

Title	破裂脳動脈瘤によるくも膜下出血の脳血管撮影
Author(s)	小嶋, 俊一; 山口, 昂一; 上村, 和夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1974, 34(12), p. 880-888
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20154
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

破裂脳動脈瘤によるくも膜下出血の脳血管撮影

秋田県立脳血管研究所放射線科

小嶋 俊一 山口 昂一 上村 和夫

脳神経外科

伊 藤 善 太 郎

(昭和49年7月17日受付)

An Angiographic Study of Subarachnoid Hemorrhage
due to Rupture of AneurysmShunichi Kojima¹⁾ Koichi Yamaguchi¹⁾ Kazuo Uemura¹⁾ and
Zentaro Ito²⁾Division of Radiology¹⁾ and Neurological Surgery²⁾ Research Institute of Brain and
Blood Vessels, Akita, JAPAN.

Research Code No.: 503

Key Words: Cerebral angiography, Subarachnoid hemorrhage, Angiospasm,
Cerebral circulation time

The state of cerebral circulation in subarachnoid hemorrhage, which varies according to the duration from onset, is an important factor in selecting treatment and deciding the timing of surgical intervention. Based on the analyses of 82 serial carotid angiograms which were performed within one month of onset on 65 consecutive patients with ruptured aneurysm (37; aneurysm of the internal carotid artery. 28; aneurysm of the middle cerebral artery.), this paper describes the incidence and its time relationship of angiospasm and other angiographically obtainable informations of circulatory disturbance after subarachnoid hemorrhage. They are summarized as follows.

1) Cerebral angiospasm was most frequent and intense during the second week after onset as shown in Fig. 1 and 2. Although angiography had been performed in 9 cases within 20 hours of onset, angiospastic process could not be found in any of them. Thus, the concept of the early appearance of spasm was not confirmed in our series.

2) Circulation time, as determined by angiography, is an easily obtained indicator of circulatory disturbances. As shown in Table 1, prolongation of the circulation time was noted within 2 days and then during the second week after onset, biphasically. The initial circulatory delay was observed bilaterally in the brain, even if in the cases without any space-taking sign and angiospasm. The later circulatory delay, from the results shown in Fig. 3 and 4, was considered to be associated with marked spasm of the major cerebral arteries to less than 40-50% of those normal caliber.

3) The angiographic findings of cerebral infarction, accompanied by intense angiospasm, was

recognized in 8 cases in all of which the examination was carried out during the second week.

Moreover, some points of clinical and pathophysiological aspect in subarachnoid hemorrhage are discussed herein in detail.

緒 言

破裂脳動脈瘤によるくも膜下出血例に再出血予防を目的とした急性期手術が積極的に試みられている¹⁸⁾¹⁴⁾²²⁾。その際、くも膜下出血に伴う脳循環障害の出現時期とその程度は、治療方法の選択、手術時期の決定、予後判定等にあたり重要な因子になると思われる。脳循環障害の程度はN₂O法¹⁷⁾、¹⁸³Xe-clearance 法¹⁸⁾等により脳血流量を測定することから知りうるが、脳血管連続撮影法による Circulation Time(CT)と ¹⁸³Xe-clearance 法による脳血流量との間には負の相関があることが報告されており⁹⁾、CTを用いて脳循環障害の程度を量的に把握することが可能と思われる。

くも膜下出血例に angiospasm が高頻度に出現することは周知の事実¹⁾⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾だが、その出現時期は報告者によりかなり異っている。また、angiospasm が脳循環動態に及ぼす影響についての見解も一致していない。

我々は、まず、angiospasm の出現頻度およびその程度について時間的経緯をみた。次に、CTを指標にしてくも膜下出血に伴う脳循環障害の経時的变化を検討し、その際、angiospasm が脳循環動態に及ぼす影響についても考察を加えた。我々の調べた範囲では、くも膜下出血に伴う脳硬塞を脳血管撮影上の所見として取り上げ検討した報告は見当らなかつたので、最後にその点についても言及した。

対象及び脳血管連続撮影法

1969年11月から1973年8月までに当院に入院し、発症1カ月以内に術前の脳血管連続撮影を施行した破裂脳動脈瘤65例(内頸動脈瘤37例, 中大脳動脈瘤28例)を対象にした。前交通動脈瘤については病側(動脈瘤の存在側)と健側(動脈瘤の非存在側)の比較の為、今回の検討から除外した。対象65例中53例は40~60才でその年令別構成は従来の報告と大差はない。なお、手術の影響

