

小田 後半に良くなってきているのは？

田辺 末梢筋の問題がまず一つです。要するに弁口が拡がった後、リハビリ効果が生まれて運動能が増えてきたという可能性が大きいと思いますし、あともうひとつは PTMC に伴う相対的な貧血の出現がありますので、直後には Hb が約 1g ぐらい下がります。その影響も若干あるかと考えられます。

小田 ありがとうございます。

林 質問ではないのですが、田中先生が少しおっしゃられたので、外科の立場からコメントさせていただきます。田辺先生が今お話しになられたとおりに、現在基本的にはそういう適応で進まれてよらしいのではないかと、外科側も考えております。細部には多少まだ検討すべき問題があると思いますけども、commis sure の癒合が

中心の Sellors I 型タイプ、それから弁下病変が多少あってもそれ程ひどくない Sellors II 型タイプ、こういったものでは first choice として PTMC を行うということではないかと我々の方では考えております。経済的なことを考えてもはるかにその方がいいですし、患者自身の負担も少ないということもございません。今後長期の遠隔成績を見れば、本当の意味での価値がはっきりしてくるだろうと考えております。

司会 どうもありがとうございました。他にご質問ございませんでしょうか。それでは先生、どうもありがとうございました。それでは、新潟大学小児科の佐藤先生に、小児疾患におけるカテーテル治療ということでお話し頂きたいと思います。

### 3) 小児期心疾患に対するカテーテル治療

新潟大学医学部小児科 (主任：内山 聖教授)

佐藤 勇・塚野 真也  
福島 英樹・佐藤 誠一  
内山 聖

#### Therapeutic Cardiac Catheterization in Infants and Children with Heart Disease

Isamu SATO, Shinya TUKANO, Hideki FUKUSHIMA,  
Seiichi SATO and Makoto UCHIYAMA

*Department of Pediatrics,  
Niigata University School of Medicine  
(Director: Prof. UCHIYAMA)*

Interventional cardiac catheterization was attempted in forty-two patients with various types of congenital heart disease. Balloon atrial septostomy (BAS) was the first major therapeutic technique utilized during pediatric cardiac catheterization. Transposition of the great arteries was the most common indication, but with the advancement of the surgical procedure, BAS was rarely utilized in newborn infants. Catheter balloon angioplasty was performed in nine patients (aged 1 month to 15 years). We reported successful dilatation of a stenotic Blalock-Taussing shunt in 2 cases. There was an improvement in cyanosis, and pathological analysis revealed linear wall stress at the site of inflation. Three children underwent balloon angioplasty for native coarctation. The narrowest portion of the

Reprint requests to: Isamu SATO,  
Department of Pediatrics, Niigata  
University School of Medicine,  
Niigata City, 951, JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町通1番町  
新潟大学医学部小児科学教室

佐藤 勇

coarctation is measured from the aortogram and a catheter with a balloon 2.5 to 3 times the diameter of the narrowest portion is selected. The maximum size of the balloon diameter was as same as the diameter of the aorta at the site of diaphragm. Using double balloon method, the systolic pressure difference across the coarctation fell down effectively in all patients. We reported on the acute results for pulmonary valvuloplasty in eleven patients (aged 19 days to 8 years). In early two cases, single balloon technique was performed, next two cases double balloon technique was selected. Two balloons can be inflated and deflated more rapidly than a single balloon of equivalent effective diameter. In recent cases, "Inoue balloon" was selected because of rapid deflation and effective splitting of fused commissures. The peak systolic pressure difference across the pulmonary valve fell from  $56.9 \pm 14.5$  mmHg to  $27.7 \pm 10.7$  mmHg. In our experience, balloon valvuloplasty was successful in infant with critical pulmonary stenosis. It is certainly a therapeutic option in these seriously ill, cyanotic newborns.

Key words: Interventional cardiac catheterization, balloon angioplasty, balloon valvuloplasty  
カテーテル治療, 経皮的血管形成術, 経皮的肺動脈弁形成術

## はじめに

先天性心疾患に対するカテーテル治療は, 1966年に行われた Rashkind によるバルーンカテーテルを使用した心房中隔裂開術<sup>1)</sup>や Porstman ら<sup>2)</sup>による開存した動脈管の塞栓術以後, 臨床的治療法として本格化してきた. 1980年代より種々の先天性心疾患に対するカテーテル治療が試みられ, 1990年には先天性心疾患に対するカテーテル治療の短期の治療効果や合併症についての Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies (VACA) Registry の報告<sup>3)</sup>が出されている. 当科でも1983年より小児の心臓カテーテルを開始して以来, 治療のカテーテルの比率は年々増加しており, 今回は, その成績について報告する.

