

<原 著>

デタッチャブルコイルを使用した動脈管塞栓術における工夫

(平成9年3月26日受付)

(平成9年9月8日受理)

¹⁾埼玉県立小原循環器病センター小児科, ²⁾東京女子医大日本心臓血圧研究所循環器小児科

斎藤 明宏¹⁾ 富田 齊¹⁾ 中西 敏雄²⁾

key words : デタッチャブルコイル, 動脈管開存症, コイル塞栓術

要 旨

我が国では動脈管開存症に対し、近年、デタッチャブルコイルを用いたコイル塞栓術が行われ、良好な成績が報告されている。しかし、コイルの大動脈側や肺動脈側への飛び出しや、それによる肺動脈狭窄などの可能性に十分な留意が必要と考えられる。今回、我々はそれらの危険を最小限にする試みとして、第1に肺動脈内に留置するコイルの巻き数を1巻以内に調節し、肺動脈内に留置予定のコイル部分からダクロン糸を抜去する工夫、第2にデリバリーワイヤーとの連結側を事前に軽く屈曲させコイル先端がコイル円から突出しない様に工夫、第3に大動脈膨大部より留置コイルが飛び出さないように余分な長さのコイルを切断しコイル規定巻き数をさらに短縮させる工夫をこらした。7例に施行し、合併症はなく、全例で動脈管の完全閉塞を確認した。

はじめに

1967年に、Porstmann¹⁾により、はじめて非外科的動脈管塞栓術が報告されて以来、カテーテルによる経皮的動脈管閉塞術の報告がなされてきた。その主なものはRashkind閉鎖法を用いる方法²⁾³⁾と、コイルを用いる方法^{4)~12)}である。両方法とも動脈管閉鎖の成功率は高いが、塞栓の肺動脈や体動脈への落下が起こりうる事が報告されている。我が国やヨーロッパでは、Gianturco coilの落下を防止する目的で、デタッチャブルコイル(Cook社製)が用いられるようになってきた。本法は、コイルの留置位置の修正が容易で、コイルを離す直前までは回収可能であり、塞栓術の安全性は従来のコイル塞栓術より高いと思われる。しかし、留置コイルによる肺動脈狭窄の形成やコイル部の血栓による肺梗塞、あるいは大動脈側へのコイル突出による溶血などの可能性を有する。それらの危険を最小限にする目的で、今回我々はコイル留置に際しいくつかの工夫を行ったので報告する。

対象

対象は3歳から14歳の動脈管開存症7例。1例を除く6例に連続性雑音を聴取し、心臓カテーテル検査では肺体血流比は1.0から1.9であった(表1)。肺高血圧は認めなかった。

方 法

動脈管塞栓術は全例、大動脈側から施行した。左右の大腿動脈を穿刺し、5Frのシースを挿入、逆行性に5Frカテーテルを大動脈から動脈管を経由し肺動脈へ入れた。間ら⁹⁾¹⁰⁾の方法と同様に、コイルを肺動脈内で

表1 臨床所見および心臓カテーテル検査所見

症例	年齢(歳)	体重(Kg)	心雑音	肺/体血流比	収縮期肺動脈圧(mmHg)
1	12	34	CM 2/6	1.3	17
2	4	12	CM 2/6	1.5	24
3	5	17	CM 2/6	1.2	18
4	3	13	CM 1/6	1.1	22
5	5	17	SM 1/6	1.0	20
6	14	40	CM 2/6	1.9	35
7	8	26	CM 1/6	1.3	19

