Infundibular dilatation の成長, 脳動脈瘤化の因子に関する脳血管写上の検討

大熊 洋揮・蛸名 国彦・岩淵 隆

Angiographic Study on Infundibular Dilatation of the Posterior Communicating Artery

Hiroki OHKUMA, Kunihiro EBINA and Takashi IWABUCHI

Department of Neurosurgery, Hirosaki University, Hirosaki, Aomori

Abstract

It is still debatable, whether the infundibular dilatation of the posterior communicating artery (ID) is preaneurysmal or not. Since there have been reports of aneurysms having developed clinically from ID, a proper follow-up or therapy procedures must be considered. In order to know what kind of cases must be followed up and operated on, incidence of ID was investigated on angiograms of 260 patients with cerebral aneurysms over the past 9 years. A statistical analysis of incidence and morphology of ID was performed. The results were as follows: 1) ID was seen in 67 out of 398 carotid angiograms (17%). This is about twice as much as in similar past studies on general neurological cases. 2) In patients with an internal carotid-posterior communicating artery aneurysm, the incidence of ID was much higher ($P<0.05$), and the ratio of round and large ID's was high ($P<0.05$). 3) Small ID's were mainly triangular in shape and large ID's chiefly round ($P<0.01$). 4) In young patients the ratio of large ID's was high ($P<0.05$). 5) In patients with a past history of hypertension, the ratio of large ID's was high ($P<0.05$). 6) In cases which had a well-developed posterior communicating artery, the ratio of round and large ID's was high ($P<0.01$). 7) In cases with a wide angle between the internal carotid artery and posterior communicating artery, the ratio of round and large ID's was high ($P<0.05$). Follow-up and therapy are indicated in cases with the above factors.

Key words: infundibular dilatation, carotid angiography, cerebral aneurysm, hemodynamic stress

I はじめに

後交通動脈がその起始部において拡張を示す場合, 一般に infundibular dilatation of the posterior communicating artery⁸⁾(以下 infundibular dilatation)と呼ばれている。従来, 特に脳動脈瘤との関連から infundibular dilatation に対して多くの検討がなされてきたが, infundibular dilatation が preaneurysmal lesion であるか否かに関してはいまだ議論が多い。しかし, 臨床的には infundibular dilata-

tion から脳動脈瘤への成長例がいくつか報告されており^{1,12,13,17,19,20,22,23)}, その follow-up や治療に関しても問題点が多く残されている。ところが, いかなる症例を重点的に follow-up し, さらに積極的に治療すべきか, その判断根拠となる知見に乏しく, 検討もあまりなされていない。今回我々は, 過去9年間に経験した脳動脈瘤症例を対象に脳血管写上 infundibular dilatation を渉猟し, その出現頻度, 形態に関し多方面からの検討を行い, infundibular dilatation の成長, 動脈瘤化の機序や治療すべき症例に

弘前大学脳神経外科

Address reprint requests to: H. Ohkuma, M.D., Department of Neurosurgery, Hirosaki University, 5 Zaifu-cho, Hirosaki, Aomori 036.

受稿 1984年9月13日 受理 1985年4月3日

ついて若干の知見を得たので報告する。

II 対象および方法

対象は、1974年から1982年までの間に経験した脳動脈瘤319症例に対し施行した514件の頸動脈写(以下CAG)のうち、下記の①・②を除く、すなわち検討に耐えうる260症例、398件のCAGである。①鮮明な側面像の得られなかったCAG、②内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤症例における動脈瘤側CAG。②を除いた理由は、内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤の存在により infundibular dilatation の詳細な形態学的検討が困難と思われたからである。

Infundibular dilatation の脳血管写上の診断基準は Pool and Potts¹⁴⁾に従い、次の4項目を満たすものとした。すなわち、① infundibular dilatation の尖端に後交通動脈を認めること、②最大径が3.0 mm 以下であること、③形が円形または円錐形で嚢状や不整形を呈さないこと、④動脈瘤様の頸部を持たないことである。Infundibular dilatation の形態についてはCAG 側面像で検討を加えた。大きさは、infundibular dilatation の最大径を0.5 mm から3.0 mm まで0.5 mm の精度にて測定し、小型(1.5 mm 以下)、中型(2.0 mm)、大型(2.5 mm 以上)と表現した。また、形状は infundibular dilatation の頂点(infundibular dilatation と後交通動脈のCAG 上の接合点)において infundibular dilatation に接線を引けるか否かにより、接線の得られるものを円形、得られないものを三角形と表現した。

