

## ■ 症例報告 ■

## 動脈管開存症に対する Amplatzer™ Vascular Plug II (AVPII) を用いた閉鎖術 — デバイス選択と留置手技の考察 —

櫻井 牧人, 額賀 俊介, 矢崎 諭, 小林 匠, 吉敷 香菜子,  
稲毛 章郎, 上田 知実, 浜道 裕二, 嘉川 忠博

### Transcatheter closure using Amplatzer™ Vascular Plug II (AVPII) for patent ductus arteriosus — Consideration of device selection and deployment methods —

Makito Sakurai, Syunsuke Nukaga, Satoshi Yazaki, Takumi Kobayashi, Kanako Kishiki,  
Akio Inage, Tomomi Ueda, Yuji Hamamichi, and Tadahiro Yoshikawa

doi: 10.20599/jpic.4.1

■ 要約 ■ 背景: Amplatzer™ Duct Occluder-I (ADO I) では閉鎖困難と想定される形態の動脈管に対して, 海外では Amplatzer™ vascular plug II (AVPII) を用いた閉鎖術が報告されている。しかし, 本邦における報告は少なく AVPII のサイズ選択や留置方法, 中長期的な安全性について一定の見解はない。

目的: PDA に対する AVPII を用いた閉鎖術において, 閉鎖栓のサイズ選択や留置手技に関する方法論を考案すること。

対象と方法: 当院において AVPII を用いて PDA 閉鎖術を実施した 2 症例 5 サイズの AVPII の留置形態を後方視的に検討し, PDA サイズおよび形態に応じた適切な AVPII 選択と留置方法の検討を行った。

結果: 症例 1 は Krichenko 分類 C 型, 肺動脈側 3.7mm, 長径 18.8mm の動脈管に対して, まず AVPII10mm, 次に AVPII14mm の留置を試みたが, いずれも良好な留置形態を得られず回収。最終的に AVPII12mm を留置した。症例 2 は Krichenko 分類 E 型, 肺動脈側 6.1mm, 長径 17.0mm の動脈管に対して, まず AVPII12mm の留置を試みたが, 軽い wiggle test で肺動脈内に脱落したため回収。最終的に AVPII16mm を留置した。変更の要因は閉鎖栓と PDA の径のミスマッチによる不安定性と留置後の閉鎖栓の長さ動脈管長のミスマッチの 2 点に要約された。特に留置後の閉鎖栓の長さが治療の成否に重要であるが変化の幅は大きい。本検討から留置後閉鎖栓の長さはカタログ上の閉鎖栓の径×長さを管状動脈管径で除した数値で予測できると考案した。

結論: 管状の長い PDA に対して AVPII は安全に使用でき, 良い適応になると考えられた。閉鎖栓サイズの選択については, 最小径, 膨大部径, 留置後の閉鎖栓想定長の三者を総合して決定するアルゴリズムが必要である。

■ Abstract ■ Background: Transcatheter closure of patent ductus arteriosus (TC-PDA) using Amplatzer™ vascular plug II (AVPII) have been reported overseas in the case where Amplatzer™ Duct Occluder-I (ADO I) does not fit. However, there have been few reports in Japan, especially device selection and deployment methods.

Purpose: To develop a method for device selection and deployment in TC-PDA using AVPII.

Object and Methods: We retrospectively examined the deployment of AVPII with 5 different sizes in 2 patients who underwent TC-PDA using AVPII in our hospital and examined the appropriate AVPII selection and deployment methods according to PDA size and shape.

Results: Case1 had PDA of Krichenko type C with PA side diameter of 3.7mm and length of 18.8mm. We attempted to place AVPII10mm at first, and then AVPII14mm, however both did not fit in PDA and were retrieved. Finally we successfully deployed AVPII12mm. Case2 had PDA of Krichenko type E with PA side diameter of 6.1 mm and length of 17.0mm, we attempted to place AVPII12mm at first, the device was migrated into the pulmonary artery with a light wiggle test and was retrieved. Finally we successfully

deployed AVPII16 mm. The factors of exchange were summarized in two points, the instability due to the mismatch of the diameter of the PDA and device as well as the length of PDA and device after deployment. From this study, we developed the simple method in that the length of device after deployment can be predicted by the diameter $\times$ length of device on the catalog divided by the diameter of the tubular PDA.

