

## 先天性心疾患における低侵襲外科治療の現況

宮地 鑑

北里大学医学部心臓血管外科

## Key words:

minimally invasive cardiac surgery, video-assisted thoracoscopic interruption, Hybrid approach, catheter intervention, thoracoscopic repair of VSD

## Minimally Invasive Cardiac Surgery for Congenital Heart Disease

Kagami Miyaji

Department of Cardiovascular Surgery, Kitasato University School of Medicine, Kanagawa, Japan

Minimally invasive cardiac surgery has been performed for patients with congenital heart diseases, such as patent ductus arteriosus (PDA), atrial septal defect (ASD), and ventricular septal defect (VSD). Video-assisted thoracoscopic interruption of PDA (VATSPDA) is effective for infants and neonates, especially for low birth weight babies. On the other hand, catheter intervention using devices have been widely used for ASD and PDA. However, serious complications were reported in some papers. Recently, the device occlusion has been applied to VSD. In percutaneous approach, there have been serious complications such as aortic regurgitation or complete atrioventricular block. The transatrial approach for ASD and periventricular approach for VSD are now advocated to avoid these complications. These approaches are called "Hybrid approach", which is achieved with collaboration between catheter interventionists and cardiac surgeons.

## 要 旨

後天性心疾患における低侵襲手術の発展は近年めざましいものがある。一方、先天性心疾患における低侵襲外科治療は、複雑心奇形ではほとんど行われていないのが現状で、動脈管開存(patent ductus arteriosus : PDA)、心房中隔欠損(atrial septal def : ASD)、心室中隔欠損(ventricular septal defect : VSD)などが中心である。われわれの施設ではPDAに対する内視鏡下動脈管閉鎖術(VATSPDA)は現在までに126例に行われ、極めて良好な成績である。さらに低出生体重児にも適応を拡大、満足できる結果を示している。コイル塞栓術との住み分けが今後の課題ではあるが、乳児・新生児や低出生体重児に対してはVATSPDAが優れていると思われる。ASDについてはAmplatzer Septal Occluderが導入され、本邦でも広く行われている。しかしながら、一旦、合併症を引き起こすと回復が手術よりも困難で、リスクの高い治療となることから、その使用については、リスクや遠隔期の問題などについて十分なコンセンサスを得てから行うべきであろう。VSDについてもカテーテルによるAmplatzer Septal Occluderが報告されているが、合併症の発生率の高さから現時点では、手術を優先すべきであろう。また、小切開アプローチをはじめ、完全内視鏡下閉鎖術などが行われている一方で、経右室アプローチによるVSD device closureが良好な成績を示しており、小児科医と心臓外科医の協同による"Hybrid approach"の今後の発展が期待される場所である。

## はじめに

心臓外科領域における低侵襲手術は近年、疾患の重症化や患者の高齢化に伴い広く行われるようになってきた。特に、成人心臓血管外科では、人工心肺を使用しない冠動脈バイパス術(Off pump coronary artery

bypass grafting : CABG)、大動脈疾患に対するステントグラフト内挿術、ハイリスク大動脈弁狭窄症に対するステント生体弁移植術(transluminal aortic valve insertion : TAVI)など格段の進歩をとげてきた。本稿では、先天性心疾患における内視鏡手術を含めた低侵襲手術の現況をカテーテル治療もふまえて、述べてみ

2011年11月2日受付 別刷請求先：〒252-0374 神奈川県相模原市南区北里1-15-1

2011年11月15日受理 北里大学医学部心臓血管外科 宮地 鑑

たいと思う。

## 1. 内視鏡下動脈管閉鎖術(VATSPDA)

動脈管開存(PDA)については従来、左開胸による切離術が一般的であったが、近年はカテーテルによるコイル塞栓術が径3 mm未満のPDAには広く行われている。またこれより大きなPDAに対してはコイルを複数個使用して閉鎖を行う施設もみられるが、遺残短絡を残したり、その結果溶血を生じる可能性もあり、また遺残短絡や肺動脈狭窄を来した場合、開胸手術が必要となる。そこで、われわれの施設では原則として複数個使用するコイル塞栓術は施行しない方針で、径3 mm以上の動脈管開存症には内視鏡下動脈管閉鎖術(VATSPDA)<sup>1-3)</sup>を施行してきた。

