原著

Liquid coil を用いた脳・脊髄血管内閉塞術

中 村 貢 原 淑 恵 玉 木 紀 彦

Clinical Experience with Transarterial Embolization using Liquid Coils

by

Mitsugu Nakamura, M.D., Yoshie Hara, M.D., and Norihiko Tamaki, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Kobe University School of Medicine

We performed transarterial embolizations using liquid coils in 12 patients between July and November, 1995. There were 8 male and 4 female patients who ranged in age from 6 to 72 years (mean 47.3 years). The liquid coil was detached from a microcatheter following injection of saline. The coil is similar to a radiopaque thread and can be placed at a distal portion of the involved artery. Surgical excision was performed 1 to 7 days after embolization in 9 patients. Intraoperative blood loss was markedly reduced with the liquid coils. The coils can be cut easily using microscissors during open surgery.

The following 2 technical problems were encountered. 1) It was difficult to occlude large arteries completely with liquid coils alone. Complete occlusion was achieved by adding various types of platinum coils, including interlocking detachable coils or fibered platinum coils in 4 patients. 2) Tailing of the liquid coils occurred after the final injection in 4 patients. To prevent tailing, care should be taken to select a liquid coil of the appropriate size.

Although no neurological deterioration occurred in any of our 12 patients, long-term follow-up data are not available; evidence on reopening of the occluded arteries is also lacking. However, liquid coils appear to be suitable for use in preoperative transarterial embolization.

(Received January 24, 1996; accepted June 20, 1996)

Key words : intravascular surgery, embolization, platinum coil, liquid coil

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 6 : 37-43, 1997

はじめに

脳・脊髄血管閉塞術に使用する材料は, detachable balloon¹⁾¹²⁾, polyvinyl alcohol (PVA) particle などの粒状物質⁴⁾, isobutyl-2-cyanoacrylate (IBCA)²⁾, *N*-butyl-2-cyanoacrylate (NBCA)⁵⁾¹⁵⁾²⁶⁾, ethylene vinyl alcohol copolymer (EVAL)²⁴⁾, estrogen-alcohol²³⁾, polyvinyl acetate (PVAc)²³⁾, cellulose acetate polymer (CAP)¹⁶⁾¹⁹⁾ などの液状物質, 絹糸, プラチナ製コイルが臨床的に使用されている. liquid coil (Target Therapeutics, USA) はプラチナ製コイルに属するもので, ほ

かのプラチナ製コイルよりも末梢血管を閉塞することを目的に開発された. 適応病変や使用法は, これまでのプラチナ製コイルとは異なり, 生理的食塩水を注入することでマイクロカテーテル内から離脱して, 血流によって離脱部より遠位部へ誘導され, マイクロカテーテルが到達できない血管末梢部を閉塞することができる. コイル自体の形状記憶は弱く, 閉塞はコイルが一塊となることで行われる (Fig. 1A, B). liquid coil を用いた脳神経外科領域での血管閉塞術の臨床経験から, liquid coil の特徴と手技上の問題点を報告する.

神戸大学医学部脳神経外科 / 〒650 神戸市中央区楠町 7-5-1 [連絡先: 中村 貢]

Address reprint requests to: Mitsugu Nakamura, M.D., Department of Neurosurgery, Kobe University School of Medicine, 7-5-1 Kusunoki-cho, Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo 650, Japan

対 象

1995年7月～11月30日までの5カ月間に、12症例に対して liquid coil を用いた血管閉塞術を施行した。年齢は6～72歳(平均47.3歳)、男性8例、女性4例であった。診断、閉塞血管、使用した liquid coil, 併用した liquid coil 以外の閉塞物質について Table 1 にまとめた。

12症例すべてに経動脈的塞栓術の際の閉塞物質として liquid coil を使用した。脳動静脈奇形の2症例では、6フレンチガイディングカテーテルを大腿動脈経由で椎骨動脈へ留置した。FasTracker-18をDasher-14ガイドワイヤーを先行させて脳動静脈奇形の feeder へ選択

的に挿入した。イソミタール、キシロカインによる provocation test 陰性を確認後、liquid coil 単独で閉塞術を行った (Fig. 2, 3)。脳動静脈奇形以外の10症例では、5フレンチガイディングカテーテルを大腿動脈経由で目標血管起始部に留置した。FasTracker-18をDasher-14ガイドワイヤーを先行させて病変血管に選択的に挿入した。