**Conclusion:** AVPII can be safely used for long tubular PDA, which is considered to be a good indication. Regarding the selection of the device size, an algorithm is required to comprehensively determine the minimum diameter of the device in relation to the PDA diameter and predict device length after deployment.

■ **Key words** ■ Patent ductus arteriosus, Amplatzer™ vascular plug II, Transcatheter closure

## 緒 言

Amplatzer™ duct occluder (ADO; St. Jude Medical Inc., Minnesota) が2009年6月から日本Pediatric Interventional Cardiology学会 (JPIC) が認定する施設で使用可能となつて以降、動脈管開存症 (Patent ductus arteriosus; PDA) に対する経皮的閉鎖術の適応は広がりを見せているが、Krichenko分類<sup>1)</sup> type C, type Eのような管状の長いPDAではADOの留置が困難である事も多い。そのような症例でAmplatzer™ vascular plugII (AVPII; St. Jude Medical Inc., Minnesota) を用いた閉鎖術が海外においては多く報告されている<sup>2-5)</sup> が、本邦においてはまだ報告は少なく<sup>6)</sup>、AVPIIのサイズ選択や留置方法、中長期的な安全性について一定の見解はまだない。当院でのPDAに対するAVPIIの使用経験から検討を行った。

## 症例提示

### 症例 1

54歳 女性

### 現病歴

生来健康。53歳時に胸部絞扼感で医療機関を受診した際に施行された心臓超音波検査でPDAを指摘され、当院を紹介受診された。

### 入院時現症

身長155.2cm, 体重49.3kg, 心拍数77/分, 血圧130/70mmHg, SpO2 98% (room air)

頭頸部: 貧血(-), 胸部: II音亢進あり, 2/6の連続性雑

音あり, 呼吸音正常, ラ音なし。  
腹部: 平坦, 軟, 四肢: 下腿浮腫なし。

### 検査所見

#### 胸部X線

心胸郭比52%, 肺うっ血なし。

#### 心電図

洞調律, 心拍数77/min, V5, V6のST低下あり。

#### 経食道心臓超音波

動脈管はKrichenko分類C型, 肺動脈側5.1mm, 長径14.0mm, 大動脈側7.8mm, 動脈管血流は左右短絡。

### 治療経過

心臓カテーテル検査では, 肺動脈圧27/10(19) mmHg, 下行大動脈圧

140/65(94) mmHg, 肺体血流比 (Qp/Qs) 1.73, 肺血管抵抗1.09 Wood U $\cdot$ m<sup>2</sup>であり, 治療適応と判断した。大動脈造影側面像で動脈管形態はKrichenko分類C型<sup>1)</sup>で, サイズは肺動脈側3.7mm, 長径18.8mm, 膨大部6.5mmであった (Fig. 1A)。形態からADOでの閉鎖は困難と考え, AVPIIによる閉鎖を試みる事とした。6Fr先端孔バルーンカテーテル (テレフレックスメディカル株式会社, 東京) を用いて肺動脈から動脈管を経由して下行大動脈に0.035インチガイドワイヤー (ラジフォーカス®ガイドワイヤー; テルモ株式会社, 東京) を留置, デリバリーシースは6Fr Torque™シース (St. Jude Medical Inc., Minnesota) を使用した。まずAVPII10mmの留置を試みたが, 大動脈

