原著

クモ膜下出血後の脳血管攣縮の評価と血管内治療

山崎 信吾 橋本 邦雄 河野 能久
芳村 雅隆 山本 崇裕 原 睦也

Clinical Evaluation of Symptomatic Vasospasm after Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage and Patient Selection for Endovascular Treatments

by

Shingo Yamasaki, M. D., Kunio Hashimoto, M. D., Yoshihisa Kawano, M. D.,
Masataka Yoshimura, M. D., Takahiro Yamamoto, M. D., and Mutsuya Hara, M. D.

from

Department of Neurosurgery, Tsuchiura Kyodo General Hospital

Efficacies of NIHSS in the evaluation of severity of symptomatic vasospasm (SVS) and in the selection of proper candidates for endovascular treatments (EVTs) against SVS were assessed. From 94 patients who developed SVS after the obliteration of a ruptured aneurysm in the acute periods during the past 8 years, outcomes and incidence of cerebral infarction were compared with the NIHSS scores before SVS and at the time of diagnosis of SVS between 28 cases treated before introduction of EVT as standard therapeutic protocols and 46 cases that actually underwent EVTs. Furthermore, the efficacy of EVTs was examined between cases before (28 cases) and after (66 cases) introduction of EVTs, and the timing of EVTs were also assessed. The NIHSS before SVS tended to correlate with the development of cerebral infarction and with outcome in both groups, and NIHSS at the diagnosis correlated with both significantly. Patients after introduction of EVTs tended to have good outcomes, and patients who underwent EVTs within 6 hours from the diagnosis of SVS had better outcomes. From our results, sequential NIHSS scoring was useful in evaluating the severity of SVS and in selecting candidates for EVTs.

(Received July 11, 2005; accepted January 11, 2006)

Key words : subarachnoid hemorrhage, vasospasm, endovascular treatment, percutaneous transluminal angioplasty, papaverine, NIHSS

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 15 : 450-456, 2006

緒言

脳血管攣縮が破裂脳動脈瘤治療後の転帰に影響する最大の要素であることはいままでの研究¹¹⁾¹⁵⁾で明らかである。血管攣縮予防のためにさまざまな方法や薬剤が考案され導入されてきた。しかし、血管攣縮の発生率を減じることはできても完全に予防することはできず、症候性血管攣縮 (SVS) は 20~40% の確率で合併している⁹⁾¹⁵⁾。SVS を合併すると約半数の症例で脳梗塞による後遺症を残すことになるので、SVS の的確な診断・評価と治療が必要になる。

SVS に対する血管内治療 (EVTs) は、evidence based medicine (EBM) としては確立されてはいないが、EVTs による各種パラメータの改善や虚血症状の回復が多く報告されてきている^{1)5)~8)14)16)17)}。報告では、SVS の評価や EVT の適用は、経頭蓋ドップラー検査 (TCD)、MR angiography (MRA) や 3 dimensional CT angiography (3D-CTA) などによることが多いが⁵⁾⁶⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²²⁾、これらの指標が正確に SVS の重症度を表現できるかは疑問である。

一方、NIHSS は急性期脳虚血の重症度判定や転帰予測において有用な評価法として確立され、さらには治療指

土浦協同病院脳神経外科／〒300-0053 土浦市真鍋新町 11-7 (連絡先: 山崎信吾)

Address reprint requests to: Shingo Yamasaki, M. D., Department of Neurosurgery, Tsuchiura Kyodo General Hospital, 11-7 Manabeshinmachi, Tsuchiura-shi, Ibaraki 300-0053, Japan

針の決定にも用いられている³⁾¹³⁾²¹⁾。SVS は急性の脳虚血であり、NIHSS がその評価法として有用な可能性がある。本研究では、SVS の重症度判定および転帰予測における NIHSS の有用性を評価し、これに基づいた EVTs 適用の指針を検討した。また、retrospective な研究ではあるが、EVTs の有用性の評価や EVTs の適用タイミングについても検討を試みた。

