

司会 御質問ございませんでしょうか?はい,どうぞ.

吉村 肝硬変の患者さんをフォローアップしていきま  
すと手術例がいいという理由は手術ができる患者さんで  
すので肝硬変が進んでいないという限られた症例だと思  
うのですが.

渡辺 先生のおっしゃる通りでサブセグメンタル  
TAE ができるというのはやはり限られた症例という事  
になってしまいます.それは動脈の走行の問題,それから  
腫瘍の存在部位,個数,といったことで異なりますけ  
ど,トータルで見た場合,サブセグメンタルができる症

例というのはだいたい1/3 くらいではないかと思いま  
す.ただ多発していてもそれぞれにつきましてサブセグ  
メンタルでつめるという事はできるので,肝硬変になれ  
ば血管走行が多少コークスクリューで難しくなります.  
正確な数字はわかりませんがだいたい全体としてはそれ  
くらいになるのではないかと思います.

司会 他にになにかございますか?先生ありがとうございます.  
それでは次に「頭頸部領域における血管内治  
療について」脳神経外科の阿部博史先生よろしくお願  
いします.

## 5) 頭頸部領域における血管内治療

新潟大学脳研究所脳神経外科教室(主任:田中隆一教授)

阿部博史

### Intravascular Surgery in Intracranial and Cervical Regions

Hiroshi Abe

*Department of Neurosurgery  
Brain Research Institute, Niigata University  
(Director: Prof. Ryuichi TANAKA)*

Intravascular surgery in intracranial and cervical regions has made a remarkable progress in this decade with advances in radiological technology such as 3D-CT and 3D-DSA, improvement of catheterization system and development of new embolic materials. Aneurysm embolization using GDC, an electrically detachable coil developed by Guglielmi, is gaining increasing acceptance as a viable alternative to surgery in the treatment of cerebral aneurysms. Transvenous embolization to promote fistula closure using mainly detachable coils and fibered coils is getting to be accepted as a first treatment of dural arteriovenous fistulas. Carotid stent placement is being applied increasingly to elderly or high risked cases an alternative to carotid endarterectomy with development of balloon protection system.

Further advancement in this field can be expected under an adequate selection of

Reprint requests to: Hiroshi Abe  
Department of Neurosurgery,  
Tachikawa General Hospital  
3-2-11 Kanda-machi, Nagaoka  
Niigata, 940-8621, JAPAN

別刷請求先: 〒940-8621長岡市神田町3-2-11  
立川総合病院脳神経外科 阿部博史

cases and skillful hands of operators as well as improvement in devices for intra-vascular surgery.

Key words: cerebral aneurysm, coil embolization, Guglielmi detachable coil, stent placement, dural arteriovenous fistula, transvenous embolization  
脳動脈瘤, コイル塞栓術, GDC, ステント留置術, 硬膜動静脈瘻, 経静脈的塞栓術

## はじめに

前回の血管内手術に関するシンポジウムから8年の歳月が経て、その間に、頭頸部領域における血管内治療は、日進月歩のX線機器をはじめ、新しいカテーテルや塞栓材料等の開発により一層の進歩を遂げてきた。

3D-CT, 3D-DSAの開発は、あらゆる方向から三次元的に血管病変の形態を把握することを可能とし、それにより治療戦略の設計が詳細に行えるようになった<sup>1)2)</sup>。塞栓材料では、離脱式コイルの出現が“塞栓術”を大きく変化させた。なかでも Guglielmi らが開発した電気的離脱式コイルである GDC は<sup>3)4)</sup>、脳動脈瘤に対する塞栓術を clipping に並ぶ治療として確立させつつあるといっても過言ではない。また硬膜動静脈瘻において、離脱式コイルを用いた経静脈的塞栓術はその治療成績から経動脈的塞栓術に代わって第一選択とされるようになってきた。

もう一つの大きな進歩は狭窄性病変に対するステントの使用である。PTA 中の塞栓の問題のため、頭頸部領域では冠動脈に比べその使用が遅れていたが、塞栓予防の balloon system が開発され、頭頸部領域においてもステント留置術が徐々に行われるようになってきた。

