

内頸動脈閉塞試験における低血圧負荷と ^{99m}Tc -HM-PAO SPECT の併用の有用性

小宮山雅樹・安井 敏裕・矢倉 久嗣・夫 由彦・永田 安德・
田村 克彦・八木 隆

A "Provocative" Internal Carotid Balloon Occlusion Test with ^{99m}Tc -HM-PAO CBF Mapping

Masaki Komiyama, Toshihiro Yasui, Hisatsugu Yagura, Yoshihiko Fu, Yasunori Nagata, Katsuhiko Tamura, Takashi Yagi,

Department of Neurosurgery, Baba Memorial Hospital,

The balloon occlusion test (BOT) of the internal carotid artery (ICA), combined with induced hypotension and cerebral blood flow (CBF) mapping was carried out in 3 patients with large or giant aneurysms of the ICA.

Occlusion of the ICA for 10 minutes, in the normotensive state was followed by 5 minutes of induced hypotension. During the last 2 minutes of the hypotensive occlusion state, technetium - 99m - hexamethyl propyleneamine oxime was administered to study the CBF.

All patients tolerated the procedure well. One patient with moderate reduction in the CBF developed ischemic complication 24 hours after permanent IC occlusion ; The other without a significant change in the CBF tolerated permanent ICA occlusion well while the third did not have a permanent occlusion.

The "provocative" BOT along with the CBF mapping seems promising in predicting complications of ICA occlusion secondary to perfusion abnormalities.

Key words : balloon occlusion test, carotid artery cerebral blood flow, ^{99m}Tc -HM-PAO

I. はじめに

バルーン閉塞試験 (Balloon Occlusion Test, BOT) は、内頸動脈閉塞の可否について多くの情報を提供するため広く用いられている¹⁾。正常血圧下における脳血流測定と BOT 併用は、低血圧、低酸素、酸素消費の増加、不整脈などからくる虚血状態での内頸動脈閉塞の Tolerance を必ずしも予想することはできない。我々は、低血圧負

荷状態での BOT (provocative BOT) と Technetium- 99m -hexamethyl propyleneamine oxime (^{99m}Tc -HM-PAO) による脳血流測定を同時に併用しており、この方法について報告する。

II. 対象及び方法

Fig. 1 にある protocol を使用し、3 例の内頸動脈瘤症例を対象とした。方法は局麻下で、BOT 開始時に 5000 単位の heparin を静注し、5 Fr. の

