原 著

脳動脈瘤の瘤内塞栓術 —より低侵襲, より安全な治療を目指して—

中 原 一 郎 滝 和 郎 菊 池 晴 彦
坂 井 信 幸 井 坂 文 章 大 脇 久 敬

Endosaccular Embolization for Cerebral Aneurysms —Aiming at a Less Invasive and Safer Treatment —

by

Ichiro Nakahara, M.D., Waro Taki, M.D., Haruhiko Kikuchi, M.D.,
Nobuyuki Sakai, M.D., Fumiaki Isaka, M.D., and Hisayuki Oowaki, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Kyoto University

The authors reviewed 48 patients who underwent endosaccular embolization using detachable coils for the treatment of cerebral aneurysms between March 1993 and February 1997. Aneurysm size was small in 25 patients, large in 17, and giant in 6. The aneurysms were located in the anterior circulation in 21 patients and the posterior circulation in 27 patients. Neurological presentation included subarachnoid hemorrhage in 16, mass effect in 5, transient ischemic attack in 2, combination with other neurological disease in 4, and incidental in 21 patients. The detachable coils used were Guglielmi electrodetachable coils (GDC) in 8 patients, interlocking detachable coils (IDC) in 36 patients, and immediately electrodetachable coils (IEDC) in 4 patients (including 3 patients treated with both IDC and IEDC). Immediate angiographic results were satisfactory (total obliteration in 14 patients, subtotal obliteration in 23, partial obliteration in 7, failure in 4). Angiographic follow-up in 29 patients (mean follow-up interval: 9 months) revealed the rate of obliteration to be unchanged in 19, increased in 1, and decreased in 9. The cause of decrease in these 9 patients were coil compaction in 5 and coils buried into the intraluminal thrombus in 4 patients. Neither further hemorrhage nor thromboembolism were observed during the clinical follow-up period (mean follow-up interval: 15 months). Outcome was GR in 35, MD in 1, SD in 5, VS in 2, and Death in 5. Bad outcomes were related primarily to either initial brain damage due to subarachnoid hemorrhage or procedural complications. Complications included hemorrhage during the procedure in 5 patients, thromboembolism in 1 patient, parent artery occlusion in 1 patients, and parent artery dissection in 1 patient. On the basis of these observations, the authors discussed the important technical aspects and pitfalls of this treatment in order to achieve less invasive and safer treatment with this technology. Management to deal with each complication during the procedure was also discussed.

(Received April 21, 1997; accepted July 28, 1997)

Key words: cerebral aneurysm, detachable coil, endosaccular embolization, endovascular treatment
Jpn J Neurosurg (Tokyo) 7: 87-94, 1998

はじめに

脳神経外科領域における低侵襲治療の一つとして、脳

血管内手術は近年その地位を確立しつつある⁸⁾。なかでも、脳動脈瘤の瘤内塞栓術は、detachable coilの開発、普及により、近年特に注目を集めている¹⁾²⁾⁷⁾。本稿では、

京都大学医学部脳神経外科〔連絡先：中原一郎、〒565-8565 吹田市藤白台 5-7-1 国立循環器病センター脳神経外科〕
Address reprint requests to: Ichiro Nakahara, M.D., Department of Neurosurgery, National Cardiovascular Center, 5-7-1 Fujishirodai, Suita-shi, Osaka 565-8565, Japan

detachable coil を用いた瘤内塞栓術において、より安全、かつ、より有効な治療効果を得るための要点につき、これまでのわれわれの経験をもとに検討する。

対象および方法

① 対 象

対象は、1993 年 3 月～1997 年 2 月の 4 年間における脳動脈瘤の瘤内塞栓術の自験例 48 例である。性別は男性 15 例、女性 33 例で、年齢は 24～88 歳（平均 60 歳）であった。治療適応については、当初は直達手術困難なもの、高齢、心肺合併症などで全身麻酔による開頭手術がはばかられるもの、くも膜下出血後の poor grade の症例などであった。しかし、最近では直達手術可能であっても、動脈瘤の部位や形態、患者の希望などをもとに適宜判断している⁵⁾⁸⁾。動脈瘤のサイズは、small 25 例、large 17 例、giant 6 例で、直達手術が比較的困難なものが適応となりやすいため、large、giant が約半数を占めている。動脈瘤の部位についても anterior circulation 21 例 (IC Cav 2, IC Oph 9, IC Pcom 5, IC Ach 1, MCA 2, ACA 1, Acom 1), posterior circulation 27 例 (VA PICA 4, BA trunk 1, BA SCA 4, BA tip 15, PCA 3) で、元来の本治療の適応を反映して、posterior circulation のものが多かった。また、発症形式は、SAH 16 例、mass effect 5 例、TIA 2 例、他疾患に伴うもの 4 例 (AVM 3 例、脳梗塞 1 例)、incidental 21 例である。われわれの施設の特徴として、未破裂のものが多くを占めているが、最近では破裂後急性期のものも積極的に行っている。

