内頸動脈永久閉塞後の遅発性脳虚血

池田 圭朗, 松山 眞千, 矢崎 貴仁
河瀬 斌, 塩原 隆造, 戸谷 重雄

Delayed Ischemia After Permanent ICA Occlusion

Keiro IKEDA, M.D., Masayuki MATSUYAMA, M.D., Takahito YAZAKI, M.D.,
Takeshi KAWASE, M.D., Ryuzo SHIOBARA, M.D., and Shigeo TOYA, M.D.

Department of Neurosurgery, Keio University School of Medicine, Tokyo, Japan

Summary: The internal carotid artery was occluded by means of intravascular balloon or surgical ligation in 12 cases with negative study of preceeded balloon Matas tests. Of 12 cases, 7 were cerebral aneurysms, 4 carotid-cavernous fistulas (CCF), and one cavernous sinus meningioma. Delayed ischemic symptoms appeared in three of those during the follow-up period after the occlusion. One of them developed hemiplegia 4 days after the proximal ligation, another patient suffered numbness of the left upper extremity a few weeks after occlusion of the ICA, and the third cases sustained a transient ischemic attack 5 years after the operation. Mean stump pressure (MSP) and/or tomographic cerebral blood flow (CBF) measured after ICA occlusion were slightly decreased, but still above the critical value. A focal ischemic region was found in the territory of perforating arteries in 2 of 3 cases. In those patients, postocclusion blood pressure and/or flow studies turned out to be of less value in predicting delayed ischemic symptoms, because the perforating arteries rather than the cortical branches seemed to take part in the symptomatic ischemia. Antiplatelet agents might be necessary to prevent the delayed ischemic complication after permanent ICA occlusion.

Key words:

- carotid aneurysm
- carotid occlusion
- carotid blood flow
- carotid ischemia
- arterial reconstruction

はじめに

直達手術不能な内頸動脈領域の動脈瘤に対して、あるいは内頸動脈を犠牲にせざるをえない頭蓋底腫瘍に対して以前より内頸動脈の ligation あるいは balloon occlusion が行われてきた^{1)~5)7)9)10)}。このような内頸動脈を永久閉塞せざるをえない症例において血行再建を行う必要があるかどうかに関しては議論の多いところであり、その適応を考える上で永久閉塞後の虚血症状を予測できるかどうかは重要な問題である。近年, balloon Matas test において、神経症状発現の有無のほか、EEG 変化⁸⁾¹⁰⁾、stump pressure²⁾、dynamic CT⁵⁾¹¹⁾ やゼノン CT (Xe-CT)²⁾⁷⁾⁹⁾ 上の脳血

流量をみることによって内頸動脈閉塞の可否を決定しようとする試みがなされている。今回、我々は内頸動脈(ICA)を閉塞せざるをえない症例のうち、balloon Matas test が陰性であった例で測定された ICA の mean stump pressure (MSP)、永久閉塞後に Xe-CT を行って測定した大脳半球平均血流量あるいはアイソトープによる断層脳血流測定 (SPECT) 上の血流低下、がその後の虚血症状の出現にどう関係するかを検討したので報告する。

対象と方法

1982 年から 1991 年にかけて当科において balloon Matas test で陰性を確認後 ICA を永久閉塞した 12 例 (内

頸動脈瘤 7 例, 外傷性内頸動脈海綿静脈洞瘻 (CCF) 4 例, および海綿静脈洞内髄膜腫 1 例) を対象とした (Table 1). 男性 4 人, 女性 8 人, 年齢は 16 歳から 66 歳, 平均 37 歳であった. 内頸動脈閉塞は 9 例が血管内 balloon によって 3 例が観血的にいずれも頭蓋外で行われ, 術後 2 ~ 3 週間は血小板抑制剤を使用した. balloon Matas test および mean stump pressure (MSP) の測定は次のように行った. 大腿動脈より内頸動脈に誘導された double-lumen catheter の balloon 側 catheter に造影剤を注入して, ゆっくり balloon を膨らませ, back pressure の低下が見られたところで他側 catheter に造影剤を注入する. balloon の末梢に造影剤が停滞すれば, 内頸動脈は完全に閉塞していることになる. この時点から 10 ~ 15 分間, 神経症状の発現の有無を観察するとともに MSP を測定した. また, MSP と平均全身血圧 (MABP) との比 (%MSP) を計算した. Xe-CT を施行した 6 例は 1 例を除き, 内頸動脈閉塞後 2 週間以内に再循環式吸入器を使用した呼吸法で行い, OM line より 5 cm 上方の断面に含まれる脳血流量の平均を算出して大脳半球平均血流量とした. また, やはり内頸動脈閉塞後 2 週間以内に 2 例で perfusamin (HM-PAO) を用いた SPECT を施行した. 追跡期間は 6 カ月から 8 年 4 カ月, 平均 4 年 10 カ月であった.