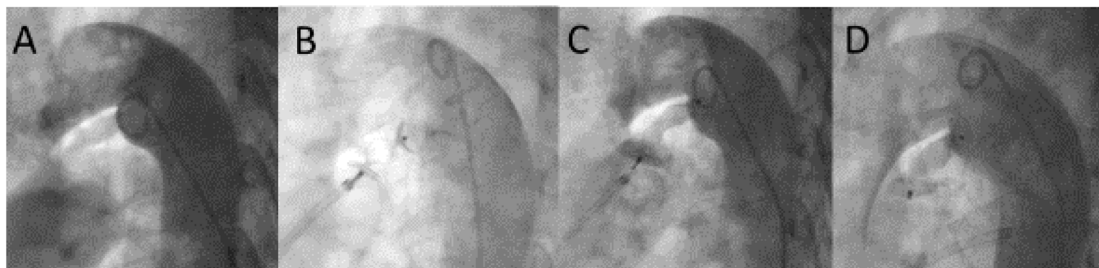


Fig. 1 Case 1. A: Aortography showed PDA Krichenko type C with PA side diameter 3.7 mm, length 18.8 mm, and aortic ampulla 6.5 mm. B: AVPII10mm was deployed in PDA, but the aortic side disk was deformed. C: AVPII14mm was deployed in PDA, the PA side disk significantly protruded into PA. D: Aortography after deployment of AVPII12mm with the PA side disk in PA and the aortic side disk in ampulla showed slight residual shunt

Abbreviations; PA, pulmonary artery; PDA, patent ductus arteriosus.

側のディスクの変形が強く、デリバリーケーブルを軽く引くと閉鎖栓は肺動脈側に移動した。脱落の危険が高いと判断し回収 (Fig. 1B)。次にAVPII14mmの留置を試みたところ、閉鎖栓の全長が長く肺動脈側のディスクが肺動脈内へ大きく突出するため回収した (Fig. 1C)。最終的にAVPII12mmを選択し、ディスクの変形や大動脈、肺動脈への突出が強くない事を確認し留置した。留置後の大動脈造影ではわずかな残存シャントを認めた (Fig. 1D) が、退院後にシャントは消失。肺動脈狭窄や大動脈狭窄も認めず経過は良好である。

## 症例2

10歳 男児

### 現病歴

生後1ヶ月時に心雑音のため施行された心臓超音波検査でPDAと診断。外来で定期的な経過観察をしていたが、3歳時より定期通院が自己中断されていた。9歳時に学校教諭の勧めで外来を受診したところ、肺高血圧症を疑う所見あり心臓カテーテル検査が施行された。大きな動脈管開存を認め、平均肺動脈圧74mmHg、肺血管抵抗10.9Wood U·m<sup>2</sup>、肺体血流比 (Qp/Qs) 1.24などの結果から、その時点での動脈管閉鎖は困難と考え、肺血管拡張薬による治療が開始された。その後の心臓カテーテル検査で平均肺動脈圧57mmHg、肺血管抵抗7.68Wood U·m<sup>2</sup>、肺体血流比 (Qp/Qs) 1.52と肺動脈圧や肺血管抵抗は改善を認め、PDAに対して経皮的閉鎖術を試みる方針となり、10歳時入院となった。

### 入院時現症

身長134.8cm、体重28.2kg、心拍数82/分、血圧108/60mmHg、SpO<sub>2</sub> 98% (room air)