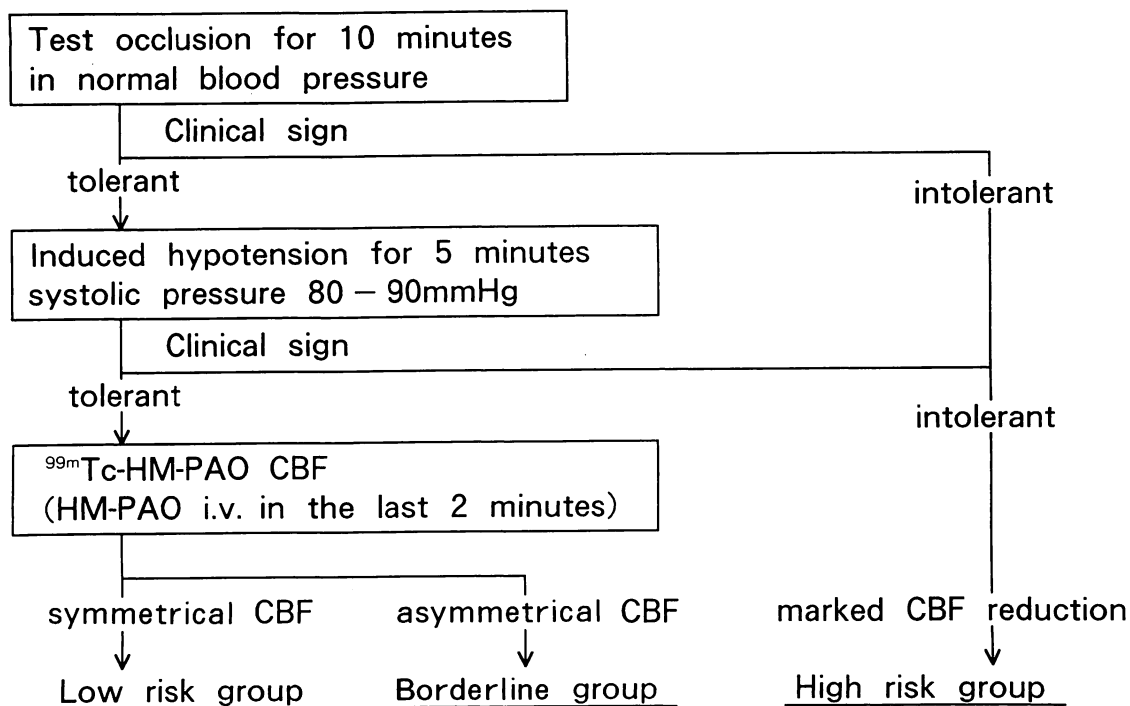


Fig. 1 Protocol of the provocative balloon occlusion test with the cerebral blood flow mapping.

double-lumen balloon catheter (Medi-tech 社) を大腿動脈から頸部内頸動脈に導入した。balloon inflation で内頸動脈血流を一時的に遮断し、神経学的検査と stump pressure 測定を行った。約10分間の頸動脈血流遮断で神経学的に変化のない時は、trimetaphan を用いて、25～35%の収縮期圧の低下（通常収縮期圧80～90mm Hg）の低血圧負荷を約5分間行った。最後の2分間に^{99m}Tc-HM-PAO (Amersham 社) 925MBq (25mCi) を静注した。このあと、SPECT を1～3時間以内に施行し、脳血流 mapping と両脳半球の関心領域の RI activity の差を算出した。試験中に虚血症状が出現したときは、直ちに balloon を deflation して内頸動脈血流を確保することとした。最後に protamine を投与し、heparin の中和を行った。代表例を提示する。