III 結 果

1. Infundibular dilatation の出現頻度

260症例中64例(24.6%)、CAG 398 件中67件(16.8%)に

infundibular dilatation を認めた。また、両側性の infundibular dilatation を3例に認めた。

2. Infundibular dilatation の形態学的検討

得られた67個の infundibular dilatation について大きさと形状の相関性を検討した。小型の infundibular dilatation では三角形を呈することが多く、大きくなるに従い円形が増加する傾向を示した($P < 0.01$, Wilson の順位和検定)(Fig. 1)。

Fig. 1 Relationship between the shape and size of the infundibular dilatation of the posterior communicating artery (ID). ○: ID of round shape, ▲: ID of triangular shape.

Table 1 Age incidence as related to the frequency of the infundibular dilatation of the posterior communicating artery (ID) and its shape and size

Age (year)	No. of cases with ID/ No. of cases (%)	No. of ID/ No. of CAG (%)	Shape and size of ID					
			Round shape			Triangular shape		
			≤1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm ≤	≤1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm ≤
0-29	5/ 13 (38.5)	6/ 22 (27.3)	0	0	2	1	0	3
30-39	5/ 20 (25.0)	6/ 31 (19.4)	0	1	2	1	2	0
40-49	20/ 67 (29.9)	20/101 (19.8)	1	3	3	5	4	4
50-59	21/ 91 (23.1)	22/135 (16.3)	0	4	4	7	4	3
60-	13/ 69 (18.8)	13/109 (11.9)	0	3	4	3	2	1
Subtotal			1	11	15	17	12	11
Total	64/260 (24.6)	67/398 (16.8)	67					

CAG indicates carotid angiography.

Fig. 2 Frequency distribution of ID of large size (2.5 mm ≤) by age.

3. Infundibular dilatation の出現頻度, 形態に影響を与える諸因子

Infundibular dilatation の出現頻度, 形態に影響を与えると思われる以下の諸因子について検討した. 統計学的検定には Fisher の直接確率計算を用いた.

年齢: Table 1 のごとく年齢区分を行い, 検討した. Infundibular dilatation の出現頻度は 0~29 才において CAG 22 件中 6 件 (27.3%) でもっとも高率であったが, 統計学的有意差は認めなかった. 一方, 形態面では大型の infundibular dilatation の占める比率が 0~29 才で 83.3% と他の年代に比し有意に高率であった ($P < 0.05$) (Fig. 2).

性別: Infundibular dilatation の出現頻度は男性 125 例中 33 例 (26.4%), 女性 135 例中 31 例 (23.0%) で, 形態面とともに男女間に有意差を認めなかった (Table 2).

Table 3 Incidence of factors as related to the frequency of ID

Factor	No. of ID/No. of CAG (%)
Site of aneurysm	
IC-PCoMA	11/ 37 (29.7)
The other	56/361 (15.5)
Total	67/398 (16.8)
Hypertension	
+	15/ 87 (17.2)
-	17/ 95 (17.9)
Total	32/182 (17.6)
Arteriosclerosis	
+	16/103 (15.5)
-	16/ 72 (22.2)
Total	32/175 (18.3)
Visualization of PCoMA and PCA	
Type I	20/ 74 (27.0)
Type II	29/113 (25.7)
Type III	18/ 86 (20.9)
Total	67/273 (24.5)
Width of PCoMA (mm)	
≤ 0.5	29/112 (25.9)
1.0	24/ 92 (26.1)
1.5 ≤	14/ 69 (20.3)
Total	67/273 (24.5)
Angle between ICA and PCoMA	
< 90°	12/ 61 (19.7)
90° ≤	15/ 77 (19.5)
Total	27/138 (19.6)

IC-PCoMA indicates internal carotid-posterior communicating artery; PCoMA, posterior communicating artery; PCA, posterior cerebral artery; ICA, internal carotid artery.