を考慮し検討対象は術前の血管撮影のみに限定してある。また、12例には術前に最低1回以上の追跡検査を施行している。別に、正常群20例(平均年令53才)を対照として採用した。

脳血管連続撮影法に関しては、一般に行われている方法と異なる点はない。即ち、総頸動脈又は内頸動脈から7~9 ml の造影剤(conray 又は conraxin-L)を自動注入器(CISAL-I)で1秒以内に注入し、初めの4秒を0.5秒間隔、更に4~7秒を1秒間隔のプログラムで撮影した。

検討方法及び結果

1) まず、各脳血管撮影で angiospasm の有無を判定し、angiospasm の出現頻度を経時的に追跡した結果を Fig.1 に示す。angiospasm としては頭蓋内動脈の局所的狭少が明らかに認められ、

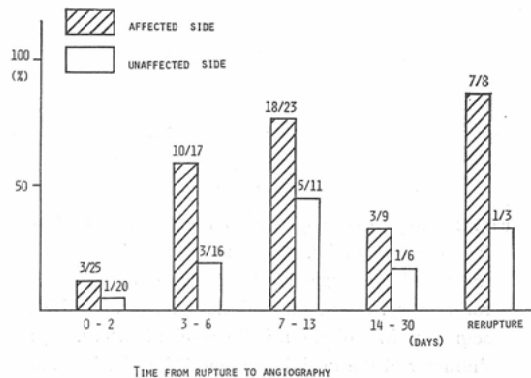


Fig.1 Frequency of angiospasm related to the timing of angiography (No. of angiograms with angiospasm/Total angiograms during each period).

追跡検査で狭少の程度が変化するものを取り上げた。動脈硬化によると思われるもの、頭蓋外内頸動脈も含め全体的に管径が減少した印象を与えるが、局所的狭少を認めないものは除外した。Fig.1のごとく、第1週後半から第2週目にかけて angiospasm の出現頻度が高くなっている。再出血例では8例中7例に angiospasm を認め、最

も高頻度に出現する。しかし、angiospasm を合併した7例中6例では第1回目の発作から4~14日目の最もangiospasmの出現しやすい時期に脳血管撮影が施行されており、再出血例においてもangiospasmの出現には時間的因子が重要と考えられる。

2) 動脈相正面像で内頸動脈 terminal segment (C_1) 及び中大脳動脈 initial segment (M_1) の最狭部管径をX線写真上からノギスを用いて0.1mmまで計測し、その計測値(それぞれ D_{C_1} 及び D_{M_1} とする)を内頸動脈 initial segment (C_5) の管径計測値(D_{C_5})で除した値 (D_{C_1}/D_{C_5} 及び D_{M_1}/D_{C_5}) で angiospasm の程度を評価した。その経時的変化を検討した結果がFig. 2である。angiospasm の

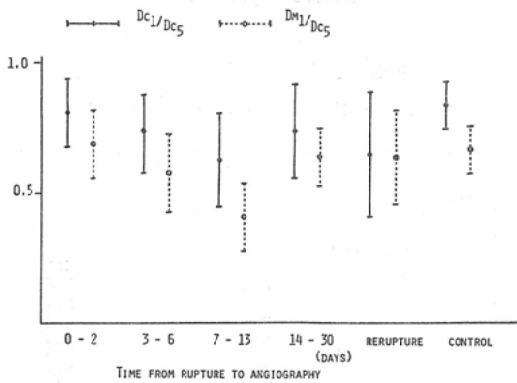


Fig. 2 Degree of angiospasm related to the timing of angiography. (D_{C_1} ; minimal diameter of the terminal segment (C_1) of the internal carotid artery. D_{M_1} ; minimal diameter of the initial segment (M_1) of the middle cerebral artery. D_{C_5} ; diameter of the initial segment (C_5) of the internal carotid artery).