CM:連続性心雑音, SM:収縮期雑音, 心雑音の数字はLevine分類

別刷請求先: (〒360-01)埼玉県大里郡江南町大字板井1696

埼玉県立小原循環器病センター

斎藤 明宏

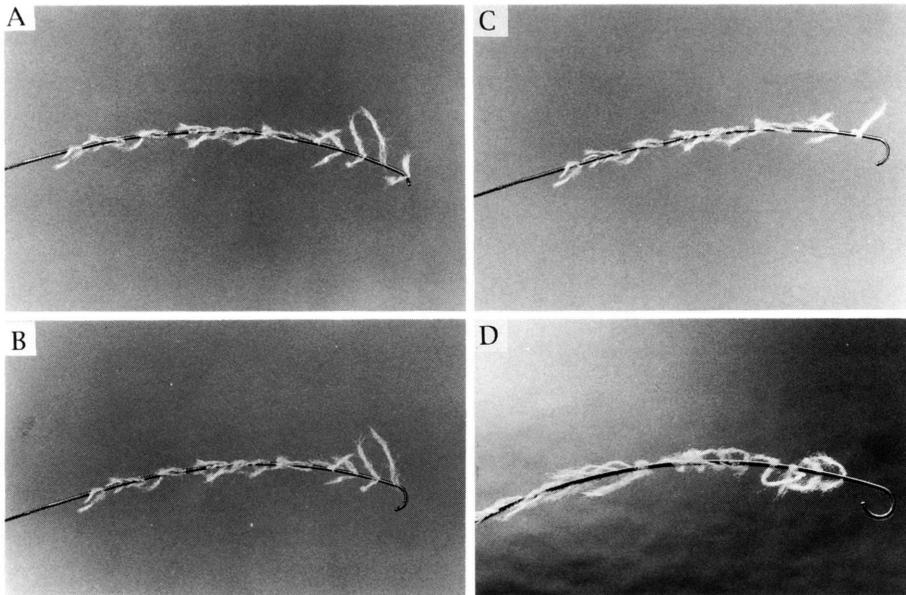


図1 PDA デタッチャブルコイル (Cook 社製) に付けられたダクロン糸. A:ダクロン糸除去前. B: 1本の糸を除去, 先端1/2巻分の糸は除去されている. C: 2本の糸を除去, 先端3/4巻分の糸は除去されている. D: 先端の3本の糸を除去, 先端1巻分以上の糸が除去されている.

1/2～1巻きつくり, 大動脈側の動脈管膨大部に残りのコイルが収まるようにした. その際以下の工夫をこらした.

工夫1

PDA デタッチャブルコイルは Gianturco コイルと同様, 血栓効果を高める目的でステンレス製のコイルにダクロン糸がついている. 肺動脈内にダクロン糸がついたコイルが存在すると, 肺動脈内で血栓を形成するか肺動脈末梢へ血栓を飛散させる危険がある. その危険を最小限にする為に, 肺動脈内に留置させるコイルの巻き数を1巻き以内にした. さらに肺動脈内に留置される部分のコイルにはダクロン糸がつかないようにする為に, 先端から1巻き以内にあるダクロン糸を1本ないしは2本抜去した (図1). ダクロン糸抜去は間ら⁹⁾が報告した4例の中1例に施行されているが, 本報告では全例に施行した.

工夫2

本コイルはそのままでは, デリバリーワイヤーとの連結部が真っ直ぐになり, コイルの円から突出してしまう (図2A). そこで, 予めコイル連結部を指で曲げ, コイルの円の中に連結部が収まるようにした (図2B). その際, コイルをビニールチューブから約2巻の長さ

だし, 連結部がコイル円から突出しないことを確認した.

工夫3

動脈管の大動脈側膨大部の大きさや径が小さい時, コイルが膨大部に収まらずに大動脈側に突出する可能性がある. ダクロン糸がついたコイルが大動脈側に突出すると, 血栓が体動脈末梢に飛散する可能性がある. その可能性を最小限にする為に, 必要以上の長さのコイルを切断し大動脈側への突出を防ぐこととした. コイル切断は, 長さを計測しながらビニールチューブに収めたまま, ペンチで切断した. 断端が鋭利になっていないことを肉眼と指先での感触で確認し, 先端に細かい突出がある場合には雑鋏で切断した. さらに切断端から1巻以内にあるダクロン糸を1本ないし2本抜去した. 工夫 (コイル切断) は既に報告したものであるが⁹⁾¹⁰⁾, 今回工夫のまとめとして再度記載した.

