

動脈管開存に対するコイル閉鎖術 エキスパートの治療戦略に関するアンケート調査

富田 英, 高室 基樹, 堀田 智仙

札幌医科大学医学部小児科

Key words :

動脈管開存, コイル閉鎖術, Flipperコイル, 0.052インチコイル

Coil Occlusion for Patent Ductus Arteriosus: Questionnaire Survey of Experts in the Treatment of PDA

Hideshi Tomita, Motoki Takamuro, Norihisa Horita

Department of Pediatrics, Sapporo Medical University School of Medicine, Hokkaido, JAPAN

Background: Coil occlusion for PDA is now widely accepted as one of the standard methods of treatment. In Japan, however, there is limited opportunity for live demonstrations by experts in this procedure, making it difficult to increase the level of expertise.

Aim: To share experience from actual cases treated with coil occlusion.

Methods: We sent a questionnaire with angiograms and clinical data of 10 cases of PDA to 21 doctors in 20 institutions with a JPIC secretary and an annual number of catheter interventions exceeding 30 cases, to query their choice of treatment.

Results: Twelve doctors from 11 (57%) institutions replied to the questionnaire. In some cases, there was good agreement among doctors in their choices, whereas considerable variation was noted in other cases.

Conclusions: This survey demonstrated the current situation of coil occlusion for PDA in Japan, through information concerning actual cases.

要 旨

背景：動脈管開存(PDA)に対するコイル閉鎖術(コイル閉鎖)は標準的な治療法の一つとしての地位を確立した。経験豊富な術者によるライブは、カテーテル治療に携わる者のレベルアップに有用と考えられるが、国内でのライブ開催には限界がある。

目的：コイル閉鎖を試みた症例をもとに経験をshareすること。

方法：日本Pediatric Interventional Cardiology(JPIC)研究会幹事の所属施設のうち、年間のカテーテル治療件数が30例以上の20施設の術者に、PDA 10例の血管造影像と臨床データを送付し、個々の症例に対する治療選択についてアンケート調査を行った。

結果：11施設、12名の術者から回答を得た(回答率57%)。術者間の治療選択がおおむね一致する症例がある一方、治療選択に多様性が認められる症例もあった。

考察と結語：症例に対する治療方針・治療選択に関するアンケート調査をもとに、PDAに対する治療選択、カテーテル治療の方法の現状を浮き彫りにすることができたものとする。

緒 言

動脈管開存(patent ductus arteriosus: PDA)に対するコイル閉鎖は、本症に対する標準的な治療法の一つとしての地位を確立し、広く行われている¹⁻³⁾。0.052インチコイルの導入は、本症に対するカテーテル治療の適応

を拡大したが^{4,5)}、一方で、コイルの脱落や回収不能の報告も時に認められる⁶⁾。経験豊富な術者によるライブは、カテーテル治療に携わる者のレベルアップに有用と考えられるが、国内でのライブ開催には限界がある。

実際の症例に対する治療方針・治療選択についてアンケート調査を行うことにより、経験をshareすること

平成17年2月4日受付

平成17年8月6日受理

別刷請求先：〒047-0261 北海道小樽市銭函 1-10-1

北海道立小児総合保健センター循環器科 富田 英

を試みた。

方 法

日本Pediatric Interventional Cardiology(JPIC)研究会幹事の所属施設のうち、年間のカテーテル治療件数が30例以上の20施設、21名の術者に10例の血管造影と臨床データを送付し、術者の背景、それぞれの症例に対する治療選択について以下の項目につきアンケート調査を行った。PDAの形態分類はKrichenkoら⁷⁾に従った。本アンケート調査は2004年5月に行った。

術者の経験症例数を便宜的に75例 群と75例 > 群に分け、経験例数による治療選択の違いについても検討した。統計学的解析は χ^2 乗検定を用い、危険率(p)0.01未満を有意とした。

1. 術者の背景に関する質問

- 1) おもに担当した術者のPDAコイル閉鎖経験例数
 100例以上 75~99例 50~74例
 25~49例 24例以下
- 2) 0.052インチコイルの使用経験
 あり なし

2. 個々の症例に対する治療方針、コイルの選択、留置方法に関する質問

- 1) この患者に対する治療方針は？
 コイル閉鎖 外科治療 経過観察

2) 1)で と回答された先生へ。初回留置に選択するコイルは？その他のコイルを選択される場合は、現在日本国内で入手可能なコイルをご記入ください。

(以下、プラチナコイルはプラチナ、GianturcoコイルはGianturco、detachable PDAコイルはFlipper、0.052インチGianturcoコイルは052と略)

- 0.035インチ リバーストルネード型detachable血管塞栓用プラチナ(サイズは問いません)
 0.035インチGianturco(IMWCE-35-)
 ループ径 3mm(長さは問いません)
 0.035インチGianturco(IMWCE-35-)
 ループ径 5mm(長さは問いません)
 Flipper(IMWCE-3-PDA)
 ループ径 3mm(巻数は問いません)
 Flipper(IMWCE-5-PDA)
 ループ径 5mm(巻数は問いません)
 Flipper(IMWCE-6.5-PDA)
 ループ径 6.5mm(巻数は問いません)
 Flipper(IMWCE-8-PDA)
 ループ径 8mm(巻数は問いません)

052(MWCE-52-)

ループ径 5mm(長さは問いません)

052(MWCE-52-)

ループ径 6mm(長さは問いません)

052(MWCE-52-)

ループ径 8mm(長さは問いません)

052(MWCE-52-)

ループ径 10mm(長さは問いません)

052(MWCE-52-)

ループ径 12mm(長さは問いません)

その他

3) 1)で と回答された先生へ。初回に留置するコイルの数は？

1個 2個 3個 4個

4) 2)で , , と回答された先生へ。初回に2個以上のコイルを留置する場合のコイルの種類の組み合わせは？

同じコイルを2個

異なるコイルを組み合わせる

5) 3)で と回答された先生へ。初回に1個留置する場合のアプローチルートは？

大動脈側 肺動脈側

6) 初回に2個以上留置する場合のアプローチルートの優先順位は？

大動脈側から2個(+ α) 肺動脈側から2個(+ α)
 大動脈側と肺動脈側から各1個(+ α)

3. 呈示した症例

症例1: 13歳, 男児, 171.7cm, 58kg, 自覚症状・有意な心雑音なし, 最小径1mm未満, 膨大部径3.1mm, type E(Fig. 1A).