頭頸部：貧血(-)、胸部：2/6の収縮期雑音あり、呼吸音正常、ラ音なし。

## 検査所見

### 胸部X線

心胸郭比59%、肺うっ血なし。

### 心電図

洞調律、心拍数77/min、右室肥大所見あり。

### 経胸壁心臓超音波

動脈管はKrichenko分類E型、肺動脈側5.8mm、長径17.9mm、大動脈側7.2mm。動脈管血流は左右短絡。

## 治療経過

心臓カテーテル検査施行。肺動脈圧78/48(62) mmHg、下行大動脈圧98/56(74) mmHg、大動脈造影側面像で動脈管形態Krichenko分類E型で、サイズは肺動脈側6.1mm、長径17mm、膨大部9.7mmであった (Fig. 2A)。形態からADOでの閉鎖は困難と考え、AVPIIによる閉鎖を試みる事とした。6Fr先端孔バルーンカテーテル (テレフレックスメディカル株式会社、東京) を用いて肺動脈から動脈管を経由して下行大動脈に0.035インチガイドワイヤー (ラジフォークス®ガイドワイヤー；テルモ株式会社、東京) を留置。デリバリーシースは6Frガイディングシース (Destination®；テルモ株式会社、東京) を使用した。まずAVPII12mmの留置を試みた。良好な形態で動脈管内に留置されたと思われたが、軽いwiggle testで肺動脈内に脱落してしまった (Fig. 2B)。本症例は重度肺高血圧であることから脱落による重大な合併症が懸念された。そこで12mmのwiggle時の感触も踏まえて、一般的に推奨される最小径の2倍を超えるサイズのうち16mmのデバイスを選択した。そこでAVPII16mmの留置を試みた。デリバリーシステムを8Frに入れ替え、まずAo側のディスクを下行大動脈内で展開し、そのままPA側へ引き込むように留置をしたが、閉鎖栓の中央部 (ボディ) がピーナツ様の形態となって閉鎖栓全長が長くなるため回収 (Fig. 2C) した。下行大動脈内でAo側のディスクとボディの半分程度を展開させ、しかる後にPA側へ引き込むように留置。wiggle testで脱落しない事を確認し離脱した (Fig. 2D)。留置

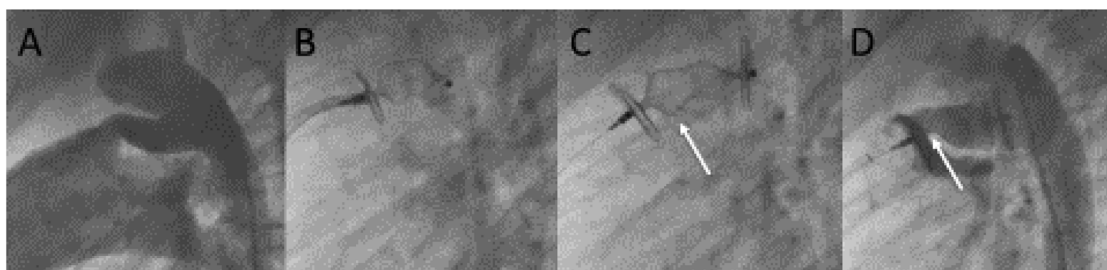


Fig. 2 Case 2. A: Aortography showed PDA Krichenko type E with PA side diameter 6.1 mm, length 17.0 mm, and aortic ampulla 9.7 mm. B: AVPII12mm was deployed in PDA but the device was easily migrated to PA in gentle wiggle test. C: When an AVPII16mm was deployed in PDA as the first attempt, the part of body of AVP II protruded into PA. D: When an AVPII16mm was deployed in PDA as the second attempt, the PA side disk protrusion was not as serious as image C

White arrow indicates PA-PDA junction. Abbreviations; PA, pulmonary artery; PDA, patent ductus arteriosus.

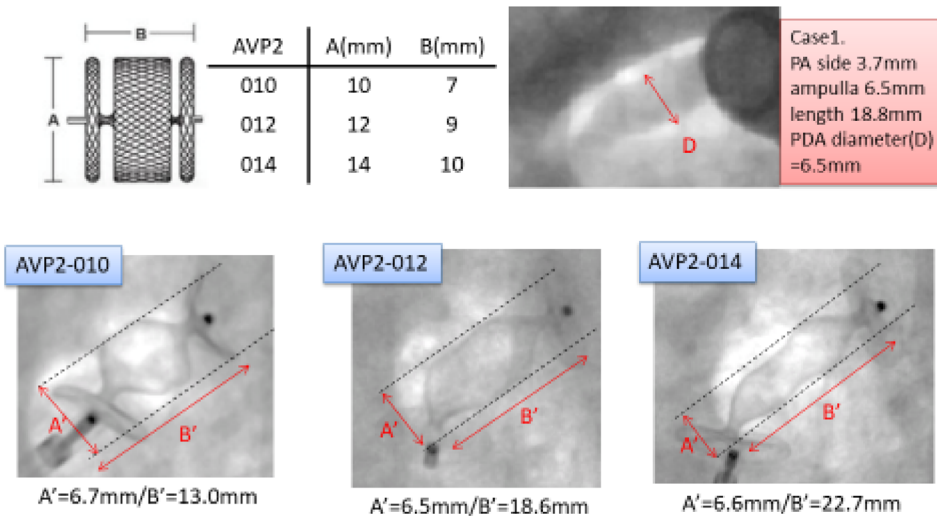


Fig. 3 The device shape after deployment was different by device size in a given PDA  
Abbreviations; PA, pulmonary artery; PDA, patent ductus arteriosus.