9症例で、血管閉塞術1～7日後に病変摘出手術を行った。

最初に使用する liquid coil は、病変血管の血流が速く、動静脈シャントを有する場合には、血管径を考慮して10～30cmの比較的長いコイルを急速に注入した。2本目以降は、短い liquid coil を使用して病変血管の完全閉塞を目標とした。

結 果

liquid coil 単独で閉塞術を施行したのは7症例であった。残り5症例では、liquid coil 以外の閉塞物質を併用した。4症例 (Case 2, 3, 5, 10) では、病変血管が太く、liquid coil 単独での閉塞を試みたが完全に閉塞できなかったため、ほかのコイルを用いて完全閉塞した。1症例 (Case 1) では、腫瘍内血管をPVA particles (100～250 μ m) により閉塞した後、上顎動脈を liquid coil によって閉塞した。

脳動静脈奇形、脊髄動静脈奇形、硬膜動静脈奇形などのシャント性病変では、マイクロカテーテルを可及的にシャント部近傍まで誘導を試みた。しかし、病変血管の

Fig. 1 A : A liquid coil is advanced through the introducer following saline injection.

B : The liquid coil (5 cm, 18) adapts to fit the shape of the targeted vessel (left). An interlocking detachable coil (3 mm-6 cm) is shown on the right.

Table 1 Case profiles and treatment summary

Case	Age	Sex	Diagnosis	Vessels embolized	Liquid coils used*	Other materials
1	71	F	temporal base meningioma	maxillary artery	5×1, 20×1 (18)	PVA particles
2	49	M	cervical tumor	ascending cervical artery	20×2, 30×5 (18)	IDC
3	64	M	dural AVF	occipital artery	10×1, 30×1 (18)	FPC
4	12	M	AVM	posterior temporal arteries	5×1, 10×4 (18)	none
5	8	F	spinal AVF	Th10, 11 intercostal artery	10×1, 20×1 (18)	IDC
6	66	M	dural AVF	middle meningeal artery	2×2, 5×1 (10)	none
7	62	F	cervical meningioma	ascending cervical artery	2×1 (10), 2×2 (18)	none
8	6	M	AVM	posterior choroidal artery	5×2 (18)	none
				thalamoperforating arteries	2×1 (10), 5×3 (10), 5×1 (18)	none
9	66	M	dural AVF	both middle meningeal arteries	2×10, 5×8 (18)	none
				both superficial temporal arteries	2×8 (18)	none
10	72	M	dural AVF	both occipital arteries	2×20 (18)	FPC
11	25	M	spinal AVM	ascending cervical artery	5×5 (18)	none
12	67	F	scalp AVF	abnormal arteries of the ECA	10×5 (18), 20×5 (18), 30×5 (18)	none

AVF : arteriovenous fistula AVM : arteriovenous malformation ECA : external carotid artery PVA : polyvinyl alcohol IDC : interlocking detachable coil FPC : fibered platinum coil * : Coil length (cm) × number (type)

Fig. 2 Case 8

- A : A microcatheter is advanced into the posterior choroidal artery. A superselective angiogram (A-P view) shows arteriovenous malformation.
- B : A liquid coil (5 cm, 18) is detached from the microcatheter. The arrowhead indicates the tip of the microcatheter.
- C : The liquid coil flows into the distal portion of the feeder artery. The arrowhead indicates the tip of the microcatheter.
- D : Blood supply to the arteriovenous malformation was significantly reduced after liquid coils embolization (arrow).

Fig. 3 Case 4

- A : Preembolization vertebral angiogram demonstrating arteriovenous malformation fed by the posterior temporal artery
- B : Postembolization vertebral angiogram showing occlusion of the 2 feeder arteries by liquid coils

Fig. 4 Tailing of the liquid coils in Case 1

- A : External carotid angiogram showing remarkable tumor stain extending from the sphenoid sinus into the temporal base and fed by the maxillary artery
 B : When the final liquid coil was injected, the end of it extended downward like a mouse tail (arrow) because blood flow was arrested before complete detachment.