そこで本稿では、特にこの近年に大きく進歩した頭頸部領域における血管内治療として、脳動脈瘤に対する GDC を用いた塞栓術、硬膜動静脈瘻に対する経静脈的塞栓術、頭頸部領域におけるステント留置術について述べる。

### 1. 脳動脈瘤に対するコイル塞栓術

脳動脈瘤に対する瘤内塞栓術の塞栓物質として初めは離脱式バルーンが使用されたが、不規則な形状に fit しない、硬化剤の取り扱いが容易ではない、system の操作性が必ずしも容易でないなどの不合理な点も多かった。そうした中、1991年に Guglielmi らは新しい電気的離脱式コイル system である GDC を開発、報告した<sup>3)4)</sup>。それはデリバリーワイヤの先端についた螺旋状に形状記憶されたプラチナ合金の柔らかいコイルを、動脈瘤内に

留置したマイクロカテーテルから動脈瘤内に誘導し、通電により離脱させる system である(図1)。離脱するまでは動脈瘤の大きさや形状に合わせてコイルの出し入れが可能で、電気的な切断により外力をかけずに離断できるのが特徴である。太さおよび柔軟度が5種類、螺旋径が2から20mm、コイル長が1から30cmと多種類あり、最近では三次元的な形状を有する3Dコイルも市販された。基本的な塞栓の方法は、まず動脈瘤径に合った size のコイルで shell を形成し、中をそれより小さなコイルで充填するものである。図2に GDC 6本で塞栓した右内頸動脈瘤の1例を示す。塞栓術を行う上での重要なポイントは、動脈瘤の形状を正確に把握することはもちろん、動脈瘤頸部と親動脈、分枝動脈との位置関

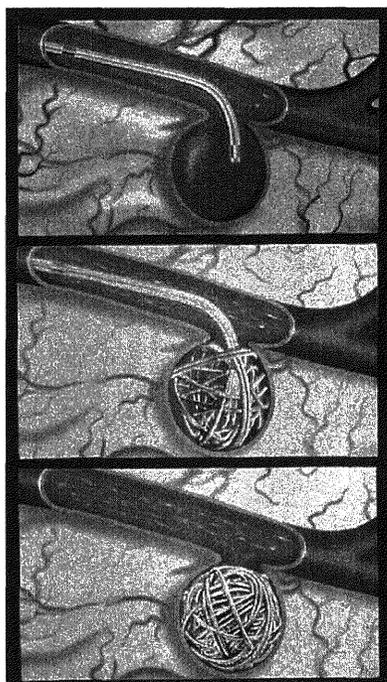


図1 GDCによる脳動脈瘤の塞栓をしめす shema.

