

肺動脈狭窄症の外科的療法に関する臨床的研究

大阪医科大学第2外科学教室（指導：麻田 栄教授）

山 口 卓 郎

〔原稿受付：昭和42年3月10日〕

Clinical Studies on Surgical Treatment for Pulmonary Stenosis

—Surgical evaluation of right heart catheterization
and selective right ventriculogram—

by

TAKURO YAMAGUCHI

From the 2nd Division, the Department of Surgery, Osaka Medical School
(Director : Prof. Dr. SAKAE ASADA)

In order to contribute toward the improvement on the results of surgery, pre- and postoperative hemodynamics on 27 cases of pulmonary stenosis were investigated by comparing the findings of right heart catheterization, selective right ventriculogram, electrocardiogram and phonocardiogram obtained before and after surgery.

Results obtained were as follows :

- 1) Between the grade of the increase in right ventricular systolic pressure and that in the height of Rv_1 in electrocardiogram, a close relationship was seen in the cases with right ventricular systolic pressure of more than 100 mmHg.
- 2) The definite right side deviation of the mean electric axis on electrocardiogram was seen in the cases with right ventricular high pressure of over 110 mmHg.
- 3) The cusps fused into dome and/or the jet of contrast media in selective right ventriculogram, which were considered pathognomonic for valvular pulmonary stenosis, were seen mainly in the cases with right ventricular pressure of over 80 mmHg.
- 4) The grade of poststenotic dilatation, which was serious in many cases of valvular stenotic type, did not necessarily relate with the grade of stenosis, and the age of the patient was suspected to be another factor affecting the grade of poststenotic dilatation.
- 5) Right heart catheterization, performed one month to two years postoperatively, revealed the satisfactory results of radical surgery, showing the excellent diminution in right ventricular pressure and especially in pressure gradient across the pulmonary valve.
- 6) The decrease of myocardial hypertrophic findings in electrocardiogram did not parallel with the improvement in hemodynamics obtained during the acute postoperative period.
- 7) The postoperative improvement in electrocardiographic findings was seen even in

the cases that suffered from pulmonary regurgitation during the operation. From this fact the prognosis of the pulmonary regurgitation made at surgery seemed to be better than that of the serious pulmonary stenosis itself.

8) The differentiation of the primary infundibular stenosis from the secondary infundibular myocardial hypertrophy found in the cases of severe pulmonary valvular stenosis was made possible in most cases through the serial analysis of selective right ventriculogram.

目 次

第1章 緒 言

第2章 研究対象ならびに研究方法

第1節 右心カテーテル検査法

第2節 選択的右室造影法

第3節 心電図ならびに心音図検査

第4節 術中心内圧測定法

第3章 研究成績

第1節 術前右心カテーテル検査成績

第2節 術前右心カテーテル検査所見と心電図所見との関係

第3節 術前右心カテーテル検査所見と選択的右室造影所見との関係

第4節 手術所見と術前諸検査成績との関連性

第5節 術後右心カテーテル検査成績

第6節 術後右心カテーテル検査成績と心電図所見との関係

第7節 術後右心カテーテル検査所見と心音図所見との関係

第8節 術後選択的右室造影所見

第9節 術中心内圧測定値と術後右心カテーテル検査成績との関連性

第4章 総括ならびに考察

第5章 結 論

第1章 緒 言

肺動脈狭窄症は最近の心臓カテーテル法、或は心臓血管造影法などの診断技術の目ざましい進歩発展によつてその臨床像が明らかにされ、今日では先天性心疾患の中にあつては最もよく認識されている疾患の1つである。

本症に対する外科的療法も、非直視下手術から低体温法を応用した直視下手術へと発展し、最近では人工心肺を用いてはほぼ安全に手術が行なわれるようになった。このように本症に対する手術適応及び手術々は現在ほぼ確立されたと考えられる向きも少なくないが、しかしその手術効果を更に一層高めるためには、診断或は適応の面でお2,3の問題点が残されているようである。

著者は心臓カテーテル法ならびに心臓血管造影法を中心として、本症に関する診断、手術所見さらに手術前後における血行動態の推移などを検討することによつて、本症の手術適応を再吟味し、今後の手術成績の向上の一助に資せんとした。

第2章 研究対象ならびに研究方法

研究対象は昭和36年8月より昭和41年9月に至る5年1ヵ月の間に大阪医科大学附属病院に入院し、諸検査の結果肺動脈狭窄症と診断され、外科教室において根治手術が施行された27例であり、その内訳は純型肺動脈狭窄症（以下PSと略）14例、肺動脈狭窄症兼心房中隔欠損症（以下PS+ASDと略）8例、肺動脈狭窄症兼心室中隔欠損症（以下PS+VSDと略）5例で、とくにVSDを合併した症例では全例大動脈基部の位置は正常(normal aortic root)であり、かつVSDが小さなもの（欠損口の直径0.5cm以下）についてのみ検討し³⁰⁾、フェロー氏四徴症は研究対象からは除外した。(Table 1) この27例の性別は、男子16例、女子11例で、年齢は4~27才、平均年齢は11.2才であつた。

第1節 右心カテーテル検査

27例について手術前1ヵ月以内に右心カテーテル検査（以下右心カテと略）を実施し、更にこれらの症例の中10例については、術後1ヵ月~2年の間に再度右心カテを施行し検討した。

Table 1 Anatomic Location of Obstruction

Valvular Type	
PS only	10
PS with A S D	6
Infundibular Type	
PS only	4
PS with A S D	2
PS with V S D	5
(with normal aortic root)	

右心カテは、Cournaud⁵⁾らの方法に従った。すなわち、患者を背臥位とし、主として局所麻酔下に、又幼児には Pentobarbitalum calcium 筋肉内注射による浅い全身麻酔下に右大伏在静脈、左肘静脈或は左腋窩静脈のいずれかより、標準レ線造影性カテーテル No. 6～No. 8 を挿入した。心内圧の測定にはストレインゲージ型トランスデューサーならびに電磁オシログラフ（日本光電工業株式会社製）を使用し、腋窩中線に0点を定めて心電図と共に記録した。記録紙の速度は5 cm/sec.とした。心内圧の測定に際しては、呼吸性動揺を防ぐために患者には努めて平静な呼吸を行なわしめた。血液ガスの分析は、血液採取後直ちに、Van-Slike Neill 検圧装置を用いて行なつた⁴⁶⁾。短絡率は、

$$\frac{\text{肺血流量} - \text{体血流量}}{\text{有効肺血流量}} \times 100 \quad \text{すなわち、}$$

$$\frac{\text{左} \rightarrow \text{右短絡量}}{\text{体血流量}} \times 100 \quad \text{で表わした⁴³⁾。}$$

ただし短絡の認められた症例は、全例左→右短絡のみであつた。

第2節 選択的右室造影法

選択的右室造影法は、術前18例について手術前1ヵ月以内に右心カテと同時に、或は殆ど日を同じくして施行した。更にこの中2例については、術後1ヵ月目に再度本法を施行し、術前の造影所見と比較検討した。

方法は主として局所麻酔下に、又幼児の場合にはGOF麻酔下に、前述の静脈のいずれかよりNIHあるいはLehmanのカテーテルNo. 7～No. 9を右室内へ挿入し、76%ウログラフィンあるいは80%アンギオコンレイを体重1 kgあたり1.0～1.2 ccの割合で、Elema-Schönander製高圧自動注入装置を用いて、6.0～7.5 kg/cm²の圧をもつて急速に注入し、Elema-Schönander製フィルムチェンジャーを用いて、最初の2秒間は毎秒5枚、以後1秒間に3枚の速度で合計30枚の連続撮影を行なつた。撮影方向は右室流出路ならびに肺動脈弁

を明確に観察するため全例において、側面投影で撮影を行なつた。又撮影時の心拍の位相を明確にするために、レ線曝射時に造影剤の注入サイン及びレ線発生サインを心電図上に記録した。

第3節 心電図ならびに心音図検査

心電図は直記式心電計（福田エレクトロ社製）を用いて、術前及び術後1ヵ月～2年に亘つて観察し、とくに術後右心カテを施行し得た10例を中心として、その変化ならびに血行動態との関連性について検討した。

心音図は福田エレクトロ社製 AC-21S型多段階式心音計ならびに同社製ダイナミックマイクロフォンを用いて型の如く記録し、同時にphenylephrin(neosinephrine 0.05 mg/10 kg)及びamyl nitrit（連続20秒間吸入）を用いる負荷心音図法も併用した。記録紙の速度は10 cm/secとした。

心音図検査は12例に対して術前ならびに術後1ヵ月～2年目に施行し、とくに術後新たに発生した肺動脈弁閉鎖不全を中心に、術後の右心カテ成績との関連性について検討した。

第4節 術中心内圧測定法

手術中の心内圧の測定方法は、心膜を開き右室流出路を明視した上で、体血圧の安定を待ち、右室壁の一部から先端に穿刺針を取りつけたカテーテルを右室内腔及び肺動脈本幹内に挿入し、前述の測定装置を用いて、心電図と共に心内圧を記録した。心内操作終了後も再び体血圧の安定を待つて同様に記録し手術効果を確認した。

第3章 研究成績

第1節 術前右心カテーテル検査成績

術前右心カテの成績はTable 2, 3, 4に示す通りである。右室収縮期圧は、49 mmHg以下の症例が2例（7%）、50～99 mmHgが13例（48%）、100～149 mmHgが5例（19%）、150 mmHg以上を示した症例が7例（26%）で、最高は195 mmHg（No. 4）であつた。

肺動脈圧についてみると、収縮期圧が2例（No. 15, 27）を除いた全例で30 mmHg以下を示し、大部分の症例において10～20 mmHgと、正常ないしは軽度の低下が認められた。なおカテーテルを肺動脈へ挿入することが出来なかつた5例はいずれもASDを合併した症例であつたので、肺静脈楔入圧をもつて肺動脈圧に代えた。

ASD合併の8例ならびにVSD合併の5例の中で血液ガス分析の結果、心内短絡を証明しえなかつたの

Table 2 Cardiac Catheterization Data and Electrocardiographic Findings in Pulmonary Stenosis (Isolated)

No.	Case	Age	Sex	Catheterization					Electrocardiogram	
				Systemic pressure	RV pressure	PA pressure	PA-RV gradient	Type	Rv ₁ (mm)	Electric axis
1	F.M.	6	M	110/80	78/ 17	28/ 6	50	valv.	17	+ 80°
2	I.T.	8	F	100/60	36/ -6	16/ 9	20	infund.	10	+ 90°
3	M.M.	6	F	128/68	54/ 0	21/ 8	33	valv.	10	+100°
4	S.K.	6	M	110/62	195/-10	12/ 5	183	"	46	+180°
5	M.T.	20	M	126/74	132/ 15	27/ 5	105	infund.	24	+150°
6	A.Y.	21	M	130/60	84/ -3	20/ 6	64	valv.	12	+ 90°
7	M.H.	6	M	98/50	49/ 2	14/ 4	35	infund.	16	+ 90°
8	M.J.	20	M	100/60	52/ 0	21/13	31	"	16	+ 90°
9	I.Y.	11	F	116/60	71/ -5	22/11	49	valv.	9	+100°
10	H.I.	9	F	118/60	114/ 0	22/12	92	"	10	+100°
11	F.H.	10	M	102/58	54/-10	12/ 5	42	"	15	+ 90°
12	N.M.	6	M	90/50	62/ -1	22/16	40	"	10	+105°
13	Y.R.	6	F	98/60	174/ -8	17/ 3	157	"	14	+120°
14	M.T.	18	F	124/78	91/ 0	17/ 6	74	"	4	+ 80°

Table 3 Cardiac Catheterization Data and Electrocardiographic Findings in Pulmonary Stenosis with Atrial Septal Defect