屈曲や蛇行が強く、シャント近位側にしか留置できなかった症例でも、liquid coil は離脱後に屈曲・蛇行した病変血管を通過して、シャント近傍の動脈側をコンパクトに閉塞した (Fig. 2B, C)。

liquid coil の使用数は1症例で2～20本 (平均8本) であった。使用本数が増加しても liquid coil のマイクロカテーテル内の通過性は良好であった。複数の血管を閉塞する場合には、マイクロカテーテルを入れ換える必要がなく、引き続き手技を継続した。

離脱した liquid coil をイントロデューサー内に引き戻すことは、実験用ピーカーの中では容易であるが、マイクロカテーテル内に挿入した liquid coil を引き戻すことは自験例では不可能であった。

血流が速い場合には、liquid coil がマイクロカテーテルから離脱して血流によって遠位部に流入していく様子を確認することは、透視下では非常に困難であった。しかし、血管内に留置した liquid coil は透視下で容易に確認可能であった。シャント静脈側へ liquid coil が迷入した症例は1例も認めなかった。

合併症として新たな神経症状が出現した症例は経験しなかったが、liquid coil による血管閉塞術の手技上の問題点として、コイルが血管内で一塊とならずに尾状になる tailing を示す症例を4症例に認めた。tailing を起こした liquid coil はいずれも liquid coil-18 であり Case 1 では5 cm ストレート、Case 5 では20 cm ストレート、Case 7 では2 cm ストレート、Case 8 では5 cm ヘルカタイプであった。4症例いずれも、閉塞術の途中で血流が著明に遅延した後、完全閉塞を目標に挿入した liq-

uid coil において出現した (Fig. 4A, B)。

病変摘出手術を行った9症例では、liquid coil で閉塞した血管からの出血はほかの閉塞物質同様にきわめて少なく、また liquid coil はマイクロ用ハサミを用いても容易に切断することが可能であった。閉塞血管あるいはその周囲に炎症反応も認められず、liquid coil が摘出手術の妨げになることはなかった。

考 察

① Liquid coil の特性

脳・脊髄血管内手術領域において、プラチナ製コイルは血管閉塞術の材料として頻用されており、直達手術の困難な脳動脈瘤に対する塞栓物質⁶⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁷⁾¹⁸⁾²¹⁾²⁵⁾、硬膜動静脈瘻に対する病変静脈洞の閉塞物質¹⁴⁾として fibered platinum coil (FPC) が使用されてきた。その後コイルを離脱と引き戻しが任意に行えるように工夫した Guglielmi detachable coil (GDC)⁸⁾や、interlocking detachable coil (IDC) の出現によって、プラチナ製コイルによる脳動脈瘤閉塞術⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾²⁰⁾の適応が拡大してきた。一方 GDC や IDC によって、硬膜動静脈瘻²⁷⁾、high flow シャント性病変¹¹⁾に対しても、安全で確実な閉塞術を施行することが可能となった。

従来のプラチナ製コイルと粒状および液状物質との大きな相違点は、コイルが物理的に大きいため、閉塞する血管径も大きいことに対して、粒状および液状物質は血流によって留置したマイクロカテーテル先端より遠位部に到達することが可能である点である。このコイルの欠

点である血管遠位部での閉塞を可能にしたのが liquid coil である。さらに FPC はコイル使用数の増加とともにマイクロカテーテルとの抵抗が増大し、無理に挿入しようとした場合、マイクロカテーテルの断裂を引き起こすことがあるが²²⁾、liquid coil は複数を使用した場合でもマイクロカテーテルを損傷することはなかった。しかし、GDC や IDC が有していた離脱・引き戻し機能はもっており、使用する際にはコイル長を慎重に選択する必要がある。一方、液状物質の欠点であるマイクロカテーテルの gluing や、血管閉塞後に次の目標血管に対してマイクロカテーテルを交換するという液状および粒状物質の欠点はなく、塞栓術を続行できる利点を有している。

liquid coil 径は、現在のところ liquid coil-18 と liquid coil-10 の 2 種類がある。18-マイクロカテーテルには liquid coil-18 が使用可能で、10-マイクロカテーテルおよび 1.8 フレンチ、1.5 フレンチのフローダイレクトタイプのマイクロカテーテルには liquid coil-10 が使用可能である。当初はストレートタイプのみで、コイル長は 2, 5, 10, 20, 30 cm であったが、先端を形状記憶により工夫したヘリカルタイプが追加になった。しかし、ヘリカルタイプでも FPC や IDC と異なり形状記憶は弱く、両タイプともに血管閉塞はマイクロカテーテルから離脱後、liquid coil が一塊となることで行われる。ヘリカルタイプが使用可能になってからは、シャント性病変に対しては静脈側への迷入の危険を考慮して、5 cm 以下の liquid coil を使用する際にはヘリカルタイプを使用することが多い。