結 果

balloon Matas test が陰性であったにもかかわらず, 内頸動脈永久閉塞後に虚血症状を生じた, いわゆる遅発性脳

Table 1 Clinical materials
12 cases of permanent occlusion of the ICA with the negative balloon Matas test

IC aneurysm	7
Traumatic CCF	4
Cavernous meningioma	1

虚血は 12 例中 3 例にみられた (Table 2). その 3 例を提示する.

<症例 2> 66 歳, 女性.

術前症状は右眼の進行性視力障害で, 脳血管写上, 右内頸動脈 C₁-C₃ portion の巨大脳動脈瘤を認めた. balloon Matas test 陰性で, MSP は 70 mmHg, %MSP は 71% であった. C₄ portion でバルーンを膨らませ, 内頸動脈を閉塞させた (Fig. 1). 術後, 特に問題なく経過していたが 4 日目より左の片麻痺が出現し, 次第に進行, 完全麻痺となった. CT 上, 動脈瘤および内頸動脈の血栓化と右前脈絡叢動脈領域の梗塞を認めた (Fig. 2, 3). これは右前脈絡叢動脈が動脈瘤から派生していたため動脈瘤血栓化とともに閉塞し, 穿通枝領域に局限した梗塞を生じたと考えられた. また, 閉塞後 49 日目に施行した Xe-CT で大脳半球平均血流量は両側とも 33 ml/100 g/min と中等度の低下を示し, 右大脳半球には watershed zone の血流低下を認めたがこの部分には CT 上梗塞は出現せず, 左片麻痺の原因とは考えられなかった (Fig. 3).

Table 2 Clinical summary

Patient No.	Age Sex	Diagnosis	MSP (mmHg)	%MSP	Hemispheric CBF (ml/100/min)		Delayed ischemic symptoms after occlusion
					occluded side	contralateral side	
1	52 M	ICA aneurysm	65	54	not done		
2	66 F	ICA aneurysm	70	71	32.7	33.4	Lt. hemiplegia
3	16 F	ICA aneurysm	74	65	73.9	80.9	
4	35 F	ICA aneurysm	100	100	not done		
5	25 M	ICA aneurysm	53	45	41.3	57.7	
6	50 F	ICA aneurysm	41	54	not done		
7	35 M	ICA aneurysm	83	67	not done		
8	16 M	traumatic CCF	50	50	40.1	48.0	
9	20 M	traumatic CCF	not done	—	66.9	66.6	
10	55 F	traumatic CCF	75	68	not done		
11	20 M	traumatic CCF	not done	—	33.9	34.6	amaurosis fugax
12	42 F	meningioma	95	82	perforator ischemia (SPECT)		numbness in the Lt. upper extremity

Fig. 1 Case 2. A: Right carotid arteriogram showing a giant IC aneurysm with a broad neck from C₁ to C₃. B: Left carotid arteriogram after balloon occlusion (arrow).

Fig. 2 Same case as in Fig. 1. CT scan showing the thrombosed aneurysm.

Fig. 3 Same case as in Fig. 1. CT and Xe-CT performed 6 weeks after occlusion of the ICA. Left: Plain CT scan showing a low density area in the distribution of the anterior choroidal artery. Right: Xe-CT showing low CBF in both cerebral hemispheres.

<症例 11> 32 歳，女性。

外傷性 CCF にて右眼球突出，複視を生じた。balloon Matas test で陰性を確認後，右内頸動脈を C₄ portion で閉塞させた。術後 2 日目に施行した Xe-CT で半球血流量は患側 33.9，健側 34.6 であった (Fig. 4)。神経脱落症状なく退院した後，外来通院していたが，5 年後に amaurosis fugax とされる一過性の右眼視力障害をきたした。このとき，眼底に塞栓症を思わせる所見なく，血圧も低かったため，症状は low perfusion による可能性があると思われた。しかし，cortical atrophy などの長期低灌流所見は見られなかった。

<症例 12> 42 歳，女性。

右視力低下を主訴として来院し，MRI で右海綿静脈洞への腫瘍侵潤が明らかとなった (Fig. 5)。また，脳血管写では C₄ に軽度狭窄がみられた。balloon Matas test 陰性で，MSP は 95 mmHg，%MSP は 82% と十分であった。

Fig. 4 Postocclusion CT and Xe-CT in Case 11. Left: Plain CT scan showing absence of low density area. Right: Xe-CT showing symmetrical decrease in CBF.

