

0.052 インチコイルを用いた動脈管塞栓術

(平成12年4月6日受付)

(平成12年7月31日受理)

東京女子医科大学循環器小児科, 中通総合病院小児科*, 愛媛大学小児科**,
岡崎市民病院小児科***, 富山県立中央病院小児科****, 南東北病院小児科*****

古山 秀人 中西 敏雄 近藤 千里 山村 英司
中沢 誠 門間 和夫 伊藤 忠彦* 檜垣 高志**
小倉 良介*** 畑崎 喜芳**** 辻 徹*****

key words : 動脈管開存症, コイル塞栓術, カテーテル治療, 動脈管塞栓術

要 旨

動脈管開存症の8例に於いて, ワイヤー径0.052インチ, コイル径6ないし8mm, 長さ8cm(1例でのみ6cm)のGianturcoコイルを用いて塞栓術を施行した. 動脈管の最小径は1.5から4.5mm(平均2.9mm)で, Krichenkoの動脈管形態分類ではtype Aが7例, type Eが1例であった. 8例中6例で, 本コイルを用いて完全閉塞し得たが, 残り2例では径6mmの本コイルが大動脈側に突出したため回収し, 0.038インチワイヤー径のデッタチャブルコイルを留置した. 短く切断しダクロン糸を少し取り除いた本コイルの肺動脈側への落下を1例に認めた. 1例では最初は0.038インチワイヤー径のコイルを留置したが残存短絡が多すぎたため回収し, 本コイルを留置し閉塞しえた. 径3mm以上の動脈管は4例あったが, 2本以上のコイルを要したのは1例のみであった. 動脈管にコイルが収まる方向には, 大動脈造影の側面像でコイルが円として見える方向と長方形に見える方向とがあった. 後方視的な検討では, 径6mmまたは8mmの円が収まるスペースが無く, 且つ6×4.5mmの長方形(6mmコイル)または8×7.5mmの長方形(8mmコイル)が収まるスペースが無かった2例の動脈管では, 2例とも本コイルが実際に大動脈へ突出した. 本コイルはワイヤー径が太いこと, ダクロン糸の量が多いこと, コイルの形状を保持しようとする力が強いことで血栓効果が高い利点があるが, 大動脈側膨大部に本コイルが収まるスペースが必要である.

緒 言

動脈管開存症(以下PDA)に対するカテーテル閉鎖術には, Porstmann法¹⁾を初めとして, Rashkind閉鎖栓²⁾やコイルを用いた方法³⁾などがある. コイル塞栓術に於いては, 米国ではGianturcoコイルが, 我が国ではGianturcoコイルを改良したデッタチャブルコイルが用いられることが多い^{4,5)}. 通常用いられるGianturcoコイルのワイヤー径は0.035, 0.038インチで, デッタチャブルコイルのワイヤー径は0.038インチである.

ワイヤー径が0.035, 0.038インチのコイルを用いた塞栓術では, 動脈管径が3mm以上になると複数のコイルを留置しなければならないことが多い⁶⁾. 今回我々はワイヤー径0.052インチのGianturcoコイルを用いてコイル塞栓術を試みたので, その経験を報告するとともに, 後方視的に本コイルが使用できる動脈管膨大部の大きさについて検討したので報告する.

対 象

対象を表1に示す. 対象は1999年4月から2000年1月までにPDAに対しコイル塞栓術を施行した8例(男5名, 女3名)である. この期間には可及的に0.052インチコイルを用いることとした. 同期間に0.038イ

印刷請求先: (〒162 8666) 新宿区河田町8 1
東京女子医大循環器小児科 中西 敏雄

表1 症例の概要とコイル塞栓術結果

症例	年齢 (Y)	体重 (Kg)	Qp/Qs	動脈管形態	動脈管径 (mm)	コイルワイヤ太さ: コイル径*長さ (inch: mm* cm)	肺動脈側コイル	透視時間 (min.)	結果	コメント
1. NU	14	53	1.3	A	4.5	0.052": 8*8	1巻	15	成功	
2. ST	7	24	1.0	A	2.1	0.052": 6*8	3/4巻	22	成功	
3. KT	7	22	1.1	A	2.6	0.052": 6*8	3/4巻	測定せず	コイル回収	0.052"コイルを回収し, 0.035"コイル留置
4. NY	12	40	1.3	A	3.0	0.052": 6*8	1巻	21	成功	
5. AT	4	18	1.3	E	1.8	0.052": 6*8	3/4巻	測定せず	成功	0.035"コイルを回収し, 0.052"コイル留置
6. YS	61	66	1.5	A	3.1	(0.052": 6*8)+(0.035": 5*8)	1.5巻+3/4巻	31	成功	
7. KM	6	26	1.0	A	3.4	0.052": 6*6	3/4巻	33	コイル落下	
7. KM	6	26	1.0	A	3.4	0.052": 6*8	1巻	116	成功	0.052"コイル(6*6)を回収し, (6*8)を留置
8. AJ	4	17	1.4	A	1.8	0.052": 6*8	1巻	24	コイル回収	0.052"コイルを回収し, 0.035"コイル留置
平均	15.9	35.6	1.2		2.9			37.4		
標準偏差	19.0	17.1	0.2		0.8			35.2		
中央値	7	26	1.2		3.1			24		

Qp/Qs: 肺/体血流量比, 動脈管形態: Krichenko分類.