症例2: 1歳5カ月, 女児, 80.3cm, 11.5kg, 連続性雑音を聴取, Qp/Qsは1.4, 最小径1.9mm, type A(Fig. 2A, B).

症例3: 8歳, 女児, 134.8cm, 36.6kg, 連続性雑音を聴取, Qp/Qsは1.0, 最小径1.3mm, type E(Fig. 3A, B).

症例4: 6歳女児, 110cm, 17.5kg, 連続性雑音を聴取, Qp/Qsは1.6, 最小径3.4mm, type A(Fig. 4A, B).

症例5: 1歳10カ月, 男児, 72cm, 7.5kg, 21トリソミー, 連続性雑音を聴取, Qp/Qsは1.8, 最小径2.5mm, type A(Fig. 5A, B).

症例6: 6歳, 男児, 118cm, 19kg, 連続性雑音を聴取, Qp/Qsは1.8, 最小径3.0mm, 平均肺動脈圧24mmHgの浅いtype A(Fig. 6A, B).

症例7: 10カ月, 女児, 68.5cm, 6.1kg, 連続性雑音を聴取し, Qp/Qsは2.4, 最小径3.4mm, type A. 圧較差

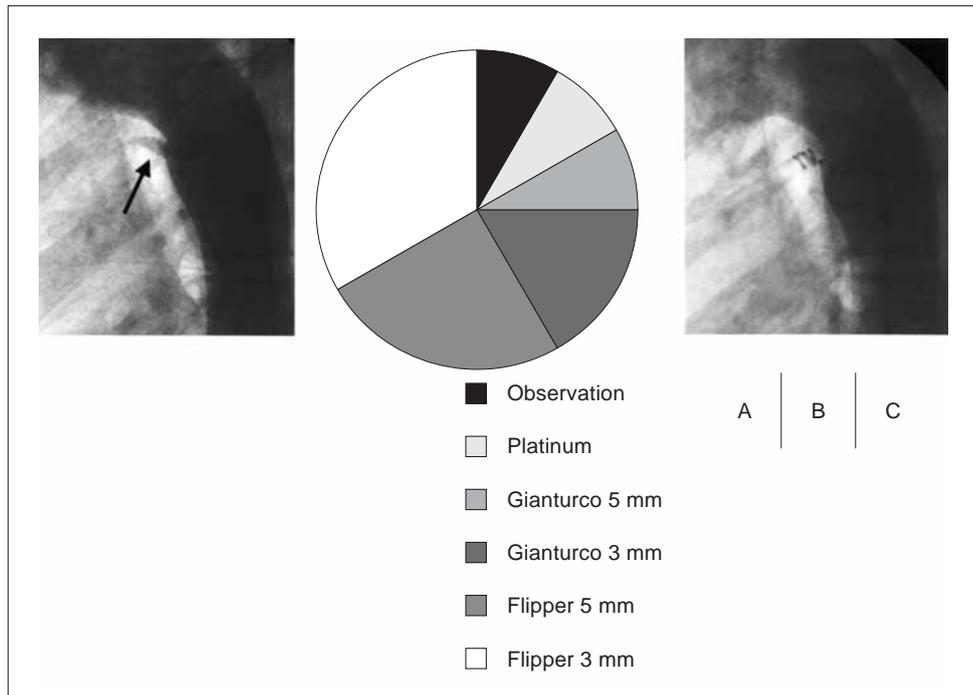


Fig. 1 Case 1.
 A Lateral projection of aortogram before coil occlusion.
 B Coils selected.
 C Aortogram after coil occlusion.

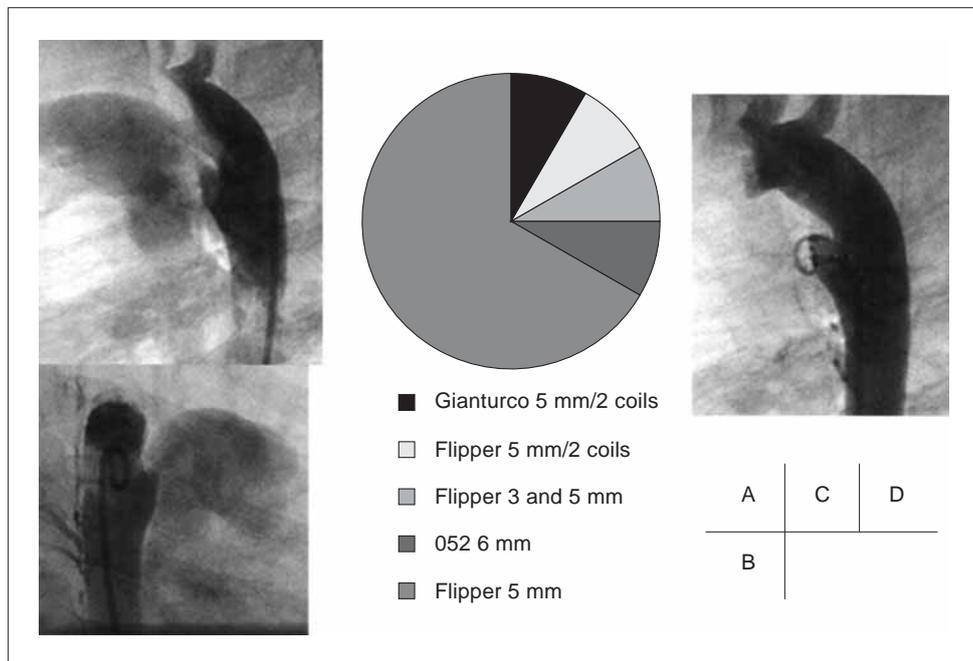


Fig. 2 Case 2.
 A, B Lateral and right anterior projections of aortogram before coil occlusion.
 C Coils selected.
 D Aortogram after coil occlusion.