結果

動脈管最小径は1.3mm から3mm, 動脈管のタイプは Krichenko 分類¹³⁾A が3例, B が1例, E が3例であった. 7例中, 工夫1と2は全例で施行, 工夫3は4例で施行した. 7例中2例で留置直後の造影で完全閉塞, 5例でコイル留置直後の造影ではわずかの残存

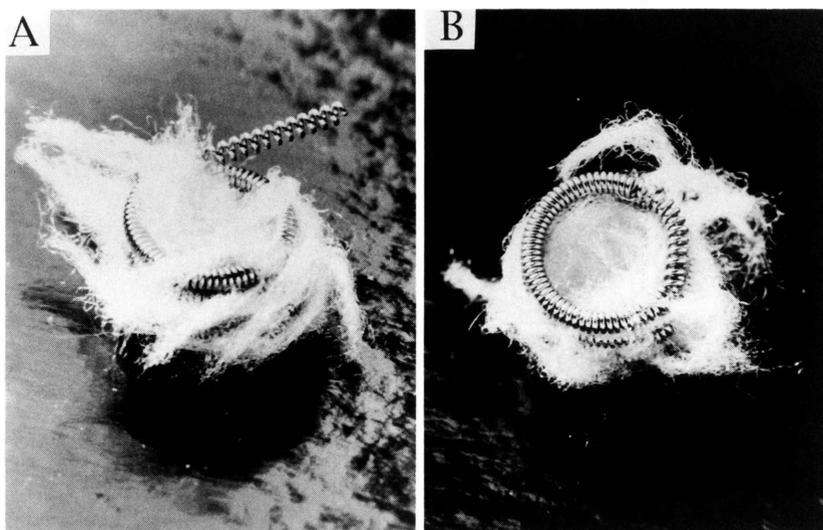


図2 PDA デタッチャブルコイル. A: PDA デタッチャブルコイル近位端の雌のねじ部分がまっすぐになりコイル丸から突出している. B: 連結部を丸めた状態.

短絡を認めたが、フォローアップのカラードプラー心エコー検査にて最長18日後に完全閉鎖を確認した。留置後の造影では、大動脈側、肺動脈側へのコイルの突出はなかった。カラードプラーにても大動脈、肺動脈に乱流を認めた症例はなかった。術後、尿検査や血液生化学検査で溶血の所見を認めた症例はなかった。

症例3ではコイル連結部を丸める操作が不十分であった。即ち、コイル連結部を丸めたものの、まだ連結部がコイル塊から離れる形になっていた。その為、大動脈膨大部内へ連結部が突出した(図3)。コイルをスネアで回収し、コイル連結部を再度丸めて留置し直した。症例5では動脈管膨大部が比較的小さかった為、5mm径のコイルを最初から3.2cm(2巻)に切断し用いた(図4)。症例7では5mm, 8cmのコイルを動脈管に置いたものの、膨大部が殆ど無いため、コイルを離脱せず回収し、短く切断したコイルを留置しなおした(図5)。症例4, 6では1本目のコイル留置後、大動脈造影にて有意の短絡血流を認めたため2本目のコイル留置を行った。症例4では動脈管膨大部のほとんどを1本目のコイルにより占められ、2本目のコイルを留置するスペースがなく、そのまま留置した場合、大動脈側への飛び出しが予測されたため、コイルを約1.5巻分に切断し留置した(図6)。症例6では1本目のコイル(5mm, 8cm)留置の後、2本目のコイル(5mm, 8cm)を留置したところ、コイルが実際に大動脈側へ飛び出

したため、回収し、コイルを4.5cmに切断し留置した。その結果、症例4, 6ではコイルを2本とも膨大部内に納めることができた。

全症例において合併症は無く、コイル落下も無かった。

考 察

Cook社のデタッチャブルコイルを用いた塞栓術は、従来のGianturcoコイルを用いた塞栓術より安全性が高いと考えられ、最近その使用報告が散見される^{9)~12)}。今回、我々はデタッチャブルコイルに3つの工夫をこらした。

