

〈特集:脳血管攣縮の病態と治療〉

Transcranial doppler と Diamox[®] 負荷 ¹²³I-IMP SPECT を用いた脳動脈瘤破裂後の脳血管攣縮 と脳虚血域の出現予知に関する検討

伊東民雄、中川原譲二、武田利兵衛、和田啓二
岡田好生、下道正幸、高梨正美、片岡丈人
中村順一、末松克美*

Evaluation of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage using
Transcranial Doppler, and ¹²³I-IMP SPECT with Diamox[®]

Tamio ITOH, Jyoji NAKAGAWARA, Rihei TAKEDA, Keiji WADA
Yoshio OKADA, Masayuki SHITAMICHI, Masami TAKANASHI, Taketo KATAOKA
Jun-ichi NAKAMURA, Katsumi SUEMATSU*

Department of Neurosurgery, Nakamura Memorial Hospital, Sapporo, Japan and
*Hokkaido Brain Research Foundation, Sapporo, Japan.

Summary : Intracranial hemodynamics after subarachnoid hemorrhage were evaluated by Transcranial Doppler (TCD) and Diamox[®] activated ¹²³I-IMP SPECT in 19 patients with ruptured cerebral aneurysms. The increased value of MCA mean flow velocity in TCD was significantly corresponded to the severity of clinical condition caused by vasospasm, and the decreased cerebral vasodilatory capacities were detected by Diamox[®] activated ¹²³I-IMP SPECT in the cases which were predicted cerebral vasospasm by TCD. Although, in most cases, TCD predicts the occurrence of ischemic symptoms due to vasospasm, only in one instance which vasospasm occurred mainly in M₂ segment of MCA, flow velocity remains normal while Diamox[®] activated ¹²³I-IMP SPECT shows decreased cerebral vasodilatory capacity. Based on these results, it is concluded that TCD is useful for predicting the occurrence and remission of vasospasm, but pitfall exists in cases which vasospasm involve mainly distal MCA territory. Even in those cases, Diamox[®] activated ¹²³I-IMP SPECT is helpful for predicting the regional cerebral ischemia due to vasospasm.

Key words :

- cerebral aneurysm
- vasospasm
- Transcranial Doppler
- SPECT

1. はじめに

1982年、Aaslid らが開発した Transcranial doppler (TCD) により頭蓋内主要血管の血流速度が非侵襲的に測定可能となった¹⁾。特にクモ膜下出血後の血管攣縮の time course を確認する方法として、非侵襲的で反復使

用可能な TCD の臨床的有用性が報告されてきている。

また脳血管攣縮による局所脳虚血域の出現に関しては Diamox[®] 負荷 ¹²³I-IMP SPECT により評価可能であることが報告されている。

今回我々は、脳動脈瘤破裂後の脳血管攣縮の程度及びその循環動態を評価するために、TCD を用いて脳血流

速度の経時的变化を、また Diamox® 負荷 ¹²³I-IMP SPECT を用いて局所脳血管拡張能の経時的变化を検討し、モニターとしての両者併用による有用性を報告する。

2. 対象・方法

対象は破裂脳動脈瘤19例。男性6例、女性13例で、年齢は37歳より76歳、平均52歳であった。また動脈瘤の部位は、MCA 9例、Acom 4例、ICA 3例、A₂A₃ 2例、VA 1例であった (Table. 1)。TCD は TC2-64 (西独 EME 社製) を用い両側中大脳動脈の血流速度を経時的に測定した。Diamox® 負荷 ¹²³I-IMP SPECT は原則として第7、14、28病日に施行した。SPECT 装置は HEAD-TOME SET 031 を用い、IMP 静注 5 - 10分前に Diamox® 1000mg を静注し、IMP 6mCi 静注10分後に early image を、5時間後に delayed image を得、局所脳血管拡張能の障害の程度を以下のように分類した。すなわち、脳虚血域が early image で軽度の低集積域、delayed image でほぼ完全な再分布が認められるものを軽度障害 Grade I、early image で中等度の低集積域、delayed image で不完全再分布を認めるものを中等度障害 Grade II、early image で高度の低集積域、delayed image でさらに不完全な再分布を認めるものを高度障害 Grade III とした⁷⁾。