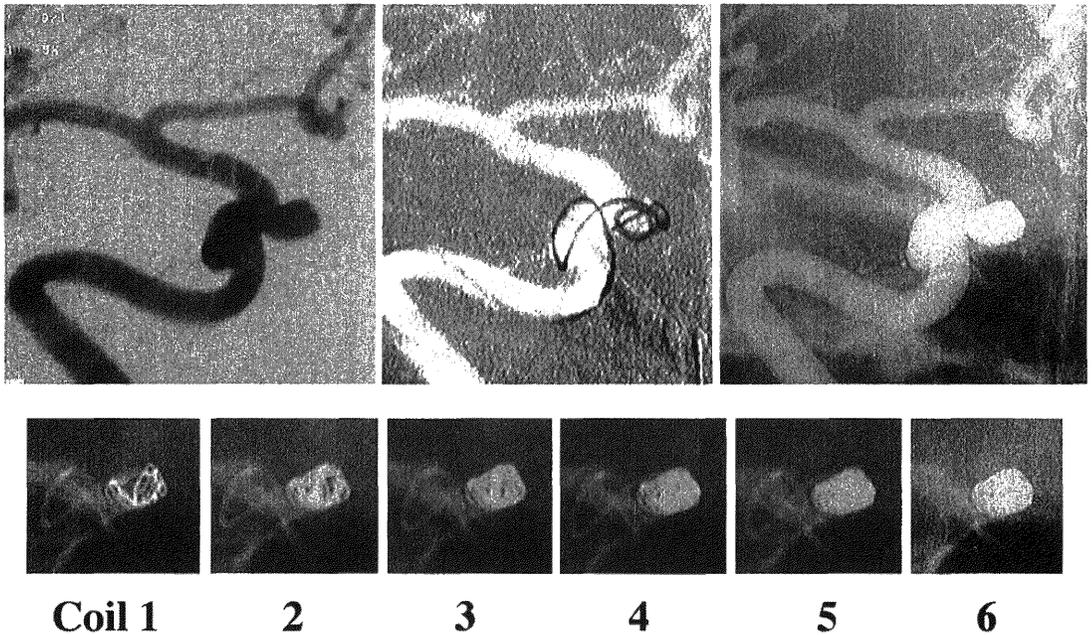


図2 右内頸動脈瘤例。  
GDC 6本で動脈瘤は完全閉塞。

表1 GDC 塞栓術 (1997. 4 - 2000. 9)

|                     | 破裂動脈瘤          | 未破裂動脈瘤     |
|---------------------|----------------|------------|
| 総数                  | 122            | 144        |
| 90%以上の塞栓が得られた動脈瘤    | 108 (89%)      | 130 (90%)  |
| 術後破裂                | 7 (全てlarge動脈瘤) | 0          |
| コイルの圧迫変形 : Large動脈瘤 | 7/11 (64%)     | 7/15 (47%) |
| : Small動脈瘤          | 12/28 (43%)    | 5/62 ( 8%) |
| 合併症 : 術中出血          | 7 ( 6%)        | 9 ( 6%)    |
| : 脳梗塞               | 12 (10%)       | 15 (10%)   |

係がよくわかる working angle をうまく設定できる  
かであり、そのために3D-DSAは不可欠になりつづ  
ある<sup>2)</sup>。

1997年3月にGDCの保険適応が認められて以来、  
GDCを用いた脳動脈瘤の治療症例は年々増加してきて  
いる。2000年9月までの3年半に新潟大学および関連

施設でコイル塞栓術を施行した動脈瘤は、破裂動脈瘤  
(RAn) 122個、未破裂動脈瘤 (UrAn) 144個の計266  
個で、その結果を表1に示す。部位としては、RAnで  
は後頭蓋窩動脈瘤、UrAnでは硬膜輪近傍の内頸動脈  
動脈瘤と、開頭によるクリッピング術が容易でない部位  
の動脈瘤が多く、諸家の報告と同様である<sup>5) 6)</sup>。RAn、

