, Sluzewski M, Beute GN, et al: Endovascular treatment of posterior cerebral artery aneurysms. *AJNR* 27:300-305, 2006.
- 16) Zeal A, Rhoton A: Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. *J Neurosurg* 48:534-559, 1978.

要 旨

【目的】血管内治療を施行した後大脳動脈P 2 segmentの動脈瘤の治療方法，結果について検討した。【対象】くも膜下出血で発症した脳動脈瘤 3例と未破裂脳動脈瘤 4例の7症例を対象とした。後者は，mass effectで発症 1例，破裂脳動脈瘤に合併して発見された 1例，頭痛の精査にて発見された 2例であった。【結果】囊状動脈瘤（破裂 3例，未破裂 2例）は瘤内塞栓術を，紡錘状動脈瘤（未破裂 1例），血栓化動脈瘤（未破裂 1例）はコイルによる脳動脈瘤を含めた母血管閉塞を施行した。術後明らかな合併症は認めず 2年から最長 5年 5ヵ月（平均3.6年）経過観察し再治療は施行していない。【結語】血管内治療を施行した後大脳動脈P 2 segment動脈瘤の治療成績は良好であった。瘤内塞栓術が施行できない場合には閉塞テストにて側副血行路や神経学的に虚血症状の有無を評価し，親動脈閉塞術を施行することが望ましいが，個々の症例で十分な検討を要する。