3. 結果

Table 1 の如く TCD による MCA maximum velocity は最低56cm/sから最高198cm/sであった。以下代表例を提示する。

(1) TCD, SPECT 所見の一致した症例

〈症例1〉52歳、女性。H&K Gr. III にて発症した破裂中大脳動脈瘤の症例である (Fig. 1a)。CT 上、Day 10 に vasospasm による LDA が rt frontal に出現したが、左片麻痺は一過性で ADL I にて退院した (Fig. 1b)。グラフ縦軸は中大脳動脈平均速度を示すが、脳血管攣縮の出現により血流速度の上昇が認められ、寛解により正

Fig. 1a Case 1 : fifty two years old female.
Rt. MCA AN (H & K, Grade III)

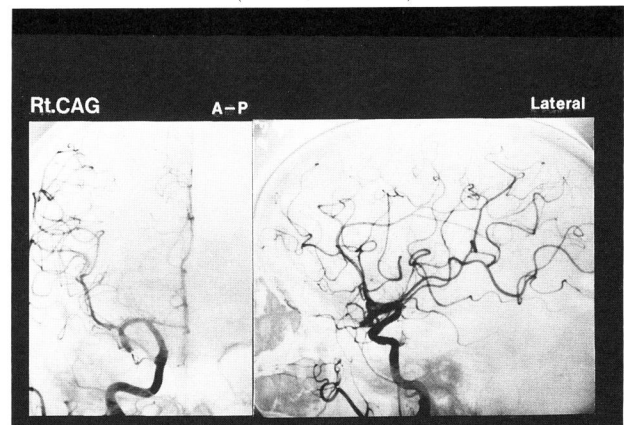
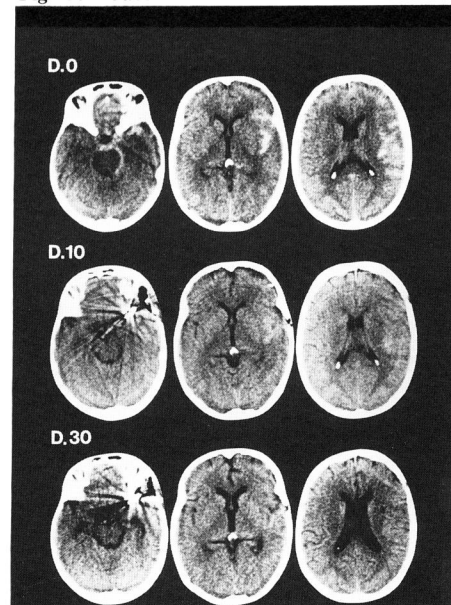


Table 1 Clinical summary of 19 patients with ruptured cerebral aneurysms

Case NO.	Age Sex	Site of AN	H&K Factor	Maximum Velocity	¹²³ I-IMP SPECT 1W	¹²³ I-IMP SPECT 2W	DIND	ADL (3M)
1.	53F	Rt.MCA	II 2	150	II	I	+	I
2.	49F	Lt.MCA	II 3	152	I	I	+	I
3.	74M	Rt.ICA	II 2	110	I	I	-	I
4.	44M	Rt.MCA	II 2	106	I	I	-	I
5.	47F	Rt.ICA	II 2	94	I	I	-	I
6.	51F	A-com	III 3	142	II	I	+	I
7.	50F	Rt.ICA	II 2	108	I	II	+	I
8.	37M	Lt.MCA	II 4	122	II	I	-	II
9.	55F	Lt.MCA	II 4	114	II	II	+	II
10.	47F	Lt.VA	IV 4	146	I	II	+	II
11.	42F	Rt.AsAs	III 4	114	I	I	+	II
12.	76F	A-com	III 3	96	I	I	-	II
13.	48M	A-com	IV 4	138	II	I	+	II
14.	49M	Rt.MCA	IV 3	198	II	I	++	II
15.	64M	A-com	IV 3	72	I	I	-	II
16.	48F	Rt.MCA	IV 4	156	I	I	++	IV
17.	57F	Rt.MCA	V 4	132	II	I	++	IV
18.	44F	Lt.AsAs	III 2	180	II		++	V
19.	51F	Lt.MCA	IV 3	198			++	V (rebleeding)