出現頻度と全く同様の経過で、その程度も第2週目に最高になるのが判る。健側では程度はやや軽くなるが、病側とはほぼ同様の経時的変化を示した。

3) CTについては Leeds 及び Taveras¹⁹⁾等の方法に従い Arterial Circulation Time(Art.CT)に関する検討を行った。Siphon 部の造影剤濃度が最高になる時間を基準にとり、中大脳動脈末梢の造影が消失するまでの時間を求め Art. CT とし

た。なお、Art. CT の算出に際し全身麻酔で脳血管撮影を施行した症例は除外してある。Art. CT の経時的变化を検討すると、Table 1のごとく発症2日以内および発症2週目に有意 ($p < 0.01$) の延長をみた。発症2日以内のCT延長は病側及び健側の両側半球に認められたが、発症2週目の延長は病側に限局していた。発症2日以内の病側の脳血管撮影で angiospasm や血腫を認めない16例中7例で Art. CTが3秒を越えており、発症2日以内の循環障害には angiospasm や血腫以外の因子も関与していると考えられた。

Table 1. Arterial circulation time related to the timing of angiography.

days after onset	Affected side		Unaffected side	
	Case No.	Art. CT (sec)	Case No.	Art. CT (sec)
0-2	20	2.8±0.97*	18	2.7±0.69*
3-6	15	2.1±0.68	15	2.1±0.49
7-13	22	3.6±1.08*	11	2.2±0.91
14-30	9	2.4±0.49	4	2.1±0.28
rerupture	6	3.5±0.96	3	2.4±0.26
control	20	1.96±0.48		

* The differences between these and control values are significant at the 1% level by t-test.)

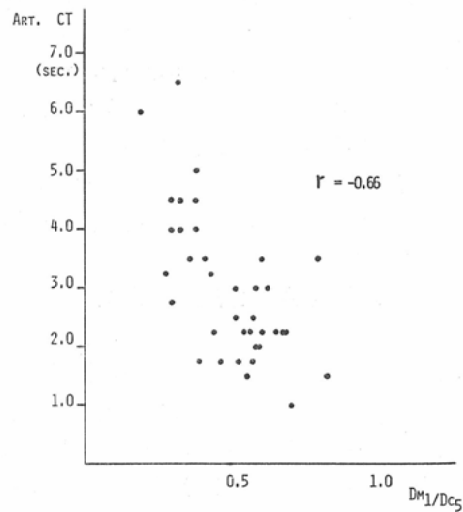


Fig. 3 Correlation between the degree of angiospasm and the arterial circulation time. The correlation coefficient, r , is -0.66 ($p < 0.01$).

4) 発症3～13日目に病側の脳血管撮影を施行された症例について、**angiospasm**と脳循環障害の関連を検討した。上述の方法で求められた Art. CT と DM/DC_0 の関係を調べたところ、その相関係数は -0.66 で有意の相関 ($p < 0.01$) があることが判明した (Fig. 3)。VonRuden 等²⁸⁾は動脈系に狭窄部位が2カ所ある場合、その末梢の血流量はより強い狭窄部位の狭窄度により決定されるこ

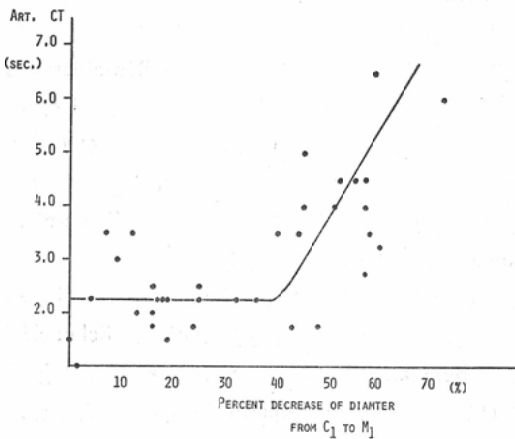


Fig. 4 Relationship between the arterial circulation time and the percent decrease in the diameter of the narrowest portion from the distal internal carotid (C_1) to proximal middle cerebral artery (M_1)

とを報告している。そこで、対照群の管径を100%と仮定し、対照群との比較から C_1 および M_1 における最狭部の管径減少率を推定した。そのうち管径減少率がより大きい方の値と Art. CT の関係を求めた結果が Fig. 4 である。管径減少率が40～50%近くなるまでは Art. CT はほぼ正常値をとるが、管径がそれ以上に減少すると Art. CT も著明に延長する。

5) 最後に血管撮影上脳硬塞所見を呈した症例についてまとめた (Table 2)。脳硬塞所見としては山口らが既に本誌に報告²⁹⁾した基準に従った。くも膜下出血65例中8例に脳硬塞所見を指摘できた。全例 **angiospasm** が最も著明になる発症第2週目に相当し、1例を除いて管径減少率は40%を越えていた。1例のみが前大脳動脈領域の脳硬塞

Table 2. Cases with angiographical signs of cerebral infarction.

