原著

傍突起部内頸動脈瘤の発育方向とコイル塞栓術の治療結果

伊藤 英道¹⁾, 森嶋 啓之²⁾, 小野寺 英孝¹⁾, 和久井 大輔²⁾, 田中 雄一郎¹⁾, 橋本 卓雄¹⁾

1) 聖マリアンナ医科大学脳神経外科, 2) 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院脳神経外科

Treatment Results of Endovascular Surgery based on Projection of Paraclinoid Internal Carotid Artery Aneurysms

Hidemichi Ito M.D.¹⁾, Hiroyuki Morishima M.D.²⁾, Hidetaka Onodera M.D.¹⁾, Daisuke Wakui M.D.²⁾, Yuichiro Tanaka M.D.¹⁾, and Takuo Hashimoto M.D.¹⁾

1) Department of Neurosurgery, St. Marianna University School of Medicine, 2) Department of Neurosurgery, St. Marianna University School of Medicine, Yokohama City Seibu Hospital

Object : In order to predict the technical difficulties of coil embolization for paraclinoid aneurysms (PC-an), we retrospectively analyzed our clinical experience.**Method :** We analyzed 34 patients with 35 PC-an treated with endovascular techniques between 2001 and 2010. These aneurysms were classified into 4 groups on the basis of their projections visualized on angiograms as follows: ventral, 17; medial, 7; dorsal, 8 and lateral, 3. The size of the aneurysms and the angle of carotid siphon were measured on angiograms for each group. The levels of those aneurysm necks were classified as supraclinoid, clinoid and infraclinoid according to their relation to the anterior clinoid process. Angiographic outcome, volume embolization ratio (VER), number of microcatheters and microguidewires used and duration of endovascular procedure were evaluated for each group. Clinical outcomes were assessed using the Glasgow Outcome Scale (GOS).**Result :** The mean size of the aneurysms in the ventral, medial, dorsal and lateral groups was 4.1, 5.6, 6.7 and 8.4 mm, respectively. The mean angle of carotid siphon was more acute in the dorsal and lateral groups. The neck level was supraclinoid in 10, clinoid in 14 and infraclinoid in 11. The percentage of dorsal and lateral groups was larger in the supraclinoid level. Endovascular treatment was successfully performed in 91.4% cases with treatment complications including 3 ischemic events. The number of patients with clinical outcomes classified according to the GOS was as follows: good recovery, 31; moderately disabled, 2; severely disabled, 1; vegetative state, 0 and dead, 1. Complete obliteration was achieved in 70.6%, 57.1%, 32.5% and 0% patients in the ventral, medial, dorsal and lateral groups, respectively, and the corresponding VER was 37.6%, 32.3%, 24.8% and 16.4%. The number of microcatheters and microguidewires used was higher in the dorsal and lateral groups than that used in the other 2 groups. The duration of the procedures was also longer in the dorsal and lateral groups.**Conclusion :** Endovascular treatment is a safe and effective therapeutic alternative for PC-an. However, in dorsal and lateral PC-an, this treatment entails additional difficulties of handling microcatheters and microguidewires because of their anatomical specificity. Therefore, endovascular treatment for these aneurysms is occasionally associated with lower rates of complete obliteration and lower VER than those of ventral and medial PC-an.

(Received July 11, 2011; accepted October 31, 2011)

Key words : coil embolization, endovascular treatment, internal carotid artery, paraclinoid aneurysm, volume embolization ratio.

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 21 : 481-488, 2012

連絡先: 伊藤英道, 〒216-8511 川崎市宮前区菅生 2-16-1 聖マリアンナ医科大学脳神経外科

Address reprint requests to: Hidemichi Ito, M. D., Department of Neurosurgery, St. Marianna University School of Medicine, 2-16-1 Sugao, Miyamae-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 216-8511, Japan