Fig. 1b Case 1 : serial CT scans



常化している。血流速度はクモ膜下出血の強い右側が左側より明らかに上昇していた。Day 8 - 12 にかけて一過性の左片麻痺を呈したが、症状の出現する前の Day 6 にはすでに血流速度は亢進していた (Fig. 1c)。¹²³I-IMP SPECT では血流速度のピークに一致して局所脳血管拡張能が中等度に障害され、血流速度の正常化により Day 15 には回復が認められた (Fig. 1d)。

〈症例18〉 44歳、女性。H&K Gr. III にて発症した破裂左前大脳動脈瘤 (A₂A₃) で、Day15 に severe vasospasm にて死亡した症例である (Fig. 2a)。CT 上、Day 11 に spasm による LDA が rt. ACA, MCA 領域に出現、Day 14 には lt. ACA 領域に出血性梗塞と思われる HDA が出現した (Fig. 2b)。臨床症状、CT 所見の経過と一致して、始めに右側、遅れて左側の血流速度の上昇を認め共に最高は、150cm/sを超えていた。しかも症状の出現する前にすでに血流速度の亢進を示していた (Fig. 2c)。IMP-SPECT では Day 9 に bil. ACA, rt. MCA 領域

Fig. 2a Case 18 : forty four years old female.
Lt. A₂A₃ AN (H & K. Grade III)