② 方 法

動脈瘤の親血管の近位にガイディングカテーテルを留置し、これを介して detachable coil 用のマーカーの付いたマイクロカテーテルを動脈瘤内腔に誘導したうえで、瘤内に適切なサイズの detachable coil を順次、誘導、離断し、塞栓を進める。ガイディングカテーテルには多種のものが市販されており、目的血管の部位や径、親血管の動脈硬化の程度などを考慮して選択する。動脈瘤内でのマイクロカテーテル先端の位置は、動脈瘤壁に接触せず、瘤内の中心、あるいはやや遠位がよいが、動脈瘤の形状や親血管との関係、瘤内血栓を伴う場合には、その部位や程度とも関係するため一概にはいえない。有効な塞栓を得、合併症を回避するための手技の要点については後に検討するが、カテーテルやガイドワイヤーの種類やその選択、基本的な手技の詳細については他稿に譲

る⁵⁾。

Detachable coil

使用した detachable coil の種類は、Guglielmi electrodetachable coil (GDC, Target Therapeutics) 8 例、Interlocking detachable coil (IDC, Target Therapeutics) 36 例、当科で開発した Immediately electrode detachable coil (IEDC, Kaneka) 4 例（うち 3 例は IDC を併用）である。IDC は先端のプラチナのコイル部分とシャフト部分の接続部がかみ合わせ (interlocking) になっており、この部分がカテーテルの先端を出ると機械的に離脱する仕組みになっている。瞬時に離脱可能であるが、離脱の瞬間にコイルがはねるような動きをすることがあること、interlocking のアームの部分が coil しないこと、interlocking のアームのフックがすでに離断して瘤内に留置されているコイルや、shaping したカテーテルの先端に引っかかる場合があること、また、GDC に比較してややコイルが堅めであることなどの問題がある。一方、GDC は、瘤内にコイルを留置したのち、通電により、コイルのプラチナ部分とステンレスのシャフトの部分間で電気分解が起こり、離断される仕組みになっている¹⁾。コイルの径、長さ、あるいは柔軟性に多くのバリエーションがあり、IDC に比較すると、より安全といえる。また、当科で開発された IEDC は、コイルの離脱部分が polyvinyl alcohol でできており、やはり通電により切り離すことができる⁷⁾。GDC 同様離脱させるまで回収可能であり、premature detach が起こらないこと、detach point がランプによって容易に確認できること、GDC と異なり瞬時に離脱できることなどの特徴があり、現在治療を行っている。各 detachable coil の違いについては、離脱のメカニズムにおいては、GDC、IEDC が優れており、コイルの柔軟性では GDC が最も優れている。わが国では commercial base で使用できる detachable coil は、最近まで IDC のみであったが、1997 年 3 月より GDC が市販されるようになったため、今後は動脈瘤の瘤内塞栓術には、主に GDC あるいは IEDC が用いられることとなるとと思われる。

結 果

瘤内塞栓術による閉塞の効果であるが、immediate angiographic result は Table 1 のようになっており、48 例中 37 例、約 8 割の症例では 90% 以上の閉塞が得られている。これを動脈瘤のサイズごとにとみると、動脈瘤径

Table 1 Immediate Angiographic Result

	Total	Size of aneurysm		
		Small	Large	Giant
Total obliteration	14	11	3	0
Subtotal obliteration (90-99 %)	23	10	9	4
Partial obliteration (<90 %)	7	1	4	2
Failed	4	3	1	0
Total	48	25	17	6

Table 2 Outcome*

GR	35	
MD	1	(initial brain damage 1)
SD	5	(initial brain damage 2, complication 1)
VS	2	(initial brain damage 1, complication 1)
Dead	5	(cardiopulmonary disorder 2, complication 3)