原発脳動脈瘤部位: 内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤群 (内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤を伴う多発性脳動脈瘤症例を含む) とその他の脳動脈瘤群に分けて比較した. Infundibular dilatation の出現頻度は内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤群で 29.7% と有意に高率であり ($P < 0.05$) (Table 3), 形態に関しても中型以上, 円形の infundibular dilatation の比率が内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤群で 72.7% と有意

Table 2 Sex incidence as related to the frequency of ID and its shape and size

Sex	No. of cases with ID/ No. of cases (%)	No. of ID/ No. of CAG (%)	Shape and size of ID					
			Round shape			Triangular shape		
			≤ 1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm ≤	≤ 1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm ≤
Male	33/125 (26.4)	34/203 (16.7)	0	5	6	12	7	4
Female	31/135 (23.0)	33/195 (16.9)	1	6	9	5	5	7
Subtotal			1	11	15	17	12	11
Total	64/260 (24.6)	67/398 (16.8)	67

Fig. 3 Frequency distribution of the shape and size of ID according to site of aneurysm. A: Group with internal carotid-posterior communicating artery aneurysm, B: Group with the other aneurysm. : ID of round shape, : ID of triangular shape.

Fig. 4 Frequency distribution of the shape and size of ID according to past history of hypertension. A: Group with no past history of hypertension, B: Group with a past history of hypertension and no therapy for it. : ID of round shape, : ID of triangular shape.

に高率を示した($P < 0.05$)(Fig. 3).

高血圧: 高血圧に関する既往歴を知りえた症例を対象に、高血圧を過去指摘されたことがあり、かつ治療を受けなかったものを高血圧(+)群、高血圧を一度も指摘されたことのないものを高血圧(-)群として比較した。Infundibular dilatation の出現頻度は両群間で有意差を認めなかった(Table 3)が、形態面では大型の infundibular dilatation の比率が高血圧(+)群で41.2%と有意に高率であった($P < 0.05$)(Fig. 4).

脳動脈硬化: CAG 所見から内頸動脈サイフォン部の管腔、管壁の不同・狭窄像を認めるものを脳動脈硬化(+)群、上記所見を認めず、かつ同部の延長、直線化などの所

見をも認めないものを脳動脈硬化(-)群として比較した。Infundibular dilatation の出現頻度、形態面ともに両群間に有意差を認めなかった(Table 3, Fig. 5).

後交通動脈の発達程度: 後交通動脈、後大脳動脈の CAG 上の造影程度により、I 群: 後交通動脈のみ造影されるもの、II 群: 後大脳動脈の近位まで造影されるもの、III 群: 後大脳動脈の末梢まで造影されるものの3群に分けて比較した。Infundibular dilatation の出現頻度は各群間で有意差を認めなかった(Table 3)が、形態面では I 群で小型、三角形の infundibular dilatation が55.0%の高率を示し、III 群では対照的に大型、円形の infundibular dilatation が61.1%と高率を占めた(ともに $P < 0.01$)(Fig. 6).

Fig. 5 Frequency distribution of the shape and size of ID by cerebral arteriosclerosis. A: Group with no angiographical finding of cerebral arteriosclerosis, B: Group with an angiographical finding of cerebral arteriosclerosis. : ID of round shape, : ID of triangular shape.

Fig. 6 Frequency distribution of the shape and size of ID by the visualization of posterior communicating artery (PComA) and posterior cerebral artery (PCA). Type I: Group showing PComA without PCA angiographically, Type II: Group showing PComA and the proximal portion of PCA, Type III: Group showing PComA and PCA fully. : ID of round shape, : ID of triangular shape.

CAG 側面像で後交通動脈の内径を 0.5 mm の精度にて測定し、0.5 mm 以下、1.0 mm、1.5 mm 以上の 3 群に分けて比較した。Infundibular dilatation の出現頻度は各群間で有意差を認めなかった (Table 3) が、形態に関しては 0.5 mm 以下群で小型、三角形の infundibular dilatation が 58.6% の高率を占め、一方 1.5 mm 以上群では大型、円形

の infundibular dilatation が 78.6% と高率を示した (ともに $P < 0.01$) (Fig. 7)。

後交通動脈の分岐角度：CAG 正面像において後交通動脈の起始部を鮮明に確認しえた症例を対象に、内頸動脈と後交通動脈の正面像での分岐角度を測定し、 90° 未満群と 90° 以上群に分けて比較した。Infundibular dilatation の出

Fig. 7 Frequency distribution of the shape and size of ID by the width of PComA. ■: ID of round shape and large size (≥ 2.5 mm), ▨: ID of triangular shape and small size (≤ 1.5 mm).