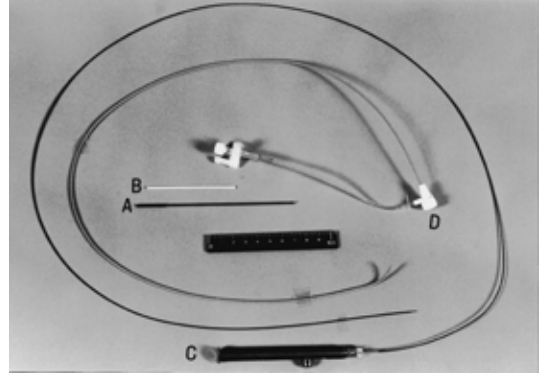


図1 コイル塞栓用具. A: 0.052 インチコイルを収めたカートリッジ. B: 4F ショートシース. C: 3F biotome (Cook 社製). D: 4F ロングシース

ンチデッタチャブルコイルを最初から使い, そのコイルで塞栓術を施行しえたのは6例で, それらの症例では左 右短絡が少く, 且つ膨大部があきらかに小さくて0.052 インチコイルが収まらないと判断された症例であった. 本研究の対象年齢は4歳から61歳(中央値7歳), 体重は17kgから66kg(中央値26kg)で, 肺/体血流比は1.0から1.5(平均1.2)であった. 動脈管の最小径は1.5から4.5mm(平均2.9mm)で, Krichenkoの動脈管の形態分類⁷⁾ではtype Aが7例, type Eが1例であった.

方 法

コイル塞栓術の方法: 方法はGrifkaらの方法⁸⁾に準拠した. 用いた器具を図1に示す. 全例, 大腿静脈に6F, 大腿動脈に5Fあるいは6Fのシースを挿入し, ヘパリン50単位/kgを動注した. 通常右心系, 左心系のカテーテル検査を施行し, 圧と血液酸素飽和度を測定し, Fick法を用いて肺, 体血流量を求めた. その後下行大動脈造影を正側2方向で行い, 動脈管径を測定した. コイル塞栓術は, 症例1は大動脈側から, 症例2~8は肺動脈側からアプローチした. 但し, 症例7は当初大動脈側からアプローチしたが動脈管内にコイルが自然な形で収まらなかった為, 肺動脈側からアプローチしなおした. 肺動脈側からアプローチする場合には, 通常のカテーテルが動脈管を通過する場合には通過させ, 通過しない場合には大動脈側から肺動脈に入れたスネアワイヤーを用いて, 肺動脈から大動脈へガイドワイヤーを導いた. 1例では大動脈側から動脈管を通し肺動脈にガイドワイヤーを留置し, それを視標に肺動脈側から動脈管にガイドワイヤーを通した.

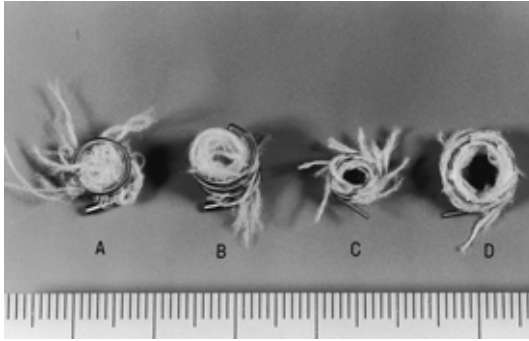


図2 コイル(Cook社製)．A：ワイヤー径0.052インチ，コイル径6mm，長さ8cmのGianturcoコイル，B：ワイヤー径0.052インチ，コイル径8mm，長さ8cmのGianturcoコイル，C：ワイヤー径0.038インチ，コイル径5mm，長さ7.8cmのデタッチャブルコイル，D：ワイヤー径0.052インチ，コイル径8mm，長さ12.6cmのデタッチャブルコイル．0.052コイルの中はダクロン糸で詰まって間隙が無いのに比べ(A，B)，デタッチャブルコイルの中央はダクロン糸で完全に覆われず中空となっている(C，D)．

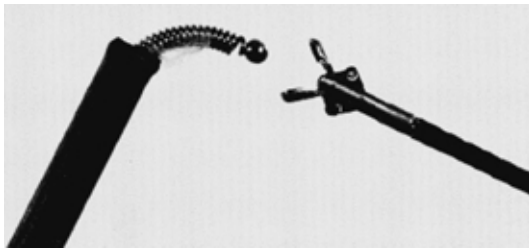


図3 3F biotomeにてつかむコイル先端の拡大図．コイルの先端の球状になっている部分を鉗子でわずかに引き伸ばし，3F biotomeで把持しやすくしている．

肺動脈側から大動脈に通したガイドワイヤーを使用して，4FのMullinsロングシース(Cook社製)ないし，レントゲン視認性を上げた4FのNAKロングシース(メデイキット社製)を肺動脈から大動脈へ通過させた．コイルは，ワイヤー径0.052インチ，コイル径6mm，長さ8cm，ないしワイヤー径0.052インチ，コイル径8mm，長さ8cmのGianturcoコイルを用いた(図2)．動脈管の最小径が3.5mm未満の場合には6mmのコイルを用い，3.5mm以上の場合には8mmのコイルを用いることとした．コイル先端の球状になっている部分を鉗子を用いて少し引き伸ばし，その部分を3F biotome(Cook社製)でつかんだ(図3)．

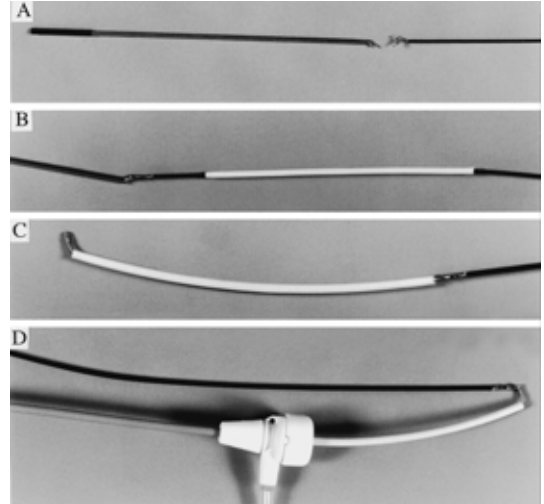


図4 コイルの装着．A：3F biotome(Cook社製)にて，カートリッジからわずかに出したコイル先端をつかむ．B：3F biotomeを通しておいた4Fショートシースをコイル側に移動する．C：4Fショートシース内にコイルを収納する．D：4Fショートシースを4Fロングシース内に挿入し，それを押しあてながら4Fロングシース内へコイルを進める．

