

遺残三叉神経動脈分岐部に生じた大径内頸動脈瘤に対する tandem balloon による balloon test occlusion

田中铁兵¹⁾ 定藤章代¹⁾ 早川基治¹⁾ 大村真弘²⁾ 前田晋吾¹⁾
安達一英¹⁾ 渡部剛也¹⁾ 平松久弥³⁾ 井水秀栄¹⁾ 根来 真¹⁾ 廣瀬雄一¹⁾

Tandem balloon test occlusion for a large unruptured aneurysm associated with persistent primitive trigeminal artery: technical note

Teppei TANAKA¹⁾ Akiyo SADATO¹⁾ Motoharu HAYAKAWA¹⁾ Masahiro OOMURA²⁾ Shingo MAEDA¹⁾
Kazuhide ADACHI¹⁾ Takeya WATABE¹⁾ Hisaya HIRAMATSU³⁾ Shuei IMIZU¹⁾ Makoto NEGORO¹⁾ Yuichi HIROSE¹⁾

1) Department of Neurosurgery, Fujita Health University School of Medicine
2) Department of Neurology, Nagoya City East Medical Center
3) Department of Neurosurgery, Hamamatsu Medical University School

●Abstract●

Objective: We report a case of unruptured large aneurysm associated with persistent primitive trigeminal artery (PTA) treated by endovascular trapping after balloon test occlusion (BTO) with tandem balloons.

Case presentation: A 37-year-old woman presented with diplopia and ptosis due to left oculomotor palsy. Cerebral angiography revealed a left PTA and unruptured large aneurysm at the junction of the PTA and the left internal carotid artery (ICA). The left carotid angiogram showed filling of the upper basilar artery via the PTA, and the left vertebral angiogram also showed filling of the basilar artery and entire posterior circulation. To evaluate the tolerance for the aneurysm trapping, we performed BTO with tandem balloons placed both proximal and distal to the aneurysm to isolate the left anterior circulation from both the ICA and PTA. As the mean stump pressure was below 60% of pre-BTO value, left superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis was performed a week before endovascular trapping. Subsequently, the aneurysm, ICA, and PTA were successfully embolized with coils, leading to completion of trapping of the aneurysm, without causing any new neurological deficits.

Conclusion: To evaluate the precise hemodynamics and collateral circulation, BTO using tandem balloons seems to be useful in cases of persistent PTA.

●Key Words●

aneurysm, balloon test occlusion, endovascular trapping, parent artery occlusion, persistent trigeminal artery

1) 藤田保健衛生大学 脳神経外科

2) 名古屋市立東部医療センター東市民病院 神経内科

3) 浜松医科大学 脳神経外科

<連絡先: 田中铁兵 〒470-1101 愛知県豊明市田楽ヶ窪 1-98 E-mail: brondy@jd5.so-net.ne.jp >

(Received May 27, 2011 : Accepted January 31, 2012)

緒言

海綿静脈洞部の内頸動脈 (internal carotid artery ; ICA) 大型または、巨大動脈瘤で親動脈閉塞を必要とする場合は、頭蓋外内頸動脈に double lumen あるいは

triple lumen のバルーンカテーテルを留置して balloon test occlusion (BTO) を行うのが一般的である。閉塞を予定している部位が頭蓋内 ICA (C4~5 部) であっても、BTO の位置から C4~5 部までに有意な側副血行となりうる分枝が無いことがほとんどなので大きな圧較差の