対象・方法

1997～2004 年までの 8 年間に、当施設で発症から 48 時間以内に破裂脳動脈瘤の治療を行った 307 例のうち 94 例が SVS を合併した。当施設では 1999 年に SVS に対する EVTs を導入しており、導入前の内科的治療のみを行った 28 例を MT 群とし、導入後の 66 例 (R 群) 中 EVTs を施行した 46 例を IVR 群とした。転帰は、modified Rankin Scale (mRS) で退院時もしくは 3 カ月後に評価し、0～2 点を転帰良好とし、3 点以上を転帰不良とした。また脳梗塞の合併は、発症 4 週以降の T2 強調画像 (T2WI) で評価した。

本研究の第一の目的は NIHSS による評価の妥当性の検証であることから、SVS に対する治療法が異なる 2 群、すなわち MT 群と IVR 群への NIHSS の適用の有用性を検討した。すなわち、SVS 発症前および診断時の NIHSS 値と脳梗塞の合併頻度もしくは転帰とを、内科的治療例と EVTs 適用例のおおのことで比較した。また EVTs の有用性の検討に際しては、R 群のうち 20 例を適用から除外したことが bias のかかった患者選択にあたる危険性を考慮し、導入後に実際には EVTs を施行しなかった症例を含めた R 群 66 例と MT 群 28 例の比較とした。さらには、EVTs の施行タイミングを推察するために、SVS 発症から EVTs までの時間と脳梗塞合併率もしくは転帰を比較した。統計学的処理には *t* 検定と χ^2 検定、Mann-Whitney 検定を用いた。

① 破裂脳動脈瘤治療と SVS 予防

当施設では、動脈瘤治療は開頭クリッピングを第一選択としているが、307 例中 57 例にコイル塞栓術を施行、38 例は神経症状もしくは全身状態が不良な症例で、19 例は脳底動脈瘤であった。動脈瘤治療後はオザグレルナトリウム 80 mg/日の投与と人工膠質液 (6% ヒドロキシエチルデンプン 500～1,000 ml) 投与による hemodilution/hypervolemia 治療を行っている。また、血腫量の多い例と急性水頭症併存例にのみ脳槽ドレナージを留置している。血管攣縮の診断のコントロールとして、第 3 病

日までに 1 回、MRA と拡散強調画像 (DWI) を撮影、その後スクリーニングとして 7 病日、14 病日にも同様の撮影を行った。無症候性の血管攣縮を診断した場合には、人工膠質液を 1,500 ml/日まで増量し、チクロピジン 200 mg/日の投与を開始している。

神経症状は NIHSS を用いて 2～4 時間ごとに評価、2 点以上悪化した場合に神経学的な悪化と判断した。CT で水頭症を除外した後に MRA もしくは 3D-CTA で 50% 以上の主幹動脈の狭窄、または末梢血管が描出されない場合に SVS と診断した。

② SVS に対する EVTs (1999 年以降の症例)

SVS を診断した際には、無症候性血管攣縮の診断時と同様に hemodilution/hypervolemia 治療の強化を行い、症状が改善しないか悪化する場合には EVTs の適用を考慮するが、DWI ですでに広範囲の高信号域が存在した場合には EVTs の対象から外した。

EVTs はすべて十分な全身ヘパリン化、すなわち ACT 値を 250 秒以上もしくはコントロール値の 2 倍以上に延長して行った。近位の血管 (IC, M1～M2, A1, VA, BA, P1～P2) の攣縮に対しては経皮的血管形成術 (PTA) を、それよりも末梢の攣縮に対して、もしくは近位でもバルーンカテーテルを進めることができなかった場合には、塩酸パパペリン動注 (IAP) を行った。PTA にはラテックス製の閉塞用バルーン (Equinox, Micro Therapeutic Inc, Irvin, CA) を用い、塩酸パパペリンは生理的食塩水で 0.4% 溶液とし、4 mg/分の速度で、IC から注入する場合には 80～120 mg を、M1 からは 80 mg を、A1 からは 40 mg を投与した。