後の肺動脈圧 60/30(44) mmHg, 下行大動脈圧 101/69(83) mmHg, 留置後の大動脈造影では残存シャントはなく, PA 側のディスクはやや肺動脈内に突出したが, 肺動脈での引き抜き圧較差は認めなかった. 治療半年後のフォローアップの心臓カテーテル検査では, 残存シャントはなく, 肺動脈狭窄や大動脈狭窄も認めず肺動脈圧 46/14(34) mmHg と肺高血圧も改善傾向である.

### 考 察

当院でPDAに対してAVPIIによる治療を施行した2症例はいずれも閉鎖栓のサイズ選択に苦慮した. PDA治療におけるAVPIIのサイズ選択について, 海外からの報告では, 「PDA最小径+1-2mm」, 「PDA最小径の2倍」などが提唱されている<sup>2-4)</sup>が, 定まった基準はない. デバイスの留置方法として, 今回の2症例についてはいずれも肺動脈側のディスクを肺動脈内におき, body部分をAortic ampullaにおき, 大動脈側のディスクを大動脈側におくという方法をとった. 症例1はPDA最小径3.7mmに対してAVPII10mm, 症例2はPDA最小径5.8mmに対してAVPII12mmを最初に選択したが, 症例1は大動脈側のディスクの変形が強く脱落のリスクが高いと判断, 症例2についてはwiggle testで肺動脈側に脱落してしまったことから, いずれの症例もサイズアップをしている. またAVPIIの留置にあたっては, 動脈管形態によるデバイスの形態変化も考慮に入れる必要がある. Fig. 3で示しているように, 選択するデバイスサイズによって留置後のデバイスの形態は大きく異なる. 特にデバイスの長さの変化が大きい. 当院ではデバイス留置後の確認造影にて, 肺動脈側のディスクが明らかにPA-PDA移行部から離れているもの, 肺動脈側のディスクが左肺動脈分岐部に著しく突出しており, 留置前と比較して10mmHg以上の圧較差の増悪

を認めたものを回収すべき条件と位置づけて治療を行った. 当院での症例の経験から, 特にKrichenko C型の動脈管においては, 動脈管とAVPIIが共に円柱様形態であることから, 留置後のデバイスの長さの変化の予測として, 留置後のデバイスの長さ (B') = 「デバイスの直径(A) × デバイスの長さ(B) / (動脈管直径(D))」 B' = AB/Dが, 留置後のデバイスの長さに概ね一致しており, デバイスサイズ選択をする上での参考になると思われた (Fig. 3). 症例1の経験から, 両端にデバイスのディスクを出す留置形態を意図する際には, 上記予測式を用いて計算したデバイスの想定長がPDAの長径より少し小さくなるものが適切であると考えられた. しかし, 乳幼児などの伸展性の高い動脈管で同様の予測が成り立つかは不明であり, さらなる症例の蓄積が必要である. また, 症例2は留置の方法の工夫によって留置が成功した. すなわち, 通常の大動脈側のディスクのみを下行大動脈内で展開し, そのまま肺動脈側へ引き込む方法ではデバイスが長くなり肺動脈内への突出が強くなってしまった. 大動脈側のディスクとボディの半分程度までを下行大動脈内で展開してから引き込むことによって, デバイスのボディの形状がコンパクトになり, デバイス全長を短くして適切な形態で留置することが出来た. AVPIIの形態的特徴 (ディスクとボディの部分の直径が同径) から, このような留置法が有効な場合もあると考えられる. もう一つの方法論として引きテンションを強くなりすぎないようにボディ部を留置すれば我々の方法と同様に全長の短縮に効果があるかも知れない.