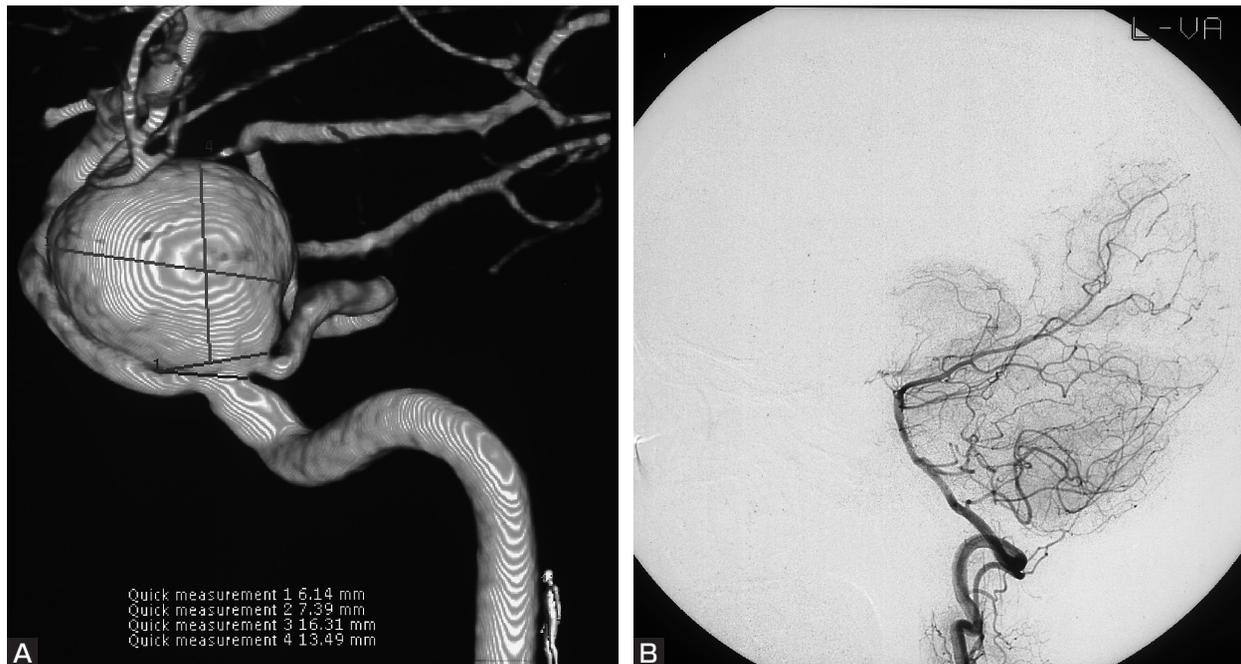


Fig. 1

- A : A preoperative 3-dimensional rotational angiogram shows the persistent primitive trigeminal artery (PTA) and unruptured saccular aneurysm (diameters: 18.4 mm × 15.3 mm × 16.3 mm, neck: 6.1 mm).
- B : A left vertebral angiogram shows the entire posterior circulation. Note the right vertebral artery is hypoplastic.

discrepancy は生じない。しかし、ICA と遺残三叉神経動脈 (persistent trigeminal artery ; PTA) 分岐部の動脈瘤において ICA と脳底動脈との間に交通がある場合は、上記の方法では椎骨脳底動脈系から PTA を介して頭蓋内 ICA への血流が保たれることになり、BTO が成立しない。今回我々は、ICA-PTA 分岐部の大径動脈瘤に対し tandem balloon による BTO を行い、適切な術前評価を行えたので報告する。

症例呈示

症例：37 歳，女性。

現病歴：左注視時の複視症状で発症し、さらにその 2 ヶ月後より眼瞼下垂を伴うようになり近医を受診した。精査にて左 ICA-PTA の分岐部に未破裂脳動脈瘤が発見され、当科に紹介受診となった。入院時、神経学的に左動眼神経不全麻痺を認め、血管造影では左 ICA (C5 部) より PTA の分岐を認め、その分岐部から上向きに直径 18.4 mm × 15.3 mm × 16.3 mm, neck 6.1 mm の大径の未破裂脳動脈瘤を認めた。また、左内頸動脈造影にて PTA より脳底動脈および両側後大脳動脈が描出されていた。右椎骨動脈は低形成であったが、左椎骨動脈径は