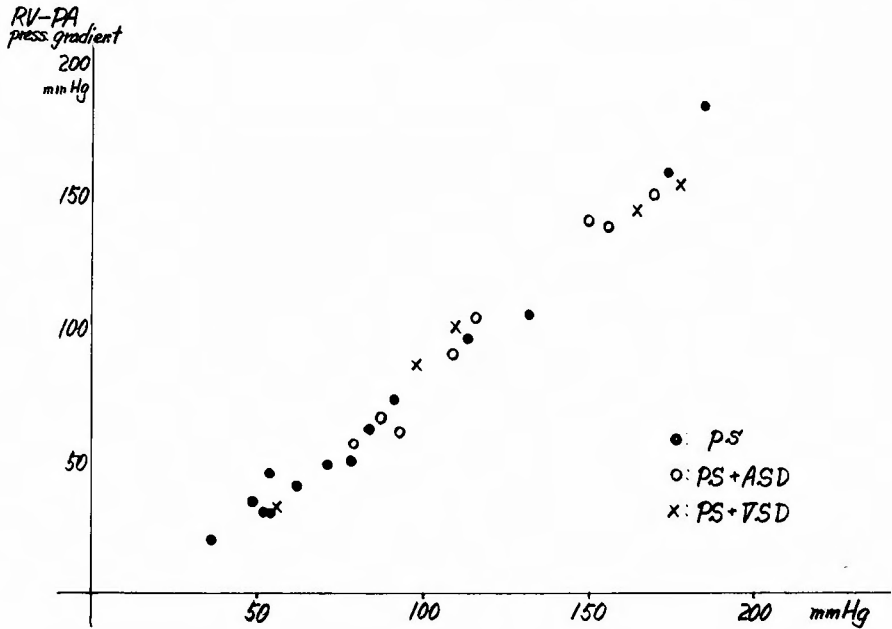
No.	Case	Age	Sex	Catheterization						Electrocardiogram	
				Systemic pressure	RV pressure	PA pressure	PA-RV gradient	Type	Shunt ratio (%)	Rv ₁ (mm)	Electric axis
15	Y.M.	15	F	110/80	93/ 0	32/16*	61	?	37	13	+100°
16	I.S.	4	F	100/76	116/ 4	12/ 4	104	valv.	310	8	+100°
17	H.K.	22	M	100/74	156/ -9	18/ 6*	138	?	<30	11	+165°
18	A.N.	17	M	132/68	87/ -2	?	(70)	?	164	10	+ 95°
19	T.Y.	24	F	112/70	79/ 1	23/11*	56	?	350	10	+ 95°
20	A.H.	11	M	102/40	170/ 0	16/10	154	valv.	70	18	+120°
21	F.M.	27	M	100/58	109/ 12	17/ 9*	92	?	73	6	+110°
22	Y.T.	6	M	98/48	150/-10	12/ 4*	138	?	<30	24	+120°

* : PV Wedge pressure

Table 4 Cardiac Catheterization Data and Electrocardiographic Findings in Pulmonary Stenosis with Ventricular Septal Defect

No.	Case	Age	Sex	Catheterization					Electrocardiogram	
				Systemic pressure	RV pressure	PA pressure	PA-RV gradient	Shunt ratio (%)	Rv ₁ (mm)	Electric axis
23	A.S.	9	M	124/78	165/ 0	21/ 0	144	<30	34	+110°
24	Y.M.	10	M	110/60	56/ -6	23/ 3	33	"	19	+ 85°
25	T.N.	23	M	138/88	178/ -4	22/ 7	156	"	23	+110°
26	M.M.	8	F	102/50	110/ -2	16/ 5	94	57	14	+ 95°
27	S.M.	8	F	90/60	98/ -2	32/15	66	<30	10	+ 80°

Fig. 1 RV-PA Pressure Gradient and RV Systolic Pressure



は、ASD 合併の 2 例ならびに VSD 合併の 3 例で、残りの 8 例においてはいずれも左→右短絡が認められた。一方逆短絡を示した症例は 1 例もなかった。

短絡率は ASD を合併したものでは 37～350%，VSD を合併したものでは 21% ならびに 57% であった。

Table 5 Right Ventricular Systolic Pressure

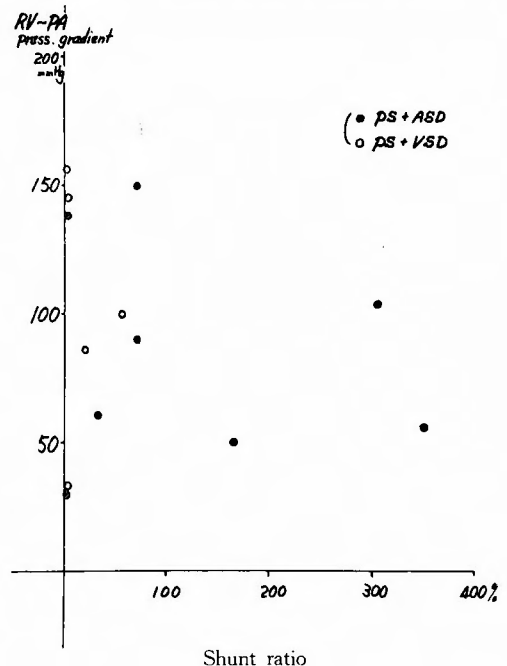
49mmHg or less	2
50～99mmHg	13
100～149mmHg	5
150mmHg or more	7
	27

RV-PA Systolic Pressure Gradient

45mmHg or less	7
46mmHg or more	20
	27

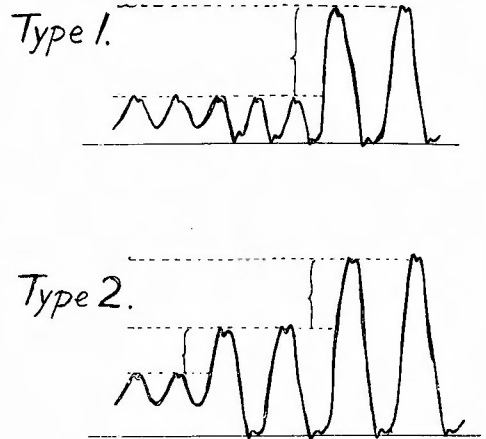
右室肺動脈間収縮期圧勾配は、45mmHg 以下が 7 例、45mmHg 以上が 20 例で (Table 5)，圧勾配の最高は 183 mmHg であった (No. 4)。この右室肺動脈間収縮期圧勾配は、合併する心奇形の如何を問わず右室収縮期圧の亢進に伴なつて増大する傾向が認められた (Fig. 1)。しかし、短絡率との間には相関々係を見出すことは出来なかつた (Fig. 2)。

Fig. 2 RV-PA Pressure Gradient and Shunt Ratio



肺動脈へカテーテルを挿入した20例については、右あるいは左主肺動脈から右室までの引き抜き圧曲線を描記することによって狭窄部位を推定した。その結果、弁狭窄と診断されたものは12例、漏斗部狭窄と診断されたものは8例であつた。後者の8例はいずれも引き抜き曲線において主肺動脈の低い収縮期圧から右室内の高い収縮期圧に至る間に中間の波形が存在し、肺動脈弁と右室腔の間に所謂third chamberないし漏斗部狭窄の存在がうかがわれた。漏斗部狭窄と診断された8例における肺動脈右室間引き抜き曲線の波形をFig. 3の如く分類すると、右室収縮期圧が160 mmHg以上を示した2例では(No.23,25), その引き抜き曲線がType 2に属し、即ちカテーテルが肺動脈弁を越えて右室流出路に入ると、収縮期圧の軽度の上昇と拡張期圧の低下が見られ、次いで右室腔内に入ると収縮期圧は著しく上昇し、所謂従来からいわれている合併狭窄型に似た波形を呈した。右室圧が132mmHg以下を示した残りの6例(No. 2, 5, 7, 8, 24, 27)ではその波形はType. 1に属した。なお肺動脈本幹ならびに肺動脈枝における狭窄が認められた症例は1例もなかつた。

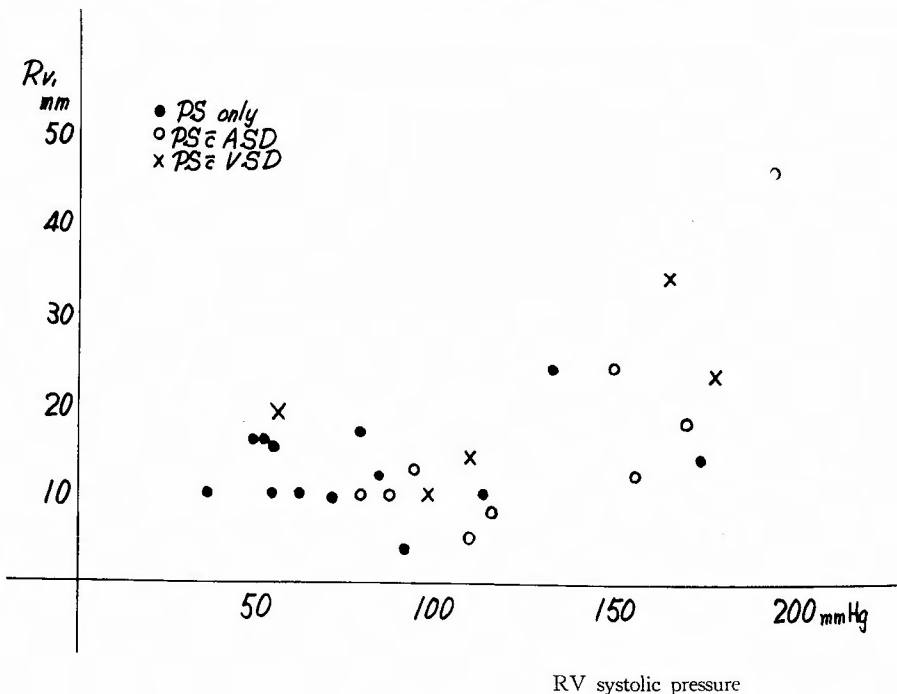
Fig. 3 Withdrawal Curve Across Pulmonary Valve in Infundibular Stenosis.



第2節 術前右心カテーテル検査所見と心電図所見との関係

心電図所見における右室肥大の診断基準の一つである R_{V_1} の高さについてみると、3例を除いた全症例に

Fig. 4 R_{V_1} on Electrocardiogram and RV Systolic Pressure



において10mm以上を示し、 Rv_1 の増高が認められた。とくに右室収縮期圧が195mmHgを示した例(No. 4)では Rv_1 が46mmと著しい増高を示した。

この Rv_1 の高さと右室収縮期圧との関係についてみると、右室収縮期圧が50~100mmHgの群では、 Rv_1 の高さは10~16mmの間に分布しており、この間においては右室収縮期圧の亢進の程度と Rv_1 の増高が並行する傾向は認められなかったが、右室収縮期圧が100mmHg以上を示した群では、両者の間にはほぼ正の相関が認められた(Fig. 4)。

次に平均電気軸についてみると、 $+110^\circ$ 以上の明らかな右軸偏位を示した症例は8例で、いずれも右室収縮期圧が110mmHg以上を示した。

右室収縮期圧が50~100mmHgの症例では、平均電気軸は $+80^\circ \sim +100^\circ$ の間に分布しており、この間においては右室収縮期圧の亢進の程度と平均電気軸の右方への偏位とが並行する傾向は認めえなかったが、右室収縮期圧が100mmHg以上の症例では、両者の間にはほぼ正の相関を見出すことが出来た(Fig. 5)。

第3節 術前右心カテータル所見と選択的右室

造影所見との関係

術前18例について選択的右室造影法を施行した。そ

の内訳は、あらかじめ右心カテで診断されたPS10例、PS+ASD4例、PS+VSD4例である(Table 6)。造影は側面投影によつて行なわれたので、右室心筋の肥厚及び乳頭筋の発育の程度、右室流出路における狭窄の有無、肺動脈弁口の状態、主肺動脈の状態を他部の造影像と重複することなく明らかに判読しえた。全例に右室壁の肥厚及び乳頭筋の良好な発育を思わせる陰影を認め、右室内腔の狭小像を示すものが多かつた。次に肺動脈弁輪(annulus)の発育の程度は、右室流出路における血流抵抗に一部関与するものと考えられるので、これを年令的に検討した。すなわち、肺動脈弁輪及び大動脈横径(大動脈起始部と大動脈弓部の中間点における横径)と年令との関係についてみると、Fig. 6, 7に示す如く両者とも年令との間にはほぼ正の相関が認められた。

次に肺動脈弁のドーム像形成について検討すると、13例において心室収縮期にドーム状を呈し、かつ肺動脈弁が陰影欠損として明らかに認められた。一方右室収縮期圧が比較的低い値を示したPS2例(No. 8, 12)、PS+ASD1例(No. 21)、PS+VSDの2例(No. 25, 27)の合計5例においては、鮮明なドーム像を認めえなかつた。ドーム像の認められた症例の右室収縮期圧は、