Fig. 5 Case 12. MRI demonstrating tumor growth into the right cavernous sinus. Left: axial view; right: coronal view. The carotid artery is encased.

め2期手術とし、まず、右内頸動脈を総頸動脈からの起始部で結紮した。術後、患者は左上肢に限局性のしびれを訴えた。脳血管写を施行したところ、術前の右内頸動脈写では描出されていた右後交通動脈が左内頸動脈写で描出されなかった。なお、同動脈写で右中大脳動脈は開存していた。このとき、CT上低吸収域は認めなかったがSPECTで右視床付近の血流低下を認めた。また、SPECT上で皮質領域の血流低下はなかった(Fig. 6)。その後、数週間としびれは消失し、予定どおり腫瘍摘出術が行われた。現在、半年を経て、虚血症状は出現していない。

[データの総括]

balloon Matas testでMSPを測定しえた患者10人の測定値は40～60 mmHg 3人、60～80 mmHg 4人、80 mmHg以上3人であった。虚血症状を生じた2人はそれぞれ70 mmHgおよび95 mmHgと、むしろ比較的高値であった(Table 2)。%MSPは40～60% 4人、60～80% 4人、80%以上2人であり、虚血症状を生じた2人はやはり71%および82%と高値であった(Table 2)。次に内頸動脈閉塞後Xe-CTを施行した6人の患側半球平均血流量は30～40 ml/100 g/min 2人、40～50 ml/100 g/min 2人、50 ml/100 g/min以上2人であり、虚血症状を生じた2人の患側半球平均血流量は32.7および33.9 ml/100 g/minであった(Table 2)。

考 察

内頸動脈瘤や頭蓋底腫瘍の治療では内頸動脈を永久閉塞せざるをえない症例があり、balloon Matas testで陰性を確認する必要がある。しかし、balloon Matas testが陰性である、つまり15分程度の内頸動脈閉塞で虚血症状が出

Fig. 6 Postocclusion CT and SPECT in the same case as in Fig. 5. Left: Plain CT showing absence of low density area. Right: SPECT showing a low perfusion area around the right thalamus.

現しないからといって安全とは言えないことは周知の事実である。そのため、内頸動脈閉塞後の虚血症状出現を予測する手段としてballoon occlusion時のMSPの測定、dynamic CT、Xe-CT、SPECTによるCBF測定などが行われている²⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹¹⁾。MSPについては一般に50 mmHg以上なら安全とされているが、Erbaらはballoon occlusion直後のCBF変化とMSPが正確に相関しないため、MSPからは閉塞後の虚血症状を正確に予測できないとしている²⁾。今回、balloon Matas testでMSPを測定しえた6例のうち虚血症状を生じた2例のMSPおよび、%MSPは他の4例と比較してむしろ高値を示した。このことはそれらの値だけに頼ると判断を誤る可能性を示唆している。次に半球血流量についてであるが、Erbaらはballoon occlusion直後のXe-CTで、CBFがほとんど変化しない場合、両側対称性の血流低下を示す場合、非対称性の血流低下を示す場合、および短時間の閉塞にも耐えられない場

合の4グループに分け、最後のグループを除く3グループで中大脳動脈(MCA)領域のCBFがそれぞれ、順に40 ml/100 g/min以上、30~40 ml/100 g/min、15~30 ml/100 g/minであったとしており、CBF 30以上の場合をlow risk groupとしている。そして、low risk groupのうち3例で内頸動脈を閉塞し、虚血症状は出現しなかったと報告している²⁾。一方、Linskyらの報告でも30 ml/100 g/min以上の場合はlow risk groupとしており、海綿静脈洞内内頸動脈瘤でlow risk groupに属する症例のうち6例に近位部ICAの永久閉塞を施行しており、新たな神経症状の出現はなかったと報告している⁹⁾。また、Erbaらはballoon test occlusion時のXe-CTで非対称性の血流低下を示した7例のCBFが15~30 ml/100 g/minと低値であったことから非対称性の場合にはstroke riskが高いと報告しているが²⁾、我々のCase 5やCase 8では非対称性の血流低下を認めるにもかかわらず、患側半球血流量は41.3および40.1 ml/100 g/minと十分高値を示し、虚血症状もなかった。このことから、血流量の左右差よりもその絶対値のほうが重要であると考えられる。我々の症例のうち、Xe-CTを施行した6例は全例30 ml/100 g/min以上であり、low risk groupに属する。しかし、症例11にみられるように、30以上であっても5年後にlow perfusionを思わせるamaurosis fugaxの出現した例がある。また、Case 2の患側血流量も30以上であったが、動脈瘤の血栓化が進行し、しかも前脈絡叢動脈が動脈瘤から分岐していたため虚血症状を生じたと考えられる。この場合は皮質枝よりもむしろ穿通枝領域の虚血であったことから、半球血流量値からの予測は困難と思われた。