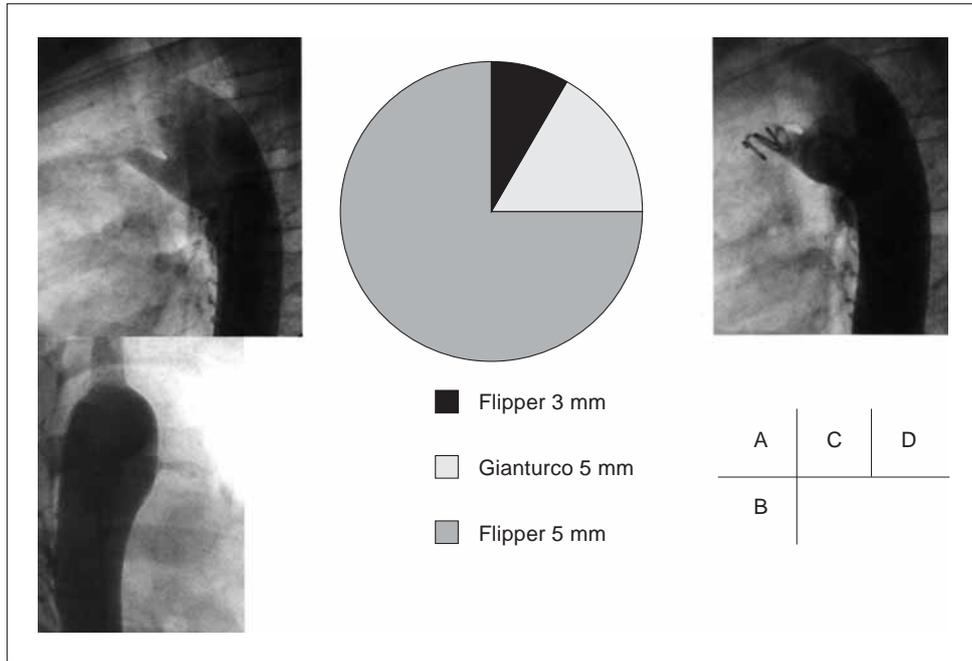


Fig. 3 Case 3.
 A, B Lateral and right anterior projection of aortogram before coil occlusion.
 C Coils selected.
 D Aortogram after coil occlusion.

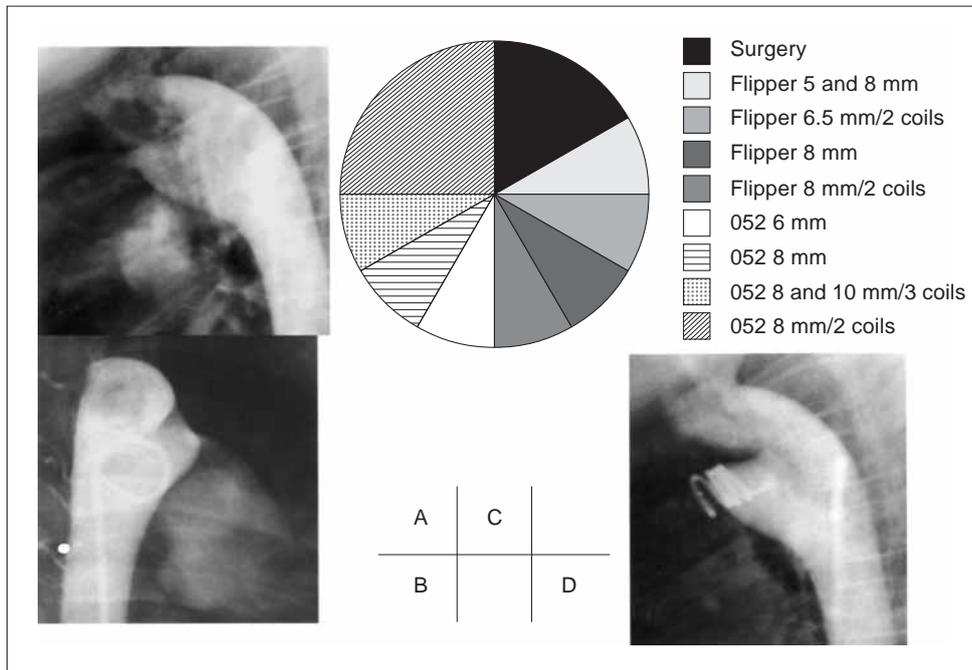


Fig. 4 Case 4.
 A, B Lateral and right anterior projections of aortogram before coil occlusion.
 C Coils selected.
 D Aortogram after coil occlusion.