はじめに

傍突起部内頸動脈瘤 (paraclinoid aneurysm: PC-an) は、他部位の動脈瘤と比較して開頭術によるクリッピングがより困難である。一方、血管内治療によるコイル塞栓術は比較的低侵襲であり、コイル自体の進化や併用する種々の器材や手技の発達により、PC-an に対する治療成績も良好になった¹¹⁾²¹⁾。PC-an は血管分岐や動脈瘤の発育方向や高位によりさまざまに分類され²⁾³⁾⁶⁾²³⁾、報告された治療結果にはかなりのばらつきがある¹¹⁾¹³⁾²⁶⁾²⁷⁾。これまでに発育方向に着目した詳細な検討はない。今回、われわれは PC-an 自験例を発育方向で 4 群に分類し、動脈瘤や内頸動脈 (internal carotid artery: ICA) の解剖学的な特徴を分析して、治療成績や治療難易度との関連を比較検討した。

対象および方法

対象は 2001 年 4 月～2010 年 3 月の間に当科で瘤内塞栓術を行った PC-an 34 例、35 病変である。患者は平均 54 (28～81) 歳、男性 5 例、女性 29 例であった。動脈瘤の部位は ICA の C2 から C3 に動脈瘤頸部を有するものとした。大きさは平均 5.5 ± 2.4 (2.5～12.0) mm であった。ワイドネックの定義は、dome/neck 比が 2 以下のものとし、23 例 (65.7%) に認められた。また、発症

形式は未破裂 (すべて無症候性) 29 例、破裂 5 例 (World Federation Neurosurgical Scale; WFNS grade I: 2 例, II: 2 例, IV: 1 例) であった。

これらの PC-an を脳血管撮影上の正面像、側面像とともに、ICA からの発育方向別に 4 群に分類した。それぞれ、腹側群 (正面像で内側、側面像で後方、あるいは下方へ projection)、内側群 (正面像で内側、側面像で前方、あるいは上方へ)、背側群 (正面像で外側、側面像で前方、あるいは上方へ)、外側群 (正面像で外側、側面像で後方、あるいは下方へ) である (Fig. 1)。

さらに、母血管である ICA のサイホンの屈曲角度と動脈瘤頸部の高位について脳血管撮影側面像で測定した (Fig. 2)。サイホンの屈曲角度の測定方法は、①サイホンの内側縁から水平線を引き、線上に ICA の中点 (A) を決める。②内側縁に沿って垂線を引き、上下に存在する ICA の supraclinoid portion (B) と cavernous portion (C) それぞれの中心点を垂線上に決める。③以上の 3 点の形成する角度をサイホンの分岐角度とした。また、高位に関しては動脈瘤頸部の位置を、前床突起を基準に supraclinoid level, clinoid level, infraclinoid level の 3 レベルに区分した²⁹⁾。

治療内容は、破裂例、未破裂例共に同一術者で全身麻酔下に施行し、全例で右大腿動脈アプローチを用いた。80～100 単位/kg のヘパリンを全身投与して、activated clotting time を 200～250 秒に維持して行った。6 Fr ガ

Fig. 1 Group classification according to the aneurysm's projection (case: left PC-an.)

Fig. 2 Left: Illustrated lateral angiogram demonstrating the method for measuring the angle of carotid siphon

①First, determining the midpoints of the following 3 lines: the horizontal line which represents the clinoid portion of the ICA (midpoint=A), and the vertical lines that represent the supraclinoid (midpoint=B) and cavernous (midpoint=C) portions of the ICA.

②Measuring the angle between a line A-B and a line A-C.

Right: Level of aneurysm neck

PC-an were categorized as supraclinoid, clinoid and infraclinoid based on their relations to the anterior clinoid process as they appear on lateral angiograms of the ICA. A dotted lines indicate the configuration of anterior clinoid process.

インデイングカテーテルを患側 ICA 錐体部に留置し、マイクロカテーテル (Excelsior SL-10: Boston Scientific, Fremont, CA, USA) とマイクロガイドワイヤー (TRANSEND: Boston Scientific, Fremont, CA, USA), ネックリモデリング用バルーンカテーテル (HyperGlide, HyperForm: Micro Therapeutics, Irvine, CA, USA, その他) を同軸に挿入した。マイクロカテーテルはサイホンの形状、および ICA から動脈瘤への分岐角度を考慮して先端形状を選択し、主に 45° と 90° の preshaped type を使用した。また、瘤内への誘導が困難な場合はマイクロカテーテルを変更した。コイルは主に Guglielmi detachable coil (GDC: Boston Scientific, Fremont, CA, USA) を用いたが、ED coil (カネカメディックス, 大阪) や Cerecyte Ultipaq (Micrus Endovascular, Sunnyvale, CA, USA) を組み合わせ、動脈瘤の径、形態、塞栓の進展に応じて適切なものを選択した。また、必要に応じてネックリモデリング法を利用した²⁰⁾。