コイル先端をつかんだままコイルを4Fショートシース内に収納した後，4Fショートシースを4Fロングシース内に挿入し，それを押しあてながら4Fロングシース内へコイルを進めた(図4)．ロングシースの先端にbiotomeの把持部分がくるまで大動脈内にコイルを押し出した．その際，シース先端部からbiotomeが出ないように注意した．コイルとロングシースを引いて，コイルを動脈管膨大部に留置した．その後さらに，肺動脈内へ3/4から1ループ作るべくコイルとロングシースを引いてきた(図5A)．Mullinsロングシース(Cook社製)はシース先端が視認し難かったが，NAKロングシース(メデイキット社製)の先端は比較的容易に視認できた．Biotomeでコイルを把持している部分は，あらかじめ体外で視認の練習をしておいた(図5B)．大動脈造影でコイルの位置確認の後，コイルをbiotomeから放出した(図5C)．10分後に再度大動脈造影を行い，残存短絡の有無を検査した(図5D)．

動脈管膨大部へのコイル収納の後方視的検討

Grifkaら⁸⁾は，本コイルはコイル形状を保つ力が強いので，動脈管に留置されても動脈管の形にあわせて変形することはほとんどないという！本コイルは動脈管に留置された後も動脈管の形にあわせて変形せず，

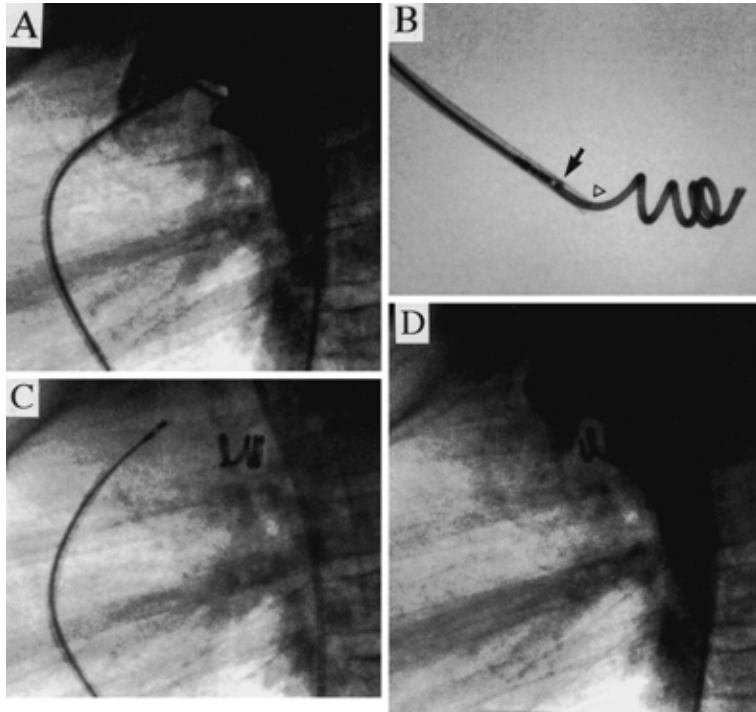


図5 コイル留置．A：コイルを動脈管膨大部に留置した後，肺動脈内へ3/4から1ループ作るべくコイルを引いてくる．B：シース先端部(白矢印)から biotome が出ないように注意する．Biotome でコイルを把持している部分(黒矢印)は，黒点として見える．C：大動脈造影でコイルの位置確認の後，コイルを biotome から放出する．D：10分後に再度大動脈造影を行い，残存短絡の有無を検査する．

動脈管もコイルにより拡大したり変形したりしない」と仮定し，動脈管膨大部に本コイルを収納できるスペースがあったか否かを後方視的に検討した．まず大動脈造影側面像にて動脈管の最小径と膨大部径を測定した(図6A)．次に動脈管膨大部に本コイルが留置される場合に，動脈管とコイルの向きには大きく分けて2通りあると仮定した．ひとつは側面像にてコイルが円として見える方向で(円方向1；図6B)，もうひとつは側面像にてコイルの円が見えず長方形として見える方向(コイル自体を横から見る方向)である(長方形方向；図6D)．動脈管の最小径が3.5mm未満の場合には6mmのコイルを用い，3.5mm以上の場合には8mmのコイルを用いると仮定した．径6mm，長さ8cmのコイルを横から見た高さは4.5mmで，径8mm，長さ8cmのコイルの高さは7.5mmであった(図7)．動脈管膨大部の上縁から下縁に向かって，動脈管と下行大動脈の境界を想定した線を引き，その線から

突出しないで円や長方形が膨大部に収まるか否かを検討した．まず円方向でコイルが留置されると想定し，膨大部に直径6mmないし8mmの円が収まるか否かを検討した(図6B，C)．次に長方形方向でコイルが留置されると想定し，6mm×4.5mmの長方形(6mm径コイル)，または8×7.5mmの長方形(径8mmコイル)が膨大部に収まるか否かを検討した(図6D，E)．実際には肺動脈側に3/4巻ないし1巻コイルが留置されるが，本検討では全てのコイルが膨大部に留置されると仮定した．

結 果

コイル塞栓術の結果

8例中6例で，本コイルを留置後10分の造影で動脈管の完全閉塞を確認した．残り2例(症例3，8)では径6mmのコイルを留置したが，大動脈側にコイルが突出した(図8)．2例共にスネアワイヤーを用いて回収した．この2例では，0.038インチ，5mm径のデタッ