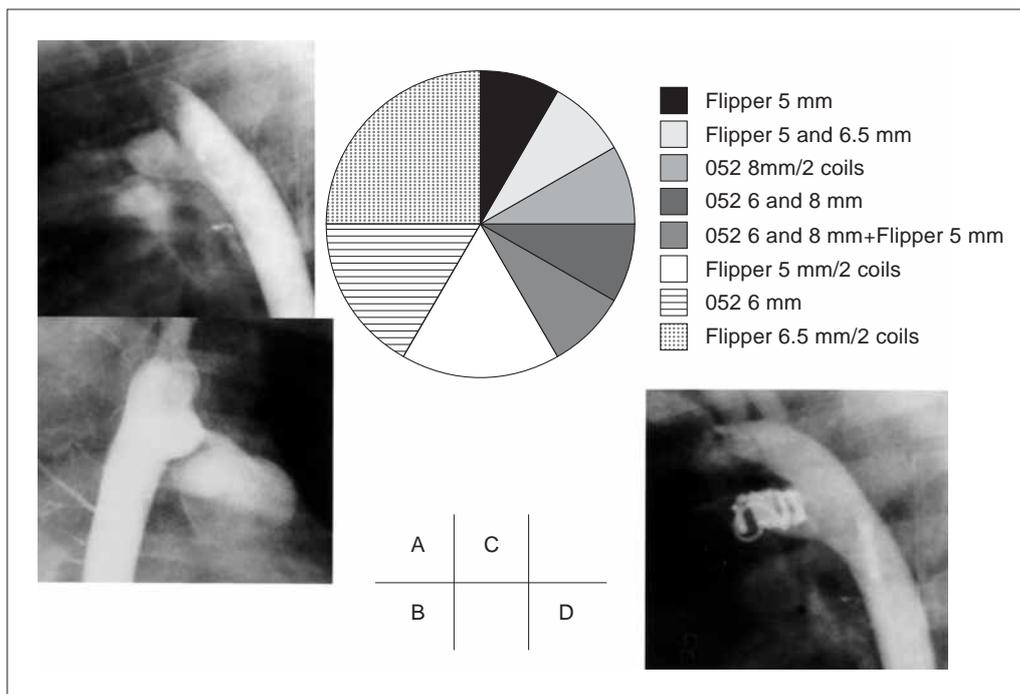


Fig. 5 Case 5.
 A, B Lateral and right anterior projections of aortogram before coil occlusion.
 C Coils selected.
 D Aortogram after coil occlusion.

17mmHgの大動脈弁狭窄を合併(Fig. 7A , B).

症例 8 : 5 歳 , 女児 , 102cm , 15kg , 連続性雑音を聴取 , Qp/Qsは2.7 , 最小径5.5mm , type A(Fig. 8A , B).

症例 9 : 4 カ月 , 男児 , 5.4kg , 連続性雑音を聴取 , Qp/Qsは1.7 , 平均肺動脈圧は43mmHgで酸素投与にて23mmHgに低下 , 最小径4.1mm , type A(Fig. 9A).

症例10 : 10カ月 , 女児 , 6kg , 連続性雑音を聴取 , 平均肺動脈圧は47mmHg , 血液ガス分析は未施行だが , 臨床的には明らかに高肺血流であり , 最小径 5mm , type Q(Fig. 10A).

結 果

11施設 , 12名の術者から回答を得た(回答率57%).

術者の経験例数は100例以上 3名 , 75~99例 , 50~74例 , 25~49例 , 24例未満それぞれ 2名 , 回答なしが 1名であり , 75例 群が 5名 , 75例 > 群が 6名であった . 回答なしの 1名を除き , 全員052の使用経験があった(Fig. 11).

1 . 症例 1

治療方針としては11名がコイル閉鎖 , 1名が経過観察を選択した . 初回留置に選択するコイルはGianturcoま

たはFlipperの 3mm , 5mmが大部分であった . コイルの数は全員が 1個で , Flipper 3mmを選択した 1名が肺動脈からのアプローチを選択したが , ほかは大動脈からのアプローチを選択した(Fig. 1B).

2 . 症例 2

全員がコイル閉鎖を選択 . 初回留置に選択するコイルはFlipper 5mmが最多であった . コイルの数は , 3名が 2個を選択したが , ほかは 1個であった . 1個留置の場合のアプローチルートは大動脈が 6名 , 肺動脈が 3名 , 2個の場合は大動脈から 2個が 1名 , 大動脈と肺動脈から各 1個が 2名であった(Fig. 2C).

3 . 症例 3

全員がコイル閉鎖を選択した . 初回留置に選択するコイルはFlipper 5mmが最多であった . 全員が 1個の留置を選択し , Flipper 5mmを選択した 1名が肺動脈からのアプローチを選択した以外 , 大動脈からの留置を選択した(Fig. 3C).