術後にヘパリンの中和は行わず、クロピドグレル単剤による抗血小板療法を 3 カ月間継続することを原則としている。

臨床評価として、術後血管撮影上の塞栓効果 (complete obliteration: CO, neck remnant: NR, body filling: BF), 塞栓率 (コイル体積/動脈瘤体積), 臨床転帰 (Glas-

gow outcome scale: GOS, good recovery: GR, moderate disability: MD, severe disability: SD, vegetative status: VS, death: D) を検討した。また、術中に使用したマイクロカテーテルとマイクロガイドワイヤーの総数、手術時間より治療難易度を比較した。検定には Mann-Whitney の U 検定を利用した。

結果

PC-an を 4 方向に分類すると、腹側群 17 例 (48.6%), 内側群 7 例 (20.0%), 背側群 8 例 (22.8%), 外側群 3 例 (8.6%) であった。

1 解剖学的特徴

動脈瘤の大きさはそれぞれ、 4.1 ± 0.8 (2.5~5.5) mm, 5.6 ± 1.8 (3.5~8.0) mm, 6.7 ± 1.6 (5.0~9.0) mm, 8.4 ± 4.5 (4.0~12.0) mm であった。ワイドネック例の占める割合は、12 例 (70.6%), 7 例 (85.7%), 3 例 (37.5%), 1 例 (33.3%) で、腹側群と内側群に多かった。ICA サイホンの屈曲角度は $100.7 \pm 9.7^\circ$, $99.2 \pm 12.8^\circ$, $91.3 \pm 8.4^\circ$, $95.0 \pm 10.0^\circ$ であった (Table 1)。腹側群、内側群と比べ、背側群と外側群の屈曲角度は小さく、ICA サイホンが急峻なカーブを形成していた。高位別にみると, supra-

Table 1 Anatomic characteristics in each group

Group	Number	Size, mm	Wide neck	Angle of Carotid Siphon
Ventral	17	4.1±0.8	12 (70.6%)	100.7±9.7°
Medial	7	5.6±1.8	7 (85.7%)	99.2±12.8°
Dorsal	8	6.7±1.6	3 (37.5%)	91.3±8.4°
Lateral	3	8.4±4.5	1 (33.3%)	95.0±10.0°

* : p<0.01, ** : p<0.05

Fig. 3 Level of aneurysm neck and incidence of each group

Bar graph showing the incidence of ventral, medial, dorsal and lateral aneurysms at supraclinoidal (upper), clinoidal (center), and infraclinoidal (lower) levels.

clinoidal level 10 例 (28.6%), clinoidal level 14 例 (40.0%), infraclinoidal level 11 例 (31.4%) であり、大きさはそれぞれ、 8.7 ± 2.5 mm, 4.8 ± 1.1 mm, 4.1 ± 0.9 mm であった。高位になるにしたがって背側群、外側群の割合が増加し、動脈瘤が大きくなる傾向があった。また、infraclinoidal level は全例が腹側群であった (Fig. 3)。

② 治療結果

35 例中 32 例 (91.4%) で治療を完遂した。19 例 (54.3%) にネックリモデリング法を適用した。4 群別では腹側群に 10 例 (58.8%), 内側群に 5 例 (71.4%), 背側群に 4 例 (50.9%) に適用し、外側群には使わなかった。完遂できなかった 3 例 (8.6%) はすべてワイドネックであり、血管の屈曲や蛇行によりネックリモデリングのためのバルーンカテーテルが誘導できなかった。simple technique にて瘤内塞栓を試みたが、コイルは母血管へ逸脱し、理想的な framing が形成できないために断念した。後日 3 例のうち 2 例で再治療を行った。ガイディングシースを用いてバックアップを強化したことでバルーンカテーテルの誘導が可能となり、ネックリモデリング法を用いて塞栓術を完遂した。もう 1 例は経過観察中である。