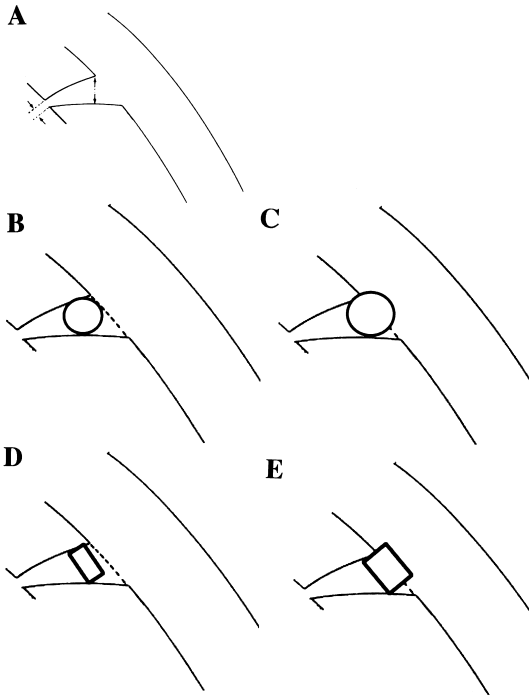


図6 動脈管膨大部へのコイル収納の検討。A：大動脈造影側面像における動脈管最小径と膨大部径の測定方法。膨大部径は、膨大部上縁から膨大部底面に垂線を下ろし、その長さを測定。B：側面像にてコイルが円として見える方向で留置される場合。動脈管膨大部の上縁から下縁に向かって、動脈管と下行大動脈の境界を想定した線を引き、その線から突出しないで直径6 mm ないし8 mm の円が収まるか否かを検討。図は収納スペースがある場合。C：円の収納スペースが無い場合。D：側面像にてコイルの円が見えない方向（コイル自体を横から見る方向）で留置される場合（長方形方向）。図は長方形が収納されるスペースがある場合。E：長方形が収納されるスペースが無い場合。

チャブルコイルを留置したところ、大動脈側へのコイル突出なく完全閉塞し得た。逆に1例(症例5)では動脈管径が小さかったため(最小径1.8 mm)、最初は0.038 インチ、5 mm 径のデタッチャブルコイルを留置したが、残存短絡がおおく、複数のコイルを用いても閉塞しがたいと判断した。そこでコイルをデタッチする前に回収し、その後、0.052 インチ、6 mm 径のコイルを1個留置し、留置直後に完全閉塞し得た(図9)。

3 mm 以上の PDA

径3 mm 以上の動脈管は4例あったが、2本以上の

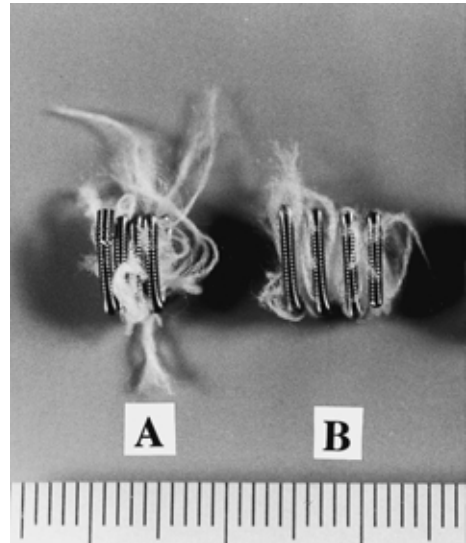


図7 横から見た0.052 インチコイル。A：コイル径6 mm、長さ8 cm のコイル。コイルの高さは4.5 mm。B：コイル径8 mm、長さ8 cm のコイル。コイルの高さは7.5 mm。これらの計測より図5 D, E では、6 mm × 4.5 mm の長方形(6 mm 径コイル)、または8 × 7.5 mm の長方形(径8 mm コイル)が膨大部に収まるか否かを検討した。

コイルを要したのは1例のみであった。特に1例(症例1)では最狭窄部内径4.5 mm のPDA に対し8 mm 径のコイル1個で、留置直後に完全閉塞した。症例6では最狭窄部内径3.1 mm のPDA に対し0.052 インチ、6 mm 径、長さ8 cm のコイルを留置したが残存短絡を認めた。2個めのコイル留置のために4 F ロングシースを再度動脈管に通そうとしたが、4 F ロングシースは動脈管を通過せず0.052 インチのコイルを留置することはできなかった。そこで、4 F Judkins カテーテルを動脈管を通過させ、0.038 インチ、5 mm 径のデタッチャブルコイルを大動脈側から追加した。コイル留置直後の有意残存短絡の有無は、留置10分後の造影検査で判断し、さらに20~30分経過した時点での再造影は行わなかった。

アプローチ

大動脈側からアプローチしたのは2例で、1例は問題なく留置できたが、他の1例(症例7)では動脈管内でコイルが絡み合い自然な形で収まらなかった。そこで肺動脈側からアプローチしなおしたところ、コイルは動脈管内に自然な形で収まった。