PDA症例74例に対して、VATSPDA：28例、コイル塞栓：20例、開胸手術：26例を比較検討した結果をFig. 1, 2に示す。手術時間はVATSPDAがコイル

塞栓や開胸手術に比して有意に短く、術後在院日数は、VATSPDAとコイル塞栓が開胸手術に比して有意に短い。このようにVATSPDAはカテーテル治療に比しても低侵襲性からみて遜色ないことがわかる。

北里大学病院では、その後症例数を重ね、現在までにVATSPDAを連続126症例に施行、良好な結果を得ている。手術年齢は平均13.6カ月(6日～19歳)、手術時体重は平均6.4 kg(420 g～67 kg)であった。PDAは平均5.3 mm(2～12 mm)で、合併心奇形は心室中隔欠損(VSD)／心房中隔欠損(ASD)：7例、房室中隔欠損：2例、Ebstein病：1例、総肺静脈還流異常：1例であった。2.5 kg以下の低出生体重児は36例(平均体重950 g, 420～2,200 g)であった。術前にコイル塞栓術を試みた症例は9例(7.1%)であった。64例(50.8%)に手術支援用ロボット(EASOP 3000, Computer motion, Inc.)を使用した。

手術死亡・病院死亡は1例で、術前状態不良の420 gの超低出生体重児を術後気道出血で失った。手術時

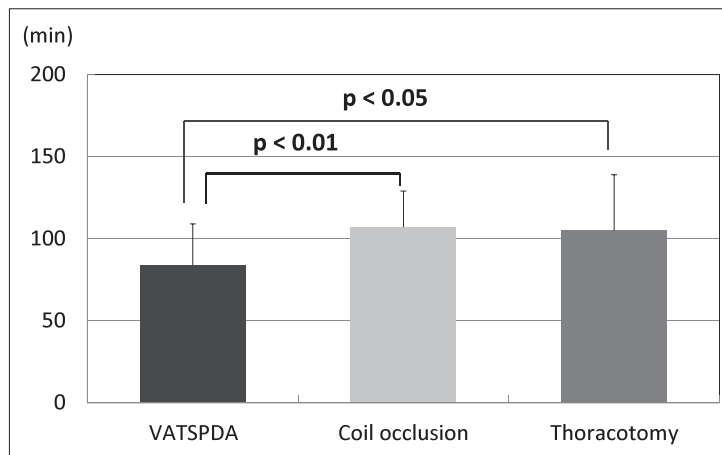


Fig. 1 Procedure time

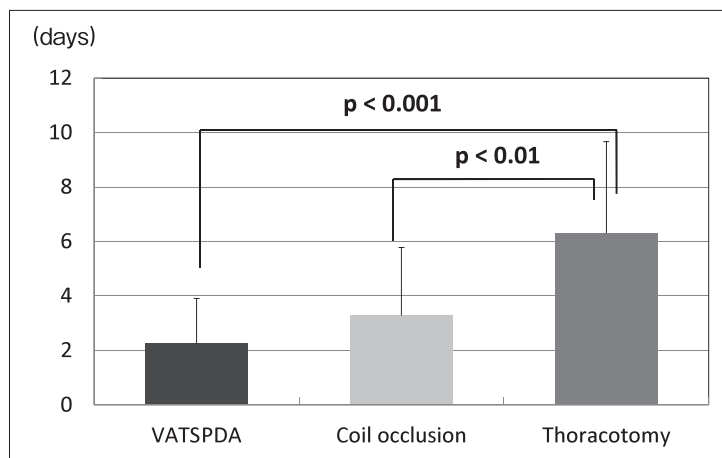


Fig. 2 Postoperative hospital stay

Table 1 Comparison between surgery and device closure for ASD

	Surgery	Device	P value
Mortality	0.13%	0.093%	0.649
Re-operation	0.39%	0.83%	0.063
Mortality per AE	1.2%	7.6%	0.004
Operation per AE	3.6%	68.2%	< 0.001

AE: adverse event  
(Reproduced from reference 11)