正常で脳底動脈とも連続しており、左椎骨動脈造影では後方循環全体が描出されたが、動脈瘤は描出されなかった (Fig. 1)。治療方針は、動脈瘤が mass effect を示しており broad neck でもあることから、endovascular trapping を行うこととし、瘤内、瘤遠位 ICA (眼動脈よりも近位)、瘤近位 ICA、および PTA をコイルで閉塞する方針とし、血行再建の必要性を検討するため、tandem balloon を用いて BTO を行った。

1. BTO

ヘパリンを 5,000 単位静注し activated clotting time が術前値の 2 倍以上になったことを確認し、左 ICA (C6 部) に 7Fr Patlive (テルモ・クリニカルサプライ、岐阜) を留置し、これを通して coaxial に GT wire 90° (テルモ、東京) を用いて Attendant (テルモ・クリニカルサプライ、岐阜) を動脈瘤よりも遠位部まで進め左 C4 部に留置した。Patlive を inflate した後 Attendant を inflate して母血管を閉塞した (Fig. 2A)。Attendant には圧測定用の transducer を接続して stump pressure を測定できるようにした。BTO 中の脳血管撮影 (Fig. 2B, C) の所見は以下の通り。

右内頸動脈撮影：前交通動脈を介して対側中大脳動脈ま

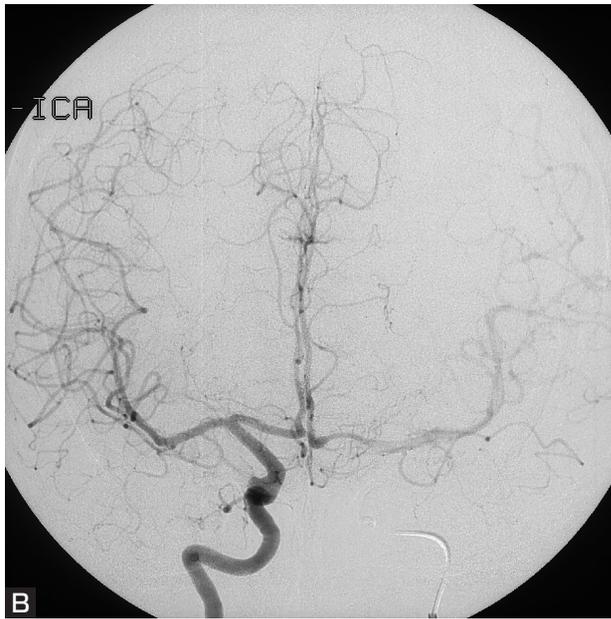
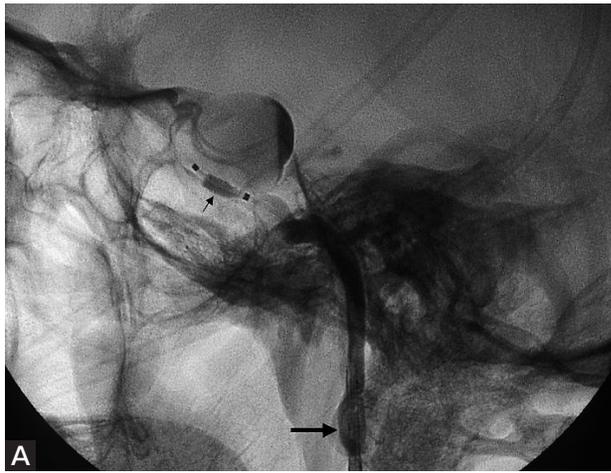
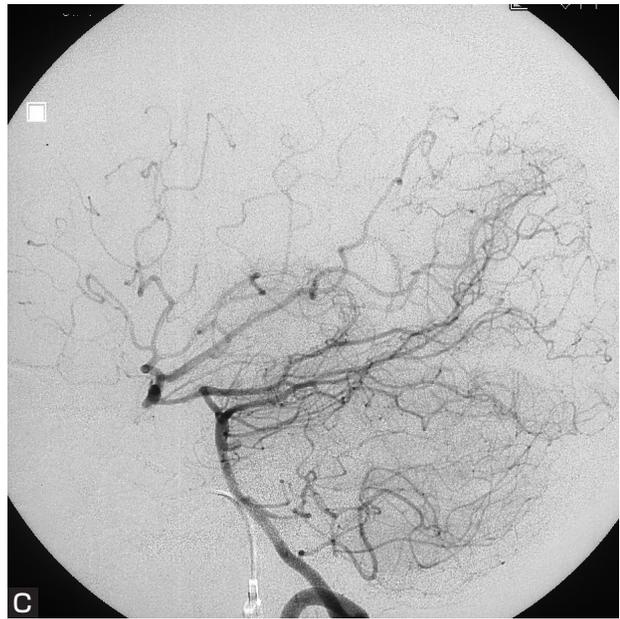