4 . 症例 4

10名がコイル閉鎖を , 2名が手術を選択した . 初回留

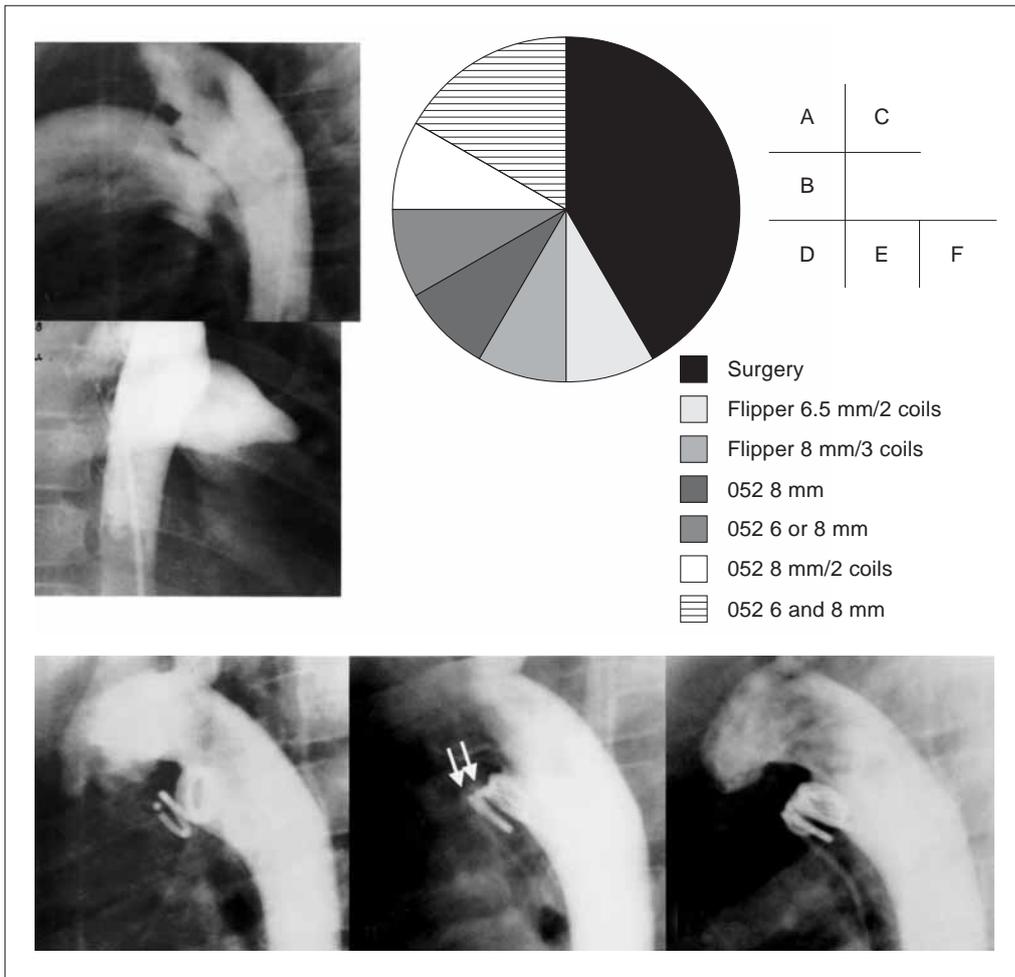


Fig. 6 Case 6.
 A, B Right anterior and lateral projections of aortogram before coil occlusion.
 C Coils selected.
 D Aortogram after initial coil occlusion.
 E Lateral projection of aortogram before 2nd coil occlusion. Arrows show slight recanalization.
 F Lateral projection of aortogram after 2nd coil occlusion.



Fig. 7 Case 7.
 A, B Right anterior and lateral projections of aortogram before coil occlusion.
 C Aortogram after coil occlusion.



Fig. 8 Case 8.
 A, B Right anterior and lateral projections of aortogram before coil occlusion. A | B | C
 C Aortogram after initial coil occlusion.

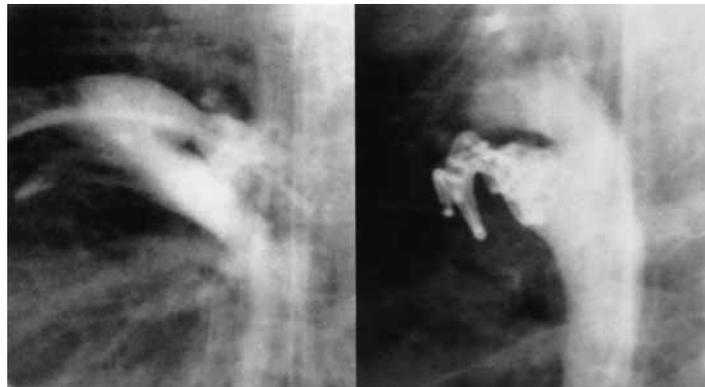


Fig. 9 Case 9.
 A Lateral projection of aortogram through PDA before coil occlusion. A | B
 B Aortogram after coil occlusion.

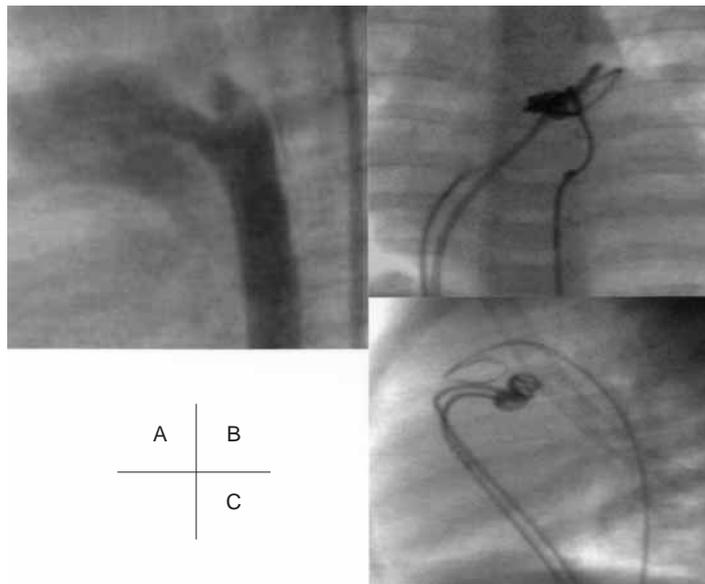


Fig. 10 Case 10.
 A Lateral projection of aortogram through PDA before coil occlusion.
 B, C Unsuccessful retrieval of coils. Coils migrated to right ventricular outflow tract.

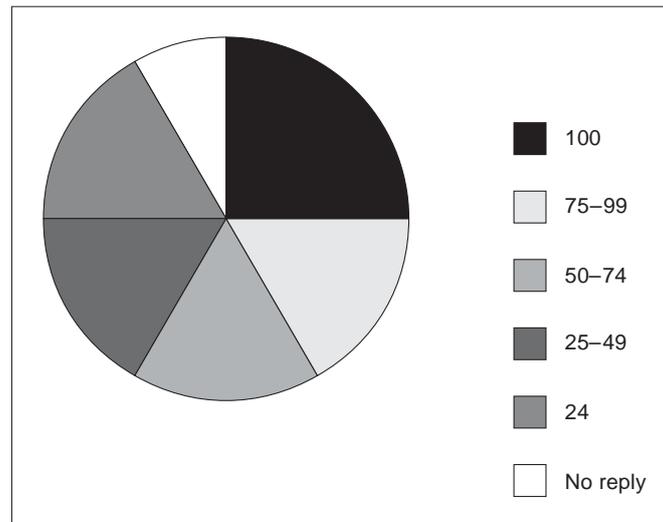


Fig. 11 Number of coil occlusions for PDA performed by each doctor.