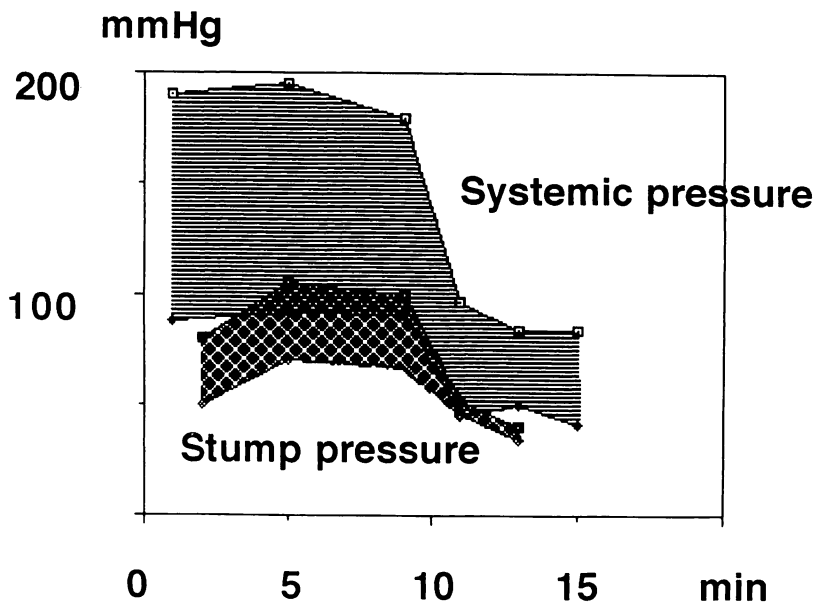
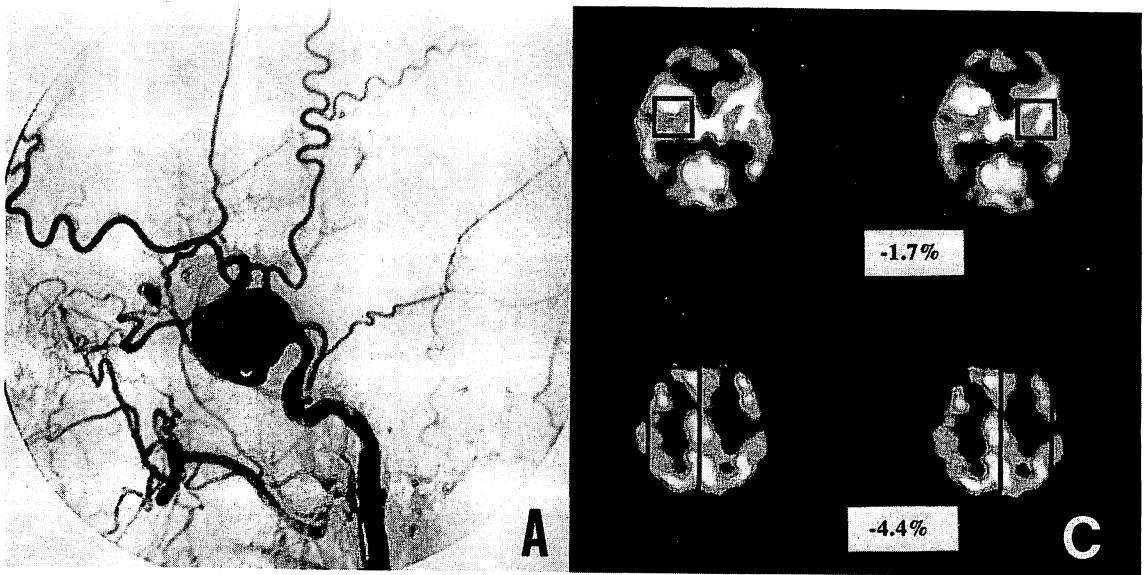
症例 1 (Fig. 2)

54歳女性。左側の眼痛及び外眼筋麻痺が突然に出現した。3年来の左側顔面ケイレン以外、特記す

べき既往症はなく、神経学的には、左側の第3、6脳神経麻痺のみが認められた。左頸動脈撮影で、海綿静脈洞部に巨大動脈瘤が認められた (Fig. 2 - A)。BOT で、神経学的異常は出現せず、正常血圧時 (190/92mm Hg) 及び低血圧負荷時 (84/50mm Hg) の stump pressure は、それぞれ80/50及び40/34mm Hgであった (Fig. 2 - B)。この症例では、低血圧負荷時の脳血流測定は行わなかった。3つの detachable balloon を用いて、動脈瘤の proximal balloon occlusion を行った。術後の脳血流測定で、左側深部白質は右側に比較して4.4%、基底核部は1.7%の脳血流減少が認められた (Fig. 2 - C)。約1年後の follow up で、虚血症状はなく外眼筋麻痺を含め神経学的異常は、認められなかった。