工夫1(ダクロン糸抜去):コイルによる動脈管塞栓効果は、コイルやダクロン糸そのものに加え、コイルやダクロン糸周囲に形成される血栓によるところが大きいと思われる。したがって、工夫1のダクロン糸抜去により塞栓効果の減弱が懸念される。しかしダクロン糸抜去部分のコイルは肺動脈側に出るので、大動脈側の動脈管膨大部に留置されるダクロン糸は減らないと考えられる。本報告の症例数は少ないものの、全例が完全閉鎖しており、塞栓効果に大きな影響はないと思われる。ダクロン糸を先端から何本抜去するかは、動脈側からアプローチした場合、肺動脈に何巻のコイルを置くかによってきまる。肺動脈内のコイルを1/4巻程度にするなら1本のダクロン糸を3/4巻以内にとどめることができるなら2本のダクロン糸を抜去すれば

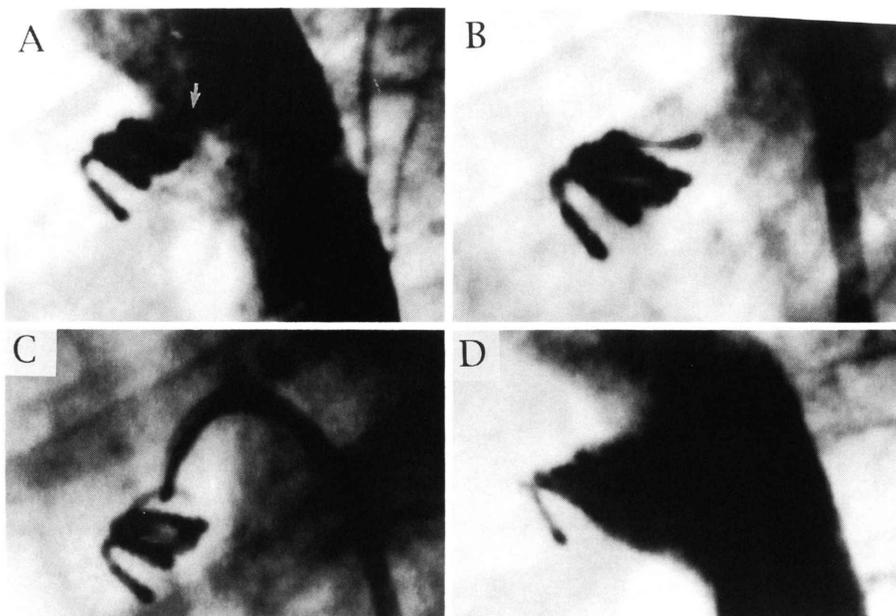


図3 症例3でのコイル塞栓術. A:大動脈造影側面像.コイル連結部を丸める操作が不十分であった為,大動脈内への連結部が突出した. B:留置したコイルの強拡大.先端の突出を認める. C:コイルをスネアカテーテルで回収. D:大動脈造影側面像.丸く変形し直したコイルを留置した.