*parenthesis showing cause of bad outcome

GR: good recovery MD: moderate disability

SD: severe disability VS: vegetative state

Table 3 Important technical aspects for endosaccular obliteration of the aneurysm

1. Stable placement of guiding catheter
2. Introduction of microcatheter and positioning into the aneurysm
3. Recognition of size and shape of dome and neck; their relation to parent artery
4. Selection of appropriate coils dependent on the condition of the aneurysm
5. Movement of coils and tip of the microcatheter during coil insertion
6. Degree of packing and completion of embolization

の小さいもの、neckの明瞭なものほど高い閉塞率が得られている。逆にlarge, giantのものでは,broad neckのものが多いことから、親血管の温存を図ることのできる範囲で瘤内の閉塞を行った症例が多く、直達手術におけるdome clippingに相当する形となることが多い。

本治療はその歴史が浅く、今後、脳動脈瘤の外科的治療における瘤内塞栓術の位置づけを検討していくうえで、長期の経過観察が必須といえる。われわれの症例での1997年2月時点の臨床上的追跡は、死亡例などを除いた42例において、追跡期間1カ月～4年1カ月(平均1年3カ月)であり、この期間中に血栓塞栓症や動脈瘤の破裂による出血をきたした症例はない。また、mass effectにて発症した5例のうち、発症から治療までに数カ月～2年を要した3例は症状不変であったが、発症～治療までの期間が短かった2例はgiantであっても症状が改善した。血管造影による追跡は現在までに29例において行われ、1997年2月時点で、追跡期間1カ月～2年7カ月(平均9カ月)である。経過中に閉塞率不変19例、閉塞率上昇1例、閉塞率低下9例である。閉塞率の低下した9例中6例はlargeないしgiantのものであり、また、5例はcoil compaction、4例は瘤内血栓へのコイルの埋没による。coil compactionについては後に述べるが、tight packingに努めることで、最近ではやや起こりにくくなっている。

予後はTable 2のようにになっている。出血発症例と非出血発症例を合わせた結果であり、予後不良例はSAHによるinitial brain damage、および合併症により症状の悪化をきたした症例がほとんどを占めている。また、

合併症は、術中出血5例、術中の血栓塞栓症1例、親血管閉塞1例、親血管の血管解離1例であった。これらの術中合併症は、本治療の治療成績を左右する大きな因子となっている。そこで、以下に有効な瘤内塞栓を行うための手技上の要点、および合併症を回避し、より安全な治療を行う方策についてまとめた。

瘤内塞栓の要点

動脈瘤の瘤内塞栓を適切に行うには、Table 3のように非常に多くの点に留意しなければならない⁵⁾。このうち、有効な塞栓効果を得るための最も重要な点を要約すると、以下の4点になると思われる。

① Gentle maneuver

gentle maneuverは最も基本となる点で、後に述べる合併症とも深く関連する。瘤内操作では、動脈瘤のneck clippingと同様、あるいはそれ以上の細心の注意力と集中力を必要とする。Fig. 1は68歳女性、SAH発症、grade IIの左ICPCの破裂動脈瘤で、発症から約5時間後に脳血管撮影に引き続き瘤内塞栓を行った。瘤のneck近傍、後方向きにblebがあり、domeを5mm径のIDCで閉塞した後に、2mm径のIDCでblebを閉塞している。SAH急性期の治療の適切な時期や手技については、まだ多くの解決すべき点があるが⁶⁾⁹⁾、いずれにせよ、gentle maneuverは必須であるといえる。特に、このような破裂後急性期の症例では注意を怠るといいことはない。

Fig. 1 A 68-year-old lady presented with subarachnoid hemorrhage (Hunt & Kosnik grade II, Day 0)
A: CT scan reveals prominent subarachnoid hemorrhage.
B: Lateral view of the pretreatment left internal carotid angiogram shows a saccular aneurysm at the junction of internal carotid artery and posterior communicating artery.
C: Complete obliteration of the aneurysm is shown in the posttreatment angiogram.
 Used coils: IDC 5 mm×15 cm: 1 IDC 3 mm×6 cm: 1 IDC 2 mm×4 cm: 1

Fig. 2 A 61-year-old lady with large basilar tip aneurysm
A, B: A large aneurysm shown in the pretreatment right vertebral angiogram (A) is completely obliterated and disappeared in the posttreatment angiogram (B).
C: Plain craniogram reveals the compact and tight deposition of coils.
 Used coils: GDC-18 14 mm×30 cm: 1 GDC-10 8 mm×20 cm: 5 GDC-10 6 mm×20 cm: 5 GDC-10 5 mm×15 cm: 3