当科で1983年から1992年9月までに経験した症例は表1の如くである. このうち, 大血管系の狭窄性病変に対するバルーンによる拡大術について述べる.

## カテーテル治療の現状

### A) バルーン心房中隔裂開術 balloon atrial septostomy (BAS)

Rashkind<sup>1)</sup>によって行われた BAS は新生児例に行われる本格的なカテーテル治療の始まりとして画期的な出来事であった. 当科でも生後1~2週間の大血管転位例を中心に BAS を施行し, 低酸素血症の改善をみている. しかし, 新生児期の外科治療が進んだ現在, 左室の発育を維持するために, BAS を行わずに新生児期の

表1 カテーテル治療症例

Interventional Cardiac Catheterization	
Procedure	No. of Cases
Balloon Atrial Septostomy	20
Balloon Angioplasty	9
Balloon Valvuloplasty	11
Coil Embolization	1
Catheter Ablation	1

一次的根治術を選択するようになった. 現在では BAS は, 僧帽弁閉鎖, 左室低形成症候群などの症例に対して施行されることが多い.

### B) 経皮的血管形成術 Percutaneous transluminal angioplasty (PTA)

経皮的バルーン血管形成術は9例に対し施行した. その内訳は, Blalock-Taussing shunt 術 (BT) 後吻合狭窄2例, 大動脈縮窄 (CoA) 4例, 腎血管性高血圧2例, 肺動脈末梢性狭窄 (PPS) 1例であった (表2). BT 例では2例とも PTA により臨床症状の改善が得られた. CoA 例では4例中 native coarctation の3例では狭窄の解除が可能であったが, 術後早期の1例では十分な効果は得られなかった. PPS 例では狭窄の2倍の径のバルーンを用いたが, 狭窄の解除は達成されなかった. 以下それぞれの症例を提示する.

#### 1) 短絡手術後吻合部狭窄

【症例1】2歳, 男児.

表2 経皮的血管形成術対象症例及び結果

Cases of Balloon angioplasty				
No.	Diagnosis	Stenotic lesion	Age	Result
1.	CAVC, PS, TGA, post BT shunt	PA anastomosis	1yr.	S
2.	TA, PS, post BT shunt	PA anastomosis	1yr.	S
3.	VSD, PH, post op., CoA	CoA	6yr.	S
4.	CoA	CoA	5yr.	S
5.	VSD, CoA, PH, post op	CoA	1m	U
6.	CoA	CoA	15yr.	S
7.	RVH	rt RA stenosis	4yr.	S
8.	RVH	RA stenosis	1yr.	U
9.	TOF post op.	bil. PA stenosis	4yr.	U

CAVC: Common atrioventricular canal, PS: Pulmonary stenosis, TGA: Transposition of the great arteries, BT shunt: Blalock-Taussig shunt, TA: Tricuspid atresia, VSD: Ventricular septal defect, PH: Pulmonary hypertension, CoA: Coarctation of the aorta, RVH: Renovascular hypertension, TOF: Tetralogy of Fallot, PA anastomosis: Pulmonary arterial anastomosis, RA stenosis: Renal arterial stenosis  
S: Successful, U: Unsuccessful

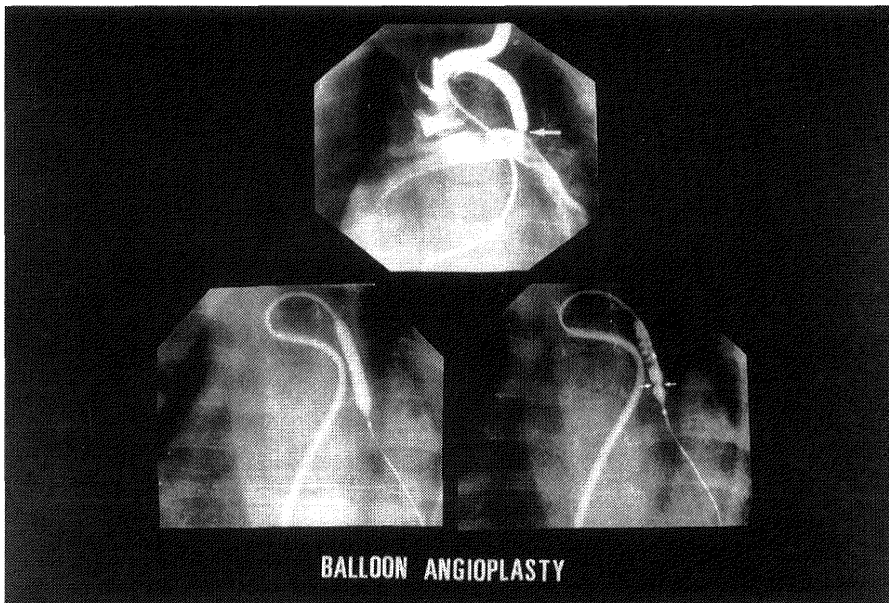


図1 Blalock-Taussig 短絡手術後狭窄に対する PTA (症例1)