Fig. 5 Electric Axis on Electrocardiogram and RV Systolic Pressure

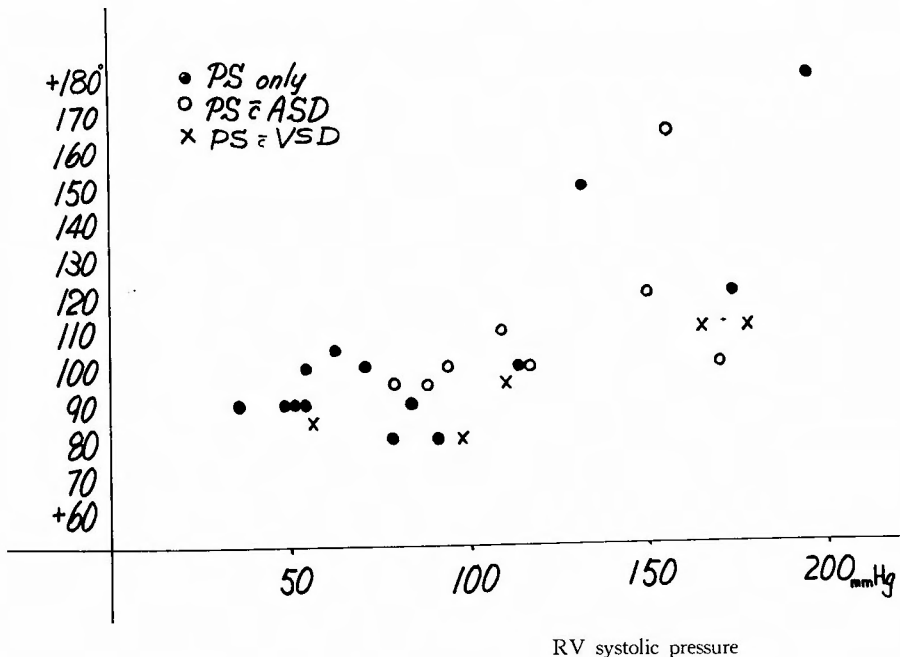


Table 6 Summary of Hemodynamic and Angiocardigraphic Findings

No.	Case	Catheterization					Angiocardigram									Type*
		RV pressure	PA pressure	PA-RV gradient	Shunt ratio (%)	Post-stenotic dilatation	Do-me	Jet	Diam. annulus (mm)	Diam. PA (mm)	Diam. infundibulum (mm)		Diam. aorta (mm)			
											Syst.	Diast.				
4	S.K.	195/-10	12/ 5	183	/	(+)	(+)	(+)	25	41	21	30	25	V		
5	M.T.	132/ 15	27/ 5	105	/	(-)	(+)	?	38	32	9	15	35	I		
6	A.Y.	84/- 3	20/ 6	64	/	(+)	(+)	(+)	26	75	8	22	32	V		
8	M.J.	52/ 0	21/13	31	/	(+)	(-)	(-)	32	65	12	23	32	I		
9	I.Y.	71/- 5	22/11	49	/	(-)	(+)	(-)	25	36	13	22	20	V		
10	H.I.	114/ 0	22/12	92	/	(+)	(+)	(+)	18	46	8	13	21	V		
11	F.H.	54/-10	12/ 5	42	/	(+)	(+)	(+)	25	55	14	24	20	V		
12	N.M.	62/- 1	22/16	40	/	(+)	?	(-)	25	35	17	35	21	V		
13	Y.R.	174/- 8	17/ 3	157	/	(+)	(+)	(+)	20	37	11	22	21	V		
14	M.T.	91/ 0	17/ 6	74	/	(+)	(+)	(+)	22	45	12	24	25	V		
17	H.K.	156/- 9	18/ 6	138	/	(+)	(+)	(+)	24	62	18	27	31	V		
18	A.N.	87/- 2	?	?	164	(+)	(+)	(-)	23	60	9	26	28	V		
21	F.M.	109/ 12	17/ 9	92	73	(-)	?	(-)	35	35	19	22	30	I		
22	Y.T.	150/-16	12/ 4	138	/	(+)	(+)	(+)	20	36	25	30	22	V		
23	A.S.	165/ 0	21/ 0	144	/	(-)	(+)	(-)	24	28	6	11	27	I		
25	T.N.	178/- 4	22/ 7	156	/	(+)	?	?	33	58	20	?	30	I		
26	M.M.	110/- 2	16/ 5	94	57	(+)	?	(-)	25	26	10	16	25	I		
27	S.M.	98/- 2	32/14	66	21	(-)	(+)	?	22	30	10	15	29	I		

* V : Valvular stenosis
I : Infundibular stenosis

Fig. 6 PA-Annular Diameter and Age in Years

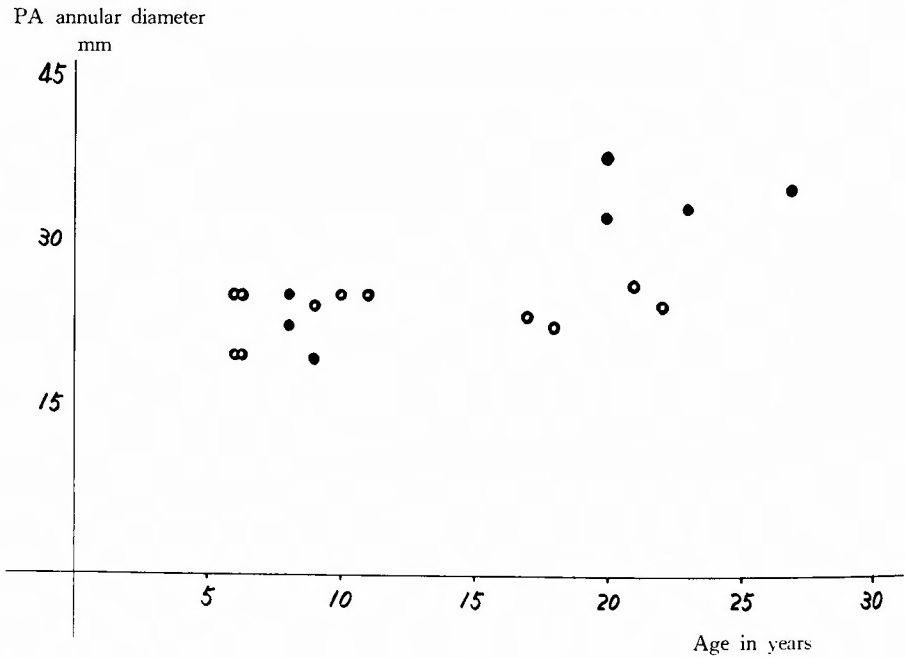
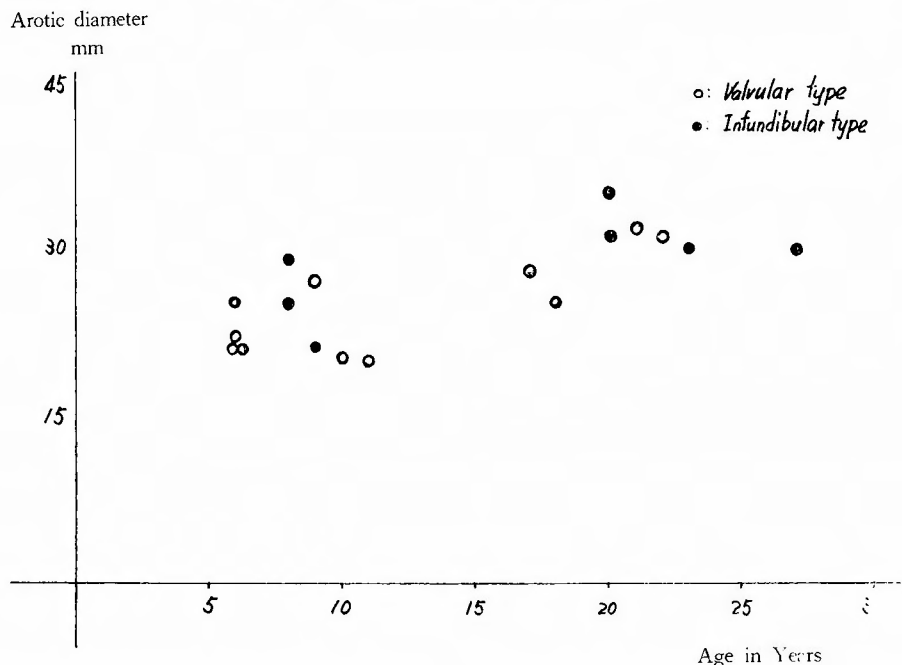


Fig. 7 Aortic Diameter and Age in Years



FSの1例(No. 11)を除いていずれも 70mmHg 以上を示し、中等度以上に圧亢進の認められた症例であつた。

造影剤が右室から肺動脈へ噴出される所謂ジェット像の認められたのは8例で、それらの右室収縮期圧はPSの1例(No. 11)を除いて、いずれも 80 mmHg以上を示した。これら8例の中6例(No. 4, 6, 10, 11, 13, 14)には合併奇形はなく、残りの2例(No. 17, 22)は卵円孔の開存を合併していた。又 ASDならびに VSDを合併していた6例にはいずれもジェット像は認められなかつた。

肺動脈本幹の太さについてみると、あらかじめ右心カテによつて、あるいは手術時の所見から漏斗部狭窄と診断された症例では、肺動脈本幹は比較的細くこれに対して弁狭窄例では明らかに拡大している例が多く、従来からいわれている如く、poststenotic dilatationは弁狭窄例に特徴的のようであつた。しかし、これらの弁狭窄例を個々の症例について右室収縮期圧と比較検討してみると、Fig. 8に示す如く右室収縮期圧が 54 mmHgの例(No. 11)では、肺動脈本幹の著しい拡大がみられ、典型的な poststenotic dilatationを示しているが、一方Fig. 9に示す如き右室収縮期圧が 174 mmHgと高度の狭窄を示す例(No. 13)では、その傾向はさほど著明ではなかつた。

そこで主肺動脈膨大部において、血流方向に対して直角にとつた最大横径をもつて poststenotic dilatationの程度を表現し、これと患者の年令とを対応させてみると、Fig. 10に示す如く両者はほぼ正の相関を示し、又漏斗部狭窄群では弁狭窄群に比して poststenotic dilatationの程度が軽微であつた。

次にこの poststenotic dilatationの程度を主肺動脈膨大部の横径の肺動脈弁輪の横径に対する比、ならびに大動脈横径に対する比で表わし、これらと右室収縮期圧との関連性をみると、比較的右室収縮期圧が低い例にも著しい poststenotic dilatationの存在が認められ、逆に右室収縮期圧の高い例においてもさほど poststenotic dilatationは著明でない例も多くみられ、これら両者の間には一定の相関々係を見出しえなかつた(Fig. 11, 12)。

次に漏斗部狭窄例では、Fig. 13に示す如く弁下の右室流出路に明らかな狭窄像を示すのが通例とされている。そこで弁下狭窄の程度を分類するために、拡張期における流出路の横径と肺動脈弁輪の横径との比をもつて漏斗部狭窄の程度を表現し、これと右室収縮期圧との関係性をみると、漏斗部狭窄群では負の相関々係が存在することがうかがわれた(Fig. 14)。そこで次に拡張期及び収縮期における右室流出路の横径の差と、肺

Fig. 8 Angiocardiogram of Case No. 11 demonstrates remarkable poststenotic dilatation. RV systolic pressure : 54/-1 0mmHg

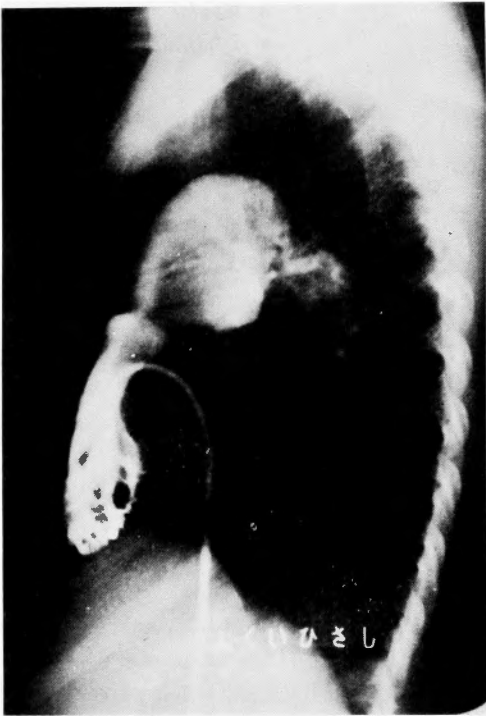


Fig. 9 Angiocardiogram of Case No. 13 demonstrates moderate poststenotic dilatation. RV systolic pressure : 174/-8 mmHg