間は平均 55 分(17 ~ 180 分)で、開胸手術に移行したのは 2 例(1.6%)であった。Fig. 1 に示したように、低出生体重児 36 例の手術時間は平均 35 分で、PDA は全例で完全に閉鎖された<sup>4)</sup>。特に、1 kg 未満の超低出生体重児 30 例では、手術時日齢は 21.7 日、体重は 876 g(420 ~ 970 g)、手術時間は 32 分であった。低出生体重児を除く 90 例の手術時間は平均 58 分で、87 例(97%)が手術室で抜管された。術後在院日数は平均 1.6 日(1 ~ 6 日)で、70 例(77.8%)が術翌日に退院した。全 126 例中、合併症は遺残短絡を 6 例(4.8%)うち 4 例にコイル塞栓術を施行し、1 例は左開胸による切離術を施行、1 例は自然閉鎖した。乳糜胸を 2 例に認めた。術後観察期間は平均 5 年で低出生体重児の 1 例を呼吸不全で失った以外は全例、合併症もなく経過良好である。このように PDA に対するカテーテル治療と内視鏡手術の組み合わせは乳幼児をはじめ 1 kg 未満の超低出生体重児に対しても低侵襲でかつ安全確実に施行できる治療戦略である。最近、カテーテル治療のデバイスである Amplatzer Ductal Occluder が導入され、次第に乳幼児にも適応が拡大されつつある<sup>5)</sup>。Dimas らの報告では、6 kg 未満の症例に 62 例に施行して 58 例(94%)に成功している。今後、VATSPDA の適応との境界線が注目される場所であるが、現在、未熟児・低出生体重児に対しては VATSPDA が最も侵襲の少ない治療法である。

## 2. 心房中隔欠損(ASD)

### 1) 外科治療

ASD 閉鎖術は最も古くから行われてきた開心術であるが、近年は低侵襲手術の必要性が強調されるようになり、小切開アプローチ<sup>6-8)</sup>や右開胸による小切開アプローチ<sup>9)</sup>など美容的にも優れた術式が行われるようになった。4 ~ 5 cm の切開創で手術が可能ではあるが、従来の胸骨正中全切開に比して術野の展開が多少難しいことが難点ではある。

### 2) カテーテル治療

カテーテル治療では Amplatzer Septal Occluder が主流であるが、完全房室ブロックなど、さまざまな合併症が報告されている<sup>10)</sup>。また、開心術との比較検討では、手術とカテーテル治療の死亡率はほぼ差がないが、合併症による再手術率では、カテーテル治療は開心術のほぼ 2 倍で、かつ再手術時の手術死亡率は 20 倍である(開心術: 0.13%、カテーテル治療: 2.6%)と報告されている(Table 1)<sup>11)</sup>。すなわち、カテーテル治療は一旦、合併症を引き起こすと回復が手術よりも困難で、リスクの高い治療となることがわかる。さらに大きな ASD の乳幼児に対して、Amplatzer Septal Occluder を使用した場合の将来の再手術、僧帽弁疾患などに対する手術への影響なども危惧される。Amplatzer Septal Occluder の使用については、リスクや遠隔期の問題などについて十分な理解と同意を得てから行うべきであろう。

### 3) Hybrid approach

近年、外科と小児科の合同による Hybrid approach の有効性が欧米では提唱されている<sup>12)</sup>。小切開により右房を直視下に穿刺して、経食道心エコーガイドにデバイスを留置する術式である。安全かつ確実にデバイスを留置できることや不成功に終わっても直ちに開心術に変更できる点で優れている。さらに、治療方針の決定や家族へのリスクの説明に関しても外科・小児科が合同で行うので、十分な理解が得やすく、患者にとっては 1 回の入院・治療で根治できるメリットも大きい。今後、本邦でも広く行われることが期待される治療法である。

## 3. 心室中隔欠損(VSD)

### 1) 内視鏡補助下小切開アプローチ

著者らは内視鏡補助による先天性心疾患の心内修復術を数多く行い、その良好な結果を報告してきた<sup>13, 14)</sup>。

Table 2 Thoracoscopic VSD closure vs conventional approach

	Thoracoscopic	Conventional	P value
ICU stay (hours)	17 ± 2	25 ± 5	P = 0.01
Hospital stay (days)	4.2 ± 1.1	6.7 ± 2.1	P = 0.03
postoperative opioid analgesics	37.5%	87.5%	P = 0.001

(Reproduced from reference 25)