結 果

IVR 群 46 例に、延べ 55 回の EVTs (IAP 27 回、PTA 17 回、PTA+IAP 11 回) を適用し、5 例に複数回の EVTs を施行した。EVTs による合併症は 2 例で起こり、2 例ともが IAP 後に出血性梗塞を合併、1 例は脳死に陥った。一方、PTA 施行による合併症は経験しなかった。R 群のうち EVTs を適用しなかった 20 例は、SVS による症状の自然緩解 9 例、DWI で EVTs 前に大きな梗塞巣が描出された 4 例、全身状態が不良な 5 例、ガイディングカテーテルが留置できなかった 2 例である。脳梗塞が理由で EVTs の適用から除外した 4 例における、SVS による虚血症状の認識から DWI 撮影までの間隔は 4～12 時間で、6 時間以内が 3 例であった。

Table 1 Summary of SVS cases before introduction of EVT_s (MT group) and cases treated with EVT_s (IVR group)

	MT group	IVR group	<i>p</i> -value
Period	Jan. 1997–Dec. 1998	Jan. 1999–Dec. 2004	
Number of cases	28	46	
Age (mean±standard deviation)	60.0±12.0	61.0±12.5	0.8134*
WFNS grade on admission			
grade I–III	17 (60.7%)	28 (60.9%)	
grade IV	8 (28.6%)	13 (28.3%)	0.9739**
grade V	3 (10.7%)	5 (10.9%)	
Neck clipping: Embolization	24: 4	39: 7	0.9130**
Number of cases that underwent EVT _s			
IAP	—	19	
PTA	—	16	
PTA+IAP	—	11	
NIHSS before SVS	5.000±3.333	4.804±3.733	0.8158*
NIHSS at SVS onset	14.079±6.080	13.043±6.215	0.4430*

Summary of cases before the introduction of endovascular treatments (EVT_s) for symptomatic vasospasm (SVS) (MT group) and cases that underwent EVT_s (IVR group). For statistical analysis, the *t*-test (*) and chi-square test (**) are used.

Fig. 1 Graphs show the relation between NIHSS and cerebral infarction (A) and outcome (B). Black circles show cases developed cerebral infarction (A) or cases with poor outcomes (B), and white circles show cases without cerebral infarction (A) or cases with good outcomes (B).

Table 2 Comparison of NIHSS scores and incidence of cerebral infarction or outcome

	<i>n</i>	NIHSS score before SVS (mean±standard deviation)	<i>p</i> -value	NIHSS score at SVS onset (mean±standard deviation)	<i>p</i> -value
MT group Cerebral Infarction (–)	10	4.100±2.998	0.2769	10.000±3.859	0.0017
MT group Cerebral Infarction (+)	18	5.500±3.485		16.500±5.904	
IVR group Cerebral Infarction (–)	26	4.296±3.550	0.2866	11.111±5.767	0.0111
IVR group Cerebral Infarction (+)	20	9.798±0.287		14.061±5.912	
MT group Good Outcome (mRS 0~2)	13	3.769±2.833	0.0642	11.308±4.837	0.0154
MT group Poor Outcome (mRS 3~6)	15	6.067±3.453		16.667±6.079	
IVR group Good Outcome (mRS 0~2)	34	4.029±3.109	0.0550	10.824±4.871	<0.0001
IVR group Poor Outcome (mRS 3~6)	12	7.000±4.573		19.333±5.331	

The NIHSS scores before onset of symptomatic vasospasm (SVS) tend to correlate with outcome, and the NIHSS at SVS onset correlated well with the development of cerebral infarction and with outcome. For statistical analysis, the *t*-test is used.

Table 3 Comparison of cases before (MT group) and after (R group) introduction of EVTs for SVS

	MT group	R group	p-value
Period	Jan. 1997–Dec. 1998	Jan. 1999–Dec. 2004	
Number of cases	28	66	
Age (mean±standard deviation)	60.0±12.0	61.5±11.6	0.8634*
WFNS grade on admission			
grade I–III	17 (60.7%)	41 (62.1%)	
grade IV	8 (28.6%)	16 (24.2%)	0.8684**
grade V	3 (10.7%)	9 (13.6%)	
Neck clipping : Embolization	24 : 4	56 : 10	0.9141**
Number of cases that underwent EVTs	0	46	
NIHSS before SVS	5.000±3.333	4.863±4.321	0.8691*
NIHSS at SVS onset	14.079±6.080	13.106±6.407	0.4449*
Cases that developed cerebral infarction	18 (64.3%)	33 (50.0%)	0.2630**
Modified Rankin Scale mean score	2.96	2.18	0.1503***
0~2 (good outcome)	13 cases	45 cases	
3~6 (poor outcome)	15 cases	21 cases	0.0472**

Outcome of cases with SVS tends to improve with the introduction of EVTs. For statistical analysis, the *t*-test (*), chi-square test (**) and Mann-Whitney U-test (***) are used.