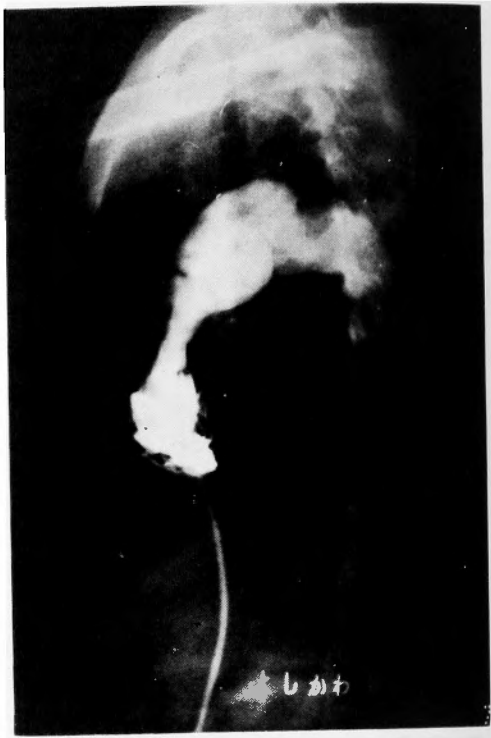


Fig. 10 PA Trunk Diameter and Age in Year

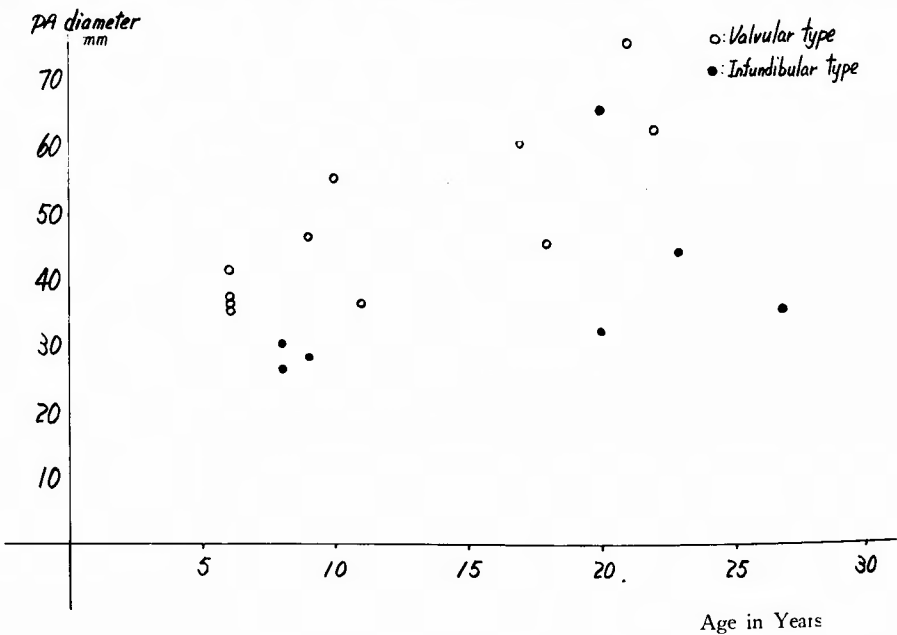


Fig. 11 PA/Annulus Diameter Ratio and RV Systolic Pressure

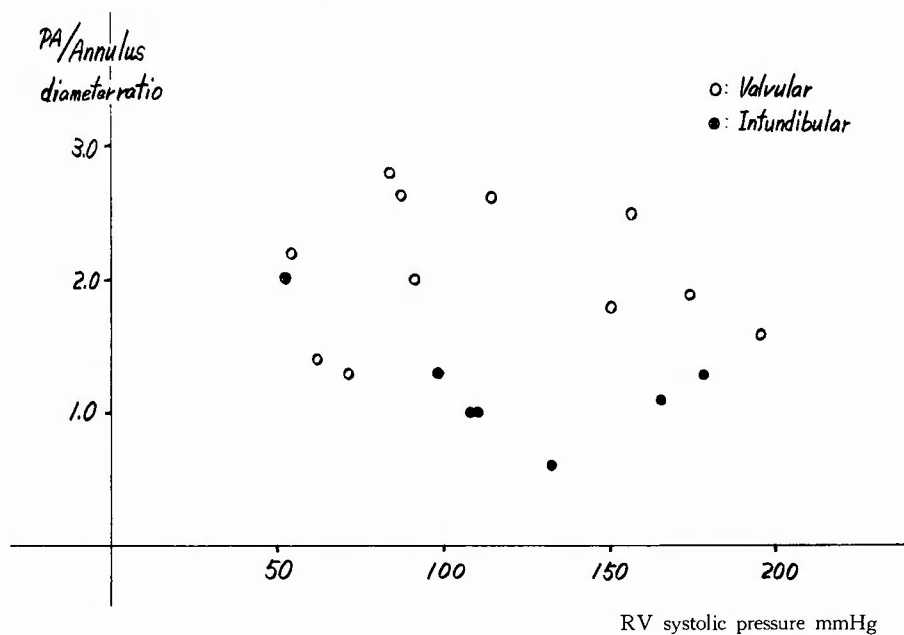


Fig. 12 PA/Aorta Diameter Ratio and RV Systolic Pressure

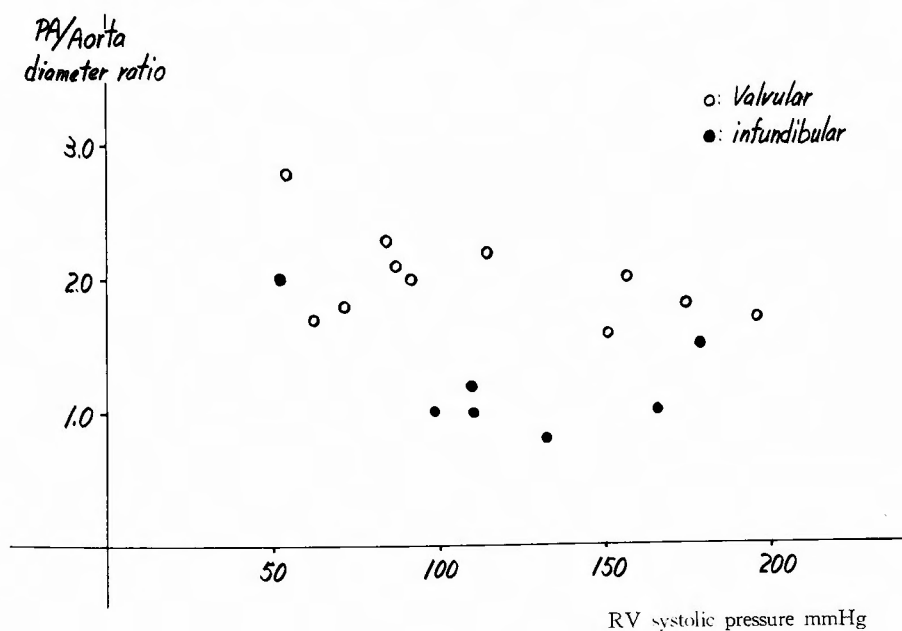
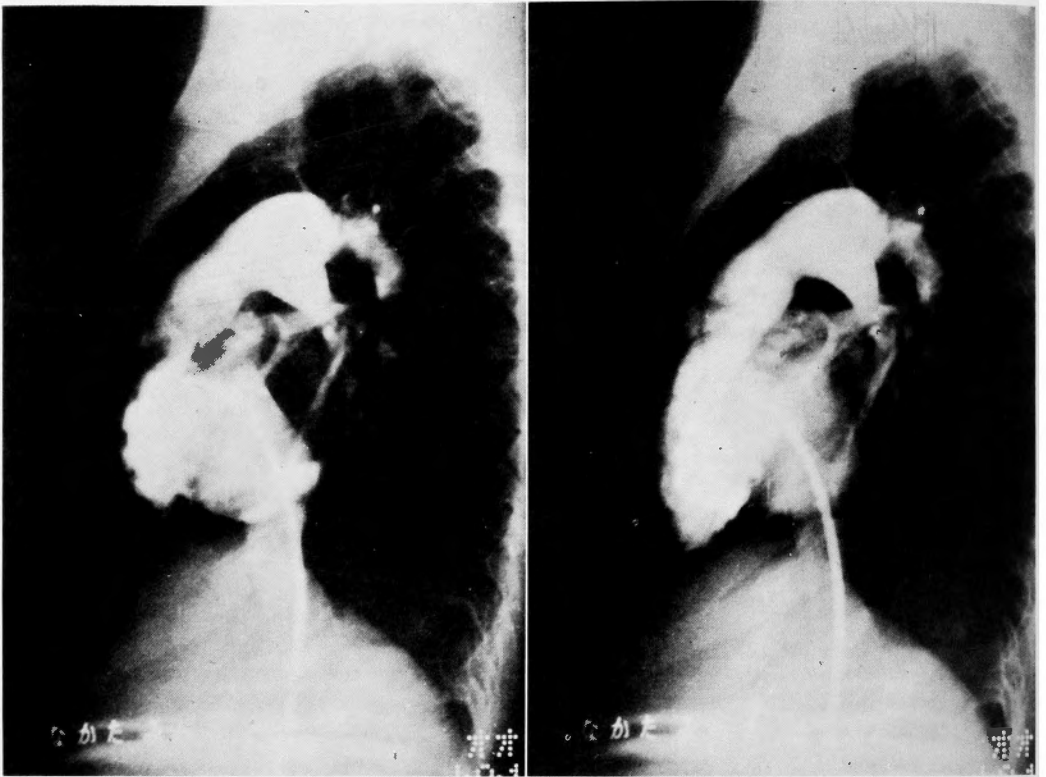


Fig. 13 Angiocardiogram of Case No. 26



demonstrate infundibular stenosis. Systolic phase (left), Diastolic phase (right)

動脈弁輪の横径との比を右室収縮期圧と対応してみると、両者の間にはほぼ負の相関関係が認められ、漏斗部狭窄群では弁狭窄群に比して収縮、拡張両期を通じて右室流出路の横径の変動の少ないことが明らかになると共に、弁狭窄群においても右室収縮期圧の亢進に伴なつて二次的に心筋の肥厚が生じ、右室流出路の横径の変動が少なくなることが判明した(Fig. 15)。

第4節 手術所見と術前諸検査成績との関連性

初期の4例では低体温法のもとに、他は全例人工心肺を用いて手術が施行された。低体温法が行なわれたのは、弁狭窄3例、漏斗部狭窄1例であつた。

弁狭窄の16例中2例には経心室的に肺動脈弁切開術が行なわれ、残りの14例には経肺動脈的に弁切開術が行なわれた。又漏斗部狭窄は典型的なものが10例で、残る1例はバルサルバ氏洞動脈瘤による右室流出路狭窄であつた。本例は初期の症例であつたために右室造影法は施行されず、右心カテで漏斗部狭窄と診断された症例である。なお弁狭窄と漏斗部狭窄の共存した例

は1例もなかつた。合併したASDはいずれも二次孔欠損で、欠損口の大きさは $0.5 \times 0.5 \sim 3.0 \times 3.0$ cmであり、一次的に直接縫合で閉鎖された。又合併したVSDはいずれもsubcrystalに存在し、3例(No.23,24,26)では肥厚した弁下狭窄部心筋を切除してはじめてその位置を確認しえた。大きさは全例 0.5×0.5 cm以下で、直接縫合によつて閉鎖された。なお大動脈起始部は正常位置(normal aortic root)にあつた。

手術の際に確認された肺動脈弁ならびに右室流出路における形態学的変化と、術前に行なわれた右心カテの成績ならびに右室造影所見とを比較検討すると、弁狭窄群においては術前右室収縮期圧が80mmHg以上の例では、いずれも肺動脈弁が肥厚してfishmouth型を呈し、術前の右室造影で認められたドーム形成像をうらがきした。ことに右室収縮期圧が150mmHg以上の5例では弁縁の肥厚が強く、弁口の径は0.5cm以下であつた。術前右室収縮期圧が50mmHg内外で、右室肺動脈間圧勾配が少なかつた例では、肺動脈弁交連部の癒

Fig. 14 Infundibulum/PA Annulus Diameter Ratio and RV Systolic Pressure

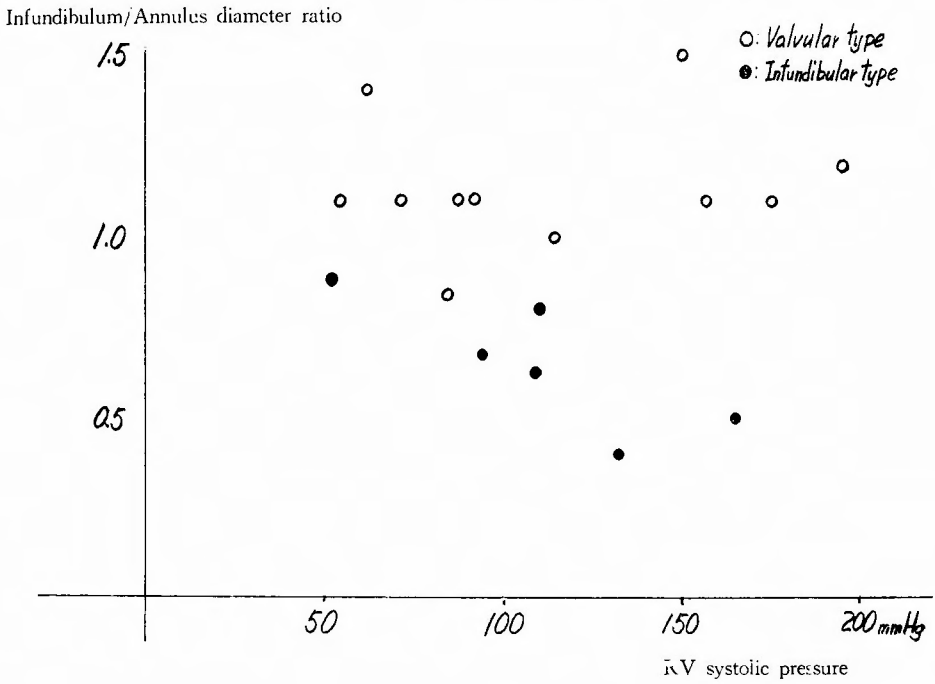
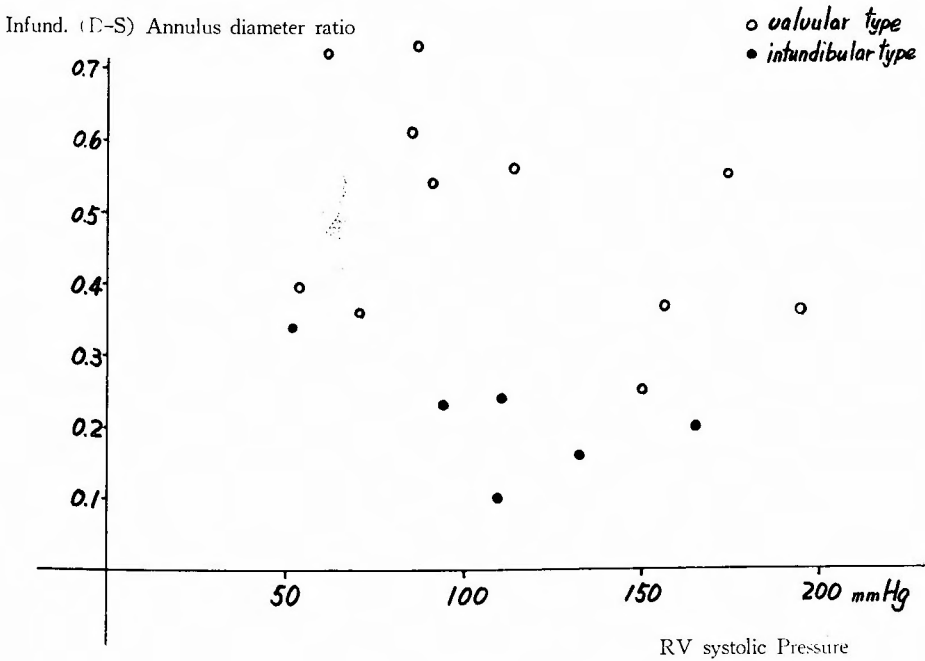