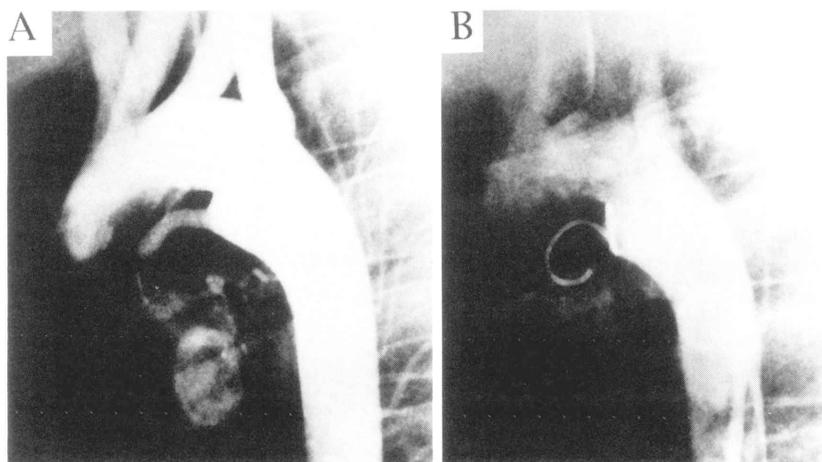


図4 症例5でのコイル塞栓術. A:大動脈造影側面像.動脈管膨大部が比較的小さかった. B:5mm径のコイルを最初から3.2cm(2巻)に切断し用いた.

充分である(図1). 3本抜去すれば1巻以上の長さがダクロン糸無しとなる. 動脈管の最狭窄部位に位置するコイルにはできればダクロン糸が付いていた方が血栓効果が大いと思われる. 動脈管の最狭窄部位は多

くは肺動脈との境界部位にある. 以上から2本のダクロン糸除去が適当ではないかと推察する.

工夫1の必要性があるのかという疑問もあろう. コイル先端にダクロン糸をつけたままの症例が無いの

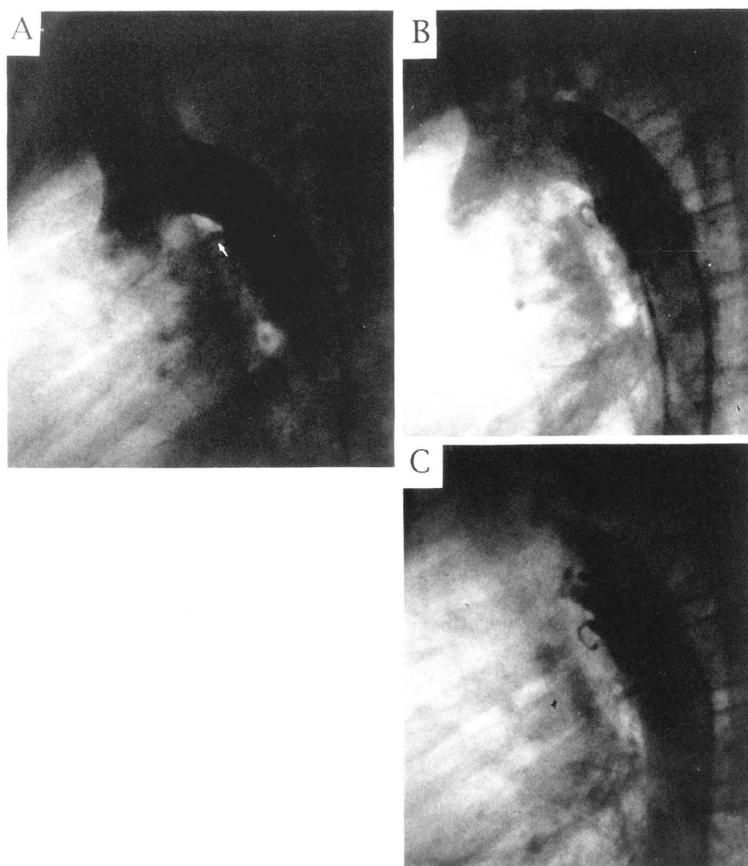


図5 症例7でのコイル塞栓術。A：大動脈造影側面像。動脈管膨大部は殆ど認めない。B：5mm、8cmのコイルを動脈管に置いたものの、膨大部が殆ど無いため、コイルが大動脈側に突出する恐れがあった。コイルを離脱せず回収した。C：コイルを5cmの長さに切断し、肺動脈内で1/2ループ形成させた。留置後、大動脈への突出もなく、動脈管は完全閉塞している。