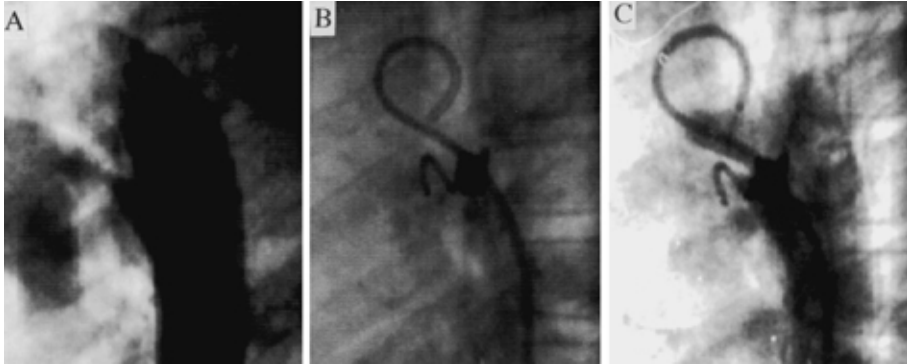


図8 大動脈側への0.052インチコイルの突出。A：最小径2.6 mm，膨大部径5.7 mmの動脈管。B：径6 mmのコイルを留置。C：大動脈側にコイルが突出。

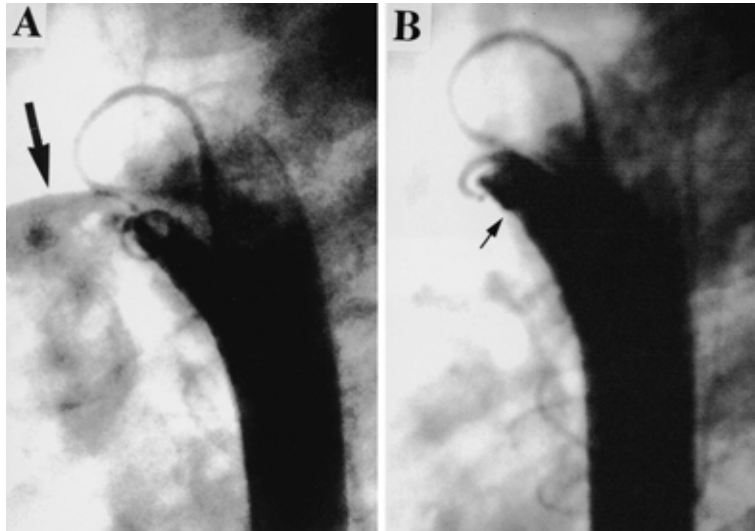


図9 0.038インチコイルと0.052インチコイル(症例5)。A：0.038インチ，5 mm径のデタッチャブルコイルを留置後，残存短絡を認める。B：0.052インチ，6 mm径のコイルを留置後，動脈管は完全閉塞。0.052インチコイル留置後，コイルによる動脈管径の拡大を認める(図A, Bは同縮尺である)。

透視時間

透視時間は15～116分(平均39分)であった。コイル回収に時間がかかった症例7を除くと，平均24分であった。

合併症

コイル落下が1例で発生した以外には，コイル塞栓後左肺動脈狭窄，大動脈狭窄，溶血，大腿動脈損傷といった合併症は見られなかった。症例7では，留置したコイルが膨大部と大動脈の境界線上を越え軽度大動

脈側へ突出していると判断した(実際には，後でシネフィルムフィルムを検査してみると大動脈との境界線上に収まっていた)。そこでコイルを放出前に回収し，コイルを8 cmから6 cmに切断し，付着しているダクロン糸を3本除いてから留置した。術後10分の大動脈造影でコイルの脱落なく，完全閉塞を確認した。しかし，翌日の胸部X線写真でコイルが左肺動脈に脱落しているのを認めた。コイルを回収し，同じ径(6 mm)のコイルを切断しないで8 cmのまま留置したが，今

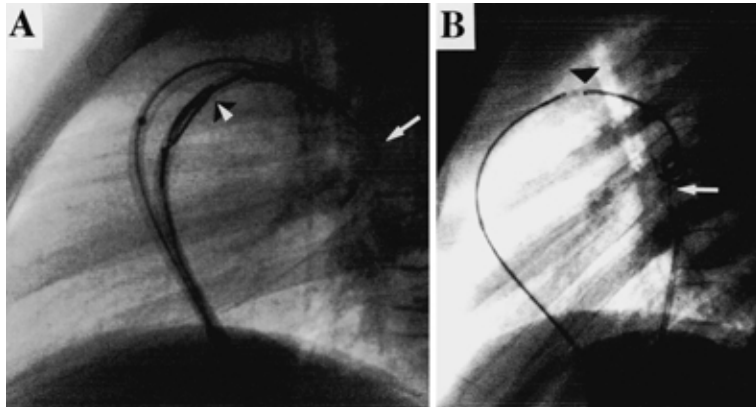


図 10 コイルの回収 . A : (症例 7) 肺動脈に落下したコイルの中央付近を 3 F バスケットワイヤーでつかみ (黒白矢印) , 主肺動脈まで引いてきた後 , もう 1 本 7 F ロングシースを肺動脈に入れ , スネアワイヤーにてコイルの端をつかもうとしている . 白矢印はスネアワイヤーの先端 . 操作は全て肺動脈内で行った .
B : (症例 8) 4 F ロングシース内で 3 F biotome からはずれたコイル (黒矢印) . 大動脈内にあるコイルの端を , 大腿動脈から入れたスネアワイヤーでつかもうとしている .

表 2 動脈管径と 0.052" コイル留置

症例	動脈管最小径 (mm)	動脈管膨大部径 (mm)	膨大部へのコイル収納		実際のコイル留置方向	コイルの大動脈側への突出
			円方向	長方形方向		
1 . NU	4.5	9.4	可	可	長方形方向	無
2 . ST	2.1	6.3	可	可	円方向	無
3 . KT	2.6	5.7	不可	不可	長方形方向	有
4 . NY	3.0	6.0	可	可	円方向	無
5 . AT	1.8	5.7	可	不可	長方形方向	無
6 . YS	3.1	12.5	可	可	長方形方向	無
7 . KM	3.4	3.3	不可	可	長方形方向	無
7' . KM	3.4	3.3	不可	可	長方形方向	無
8 . AJ	1.8	3.5	不可	不可	円方向	有

膨大部径 : 計測方法は図 5 参照 . コイル留置方向 : 図 5 参照 .

度は大動脈側に突出することなく留置でき , コイル脱落は発生しなかった .

コイルの回収

一旦放出した 0.052 インチコイルを回収したのは 3 例である . 症例 3 ではコイル放出後に大動脈への突出が判明した . 大動脈側から 7 F ロングシースをいれ , スネアワイヤーにて回収した . 症例 7 では , 肺動脈に落下したコイルの中央付近を 3 F バスケットワイヤー (Cook 社製) でつかんだが , 7 F ロングシース内に収納できなかった . そこでコイルを主肺動脈まで引いてきた後 , もう 1 本 7 F ロングシースを肺動脈に入れ , スネ

アワイヤーにてコイルの端をつかみシース内へ回収した (図 10) . 症例 8 ではコイル放出前に大動脈への突出が判明し , 4 F ロングシース内にコイルを回収しようとしたが , 回収できず , 強く biotome を引いた際に biotome からコイルがはずれてしまった (図 10) . そこで大動脈側から 7 F ロングシースを入れ , スネアワイヤーでコイルを掴み回収した .