Fig. 2 Graphs show the timing of endovascular treatments (EVTs) and the chance of cerebral infarction (upper) and outcomes (lower). Earlier application of EVTs decreased the chance of cerebral infarction and poor outcomes. For statistical analysis, the chi-square test is used.

1. T2WI 上の脳梗塞

MT 群と IVR 群の年齢, WFNS grade, 動脈瘤の治療法や SVS 発症前と発症時の NIHSS に差がなかった (Table 1). MT 群と IVR 群の T2WI 上での脳梗塞の合併は, おおの 18 例 (64.3%), 20 例 (43.5%) であった. Fig. 1 の上段は MT 群と IVR 群の SVS 発症時の NIHSS を plot したもので, 両群ともに 10 点以上で合併例が多い印象があった. NIHSS と脳梗塞の合併を比較すると, SVS 発症前の NIHSS は両群ともに脳梗塞合併例と非合併例の間に差はなかったが, SVS 発症時の NIHSS は脳梗塞合併例で有意に高かった (Table 2).

2. 転帰

SVS 発症前の NIHSS は, MT 群, IVR 群両群とも有意差はなかったものの, 転帰不良例が転帰良好例に比して高い傾向があった (Table 2). 一方, SVS 診断時の NIHSS は, 有意に転帰と相関した. 転帰と SVS 診断時の NIHSS をプロットした Fig. 1 下段をみると, MT 群, IVR 群ともに 10 点以上で転帰不良例が目立った. また, EVTs の適用を考慮すべき NIHSS score を推測すべく MT 群について χ^2 検定を行ったところ, 13 点以上の症例では 12 点以下に比して有意に転帰不良例が多かった ($p=0.0243$).

3. EVTの有用性

MT群とR群の、年齢などのSVS発症までの諸要素に差はなく (Table 3)、脳梗塞の合併率は64.3%と50.0%とほぼ同様であった。mRSの平均値は、MT群の2.96に対しR群は2.18と低い傾向があったが、Mann-Whitney検定では有意差はなかった ($p=0.1503$)。しかし、mRS 2点と3点の間で転帰良好・不良例に分けて χ^2 検定を行うと、R群の転帰が有意に良好であった ($p=0.0472$)。

4. EVTのタイミング

SVSの診断からEVTsまでの時間は1時間半から72時間で、平均16.3時間であった。mRS 0~2点の転帰良好例では平均12.2時間で、3~6点の転帰不良例では21.8時間で、前者が短い傾向があったが、有意差はなかった ($p=0.138$)。IVR群を、6時間未満16例、6時間以上24時間未満19例、24時間以降11例の3群に分けて脳梗塞合併率と転帰を比較した (Fig. 2)。脳梗塞の合併率・転帰不良となる確率は、EVTsまでの時間が長い例で高くなる傾向があり、6時間未満の施行例は24時間以降の施行例よりも有意に低かった ($p=0.341$ と 0.0187)。

考 察

過去の多くの文献でSVSに対するPTAの有用性が報告されてきており、組織病理学的研究もこれを支持している¹⁰⁾²⁴⁾。しかし、血管造影上の改善が約90%の例で得られるのに対して、神経症状が改善するのは60~70%に過ぎず、両者の間には相当の差異がある⁷⁾⁸⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²⁰⁾。この差異を生じる要因としては、①SVSによる虚血性侵襲に対する脳の耐性、②PTAの対象とならない細血管や末梢血管の攣縮の有無やその程度²⁴⁾、③SVSの発症からPTAまでの時間などが挙げられる。一方、IAPの有用性については論議のあるところであるが⁴⁾⁶⁾¹²⁾¹⁴⁾¹⁷⁾²⁰⁾、PTAの対象にならない末梢部や穿通枝に対しては、血管拡張作用を有する薬剤の局所投与しか選択肢がないのが現状であり、両者は相互に補完的な関係にあると考えられるので、両者を合わせてEVTsとして扱った。