診断：無脾症候群，単心室，共通房室弁口，肺動脈狭窄。

2カ月時に高度のチアノーゼを主訴に来院し，Blalock-Taussig shunt 術を施行された。術後経過は良好であったが，その後，房室弁の逆流による心不全の進行と，短絡血管吻合部狭窄による低酸素血症の増悪のため2歳時

に再入院した。再 shunt 手術は心不全の増悪をきたす可能性もあり，また，根治術は困難と考えられたため，PTA による低酸素血症の改善を試みた。経静脈的に心室内に挿入した Ultra-thin catheter を大動脈を介して短絡血管と肺動脈吻合部に進め，狭窄部で約4気圧の加圧を行ない，バルーンの waist の消失を確認した(図

1). 術前 28.4 mmHg であった酸素分圧は、術直後より 43.1 mmHg と上昇し、ベット上で食事もままならぬ状態から、プレールームで遊びができるようになり、臨床的な改善が見られた。しかし、その後増悪する房室弁逆流のために失った。剖検による病理所見では、吻合部にバルーンにより作成されたと考えられる亀裂が見られ、吻合部の拡大が認められた。血栓形成、血管外出血などは認められなかった。PTA は、吻合部狭窄の解除に有効と考えられた。

## 2) 大動脈縮窄 (CoA)

### 【症例 2】6 歳，男児。

1 歳時に心室中隔欠損 (VSD)、肺高血圧の診断で、VSD 閉鎖術を施行された。この時施行された右心カテーテル検査では、大動脈縮窄の存在は否定的であった。6 歳時に術後経過観察中、右上肢で 140/64 mmHg の高血圧を指摘され、当科を紹介された。上下肢の血圧差、大腿動脈の触知不良などの身体所見から大動脈縮窄を疑い、心臓カテーテル検査を施行した。造影上、大動脈弓部径 9.3 mm、狭窄部径 5.0 mm、横隔膜部径 12.5 mm であり、狭窄部で 38 mmHg の圧較差を認めた。8 mm 径 balloon (Ultra-thin™) 2 本を用いた double balloon により、6 気圧 2 回の加圧を行ない、waist の消失を確認した (図 2)。術後造影では、狭窄部は 9.2 mm まで拡大した (図 3)。術中、徐脈、血圧低下などの症例は見られなかった。術直後圧測定では、狭窄解除部での圧

較差は認められなかった。6 カ月を経過した現在、MRI などでも形態上の異常所見は見られておらず、また超音波 Doppler 上の、血流速度の増加の所見は認められていない。

### 【症例 3】1 カ月，男児。

大動脈狭窄複合の根治術後、心不全症状が強く、大動脈再建部の吻合部狭窄が疑われた。術後早期ではあったが、外科的処理より侵襲が少ないことから、術後約 2 週間目に PTA を施行した (図 4)。術後狭窄については、術後 3 カ月以内の症例で rupture が報告されており、狭窄径の約 1.5 倍の小さなバルーンを選択したが、十分な効果は得られなかった。

## 3) 肺動脈末梢性狭窄

### 【症例 4】4 歳，男児。

フォロー四徴の根治術後、右室圧の上昇を認め、術後の心血管造影で肺動脈末梢性狭窄 (PPS) が認められたため、PTA を施行した (図 5)。両側の狭窄に対し、狭窄部の約 2 倍の balloon 径のカテーテルを用いて施行したが、十分な効果は得られなかった。

## C) 経皮的肺動脈弁形成術 Percutaneous transluminal pulmonary valvotomy (PTPV)

当科では 1987 年より肺動脈弁狭窄 (PS) の 11 例に対してカテーテルによる経皮的肺動脈弁形成術を施行した。年齢は 19 生日から 8 歳までで、体重は 2.8 Kg から 24 Kg までの小児を対象とした。初期の 2 例では single balloon