で、工夫1の肺動脈内血栓予防効果は不明である。ただダクロン糸が肺脈内で浮遊していれば、血栓がそれに付着することは容易に予想される。工夫1の必要性は、コイル先端にダクロン糸をつけたままで留置する方針の施設と共同で、血管内エコーや肺血流シンチグラムなどを用いて今後検討する必要がある。逆にダクロン糸を抜去したからといって肺動脈内への血栓が完全に予防できるという証拠もない。本報告は明らかに血栓を付着させやすい物質を動脈管閉塞とは無縁の場所を使用することを避けるという工夫の報告である。

また、肺動脈間に留置するコイルの巻き数は術後の肺動脈狭窄を予防するためにもできるだけ少なくしたいところである。一方、肺動脈内のコイルは、大動脈

側へコイルが落下するのを防止するうえで十分な支えになる必要がある。今回の我々の経験からは1/2巻でも十分に留置後のコイルの安定が保たれると考えられる。

工夫2(コイル連結部の形成)：現在のコイルはデリバリーワイヤーとの連結部が直線状の形態をしているため、大動脈側又は肺動脈側からのコイル留置のどちらのアプローチをとってもコイル突出をきたす可能性が生ずる。工夫2はコイル先端突出を軽減させるのに有用である。工夫2によりデリバリーワイヤーとの離脱が困難になるのではという危惧があるが、今回の我々の経験からはその様な困難は経験しなかった。但し、コイルの変形中にダクロン糸をコイル連結部に巻

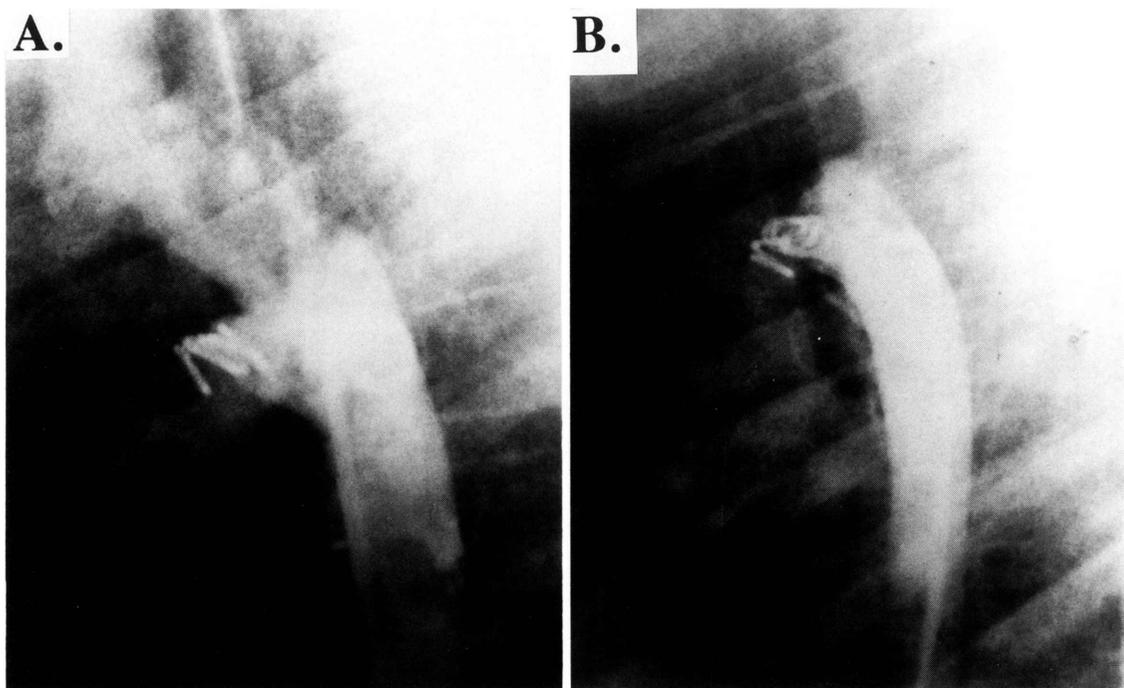


図6 症例4でのコイル塞栓術. A: 1本目のコイル留置後の大動脈造影で, 残存短絡を認める. しかし動脈管膨大部を1本目のコイルにより占められ, 2本目のコイルを留置するスペースがほとんど無い. そのまま留置した場合, 2本目のコイルの大動脈側への飛び出しが予測された. B: 2本目のコイルを約1.5巻分に切断し留置した.