現頻度は両群間で有意差を認めなかった (Table 3) が、興味深いことに 60° 未満の 15 例では infundibular dilatation を合併したものはなかった。形態に関しては、 90° 未満群で中型以下、三角形の infundibular dilatation が 83.3% の高率を示したのに反し、 90° 以上群では中型以上、円形の infundibular dilatation が 46.7% と高率を示した (ともに $P < 0.05$) (Fig. 8)。

IV 考 察

臨床上 infundibular dilatation に遭遇することはしばしばあり、また過去の報告が示すように一部は内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤へ成長することが事実であるにもかかわらず、その発生機序の解明や未然の発見のための詳細な検討が十分になされてきたとは言いがたい。今回は infundibular dilatation に対する follow-up や治療方針を立てる上で有効な指針となるべき知見を得るため、従来行われてきた infundibular dilatation の出現頻度の検索^{7,8,11,15,21}) に加え、形態面についても詳細な検討を行った。

検索しえた過去の動脈瘤化症例 8 例^{1,12,13,17,19,20,22,23}) につ

Fig. 8 Frequency distribution of the shape and size of ID by the angle between internal carotid artery (ICA) and PComA. ■: ID of round shape and middle or large size (≥ 2.0 mm), ▨: ID of triangular shape and small or middle size (≤ 2.0 mm).

いて分析を加えると、6 例^{1,12,13,17,20,23}) が脳動脈瘤に合併した infundibular dilatation であり、このうち 5 例^{1,12,13,17,23}) が内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤の対側に認められ、さらにうち 2 例^{13,17}) が内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤に対し内頸動脈結紮術を施行した症例である。これらの知見から infundibular dilatation と脳動脈瘤の相関性、特に infundibular dilatation の成長に関し、infundibular dilatation と内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤に共通した局所の組織学的脆弱性や内頸動脈結紮による対側内頸動脈の hemodynamic stress (以下 HS) の増大などの関与が示唆され、興味深い。こうした臨床例での考察を今回の脳血管写上の検討と対比すると、いくつかの共通点に注目させられる。

Infundibular dilatation の出現頻度は、過去の脳動脈瘤以外の一般症例対象の検討^{7,8,15,21}) では 10~15% (対症例数)、5~10% (対 CAG 数) であるのに比し、我々の脳動脈瘤症例においてはそれぞれ 24.6%、16.8% と約 2 倍の高率を示し、infundibular dilatation と脳動脈瘤の発生機序上の

共通性が窺える。さらに、脳動脈瘤の原発部位の検討で内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤の対側に infundibular dilatation の出現頻度が高く、かつ中型以上、円形のものが高率を占めたことは、前述の局所の組織学的脆弱性の存在を示唆するものと思われる。また、若年者例で大型の infundibular dilatation が高率を示し、脳動脈硬化が infundibular dilatation の出現頻度、形態に影響を与えなかったことから、その脆弱性が先天的なものである可能性も推察される。

これらに関連して Edelson ら⁴⁾は、同一家系11人のうち4人に内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤、他の4人に infundibular dilatation (うち2人は両側性)を認めた症例を報告している。加えて、Hassler and Saltzman^{6,7)}は剖検例における infundibular dilatation の組織学的検策にて large medial defect や internal elastic lamina の欠損など動脈瘤様の所見を認め、先天的脆弱性を示唆しており、Stehbens¹⁶⁾も infundibular dilatation 7剖検例中5例に internal elastic lamina の変性もしくは欠損を認めたと報告している。しかし、Epstein ら⁵⁾は7剖検例の検索で infundibular dilatation が正常動脈壁構造を示していたと述べ、Taveras and Wood¹⁸⁾も1剖検例で同様の結果を得ている。こうした相反する報告について渡辺ら²¹⁾は、infundibular dilatation は組織学的に脳動脈瘤と同じ所見を呈するものからまったく正常所見を示すものまで種々の段階があるのであろうと述べている。我々もこの考え方が妥当であると考えており、壁構造の異常度が高いほど大型の形態を示し、動脈瘤化しやすいものと思われる。