### 結 語

当院でPDAに対してAVPIIによる治療を行った症例について報告した. Krichenko分類typeC,type Eのような管状の長いPDAに対してAVPIIは安全に使用でき, 良い適応

になると考えられるが、デバイスサイズを選択については、最小径、膨大部径、留置後のデバイス想定長の三者を総合して決定するアルゴリズムが必要である。本邦でも2019年1月より Amplatzer™ Duct Occluder II (ADO-II) が使用可能となっており、PDAに対するカテーテル治療の適応は更に拡大していくと思われる。続いて導入が予定されている ADOII-AS は AVPII に形態が類似しており、ADOII-AS の使用にあたっては AVPII の留置経験が参考になると思われる<sup>7,8)</sup>。

### 利益相反

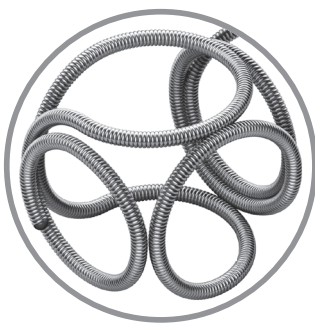
日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会の定める利益相反に関する開示事項はありません。

### 引用文献

- 1) 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
- 2) Schwartz MC, Nykanen D, Winner LH, et al: Transcatheter patent ductus arteriosus occlusion in small infants. *Congenit Heart Dis* 2016; 11: 647–655
- 3) Backes CH, Cheatham SL, Deyo GM, et al: Percutaneous Patent Ductus Arteriosus (PDA) closure in very preterm infants: Feasibility and complications. *J Am Heart Assoc* 2016; 5: e002923
- 4) Garay FJ, Aguirre D, Cárdenas L, et al: Use of the amplatzer vascular plug II device to occlude different types of patent ductus arteriosus in pediatric patients. *J Interv Cardiol* 2015; 28: 198–204
- 5) Stephen L, Paul O, Kevin P, et al: Comparison of the Results of Transcatheter Closure of Patent Ductus Arteriosus with Newer Amplatzer Devices. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013; 82: 253–259
- 6) 岡田清吾, 宗内淳, 川口直樹, ほか: 新生児/乳児早期の症候性動脈管開存症に対するカテーテル治療. *Journal of JPIC* 2017; 2: 56–61, doi: 10.20599/jpic.2.56
- 7) Kenny D, Morgan GJ, Bentham JR, et al: Early clinical experience with a modified Amplatzer ductal occluder for transcatheter arterial duct occlusion in infants and small children. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013; 82: 534–540
- 8) Gabriella Agnoletti D: Closure of the Patent Ductus Arteriosus with the New Duct Occluder II Additional Sizes Device. *Cardiovasc Interv* 2012; 79: 1169–1174

# Peripheral interventions

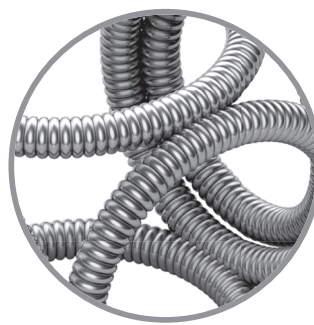
## Target Detachable Coils



**Target 360**  
Detachable Coils



**Target Nano**  
Detachable Coils



**Target XL**  
Detachable Coils



**Target XXL**  
Detachable Coils

販売名: Target デタッチャブル コイル  
医療機器承認番号: 22300BZX00366000

Stryker or its affiliated entities own, use, or have applied for the following trademarks or service marks: Stryker, Target. All other trademarks are trademarks of their respective owners or holders. The absence of a product, feature, or service name, or logo from this list does not constitute a waiver of Stryker's trademark or other intellectual property rights concerning that name or logo.

製造販売元

**日本ストライカー株式会社**

112-0004 東京都文京区後楽 2-6-1 飯田橋ファーストタワー  
tel:03-6894-0000

[www.stryker.com/jp](http://www.stryker.com/jp)