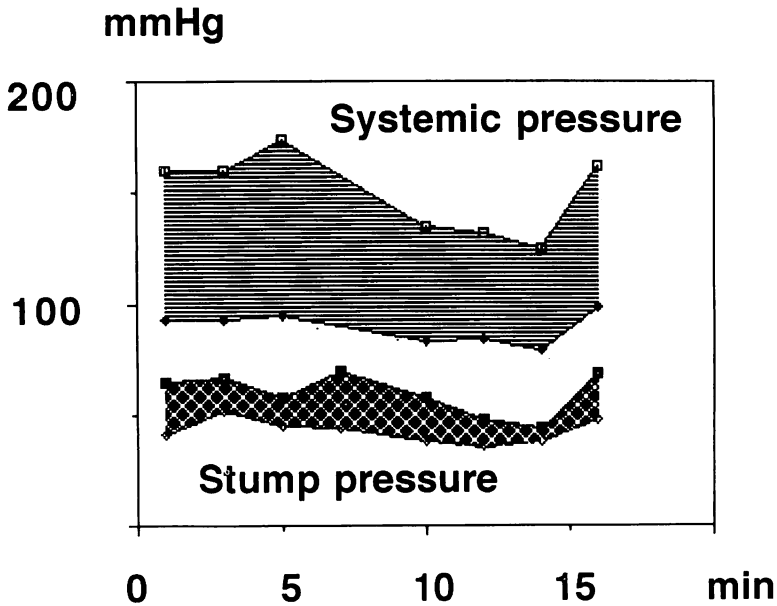
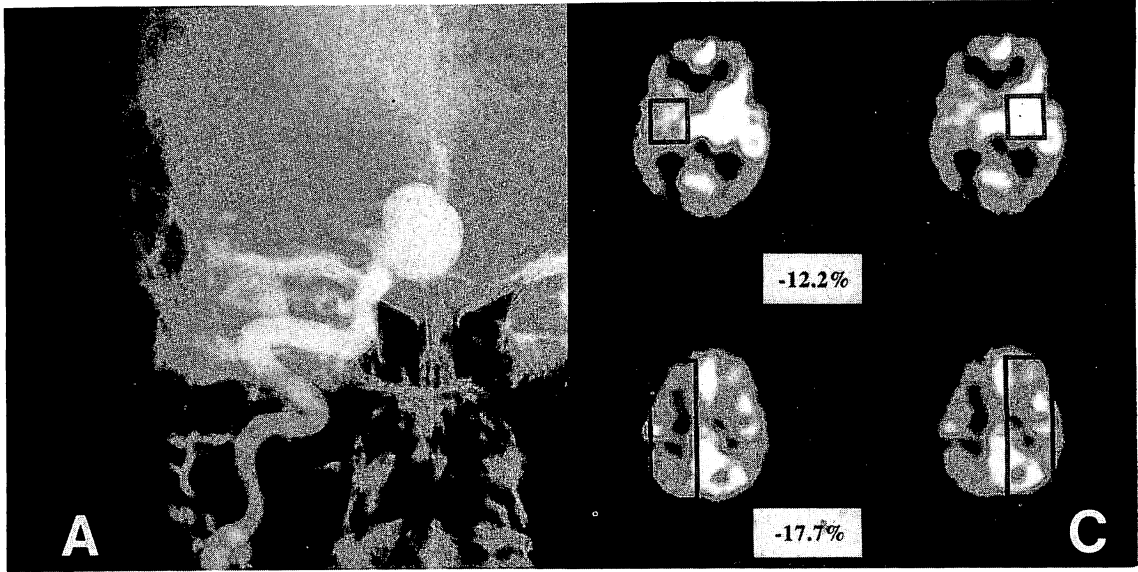
症例 2 (Fig. 3)

高血圧の既応のある58歳の女性。右眼の進行する視力低下を主訴とした。右頸動脈撮影で径約2cmの動脈瘤がC2～3部に認められた (Fig. 3 -



B

Fig. 2 A : Left carotid angiogram (lateral view) showing an intracavernous internal carotid aneurysm.
 B : Systemic blood pressure and stump pressure during provocative balloon occlusion test.
 C : Cerebral blood flow following the proximal balloon occlusion of the left internal carotid artery. The percentage reduction in the radioactivity of the basal ganglia and left hemisphere compared to the right are 1.7% and 4.4% , respectively.



B

Fig. 3 A : Right carotid injection (A - P view) demonstrates the large aneurysm at the C 2 - 3 portion of the right internal carotid artery.
 B : Systemic and stump pressure during provocative balloon occlusion test.
 C : The cerebral blood flow mapping during the balloon occlusion test on the right with induced hypotension. The regional cerebral blood flow is reduced especially in the right deep white matter. Percentage reduction in the radioactivity of the right basal ganglia and hemisphere compared to the left are 12.2% and 17.7%, respectively.