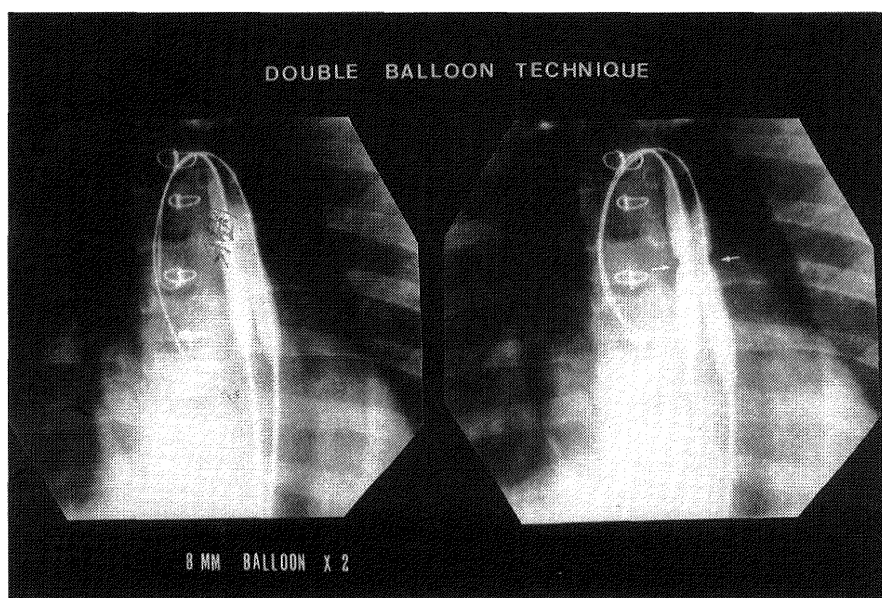


図 2 大動脈狭窄に対する Double Balloon 法 (症例 2)

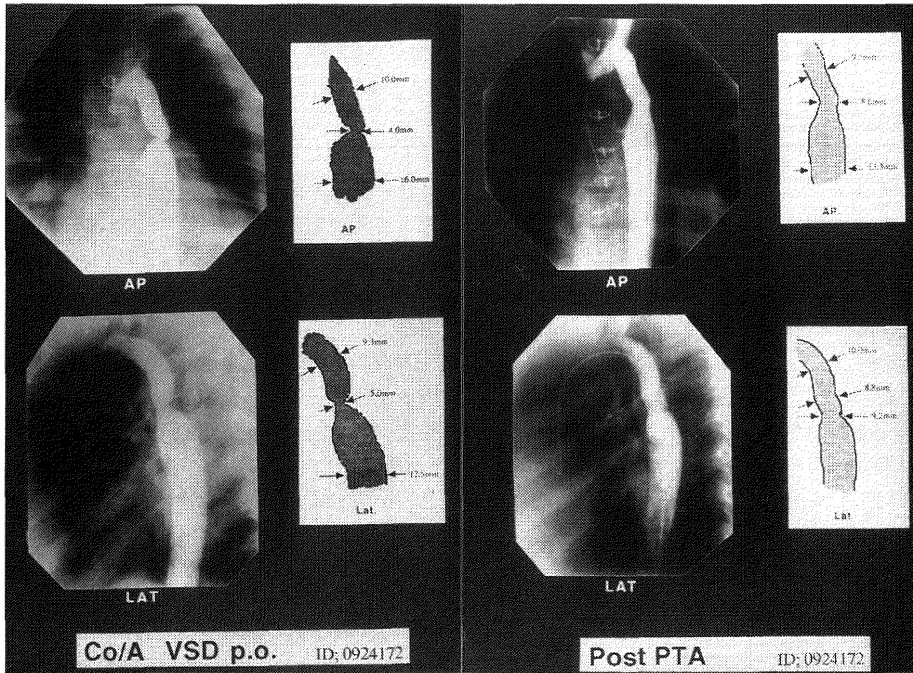


図3 大動脈狭窄に対する PTA 前後の造影 (症例2)