Fig. 2

- A : A fluoroscopic view (lateral view) during balloon test occlusion (BTO) showing tandem balloons in the left internal carotid artery (ICA) (small arrow: Attendant, large arrow: Patlive). Note stasis of contrast material in the ICA and dome of the aneurysm.
- B : The right internal carotid angiogram (anteroposterior view) during BTO demonstrates opacification of the left middle cerebral artery (MCA) territory via anterior communicating artery, though the circulation of the left MCA territory is delayed.
- C : The left vertebral angiogram (lateral view) shows the left MCA territory via the posterior communicating artery without filling of the aneurysm.



で淡く描出されたが、循環時間の遅延を認めた。

左外頸動脈撮影：左内頸動脈から眼動脈および一部頭蓋内の内頸動脈が逆行性に描出された。

左椎骨動脈撮影：左後交通動脈を介して左中大脳動脈が比較的良好に描出され PTA の一部が描出されたが動脈瘤は描出されなかった。

15 分間の閉塞試験では明らかな神経症状は認めなかった。また、Attendant を用いて測定した瘤遠位部 ICA の stump pressure は、閉塞前 mean 94 mmHg に対し閉塞中は mean 56 mmHg (閉塞前値の 59%) であった。当施設での BTO の評価は閉塞した際の神経症状出現の有無、stump pressure、血管造影の静脈相までの時間^{1,16)}などの結果をもとに血行再建術の併用の必要性の評価を行っており、閉塞の段階で神経症状が出現するようであ

れば high flow bypass を、stump pressure は閉塞前と閉塞中の値の比で評価を行い 60% を基準とし 60% 未満の症例には、原則として浅側頭動脈中大脳動脈吻合術 (superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis ; STA-MCA anastomosis) などの low flow bypass を用いた血行再建術を行っている^{7,11)}。本症例では閉塞中の stump pressure が閉塞前の 60% 未満であり、永久的な血流遮断を行った場合は遅発性の虚血症状が生じる可能性が否定できなかった。このため、左 STA-MCA anastomosis を施行し、1 週間後に、endovascular trapping を施行した。

2. 血管内手術

局所麻酔で全身ヘパリン化をした後、7Fr Patlive を左 ICA に、5Fr ENVOY (Cordis, Miami, FL, USA) を



Fig. 3
A fluoroscopic view (lateral view) after endovascular treatment shows the coils in the aneurysm and parent arteries.