コイル留置方向

側面像にてコイルが円として見える方向 (円方向) で留置されたのは 3 回 (表 2 図 11) , コイルが長方形として見える方向 (長方形方向) で留置されたのは 6 回

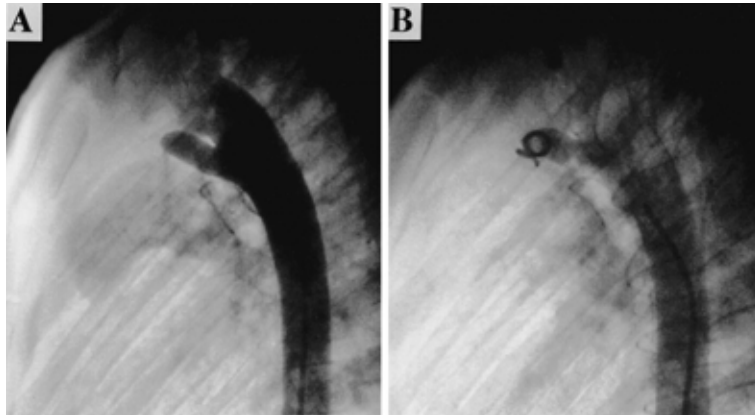


図 11 側面像にてコイルが円として見える方向（円方向）で留置された例。

であった(図9B,表2)。動脈管の方向やコイルが収まる方向は、症例によって微妙に異なるので、円方向と長方形方向の間があるはずであるが、実際には全例、どちらかの方向に大別できた。コイル留置の方向はあらかじめ予想できず、一旦留置したコイルの方向を変えることも試みなかった。動脈管最小径や膨大部径とコイル留置方向の間には一定の関係は認められなかった。

動脈管膨大部のスペースに関する後方視的検討

動脈管の最小径が4.5 mmであった症例1でのみ8 mmのコイルを使用した。従って、症例1でのみ径8 mmのコイルが収まるか検討し、動脈管の径が3.5 mm未満であった症例2~8では6 mm径のコイルが収まるか検討した。円方向でも長方形方向でも膨大部にコイルが収まるスペースがあったのは4例で、それらの症例では実際に留置後に大動脈側へのコイル突出を認めなかった(表2)。円方向でも長方形方向でも膨大部にコイルが収まるスペースが無かったのは2例(症例3,8)で、これらの症例では実際に留置後に大動脈側へのコイル突出を認めた(図8)。円方向ではスペースが無かったが、長方形方向ではスペースがあった症例5,7では、実際には長方形方向で留置され、大動脈への突出は認めなかった。

考 案

動脈管に対するコイル塞栓術は、米国では主に0.035インチないし0.038インチワイヤーのGianturcoコイルを用いて施行され^{3,6)}、我が国では主に0.038インチのワイヤー径のデタッチャブルコイルを用いて施行されてきた⁴⁾⁻⁶⁾。0.035インチや0.038インチのコイルで

は、動脈管の最小径が3 mm以上の症例ではコイル留置が困難であったり、最初から複数のコイルを留置しなければならないことが多い^{3,6)}。1997年、Owadaら¹⁰⁾は3.5 mm以上の比較的大きい動脈管の閉塞に0.052インチのGianturcoコイルが有効で、0.038インチのコイルと比較して、少ないコイル数で閉塞が可能であると報告した。今回の結果は、彼らの結果を裏付けるもので、径3 mm以上の動脈管は4例あったが、2本以上のコイルを要したのは1例のみであった。特に1例(症例1)では最狭窄部内径4.5 mmのPDAに対し8 mm径のコイル1個で完全閉塞できた。0.052インチコイルは、ワイヤー径が太いために、0.035あるいは0.038インチのコイルと比較してよりコイルの形状を保とうとする力が強い。コイルが動脈管膨大部に収まれば、0.035あるいは0.038インチのコイルよりもコンパクトな形に留置できる場合があり、またコイルに付着するダクロン糸の量がデタッチャブルコイルに比べ多いため(図2)、塞栓効果が高い可能性がある⁸⁾。

デタッチャブルコイルの肺動脈への落下は5%に発生するが⁶⁾、デタッチャブルコイルの使用が少ない米国では、Gianturcoコイル落下の率が12%と高い¹¹⁾。コイル落下を予防したり、コイル位置の調節性を増加させる目的で、スネアワイヤーを用いる方法や¹²⁾、0.035インチGianturcoコイルをBiotomeで把持するHaysらの方法¹³⁾などが報告されてきた。今回の4Fロングシースを用い、3Fbiotomeで0.052インチコイルを把持する方法は、Owadaら¹⁰⁾やHaysら¹³⁾の報告をふまえて、Grifkaらが考案した方法である⁸⁾。0.052インチコイル使用の報告は未だ少なく、特に我が国で

の報告はないので、今回その使用経験を報告した。

0.035, 0.038 インチのコイルでは動脈管最小径の2倍以上の径のコイルを用いることが推奨されている⁹⁾。症例7では動脈管最小径3.4 mm に対し6 mm 径のコイルを留置し落下した。この原因は、動脈管をコイルが円形の形のまま抜け落ちたのではなく、長さ8 cm のコイルを6 cm に切断した際にダクロン糸を抜去した為、コイルが回転しやすくなり、スクリュー様に回転して肺動脈に脱落したと推定した。その根拠は、コイル留置の際の透視で、コイルがわずかながら回転するのが観察されたことと、切断せずダクロン糸も抜去しないコイルを膨大部に置き肺動脈側から軽く引っ張ってもコイルは抜けて来なかったことである。今回のシリーズでは3.4 mm までの動脈管は6 mm 径コイルで留置可能なが分かったが、最大何 mm までの動脈管が6 mm コイルで塞栓できるかは不明である。Owada ら¹⁰⁾は3.5 mm までの動脈管は6 mm 径のコイルで塞栓している。