② Appropriate caging

caging とは、動脈瘤にコイルを入れる際に、初めの 1 本ないし数本のコイルにより、できるだけ動脈瘤の最大径に応じた「かご」を動脈瘤の内腔に作ることを指す。basket, framing, shell などともいわれるが、動脈瘤の内壁にコイルの内張りをして、後に追加する径の小さなコイルの逸脱を防ぐのが目的で、以下の tight packing, neck の処理とも深く関連する。

③ Tight packing

tight packing は、塞栓後の経過中に塞栓したコイル間

隙が縮小して動脈瘤の再造影をきたす、いわゆる“coil compaction”を回避するために重要である。Fig. 2 は incidental に見つかった 61 歳女性の large basilar tip aneurysm で、図中央のように瘤内にコイルが密に充填されており、total obliteration が得られ、2 年後の追跡でも同様であった。

④ Treatment of neck

neck 部分の処理は、small neck, small aneurysm の完全な閉塞を得るうえでも、また broad neck, large-giant aneurysm で親血管を温存し、かつできるかぎりの

Fig. 3 A 57-year-old lady with a right internal carotid artery-posterior communicating artery aneurysm

A, B: Neck is not identified both in the usual anteroposterior (A) and lateral (B) views of the pretreatment right internal carotid angiograms.

C, D: However, an appropriate oblique projection (C) separates neck and parent artery, leading to complete obliteration of the aneurysm with preservation of the parent artery (D).

Used coils: IDC 10 mm×20 cm: 1 IDC 10 mm×10 cm: 1 IDC 8 mm×10 cm: 1 IDC 6 mm×10 cm: 1
IDC 5 mm×8 cm Soft: 2 IDC 4 mm×8 cm Soft: 1

A/B/C/D

Fig. 4 A 79-year-old gentleman presenting a bilateral progressive visual disturbance

A, B: Pretreatment right internal carotid angiogram shows a giant internal carotid artery-ophthalmic artery aneurysm projecting superiorly (A: AP view, B: lateral view).

C, D: Considerable obliteration of dome of the aneurysm is observed in a follow-up angiogram 3 weeks after embolization (C: AP view, D: lateral view).

Used coils: IDC 28 mm×20 cm: 2 IDC 26 mm×20 cm: 3 IDC 24 mm×10 cm: 2 IDC 14 mm×20 cm: 3 IDC 12 mm×20 cm: 3 IDC 10 mm×20 cm: 1 IDC 8 mm×20 cm: 2 IDC 6 mm×20 cm: 1 IDC 6 mm×10 cm: 2 IDC 5 mm×15 cm: 3 IDC 4 mm×12 cm Soft: 5 IDC 4 mm×8 cm Soft: 10

内腔閉塞を図るうえでも非常に大切である。さまざまな角度の斜位撮影や拡大ステレオ撮影、3D-CTなどによるneckの描出、dome/neck比を勘案したcaging、さらにassist balloonを用いたneck plastyなどを行う。

Fig. 3は57歳女性、未破裂の右ICPC動脈瘤の塞栓前後の血管撮影である。正面像、側面像では動脈瘤とICAの関係が明らかでない。しかし、適切な斜位像によってneckの分離が得られ、動脈瘤の最大径に応じたcaging

を行った後に、neckの面を維持しながら内腔のpackingを行い、完全閉塞が行えた。また、この**Fig. 4**は進行性の両側視力視野障害をきたす79歳男性で、巨大な右IC ophthalmic aneurysmを認めた。高齢で直達手術はもちろんバイパス手術もはばかれるが、右ICAのballoon occlusion testでは数秒で意識障害、左片麻痺をきたした。neck部分を温存しながら慎重にコイルの留置を進めた。塞栓後3週間目の血管撮影にて比較的良好な閉塞

Fig. 5 A 61-year-old gentleman with acute subarachnoid hemorrhage (Hunt & Kosnik grade IV, Day 0)

Endosaccular obliteration of the left internal carotid artery-ophthalmic artery aneurysm resulted in the rupture during the procedure. Note emergent internal carotid artery occlusion by coils following the dislodgment of coils outside the dome in the anteroposterior (A) and lateral (B) views of the left internal carotid angiogram. Dense extravasation is also seen in the basal cisterns.