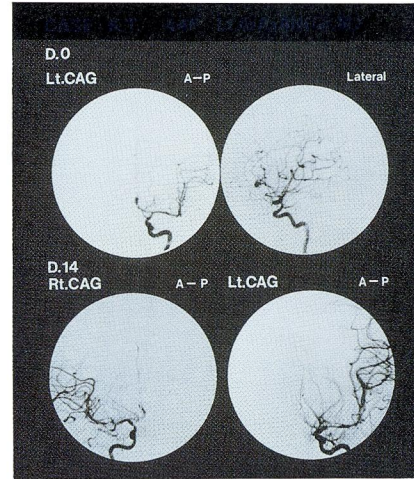


Fig. 2b Case 18 : serial CT scans

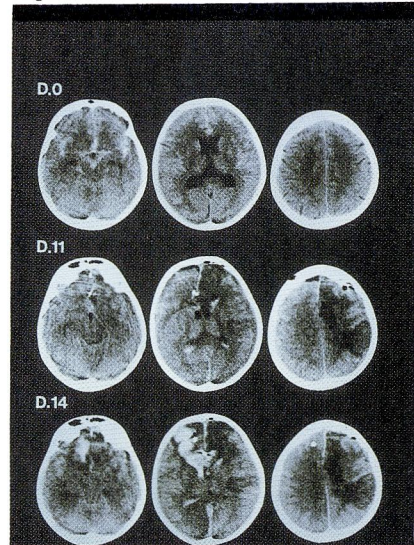


Fig. 1c Case 1 : time course of MCA mean velocity

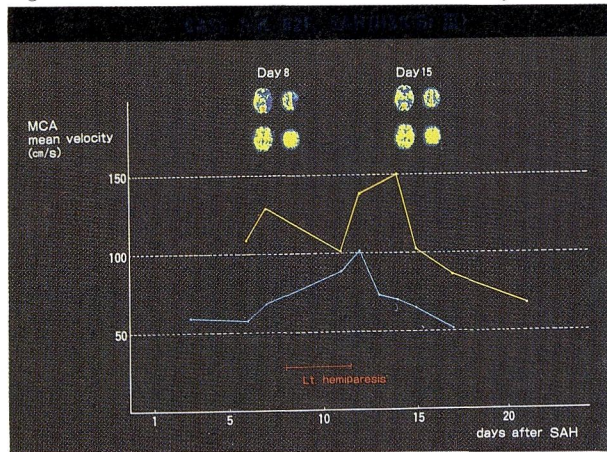


Fig. 1d Case 1 : serial ¹²³I-IMP SPECT studies

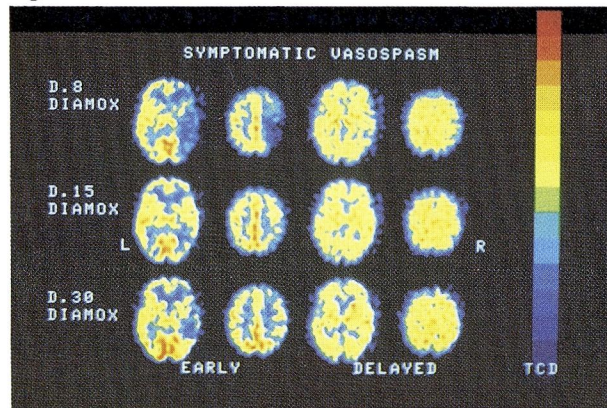
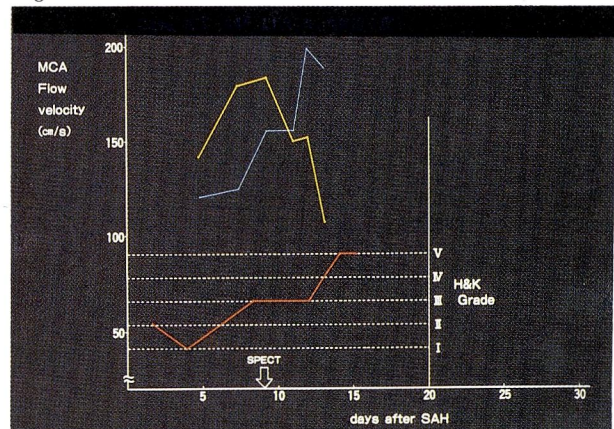


Fig. 2c Case 18 : time course of MCA mean velocity



の局所脳血管拡張能の障害が認められ、同部の脳虚血状態が捉えられた (Fig. 2d)。

Table 2 は、破裂脳動脈瘤19例において MCA maximum velocity と vasospasm による症状との関係を示したものである。横軸 spasm+は一過性に意識障害、麻痺、失語症等が出現するが正常に回復したもの、spasm ++はこれら症状を恒久的に残したものとすると、両者には統計的に有意差が認められた。特に、最高値が150cm/s以上の血流速度を示したものは麻痺等を残し機能的予後不良であった。

(2) TCD の pitfall とと思われる症例

以上は TCD, SPECT 所見がほぼ一致した代表症例であるが、TCD の pitfall として、M₂以降末梢の血管攣縮による神経症状を呈した症例を提示する。

〈症例7〉50歳、女性。H&K Gr. IIIにて発症した破裂右内頸動脈瘤の症例であるが、Day 14より左片麻痺を呈し、Day 19のRt. CAGではM₂ distalにvasospasm

を認めた (Fig. 3a)。CTでは、Day 19にてrt. parietalにvasospasmによるLDAを認めた (Fig. 3b)。左片麻痺を呈したDay 14ではむしろ血管速度が低下しており、TCDと臨床症状とのdiscrepancyが認められた (Fig. 3c)。しかしIMP-SPECTにおいて、左片麻痺

Fig. 2d Case 18 : ¹²³I-IMP SPECT studies

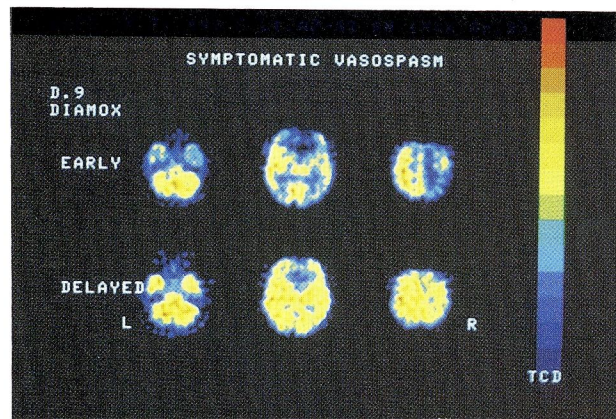


Table 2 Relationship between maximum of MCA mean velocity and severity of vasospasm