Fig. 15 Infundibulum (Diest.-Syst.)/Annulus Diameter Ratio and RV Systolic Pressure



合及び弁縁の肥厚が共に軽度であつたが、弁の可動性はある程度障害されているものと思われた。高度の弁狭窄では右室流出路における心筋の肥厚によつて二次的に漏斗部狭窄を生ずる可能性を考慮して、肺動脈弁切開後術者の示指を右室流出路に挿入し収縮期ないし拡張期にわたつて固定性に存在する狭窄の有無を検索し、固定性狭窄がみられない場合は右室流出路の拡大は行なわなかつた。又肺動脈弁切開直後に右室壁より穿刺したカテーテルをもつて心内圧を測定し、手術効果を確認した。

術前の右心カテナらびに右室造影所見から漏斗部狭窄と診断された例では、それらの検査所見に一致した右室流出路の狭小像を認め、全例漏斗部切除術が施行された。漏斗部狭窄の10例の中、形態学的には管状狭窄又はそれに近い厚い室上縁の肥厚を示したものが9例あり、残りの1例(No.24)では室上縁が膜状に突出して狭窄を形成していた。なお右室流出路のprosthesisを必要とした症例はなかつた。

次に特異な所見を呈した1例について述べる。

症例7は術前右心カテナらびに漏斗部狭窄と診断さ

れていたが、手術所見では右室流出路の狭小像は認められず、また肺動脈弁も正常であつた。しかし、肺動脈弁の直下で中隔側に小豆大の青色ずんだバルサルバ氏洞動脈瘤の突出が認められ、これによつて outflow tractに狭窄を生じていたことが明らかとなつた。手術は基底部に mattress suture をかけて動脈瘤を扁平とした。その結果、右室肺動脈間圧勾配は49mmHg から10 mmHg に改善された。本例は比較的稀な疾患であり、術前の右心カテナらびにほとんど診断をつけることは困難であり、逆行性大動脈造影法を併わせ行なつたならばあるいは診断を下しえたかもしれない。この1例を除くと、術前診断と手術所見とはよく一致した。

第5節 術後右心カテーテル検査成績

27例の中10例について、術後1ヵ月～2年の間に再度右心カテナらびに施行した。その内訳は弁狭窄7例、漏斗部狭窄3例であつた。これら10例の手術前後における右心カテナらびに成績は Table 7 に示す如くである。

右室収縮期圧は、術前 90mmHg 以上を示した7例のうち6例がいずれも術後 30～50mmHg と著しく下降していた。これに対して術前右室収縮期圧の亢進が 50

Table 7 Postoperative Changes in Hemodynamic and Electrocardiographic Findings.

No.	Case		Catheterization					E.C.G.		Surgical correction	Cath. Date
			Systemic pressure	RV pressure	PA pressure	PA-RV gradient	Shunt ratio (%)	Rv ₁ (mm)	Elect. axis		After surgery
3	M.M.	preop.	120/60	54/ 0	21/ 8	33	/	10	+100°	Valvulotomy	22 mo.
		postop.	116/54	41/ 4	34/ 5	7	/	7	+100°		
4	S.K.	preop.	110/62	195/-10	12/ 6	183	/	46	+180°	Valvulotomy	20 mo.
		postop.	114/70	41/ 0	29/ 5	12	/	20	+130°		
5	M.T.	preop.	136/74	132/ 15	27/ 5	105	/	26	+160°	Infundibular resection	1 mo.
		postop.	108/82	29/ 0	31/ 6	-2	/	24	+110°		
10	H.I.	preop.	118/60	114/ 0	22/12	92	/	8	+100°	Valvulotomy	3 mo.
		postop.	120/70	26/ 2	17/ 4	9	/	6	+ 85°		
11	F.H.	preop.	102/58	54/-10	12/ 5	42	/	15	+ 90°	Valvulotomy	3 mo.
		postop.	108/62	49/- 2	30/10	19	/	5	+ 80°		
12	N.M.	preop.	90/50	62/- 1	22/12	40	/	6	+ 80°	Valvulotomy	1 mo.
		postop.	104/62	38/ 2	26/ 9	12	/	2	+ 70°		
14	M.T.	preop.	124/78	91/ 0	17/ 6	74	/	5	+ 80°	Valvulotomy	1 mo.
		postop.	120/80	40/- 1	22/ 7	18	/	3	+ 70°		
20	A.H.	preop.	102/40	170/ 0	16/10	154	54	14	+120°	Valvulotomy & closure of A.S.D.	1.5 mo.
		postop.	102/40	53/ 3	25/ 2	28	/	12	+ 70°		
25	T.N.	preop.	128/88	178/- 4	22/ 7	156	/	30	+110°	Infundibular resection & closure of V.S.D.	1 mo.
		postop.	136/80	71/- 3	31/ 9	40	/	18	+ 90°		
26	M.M.	preop.	102/50	110/- 2	16/ 5	94	57	14	+100°	Infundibular resection & closure of A.S.D.	1.5 mo.
		postop.	122/72	33/ 3	21/ 9	12	/	12	+ 70°		

mmHg 前後と軽度であつた症例3及び11では、術後も40 mmHg 前後と余り著明な下降は認められなかつた (Fig. 16a).

肺動脈圧についてみると、まず収縮期圧は弁狭窄の1例を除いては術後はいずれも4~18mmHg、平均9.3 mmHgの上昇が認められた。拡張期圧についてみると、術後に拡張期圧の低下が認められた症例は5例 (No. 3, 4, 7, 10, 12)で、いずれも肺動脈弁切開術が施行された症例である。右室肺動脈間圧勾配は術前右室収縮期圧が178mmHgを示した漏斗部狭窄の1例 (No.25)では、

なお70mmHgと高い値に留まつているが、他はいずれも30mmHg以下に下降している。又術後右室収縮期圧の下降があまり著しくなかつた前述の2例 (No. 3, 11)においても右室肺動脈間圧勾配はそれぞれ7 mmHg, 19 mmHgと下降している (Fig. 16. b).

一方、肺動脈拡張期圧の低下が認められた5例は、No. 12を除きいずれも引き抜き曲線から肺動脈弁閉鎖不全の存在が推定された。すなわち、Fig. 17, 18に示す如く肺動脈拡張期圧が低下して右室の拡張末期圧とほとんど等しい値を示し、その結果、肺動脈圧波形

Fig. 16 (a) Postoperative Change in RV Systolic Pressure

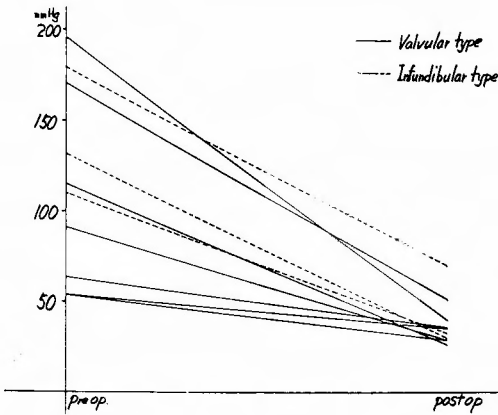


Fig. 16 (b) Postoperative Change in PA-RV Pressure Gradient

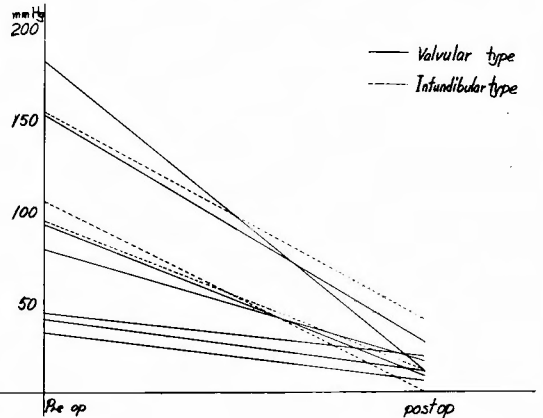
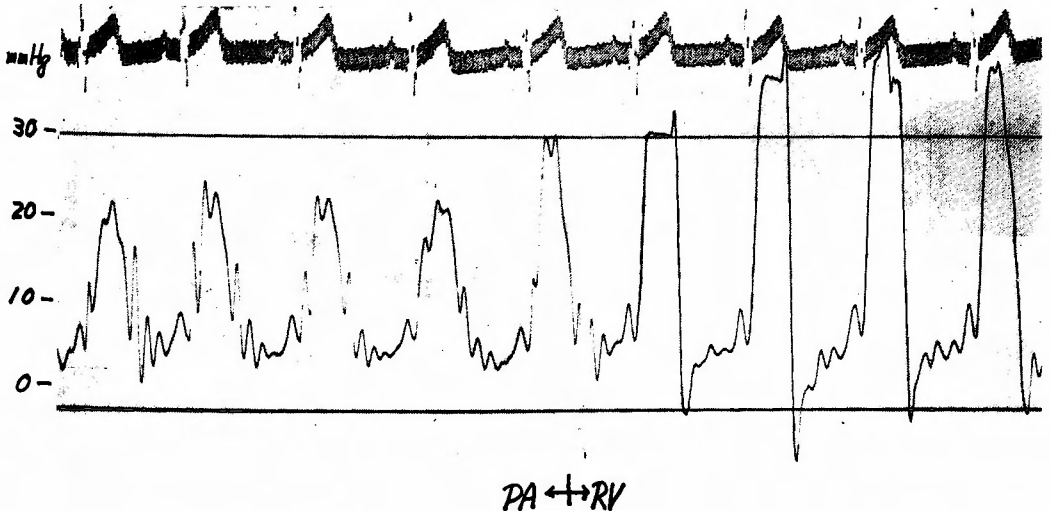


Fig. 17 Withdrawal Curve across Pulmonary Valve in Case No.4, 2 years after Pulmonary Valvulotomy.



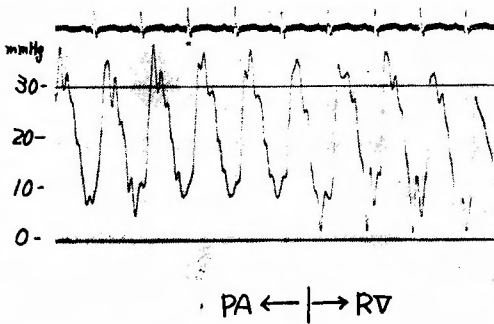
と右室圧波形との移行部が明瞭でないものが多かった。これら4例では後述する術後心音図検査の所見と併わせ考えて肺動脈弁閉鎖不全が発生したと推定される。

なお、術後遺残短絡の認められた症例は1例もなかった。

第6節 術後右心カテーテル検査成績と心電図所見との関係

術後に再度右心カテを施行することが出来た10例に

Fig. 18 Withdrawal Curve across Pulmonary Valve in Case No. 3, 2 years after Pulmonary Valvulotomy.