血管撮影上の治療効果と塞栓率を Table 2, Fig. 4 に示す。完全閉塞 (CO) の割合は、それぞれ 70.6%, 57.1%, 37.5%, 0% であり、腹側群と内側群は良好な治療結果が得られたものの、背側群と外側群でやや劣った。塞栓率に関しても腹側群と内側群に比べ、背側群と外側群において有意に低かった。手技に関連する合併症は 3 例 (8.6% : 2 例は未破裂例) に生じ、すべて虚血性合併症であった。3 例ともネックリモデリング法は利用していない。出血性合併症は認められなかった。臨床転帰は GR : 31 例 (88.6%), MD : 2 例 (5.7%), SD : 1 例 (2.9%), VS : 0, D : 1 例 (2.9%) であった。MD の 1 例は破裂例で、治療経過は良好であったが高齢のため廃用性障害が生じた。もう 1 例は未破裂例で、脳血栓症による永続的な右片麻痺を生じた。SD の 1 例は grade IV で、死亡した 1 例は未治療の対側内頸動脈一前脈絡叢動脈瘤の破裂によるものだった。

フォローアップは MRA で行った。背側型の 1 例に術後 1 カ月で coil compaction を認め、追加塞栓術を行った。1 年後の MRA 評価は 32 例で悪化例は認めなかった。

③ 治療難易度

各群における使用したマイクロカテーテルおよびマイクロガイドワイヤーの総数、治療時間を Fig. 5 に示す。腹側群と内側群に比べると、背側群と外側群はマイクロカテーテルおよびマイクロガイドワイヤーの使用総数が多く、コイル塞栓術に要した時間も長かった。

考 察

PC-an は、動脈瘤頸部を distal dural ring から後交通動脈分岐部までに有するものと定義され、全頭蓋内動脈瘤の 1.5~8.0% を占める⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹¹⁾¹⁶⁾²⁷⁾。最近では MRA や脳ドックの普及により、無症候性動脈瘤が検出される頻度が増加しており、未破裂動脈瘤のうち 11~20% を占めるとの報告もある⁶⁾¹¹⁾²⁷⁾。治療法に関しては他部位の脳動脈瘤と同様に開頭クリッピング術が行われてきた。根治

Table 2 Angiographical results of coil embolization

Group	Degree of coil embolization				Mean VER
	CO	NR	BF	AT	
Ventral	12 (70.6%)	3 (17.6%)	1 (5.9%)	1 (5.9%)	37.6
Medial	4 (57.1%)	2 (28.6%)	0 (0)	1 (14.3%)	32.3
Dorsal	3 (37.5%)	5 (62.5%)	0 (0)	0 (0)	24.8
Lateral	0 (0)	1 (33.3%)	1 (33.3%)	1 (33.3%)	16.4

CO : Complete obliteration, NR : Neck remnant, BF : Body filling, AT : Attempt
Mean VER : Mean volume embolization ratio.

Fig. 4 Angiographical results of coil embolization in each group

性は高く、治療成績も概ね良好であるが¹⁴⁾²⁸⁾、安全かつ確実に行うためには、頸部動脈確保や前床突起削除、視神経管開放、硬膜輪の切離などが必要で、手術侵襲が高い¹¹⁾¹²⁾。また、合併症として穿通枝障害や頭蓋底骨削除に伴う神経損傷や髄液漏、感染症などが報告されており、より遠位の内頸動脈瘤に比較すると治療成績もやや劣る⁶⁾¹¹⁾。一方、血管内手術は、血管周囲の構造物は手技や合併症に直接は結びつかないため、比較的低侵襲といえる。さらに近年はデバイスや画像診断技術の発達により動脈瘤治療に適用される機会が著しく増加しており、良好な臨床転帰が報告されている¹¹⁾²¹⁾²⁷⁾。

PC-an には分岐血管や動脈瘤の発育方向、高位によるさまざまな分類法があり²⁾³⁾⁶⁾²³⁾、開頭クリッピング術の際にはそれぞれの動脈瘤に対応したアプローチ、クリップの選択など個々の症例に合わせた手術戦略と工夫を必要とする。血管内手術においても同様で、カテーテルやコイルの選択、ネックリモデリング法²⁰⁾やダブルカテーテル法⁴⁾の適用などを検討する必要がある。