脳動静脈奇形に対して絹糸による閉塞術の報告があるが、liquid coil の離脱方法はこの絹糸の離脱方法と同一で、生理的食塩水を注入することで行われ、注入時に加圧を必要とする。Deveikis ら³⁾は、絹糸を用いた脳動静脈奇形の閉塞術 6 例中 3 例の出血を経験して、離脱の際に加圧することの危険性を報告している。しかしわれわれは、脳動静脈奇形に対して絹糸による閉塞術を 7 例行ってきたが、1 例の出血も経験しておらず、また今回の liquid coil を用いた脳動静脈奇形の閉塞術でも出血例を経験していない。絹糸は放射線透過性物質であり、透視下で血管内での位置や動きを確認することはできない。一方 liquid coil は、血流が速い場合には、マイクロカテーテルから離脱して血管内に留置される様子を肉眼で確認することは困難である。liquid coil を使用した当初は、マイクロカテーテル先端部まで慎重に liquid coil を進めてから、次いで離脱後の動きを確認するようにしていた。しかし、liquid coil が放射線非透過性であることの利点は、離脱から留置されるまでの動きを見ること

よりも、血管内での留置部位および留置後の動きを容易に確認できる点にある。留置後に生理的食塩水や造影剤を高圧で注入した場合、liquid coil がさらに遠位部へと進んだり、一塊となっていた liquid coil が血流の途絶によって生じた back flow により、血管内を近位側へと移動したり、あるいは一塊となっていた形状が失われることが観察された。離脱のための加圧を必要最低限とし、離脱後の不必要な加圧は行わないように注意が必要である。同様の現象は絹糸や粒状物質でも起こり得ると思われる。閉塞物質が生理的食塩水や造影剤の注入に伴って近位側へ移動して正常血管へと迷入する危険があり、liquid coil が使用可能となってからは血管内での動きを捉えることのできない絹糸の使用は止めている。

比較的太い血管を閉塞する場合、liquid coil は血流を減少させる点では非常に優れていたが、完全閉塞させることが困難であったために最後に他のコイルを追加した症例が 4 例あった。現在では、特に脳動静脈奇形、硬膜動静脈瘻、脊髄動静脈奇形の経動脈塞栓術において、マイクロカテーテルの到達が困難な病変血管遠位部を可及的にシャント部近傍でコンパクトに閉塞する際に liquid coil を使用している。しかし、liquid coil 単独で病変血管を完全閉塞することが困難であれば、病変血管近位部を他種類のコイルを追加して閉塞している。

本来は liquid coil-10 を 18-マイクロカテーテルに使用した場合に、liquid coil-10 を損傷するおそれがあるため使用すべきではないが、屈曲や蛇行が強い血管に対しては liquid coil-18 の挿入と離脱に過分な加圧を必要とすることがあり、このような症例に限って liquid coil-10 を 3 症例に使用した。自験例では liquid coil-10 が損傷することはなかったが、使用の際には十分な注意が必要である。

② Tailing について

liquid coil の tailing を認めた 4 症例で、ビデオにより liquid coil の動きを詳細に検討した。2 例 (Case 1, 7) では、liquid coil の注入を 1 ml の注射器を用いて比較的ゆっくり行った時に、liquid coil が完全にマイクロカテーテルから離脱する前に、病変血管の順行性の血流が途絶したため、その後注入した liquid coil が一塊とならずに tailing を起こしていた (Fig. 4B)。Case 8 では、2.5 ml の注射器を用いて急速に注入した時に、病変血管が完全に閉塞した後で back flow が生じ、一塊となっていたコイルの一部が back flow によって tailing を起こしたものであった。

Case 5 では、親動脈である肋間動脈の屈曲が強く、

liquid coil-18 がマイクロカテーテル内を通過することが困難であったため、頻回に生理的食塩水を注入して離脱させた。離脱終了と判断してマイクロカテーテルを抜去した時に、liquid coil が大動脈まで引きずられて tailing を起こした。術後ビデオにより検討すると、離脱と判断した時に、liquid coil の近位部が透視下で確認できないほど伸展して細くなり、マイクロカテーテル先端に付着していた。肋間動脈にマイクロカテーテルを再挿入して IDC により tailing 部分を固定すると、大動脈の tailing 部分は遠位肋間動脈内に迷入して固定された。このように accidental に tailing が生じることがあり、マイクロカテーテルの抜去が終了するまで細心の注意が必要である。

liquid coil の tailing を予防する際に重要なことは、まず適切な長さのコイルを選択することであり、さらに留置後の不必要な加圧を避け、留置後の liquid coil の動きに注意することである。しかし、今後も未知の原因によって tailing が生じる場合も考えられるため、tailing を考慮に入れて、マイクロカテーテルの留置部位を慎重に検討すべきであろう。