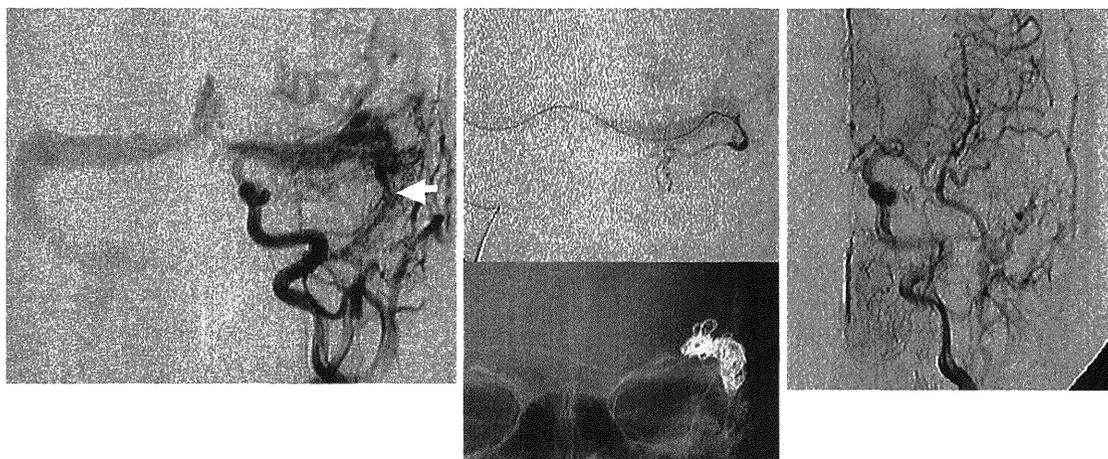


図3 左横静脈洞部硬膜動静脈瘻例。

右側から静脈洞交差を介してアプローチし、左横静脈洞をS状静脈洞側の閉塞端(矢印)からコイルで充填。塞栓術後硬膜動静脈瘻は消失。

UrAn とともに約90%で良好な塞栓が得られた。治療目的である動脈瘤の破裂予防に関しては、10mm以上のlarge sizeのRAnの7例で再破裂がみられた以外は、UrAnにおいても破裂は生じていない。コイル塞栓で術後問題になるのはコイルの圧迫変形で、large sizeの特にbroad neckの動脈瘤で高率に観察された。主な合併症はコイルの穿孔等による術中出血と塞栓血栓症で、CT上のくも膜下出血、LDAの出現は、RAn、UrAnともにそれぞれ6%、10%であった。全身麻酔下、全身ヘパリン化での施行を原則としており、UrAnでは術中出血はすべて小出血で症状を残したものはなく、LDAもほとんどが小さく11/15個が無症状であった。諸家の報告とも合わせ、small sizeの動脈瘤におけるコイル塞栓術の治療成績は良好で十分な適応があるが、large sizeの特にbroad neckを有する動脈瘤に対する適応は現時点では慎重であるべきと思われる<sup>7)8)</sup>。血栓化動脈瘤に関しては、コイルが血栓内に埋没することから最近ではコイル塞栓術は不適とされている。今後、更にコイルの充填率を上げる手技の工夫や新しいコイルの開発が望まれる。

## 2. 硬膜動静脈瘻に対する経静脈的塞栓術

硬膜動静脈瘻の中で頻度の多いのは海綿静脈洞部と横・S状静脈洞部である。従来の経動脈的塞栓術だけでは治療が困難な上、再発がしばしば見られ、近年、経静脈的にアプローチして罹患静脈洞を主に離脱式コイルとファ

イバーコイルをうまく組み合わせながら充填する、経静脈的塞栓術が行われるようになった<sup>9)</sup>。海綿静脈洞部の場合、到達経路として下錐体静脈洞(IPS)経由と眼窩部を切開して入る上眼静脈(SOV)経由があるが、一般にIPS経由がfirst choiceとされ、画像上IPSが描出されていなくともガイドワイヤーをうまく使用することで多くの場合到達可能である。Draining patternを正確に判断し、前方のSOV入口部から順序よく充填していくことがポイントで、特に静脈性脳梗塞や脳出血を来す危険となす皮質静脈への逆流を伴うものはその入口部を確実に遮断することが重要である。ただし、過度の充填は脳神経症状を招きやすいので注意を要する。

横・S状静脈洞部では、しばしば静脈洞の閉塞を伴い、閉塞部位によりdraining patternが異なり、治療を選択する上での重要なポイントとなる。その静脈洞が生理的な静脈還流に関与していない場合は、静脈洞を完全にコイルで充填することができるため、経静脈的塞栓術のよい適応となりうる。図3に対側からアプローチして経静脈的塞栓術を行った皮質静脈への逆流を伴う左横静脈洞部硬膜動静脈瘻の1例を示す。この場合も横静脈洞の脳表静脈への開口部にコイルを充填し、逆行経路を確実に遮断することが重要である。