一般に PC-an は小型球形が多く、ワイドネックの割合が 63% と多い²⁶⁾。発生部位に関しては、眼動脈分岐部瘤が半数以上とする報告や¹¹⁾、上下垂体動脈分岐部瘤 (superior hypophyseal artery aneurysm : SHA-an) が約 1/3 を占め最多とする報告などがあり²⁶⁾、さまざまである。

A
B

Fig. 5 Comparison of total number of used microcatheters and microguidewires (A), and duration of procedures (B)

The total number of microcatheters and microguidewires used were significantly higher in the dorsal and lateral groups than in the other 2 groups ($p < 0.01$); the duration of procedures in the dorsal and lateral groups were significantly longer ($p < 0.05$).

Tanaka ら²⁹⁾は PC-an 85 例を手術所見をもとに分岐血管別に分類し、解剖学的特徴を報告している。それによると、PC-an の中で SHA-an は 47.1%と最多であり、平均 3.9 mm と最小、また大部分が infraclinoidal～clinoidal level に存在し、内側下方への発育方向を示していた。われわれの結果では、腹側群が PC-an のうち 48.6%を占め最多であった。他群と比較して小型であり、infraclinoidal～clinoidal level に 88.2%が存在している。今回用いた分類法では分岐血管を加味していないが、これらの結果は腹側群が SHA-an の特徴を反映していると考えられる。また、高位になるにしたがって瘤のサイズは大きくなった。これは、低位であれば動脈瘤が骨ないし硬膜、視神経に囲まれており、高位であれば周囲に発育を妨げる構造物が少ないためと考えられる。PC-an とサイホンの屈曲角度に関する報告は少ない。開頭例の報告によると内頸動脈前外側壁から発生した動脈瘤では内頸動脈 C2 の走行が水平に近く、C3 からの屈曲が鋭角的といわれ¹⁵⁾²⁴⁾²⁵⁾、われわれが用いた分類法における背側群の所見に類似していた。

治療結果に関しては、報告により出血発症例の割合が異なるため一概に比較できないが、他の報告と比較すると PC-an 全体の結果は概ね良好な成績といえる¹¹⁾²²⁾²⁶⁾³⁰⁾。治療を完遂できなかった 3 例は、バルーンカテーテルの留置が不可能であった。大動脈や頸部頸動脈が屈曲蛇行しており、バルーンカテーテルを末梢へ誘導するとガイディングカテーテルが落下してしまった。ガイディングシースを用いるか、頸部への直接穿刺を検討すべきであった。

4 群別に検討すると、背側群と外側群はワイドネックの割合が低いことから、一般的にはより高い塞栓効果が期待されるが、治療成績と塞栓率は背側群と外側群で低い傾向があった。

さらにその 2 群はマイクロカテーテルとマイクロガイドワイヤーの使用本数が多く、治療時間も長かった。以上より背側群と外側群に手技的難易度を高める解剖学的要因があると考えられた。

PC-an は頭蓋内 ICA のうち最も近位に位置する動脈瘤であるため、他の動脈瘤に比べてカテーテル操作が容易であるという報告もあるが²²⁾、PC-an はサイホン近傍に存在するため、マイクロカテーテル誘導はやや難しい。Gurian ら¹⁰⁾は、外向き（背側群や外側群）瘤へマイクロカテーテルの誘導は困難と報告し、中原ら²¹⁾は上方（背側群や内側群）に向かう瘤へのマイクロカテーテルの誘導は比較的容易としており、術者によって意見はさまざまである。最近のマイクロカテーテルの shaping 対す