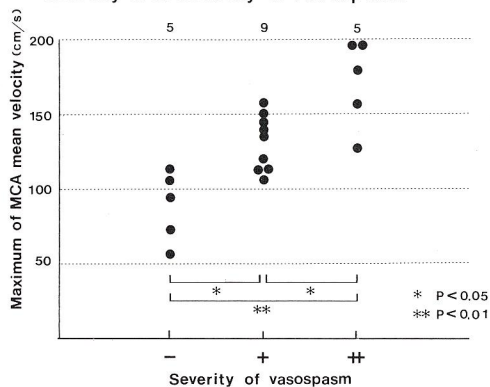


Fig. 3a Case 7 : fifty years old female. Rt. ICA AN (H & K Grade III)



Fig. 3b Case 7 : serial CT scans

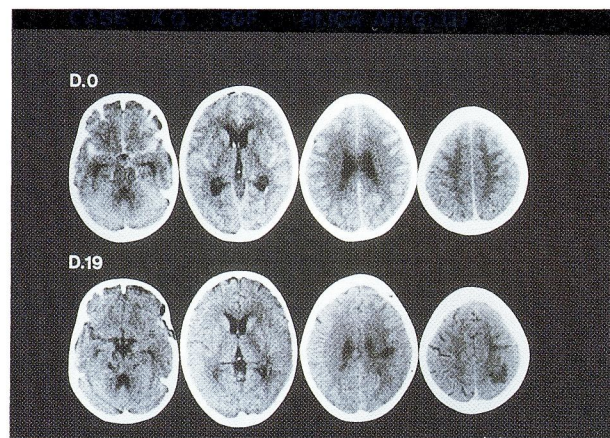
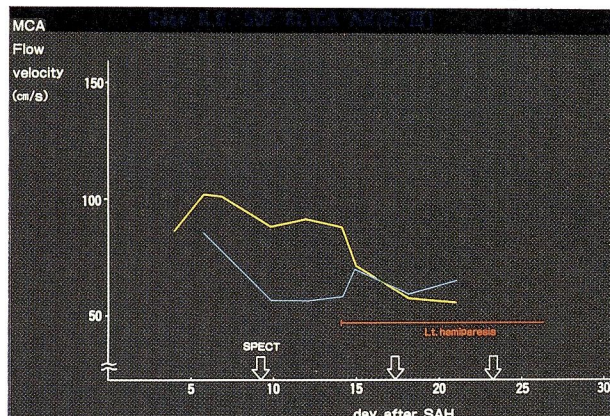
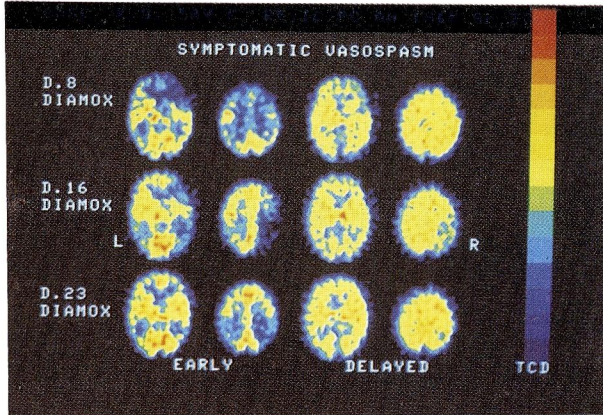


Fig. 3c Case 7 : time course of MCA mean velocity



の出現してきた Day 16 では Day 8 よりも局所脳血管拡張能の障害が強く臨床経過と一致していた (Fig. 3d)。この症例のように、TCD では M₁ の血流速度の評価に限られるため、M₂ distal の血管攣縮では脳虚血の予測が十分できないことに注意すべきである。