## 3. 狭窄性病変に対するステント留置術

鎖骨下動脈や腕頭動脈狭窄に対してPTAは早くから試みられてきたが、頸部頸動脈狭窄においては、術中の血

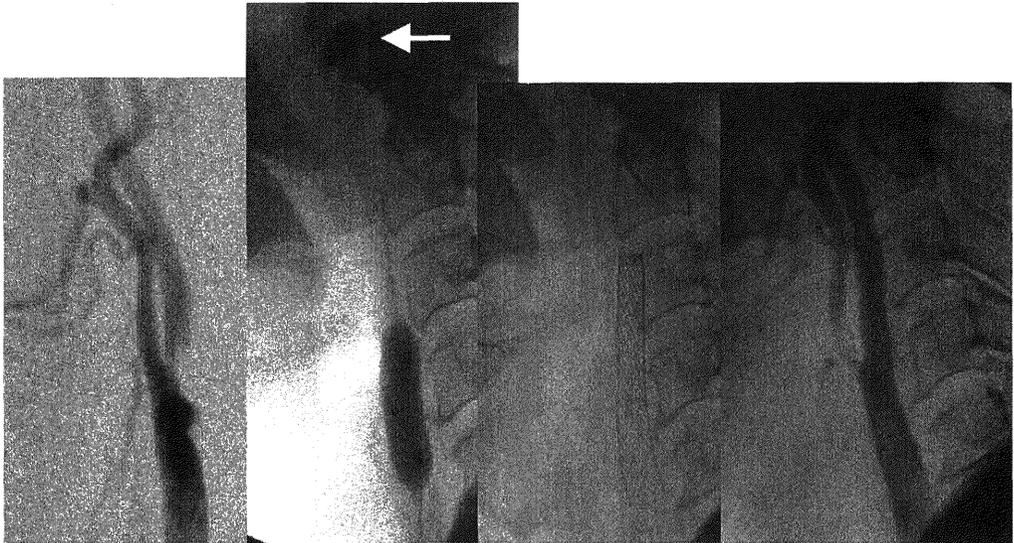


図4 頸部頸動脈狭窄例。

末梢側に protective balloon (矢印) をおいて PTA を施行後、ステントを留置。狭窄部は十分に拡張。

栓や粥状硬化片による distal embolism の問題から、積極的には導入されなかった。しかし、protection balloon やステントの開発に伴い、冠動脈や四肢血管で既に好成績をあげているステント留置術が頸部頸動脈狭窄に対しても応用されるようになった。当初はバルーン拡張型のステントが用いられたが、外力により変形を生じる危険から、現在は自己拡張型ステントが主流になっている。Protection balloon system を併用して行った坂井の報告<sup>10)</sup>によれば、ステント留置を行った頸部頸動脈狭窄 169 例、180 病変の全例でほぼ完全な血管拡張が得られ、mortality はなく、permanent morbidity は 2.8%，再狭窄は 5.7% であり、良好な成績と言える。頸部頸動脈狭窄に対しては血栓内膜剥離術という確立された治療があり、現在はステント留置術の適応は、高齢者、全身麻酔に対してリスクを有する者、高位病変、再狭窄病変など限られているが、良好な治療成績と低侵襲性から適応が広がることが予想される<sup>11)</sup>。我々も徐々に症例を経験しており、図4に1例を示す。

椎骨動脈起始部の狭窄においても、PTA では解離や再狭窄を生じやすいことから、ステント留置術が導入され、PTA と比べ良好な成績が報告されている<sup>12)</sup>。ただし、頸動脈に比べると再狭窄の発生は高率である。更に、頭蓋底部内頸動脈や椎骨脳底動脈の動脈硬化性狭窄に対しても技術的にステント留置が可能となっており、

報告も散見される<sup>13)</sup>。慎重な適応が必要であるが、外科的手術の困難な部位であり、今後ステントの適応が期待される。

## ま と め

頭頸部領域の血管内治療において、特にここ近年で進歩した、脳動脈瘤に対するコイル塞栓術、硬膜動静脈瘻に対する経静脈的塞栓術、狭窄性病変に対するステント留置術について述べた。

低侵襲な治療として益々注目される開発進歩の著しい分野であるが、日本脳神経血管内治療学会の専門医制度の発足も予定されており、慎重な適応選択と安全、確実な技術の習得の上に発展確立されていくことを期待したい。

## 文 献

- 1) 加藤庸子, 片田和廣, 小倉祐子, 他: 脳動脈瘤に対する脳外科治療戦略のためのヘリカル CT の役割と最近の進歩. 脳外誌 9: 491~496, 2000.
- 2) 山下勝弘, 松永登喜雄: 脳血管病変評価における 3D-DSA の有用性. 脳外誌 10: 612~620, 2001.
- 3) Guglielmi, G., Vinuela, F., Dion, J., et al: Electrothrombolysis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1: Electrochemical basis, tech-