る報告によると、上方突出型では S 字型、あるいは直型を多く使用し、内方および下方突出型では J 字型を用いるのが共通な認識である¹⁷⁾¹⁸⁾。

また、PC-an へのマイクロカテーテルは distal neck に沿って動脈瘤内に入ることが多く、マイクロカテーテル先端を動脈瘤の中心に留置できないことも多い²¹⁾。そのため、塞栓術の終盤でマイクロカテーテルが安定しないために母血管内へコイルの逸脱をきたすことが多く、かつワイドネック例も多いことからネックリモデリング法を要することが多い。Iihara ら¹³⁾は上方（背側群や内側群）に向かう瘤への塞栓術は、マイクロカテーテルの安定が得にくいと、症例によっては開頭クリッピング術の方が安全、かつ完全な処置が可能となると報告している。

通常、ICA を正面から見ると C3 から C2 にかけて外側より内側へ向かって走行する。しかし、背側群と外側群は ICA に対して外側へ翻るように発育している。また、われわれの結果では、背側群と外側群のサイホンは、他群と比べてより鋭角的な屈曲を形成していた。これらの屈曲はマイクロカテーテルの蛇行とたわみを招く。そしてマイクロガイドワイヤーやコイル挿入時に、このたわみが伸張すると、マイクロカテーテル先端が急激に移動し、瘤穿孔を生じさせると考えられる。また、これら背側群と外側群の瘤は supraclinoidal type の多くを占めており、マイクロカテーテルはサイホンの屈曲による影響を強く受けると考えられる。以上の原因が、背側群と外側群におけるマイクロカテーテルおよびマイクロガイドワイヤーの操作性を劣化させ、塞栓率が低下したと考えられる。結果的にマイクロカテーテルおよびマイクロガイドワイヤーの使用本数が多くなり、治療時間を長くしたと考える。その対応策として重要なことは、サイホン部の屈曲から動脈瘤の発育方向や距離までを考慮した 3 次元的なマイクロカテーテルの shaping を形成することであろう。一方で同群は他に比べ、より大きいために塞栓率が低く算出された可能性もある。

コイルの塞栓手技に関しては他部位の動脈瘤に対する塞栓方法と同様である。留意点はマイクロカテーテルの安定が得られにくいので、軟らかいコイルを選択すべき点である。さらに、マイクロカテーテルの操作が困難なことを考慮すると、GDC 360°などの complex coil が有用と考えられる。しかし helical coil と異なり、思わぬ動きをして瘤壁にストレスをかける危険性や、マイクロカテーテルが瘤外へ逸脱する可能性があり注意を要する。瘤の大きさにもよるが、小型であれば helical coil を用いることも 1 つの選択肢である。また、前述のとおりコイ

ル逸脱予防のネックリモデリング法のみならず、バルーンカテーテルはマイクロカテーテルの保持にも有用である。特に背側群、外側群ではマイクロカテーテルの蛇行が強くなり不安定になるため、適切な shaping のみならずバルーンカテーテルの併用が効果的なコイルリングにつながると考えられる。最近では、コイル逸脱予防の動脈瘤治療用のステントや⁵⁾¹⁹⁾、血流の整流効果によりコイルを用いずに動脈瘤の血栓化を促進するステントが開発され⁸⁾、良好な成績が報告されている。この画期的な治療法はわが国にも導入されつつあるが、現時点では適用範囲に制限があるうえ、血栓形成やステント内狭窄などの問題も指摘されている⁵⁾¹⁹⁾。

結 語

PC-an に対する瘤内コイル塞栓術について、われわれの経験と治療効果を検討した。PC-an の治療結果は概ね良好であり、瘤内コイル塞栓術の有用性は高いと考える。4 群に分類することで、解剖学的特徴に基づいた手技上の留意点が導かれた。特に背側群と外側群は他と比べて難治度が高く、より慎重な手技が要求される。