③ Liquid coil の臨床応用と今後の課題

liquid coil による血管閉塞術には、現時点で長期フォローアップの情報がないため、閉塞血管の再開通性など未知の部分が多い。このため、われわれは、主に摘出手術を前提に、経動脈塞栓術を施行する際の閉塞物質として liquid coil を使用した。主目的である術中の出血減少効果は十分であり、挿入した liquid coil はマイクロ用ハサミで容易に切断可能であった。今回の臨床経験から、liquid coil は手術前の血管閉塞術の塞栓物質として扱いやすく、非常に優れていると考えられる。今後、合併症が少ないという利点を生かして、定位放射線治療を前提とした脳動静脈奇形の治療など、閉塞血管の再開通が問題となる疾患への応用の可能性について検討する必要がある。

本論文作成にあたり、治療の機会を与えていただいた白方誠彌院長・山下晴央先生・石川朗宏先生・島田真一先生（淀川キリスト教病院）、工藤弘志先生・南 浩昭先生・高本 剛先生（六甲アイランド病院）、楠 忠樹院長（社団六心会恒生病院）、頃末和良先生・西原賢在先生（三田市民病院）、藤田稠清副院長・川口哲郎先生・細田弘吉先生・柴田裕次先生・岩倉昌岐先生（姫路循環器病センター）に深く感謝の意を表します。

文 献

1) Debrun G, Lacour P, Caron JP, Hurth M, Comoy J,

- Keravel Y, Laborit G : Experimental approach to the treatment of carotid cavernous fistulas with an inflatable and isolated balloon. *Neuroradiol* 9 : 9-10, 1975.
- 2) Debrun G, Vinuela F, Fox A, Drake CG : Embolization of cerebral arteriovenous malformations with bucrylate : Experience in 46 cases. *J Neurosurg* 56 : 615-627, 1982.
- 3) Deveikis JP, Manz HJ, Luessenhop AJ, Caputy AJ, Kobrine AI, Schellinger D, Patronas N : A clinical and neuropathologic study of silk suture as an embolic agent for brain arteriovenous malformations. *AJNR* 15 : 263-271, 1994.
- 4) Eskridge JM, Hartling RP : Preoperative embolization of brain AVMs using surgical silk and polyvinyl alcohol (Abst). *AJNR* 10 : 882, 1989.
- 5) Fournier D, TerBrugge KG, Willinsky R, Lasjaunias P, Montanera W : Endovascular treatment of intracerebral arteriovenous malformations : Experience in 49 cases. *J Neurosurg* 75 : 228-233, 1991.
- 6) Garcia-Monaca R, Rodesch G, Alvarez H, Iizuka Y, Lasjaunias P : Pseudoaneurysms within ruptured intracranial arteriovenous malformations : Diagnosis and early endovascular management. *AJNR* 14 : 315-321, 1993.
- 7) Graves VB, Strother CM, Duff TA, Perl J II : Early treatment of ruptured aneurysms with Guglielmi detachable coils : Effect of subsequent bleeding. *Neurosurg* 37 : 640-648, 1995.
- 8) Guglielmi G, Vinuela F, Sepetka I, Macellari V : Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1 : Electrochemical basis, technique, and experimental results. *J Neurosurg* 75 : 1-7, 1991.
- 9) Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G : Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 2 : Preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 75 : 8-14, 1991.
- 10) Guglielmi G, Vinuela F, Briganti F, Duckwiler G : Carotid-cavernous fistula caused by a ruptured intracavernous aneurysm : Endovascular treatment by electrothrombosis with detachable coils. *Neurosurgery* 31 : 591-597, 1992.
- 11) Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Dion J, Stocker A : High-flow, small-hole arteriovenous fistulas : Treatment with electrodetachable coils. *AJNR* 16 : 325-328, 1995.
- 12) Hieshima GR, Grinnell VS, Mehringer CM : A detachable balloon for therapeutic transcatheter occlusions. *Radiology* 138 : 227-228, 1981.
- 13) Higashida RT, Halbach VV, Dowd CF, Barnwell SL, Hieshima GB : Interventional neurovascular treatment of a giant intracranial aneurysm using platinum microcoils. *Surg Neurol* 35 : 64-68, 1991.
- 14) Hilal SK, Khandji AG, Chi LT, Stein BM, Bello JA, Silver AJ : Synthetic fiber-coated platinum coils successfully used for the endovascular treatment of arteriovenous malformations, aneurysms and direct arteriovenous fistulas of the CNS (Abst). *AJNR* 9 : 1030, 1988.
- 15) Jafar JJ, Davis AJ, Berenstein A, Choi IS, Kupersmith MJ : The effect of embolization with N-butyl cyano-