- nique, and experimental results. *J Neurosurg* 75: 1~7, 1991.
- 4) Guglielmi, G., Vinuela, F., Dion, J., et al: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 2: Preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 75: 8~14, 1991.
  - 5) 根本 繁: 脳動脈瘤に対する血管内治療. *神経進歩* 45: 486~497, 2001.
  - 6) Murayama, Y., Vinuela, F., Duckwiler, G., et al: Embolization of incidental cerebral aneurysms by using the Guglielmi detachable coil system. *J Neurosurg* 90: 207~214, 1999.
  - 7) Debrun, G.M., Aletich, A.A., Kehrl, P., et al: Selection of cerebral aneurysms for treatment using Guglielmi detachable coils: The preliminary university of Illinois at Chicago experience. *Neurosurg* 43: 1281~1295, 1998.
  - 8) Gruber, A., Killer, M., Bavinski, G., et al: Clinical and angiographic results of endosaccular coiling treatment of giant and very large intracranial aneurysms: A 7-year, single-center experience. *Neurosurgery* 45: 793~804, 1999.
  - 9) 桑山直也, 遠藤俊郎, 高久 晃: 頭蓋内硬膜動静脈瘻の治療. *脳外* 28: 305~319, 2000.
  - 10) 坂井信幸: 頸動脈と椎骨動脈に対するステント留置術. *神経進歩* 45: 461~467, 2001.
  - 11) Wholey, M.H., Wholey, M., Marthias, K., et al: Global experience in cervical carotid artery stent placement. *Catheter Cardiovasc Interv* 50: 160~167, 2000.
  - 12) 波田野武人, 塚原徹也, 荒木加寿美, 他: 椎骨動脈起始部狭窄に対するステント留置術. *脳外誌* 9: 352~358, 2000.
  - 13) Mori, T., Kazita, K., Chokyu, K., et al: Short-term arteriographic and clinical outcome after cerebral angioplasty and stenting for intracranial vertebrobasilar and carotid atherosclerotic occlusive disease. *AJNR* 21: 249~254, 2000.

岡本 二つ程お教え下さい。一つはコイルコンパクションの問題で血栓がある時はコイルコンパクションが生じることがわかるんですが、血栓がないような場合でも起

こるのでしょうか？起こる時はどの様に考えるのでしょうか？

阿部 動脈瘤の体積に対する挿入したコイルの総体積比を塞栓体積率としてみますと、大きな動脈瘤の場合はやはりその値は低く、10%~20%程です。一見十分のようでも実は体積的には低く、その後血圧によって徐々に押されていってコンパクションが生じてくることとなります。つまり始めから入れたコイルがルーズだということです。大きな動脈瘤においてはコイル同志の間隙も多くなるため十分な体積率を得にくいのが現状です。

岡本 もう一つですが、大きくて破裂した動脈瘤では、再破裂はコイルでシェルを作っても残るプレブから生じるのか、それともコンパクションが生じて、残ったネックからでるのか、もしわかったら教えてください。

阿部 私たちの症例の多くは塞栓術後1~2日目でも再出血しています。先ほど示した術後に再出血した大きな動脈瘤では、塞栓術後の造影で動脈瘤のプレブが描出されていました。ですから完全にプレブに対する血流が遮断できない場合は再破裂の危険が高いと思われます。

岡本 コイルで十分充填できればプレブも自動的につぶれるという事ですか？

阿部 プレブの手前をしっかりとコイルでパッキングしプレブの血流が完全に遮断できれば大丈夫ではないかと考えています。

岡本 動脈瘤のネック側から出血する場合はありますか？

阿部 今までの例ではありません。

岡本 あともう一つ、コイルでつめていくと、動脈瘤の外径がそれにしただって大きくなるということは起こりうるのでしょうか？

阿部 極端に形が変わることはないですが、大きくなっているような印象をうける場合があります。未破裂脳動脈瘤で塞栓術後に痛みを訴える方がいます。

岡本 部位的には例えば海綿静脈洞部の内頸動脈瘤などどうでしょうか？

阿部 海綿静脈洞部の内頸動脈瘤では塞栓術後に眼の奥の痛みを訴える場合があります。

司会 他にいかがでしょうか？どうもありがとうございます。それでは最後の演題「血管内治療における放射線防護」について放射線科岡本浩一郎先生よろしくお願ひします。