次に、最近脳動脈瘤の発生要因として重視されている HS に関してであるが、臨床的には前述の内頸動脈結紮による対側内頸動脈の血流増大が infundibular dilatation の成長に影響を及ぼしたと思われる症例が注目される。Infundibular dilatation と脳動脈瘤の関連について西松らは、476回の CAG の検策により後交通動脈と内頸動脈の分岐角度が大きく、後大脳動脈へ多量の血流を送っている例で infundibular dilatation の合併率が著明に高かったと述べており¹¹⁾、さらに内頸一後交通動脈分岐部のガラス管モデルの実験にて infundibular dilatation を合併しやすい形態のモデルでは分岐部外側から後面にかけての壁圧が上昇することを証明している¹⁰⁾。また、森竹ら⁹⁾は剖検例で Willis 輪の形態を調べ、内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤は5症例すべてが左右の後交通動脈のうち太い側に発生しており、さらに一般に15~40%に認められる太い fetal type の後交通動脈を末梢側親動脈とするもの、すなわち内頸動脈の血流に関して末梢側壁の膨隆した型が3例(60%)と高率であったと報告している。我々は今回、高血圧の既往、

後交通動脈の発達程度、内頸動脈と後交通動脈の分岐角度について検討を加えたが、いずれも HS が大きいと思われる群において大型または大型、円形の infundibular dilatation が高率を占め、過去の報告に即した結果を得た。

以上の考察から、infundibular dilatation の発生、成長は組織学的脆弱性と HS のバランスに左右されるものと思われる。すなわち、組織学的異常度の小さなものでは大きな HS が加わることにより、そして異常度の大きなものでは小さな HS の付加によっても成長が促されるのであろうと推察される。さらに、infundibular dilatation の形態面での大きさと形状に一定の相関性が認められたことから、初期には小さく円錐形であった infundibular dilatation が前述の2因子の関与によりしだいに全周性に径を増し、球形となり、その壁のうち特に血流の衝突力が大きな部分が膨隆しはじめ、ついには動脈瘤へ成長するものと考えている。したがって今回得られた知見から、脳動脈瘤症例のうち特に次のような症例に infundibular dilatation を認めた場合、重点的な follow-up もしくは積極的な処置が必要と思われる。すなわち、内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤症例、若年者例、高血圧症例、後交通動脈の発達良好で内頸動脈からの分岐角度が大きな症例などである。

さて、follow-up の間隔について貫井ら¹²⁾は、脳動脈瘤症例に infundibular dilatation を認めた場合、動脈瘤化の危険性があり、1年ごとの血管撮影が望ましいと述べている。一方、前述の脳動脈瘤化症例では多くが5~10年後に動脈瘤化していることから follow-up 期間もかなり長期に及ぶべきであり³⁾、血管撮影の危険性を考慮に入ると、解像度の高い CT や digital angiography の改良、応用による follow-up がいつそう重要になってくるであろう。治療法については我々は、可及的・積極的に wrapping などの処置を試みている。特に長繊維不織布である Bemsheet にて infundibular dilatation 全周を完全に wrapping することにより臨床的のみならず実験的にも良好な成績を得ており²⁾、推奨したい。

V 結 語

過去9年間に経験した脳動脈瘤260症例、398件の CAG を対象に infundibular dilatation を渉猟し、その出現頻度、形態に関し詳細な検討を加え、以下の知見を得た。

1. Infundibular dilatation の出現頻度は、従来の一般症例対象の報告に比し約2倍の高率を示した。
2. 小型の infundibular dilatation では三角形を呈することが多く、大きくなるに従い円形が増加する傾向を認めた ($P < 0.01$)。
3. 若年者では大型の infundibular dilatation が高率を

占めた($P<0.05$).

4. 内頸一後交通動脈分岐部動脈瘤症例では、他の脳動脈瘤症例に比し infundibular dilatation の出現頻度が高く($P<0.05$), 中型以上, 円形の infundibular dilatation が高率を占めた($P<0.05$).

5. 高血圧の既往を有する症例では大型の infundibular dilatation が高率を占めた($P<0.05$).

6. 後交通動脈の発達が良好な症例では大型, 円形の infundibular dilatation が高率を示した($P<0.01$).

7. 内頸動脈と後交通動脈の分岐角度が大きな症例では中型以上, 円形の infundibular dilatation が高率を占めた($P<0.05$).

8. 上記の諸因子を有する症例には積極的な follow-up または治療が必要と考えられた.