文 献

- 阿部友康, 門田知倫, 相原 寛, 西尾晋作, 河内正光, 松本祐蔵: 破裂外向き paraclinoid carotid aneurysm の検討. 脳外誌 14: 576-580, 2005.
- Al-Rodhan NR, Piepgras DG, Sundt TM Jr: Transitional cavernous aneurysms of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 33: 993-998, 1993.
- Batjer HH, Kopitnik TA, Giller CA, Samson DS: Surgery for paraclinoid carotid artery aneurysms. *J Neurosurg* 80: 650-658, 1994.
- Baxter BW, Rosso D, Lownie SP: Double microcatheter technique for detachable coil treatment of large, wide-necked intracranial aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 19: 1176-1178, 1998.
- Biondi A, Janardhan V, Katz JM, Salvaggio K, Riina HA, Gobin YP: Neuroform stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms: strategies in stent deployment and midterm follow-up. *Neurosurgery* 61: 460-469, 2007.
- Day AL: Aneurysms of the ophthalmic segment: A clinical anatomical analysis. *J Neurosurg* 72: 677-691, 1990.
- Drake CG, Vanderlinden RG, Amacher AL: Carotid-ophthalmic aneurysm. *J Neurosurg* 29: 24-31, 1968.
- Fiorella D, Woo HH, Albuquerque FC, Nelson PK: Definitive reconstruction of circumferential, fusiform intracranial aneurysms with the pipeline embolization device. *Neurosurgery* 62: 1115-1120, 2008.
- Guidetti B, La Torre E: Management of carotid-ophthalmic aneurysms. *J Neurosurg* 42: 438-442, 1975.
- Gurian JH, Vinuela F, Guglielmi G, Gobin YP, Duckwiler GR: Endovascular embolization of superior hypophyseal artery aneurysms. *Neurosurgery* 39: 1150-1154, 1996.
- Hoh BL, Carter BS, Budzik RF, Putman CM, Ogilvy CS: Results after surgical and endovascular treatment of paraclinoid aneurysms by a combined neurovascular team. *Neurosurgery* 48: 78-90, 2001.
- Horiuchi Y, Tanaka Y, Kusano Y, Yako T, Sasaki T, Hongo K: Relationship between the ophthalmic artery and the dural ring of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 111: 119-123, 2009.
- Iihara K, Murao K, Sakai N, Shindo A, Sakai H, Higashi T, Kogure S, Takahashi J, Hayashi K, Ishibashi T, Nagata I: Unruptured paraclinoid aneurysm: A management strategy. *J Neurosurg* 99: 241-247, 2003.
- 加藤庸子, 佐野公俊, 入谷克己, 神野哲夫, 小倉祐子, 片田和廣: Juxta-dural ring aneurysm の分類と治療法. 脳卒中の外科 25: 212-218, 1997.
- Kinouchi H, Mizoi K, Nagamine Y, Yanagida N, Mikawa S, Suzuki A, Sasajima T, Yoshimoto T: Anterior paraclinoid aneurysms. *J Neurosurg* 96: 1000-1005, 2002.
- Kothandaram P, Dawson BH, Krut RC: Carotid-ophthalmic aneurysms: A study of 19 patients. *J Neurosurg* 34: 544-548, 1971.
- Kwon BJ, Im SH, Park JC, Cho YD, Kang HS, Kim JE, Han MH: Shaping and Navigating Methods of Microcatheters for Endovascular Treatment of Paraclinoid Aneurysms. *Neurosurgery* 67: 34-40, 2010.
- 松丸祐司, 鶴田和太郎: Paraclinoid 瘤のコイル塞栓術. 脳外速報 21: 268-273, 2011.
- Mocco J, Snyder KV, Albuquerque FC, Bendok BR, Alan SB, Carpenter JS, Fiorella DJ, Hoh BL, Howington JU, Janowitz BT, Liebman KM, Rai AT, Rodriguez-Mercado R, Siddiqui AH, Veznedaroglu E, Hopkins LN, Levy EI: Treatment of intracranial aneurysms with the Enterprise stent: A multicenter registry. *J Neurosurg* 110: 35-39, 2009.
- Moret J, Cognard C, Weill A, Castaings L, Rey A: The "remodelling technique" in the treatment of wide neck intracranial aneurysms: Angiographic results and clinical follow up in 56 cases. *Intervent Neuroradiol* 3: 21-35, 1997.
- 中原一郎, 坂井信幸, 永田 泉, 西 正吾, 秋山義典, 澤田元史, 橋本信夫, 菊池晴彦: 内頸動脈硬膜輪近傍動脈瘤に対する脳血管内手術. 脳外誌 8: 106-114, 1999.
- 根本 繁, 飯島 明, 渡辺英寿, 真柳佳昭, 桐野高明: 内頸動脈硬膜輪近傍動脈瘤の血管内治療. 脳卒中の外科 27: 170-176, 1999.
- Nutik SL: Ventral paraclinoid carotid artery aneurysms. *J Neurosurg* 69: 340-344, 1988.
- Nutik SL: Subclinoid aneurysms. *J Neurosurg* 98: 731-736, 2003.
- 小野田恵介, 徳永浩司, 杉生憲志, 小野成紀, 伊達 勲: 前床突起下前外側壁に生じた内頸動脈瘤に対する直達手術. *No Shinkei Geka* 34: 267-272, 2006.
- Park HK, Horowitz M, Jungreis C, Kassam A, Koebbe C, Genevro J, Dutton K, Purdy P: Endovascular treatment of paraclinoid aneurysms: experience with 73 patients. *Neurosurgery* 53: 14-24, 2003.
- Roy D, Raymond J, Bouthillier A, Bojanowski MW, Mounadjian R, L'Esperance G: Endovascular treatment of ophthalmic segment aneurysms with Guglielmi detachable coils. *AJNR Am J Neuroradiol* 18: 1207-1215, 1997.
- 塩川芳昭, 斉藤 勇: Carotid ring 近傍の脳動脈瘤の分類