Used coils: IDC 10mm×10cm: 4 IDC 5mm×8cm Soft: 1 IDC 4mm×8cm Soft: 1 IDC 3mm×6cm Soft: 1

Table 4 Cause of rupture during the procedure

Wrong manipulation of catheter/guidewire	2
Trouble of guiding system	2
Overpacking	1

が得られており、視力視野障害は著明に改善した。巨大脳動脈瘤においては、本症例のような部分的な塞栓でも治療効果が得られる場合があるが、瘤内塞栓の意義には議論も多く、その適応には高度の判断を要する。

neck plasty については、必ずしもすべての症例で可能ではないが、症例によってはたいへん有用なこともある³⁾。broad neck の場合に親動脈に assist の balloon を置き、neck を形成しつつコイルの逸脱を防ぎながら塞栓を行い、良好なコイルの留置が可能であった症例を経験している。

合併症とその対策

① 術中出血

術中出血の誘因としては **Table 4** のような諸点があげられる。カテーテル、ガイドワイヤーの操作については、基本的には gentle maneuver の一言に尽きる。しかるに、動脈瘤直前での親血管の蛇行は、動脈瘤内でのカテーテル、ガイドワイヤーの急激な移動の要因となり得る。wrong manipulation の 2 例はいずれも IC ophthalmic aneurysm であるが、直前の siphon 部でのカテーテルのたわみには十分な注意を要する。Fig. 5 はその 1 例で、

Table 5 Management of rupture during the procedure

Reverse heparin
Cardiopulmonary resuscitation
Control blood pressure and intracranial pressure
Control of flow into the aneurysm
manual compression of parent artery (ICA)
flow control using balloon mounted guiding catheter
Completion of embolization
keep catheter
endosaccular obliteration ? / parent artery occlusion ?
using coils ? / liquid ?

grade IV, 破裂急性期, day 0 の症例であったが、extravasation をきたし、コイルを追加して IC occlusion をせざるを得なかった。ただし、これらの術中破裂は **Table 4** の諸点に留意し、慎重な操作を行うことでいずれも今後回避できるものと考えている。**Table 5** に、万一術中破裂した際の対処をまとめた。あわてると大切な処置を怠ることとなる。なかでも非常に大切なことはマイクロカテーテルを引き抜かず、早急に止血の方策をとることである。場合によっては緊急開頭も考慮する。

② 血栓塞栓症

術中の血栓塞栓症の対策としては破裂後急性期例も含めて、heparinization を十分に行っている⁴⁾。万一血栓塞栓症を生じた際には、選択的血栓溶解を行う。Fig. 6 は 88 歳女性, grade II, day 0 の左 ICPC の large aneurysm で、動脈瘤はほぼ完全に閉塞できたが、heparinization の

Fig. 6 A 88-year-old lady presented with acute subarachnoid hemorrhage (Hunt & Kosnik grade II, Day 0)

Postembolization left internal carotid artery angiogram shows complete obliteration of the left internal carotid artery-posterior communicating artery aneurysm (A). However, distal thromboembolism resulted in a occlusion of M2 portion of the left middle cerebral artery. Recanalization was obtained after superselective thrombolysis of the M₂ occlusion (B).

Fig. 7 A 65-year-old lady with incidentally diagnosed basilar tip large aneurysm

Overpacking with inappropriate caging brought the occlusion of the left posterior cerebral artery and the left superior cerebellar artery. Serial left vertebral angiograms (AP view) during the endosaccular embolization.

Used coils: IDC 8 mm×10 cm: 2 IDC 6 mm×10 cm: 1 IDC 4 mm×8 cm Soft: 2 IDC 3 mm×10 cm Soft: 1 IDC 3 mm×6 cm: 1

コントロールが十分でなく M2 occlusion をきたした。urokinase による superselective thrombolysis を行い再開通が得られた。

③ 親血管閉塞

親血管閉塞については neck をいかに形成するか、broad neck の動脈瘤をどこまで十分に閉塞するかという点と相反する面がある。Fig. 7 は 65 歳女性、incidental に見つかった BA tip aneurysm で、neck が broad で、血管撮影上、左 PCA、SCA と十分な分離ができなかった。適切な caging を得られず overpacking となり、図右のようにコイルが左 PCA、SCA の起始部に落