Case	Site of Aneurysm	Time of Angiography	Dd (%)	Date of Appearance of Motor Disturbance
Female, 43 y.	MC A	10 days	60	10 days
Female, 62 y.	MC A	8 days	45	1 days
Male, 43 y.	MC A	10 days	54	8 days
Female, 49 y.	I C A	12(1) days	39	11(0) days
Male, 37 y.	I C A	10(3) days	64	7(0) days
Female, 45 y.	I C A	10 days	43	0 doys
Female, 44 y.	I C A	8 days	45	8 days
Male, 42 y.	I C A	8 days	72	7 days

MCA; middle cerebral artery.

ICA; internal carotid artery.

Dd; percent decrease of the diameter at the narrowest portion from C_1 to M_1 .

() ; days from the last bleeding to angiography in cases with multiple subarachnoid hemorrhage.

で、他は Fig. 5 の様な中大脳動脈領域の脳硬塞所見を呈した。8例中7例で中大脳動脈領域における局所的な動脈分枝の循環遅延 (local slowing or stasis), 8例中3例で前および中大脳動脈末梢の retrograde filling を認めた。また、2例では線状体レンズ核動脈が軽度内側偏位を示し、浮腫による space taking sign と思われる造影像を呈した。angiospasm に capillary blush と静脈早期出現像を合併した症例の報告が散見されるが²⁴⁾²⁵⁾、本検討でも同様の所見を呈した1例を経験した。また、臨床症状との対比では、8例中6例で片麻痺等の神経症状と血管撮影上の脳硬塞所見が出現時期を同じくしていた。

考 案

1) angiospasm の出現時期

破裂脳動脈瘤によるくも膜下出血に脳血管撮影を施行した際、40～60%の頻度で **angiospasm** が認められるが、その出現時期は報告者によりかなり異っている。よく引用される Allcock³⁾ 等の報告によれば、発症3日以内、発症4～10日、発症10日以上各時期における **angiospasm** の出現頻度はそれぞれ45%、41%、25%で発症から血管撮影までの時期が短い程、**angiospasm** の出現頻度が高くなる様な印象を与える。また、

duBoulay ら⁷⁾も発症数時間以内では強い *angiospasm* が出現するとしている。しかし、本検討では発症20時間以内に血管撮影を施行された9例には *angiospasm* を認めることができなかつた。最も早期に *angiospasm* を認めた症例でも発症から約21時間経過しており、その程度も追跡検査で確認できる程度の軽微な *angiospasm* であつた。動物実験では動脈穿刺によるくも膜下出血後30分から1時間の経過で *angiospasm* が認められることが知られているが^{5,8)}、発症から約1時間後に血管撮影を施行した症例にも *angiospasm* は認められなかつた。本検討結果 (Fig. 1) が示す様に、くも膜下出血例で *angiospasm* が高頻度に出現するのはむしろ発症第1週後半から第2週目である。また、*angiospasm* の程度も発症直後よりは発症2週目頃に最高になると考えられる (Fig. 2)。くも膜下出血例で中大脳動脈及び内頸動脈の管径を計測した Kågström¹⁶⁾ 及び Bergvall²⁾ らの報告、*angiospasm* の出現頻度について検討した鈴木らの報告²⁷⁾ はいずれも我々の検討結果と同様の経時的変化を示している。

報告者による *angiospasm* の出現時期における相違は、*angiospasm* の定義の仕方等に由来すると思われるが、脳循環障害の原因になるのは管径減少率が40~50%以上の高度の *angiospasm* (Fig. 4) で、主に発症第2週目に集中して出現する。また、従来考えられていた発症直後の *angiospasm* については、その存在を確認できなかつた。