と治療. 脳卒中の外科 25: 359-364, 1997.

- 29) Tanaka Y, Hongo K, Tada T, Nagashima H, Horiuchi T, Goto T, Koyama J, Kobayashi S: Radiometric analysis of paraclinoid artery aneurysms. *J Neurosurg* 96: 649-653,

2002.

- 30) Thornton J, Aletich VA, Debrun GM, Alazzaz A, Misra M, Charbel F, Ausman JI: Endovascular treatment of paraclinoid aneurysms. *Surg Neurol* 54: 288-299, 2000.

要 旨

傍突起部内頸動脈瘤の発育方向とコイル塞栓術の治療結果

伊藤 英道 森嶋 啓之 小野寺英孝 和久井大輔 田中雄一郎 橋本 卓雄

傍突起部内頸動脈瘤のコイル塞栓術の治療成績向上を目的として自験例を分析した。動脈瘤を発育方向別に 4 群に分け、動脈瘤や内頸動脈サイホンの解剖学的な特徴、コイル塞栓術による治療成績、治療難易度を比較検討した。対象は 34 例の 35 病変で、腹側群 17 例、内側群 7 例、背側群 8 例、外側群 3 例の 4 群である。腹側および内側群は小さく、ワイドネックが多かった。背側および外側群の動脈瘤頸部はサイホン部に遠く、サイホンの屈曲角度はより鋭角であった。治療は 32 病変で完遂できた。治療効果と塞栓率は背側および外側群で劣る傾向があった。背側および外側群のサイホン屈曲角度はより急峻で、サイホンのより遠位に動脈瘤が多いことが、コイル塞栓術を困難にしていると考えられた。

脳外誌 21: 481-488, 2012

Editorial Comment

傍突起部内頸動脈瘤に対するコイル塞栓術

東京慈恵会医科大学脳神経外科 村山雄一

傍突起部内頸動脈瘤は外科的には前床突起の削除を要し、近年では脳血管内治療の対象に比較的にやすい部位の動脈瘤である。従来さまざまな分類が提唱されてきたが、血管内治療では内頸動脈に対して上向きの ophthalmic と下向きの superior hypophyseal artery の動脈瘤に分類することが多い。筆者らは動脈瘤の成長方向を 4 つに分類し、その治療難易度を評価している。一般にこの部位の動脈瘤は内頸動脈サイホン部からの距離が近いマイクログカテーテルのシェイプの形状をどうするかによって治療の成否が決まることが多く、市販のプレシェイ

プカテーテルではサイホンの屈曲と動脈瘤の屈曲にフィットせず、不安定な塞栓になる可能性がある。さらに筆者らが経験しているように上下の二次元的構造だけでなく、外側、あるいは内側に突出しているため三次元的なカテーテルのシェイプが必要になることもまれではない。本論文では治療が完遂できなかった症例を 8.6% 認めたが、三次元的なカテーテルのシェイプを工夫することや適切なガイディングカテーテルの選択によりさらに良好な治療結果が期待できるであろう。