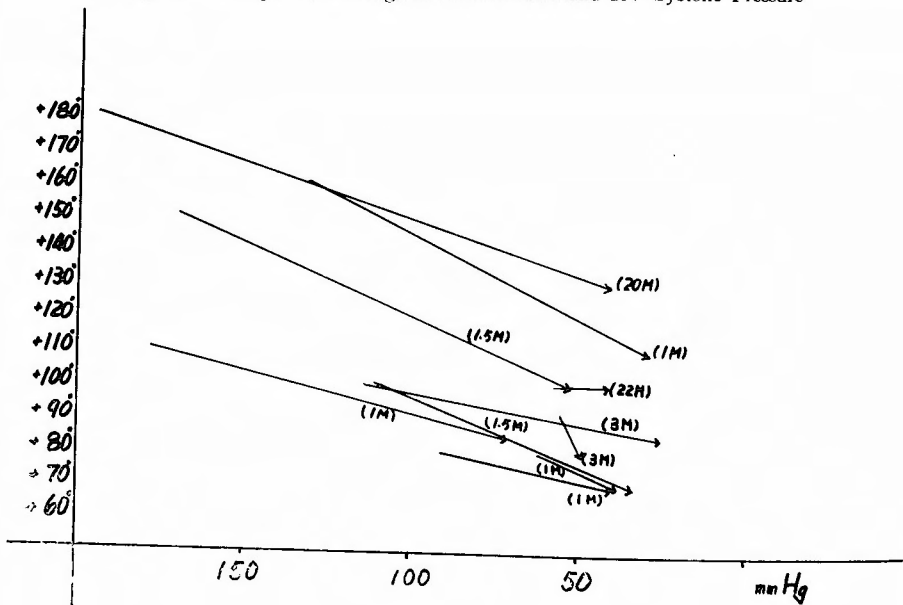
ついて心電図所見、すなわち平均電気軸ならびに R_{V_1} の波高の推移について検討したところ、まず平均電気軸は術後各症例とも正常化の傾向を示しているが、術前強い右軸偏位を示した2例(No. 4, 5)では、なお $+130^\circ$ 及び $+110^\circ$ と右軸偏位を残している。次に R_{V_1} の波高は術後すでに1ヵ月で低下の傾向がみられるが、なお正常値よりも高い値に留まり、肥大所見を示している例も認められた。このような所見を右室圧の推移と比較検討してみると、まず平均電気軸は Fig. 19に示す如く、右室収縮期圧の下降に伴なつて平均電気軸も正常範囲方向へと改善されていることが認められた。又 R_{V_1} の変動と右室収縮期圧の推移との関係は、Fig. 20に示す如くで、平均電気軸の場合とはほぼ同様で右室肥大所見の改善と右室収縮期圧の下降との間にはある程度の関連性が認められた。

第7節 術後右心カテーテル検査所見と心音図所見との関係

術前ならびに術後を通じて心音図を記録しえたのは12例である。術前には全例肺動脈弁口にダイヤモンド型の収縮期雑音が認められ、更に amyl nitrite の負荷によつてこの雑音は明らかに増強し、駆出性雑音であることが認められた。

手術が施行されて1ヵ月ないし2年後に再度心音図が記録された結果、心雑音の全く消失したもの6例、収縮期雑音の消失あるいは著しく減弱したもの10例で

Fig. 19 Postoperative Change in Electric Axis and RV Systolic Pressure



あつた。又 6 例(No.2, 3, 4, 9, 10, 20)において術後新たに肺動脈弁口に拡張期雑音の出現が認められた。

(Table 8)

第 8 節 術後選択的右室造影所見

手術後 1 ヶ月目に弁狭窄の 1 例(No.14) 及び漏斗部

狭窄(VSD 合併)の 1 例(No.26) について再度選択的右室造影法を施行した。

Fig. 21 は漏斗部狭窄の例(No. 26)で、術前収縮期ならびに拡張期を通して認められていた右室流出路の狭小像は、術後には完全に消失しているが、post-

Fig. 20 Postoperative Change in Rv_1 on Electrocardiogram and RV Systolic Pressure

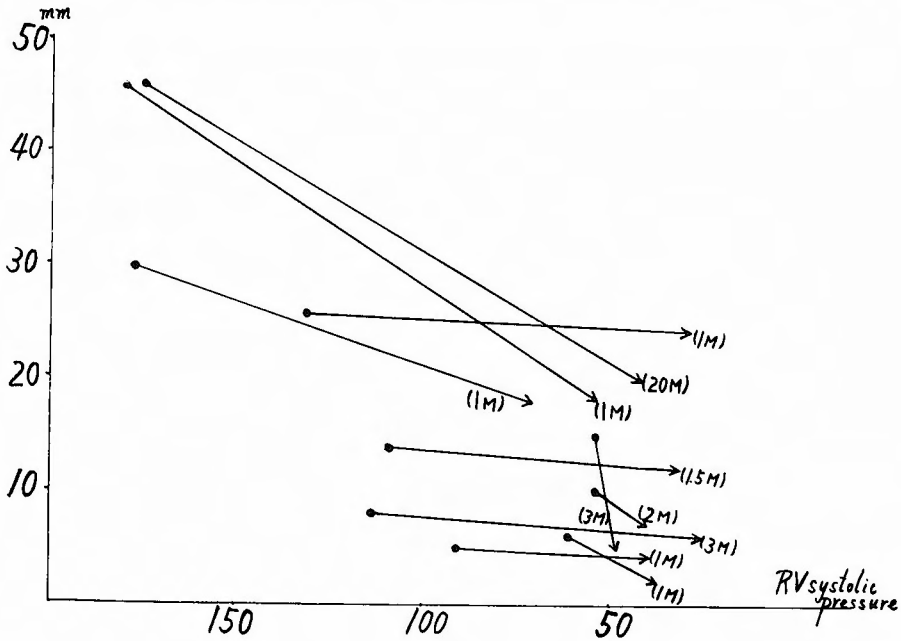


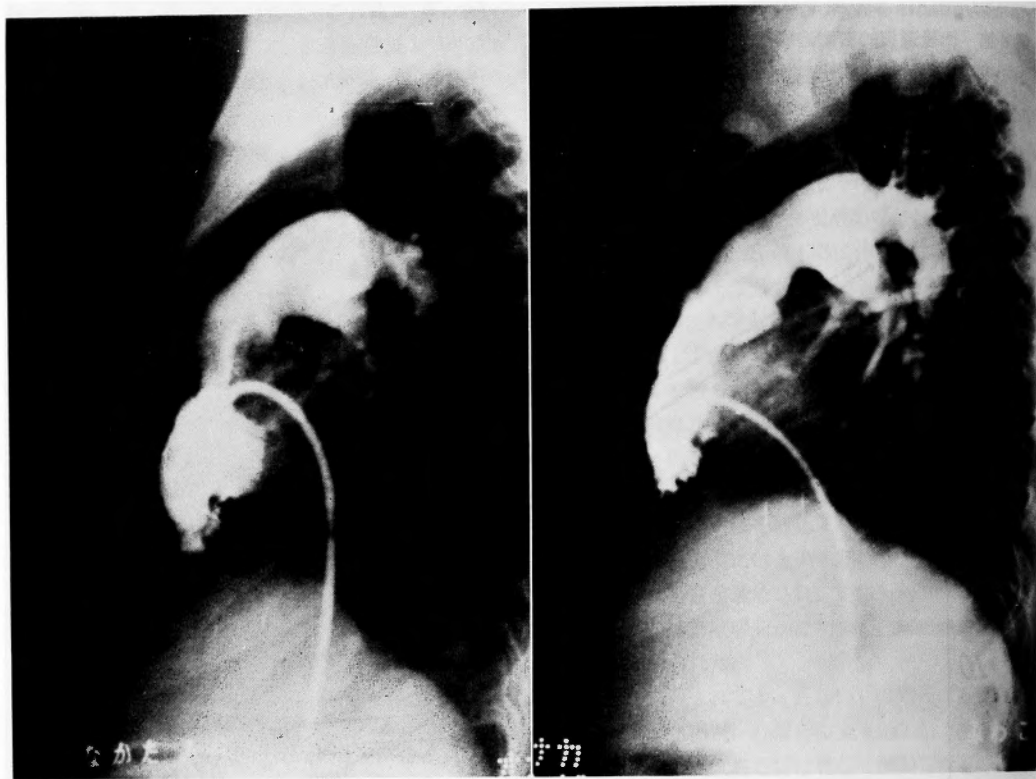
Table 8 Postoperative Changes in Phonocardiograms

No.	Case	IIa-IIp preop.	time (sec.) postop.	RV- ejection preop.	time (sec.) postop.	Amylnitrite preop.	postop.	Systolic intensity preop.	murmur ratio postop.	Diastolic preop.	murmur postop.	Type*
2	I.T.	0.075	0.01	0.41	0.3	V.S.D.(-)		1.3	6.0	(-)	(+)	V
3	M.M.	0.045	0.05	0.28	0.22	"		3.8	0.4	(-)	(+)	I
4	S.K.	?	0.08	0.37	0.28	"		6.2	4.0	(-)	(+)	V
6	A.Y.	0.075	0	0.32	0.22	"		5.5	1.0	(-)	(-)	V
9	I.Y.	0.04	?	0.25	?	"		4.0	7.0	(-)	(+)	V
10	H.I.	0.05	?	0.3	0.2	"		14.0	1.5	(-)	(+)	V
11	F.H.	?	0.03	?	0.02	"		10.0	1.0	(-)	(-)	V
12	N.M.	0.04	0	0.35	0.2	"		9.0	1.0	(-)	(-)	V
13	Y.R.	0.07	0	0.25	0.2	"		8.0	1.0	(-)	(-)	V
14	M.T.	0.045	0	0.25	0.2	"		4.5	1.0	(-)	(-)	V
17	H.K.	0.095	0.05	0.35	0.3	"		6.0	0.7	(-)	(-)	V
20	A.H.	/	0.15	/	0.3	"		/	0.6	(-)	(+)	V

* V : Valvular Stenosis

I : Infundibular Stenosis

Fig. 21 Angiocardiograms of Case No.26 demonstrate definite change in shape of infundibulum on two films taken in systolic phase.
preoperative (left), postoperative (right)



stenotic dilatation はなお軽度ながら存在しているのが認められる。本例は前述の如く右室収縮期圧が 110mm Hg から術後は 33mmHg に改善された例である。

Fig. 22 は弁狭窄の例 (No. 14) で、術前に認められた肺動脈弁のドーム形成像は術後もなお不完全ながら残り、弁の肥厚によるものと考えられるが、右室と肺動脈における造影度に差がなく、交連部が十分切開されたことを示している。Poststenotic dilatation はなお軽度ながら存在している。本例は術前右室収縮期圧 91mmHg から術後は 40mmHg に下降した例である。

第9節 術中心内圧測定値と術後右心カテーテル検査成績との関連性

術前右心カテ検査を行ない、次いで術中狭窄部の修復の前後に心内圧を測定し、更に術後1ヵ月ないしそれ以上を経過して再度右心カテ検査を施行しえたのは8例である。これら8例の術前右心カテ成績、術中の狭窄修復前後の心内圧及び術後右心カテの成績は、Table 9 に示す如くである。

この各々の時期を通じての血行動態の推移を右室対体血圧比をもつて検討してみると、弁狭窄、漏斗部狭窄の如何を問わず、術中狭窄部修復の直後にすでに十分な右室圧の下降が認められた。術前右室収縮期圧が高度に亢進し、二次的の心筋の肥厚が認められた弁狭窄の症例でも、弁切開のみによつて十分な圧下降が認められた。

次に術後右心カテ成績と比較してみると、弁狭窄の2例 (No. 11, 12) と、漏斗部狭窄の1例 (No. 25) を除いて、両者の値がよく一致し、修復の直後の圧測定は手術の効果をかなりよく示すことが認められた (Fig. 23)。

第4章 総括ならびに考察

1) 術前の右室収縮期圧は、約半数が 50~99mmHg で、100mmHg 以上を示したのは12例であつた。又右室肺動脈間圧勾配は、9例において 45mmHg 以下、20例において 45mmHg 以上を示した。このようにわれわれ

Fig. 22 Angiocardiograms of Case No.11 demonstrate definite change in dome shape shadow on two films taken in systolic phase.
preoperative (left), postoperative (right)



Table 9 Postoperative Changes in Hemodynamic Findings

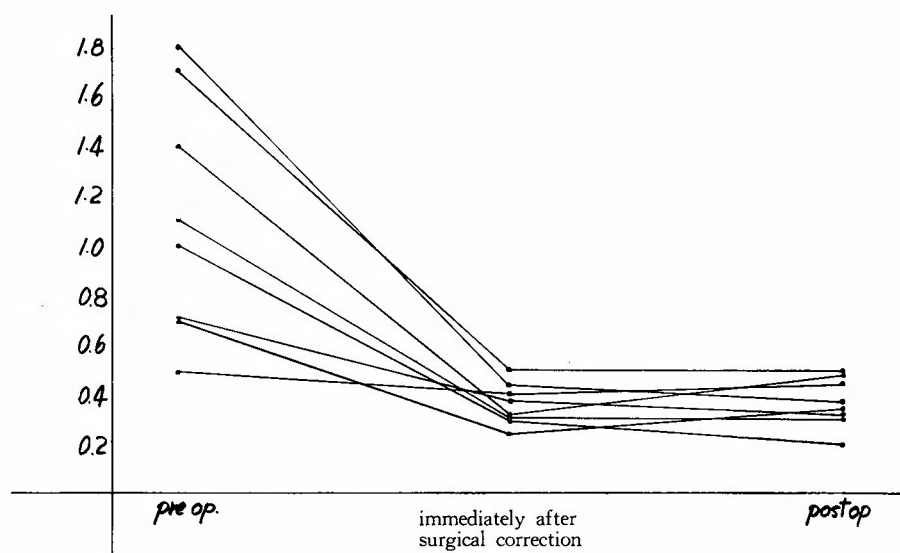
No.	Case	Preoperative			Immediately after surgical correction			Postoperative			Type*
		Systemic pressure	RV pressure	PA pressure	Systemic pressure	RV pressure	PA pressure	Systemic pressure	RV pressure	PA pressure	
4	S. K.	110/62	195/-10	12/ 5	110/60	50/ 0	25/ 5	114/70	41/ 0	29/ 5	V
10	H. I.	118/60	114/ 0	22/12	140/75	45/10	23/11	120/70	26/ 2	17/ 4	V
11	F. H.	102/58	54/-10	12/ 5	125/80	50/ 8	30/20	108/62	49/-2	30/10	V
12	N. M.	90/50	62/- 1	22/16	120/90	30/ 0	27/10	104/62	38/ 2	26/ 9	V
14	M. T.	124/78	91/ 0	17/ 6	130/60	49/ 7	32/18	120/80	40/-1	22/ 7	V
20	A. H.	102/40	170/ 0	16/10	105/40	55/ 5	30/10	102/40	53/ 3	25/ 2	V
25	T. N.	128/88	178/- 4	22/ 7	130/80	45/ 5	25/15	136/80	71/-3	31/ 9	I
26	M. M.	102/50	110/- 2	16/ 5	100/70	30/15	16/ 8	122/72	33/ 3	21/ 9	I

* V : Valvular stenosis

I : Infundibular stenosis

Fig. 23 Postoperative Change in RV/Systemic Pressure Ratio Comparative measurements of RV systolic pressure made preoperatively, immediately after surgical correction and postoperatively.