2) CTの経時的変化

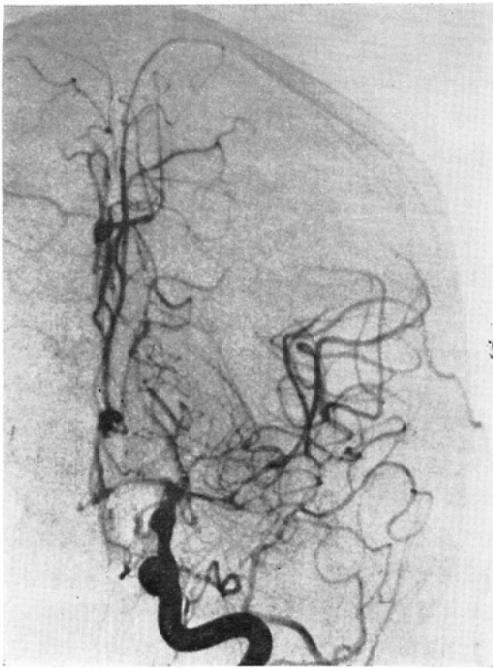
CTとしては Greitz¹¹⁾ による CTpa (Siphon 部の造影剤濃度が最高になる時点から *parietal vein* が最も濃く造影されるまでの時間) が一般的であるが、くも膜下出血に著明な *angiospasm* が合併した場合、静脈像の造影が不良で *parietal vein* の造影剤濃度が最高になる時点を決めるのが困難になる。そこで、今回は Art. CT を検討対象にした。なお、算出可能な例について CTpa を求めその経時的変化を検討した結果、Art. CT と同様の経過をとつた。

脳血液量は正常でも個人差が大きい上にくも膜

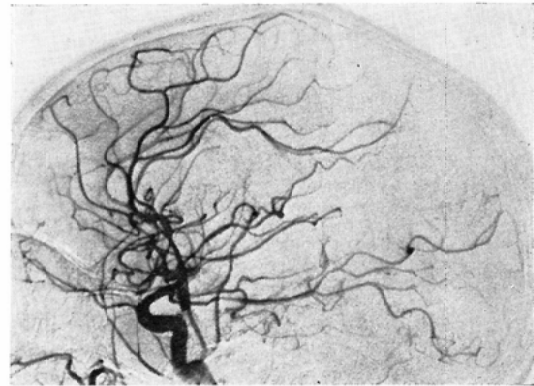
下出血や造影剤の影響で変化する等の理由で、CTと脳血液量の相関に対し否定的意見もある³¹⁾ が、Cronqvist 等の報告⁶⁾ ではある程度の相関が実証されている。我々がくも膜下出血例で ¹³³Xe-clearance 法を用い脳血液量を測定した結果でもほぼ満足すべき相関を得ており、脳血管連続撮影によるCTを指標にして脳循環障害の程度を予測できると考える。

Table 1 に示す様に、くも膜下出血に伴う脳循環障害は発症2日以内と発症2週目に認められ、2相性の経時的変化をとる。これは ¹³³Xe-clearance 法により脳血液量を経時的に追跡した結果²³⁾ と極めてよく一致し、脳血管連続撮影によるCTに注目すれば脳循環障害の経緯についても推定できるとする考え方を裏付ける。しかも上の ¹³³Xe-clearance 法による検討では健側の脳血液量は測定されていないが、我々の検討結果は健側における発症直後の脳血液量減少も予想させる。Schneck²⁴⁾ 及び Bergvall²⁾ らの報告にもある様に発症2週目のCT延長には *angiospasm* が関連すると思われるが、発症直後の循環障害因については定説がない。血腫の関与も考えられるが、発症直後のCT延長例で血腫の合併しない場合もかなりある。一方、くも膜下出血例で脳圧を連続記録した報告²¹⁾ によれば、血腫の存在しない例にも脳圧亢進が認められる様である。脳圧亢進は実質的な灌流圧低下を意味するが、脳圧亢進時には脳血液量が増加するので、それが発症直後におけるCT延長の一因になつているとも考えられる。

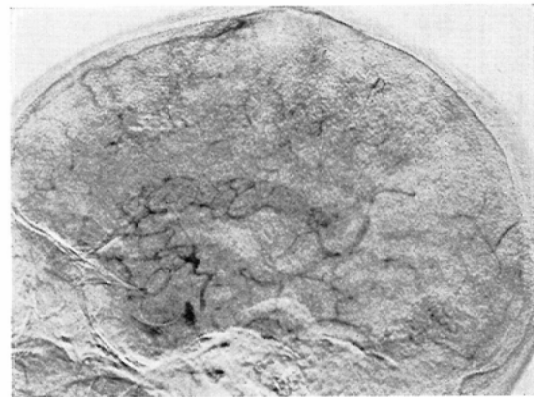
¹³¹I-PAH を用いて脳血液量および脳循環時間を求め、その経時的変化を追跡した結果⁴⁾ では、発症第2週の中頃 (発症11日目) に正常値に回復する様である。この結果から手術施行時期も発症から11日以上経過し、循環障害が回復してからのほうが手術成績は向上することを指摘している。我々の検討結果では第1週後半及び第3週以後に脳循環障害の改善をみるが、第1週後半の手術施行例における予後はむしろ不良で¹⁴⁾²²⁾、脳血液量のみから動脈瘤の手術時期を決めようとする考え方には問題がある。