今回の対象は1999年4月から2000年1月までにPDA に対しコイル塞栓術を施行した症例で、この期間には可及的に0.052 インチコイルを用いることとした。同期間に0.038 インチデタッチャブルコイルを最初から用い、そのコイルで塞栓術を施行しえたのは6例で、それらの症例では左 右短絡が少なく、且つ膨大部があきらかに小さくて0.052 インチコイルが収まらないと判断された症例であった。造影上左 右短絡がかなりある症例では、膨大部が小さくてコイルが収まらない可能性があっても、コイル留置によって動脈管が拡張することを期待して0.052 インチのコイル留置を試みた。

今回のシリーズでは8例中2例でコイルが大動脈側に突出した。今回の後方視的検討の結果は、留置前の造影で6 mm ないし8 mm のコイルが円形の方向でも長方形の方向でも膨大部に収納できない場合には本コイルの留置は難しいことを示唆する。Tomita ら¹⁴⁾は動脈管の中には伸展性が良いものがあることを報告しているが、今回の結果ではコイル留置に際しての動脈管伸展はあまり期待できないといえる。但し、収納可能か否かの境界線上の症例や、袋状の(Krichenko 分類 type E 動脈管では、動脈管の伸展によって収納できる症例もでてくる可能性がある。今回の症例でもコイル留置後、動脈管が拡大していた例があった(症例5, 図9)。症例7でも、コイルが円形の方向では収納できないが、長方形の方向では収納できるスペースがあった。

留置したコイルの方向を任意に変えることはできないが、もしどちらか一方の方向で留置できるスペースがあれば、本コイルの留置を試みてもよいと思われる。2000年3月現在、我が国で入手できる0.052 インチコイルは6 mm 径のものが最小であるが、5 mm 径のものも作られている(Cook 社)。5 mm 径のコイルを使用する際も、あらかじめ膨大部スペースに関する計測を行う必要があると思われる。

今回測定した膨大部径は、膨大部の大まかな大きさを知る上で役立つ。今回のシリーズでは膨大部径が6 mm 以上あれば、円方向でも長方形方向でも6 mm 径コイルを収納可能なスペースがあった。カテーテル室でコイル塞栓術中に、本コイルが使用できるか決める際には、まず膨大部径を測定し、6 mm 以上あって、且つ一見してコイル収納可能なスペースがあれば本コイルの使用をすすめてよいと思われる。もし膨大部径が6 mm 以下の際には、より厳密な計測が必要となる。

本コイルの欠点のひとつに、内径4 F のロングシースを動脈管に通さなければならぬため、複数個のコイルを追加留置することは難しいことがある。症例6では、1個目のコイル留置の後、2個目のコイルを留置しようと試みたが、外径6 F ロングシースが動脈管を通過せず、4 F カテーテルを利用して0.038 インチのコイルを追加留置した。勿論、あらかじめ2本の4 F ロングシースを留置しておけば、2個の0.052 インチコイルの同時留置は可能であろう。

本コイルを含めたステンレススチール製コイルの欠点として、コイル近辺の胸部核磁気共鳴画像を消失させたり歪めたりすることがある。核磁気共鳴画像に影響を与えないプラチナ製などのコイル使用が望ましいが、プラチナ製コイルはステンレススチール製コイルに比べ柔らかい欠点がある。今後材質の改良をすすめ、核磁気共鳴画像検査へ影響を与えず、しかも硬いコイルの開発が望まれる。今回のシリーズでは、将来の核磁気共鳴画像検査への懸念から本コイルの留置の適応を変更することはしなかった。

今回、コイル塞栓後左肺動脈狭窄、大動脈狭窄、溶血、大腿動脈損傷といった合併症は見られなかった。透視時間は平均37分で、中西¹⁵⁾がデタッチャブルコイルによる塞栓術を施行した際の平均透視時間30分と比較して大差はなかった。1例でコイル落下が発生したが、コイル切断、ダクロン糸除去をしなければ発生しなかったと思われる。

今回8例中2例で大動脈への突出を認めたが、今回

の結果は、可及的に0.052インチコイルを使用しようとした方針の反映である。今後は膨大部に円方向でも長方形方向でもコイルを収納するスペースがなければ、本コイルは使用しない方針であるので、留置後の大動脈へのコイル突出やコイル回収の頻度は減ると思われる。また、4Fロングシースにコイルを回収することが困難であった例があった。いったんダクロン系に血液が付着すると4Fシース内に収納し難くなったり、ダクロン系がコイルに絡まると直線上になることが困難になると思われる。あらかじめ膨大部のサイズを測定するなどして最適なコイルを選択し、コイル回収の必要性を減らす努力が必要であると思われる。

肺動脈狭窄を防止するためには肺動脈側のコイル巻数が少ない方が望ましい。肺動脈側のコイル巻数を少なくするコツは、4Fロングシースを大動脈側に置いたまま、できるだけ多くのコイルをシース外に出すことである。その際にCook社製の4Fロングシースの先端が認識し難いので、コイルをシース外に出しすぎるとbiotomeがコイルを把持したまま血管内に露出してしまう可能性がある。改良型のNAKロングシース(メディキット社製)は先端の認識が比較的容易であるし、4Fロングシースの先端にマーカーが入っているものも最近入手可能となっている(Cook社製)。ロングシース内に造影剤を充填することも一法であるが、その際にはロングシース内のコイルが見難くなることもある。

コイル留置には動脈側からアプローチする方法と、静脈からアプローチする方法がある¹⁵⁾。今回、大動脈側からアプローチしたのは2例で、1例は問題なく留置できたが、他の1例(症例7)では動脈管内でコイルが絡み合い自然な形で収まらなかった。そこで肺動脈側からアプローチしなおしたところ、コイルは動脈管内に自然な形で収まった。症例数は少ないが、以上の経験から、0.052インチコイル留置に際しては静脈側からアプローチすることとした。