PA/Systemic pressure ratio



の手術例は、右室圧の上昇が著明でないのをも含んでいるが、これは手術適応の決定に際して、後述する如く右室圧以外の他の所見をも勘案したためである。

右室肺動脈間圧勾配は、右室収縮期圧の亢進に伴なつて増大する傾向がみられた。一方中隔欠損例で左→右短絡量の多い例ではしばしば肺動脈狭窄所見を呈するとされている。すなわち、短絡量の多いASDで器質的な肺動脈狭窄が認められないにも拘わらず、肺動脈弁口部に所謂比較的肺動脈狭窄なる現象をみる場合が多く、その原因として種々の説^{8) 28) 29)}があり、又器質的な狭窄との鑑別方法も述べられている²⁹⁾。著者は器質的な狭窄像が認められないにも拘わらず 30～52mmHgの圧勾配を示し、ASDの閉鎖後1ヵ月目の右心カテ検査で圧勾配が正常範囲に低下した例を経験しており、恐らく左→右短絡による肺血流量の増大が比較的肺動脈狭窄の主な原因であろうと考えている。しかるに本研究では、短絡率と圧勾配との間には相関関係は見出しえなかつた。すなわち、中隔欠損合併例といえども、右室圧亢進の主役を演じているのは、器質的な肺動脈狭窄であり、短絡による比較的狭窄の影響はほとんど生じないものと考えられる。

引き抜き曲線の分析は狭窄部位の診断の決定的手段となるが、重症例では右室壁心筋の肥厚が強く内腔が狭小で、カテーテルを肺動脈まで進めることが困難であり、かりに進めたととしてもカテーテルが狭い狭窄部の内腔を更に狭くするため、その操作中に急激な血流障害を生じ、全身の酸素飽和度の低下及び脳の anoxia を招く危険のみられる場合もある¹⁸⁾。著者の例ではかかる経験はない。

ASDを合併した8例中5例では肺動脈へカテーテルを進めることが不可能であつた。これはASD合併例に、右房、右室腔の拡大や解剖学的な軸偏位を伴うため、心内カテーテルの操作に困難を伴うことが多いためとも考えられる。このような場合、あえて肺動脈へカテーテルを挿入しなくとも、肺静脈楔入圧をもつて肺動脈圧に代えても差支えなく、むしろ Zimmernann⁴⁷⁾も述べている如く、肺動脈内にカテーテルを挿入した場合カテーテルが狭い弁口を更に狭くするため真の値より肺動脈圧が低く現われるのに対し、肺静脈側からの楔入圧の方がより正確に肺動脈圧を反映することが考えられる。肺動脈右室間の引き抜き曲線の分析によつて弁狭窄と漏斗部狭窄とを鑑別する際に

注意すべき点の一つとして、弁狭窄の重症例においてカテーテルの先端が弁口部に近づいたとき、心室収縮期に陰性波のみられることがあり、右心室の拡張期圧波形と誤られやすいが、所謂 Venturi phenomenon⁴⁵⁾によるものと考えられ、心周期と比較検討することにより漏斗部狭窄との区別が可能である。又漏斗部狭窄例では、肺動脈弁と右室腔との間に所謂third chamberの存在がうかがわれるが、著者の経験例で右室収縮期圧が160mmHg以上の重症例においては、弁狭窄をも合併するような波形がみられた。すなわち、肺動脈と第3心室の間にも若干の圧勾配を呈するもので、手術所見では漏斗部狭窄のみが認められ弁狭窄は合併していなかった。かかる重症の漏斗部狭窄例にこのような波形の変化を見ることは興味深いとその理由は明らかでない。

次に右室収縮期圧と肺動脈弁口面積との関係は、通例Gorlin²³⁾の式で算出され、Silvermann³³⁾によれば右室収縮期圧が100 mmHg以上では弁口面積は0.02～0.4cm²、Tandon⁴¹⁾は151mmHg以上では0.3cm²以下を示すと述べている。著者の例では右室収縮期圧が150 mmHg以上を示したものでは、弁口の横径が0.5cm(約0.2 cm²)以下であった。

本症の心電図所見は右室収縮期圧をよく反映しており、重症例では心電図所見のみでも診断は可能であるといわれている。Tandon⁴¹⁾は術前の右心カテーテル施行例の選択を R_{V_1} が20mm以上のものとしている。

そこで R_{V_1} と平均電気軸についてみると、Bentivoglio¹⁾、Silvermann³³⁾らは右室収縮期圧が110mmHg以上の群では R_{V_1} は20mm以上を示し、服部¹⁸⁾は R_{V_1} が3 mV以上では右室圧は110mmHg以上であると述べている。Engle¹¹⁾は右室圧が80mmHg以上では R_{V_1} は10mm以上で、かつST-Tの変化を伴うと述べている。著者の例でも右室圧が100mmHg以上の例では圧の上昇と R_{V_1} の高さに正の相関々係が認められた。平均電気軸については、Boyle²⁾は右室収縮期圧が100mmHg以上では $+90^\circ \sim +210^\circ$ の間に分布していると述べ、Tinker⁴⁰⁾は50～100mmHgではほとんど正常範囲の平均電気軸を示すと述べている。著者の例でも右室圧が50～100mmHgの例では、 $+80^\circ \sim +100^\circ$ の間に分布し、この間では右室圧との間には明瞭な相関々係は見出しえなかつたが、110mmHg以上の例では右軸偏位が明らかにみられた。以上の如く心電図所見では、 R_{V_1} 及び平均電気軸は右室圧が100mmHg以上の例で右室圧とよく

正の相関を示すのであるが、右室圧が100mmHg以下の場合にはほとんど相関々係がないため、右室圧の推定を心電図所見のみに頼つて行なうことはやや危険を伴なうといえよう。

2) 選択的右室造影所見にみられる poststenotic dilatationは従来から弁狭窄に特徴的とされているが^{34) 35) 38)}、その程度は必ずしも狭窄の程度を反映していないようである。Cruz⁶⁾は小児を対象にして観察しているが、右室収縮期圧よりむしろ年令と関係し、年長児に強い傾向があると述べている。又 Coelho⁷⁾は肺動脈弁自体に原因を求め、その形態が関与し、弁口から噴出されるジェット流の方向に関係があるとしており、右室圧が32mmHg、40mmHgの例でも著しい poststenotic dilatationを示した例を報告している。又 poststenotic dilatationは弁狭窄とは全く別の疾患が共存しているのではないかと唱える人もある^{31) 44)}。

そこでこの poststenotic dilatation の程度を肺動脈膨大部径と肺動脈弁輪径及び大動脈径の比で表わしてみると、両者とも右室収縮期圧との間には相関々係はなく、これに反して年令との関係を見ると、年令と共にその程度が軽度ながら増強する傾向がみられた。かりに右室収縮期圧が比較的低い場合でも狭窄部末梢の渦流形成による側圧効果が長期に亘つて肺動脈壁に働く結果、年令が長ずるにつれて poststenotic dilatation が著明となつて来るということも当然考えられる。ことに著者の成績で右室収縮期圧の比較的低い成人に強い poststenotic dilatation を認めたことから、短時間にある程度の量の血液が高い流速で噴出されることが、肺動脈の拡大を来す一つの大きな原因となつていことが考えられる。又先天的な血管壁の脆弱性に圧因子が加わるとする説も否定出来ない⁴⁴⁾。

肺動脈弁のドーム像形成が、1例を除いて右室収縮期圧70mmHg以上の症例にみられたことは、肺動脈弁の肥厚と交連部の癒合の存在を示しているように思われる。又右室から肺動脈へ噴出される所謂ジェット像は1例を除いて右室収縮期圧が80mmHg以上の症例にみられたが、左→右短絡を有した症例には認められなかつた。恐らく短絡に伴う血流量の増加により、右室内での造影剤の稀釈が起こることも一つの原因と思われる。次に高度の弁狭窄例にしばしば合併している心筋の二次的肥厚による右室流出路の狭窄は^{13) 14)}、Little²⁴⁾によれば心筋の肥厚と心室収縮期に肥厚した crista supraventricularis の短縮によるものであるとされ、収縮期における漏斗部径と肺動脈根部の径の比を

もつてその程度を表わしているが、正常対照群との間にはかなりの差違が認められている。Lester²⁵⁾も漏斗部径の計測で真の漏斗部狭窄と鑑別している。そこで著者は漏斗部の収縮期と拡張期の横径の差と肺動脈弁輪との比をもつて両者の鑑別を試みたところ、その比は右室収縮期圧と負の相関々係を示し、かつ右心カテーター検査で診断された弁狭窄群と漏斗部狭窄群との間には明確な差違を見出した。更にこの結果は手術により確認された。

3) 手術適応については、従来重症の肺動脈狭窄症で肺動脈閉鎖症に近い型では新生児期に死亡するものがあるが、この時期を過ぎたものでも漸次病状の悪化をたどるように考えられていたが、最近の報告とくに自然歴に関する報告では従来から考えられていたほど予後が不良でないことが明らかとなつて来た。Engle¹²⁾は58例について27年間観察した結果、重症例(右室収縮期圧131~200mmHg)で心不全を認めたのは21例中7例のみで、70mmHg以下では手術適応とはならず、130mmHg以下では症状の如何によつて手術を行ない、130mmHg以上では絶対的な手術適応としている。又Homitt¹⁶⁾は75例について長期観察の結果、重症例(右室収縮期圧100mmHg以上)のみに病状の悪化が認められ、とくに年令的には10~20才の間に臨床所見の進行が多くみられると述べている。Levine²⁶⁾は右室圧が80mmHg以上では病状の悪化がみられると述べ、又心電図所見の面では、ST-Tsegmentの低下、T波逆転を右側胸部誘導に認める場合に病状が悪化すると述べており、Johnson²⁰⁾、服部¹⁸⁾も同様の意見である。

右室収縮期圧でみると、心筋変化の非可逆性を考えて50mmHgに手術適応の限界を置くものもあるが¹⁸⁾、多くは70~75mmHgとしている¹⁷⁾²¹⁾²⁷⁾⁴¹⁾。井上¹⁹⁾は100mmHg以上か、100mmHgから50mmHgまでの場合でも心電図所見が強い場合には手術適応とし、50mmHg以下は適応外であると強調している。Hessel¹⁷⁾は右室肺動脈間圧勾配が45mmHg以上としている。著者らも心電図所見を重視し、右室圧上昇の軽度のものでも右室肥大所見が増悪してくる例には手術を行なうこととしている。

弁狭窄例の手術に際して右室流出路の二次的心筋の肥厚が存在する場合には、弁切開術の他に更に流出路心筋の切除を必要とするか否かの問題はたびたび論議されているが、多くはその必要はなく、数ヵ月あるいは1年以内に自然に圧勾配が消失するが³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾²²⁾、ときに術後右室圧の下降がみられず、再手術の施行ある

いは不幸の転帰をとるものもあるといわれている¹³⁾⁴²⁾。

この際右室収縮期圧が150mmHg以上の例では弁切開によつて1/2ないし1/3まで右室圧を下げなければ予後が悪いという報告もある²²⁾。われわれはこれに対し、術中触診で右室流出路の狭窄が収縮期、拡張期に亘つて固定性でないかぎり肥厚心筋の切除は行なわない方針であり、併わせて弁切開前後に心内圧を測定して、流出路の有意の狭窄を残さぬように努めている。又VSD合併例等で右室切開を要する際、これを流出路の軸に沿つて行なつた場合には創を閉鎖する際に起こる縫縮によつて流出路血流障害を起こすことが多いので、切開創を流出路の軸に直角におくことが好ましいと考える³⁷⁾。