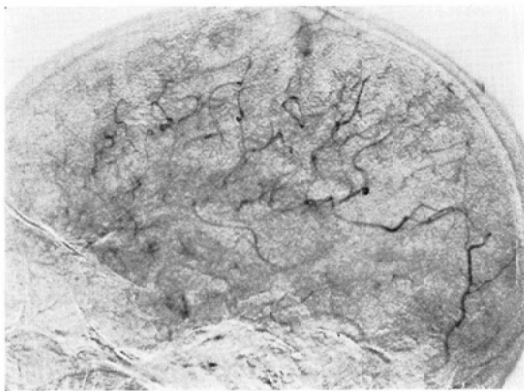
(A)



(B)



(D)



(C)

Fig. 5 Left carotid angiograms at 8 days after onset in 42-year-old-male demonstrate an aneurysm of the internal carotid artery and signs of cerebral infarction.

(A) There is marked angiospasm of the internal carotid at its supraclinoid portion, middle cerebral and anterior cerebral artery. The lenticulostriate arteries are slightly displaced medially. (B), (C) The middle cerebral artery shows slow progress of contrast filling and emptying. (D) A branch of the angular artery remains opacified, while most of the arteries have already emptied completely and the middle cerebral and deep veins are beginning to fill.

3) くも膜下出血に伴う angiospasm と脳循環障害の関連

くも膜下出血例で脳血流量が減少することは多くの報告³⁾¹²⁾¹⁵⁾³¹⁾に見られるが、脳血管撮影にてとらえられる angiospasm と脳循環障害の関連については見解が一致していない。検討に際し、脳圧亢進等の angiospasm 以外の循環障害因子を除外していないこと、angiospasm の程度について十分な考察がなされていないことなどがその理由と考えられる。本検討では、脳圧亢進の影響を除く為、発症2日以内の症例を除外した上で angiospasm と循環障害の関連を分析した。また、angiospasm の程度を量的に評価する目的で、中大脳動脈と内頸動脈の管径を実際に計測した。その結果、Fig. 3に示した様に angiospasm は1つの有力な脳循環障害因子になると考えられた。くも膜下出血による脳血流量減少の原因を血管撮影では描出不能な微小血管の血流抵抗増加に求める考え方もある³⁾が、動物実験でくも膜下出血を惹起し50—100 μ の軟膜動脈を観察した結果³⁰⁾では、脳血流量と細小動脈の管径との間には一定した関係を見ていない。Schneck²⁴⁾等が脳血管撮影と病理組織所見を比較した報告では、angiospasm により管径が60%以上減少した症例に病理上の脳硬塞所見を高頻度に認めている。動物実験では内頸動脈或は中大脳動脈の管径が半分以下に減少した時、脳血流量も著明な低下を示し²⁶⁾、我々の臨床例における検討結果 (Fig. 4) と一致する。一方、動脈硬化により頸部の内頸動脈が狭窄する場合には、狭窄が一定の閾値に達した時に始めて血流量も減少し、器質的狭窄が血流量に及ぼす影響は一定の血行力学的法則に従うものと想像されている²⁰⁾。我々の検討結果 (Fig. 4) は angiospasm も動脈硬化等による器質的狭窄と同様の血行力学的意義をもつことを暗示する。しかし、脳循環系には灌流圧を変化させても脳血流量を一定に保とうとする能力 (autoregulation) が存在すると考えられており、狭窄による脳血流量への影響を検討する際には、それらの脳循環調節機構の障害についても併せて検索する必要がある。