左椎骨動脈に留置し、それぞれからマイクロカテーテルをICA側では瘤遠位ICA内に、また椎骨動脈側では脳底動脈を介してPTAに進めた。ICA側で眼動脈の近位から離脱式コイルによる塞栓術を開始し、瘤内および近位内頸動脈を塞栓、VA側からはPTAを塞栓した(Fig. 3)。これによりendovascular trappingが得られ、動脈瘤は描出されなくなった。術後新たな神経脱落症状は生じなかった。

治療後、眼瞼下垂は消失し左動眼神経麻痺は改善傾向を認め、術後半年後のフォローアップでは神経症状はほぼ消失し、頭部MRA上動脈瘤の再開通は認めなかった(Fig. 4)。

考 察

PTAは、1844年にQuain¹⁴⁾らによって報告され、1950年Sutton¹⁵⁾により血管造影にて確認された。血管造影上の頻度は0.1~0.2%程度と言われている⁸⁾一方で、脳動脈瘤や動静脈奇形などの血管病変の合併が多く、とりわけ動脈瘤の合併率は14~32%と比較的多いと報告されている²⁾。一方で動脈瘤の合併率は約3%と稀であるとする報告もある³⁾。また、動脈瘤の好発部位はICAとPTAの分岐部に多く(42%)、ついでPTAそのものに生じ(38%)、PTAと脳底動脈の分岐部にできること

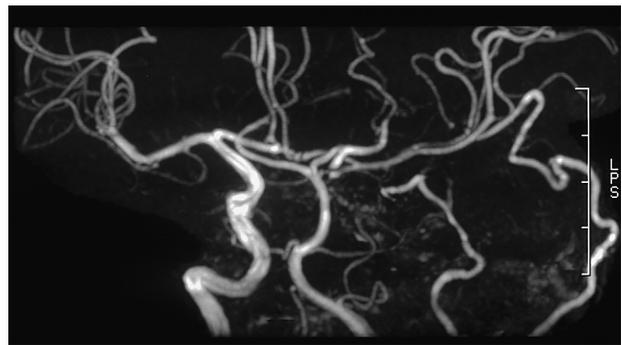


Fig. 4
A follow-up magnetic resonance angiogram 6 months after the treatment shows that the left internal carotid artery and the aneurysm have been obliterated, and no aneurysmal recanalization is seen.

は少ないとの報告もある⁶⁾。さらに、PTA 232症例中、動脈瘤の合併は14%(32/232)であったがPTA自身に発生した動脈瘤は約1.7%(4/232)と、PTAそのものの動脈瘤は稀という報告もあり⁴⁾、見解の一致を得ない。

発生学的には、trigeminal arteryは体長4mm頃に形成されるが、一対のlongitudinal neural arteryが融合し脳底動脈が形成されると退縮が始まり、体長14mmの頃までに消失する。trigeminal arteryが遺残した場合には、longitudinal neural arteryの不十分な融合に伴い、後交通動脈や椎骨動脈の低形成を伴うこともあり、個々の症例により血行支配領域はさまざま、症例ごとの解剖学的特徴をふまえた上で治療戦略を検討する必要がある。通常はPTA吻合部より近位側の脳底動脈は低形成を示すことが多いが、本症例では左椎骨動脈、脳底動脈ともに比較的良好に発達しており、また後交通動脈も比較的良好であった。

IC-PTA分岐部動脈瘤の治療例(Table 1)としては、離脱型バルーンを用いた成功例の報告⁵⁾があるが、最近では比較的neckの小さな動脈瘤に対し瘤内塞栓術を施行したり¹²⁾、wide neckの動脈瘤に対し頭蓋内ステントを用いてコイル塞栓術を施行したとの報告¹⁰⁾もある。本症例においても、ICAにステントを留置したうえで瘤内コイル塞栓術を施行する選択肢も検討したが、ICAの

Table 1 Reports of the treatment of IC-PTA aneurysm

Author (year)	Age/sex	Treatment	outcome
Higashida ⁵⁾	(1987) 69/F	Detachable balloon	good
Miyatake ⁹⁾	(1990) 52/F	EC-IC bypass ICA ligation	good
Nishio ¹²⁾	(2001) 69/F	Endosaccular embolization	good
Mohammed ¹⁰⁾	(2002) 58/F	Stent assisted coil embolization	good
Onizuka ¹³⁾	(2006) 17/F	PAO (ICA&PTA) AN embolization	good
Current case	(2008) 37/F	PAO (ICA&PTA) AN embolization	good