A)。10分間の正常血圧下でのBOTで何ら症状の出現をみなかった。(全身血圧160/93、stump pressure 64/41mm Hg)。低血圧負荷(全身血圧125/79、stump pressure 44/38mm Hg)でも、神経症状の出現はなかった(Fig. 3-B)。低血圧負荷時の脳血流測定で、左側に比較して右側の深部白質で17.7%の、基底核部で12.2%の血流低下が認められた(Fig. 3-C)。右大脳半球での血流低下があったが、神経症状の出現が認められなかったため、3つのdetachable balloonを用い、動脈瘤のtrappingを行った。術後heparin 10000単位/日とticlopidine 300mg/日の投与を行った。塞栓術後約24時間は、神経症状の出現をみなかったが、突然軽度の意識障害と左不全片麻痺が出現した。hypervolemiaとhypertension療法で治療したが、症状は改善しなかった。3日後の血管撮影では、動脈瘤は描出されず、明らかな頭蓋内血管の閉塞も認められなかった。5日後のMRでは、脳血流低下部に一致した脳梗塞病巣が認められた。約10ヵ月のfollow upでは、意識は清明であるが、左不全片麻痺があり、杖歩行をしていた。

Ⅲ. 考 察

内頸動脈閉塞術に伴う合併症は、thromboembolism又はhypoperfusionに起因する⁶⁾。後者の合併症の予測は、BOT時の神経学的変化、stump pressure測定、脳波変化、dynamic CT、脳血流測定や血管撮影におけるcross fillingでなされている^{4, 7-11, 14, 15)}。Berensteinら¹⁾及びFoxら³⁾は、15分間のBOTのtolerantな症例に、Higashidaら⁵⁾は、30分間のBOTのtolerantな症例でかつstump pressureが40mm Hg以上の症例に内頸動脈のpermanentの閉塞術を報告している。内頸動脈の閉塞術でFoxら³⁾は、58例中12.1%に虚血症状が、1.7%に脳梗塞が、またHigashidaら⁵⁾は68例中、10.3%に虚血症状が、4.4%に脳梗塞を合併している。内頸動脈閉塞術の結果を予測するparameterは種々あるが、正常血圧下での試験結果は、低血圧、低酸素、低血糖、貧血、酸素消費増加、不整脈時の虚血状態での結果を予測することは必ずしも可能ではない。Sundtら¹³⁾は、criticalな脳血流を18ml/100g/minと報告し、Leechら⁷⁾は、内頸動脈閉塞は、40ml/100g/min

以上で安全に施行でき20ml以下で危険とした。脳血流が20~40mlの場合、脳血流減少が25%以下であれば安全に、また25~35%の場合、stump pressureが60mm Hg以上で安全とした。xenon-133やstable xenonを使用した脳血流測定は、測定に時間がかかり、また、balloon catheterを体内に留置したまま、患者を血管撮影室から、脳血流測定室まで移送し、blindにballoonをinflationする必要があるためBOTに最適とは言えない。HM-PAOは、短時間に脳内に分布し長時間安定なため、BOTには適している⁸⁻¹⁰⁾。Erbaら²⁾は、BOTの結果を以下の4つに分類している。

- 1: 脳血流の変化なく、神経症状を呈さない。
- 2: 両側のsymmetricな血流低下を呈する。
- 3: 左右差のある血流低下を呈する。
- 4: intolerantな症例。

我々は、低血圧負荷時のBOTの結果を3つに分類した。

- 1: low risk group - symmetricな脳血流でtolerantな症例。
- 2: borderline group - 左右差のある(asymmetric)血流低下でtolerantな症例。
- 3: high risk group-intolerantな症例。