置に選択するコイルはFlipperが4名、052が6名。コイルの数は1個3名、2個6名、3個1名であった。また2個以上留置の場合、2名は同じコイルを、5名は異なるコイルを組み合わせると回答した。1個留置の場合のアプローチルートは大動脈が1名、肺動脈が2名で、複数留置の場合は肺動脈から2個と肺動脈と大動脈から1個ずつがそれぞれ、3名、4名であった(Fig. 4C)。

5. 症例 5

全員がコイル閉鎖を選択。初回留置に選択するコイルはFlipperが7名、052が4名、Flipperと052の組み合わせが1名であった。初回に留置するコイルの数は1個3名、2個8名、3個1名であった。1個留置の場合のアプローチルートは大動脈が1名、肺動脈が2名、複数留置では肺動脈から2個が2名、大動脈と肺動脈から6名であった(Fig. 5C)。

6. 症例 6

7名がコイル閉鎖を、5名が手術を選択した。初回留置に選択するコイルはFlipperが2名、052が5名で、6名が初回に2個以上のコイル留置を選択した。また、2個以上留置する場合には、全員が異なるコイルを組み合わせると回答した。1個留置を選択した1名のアプローチは肺動脈側で、複数留置する場合は肺動脈から2個が2名、大動脈と肺動脈から4名であった(Fig. 6C)。

7. 症例 7

4名がコイル閉鎖を、8名が手術を選択した。初回留置に選択するコイルはFlipperの5mmと8mmを計3個、肺動脈側から留置、052の6mmを大動脈側から2個留置がそれぞれ1名、052の8mmを肺動脈から2個留置が2名であった。

8. 症例 8

5名がコイル閉鎖を、7名が手術を選択した。初回留置に選択するコイルはFlipper 8mmを4個、肺動脈と大動脈から留置が1名、052の10mmを2個留置が3名で、このうち2名は大動脈と肺動脈から各1個、1名は肺動脈から2個留置するとの選択であった。1名は052 12mmを肺動脈から2個留置すると回答した。

9. 症例 9

コイル閉鎖を選択したのは2名のみで、052の8mmを大動脈側から2個、または大動脈と肺動脈から2~3個留置との回答であった。

10. 症例10

コイル閉鎖を選択したのは1名のみで、052の10mmを2個、大動脈側より留置すると回答した。

11. 経験症例数による治療選択の差異

症例1では75例>群の1名が経過観察の方針であった。症例1以外、治療方針として経過観察が選択された症例はなかった。症例2, 3, 5は全員がコイル閉鎖

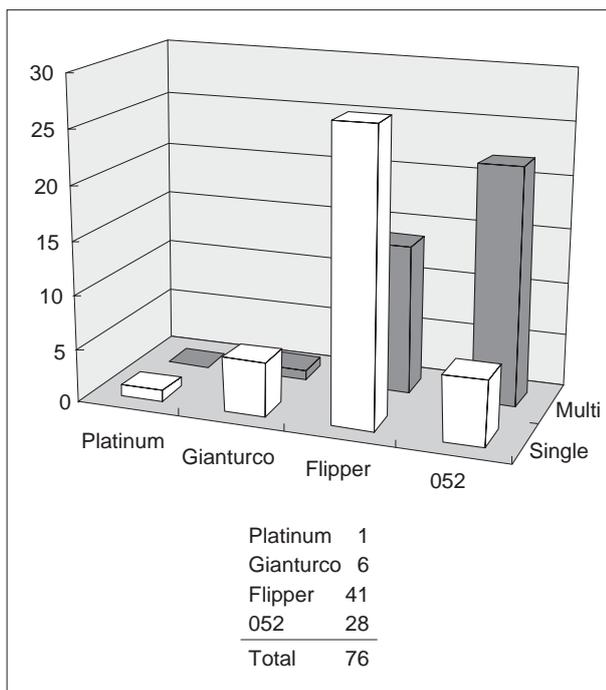


Fig. 12 Coils selected for all procedures.

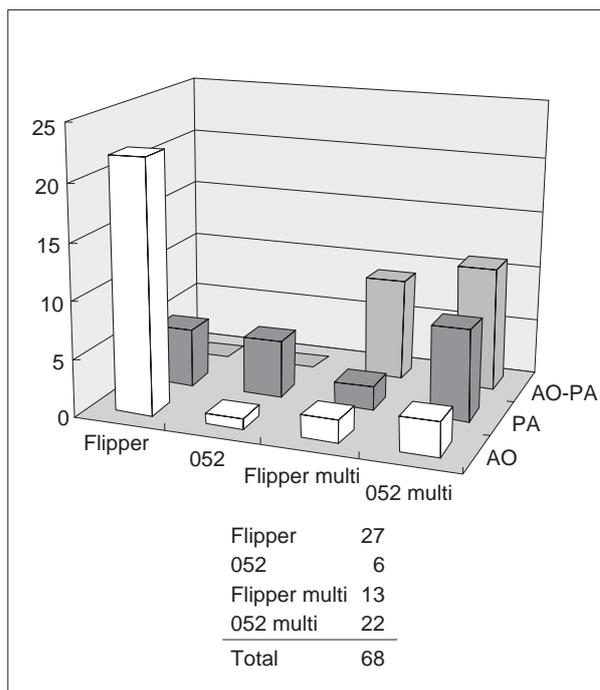


Fig. 13 Approach route used to deploy Flipper and 052 coils.