現在我々は、動脈管膨大部のスペースさえあれば、0.052インチコイルを選択する様にしている。本コイルでどれだけの径の動脈管まで閉塞できるかは今後の課題である。

結 論

0.052インチコイルは、動脈管膨大部のスペースさえあれば、塞栓効果の高いコイルである。従来、複数のコイルが必要であった3mm以上のPDAでも、本コイルで比較的容易に塞栓できる可能性がある。

文 献

- 1) Porstmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstberger G, Romaniuk PA : Catheter closure of patent ductus arteriosus : Long term results of 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am* 1971 ; 9 : 203 218
- 2) Rashkind WJ, Mullins CE, Hellenbrand WE, Tait MA : Nonsurgical closure of patent ductus arteriosus : Clinical application of the Rashkind PDA Occluder System. *Circulation* 1987 ; 75 : 583 592
- 3) Cambier PA, Kirby WC, Wortham DC, Moore JW : Percutaneous closure of the small (2.5 mm) patent ductus arteriosus using coil embolization. *Am J Cardiol* 1992 ; 69 : 815 816
- 4) 間 峽介, 衣川佳数, 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. *日小循誌* 1995 ; 11 : 782 789
- 5) Tomita H, Fuse S, Akagi T, Koike K, Kamada M, Kamiya T, Momma K, Ishizawa A, Chiba S : Coil occlusion for patent ductus arteriosus in Japan. *Jpn Circ J* 1997 ; 61 : 997 1003
- 6) 中西敏雄 : 動脈管開存症のカテーテル治療. *Current Topics in Cardiology* 1998 ; 20 : 24 38
- 7) Krichenko A, Benson L, 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
- 8) Grifka RG, Jones TK : Transcatheter closure of large PDA using 0.052" Gianturco coils. *Cath Cardiovasc Int* 2000 ; 49 : 301 306
- 9) Hijazi ZM, Geggel RL : Transcatheter closure of large patent ductus arteriosus (4 mm) with multiple Gianturco coils : immediate and mid-term results. *Heart* 1996 ; 76 : 536 540
- 10) Owada CY, Teitel DF, Moore P : Evaluation of Gianturco coils for closure of large (3.5 mm) patent ductus arteriosus. *J Am Coll Cardiol* 1997 ; 30 : 1856 186
- 11) Lloyde TR, Beekman RH, Moore JW, Hijazi ZM, Hellenbrand WE, Sommer RJ, Wiggins JW : The PDA coil registry : Report of the first 535 procedures. *Circulation* 1995 ; 92 : 1-380
- 12) Ing FF, Sommer RJ : The snare-assisted technique for transcatheter coil occlusion of moderate to large patent ductus arteriosus : immediate and intermediate results. *J Am Coll Cardiol* 1999 ; 33 : 1710 1718
- 13) Hays MD, Hoyer MH, Glasow PF : New forceps

delivery technique for coil occlusion of patent ductus arteriosus. *Am J Cardiol* 1996 ; 77 : 209 211

14) Tomita H, Fuse S, Hatakeyama K, Chiba S : Stretching of the ductus : an important factor in

determining the outcome of coil occlusion. *Jpn Circ J* 1999 ; 63 : 593 596

15) 中西敏雄 : 動脈管コイル塞栓術 : 動脈側から ? 静脈側から ? (Editorial comment) . *日小循誌* 1998 ; 14 : 32 34

Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using 0.052 " Gianturco coils

Hideto Furuyama, Toshio Nakanishi, Makoto Nakazawa, Kazuo Momma, Tadahiko Ito*, Takashi Higaki**, Ryousuke Ogura***, Kiyoshi Hatasaki**** and Tohru Tsuji*****

Department of Pediatric Cardiology, The Heart Institute of Japan, Tokyo Women's Medical University, Department of Pediatrics, Nakadori General Hospital*, Department of Pediatrics, Ehime University**, Department of Pediatrics, Okazaki City Hospital***, Department of Pediatrics, Toyama Prefectural Central Hospital****, Department of Pediatrics, Minami Tohoku Hospital*****

Transcatheter closure of patent ductus arteriosus (PDA) using 0.052" wire Gianturco coils, 6 or 8 mm in diameter and 8 cm in length, was reported. Eight patients underwent transcatheter coil embolization of PDA between April 1999 and January 2000. The age of the patients ranged from 4 to 61 (median 7) years and the body weight from 18 to 66 (median 26) Kg. The narrowest PDA diameter ranged from 1.5 to 4.5 (mean 2.9) mm. The tip of the coil was grasped by a 3 F biotome and delivered to the PDA via a 4 F long sheath. In 6 of 8 patients, the PDA was completely closed using the coil. In two patients, the 0.052" coil protruded into the descending aorta and, therefore, they were retrieved and 0.038" detachable coils were placed. In one patient, the coil, which had been cut from 8 cm into 6 cm in length and from which some Dacron strands were removed, embolized to the left pulmonary artery. The coil was retrieved and the new coil, which was 8 cm in length, was placed successfully. Three of 4 PDAs, of which diameter > 3 mm, could be embolized using only one coil. Retrospectively, the size of the ductal ampulla was measured using lateral projection of aortograms and determined whether the ampulla had a space for the coil to be placed without protruding to the aorta. The coil was assumed to be round (6 or 8 mm in diameter) or square (4.5 mm by 6 mm, or 7.5 mm by 8 mm) in shape and it was determined whether the round or the square could be placed into the ampulla without protruding to the aorta. In two PDAs in which the 0.052" coil actually protruded into the descending aorta, neither the round nor the square could be placed within the ampulla, retrospectively. The present data suggest that the 0.052" coil is effective to close PDA. However, because the coil is stiffer than the 0.035" or 0.038" coil, relatively large ampulla is required ; the ampulla should have a space so that round or square, of which size is equal to the coil, can be placed without protruding to the aorta.