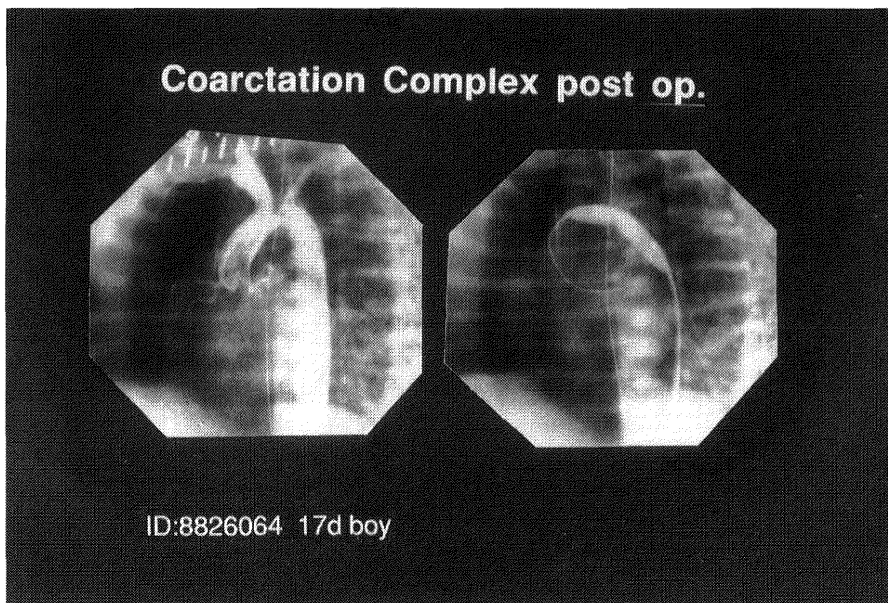


図4 大動脈縮窄複合 術後狭窄 (症例3)

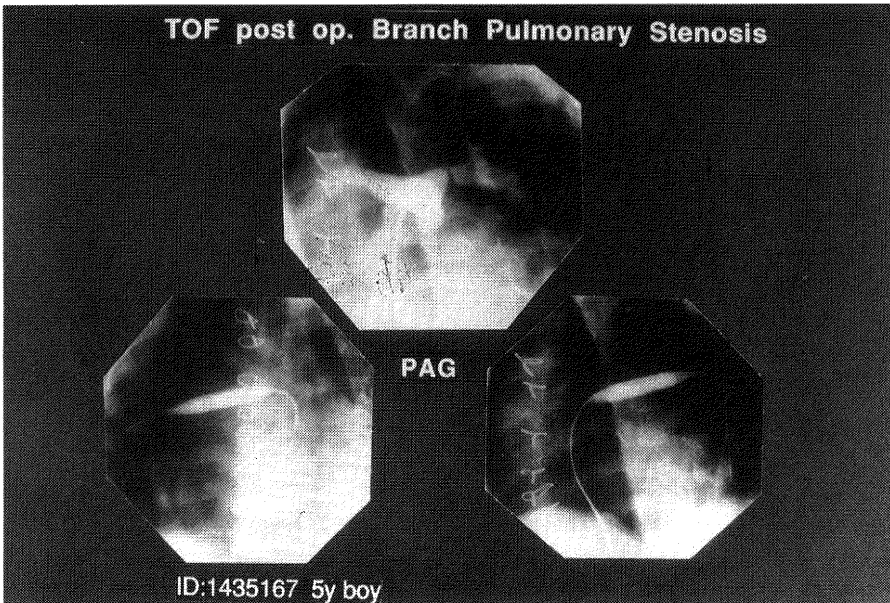


図 5 ファロー四徴術後 肺動脈末梢性狭窄 (症例 4)