- acrylate prior to surgical resection of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 78 : 60-69, 1993.
- 16) Kinugasa K, Mandai S, Terai Y, Kamata I, Sugiu K, Ohmoto T, Nishimoto A : Direct thrombosis of aneurysms with cellulose acetate polymer. Part II : Preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 77 : 501-507, 1992.
 - 17) Knuckey NW, Haas R, Jenkins R, Epstein MH : Thrombosis of difficult intracranial aneurysms by the endovascular placement of platinum-Dacron microcoils. *J Neurosurg* 77 : 43-50, 1992.
 - 18) Lane B, Marks MP : Coil embolization of an acutely ruptured saccular aneurysm. *AJNR* 12 : 1067-1069, 1991.
 - 19) Mandai S, Kinugasa K, Ohmoto T : Direct thrombosis of aneurysms with cellulose acetate polymer. Part I : Results of thrombosis in experimental aneurysms. *J Neurosurg* 77 : 497-500, 1992.
 - 20) Marks MP, Chee H, Lidell RP, Steinberg GK, Panahian N, Lane B : A Mechanically detachable coil for the treatment of aneurysms and occlusion of blood vessels. *AJNR* 15 : 821-827, 1994.
 - 21) Marks MP, Steinberg GK, Lane B : Combined use of endovascular coils and surgical clipping for intracranial aneurysms. *AJNR* 16 : 15-16, 1995.
 - 22) 中村 貢, 富田洋司, 河村淳史, 杉本雅史, 長嶋達也,
 - 廣田省三, 玉木紀彦 : 断裂した Tracker-18 infusion catheter を "goose-neck" snare によって回収した 1 例. 脳外誌 3 : 227-229, 1994.
 - 23) Takahashi A, Yoshimoto T, Sugawara T : New liquid embolization method for brain arteriovenous malformations : Combined infusion of estrogen-alcohol and polyvinyl acetate. *Neuroradiology* 33 (Suppl) : 190-192, 1991.
 - 24) Taki W, Yonekawa Y, Iwata H, Nishi S, Yamashita K, Nakahara I : A new liquid material for embolization of arteriovenous malformations. *AJNR* 11 : 163-168, 1990.
 - 25) Taki W, Nishi S, Yamashita K, Sadatoh 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.
 - 26) Vinuela F, Dion JE, Duckwiler G, Martin N, Lylyk P, Fox A, Pelz D, Drake CG, Girvin JJ, Debrun G : Combined endovascular embolization and surgery in the management of cerebral arteriovenous malformations : Experience with 101 cases. *J Neurosurg* 75 : 856-864, 1991.
 - 27) Yoshimura S, Hashimoto N, Kazekawa K, Nishi S, Sampei K : Embolization of dural arteriovenous fistulas with interlocking detachable coils. *AJNR* 16 : 322-324, 1995.

要 旨

Liquid coil を用いた脳・脊髄血管内閉塞術

中村 貢 原 淑恵 玉木 紀彦

新しく開発されたプラチナ製コイルである liquid coil を用いた血管閉塞術の経験を報告した。liquid coil は生理的食塩水の注入によってマイクロカテーテルから離脱して、血流によってマイクロカテーテル先端よりも遠位部に誘導できるため、従来のコイルに比べて末梢の血管や屈曲・蛇行の強い血管を閉塞できる。手術時にマイクロ用ハサミで容易に切断可能であり、手術前の血管閉塞術材料として非常に優れていた。しかし、注入した liquid coil が一塊とならず tailing を引き起こした症例が 4 例あり、使用するコイルの長さを慎重に選択すべきである。今後、閉塞血管の再開通など長期予後について検討する必要がある。

脳外誌 6 : 37-43, 1997