表2 コイル塞栓術所見

症例	動脈管タイプ	動脈管最小径(mm)	コイルサイズ(mm/cm)	コイル肺動脈側留置巻き数	工夫の有無			塞栓結果
					工夫1	工夫2	工夫3	
1	E	2.5	5/8, 5/8	1	施行	施行	施行せず	翌日完全閉鎖
2	A	1.5	5/8	4/5	施行	施行	施行せず	14日後完全閉鎖
3	A	2.1	5/8	4/5	施行	施行	施行せず	5日後完全閉鎖
4	A	2.1	5/8, 5/2.5	3/4, 1/2	施行	施行	施行	18日後完全閉鎖
5	E	1.4	5/3.2	1/2	施行	施行	施行	当日完全閉鎖
6	E	3.0	5/8, 5/4.5	1, 1/2	施行	施行	施行	3日後完全閉鎖
7	B	1.3	5/5	1/2	施行	施行	施行	当日完全閉鎖

動脈管タイプ: Krichenko 分類(文献13), 工夫1: タクロン糸除去, 工夫2: コイル連結部曲げ, 工夫3: コイル切断. コイルサイズ(mm/cm)は(直径/引き伸ばしたときの長さ)を示す. コイルの肺動脈側巻き数は, それぞれ1本目, 2本目の巻き数を示す.

き込んでしまうことがあり, その際には離脱困難が生じる可能性があるため注意が必要である. なお, デリバリーワイヤーとコイルの連結は3.5回転と比較的少なかった.

症例中には, コイル連結部を丸める操作が不適当であった場合があった. コイル連結部を丸めた後, コイ

ルを1巻ぐらいビニールチューブから出して, コイル連結部がコイル塊から離れる方向に向かわないかを確認しておく必要がある.

工夫3(コイル切断): 症例4や症例6のように複数のコイル留置が必要な場合に膨大部に十分なスペースがない場合や, Krichenko 分類のBタイプ¹³⁾のように

動脈管が短く膨大部が存在しない場合(図5)に有効な手段になると考えられた。コイル切断は、ビニールチューブに収めたまま、ペンチで切断した。断端が鋭利になっていないことを肉眼と指先での感触で確認し、1例では雑鉄で細かい針金の突出を切断した。コイルを短くする利益と、コイル切断端による穿孔の危険とのバランスを考慮し本工夫を施行すべきである。またヤスリによる切断端の研磨も考慮してよいと思われる。

今回我々は塞栓術に際し、動脈側からのアプローチを選択した。その利点は肺動脈内に留置するコイルの巻き数の微調整が可能なことである。さらに静脈側からのアプローチ法でもコイル留置後の大動脈造影は必要であり、動脈穿刺は避けられないと考えた為である。特に工夫3(コイル切断)を施行する場合には動脈側からのアプローチが安全である。

結 語

デタッチャブルコイルを用いた塞栓術は、コイル留置に際しコイル位置の細かい変更が可能である。今回報告した工夫を加えればさらに血栓や肺動脈狭窄などの危険を減らすことができる可能性がある。