血管造影上の血管攣縮の頻度がSVSよりも高いことはよく知られており⁹⁾¹⁵⁾、症候性になるか否かは、血管攣縮の範囲や程度他に、虚血性侵襲に対する脳の耐性が関与すると考えられ、症候性になることはある意味で脳の代償能の破綻を意味すると考えられる。Higashidaら⁸⁾やZubkovら²³⁾は、SVSに対するPTA後の神経症状の回復はHunt and Hess grade、すなわちクモ膜下出血(SAH)による侵襲の程度がその後の合併症であるSVS

からの回復に影響することを示唆している。SVS前の脳の状態、虚血に対する耐性は、SAHのみならず動脈瘤治療も関与すると考え、SVS発症前の神経症状の評価を行い転帰と比較したところ、統計学的な有意差は得られなかったものの相関する傾向がみられた。

一方、SVSの重症度の判定には、これまで血行動態の評価、すなわちTCDや脳血流量、定量的なDSA⁵⁾⁶⁾¹⁷⁾²²⁾などが報告されてきており、特にTCDによる評価が確立されている。しかし、これらの指標はあくまで一要素による評価であり、総和的に神経症状を評価することがSVSの重症度判定においてより適切であると考えられる。神経症状を数値化・定量化するにあたって、SVSが急性脳虚血であることから、脳虚血急性期の評価法として確立されているNIHSSを今回採用した。NIHSSは検者による差異が少なく、比較的簡単に使用でき、特別な機器が不要であるという利点があり、その正確さには一定の評価がある³⁾¹³⁾²¹⁾。今回の検討では、SVS発症時のNIHSS scoreは、内科的治療例およびEVTs施行例の両群で有意に脳梗塞の合併や転帰と相関した。

今回の検討はrandomized studyではないので、厳密にはEVTsの有用性の検証はできないが、EVTs導入前の保存的治療群よりもEVTs導入後の症例の転帰が良い傾向があり、適切なEVTsの適用の必要性が示唆された。EVTsの適用については、無症候性の血管攣縮に対しても予防的にPTAを行うという報告もあるが¹²⁾、SVSの自然緩解もしくは保存的治療での改善がみられる例が半数近く認められること、EVTsの有用性がEBMとして確立されていないことやEVTsに合併症の危険性⁶⁾⁸⁾¹²⁾¹⁴⁾があることから、何らかの基準が必要である。PTA適用の患者選択の基準として、TCDの中大脳動脈(MCA)流速値による判断が推奨されているが⁵⁾⁶⁾、前述した理由で神経症状による判断のほうが的確ではないかと考えられる。保存的治療ではNIHSS scoreが13点以上で有意に転帰不良であったが、NIHSS scoreと転帰をplotしたFig. 1からは、安全策として10点以上の症例には積極的にEVTsを適用するべきであると考えられる。すなわち、SVS診断時にNIHSS scoreが10点以上の例や経過中に10点以上になった例では、EVTsの適用が好ましいと思われる。

SVSに対するEVTsの適用のタイミングについては、転帰とは相関しないという報告¹⁾がある一方、SVS発症から早期の適用、すなわち2~3時間以内²⁾、12~18時間以内⁶⁾や24時間以内⁸⁾が好ましいという報告もある。今回の検討では6時間以内の適用が好ましく、時間経過とともに転帰不良例が増える傾向があったこと、EVTs

を施行できなかった症例の中には診断から6時間以内に広範な梗塞巣が完成した例が存在することから、速やかな適用が重要である。Eskridge ら⁵⁾のEVTs適用の範疇の中に、最大限の保存的治療により症状が改善しないことが条件になっているが、保存的治療による経過観察が時間を浪費し、“therapeutic window”を逸する危険性を孕んだ症例が存在することは間違いないと考えられる。今回の検討からは、保存的治療では危険性が高く、速やかなEVTsの適用が必要な症例を選択するうえでNIHSSによる評価が有用であると考えられ、SVS診断時のNIHSS score10点以上の症例がこれに該当すると考察された。