AN : aneurysm, EC : external carotid artery, IC : internal carotid artery, PAO : parent artery occlusion, PTA : primitive trigeminal artery.

distal 径が約 1.8 mm と小さいため、現在本邦で使用できる頭蓋内ステントの適応はなく、mass effect の軽減や再開通の問題を考慮し BTO を行い事前の血行再建の必要性を評価したうえで母血管の閉塞を行うことを選択した。

本部位の動脈瘤に際する BTO に関しては、Onizuka ら¹³⁾ は HyperForm を IC-PTA の分岐部に留置して ICA と PTA の両方の血流を遮断しながら、体性感覚誘発電位や脳波をモニタリングし BTO を施行している。しかし、HyperForm は single lumen なので stump pressure の測定はできない。Attendant を ICA-PTA 分岐部に留置すれば single balloon で今回と同様の評価が可能であったと思われるが、動脈瘤の orifice が比較的広く血流が速いため single balloon で完全に orifice を閉塞させることが困難であり、balloon を inflation させた際に瘤内に migration する危険性もあったため PTA からの逆行性の血流を遮断するには瘤遠位と瘤近位の 2 ヶ所を tandem balloon で一時閉塞させる今回の方法が安全かつ確実と考えられた。

我々は、動脈瘤の近位と遠位に tandem に balloon を留置し、瘤遠位 ICA において stump pressure を計測し test occlusion を行ったが、その際 Attendant が有用であった。Attendant は、最大 8 mm 径まで拡張が可能なバルーンを持ったマイクロカテーテルで、guidewire lumen と balloon lumen が独立した coaxial 構造 (double lumen) である。Attendant の先端径は 3Fr であるため 5Fr 以上のガイディングカテーテル内の通過が可能であり、7Fr Patlive などバルーン付きのガイディングカテーテル内への通過も可能である。また、0.014" のガイドワイヤーを用いることにより一部の頭蓋内血管への到達も可能である。

BTO 中の PTA から ICA への逆行性血流を遮断する

その他の方法として、脳底動脈あるいは PTA 自体にバルーンを留置して一時閉塞を行う方法もあり得るが、前者では stump pressure は測定できず、また、脳底動脈閉塞による症状を伴う可能性がある。また後者においては小径の PTA にバルーンを留置すること自体のリスクが高い。Attendant を動脈瘤の遠位部に留置するのみで BTO を行っても瘤遠位 ICA の stump pressure の測定は可能であるが、ICA から PTA を介しての後方循環 posterior への血流が残存したままの BTO となるので、実際の治療後とは血行動態が大きく異なるため、PTA より近位の ICA の閉塞も必要と考えられた。

なお、mass effect を呈する瘤に対する瘤内塞栓については、tight packing により mass effect が増強する考え方がある一方で、water hammer effect 軽減による症状改善が図られるとの立場もある。本例では trapping に際して、ICA からの血流、PTA を介した後方循環からの血流がともに豊富であり、治療後再開通の可能性を考慮し、動脈瘤内のコイル留置を比較的密に行った。幸い治療後に症状緩解がみられ、フォローアップにて動脈瘤の再発も認められなかった。

文 献

- 1) Abud DG, Spelle L, Pletin M, et al: Venous phase timing during balloon test occlusion as a criterion for permanent internal carotid artery sacrifice. *AJNR* 26:2602-2609, 2005.
- 2) Agnoli AL: Vascular anomalies and subarachnoid hemorrhage associated with persisting embryonic vessels. *Acta Neurochirurgica (Wein)* 60:183-199, 1982.
- 3) Cloft HJ, Razack N, Kallmes DF: Prevalence of cerebral aneurysms in patients with persistent primitive trigeminal artery. *J Neurosurg* 90:865-867, 1999.
- 4) George AE, Lin JP, Morantz RA: Intracranial aneurysm on a persistent primitive trigeminal artery. *J Neurosurg* 35:601-604, 1971.