を選択．症例 4, 6 では 75 例 群の全員がコイル閉鎖を選択したが，75 例 > 群では症例 4 で 2 名，症例 6 で 5 名が手術を選択した．

症例 7 では両群とも 2 名，症例 8 では 75 例 群の 3 名，75 例 > 群の 1 名，症例 9 では両群とも 1 名，症例 10 では 75 例 > 群の 1 名のみがコイル閉鎖を選択した．

症例 6 に対する治療方針には経験症例数で有意の差を認めた．

12. 選択されたコイルのまとめ

コイル閉鎖が選択された全 76 手技中，初回留置に選択するコイルとしては Flipper の 1 個留置が最多であった．052 コイルは複数の留置を選択されることが多かった (Fig. 12)．

13. 選択された留置方法のまとめ

使用される頻度の高い Flipper と 052 の留置方法では，Flipper では大動脈側からのアプローチが選択されることが多く，052 では肺動脈からのアプローチが選択されることが多かった．複数留置の場合には，いずれのコイルでも大動脈側と肺動脈側からのアプローチが多かったが，052 では肺動脈側からの複数留置も選択されていた (Fig. 13)．

考 察

1. 術者の経験例数

本アンケートでは JPIC 幹事の所属施設のうち，年間のカテーテル治療件数が 30 例以上の施設にアンケートを送付した．しかし，これらの施設間でもコイル閉鎖の経験数は多様であった．おおむね全員が 052 の使用経験を持っていたが，症例数は 24 例未満から 100 例以上まで，ほぼ均等に分布した．

2. 症例 1

心雑音を聴取しない PDA に対する治療方針は議論のあるところであるが，12 名中 11 名がコイル閉鎖を選択した．最小径は小さく閉鎖自体は容易であるが，使用頻度が高い 5mm 径のコイルを用いた場合，肺動脈側と大動脈側にはループを作るが中央部は伸展された形で留置されることが多い PDA に対するコイルの選択を問うた症例である．7 名はプラチナまたは 3mm 径のコイルを選択し，中央部分にもループを作った形で閉鎖しようとの意図があるものと考えられる．

この症例では大動脈側から 3mm，4cm の Gianturco を留置し完全閉鎖した (Fig. 1C)．

Moore が初めて報告した PDA に対するコイル閉鎖では，ガイドワイヤーにより着脱機構のない Gianturco コ

イルをカテーテルから単純に押し出すことによりコイル留置を行っており¹⁾、経済効率はきわめて高い。わが国におけるPDAに対するコイル閉鎖は、着脱式コイル発売後に広く行われるようになっており³⁾、Mooreらが報告したような留置法をとる術者は少ないものと考えられる。しかし、本症例のようなPDAではコイル脱落の危険は極めて低く、経済効率の点からは実際の治療のごとくGianturcoの留置も考慮すべきと考える。

3. 症例 2, 3

2mm未満のtype AおよびEのPDAであり、FlipperまたはGianturcoの良い適応と考えられる。治療方針はいずれも全員がコイル閉鎖を選択し、症例2で052を選択した1名を除き、ほとんどがFlipperまたはGianturcoの留置を選択した。いずれも大動脈側からFlipper 5mm, 5ループを留置し完全閉鎖した症例であった(Fig. 2D, 3D)。

アプローチルートには多少の差異があるが、このような形態のPDAに対する治療方針には一定のコンセンサスが得られているものと考えられる。

4. 症例 4, 5

最小径が2.5mm以上であり、十分に大きな膨大部があるtype AのPDAであり、筆者は052の良い適応と考えている。症例4では10名がコイル閉鎖を選択したが、2名は手術を選択しており、最小径が3mmを超えた場合には手術を選択する場面があるものと推察される。

両症例に対し、初回に留置するコイルとして選択されたのはFlipperと052が同数であった。最小径が2.5mmを超える場合、筆者は原則として052を選択しているが、ステンレス製のコイルを留置した場合、MRI画像に歪みを生じることが報告されている³⁾。発売当初のFlipperコイルは052と同様にステンレス製であったが、現在では非磁性体であるインコネル製に改良されおり、このコイルではMRI画像に歪みを生じないと報告されている。このことを背景として、インコネル製Flipper発売後、従来なら052が選択された可能性が高い最小径3mm前後のPDAであっても、複数のFlipper留置によるMRIへの対応性を残そうとの動きがあるものと考えられる。

症例4では肺動脈側から8mm, 10cmの052を留置し(Fig. 4D)、また症例5では同様に6mm, 8cmの052を留置後、遺残短絡に対し大動脈側からFlipper 5mm, 5ループを追加し(Fig. 5D)いずれも完全閉鎖した。筆者は可能な限りカテ室での完全閉鎖を目指すこととしており、遺残短絡がある場合、コイル留置に用いるカテーテルが通過する限りはコイルの追加留置を原則としている。

5. 症例 6

最小径からは052の適応と考えられるが、膨大部がやや浅くコイル閉鎖の適応決定には議論の余地があるPDAである。75例以上の経験を持つ術者全員がコイル閉鎖を選択したのに比し、74例以下の術者のうち5名が手術を選択した。選択されたコイルは052が多かったが、症例4, 5と同じ理由で複数のFlipperも選択されていた。

この症例では、肺動脈側から8mm, 10cmの052を留置し24時間以内に閉鎖した(Fig. 6D)。しかし再疎通を認め(Fig. 6E)、1年後に大動脈側からFlipper 5mm, 3ループを追加して完全閉鎖した(Fig. 6F)。

6. 症例 7, 8

症例7は最小径が3.4mmであるが膨大部がやや浅く、また症例8の膨大部は十分であるが最小径が5.5mmと大きく、いずれもコイル閉鎖の適応自体に議論がある形態のPDAと考えられる。いずれの症例も手術を選択する術者がやや多く、また75例以上の経験を持つ術者の間でもコイル閉鎖の適応に関し意見が分かれた。筆者はいずれも052コイルの適応範囲と考えており、症例7では肺動脈側から8mm, 10cm, 6mm, 8cmの052を留置し(Fig. 7C)、症例8では肺動脈側と大動脈側から8mm, 10cmの052を2個留置しいずれも完全閉鎖した(Fig. 8C)。