内頸動脈永久閉塞後の虚血症状の原因としては皮質枝の血流低下、内頸動脈閉塞部遠位端にできた血栓による塞栓症、および内頸動脈血栓症の上方進行による穿通枝領域の梗塞がある。我々の症例においては、虚血症状を生じた3例では脳血流量は低下していてもなお30 ml/100 g/min以上で、criticalな血流低下とは言い難く、虚血症状の出現を予測できなかった。このうち、amaurosis fugaxを生じた1例は長期的にみて一過性のlow perfusionを反映していた可能性があるが、他の2例は穿通枝領域の一過性血流低下、あるいは梗塞によるものであった。したがって、虚血症状の出現には皮質枝のみならず脳血流量測定では予測のできない穿通枝の問題(thrombo-embolism)にも注意を払う必要があると考えられる。穿通枝系の虚血は症例2にみられたように、その派生部に病変がある場合に最も危険率が高い。したがって、内頸動脈を永久閉塞する以前に病変部から穿通枝が派生していないかどうかを十分にチェックし、その適応を再考する必要がある。また、症例12のように穿通枝の起始部に病変がなくてもその近位部の

ICAに狭窄病変がある場合には閉塞末梢側に生じた血栓が上方進展したり、あるいは近傍の穿通枝に梗塞を生じる危険があるので、術後数週間は血小板抑制剤や抗凝固剤の投与を十分に行って厳重に管理する必要があると考えられる。しかし、症例11のように数年を経過して虚血症状をきたす場合もあるので、その場合には再度脳血流測定を行ってlow perfusionが進行しているか否かを検討し、low perfusionの場合はbypassを、そうでない場合は血小板抑制剤の投与を再開する必要がある。

結 論

1. balloon Matas testが陰性で、患側半球平均血流量が30 ml/100 g/min以上の場合には血行再建をしないで内頸動脈を永久閉塞しても皮質枝領域の虚血症状が出現することは少ないと思われる。
2. stump pressureは穿通枝領域の虚血症状出現を予測する指標としては必ずしも十分ではない。
3. 虚血症状の出現には皮質枝のみならず穿通枝の問題が大きく、術前にその安全性と対策を十分に検討する必要がある。

文 献

- 1) Brackett CE: The complication of carotid artery ligation in the neck. *J Neurosurg* **10**: 91-106, 1953
- 2) Erba SM, Horton JA, Latchaw RE, *et al*: Balloon test occlusion of the internal carotid artery with stable Xenon/CT cerebral blood flow imaging. *AJNR* **9**: 533-538, 1988
- 3) Fox AJ, Vinuela F, Pelz DM, *et al*: Use of detachable balloons for proximal artery occlusion in the treatment of unclippable cerebral aneurysms. *J Neurosurg* **66**: 40-46, 1987
- 4) Gereman WWJ, Black SPW: Cervical ligation for internal carotid aneurysms. An extended follow-up. *J Neurosurg* **23**: 572-577, 1965
- 5) Handa J, Matsuda M, Nakasu S, *et al*: Dynamic CT in cerebral vascular diseases. *Progress in CT* **5**: 5-17, 1983
- 6) Kelly JJ, Collow TF, McBride K, *et al*: Failure of carotid stump pressures. *Arch Surg* **114**: 1361-1366, 1979
- 7) LaMuraglia GM, Darling RC, Brewster DC, *et al*: Neurologic sequelae with internal carotid artery occlusion. *Arch Surg* **122**: 432-435, 1987
- 8) Leech PJ, Miller JD, Fitch W, *et al*: Cerebral blood flow, internal carotid artery pressure and EEG as a guide to the safety of carotid ligation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **37**: 854-862, 1974
- 9) Linsky ME, Sekhar LN, Horton JA, *et al*: Aneurysms of the intracavernous carotid artery: A multidisciplinary approach to treatment. *J Neurosurg* **75**: 525-534, 1991
- 10) Morioka T, Matsushima T, Fujii K, *et al*: Balloon test occlusion of the internal carotid artery with monitoring of compressed spectral arrays (CSAs) of electroencephalogram. *Acta Neurochir (Wien)* **101**: 29-34, 1989
- 11) Terada T, Nishiguti T, Hyotani G, *et al*: Assessment of risk of carotid occlusion with balloon Matas testing and dynamic CT. *Acta Neurochir (Wien)* **103**: 122-127, 1990