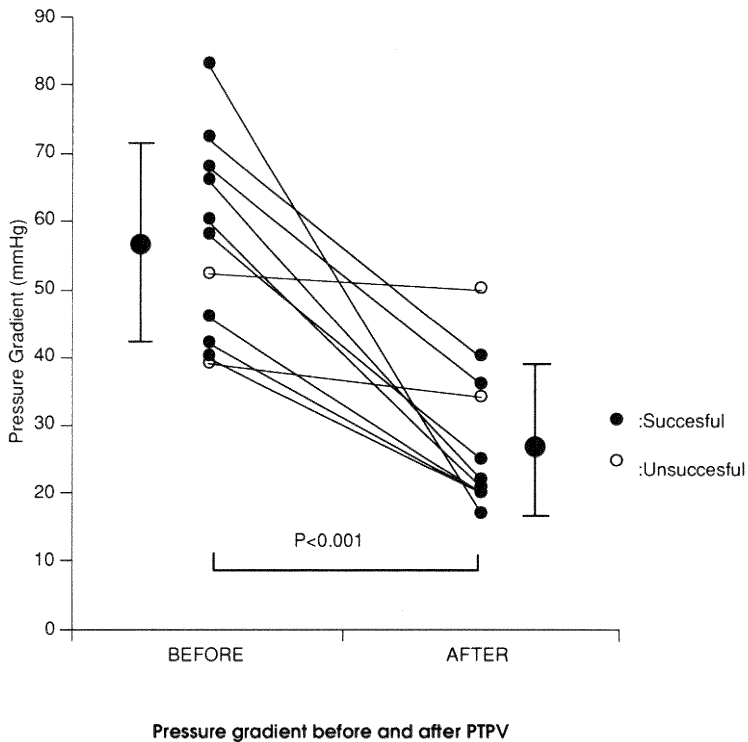


図 6 経皮的肺動脈弁形成術前後での右室肺動脈間圧較差の推移

法を選択したが、その後の2例では、より安全でバルーンの拡大縮小に要する時間を短縮する目的で double balloon 法を選択した。1992年より、より確実に弁輪部での拡大を行い、なおかつ拡大縮小に要する時間を短縮する目的で、イノウエバルーンを使用した。いずれも弁輪径の1.3から1.5倍の径のバルーンを選択した。経皮的肺動脈弁形成術の適応は、右室肺動脈圧較差 40 mmHg 以上とし、超音波断層像などによる検討で、弁の形態、poststenotic dilatation の有無などから治療法を選択を行なっている。経皮的肺動脈弁形成術前後で右室肺動脈圧較差は  $56.9 \pm 14.5$  mmHg から  $27.7 \pm 10.7$  mmHg に低下した(図6)。圧較差の低下しなかった2例のうち、1例は初期の single balloon method で行なった例であるが、balloon のスリップにより十分な valvotomy が行なわれず、その後井上バルーンを用いて再施行して圧較差の軽減が得られた。また他の1例では弁狭窄解除直後に右室流出路の過剰収縮により肺動脈弁下狭窄を生じた例で、その後しだいに流出路部の狭窄が軽減し右室圧の低下が見られた。カテーテルにより測定された右室肺動脈圧較差は、連続波ドプラ法により算出された圧較差と良好な相関を示すため(図7)、術後の経過観察は超音波ドプラ法により行なっている。現在のところ、再狭窄は見られていない。本法により救命的な効果が得られた新生児例を提示する。

【症例5】19生日、男児、2840 g。

出生直後からチアノーゼと多呼吸を認め、酸素投与、

prostaglandin E<sub>1</sub> に反応せず当科に緊急入院した。心臓カテーテル検査により右室肺動脈間圧較差 62 mmHg、弁輪径 5.8 mm の critical PS と診断した。右室造影では、右室は低形成ではなく比較的良く発達していた(図8)。経口挿管、全身麻痺下でイノウエバルーンによる経皮的肺動脈弁形成術を施行した。術後の圧較差は 20 mmHg に減少し、術後約1週間で卵円孔を介しての短絡も右左から左右に変化した。動脈血ガス分析でも、術前 Sat. 55.5%、PO<sub>2</sub> 29.6 mmHg であったものが、術直後には Sat. 83.4%、PO<sub>2</sub> 48.5 mmHg と改善し、術後1カ月では右左短絡の消失と共に Sat. 96.9%、PO<sub>2</sub> 82.9 mmHg となった。

## 考 案

体肺動脈短絡術後の狭窄に対する経皮的血管形成術<sup>4)</sup>は、一般には満足すべきものでないことが多いとされているが、教室の経験例2例では臨床的な改善が認められた。このような例に対する経皮的血管形成術は、根治的な意味合いは少ないが、外科的治療を後にもってゆくために試みてみる方法の一つと考えられる。特に症例1は外科的根治術が不可能と考えられた例であり、本法により、低侵襲的に一時的な臨床症状の改善が得られた点は、意義があったものと考えられた。

大動脈縮窄に対する経皮的血管形成術は、術後の再狭窄例に対してまず良好な成績が得られた<sup>5)</sup>。手術をまだ受けていない大動脈縮窄(native coarctation)に対す