文 献

- 1) Porstmann W, Wierny L, Warnke H: Der Verschluss des ductus arteriosus persistens ohne thorakotomie (I, Miffeilung). Thoraxchirurgie 1967; 15: 199—203
- 2) Rashkind WJ, Mullins CE, Hellenbrand WE, Tait MA: Non surgical closure of patent ductus arteriosus: Clinical application of the Rashkind PDA Occluder System. Circulation 1987; 75: 583—592
- 3) Tynan M, Huggon I, Anjos R, Godman MJ, Rohmer J, Bethencourt A, Bjornstad PG, Brode P, Deanfield J, DeGiovanni J, Hess J, Kallfelz HC, Kramer H, Martin R, Maymone Martins FA, Mullholland HC, Piechaud JF, Rey C, Sebenning W: Transcatheter occlusion of persistent arterial duct: Report of the European registry. Lancet 1992; 340: 1062—1066
- 4) Hosking MCK, Benson LN, Musewe N, Dyck JD, Freedom RM: Transcatheter occlusion of

the persistently patent ductus arteriosus. Circulation 1991; 84: 2313—2317

- 5) Cambier PA, Kirby WC, Wortham DC, Moore JW: Percutaneous closure of the small (<2.5mm) patent ductus arteriosus using coil embolization. Am J Cardiol 1992; 69: 815—816
- 6) Lloyd TR, Fedderly R, Mendelsohn AM, Sandhu SK, Beekman RH III: Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Giantruco coil. Circulation 1993; 88(Part 1): 1412—1420
- 7) Hijazi ZM, Geggel RL: Results of antegrade transcatheter closure of patent ductus arteriosus using single or multiple gianturco coils. Am J Cardiol 1994; 74: 925—929
- 8) Moore JW, George L, Kirkpatrick SE, Mathewson JW, Spicer RL, Uzark K, Rothman A, Cambier PA, Slack MC, Kirby WC: Percutaneous closure of the small patent ductus arteriosus using occluding speing coils. J Am Coll Cardiol 1994; 23: 759—765
- 9) 間 峽介, 衣川桂数, 佐々木康, 中西敏雄: 新しいデタッチャブルコイルを用いた経皮的動脈管塞栓術. 日児循誌 1995; 11: 782—789
- 10) Hazama K, Nakanishi T, Tsuji T, Kinugawa Y, Matsuoka S, Mori K, Saitou A, Tomita H, Momma K: Transcatheter occlusion of arterial duct with new detectable coils. Young 1996; 6: 332—336
- 11) 井埜利博, 西本 啓, 秋元勝己, 大久保又一, 佐藤洋明, 長岡理恵子, 藪田敬次郎: 動脈管開存症におけるコイル塞栓術—4症例での検討—. 日小児会誌 1995; 99: 1133—1136
- 12) 橋野かの子, 赤木禎治, 杉村 徹, 前野泰樹, 主計武代, 山川留美, 清松由美, 衛藤元寿, 加藤裕久: 新しいコイルを用いた動脈管開存症のコイル塞栓術とその中間予後. 日小児会誌 1996; 100: 1888—1893
- 13) Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Moes CAF, McLaughlin P, Freedom RM: Angiographic classification of the isolated, persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. Am J Cardiol 1989; 63: 877—880

Refinements in Transcatheter Occlusion Techniques of the Ductus
Arteriosus Using Detachable Coils

Akihiro Saito¹⁾, Hitoshi Tomita¹⁾ and Toshio Nakanishi²⁾

¹⁾Department of Pediatric Cardiology, Saitama Ohara Cardiovascular Center

²⁾Department of Pediatric Cardiology, The Heart Institute of Japan,
Tokyo Women's Medical College

We report several refinements in the method of transcatheter closure of the ductus arteriosus using detachable coils in an attempt to minimize the protrusion of the coils into both the pulmonary artery and the aorta. First, we took a few pieces of Dacron strands from the coil, which would be placed in the pulmonary artery, in order to minimize the risk of thrombus formation around the coil in the pulmonary artery. Secondly, we made the coil tip round at the connecting portion not to protrude into the aorta. If the coil tip remains straight, it may be protruded into the aorta. Thirdly, we sometimes shortened the coil by cutting it in order to minimize the coil protrusion into the aorta. The refined techniques were used in seven patients, ranging from 3 to 14 years old. The ductus was completely closed in all patients and there were no complications.