文 献

- 1) Drake CG: On the surgical treatment of ruptured intracranial aneurysms. *Clin Neurosurg* 13: 122-155, 1966
- 2) Ebina K, Iwabuchi T, Suzuki S: A clinico-experimental study on various wrapping materials of cerebral aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 72: 61-71, 1984
- 3) 蛸国彦, 岩淵 隆, 鈴木重晴, 鈴木幹男: 脳動脈瘤クリップ後の再発. 脳神経外科 10: 1195-1201, 1982
- 4) Edelson L, Caplan L, Rosenbaum AE: Familial aneurysms and infundibular widening. *Neurology (Minneapolis)* 22: 1056-1060, 1972
- 5) Epstein F, Ransohoff J, Budzilovich GN: The clinical significance of junctional dilatation of the posterior communicating artery. *J Neurosurg* 33: 529-531, 1970
- 6) Hassler O, Saltzman GF: Histologic changes in infundibular widening of the posterior communicating artery. *Acta Path Microbiol Scand* 46: 305-312, 1959
- 7) Hassler O, Saltzman GF: Angiographic and histologic changes in infundibular widening of the posterior communicating artery. *Acta Radiol [Diagn] (Stockholm)* 1: 321-327, 1963
- 8) Krayenbuhl HA, Yasargil M: *Cerebral Angiography*. London, Butterworth, 1968, pp 33-34
- 9) 森竹浩三, 狭間章忠, 半田 肇, 尾崎高志, 奥村 厚, 松田 功: 脳動脈瘤の成因に関する Willis 輪の形態学的研究. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 16 [Part II]: 427-435, 1976
- 10) 西松輝高, 鈴木慶二, 横山重吉, 川淵純一: 内頸動脈後交通動脈分岐部動脈瘤の発生機序—血管写および実験モデルからの検討—. 脳卒中 3: 164, 1981
- 11) 西松輝高, 豊田 取, 佐々木秀夫, 金子実, 貫井英明, 川淵純一, 鈴木慶二: 内頸動脈後交通動脈分岐部動脈瘤の発生機序. *Neurol Med Chir (Tokyo)* [Suppl] 19: 90, 1979
- 12) 貫井英明, 長屋孝雄, 宮城 修, 玉田潤平, 金子実, 佐々木秀夫, 三塚 繁, 川淵純一, 河野徳雄, 狩野忠雄: 脳動脈瘤の成因および増大, 破裂に関する臨床的検討. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 22: 437-445, 1982
- 13) Patrick D, Appleby A: Infundibular widening of the posterior communicating artery progressing to true aneurysm. *Br J Radiol* 56: 59-60, 1983
- 14) Pool JL, Potts DG: *Aneurysms and Arteriovenous Anomalies of the Brain: Diagnosis and Treatment*. New York, Harper and Row, 1965, pp 132-133
- 15) Saltzman GF: Infundibular widening of the posterior communicating artery studied by carotid angiography. *Acta Radiol* 51: 415-421, 1959
- 16) Stehbens WE: Histopathology of cerebral aneurysms. *Arch Neurol (Chicago)* 8: 272-285, 1963
- 17) Stuntz JT, Ojemann GA, Alvord EC: Radiographic and histologic demonstration of an aneurysm developing on the infundibulum of the posterior communicating artery. *J Neurosurg* 33: 591-595, 1970
- 18) Taveras JM, Wood EH: *Diagnostic Neuroradiology*. Baltimore, Williams and Wilkins, 1964, pp 497-498
- 19) Trasi S, Vincent LM, Zingesser LH: Development of aneurysm from infundibulum of the posterior communicating artery with documentation of prior hemorrhage. *AJNR* 2: 368-370, 1981
- 20) Waga S, Morikawa A: Aneurysm developing on the infundibular widening of the posterior communicating artery. *Surg Neurol* 11: 125-127, 1979
- 21) 渡辺光夫, 尹 清市, 倉本進賢: 後交通動脈における junctional dilatation について. 脳神経外科 3: 917-924, 1975
- 22) Yoshimoto T, Suzuki J: Surgical treatment of an aneurysm on the funnel shaped bulge of the posterior communicating artery. *J Neurosurg* 41: 377-379, 1974
- 23) Young B, Meacham WF, Allen JH: Documented enlargement and rupture of a small arterial sacculation. *J Neurosurg* 34: 814-817, 1971

[別刷請求先: 〒036 青森県弘前市在府町 5, 弘前大学脳神経外科, 大熊洋揮]