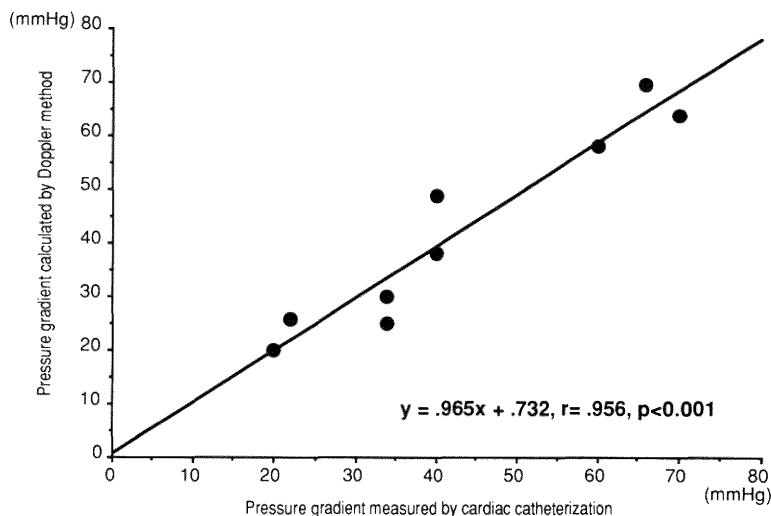


図7 肺動脈弁狭窄において連続波ドプラ法により算出された右室肺動脈間での圧較差とカテーテル法により測定された圧較差との相関

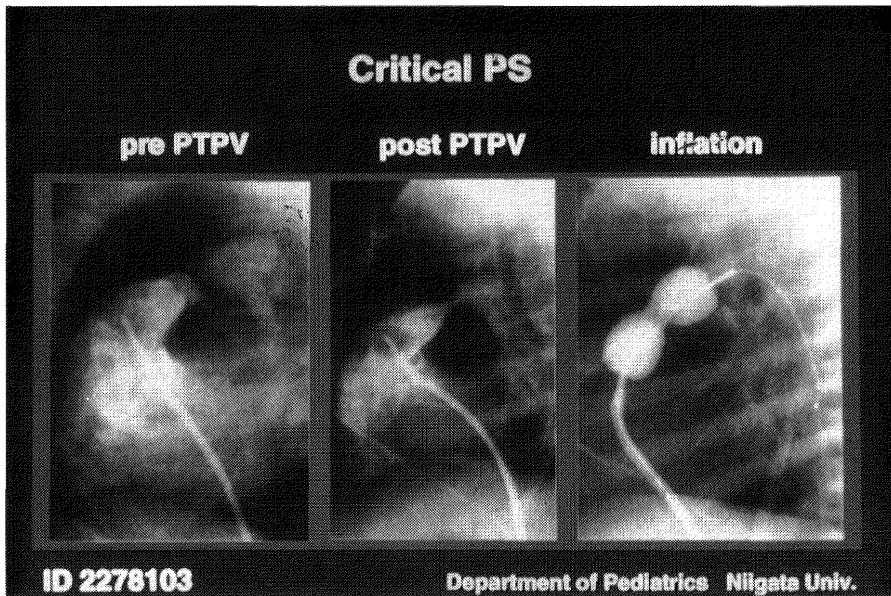


図 8 新生児重症肺動脈弁狭窄に対するバルーン肺動脈弁形成術（イノウエバルーン）（症例 5）

るカテーテル治療も行なわれるようになり<sup>6)</sup>，VACA Registry の報告では集計された 126 例で圧較差が  $48 \pm 18.6$  mmHg から  $12 \pm 11.3$  mmHg になったという<sup>7)</sup>。特に native coarctation では，1 歳以上の症例に比べ，1 歳未満の症例で有効な圧較差の減弱が見られたという。使用した balloon size は 1.1 倍から 5.5 倍までで，平均  $3.1 \pm 1.0$  倍であり，使用した balloon size とその結果及び合併症の間には相関は認められなかったという。我々は狭窄部に対する比率と共に，正常血管径に近いと考えられる横隔膜部位での大動脈径を計測し，その径を基準として balloon size を選択している。また遮断時間を短縮し，完全閉塞を防ぐために，できるだけ double balloon method を用いている。2 本の血管からアプローチするため single balloon に比べより小さなシースでのアクセスが可能であり，血管の損傷を少なくでき，術後の出血などの合併症を防ぐことができると考えられている。

術後の再狭窄例に対する経皮的血管形成術については，VACA Registry の集計では 190 例中 149 例（78.4%）で圧較差が 20 mmHg 以下になったという<sup>8)</sup>。手術からの期間は 45 日から 20 年であり，症例 3 のような術後早期例の報告はない。第 2 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 研究会では，経皮的血管形成術は術後 3 カ

月以上経過したものに対する治療として報告しており，本例のような術後早期例に対しては十分な有効な balloon size が選択できず，有効な治療法といえないと考えられた。

末梢性肺動脈狭窄（PPS）については，Kan らが 156 例について報告している<sup>9)</sup>。狭窄部の形態が異なり，またその効果も充分とはいえないが，少なくとも狭窄部の 3 倍以上の径のバルーンの使用が勧められている。我々も，最近の PPS の 2 例で 3 倍以上の径のバルーンを使用し臨床的な効果を認めている。