ち込んでこれらを閉塞している。このような場合、上述のように neck 部分であらかじめ親血管に assist balloon を留置したうえでコイルを留置する neck plasty の手法も考慮すべきである³⁾。

④ 親血管の血管解離

親血管の血管解離は時に重篤な事態を引き起こす。guiding system の安定性は、術中破裂と同様、血管解離においても重要である。われわれは、親血管の動脈硬化の著しい症例では、通常のガイディングカテーテルマイクロカテーテルのシステムに替えて、専用の triple coaxial system を用いている。具体的には、大動脈弓から

の親血管起始部に、分岐の形状に合わせて硬度の高い材質で作製した、比較的先端の短い7.2 Fのカテーテルを留置する。これを介して5 Fの軟性のカテーテルを親血管の遠位部まで誘導したうえで、さらにこの中にマイクロカテーテルを通して、親血管の蛇行の著しい症例では、特に、ガイディングカテーテル先端での血管解離に十分注意が必要であり、カテーテル先端が親血管屈曲部で血管壁に当たらないよう配慮を要する。

おわりに

detachable coilを用いた脳動脈瘤の瘤内塞栓術により、従来、治療困難とされていた脳動脈瘤に対して治療の道が開かれるとともに、直達手術によって治療のできる動脈瘤に対しても開頭を行わずに治療を行うことが可能となってきた。しかし、より低侵襲、かつより安全な治療を行うには、いくつかの塞栓手技上の要点がある。

今後これらの点に留意しながら、さらに症例を重ね、本治療法が脳動脈瘤の外科治療に少しでも寄与できればと考えている。

本論文の要旨は第17回日本脳神経外科コンgres (1997年3月14日、京都)において発表した。

文 献

- 1) Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovas-

- cular approach, part 2: Preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 75: 8-14, 1991.
- 2) Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Dion J, Lylyk P, Berenstein A, Strother C, Graves V, Halbach V, Nichols D, Hopkins N, Ferguson R, Sepetka I: Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. *J Neurosurg* 77: 515-524, 1992.
- 3) 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. *Interventional Neuroradiology* 3: 21-25, 1997.
- 4) 中原一郎, 滝 和郎, 田中正人, 定藤章代, 松本晃二, 菊池晴彦: 脳動脈瘤内腔塞栓術周術期における線溶凝固管理. *Arch Jpn Chir* 63: 91-98, 1994.
- 5) 中原一郎, 滝 和郎: 血管内外科 Standard Techniques. in: 山浦 晶 (ed.): 脳動脈瘤の外科 Standard and Modified Techniques. 医学書院, 東京, 1995, pp. 193-206.
- 6) 中原一郎, 滝 和郎, 坂井信幸, 村尾健一, 入江恵子, 松本晃二, 井坂文章, 菊池晴彦: くも膜下出血急性期の脳動脈瘤瘤内塞栓術: 自験例2例より. *Neurosurg Emerg* 1: 58-61, 1996.
- 7) Sadato A, Taki W, Ikada Y, Nakahara I, Matsumoto K, Tanaka M, Kikuchi H: Immediately detachable coil for aneurysm treatment. *Am J Neuroradiol* 16: 1459-1462, 1995.
- 8) Taki W, Nishi S, Yamashita K, Sadato A, Nakahara I, Kikuchi H, Iwata H: Selection and combination of various endovascular techniques in the treatment of giant aneurysms. *J Neurosurg* 77: 37-42, 1992.
- 9) Vinuela F, Duckwiler G, Mawad M: Guglielmi detachable coil embolization of acute intracranial aneurysm: Perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. *J Neurosurg* 86: 475-482, 1997.

要 旨

脳動脈瘤の瘤内塞栓術

—より低侵襲, より安全な治療を目指して—

中原 一郎 滝 和郎 菊池 晴彦
坂井 信幸 井坂 文章 大脇 久敬

脳動脈瘤に対する瘤内塞栓術は detachable coil の開発, 普及に伴い, 脳血管内手術のなかでも近年最も注目を集めている。われわれは過去4年間に48例の脳動脈瘤に対して, Guglielmi electrodetachable coil, interlocking detachable coil, あるいは immediately electrodetachable coil を用いた瘤内塞栓術を経験した。本稿ではこれらの治療結果, 追跡調査の結果, 合併症などを呈示するとともに, 有効な瘤内塞栓を行うための手技上の要点, 合併症を回避してより安全な治療を行うための方策について検討した。

—脳外誌 7: 87-94, 1998—