4) 手術効果については、術後右室収縮期圧は1例を除き30~50mmHgまで下降し、肺動脈収縮期圧も17~34mmHgまで上昇した。しかし、VSDを合併した1例ではなお70mmHgと高い右室圧を示したが、この例は術後1ヵ月目の検査成績であり、今後更に圧下降がみられるものと思われる。狭窄が十分に修復された手術後は諸家の報告にみられる如く⁹⁾¹³⁾¹⁴⁾²⁷⁾³²⁾³⁵⁾⁴¹⁾⁴²⁾、自覚症状、血行動態、心電図所見等の改善がみられるが、時には前述の如き二次的心筋肥厚の残遺によつて右室収縮期圧の改善が著しくない例もみられる。

手術方法に関してはDille⁹⁾は非直視下手術例と直視下手術例の術後の血行動態について比較検討し、手術方法の間には大した差違のないことを示している。ただ経心室的切開法では、しばしば弁切開が不十分になることと、合併奇形の矯正には人工心肺の使用が好ましいことを挙げている。

さて術後比較的良好にみられる合併症に肺動脈弁閉鎖不全の発生があり、多くの報告者によつて述べられているが⁴⁾¹⁵⁾³⁶⁾³⁹⁾、臨床的にも血行動態的にも問題とならないようである。Talbert³⁹⁾は肺動脈弁閉鎖不全を起こした症例を心電図について検討し、Rv₁と平均電気軸が共に術前に比して改善されたことを示しているが、手術方法としては直視下手術の方が弁狭窄の修復が十分に行なわれるためであつて、却つて閉鎖不全の発生頻度が高いと述べている。

又一方、Steinbicker³⁶⁾は肺動脈狭窄症では元来肺血管抵抗は正常であるが、閉鎖不全の発生により漸次肺血管抵抗が増すにつれて症状が出現して来るであろうし、心電図における肥大所見の改善も余り期待できず、心拡大が増していくと述べ、人工弁移植の必要を

説いている人もいる。Denis¹⁰⁾は術後の肺動脈弁閉鎖不全症に対して6年後に同種肺動脈弁移植を行なっている。われわれも1例、経心室的切開法を施行した例で、ほとんど肺動脈弁を切除した経験があるが、心電図所見の改善をみており、術後3年の今日無症状に経過し悪化の徴候はない。又 Talbert³⁹⁾は術式の如何を問わず弁切開を十分に行なえば同時に閉鎖不全も生ずると述べており、ある程度の逆流発生は不可避と考えられる。そして術後発生した肺動脈弁閉鎖不全症は、術前に認められる高度の弁狭窄に比してはるかに心負荷が軽くその予後が良好であろうことは理論的に十分考えられるが、継続した術後の観察が必要と思われる。

第5章 結 論

27例の肺動脈狭窄症について、術前ならびに術後の右心カテーテル検査成績、選択的右室造影所見、心電図所見ならびに心音図所見を検討し、血行動態の推移との関連性を追求し、以下の如き結論を得た。

1) 右室収縮期圧の亢進と心電図におけるRv₁の増高との間には、右室圧が100mmHg以上の場合に正の相関関係が認められた。

2) 平均電気軸で明らかな右軸偏位が認められたのは右室圧が110mmHg以上の場合で、110mmHg以下の場合には両者の間に相関関係は認められなかった。

3) 選択的右室造影所見における肺動脈弁のドーム像とジェット像は、いずれも必発の所見ではなく、右室圧の亢進と関係し、右室圧が70~80mmHg以上の症例に多く認められた。

4) Poststenotic dilatation は弁狭窄例に強くみられるが、その程度は狭窄の程度とは関係がなく、年令に關係があるものと思われた。

5) 術後右心カテーテル検査成績では、右室圧、右室肺動脈間圧勾配の両者が共に下降しており、満足な手術効果が立証された。

6) 術後における血行動態の改善は速かに認められたが、心電図における肥大所見の減退はこれに伴わず、かなりの時間を要するものの如くである。

7) 弁切開後に肺動脈弁閉鎖不全症の発生をみた症例においても心電図所見の改善はみとめられ、重症の弁狭窄が残されている場合にくらべるとその予後は良いものと思われた。

8) 高度の弁狭窄例に合併する右室流出路の機能的狭窄と、真の漏斗部狭窄との鑑別は右室造影像の経時

的分析によつて、ある程度まで可能であることを知つた。

(本論文の要旨は第30回日本循環器総会ならびに第8回関西胸部外科学会において発表した)

稿を終るにあたり、終始御指導、御校閲をたまわつた恩師麻田栄前教授に深甚なる感謝を捧げます。又直接御指導を頂いた武内敦郎講師、ならびに御教示、御協力を頂いた中村和夫前講師、佐藤寛博士、津島昭平博士、江原英彦医学士および教室の諸兄に心から感謝致します。

文 献

- 1) Bentivoglio, G. L., Maranhao, V. and Downing, F. D. : The Electrocardiogram in pulmonary Stenosis with intact septa. *Am. heart J.*, **59** : 347, 1960.
- 2) Boyle, M. D. and Morton, P. : The electrocardiogram in pulmonary valve stenosis with intact ventricular septum. *Brit. Heart J.*, **26** : 477, 1964.
- 3) Brock, R. C. : The surgical treatment of pulmonary stenosis. *Brit. Heart J.*, **23** : 337, 1961.
- 4) Blount, S. G., van Elk, J. and Swan, H. : Valvular pulmonary stenosis with intact ventricular septum. Clinical and physiologic response to open valvuloplasty. *Circulation.*, **15** : 814, 1957.
- 5) Cournand, A., Baldwin, J. S. and Himmelstein, A. : Cardiac Catheterization in Congenital Heart Disease. New York, The Commonwealth Fund. 1949.
- 6) D'Cruz, I. A., Arcilla, R. A. and Agus, M. H. : Dilatation of pulmonary trunk in stenosis of the pulmonary valve and of the pulmonary arteries in children. *Am. Heart J.*, **68** : 612, 1964.
- 7) Coelho, E., De Paiva, E., Numes, A. and Tavares, V. : Angiocardiographic studies of valvular malformation in pulmonary stenosis. relationship of physiologic alterations. *Am. J. Cardiol.*, **10** : 634, 1962.

- 8) Contro, S., Miller, R. A. and Derrick, J. : Relative pulmonary stenosis. *Am. Heart J.* **53** : 542, 1957.
- 9) Dilley, R. B., Longmire, W. P. and Maloney, J. V., Jr., : An evaluation of the clinical results in the surgical treatment of isolated valvular pulmonary stenosis by the closed transventricular hypothermic, and cardiopulmonary bypass techniques. *J. Thoracic and Cardiovas. Surg.* **45** : 789, 1963.
- 10) Fuller, D. N., Marhand, P., Zion, M. M. and Zwi, S. : Homograft replacement of the pulmonary valve. *Thorax.* **21** : 337, 1966.
- 11) Engle, M. A., Ito, T., Lukas, D. S. and Goldberg, H. P. : Electrocardiographic evaluation of pulmonic stenosis. *J. of Pediat.* **57** : 171, 1960.
- 12) Engle, M. A., Ito, T. and Goldberg, H. P. : The fate of the patient with pulmonic stenosis. *Circulation* **30** : 551, 1964.
- 13) Gerbode, F., Ross, J. K., Harkins, G. A. and Osborn, J. J. : Surgical treatment of pulmonary stenosis using extracorporeal circulation. *Surgery* **48** : 58, 1960.
- 14) Gilbert, J. W., Morrow, A. G. and Talbert, J. L. : The surgical significance of hypertrophic infundibular obstruction accompanying valvular pulmonic stenosis. *J. Thoracic and Cardiovas. Surg.* **46** : 457, 1963.
- 15) Hanlon, C. R., Willmann, V. L., Mudd, J. G. and Cooper, T. : Closed valvotomy for pulmonary stenosis. *Arch. Surg.* **86** : 29, 1963.
- 16) Howitt, J. T., Markman, P. and Wade, E. G. : The natural history of isolated pulmonic stenosis. *Brit. Heart J.* **27** : 151, 1965.
- 17) Hessel, E. A., Dillard, D. H., Winterscheid, L. C. and Merendino, K. A. : Surgical treatment of pulmonic stenosis with intact ventricular septum with the use of cardiopulmonary bypass. *J. Thoracic and Cardiovas. Surg.* **49** : 796, 1965.
- 18) 服部 淳, 岩淵 茂, 高屋篤良, 金井美津, 今野草二 : 先天性心疾患(IV)純型肺動脈狭窄症。呼吸と循環, **8** : 501, 昭35.
- 19) 井上 雄 : 純型肺動脈狭窄症の手術適応と手術成績。内科, **6** : 84, 1960.
- 20) Johnson, A. M. : Impaired exercise response and other residua of pulmonary stenosis after valvotomy. *Brit. Heart J.* **24** : 375, 1962.
- 21) Kirklin, J. W., Connolly, D. C., Ellis, F. H., Jr. and Wood, E. H. : Problem in the diagnosis and surgical treatment of pulmonic stenosis with intact ventricular septum. *Circulation* **8** : 849, 1953.
- 22) Lillehei, C. W., Simmons, R. L. and Todd, D. B. : Late hemodynamic response to correction of isolated pulmonary stenosis by open operation during pulmonary bypass. *Circulation* **32** : 258, 1965.
- 23) Luisada, A. A. and Liu, C. K. : Intracardiac Phenomena. In *Right and Left Heart Catheterization*. New York, Grune & Stratton. 1958.
- 24) Little, J. B., Lavender, J. P. and DeSanctis, R. W. : The narrow infundibulum in pulmonary valvular stenosis. Its preoperative diagnosis by angiocardiography. *Circulation* **28** : 182, 1963.
- 25) Lester, R. G., Osteen, R. T., and Robinson, A. E. : Infundibular obstruction secondary to pulmonary valvular stenosis. *Am. J. Roentgenology.* **94** : 78, 1965.
- 26) Levine, O. R. and Blumenthal, S. : Pulmonic stenosis. *Circulation*, **31** & **32** : suppl., III-33, 1965.
- 27) Meter, B. W., Jones, J. C. and Lindesmith, G. G. : The surgery of congenital defects obstructing the outflow of the right ventricle. *Am. J. Surg.*, **106** : 259, 1963.
- 28) 曲直部寿夫, 他 : 肺動脈狭窄症。胸部外科, **16** : 219, 昭38.
- 29) 村上 渉 : 先天性心疾患の血行動態に関する研究 特に心房中隔欠損症を中心として。久留米医学会雑誌, **27** : 357, 昭39.
- 30) 中山耕作, 他 : 心室中隔欠損症兼肺動脈狭窄症の2症例。呼吸と循環, **13** : 917, 昭40.
- 31) 新津勝宏, 他 : 肺動脈異常拡張を呈した症例。小児科診療, **28** : 1223, 昭40.
- 32) Peräsalo, O. : Halonen, I., and Takkunen, J. :

- Surgical treatment of pulmonary stenosis using extracorporeal circulation. *Cardiovascular Surg.* **6** : 168, 1965.
- 33) Silvermann, B. K., Nadas, A. S., Wittenborg, M. H. and Gross, R. E. : Pulmonary stenosis with intact ventricular septum. Correlation of clinical and physiologic data with review of operative results. *Am. J. Med.* **20** : 53, 1956.
- 34) Shanks, S. C. : A Text Book of X-Ray Diagnosis. London Lewis. 1962.
- 35) Slade, P. R. : Isolated infundibular stenosis. *J. Thoracic and Cardiovasc. Surg.* **45** : 775, 1963.
- 36) Steinbicker, P. G., Pryor, R., Swan, H. and Blount, S. G. : Valvular pulmonary stenosis. A report of 100 surgically treated cases. *Am. J. Cardiol.* **17** : 310, 1966.
- 37) 佐藤 寛 : 心臓手術前後の血行動態に関する臨床的研究. 日本胸部外科学会誌, **13** : 1181, 昭40.
- 38) 島津フミヨ : 心臓血管造影法. 南江堂, 昭35.
- 39) Talbert, J. L., Morrow, A. G., Collins, N. P. and Gilbert, J. W. : The incidence and significance of pulmonic regurgitation after pulmonary valvulotomy. *Am. Heart J.* **65** : 590, 1963.
- 40) Tinker, J., Howitt, G., Markman, P. and Wade, E. G. : The natural history of isolated pulmonary stenosis. *Brit. Heart J.* **27** : 151, 1965.
- 41) Tandon, R., Nadas, A. S. and Gross, R. E. : Results of open-heart surgery in patients with pulmonic stenosis and intact ventricular septum. A report of 108 cases. *Circulation* **31** : 190, 1965.
- 42) 常本 実 : 先天性弁膜症の手術年齢の問題. 日本臨床, **24** : 2111, 昭41.
- 43) 上田英雄 : 現代診断検査法大系, 循環器疾患 (2), 第1版, 東京中山書店, 50, 1962.
- 44) Van Buchem, F. S. P. : Dilatation of the pulmonary artery in pulmonary stenosis. *Circulation* **13** : 719, 1956.
- 45) Watson, H. and Lowe, K. G. : Ventricular pressure flow relationships in isolated valvular stenosis. *Brit. Heart J.* **24** : 431, 1962.
- 46) 吉川春寿 : 血液ガス分析法, 臨床医化学 (1) 実験編, 第5版, 東京共同医書出版社 368, 1959.