肺動脈弁狭窄に対する経皮的肺動脈形成術は，1982 年の報告以来<sup>10)</sup> 多数のレポートがその有効性について論じている。大きな弁輪径のものに対しては，完全閉塞を防ぎ，バルーン拡大縮小の時間の短縮を計る目的で double balloon 法<sup>11)</sup> を用いた。本法の使用により，バルーン拡大時の血圧低下，不整脈などの変化は single balloon 法に比べ減少した。さらに近年開発されたイノウエバルーンは，確実な弁輪部への固定とより短時間でのバルーンの拡大縮小を可能にし，より確実で安全な方法と言える。VACA Registry の報告<sup>12)</sup> では，成功率 95.3% であり，合併症 4.5%，死亡 0.24% であったという。弁輪径の小さい弁の異形成をともなった例以外では，本方は外科治療に変わりうるものと考えられる。critical PS に関



する報告<sup>13)14)</sup>は近年いくつか散見されるが、いずれも重症例でありその効果は一定ではなく合併症も多い。しかし、右室の発達の良い症例5の様な場合、根治性もあり手術に比べ侵襲も少ないことから、まず試みられるべき治療と考えられた。

### ま と め

当科における心臓血管病変に対するカテーテル治療の成績について報告した。肺動脈弁狭窄、大動脈縮窄については、まず試みるべき治療法と考えられた。術後の血管狭窄については、手術時期より3カ月以上経過した症例に対して、十分な大きさのバルーンを使用して試みるべき治療法と考えられた。

### 参 考 文 献

- 1) **Rashkind, W.J. and Miller, W.W.:** Creation of an atrial septal defect without thoracotomy: A palliative approach to transposition of the great arteries. *JAMA*, **196**: 173~174, 1966.
- 2) **Porstomann, W., Wierny, L. and Warnke, H.:** Catheter closure of patent ductus arteriosus: 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin Am*, **9**: 203~219, 1971.
- 3) **Allen, H.D. and Mullins, C.E.:** Results of the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol*, **65**: 772~774, 1990.
- 4) **Parsons, J.M., Ladusans, E.J. and S.A., Qureshi:** Balloon dilatation of a stenosed modified Blalock-Taussig shunt. *Br. Heart J*, **62**: 228~229, 1989.
- 5) **Lock, J.E., Bass, J.L. and Amplatz, K.:** Balloon dilatation angioplasty of aortic coarctations in infants and children. *circulation*, **68**: 109~116, 1983.
- 6) **Coopre, S.R., Ritter, S.B. and Golinko, R.B.:** Balloon dilatation angioplasty: nonsurgical management of coarctation of the aorta. *Circulation*, **70**: 903~907, 1984.
- 7) **Tynan, M., Finley, J.P. and Fontes, V.:** Balloon angioplasty for the treatment of native coarctation: results of valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol*, **65**: 790~792, 1990.
- 8) **Hellenbrand, W.E., Allen, H.D. and Golinko, R.J.:** Balloon angioplasty for aortic recoarctation: Results of valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol*, **65**: 793~797, 1990.
- 9) **Kan, J.S., Marvin, W.J., Bass, J.L., Muster, A.J. and Murphy, J.:** Balloon angioplasty-branch pulmonary artery stenosis: results from the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol*, **65**: 798~801, 1990.
- 10) **Kan, J.S., White, R.I., Mitchell, S.E. and Gradner, T.J.:** Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. *N Engl J Med*, **307**: 540~542, 1982.
- 11) **Mullins, C.E., Nihill, M.R. and Vick, III G.W.:** Double balloon technique for dilation of valvular or vessel stenosis in congenital and acquired heart disease. *J Am Coll Cardiol*, **10**: 107~114, 1987.
- 12) **Stanger, P., Cassidy, S.C. and Girod, D.A.:** Balloon pulmonary valvuloplasty: results of the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol*, **65**: 775~783, 1990.
- 13) **Ladusans, E.J., Qureshi, S.A., Parsons, J.M., Arab, S., Baker, E.J. and Tynan, M.:** Balloon dilatation of critical stenosis of the pulmonary valve in neonates. *Br Heart J*, **63**: 362~367, 1990.
- 14) **Caspi, J., Coles, J.G., Benson, L.N., Freedom, R.M., Burrows, P.E. and Smallhorn, J.F.:** Management of neonatal critical pulmonic stenosis in the balloon valvotomy era. *Ann Thorac Surg*, **49**: 273~278, 1990.

司会 どうもありがとうございました。小児科の領域でも、いろいろな疾患が適応になっているということを教えて頂きました。どなたかご質問ございますでしょうか。それではまた後程お願いするかもしれませんが、どうもありがとうございました。それでは新潟大学放射線部の加村先生、よろしくお願いします。