- 5) Higashida RH, Halbach VV, Mehringer CM, et al: Giant cavernous aneurysm associated with trigeminal artery: treatment by detachable balloon. *AJNR* **8**:757-758, 1987.
- 6) 小宮山雅樹:脳脊髄血管の機能解剖. 第一版, 大阪, メディカ出版, 2007, p.53-62.
- 7) Kurata A, Miyasaka Y, Tanaka C, et al: Stump pressure as a guide to the safety of permanent occlusion of the internal carotid artery. *Acta Neurochir (Wien)* **138**:549-554, 1996.
- 8) Lie TA: Congenital anomalies of the carotid arteries (including the carotid-basilar and carotid-vertebral anastomoses). An angiographic study and review of the literature. Excerpta Medica Foundation (Amsterdam) 52-75, 1968.
- 9) Miyatake S, Kikuchi H, Kondoh S, et al: Treatment of a giant aneurysm of the cavernous internal carotid artery associated with a persistent primitive trigeminal artery: case report. *Neurosurgery* **26**:315-319, 1990.
- 10) Mohammed MI, Sandhu JS, Wakhloo AK, et al: Stent-assisted coil placement in a wide-necked persistent trigeminal artery aneurysm with jailing of the trigeminal artery: a case report. *AJNR* **23**:437-441, 2002.
- 11) Morishima H, Kurata A, Miyasaka Y, et al: Efficacy of the stump pressure ratio as a guide to the safety of permanent occlusion of the internal carotid artery. *Neuro Res* **20**:732-736, 1998.
- 12) Nishio A, Nishijima Y, Komiyama M, et al: Primitive trigeminal artery variant aneurysm treated with Guglielmi detachable coils-case report-. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **41**:446-449, 2001.
- 13) Onizuka M, Kazekawa K, Tsutsumi M, et al: Hyperform remodeling balloon for the balloon occlusion test of persistent primitive trigeminal artery aneurysm-case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **46**:541-543, 2006.
- 14) Quain R: The anatomy of the arteries of the human body and its applications to pathology and operative surgery with a serie of lithographic drawing. XV. London, Taylor&Walton, 1844, p.550.
- 15) Sutton D: Anomalous carotid-basilar anastomosis. *Br J Radiol* **23**:617-619, 1950.
- 16) van Rooij WJ, Sluzewski M, Slob MJ, et al: Predictive value of angiographic testing for tolerance to therapeutic occlusion of the carotid srtery. *AJNR* **26**:175-178, 2005.

要 旨

JNET 5:202-207, 2012

【目的】 遺残三叉神経動脈 (persistent trigeminal artery ; PTA) に合併した未破裂脳動脈瘤に対し, tandem balloon による balloon test occlusion (BTO) で親動脈閉塞に対する耐性を評価した上で, 血管内治療を施行した一例を経験したのでその有用性を報告する。**【症例】** 37歳, 女性. 複視, 左眼瞼下垂を主訴に当院受診. 血管造影上左 PTA と内頸動脈の分岐部に大径の未破裂脳動脈瘤を認めた. 脳動脈瘤の trapping に伴う耐性を評価するには, PTA を介する逆行性血流も遮断する必要性があり, 動脈瘤の遠位と近位にそれぞれ balloon を tandem に用いて BTO を施行した. 治療は浅側頭動脈中大脳動脈吻合術を行った上で, 動脈瘤および母血管閉塞術を合併症なく施行した。**【結論】** 本症例は PTA の遺残に伴い複雑な血行動態を呈していたが, tandem BTO で側副血行を評価することが可能であり, 本法の有用性が示唆された.