Fig. 3d Case 7 : serial ¹²³I-IMP SPECT studies



4. 考 察

1982年 Aaslid らにより頭蓋内血管の血流速度信号を非侵襲的に反復して検出する Transcranial doppler (TCD) が開発され、虚血性脳血管障害、クモ膜下出血後の血管攣縮などの診断に応用されている²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。脳血管攣縮の血行動態は狭窄と同様で血流速度が亢進するが遠位部では低下する。Aaslid らによると、狭窄の程度と流速の亢進の程度とは極めてよく相関しており、しかも臨床症状の発現に先行して流速の亢進が認められる³⁾。彼らは MCA の血流速度が140-200cm/sを moderate spasm、200cm/s 以上を severe spasm とし、120-140cm/sは noncritical な状態で梗塞を生ずるに至らないが、200cm/sを梗塞発生への critical level としている。また京井らは、MCA 150cm/s, ACA100cm/s を虚血症状発現の、MCA 170cm/s, ACA 130cm/s を梗塞巣発生の基準値であるとしている⁶⁾。我々の症例においてもほぼ同様の結果が得られたが、症例7のように M₂ distal の血管攣縮では脳虚血の予測が十分できないことがありその判読には注意を要すると思われる。また、虚血症状の出現には血管攣縮の程度、すなわち TCD により捉えられる血流速度だけでなく、動脈硬化の程度や ICP、血圧の変動による脳灌流圧の低下が大きな影響を及ぼしていると考えられる。すなわち、TCD によりベッドサイドで常

に血流速度の変化をモニターするとともに Diamox[®] 負荷 ¹²³I-IMP-SPECT により局所脳血管拡張能を評価し、脳虚血の出現領域とその重症度を捉えることが有用と考えられる。以上より現時点では、TCD にて MCA mean velocity 100-150cm/s または Diamox 負荷 ¹²³I-IMP-SPECT にて局所脳血管拡張能の中等度以上の障害が認められた症例については脳血管攣縮による脳虚血が進んでいるものと考え速やかな対応が必要である。

5. まとめ

1. 破裂脳動脈瘤19例において、Transcranial doppler (TCD) と Diamox[®] 負荷 ¹²³I-IMP SPECT を用いて脳血管攣縮 (VS) と脳虚血域の出現予知に関して検討した。
2. TCD では VS の出現により血流速度の上昇が認められ VS の寛解により血流速度が正常化し、VS の出現及び寛解の予知が可能であった。
3. TCD によって VS の出現が予知された症例では、血流速度のピーク時における Diamox[®] 負荷 ¹²³I-IMP SPECT において局所脳血管拡張能の障害が捉えられた。
4. しかし TCD では、中大脳動脈主幹部 (M₁) の血流速度の評価に限られるため、M₂ 以降末梢の攣縮では脳虚血の予測が十分できないことがあり、その判読には注意を要すると思われる。
5. 以上より、TCD は脳動脈瘤破裂後の VS の出現と寛解の予知診断に有用であり、Diamox[®] 負荷 ¹²³I-IMP SPECT は VS による脳虚血域の局所的予知診断に有用と考えられた。

文 献

- 1) Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H : Noninvasive transcranial doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. J Neurosurg 57 : 769 - 774, 1982
- 2) Seiler RW, Grolimund P, Aaslid R et al : Cerebral vasospasm evaluated by transcranial ultrasound correlated with clinical grade and CT - visualized subarachnoid hemorrhage. J Neurosurg 64 : 594 - 600, 1986
- 3) Aaslid R, Huber P, Nornes H : Evaluation of cerebrovascular spasm with transcranial doppler ultrasound. J Neurosurg 60 : 37 - 41, 1984

- 4) Harders AG, Gilsbach JM : Time course of blood velocity changes related to vasospasm in the circle of willis measured by transcranial doppler ultrasound. J Neurosurg 66 : 718 - 728, 1987
- 5) Sekhar L, Wechsler LR, Yonas H et al : Value of transcranial doppler examination in the diagnosis of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage. Neurosurgery 22 : 813 - 821, 1988
- 6) 京井喜久男, 橋本 浩, 徳永英守, 森本哲也, 平松謙一郎, 角田茂, 多田隆興, 内海庄三郎 : 脳血管攣縮発生時の脳血流速度の経時的变化と臨床症状の推移ならびに予後について. 脳外 17 : 21-30, 1989
- 7) 中川原譲二, 武田利兵衛, 小林康雄, 高坂研一, 伊東民雄, 橋本 透, 田中靖通, 中村順一, 末松克美 : ^{123}I -IMP の再分布現象と虚血脳における Delayed image の臨床的意義について. 北海道脳神経疾患研究所医誌 2 卷 : 46-59, 1989