angiospasm により脳循環障害が高度になれば脳硬塞を来し、その脳血管撮影上の表現として local slowing, retrograde filling, space taking sign 等の所見を呈す。くも膜下出血に伴う血管撮影上の脳硬塞所見についてまとめた報告が見当らなかつたので、最後に簡単にふれる。本検討で脳硬塞所見として採用した local slowing が病理組織上の脳硬塞所見に相当するか否かについては議論の余地があると思う。血管撮影上脳硬塞所見としてとり上げられる local slowing は、血管周囲グリア細胞の膨化および血管内皮細胞の bleb 等により末梢小血管が狭窄する為に出現する所見とされている。angiospasm に伴う local slowing は spasm の軽減とともに消失する傾向をもち、むしろ中枢側の太い血管における狭窄が原因になっている印象をうける。しかし高度の angiospasm により極度の乏血を来した場合も、末梢小血管の周囲の細胞に上述の変化を生じ得ると考えられる。また、Schneck ら²⁴⁾の報告によれば、Art. CT が3秒以上の症例12例中9例に病理組織所見で脳硬塞を確認しており、angiospasm に合併した local slowing を血管撮影上の脳硬塞所見として採用してもよいと考えた。

要 約

くも膜下出血急性例における脳循環障害の出現時期は治療方策や手術時期の決定に際し重要な因子になると考えられる。以上の観点から発症1カ月以内に術前の脳血管連続撮影を施行されたくも膜下出血65例 (内頸動脈瘤37例, 中大脳動脈瘤28例) を対象に、angiospasm と脳循環動態の経時的变化を中心に検討を試みた。なお、脳循環障害の程度を表わす指標として、脳血管連続撮影から求められる Arterial Circulation Time を使用した。

1) angiospasm は発症第1週後半から第2週目にかけて高頻度に出現する。発症から20時間以内に脳血管撮影を施行された9例には angiospasm を認めることができなかつた。内頸動脈及び中大脳動脈の管径を計測した値で angiospasm の程度を評価した場合も、出現頻度と殆ど同様の経時

的变化を示した。

2) 脳循環障害は発症2日以内と発症2週目に認められた。発症2日以内の脳循環障害は病側および健側の両側に出現し、**angiospasm** や血腫の合併しない例にも存在した。発症2週目の脳循環障害は**angiospasm** が関与し、**spasm** により管径が40~50%以上減少した例に出現することを示した。血管撮影上脳硬塞所見を呈した症例は8例で全例発症2週目に当り、著明な**angiospasm** を合併していた。