また、VSDに対してもASDと同様に小切開アプローチが行われ、剣状突起下アプローチ(transxiphoid approach)が最も一般的であった<sup>15, 16)</sup>。このtransxiphoid approachと内視鏡補助を組み合わせた術式を行い、約5～6 cm程度の切開でVSDおよびVSD + 右室二腔症の症例の修復に成功している<sup>17)</sup>。小切開にもかかわらず、内視鏡による拡大された画像により、心内の微細な構造まで確認できる点で極めて優れた術式であったが、長い手術時間と内視鏡手術の技術習得が必要なことから、近年は行われなくなっている。

## 2) 外科的デバイス治療

VSDに対しては、人工心肺心停止下で、パッチ閉鎖が広く行われてきた。その後、ASDと同様に低侵襲手術の必要性が強調されるようになり、小切開アプローチ<sup>6-8)</sup>が行われるようになった。さらに近年、Amplatzer Septal Occluderを使用したカテーテル治療が行われるようになった<sup>18, 19)</sup>。しかしながら、完全房室ブロックや大動脈閉鎖不全を高頻度に起こすことが報告され、一般的な治療法になっていないのが現状である<sup>20, 21)</sup>。そこで、現在注目されるのは、胸骨小切開下経右室アプローチによるVSD device closureである<sup>22-24)</sup>。Bachaらは筋性部欠損症例6例に対して、Amplatzer Septal Occluderを使用して合併症もなく完全閉鎖に成功している<sup>22)</sup>。筋性部VSDでは手術での閉鎖に難渋する症例も多いことから、この経右室アプローチ・デバイス使用による閉鎖は有用であると思われる。さらに近年、中国の施設を中心に傍膜様部欠損型のVSDに対してもこの経右室アプローチによる閉鎖が報告されている<sup>23)</sup>。従来のAmplatzer Septal Occluderとは形状の異なる新たなデバイスを開発している。このデバイスを用いて、408例の傍膜様部欠損型VSDに施行し、393例(96.3%)が閉鎖に成功している。また、遺残短絡や完全房室ブロックはみられず、11例(2.8%)に不完全右脚ブロックを認めたのみであった。カテーテルによるAmplatzer Septal Occluderの合併症に比して極めて有効であることが明らかとなった。さらに、肺動

脈弁下型VSD15例に対してデバイスによる閉鎖を試み、13例(86.7%)に大きな合併症もなく成功している<sup>24)</sup>。

## 3) 完全内視鏡下VSD閉鎖術

成人心臓外科では、完全内視鏡下での冠動脈バイパス術や僧帽弁形成術の報告がみられるようになってきた。また、ASDについても成人症例や体格の大きい症例では、大腿動静脈送脱血による人工心肺と内視鏡補助による閉鎖術も行われている。最近、Maらは平均年齢10歳(5～19歳)の傍膜様部欠損型VSD:36症例に完全内視鏡下VSD閉鎖術を施行して良好な結果を報告している<sup>25)</sup>。人工心肺時間は平均66分、大動脈遮断時間は平均36分で、胸骨正中切開アプローチと比べても遜色ない結果である。同時期に行われた胸骨正中切開アプローチによるVSD閉鎖術16例との比較ではTable 2に示すように、術後ICU滞在時間、術後在院日数は有意に短く、術後鎮痛剤使用が有意に少ないことが示された。内視鏡補助下小切開アプローチと同様に、内視鏡手術手技の習得が必要と考えられるが、今後、遠隔操作ロボットの導入により技術習得の問題が解決されれば、低侵襲手術の主流となることが期待される。

## 終わりに

ASD、VSDなどの疾患では、内視鏡手術の発展も期待されるが、やはり人工心肺を使用せず、より低侵襲であるデバイスを使用したHybrid approachが主流になると思われる。外科医もこれらの手技に精通して積極的に小児循環器医と協調して治療にあたるべきであろう。