SVSに対するEVTsの適用の判断において、神経症状、すなわち機能的な評価が重要なことは前述してきたとおりであるが、形態的な評価が必須であることはいくつもない。EVTsの適用については、DWIによる脳梗塞の除外とMRAでの血管攣縮の証明が有用であり、NIHSS scoreの悪化時にはMRI/MRAを可及的速やかに施行する必要があると考える。ただし、MRAでは血腫の影響で血管径の診断が不正確になる場合があるので、3D-CTAの併用も考慮するべきである。

結 語

今回の検討で、SVSの重症度評価におけるNIHSSの有用性を示した。EVTsの適用に際してはNIHSSによる評価が有用であり、SVS診断時に10点以上もしくは経過中に10点以上になる症例では速やかな、6時間以内のEVTsの施行が肝要である。

文 献

- 1) Bejjani GK, Bank WO, Olan WJ, Sekher LN: The efficacy and safety of angioplasty for cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* **42**: 979-987, 1998.
- 2) Brothers MF, Holgate RC: Intracranial angioplasty for treatment of vasospasm after subarachnoid hemorrhage: Technique and modifications to improve branch access. *AJNR Am J Neuroradiol* **11**: 239-247, 1990.
- 3) Brott T, Adams HP, Olinger CP, Marler JR, Barsan WG, Biller J, Spilker J, Holleran R, Eberle R, Hertzberg V, Rorick M, Moomaw CJ, Walker M: Measurements of acute cerebral infarction: A clinical examination scale. *Stroke* **20**: 864-870, 1989.
- 4) Clouston JE, Numaguchi Y, Zoarski GH, Aldrich EF, Simard JM, Zitnay KM: Intraarterial papaverine infusion for cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *AJNR Am J Neuroradiol* **16**: 27-38, 1995.
- 5) Eskridge JM, Newell DW, Winn HR: Endovascular treatment of vasospasm. *Neurosurg Clin N Am* **5**: 437-447, 1994.
- 6) Eskridge JM, Song JK: A practical approach to the treatment of vasospasm. *AJNR Am J Neuroradiol* **18**: 1653-1660, 1997.
- 7) Fujii Y, Takahashi A, Yoshimoto T: Effect of balloon angioplasty on high grade symptomatic vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *Neurosurg Rev* **18**: 7-13, 1995.
- 8) Higashida RT, Halbach VV, Dowd CF, Dormandy B, Bell J, Hieshima GB: Intravascular balloon dilatation therapy for intracranial arterial vasospasm: Patient selection, technique, and clinical results. *Neurosurg Rev* **15**: 89-95, 1992.
- 9) Hoh BL, Topcuoglu MA, Singhal AB, Pryor JC, Ravinov JD, Rordorf GA, Carter BS, Ogilvy CS: Effect of clipping, craniotomy, or intravascular coiling on cerebral vasospasm and patient outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* **55**: 779-789, 2004.
- 10) Honma Y, Fujiwara T, Irie K, Ohkawa M, Nagao S: Morphological changes in human cerebral arteries after percutaneous transluminal angioplasty for vasospasm caused by subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* **36**: 1073-1081, 1995.
- 11) Kassell NF, Torner JC, Haley EC, Jane JA, Adams HP, Kongable GL: The international cooperative study on the timing of aneurysmal surgery. Part 1: Overall management results. *J Neurosurg* **73**: 18-36, 1990.
- 12) Katoh H, Shima K, Shimizu A, Takiguchi H, Miyazawa T, Umezawa H, Nawashiro H, Ishihara S, Kaji T, Makita K, Tsuchiya K: Clinical evaluation of the effect of percutaneous transluminal angioplasty and intra-arterial papaverine infusion for the treatment of vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurol Res* **21**: 195-203, 1999.
- 13) Lyden PD, Lu M, Levine SR, Brott TG, Broderick J: A modified National Institutes of Health Stroke Scale for use in stroke clinical trials.: Preliminary reliability and validity. *Stroke* **32**: 1310-1317, 2001.
- 14) Mathis JM, Jesen ME, Dion JE: Technical considerations on intra-arterial papaverine hydrochloride for cerebral vasospasm. *Neuroradiology* **39**: 90-98, 1997.
- 15) Mayberg MR: Intracranial arterial spasm. in Wilkins RH, Rengachary SS (eds): *Neurosurgery 2nd ed, vol. II*. New York, McGraw-hill, 1996, p.2254.
- 16) Newell DW, Eskridge JM, Mayberg MR, Grady MS, Winn HR: Angioplasty for the treatment of symptomatic vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* **71**: 654-660, 1989.
- 17) Oskourian RJ, Martin NA, Lee JH, Glenn TC, Guthrie D, Gonzalez NR, Afari A, Vinuela F: Multimodal quantitation of the effects of endovascular therapy for vasospasm on cerebral blood flow, transcranial doppler ultrasonographic velocities, and cerebral artery diameters. *Neurosurgery* **51**: 30-43, 2002.
- 18) Takagi R, Hayashi H, Kobayashi H, Kumazaki T, Isayama K, Ikeda Y, Teramoto A: Three-dimensional CT angiography of intracranial vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *Neuroradiology* **40**: 631-635, 1998.
- 19) Tamatani S, Sasaki O, Takeuchi S, Fujii Y, Koike T, Tanaka R: Detection of delayed cerebral vasospasm, after rupture of intracranial aneurysms, by magnetic resonance angiography. *Neurosurg* **40**: 748-754, 1997.