文 献

- 1) Allcock, J.M. and Drake, C.G.: Ruptured intracranial aneurysm—the role of arterial spasm. *J. Neurosurg.* 22 (1965), 21—29.
- 2) Bergvall, V. and Galera, R.: Time relationship between subarachnoid hemorrhage, arterial spasm, changes in cerebral circulation and post-hemorrhagic hydrocephalus. *Acta radiol. Diag.* 9 (1969), 229—237.
- 3) Bergvall, V., Steiner, L. and Forster, D.M.C.: Early pattern of cerebral circulatory disturbance following subarachnoid hemorrhage. *Neuroradiology* 5 (1973), 24—32.
- 4) Bohn, E. and Hugosson, R.: Results of surgical treatment of 200 consecutive cerebral arterial aneurysms. *Acta Neurol. Scandinav.* 46 (1970), 43—52.
- 5) Brawley, B.W., Standness, D.E. Jr. and Kelly, W.A.: The biphasic response of cerebral vasospasm in experimental subarachnoid hemorrhage. *J. Neurosurg.* 28 (1968), 1—8.
- 6) Cronqvist, S. and Greitz, T.: Cerebral circulation time and cerebral blood flow. *Acta radiol. Diag.* 8 (1969), 296—304.
- 7) du Boulay, G.: Distribution of spasm in the intracranial arteries after subarachnoid hemorrhage. *Acta radiol. Diag.* 1 (1963), 257—266.
- 8) Echlin, F.: Experimental vasospasm, acute and chronic, due to blood in the subarachnoid space. *J. Neurosurg.* 35 (1971), 646—656.
- 9) Ecker, A. and Riemenschneider, P.A.: Arteriographic demonstration of spasm of the intracranial arteries (with special reference to saccular arterial aneurysms). *J. Neurosurg.* 8 (1951), 660—667.
- 10) Fletcher, T.M., Taveras, J.M. and Pool, J.L.: Cerebral vasospasm in angiography for intracranial aneurysms—incidence and significance in one hundred consecutive angiograms. *Arch. Neurol.* 1 (1959), 38—47.
- 11) Greitz, T.: A radiologic study of the brain circulation by rapid serial angiography of the carotid artery. *Acta radiol. Suppl. No.* 140, 1956.
- 12) Heilbrun, M.P., Olesen, J. and Lassen, N.A.: Regional cerebral blood flow studies in subarachnoid hemorrhage. *J. Neurosurg.* 37 (1972), 36—45.
- 13) 藤永亮三, 水上公宏, 杜子 威, 神野哲夫: 破裂動脈瘤に対する早期積極的手術の提唱, 脳神経, 24 (1972), 855—859.
- 14) 伊藤善太郎, 松岡 茂, 桜井芳明: 破裂脳動脈瘤急性例における手術時期の選定 脳卒中 1巻1号 掲載予定, 1975.
- 15) James, I.M.: Changes in cerebral blood flow and in systemic arterial pressure following spontaneous subarachnoid hemorrhage. *Clin. Sci.* 35 (1968), 11—22.
- 16) Kågström, E., Greitz, T., Hanson, J. and Galera, R.: Changes in cerebral blood flow after subarachnoid hemorrhage. *Excerpta Med. Intern. Cong. Ser.* 110 (1966), 629—633.
- 17) Kety, S.S. and Schmidt, C.F.: The determination of cerebral blood flow in man by the use of nitrous oxide in low concentrations. *Amer. J. Physiol.* 143 (1945), 53—66.
- 18) Lassen, N.A. and Ingvar, D.H.: The blood flow of the cerebral cortex determined by radioactive krypton 85. *Experientia* 17 (1961), 42—43.
- 19) Leeds, N.E. and Taveras, J.M.: Dynamic factors in diagnosis of supratentorial brain tumors by cerebral angiography. p. 21—36, Saunders Co., U.S.A., 1969.
- 20) May, A.G., Van de Berg, L., DeWeese, J.A. and Rob, C.G.: Critical arterial stenosis. *Surgery* 54 (1963), 250—259.
- 21) Nornes, H. and Magnes, B.: Intracranial pressure in patients with ruptured saccular aneurysm. *J. Neurosurg.* 36 (1972), 537—547.
- 22) 斉藤 勇, 馬杉則彦, 佐野圭司: 脳動脈瘤の早期手術, 第1回脳卒中の外科研究会講演集 (1973), 33—38.
- 23) 桜井芳明, 伊藤善太郎, 松岡 茂, 上村和夫, 川上倅司: くも膜下出血急性例における脳循環動態の経時的変化, 医学のあゆみ, 87 (1973). 74—75.
- 24) Schneck, S.A. and Kricheff, I.I.: Intracranial aneurysm rupture, vasospasm, and infarction.

- Arch. Neurol. 11 (1964), 668—680.
- 25) Simeone, F.A. and Trepper, P.J.: Cerebral vasospasm with infarction. *Stroke* 3 (1972), 449—455.
- 26) Simeone, F.A., Trepper, P.J. and Brown, D.A.: Cerebral blood flow evaluation of prolonged experimental vasospasm. *J. Neurosurg.* 37 (1972), 302—311.
- 27) 鈴木二郎, 高久 晃, 鈴木重晴, 児玉南海雄: 脳動脈瘤直接手術の追跡調査—特に血管収縮との関連について—, *脳神経*, 22 (1970), 1261—1267.
- 28) Von Ruden, W.J., Blaisdell, F.W., Hall, A.D. and Thomas, A.N.: Multiple arterial stenosis—effect on blood flow. *Arch. Surg.* 89 (1964), 307—315.
- 29) 山口昂一, 上村和夫, 高橋 弘: 脳硬塞の脳血管撮影所見—検査時期との関連における検討, *日医放会誌*, 31 (1972), 1090—1099.
- 30) Yamaguchi, T. and Waltz, A.G.: Effects of subarachnoid hemorrhage from puncture of the middle cerebral artery on blood flow and vasculature of the cerebral cortex in the cat. *J. Neurosurg.* 35 (1971), 664—671.
- 31) Zingesser, L.H., Schechter, M.M., Dexter, J., Katzman, R. and Scheinberg, L.C.: Regional cerebral blood flow in patients with subarachnoid hemorrhage. *Acta radiol. Diag.* 9 (1969), 573—588.
-