## 【参考文献】

- 1) Miyaji K, Ka K, Okamoto H, et al: One lung ventilation for video-assisted thoracoscopic interruption of patent ductus arteriosus. *Surg Today*, 2004; **34**: 1006-1009
- 2) 宮地 鑑：心臓外科 Knack & Pitfalls 小児心臓外科の要点と盲点, ワンポイント・アドバイス 胸腔鏡下動脈管閉鎖術. 東京, 文光堂 2005, pp88-89
- 3) 宮地 鑑：Circulation Visual Best 心臓血管外科テクニク IV 先天性心疾患編. 大阪, MC メディカ出版 2009, pp137-140
- 4) 宮地 鑑：まい・てくにつく 未熟児動脈管開存症閉鎖術のコツ. 胸部外科 2009; **62**: 107
- 5) Dimas VV, Takao C, Ing FF, et al: Outcomes of transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus in infants weighing  $\leq$  6 kg. *JACC Cardiovasc Interv* 2010; **12**: 1295-1299
- 6) Barbero-Marcial M, Tanamati C, Jatene MB, et al: Transxiphoid approach without median sternotomy for the repair of atrial septal defects. *Ann Thorac Surg* 1998; **65**: 771-774.
- 7) Miyaji K, Murakami A, Kobayashi J, et al: Transxiphoid approach for intracardiac repair using a video-assisted cardioscopy. *Ann Thorac Surg* 2001; **71**: 1716-1718
- 8) Miyaji K, Murakami A, Sato H, et al: The limiting factors for transxiphoid approach in congenital cardiac surgery. *Heart Surgery Forum* 2004; **7**: 250-253
- 9) Doll N, Walther T, Falk V, et al: Secundum ASD closure using a right lateral minithoracotomy: Five-year experience in 122 patients. *Ann Thorac Surg* 2003; **75**: 1527-1531
- 10) Al-Anani SJ, Weber H, Hijazi ZM: Atrioventricular block after transcatheter ASD closure using the Amplatzer septal occluder: risk factors and recommendations. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010; **75**: 767-772
- 11) DiBardino DJ, McElhinney DB, Kaza AK, et al: Analysis of the US Food and Drug Administration Manufacturer and User Facility Device Experience database for adverse events involving Amplatzer septal occluder devices and comparison with the Society of Thoracic Surgery congenital cardiac surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; **137**: 1334-1341
- 12) Schmitz C, Esmailzadeh B, Herberg U, et al: Hybrid procedures can reduce the risk of congenital cardiovascular surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; **34**: 718-725
- 13) Miyaji K, Hannan RL, Ojito J, et al: Minimally invasive resection of congenital subaortic stenosis. *Ann Thorac Surg* 2000; **69**: 1273-1275
- 14) Miyaji K, Hannan RL, Ojito J, et al: Video-assisted cardioscopy for intraventricular repair in congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 2000; **70**: 730-737
- 15) van de Wal HJ, Barbero-Marcial M, Hulin S, et al: Cardiac surgery by transxiphoid approach without sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; **13**: 551-554
- 16) Miyaji K, Murakami A, Sato H, et al: The limiting factors for transxiphoid approach in congenital cardiac surgery. *Heart Surgery Forum* 2004; **7**: 250-253
- 17) Miyaji K, Murakami A, Kobayashi J, et al: Transxiphoid approach for intracardiac repair using a video-assisted cardioscopy. *Ann Thorac Surg* 2001; **71**: 1716-1718
- 18) Fu YC, Bass J, Amin Z, et al: Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defects using the new Amplatzer membranous VSD occluder: results of the U.S. phase I trial. *J Am Coll Cardiol* 2006; **47**: 319-325
- 19) Holzer R, de Giovanni J, Walsh KP, et al: Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defects using the Amplatzer membranous VSD occluder: immediate and midterm results of an international registry. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006; **68**: 620-628
- 20) Predescu D, Chaturvedi RR, Friedberg MK, et al: Complete heart block associated with device closure of perimembranous ventricular septal defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; **136**: 1223-1228
- 21) Oses P, Hugues N, Dahdah N, et al: treatment of isolated ventricular septal defects in Children: Amplatzer versus surgical closure. *Ann Thorac Surg* 2010; **90**: 1593-1598
- 22) Bacha EA, Cao QL, Starr JP, et al: Perventricular device closure of muscular ventricular septal defects on the beating heart: technique and results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **126**: 1718-1723
- 23) Xing Q, Pan S, An Q, et al: Minimally invasive perventricular device closure of perimembranous ventricular septal defect without cardiopulmonary bypass: Multicenter experience and mid-term follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; **139**: 1409-1415
- 24) Chen Q, Chen LW, Wang QM, et al: Intraoperative device closure of doubly committed subarterial ventricular septal defects: Initial Experience. *Ann Thorac Surg* 2010; **90**: 869-873
- 25) Ma ZS, Dong MF, Yin QY, et al: Totally thoracoscopic repair of ventricular septal defect: a short-term clinical observation on safety and feasibility. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; **142**: 850-854