後2者は、strokeのriskがあるためEC-IC bypass手術を考慮する必要がある^{4, 12)}。Leech⁷⁾らの言うように内頸動脈閉塞後は、約3日間の嚴重な神経学的モニターが必要と考えられ、症例2のように術前のMRで無症候性の梗塞巣がある場合は、さらに注意を必要とすると考えられる。BOT自身、内頸動脈閉塞に伴う近未来の結果を予測する手段であり、長期の脳循環の変化の結果を予測するものではない。しかしBOTは、high riskの症例を選び出すのに有用であり、provocative BOTは、この意味でさらに有用と考える。

文 献

- 1) Berenstein A, Ransohoff J, Kupersmith M, Flamm E, Graeb D: Transvascular treatment of giant aneurysms of the cavernous carotid and vertebral arteries. Functional investigation and embolization. Surg Neurol 21: 3-12, 1984
- 2) Erba SM, Horton JA, Latchaw RE, Yonas H, Sekhar L, Schramm V, Pentheny S: 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, Peerless SJ, Ferguson GG, Drake CG, Debrun G : Use of detachable balloons for proximal artery occlusion in the treatment of unclippable cerebral aneurysms. J Neurosurg 66 : 40-46, 1987
 - 4) Gelber BR, Sundt TM : Treatment of intracavernous and giant carotid aneurysms by combined internal carotid ligation and extra- to intracranial bypass. J Neurosurg 52 : 1-10, 1980.
 - 5) Higashida RT, Halbach VV, Dowd C, Barnwell SL, Dormandy B, Bell J, Hieshima GB : Endovascular detachable balloon embolization therapy of cavernous carotid artery aneurysms : results in 87 cases. J Neurosurg 72 : 857-863, 1990
 - 6) Landolt AM, Millikan CH : Pathogenesis of cerebral infarction secondary to mechanical carotid artery occlusion. Stroke 1 : 52-62, 1970
 - 7) Leech PJ, Miller JD, Fitch W, Barker J : Cerebral blood flow, internal carotid artery pressure, and the EEG as a guide to the safety of carotid ligation. J Neurol Neurosurg Psychiat 37 : 854-862, 1974
 - 8) Matsuda H, Higashi S, Asli IN, Eftekhari M, Esmaili J, Seki H, Tsuji S, Oba H, Imai K, Terada H, Sumiya H, Hisada K : Evaluation of cerebral collateral circulation by technetium-99m HM-PAO brain SPECT during Matas test : report of three cases. J Nucl Med 29 : 1724-1729, 1988
 - 9) Monsein LH, Jeffery PJ, Heerden BB, Szabo Z, Schwartz JR, Camargo EE, Chazaly J : Assessing adequacy of collateral circulation during balloon test occlusion of the internal carotid artery with ^{99m}Tc-HMPAO SPECT. AJNR 12 : 1045-1051, 1991
 - 10) Peterman SB, Taylor A, Hoffman JC : Improved detection of cerebral hypoperfusion with internal carotid balloon test occlusion and ^{99m}Tc-HM-PAO cerebral perfusion SPECT imaging. AJNR 12 : 1035-1041, 1991
 - 11) Serbinenko FA : Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. J Neurosurg 41 : 125-145, 1974
 - 12) Spetzler RF, Schuster H, Roski RA : Elective extracranial-intracranial arterial bypass in the treatment of inoperable giant aneurysms of the internal carotid artery. J Neurosurg 53 : 22-27, 1980
 - 13) Sundt TM, Sharbrough FW, Anderson RE, Michenfelder JD : Cerebral blood flow measurements and electroencephalograms during carotid endarterectomy. J Neurosurg 41 : 310-320, 1974
 - 14) Terada T, Nishiguchi T, Hyotani G, Nakamura Y, Hayashi S, Komai N, Moriwaki H : Assessment of risk of carotid occlusion with balloon Matas testing and dynamic computed tomography. Acta Neurochir (Wien) 103 : 122-127, 1990
 - 15) Wilkinson HA, Wright RL, Sweet WH : Correlation of reduction in pressure and angiographic cross-filling with tolerance of carotid occlusion. J Neurosurg 22 : 241-245, 1965