コイル閉鎖を選択した術者の多くが052コイルの複数留置を選択したが、この形態であってもFlipperコイルの3~4個同時留置で閉鎖可能と考える術者もあり、MRIへの対応性をどこまで重視するかには議論があるものと考えられる。

7. 症例 9, 10

いずれも乳児期の肺高血圧を合併したPDAであり、最小径は4mmを超え、またPDAの最小径と最大径の差が小さく、コイル閉鎖の限界に近い症例と考えられる。

症例9は肺動脈側に明確なくびれがあり、コイル閉鎖を選択しうる形態と考えられるが、年齢・体重などは限界といってもよいかもしれない。症例10はPDAに明確なくびれがなく、筆者も現在では適応外と考えている。実際、75例以上の経験があっても、これらの症例をコイル閉鎖の適応とする術者はごく少数であった。

症例9では肺動脈側から8mm, 8cmの052とFlipper 5mm, 5ループを同時留置後、大動脈側からFlipper 5mm, 3ループを3個留置し完全閉鎖した(Fig. 9B)。この症

例では遠隔期の心臓カテーテルで、肺高血圧は軽快し左肺動脈狭窄、大動脈縮窄などの合併症は認めていないが、乳児期のコイル閉鎖では肺動脈や大動脈へのコイル突出に十分な注意が必要と考えられる。症例10では、肺動脈側から8mm, 10cmと6mm, 8cmの052を同時留置したが、右室流出路に脱落。2個の052が強く絡み合っていたためカテーテルによる回収ができず(Fig. 10B, C)外科的に回収した。052コイルが複数絡み合った場合には、回収が困難となる場合があり十分な注意が必要である。

8. コイル閉鎖の適応決定と術者の経験例数

最小径が大きい例、最小径が中等度でも乳児例、膨大部の浅い例、最小径と膨大部最大径の差が小さな例では手術を選択する術者が増加したが、症例9, 10を除き、これらの例でも75例以上の経験を有する術者はコイル閉鎖を選択する傾向が認められた。しかし、コイルと留置方法の選択には、術者の経験例数による明確な差異を見いだすことはできなかった。

9. 選択されたコイルとアプローチルート

初回到留置するコイルとして、現在ではFlipperと052が多く選択されており、052は複数留置する場合に、より多く選択されていた。これは052がより太いPDAに選択されていることによると考えられる。複数のコイルを留置する場合、同じコイルを選択する場合と、異なるコイルを組み合わせたとの回答が混在した。大きなループのコイルの隙間を小さなループのコイルで埋めようとの意図を持って留置する術者の選択と考えられる。

筆者は1個のコイルを留置する場合、Flipperは大動脈から、052はGrifkaらの原法⁴⁾に従い、肺動脈からを原則としているが、これはアンケート調査と一致したものであった。アプローチルートは術者の好みに依存する部分も大きいものと考えられるが、膨大部に多くのループを残し、肺動脈内のループを最少とするためにはこれらのアプローチが最適と筆者は考えている。Flipperの複数留置はほとんど行っていないが、今回の調査では肺動脈、大動脈から各1個+ α での留置が依然試みられていた。052の適応と重複するような例では複数のFlipper留置によりMRIへの対応性に配慮しようとの試みと考えられる。複数の052コイル留置も原則として肺動脈側から行っているが、現状では肺動脈、大動脈から各1個+ α での留置も依然多く行われていた。

まとめ

実際の症例をもとに、PDAに対する治療選択、カテーテル治療の方法の現状を浮き彫りにすることができたものとする。

本論文の要旨は第16回日本Pediatric Interventional Cardiology研究会学術集會にて発表した。

本アンケート調査には以下の諸施設の諸先生にご協力をいただきました。不躰な質問に快くご回答いただきました諸先生に記して深甚の謝意を表します(順不同、敬称略)。

矢崎 諭, 木村 晃二(国立循環器病センター), 萱谷 太(大阪府立母子保健総合医療センター), 小林 俊樹(埼玉医科大学), 羽根田紀幸(どれみクリニック), 松島 正氣(社会保険中京病院), 上田 秀明(神奈川県立こども医療センター), 赤木 禎治(岡山大学医学部), 松岡 優(徳島市民病院/徳島大学), 小川 潔(埼玉県立小児医療センター), 金 成海(静岡県立こども病院), 鎌田 政博(広島市民病院)

【参考文献】

- 1) Moore JW, George L, Kirkpatrick SE, et al: Percutaneous closure of the small patent ductus arteriosus using occluding spring coils. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 759-765
- 2) Juzun O, Hancock S, Parsons JM, et al: Transcatheter occlusion of the arterial duct with Cook detachable coils: Early experience. *Heart* 1996; 76: 269-273
- 3) Tomita H, Fuse S, Akagi T, et al: Coil occlusion for patent ductus arteriosus in Japan. *Jpn Circ J* 1997; 61: 997-1003
- 4) Grifka RG, Jones TK: Transcatheter closure of large PDA using 0.052" Gianturco coils: Controlled delivery using a biopptome catheter through a 4 French sheath. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49: 301-306
- 5) Tomita H, Ono Y, Miyazaki A, et al: Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus using a 0.052-inch coil; Immediate results. *Jpn Circ J* 2000; 64: 520-523
- 6) 堀口泰典, 平石 聡, 広田浜夫, ほか: あせって引くな! PDAコイル抜去困難の1例. *日小循誌* 2004; 20: 584-585
- 7) Krichenko A, Benson LN, Burrows P, et al: Angiographic classification of the isolated, persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol* 1989; 63: 877-880
- 8) Yasukochi S, Nakazawa T, Satomi G, et al: Distortion of magnetic resonance images by embolized coil. *Cardiol Young* 2001; 11 (Suppl): 272