- 20) Terada T, Kinoshita Y, Yokote H, Tsuura M, Nakai K, Itakura T, Hyotani G, Kuriyama T, Naka Y, Kido T: The effect of endovascular therapy for arterial spasm, its limitation and pitfalls. *Acta Neurochir (Wien)* **139**: 227-234, 1997.
- 21) Tong DC, Yenari MA, Albers GW, O'Brien M, Marks MP, Moseley ME: Correlation of perfusion-and diffusion-weighted MRI with NIHSS score in acute (<6.5 hour) ischemic stroke. *Neurology* **50**: 864-870, 1998.
- 22) Touho H: Hemodynamic evaluation with dynamic DSA during the treatment of cerebral vasospasm: A retrospective study. *Surg Neurol* **44**: 63-74, 1995.
- 23) Zubkov YN, Alexander LF, Smith RR, Benashvili GM, Semenyutin V, Bernanke D: Angioplasty of vasospasm: Is it reasonable? *Neurol Res* **16**: 9-11, 1994.
- 24) Zubkov AY, Lewis AI, Scalzo D, Bernanke DH, Harkey HL: Morphological changes after percutaneous transluminal angioplasty. *Surg Neurol* **51**: 399-403, 1999.

要 旨

クモ膜下出血後の脳血管攣縮の評価と血管内治療

山崎 信吾 橋本 邦雄 河野 能久
芳村 雅隆 山本 崇裕 原 睦也

破裂動脈瘤急性期治療後の症候性血管攣縮 (SVS) の重症度評価における NIHSS の有用性と、これに基づいた血管内治療 (EVTs) の適用を検討した。SVS 症例 94 例のうち、EVTs 導入前の 28 例と、導入後の 66 例中 EVTs 施行例 46 例で SVS 発症前および診断時の NIHSS score と脳梗塞の合併率・転帰を比較、さらに EVTs 施行タイミングを検討した。全群で SVS 発症前の NIHSS score は脳梗塞合併率や転帰と有意に相関しなかったが、SVS 診断時の NIHSS score は有意に相関した。また、EVTs 導入後の転帰が導入前よりも良好な傾向があり、6 時間以内の EVTs 施行例で転帰が良好であった。本検討は、SVS 評価や EVTs 適応患者の選択における NIHSS の有用性、さらには速やかな EVTs 施行の有効性を示した。

脳外誌 15 : 450-456, 2006