From the Second Surgical Clinic of Tokyo University.

(Director: Professor S. Kimoto, M.D.)

Phonocardiographic Studies in Tetralogy of Fallot

By

SHOICHI FURUTA

(Received for Publication, Feb. 11, 1959)

Fallot 氏 四 徴 症 の 心 音 圖 學 的 研 究

醫學士 古 田 昭 一

東京大學醫學部第二外科 (擔當 木本誠二教授)

The value of auscultation in the diagnosis of tetralogy of Fallot has not been sufficiently appreciated.

This paper is concerned with the importance of auscultation in its close correlation to the hemodynamics and the morphological findings of tetralogy of Fallot.

This study was carried out in 59 cases with central cyanosis of which 53 cases underwent cardiac surgery and 9 cases were necropsied.

Phonocardiograph with high-pass frequency characteristics was used to obtain phonocardiograms in each case. Sound tracing was recorded simultaneously with electrocardiographic lead, carotid or jugular pulse tracing.

Right ventricular, infundibular and pulmonary pressure tracing were recorded at the right heart catheterisation or by means of direct puncture at surgery.

Results and Conclusions

1) Systolic murmurs of tetralogy of Fallot were classified into the 4 major types as follows:

Type A: Systolic murmurs ceased before the sound of aortic semilunar closure (IIa), and peaks of the systolic murmurs were registered in earlier systole.....21/59 cases (35.6%)

Type B: Systolic murmurs continued to the IIa, these maximal vibrations were nearby midsystole.....24/59 cases (40.7%)

Type C: Systolic murmurs were crescendo in late systole.....11/59 cases (18.6%)

Type D: Systolic murmurs were faintly heard and did not show the definite ejection murmur....3/59 cases (5.1%)

2) These 4 types of systolic murmurs were explained on the basis of the hemodynamics and the morphological findings.

In Type A, infundibular stenosis was severe and valvular stenosis was mild or absent. Infundibular pressure raised at the isometric contraction or at the onset of ejection phase of right ventricular pressure, and then descended suddenly in midsystole. Pulmonary and infundibular systolic pressure were approximately on the same level and both of the systolic pressure curves resembled with each other.

In Type B, some cases had infundibular chamber, in addition to valvular stenosis, while other cases had infundibular stenosis alone.

In Type C, infundibular stenosis was mild or absent, valvular stenosis was severe, infundibular pressure was slightly lower than right ventricular pressure, and pulmonary pressure was lower than the former.

In Type D, infundibular and valvular stenosis were extremely severe. pulmonary pressure was very low and did not show apparent rise of pressure in systole.

Clinically some of the Type A, and all of the Type D were extremely severe cases, while the Type C were mostly mild cases.

3) Presence or site of the pulmonary component of the second heart sound must be determined by analysing both infundibular and pulmonary pressure curves.

In Type A, the earlier descent of infundibular systolic pressure curves suggests the fact that outflow tract is closed at the infundibular region during systole. Accordingly, closure of pulmonary valve may occur earlier than that of the aortic valve.

Phonocardiographic registration revealed such low-frequency, low-pitched vibrations before the aortic component of the 2nd heart sound in 9 cases

out of 21 cases of Type A.

In Type B and C, the infundibular isometric relaxation curves coincided with the right ventricular isometric relaxation curves, and because of the fact that the pulmonary pressure was low, the pulmonary component of the 2nd heart sound delayed. Out of 24 cases of Type B, 2 cases had

this component.

5 cases out of 11 cases of Type C showed the pulmonary component following the aortic closure.

4) Q-I interval was 0.04-0.08 sec.

5) All 59 cases did not show the marked atrial systolic sound or any diastolic murmur.

緒 言

1894年 *Einthoven*¹⁾が電氣的に心音を記録し、それらにつき時間的計測を行つて以來、電子管工學の進歩とともに、心音圖法は循環器病學の診斷法として重要な役割を占めて來た。

しかし過去の心音圖法の價值は客觀的記録と時間的計測にあり、所見に對する考察は剖檢をまつ以外にはなかつた。靜脈カテーテル法の臨床應用により血行動態との關連を知ることが出來、更には心臓外科の進歩にともない形態と動態との兩面より考察する機會があり、新しい觀點より、心音圖が解釋されつつある現状である。

著者は先天性心疾患のうち、外科を訪れることの多い *Fallot* 氏四徴症の心音と血行動態と形態とを考察し、兩者の間に密接な關係があり、心音圖法が本症の手術々式の選擇上有力な診斷法であることを知つたので報告する。

研究 方法

本研究に使用した心音計²⁾は撮影式のもので、主として、帶域 3 (高音)を用いて記録した。その周波數特性は第 1 圖に示すごとく高域濾波器型で 200c/s 前後より急

Fig. 1. The attenuation curves of the two high-pass filters.

激に減衰の度が強くなる山なりの曲線を描く、従つてこの特性によつて録音された心音圖においては、正常心音および、低、中音域の雑音はほぼ、聴覺類似のものと一致するが、200c/s 前後以上の高調の雑音、例えば大動脈瓣閉鎖不全、肺動脈瓣鎖不全にもとづく擴張期雑音等は更に明瞭に描記し得る。尙心尖部の低調の弱い擴張期雑音の存在を確認する際には帶域 1 (低音)、又は *Mingograf* ³⁾の帶域 2, 3 を使用した。使用したマイクロフォンは可

動線輪型、記録紙の速度は 10 cm/sec~20 cm/sec であり、心電圖、必要に應じて右總頸動脈、右外頸靜脈波、心尖搏動、呼吸曲線を同時記録した。

心音記録にあつては、防音室に患者を安靜仰臥せしめ、録音部位は心尖部、心尖内側部、第 2、又は第 3 肋間胸骨左縁及び、右縁の 4 個所を一般に普通の録音部位としたが、動脈管開存症では左鎖骨下、大動脈縮窄症では左背面、肺動靜脈瘻では雑音の最良聴取部位などその疾患特有の最良聴取部位を録音部位とした。マイクロフォンは被檢者の録音部位に軽く密着固定することが肝要で、*Mingograf* 及び撮影式ともにマイクロフォンの直徑は 3 cm, 3.6 cm で幼兒には過大で肋間に間隙が生じ、録音が不能になる缺點があつた。また、高音域の録音では、呼吸音により妨害されるため、軽い呼氣の後に呼吸を停止させ記録した。

心音圖上の時間的計測は 1/100秒單位で測定したが、各心周期で計測値はかなり變動するので 7~9 周期につき計測し、これを平均した。第 2 音の分裂等比較的計測し易いものは參考として 1/1000秒まで測定した。

心内壓測定にあつては、心臓カテーテル施行時は原點を幼兒にては背面より 5 cm 上、成人では 10 cm 上とした。手術中壓測定時には右側開胸時には右房底面、左側開胸時には左房底面を原點とした。

使用した電氣壓力計は *Sanborn* 社製の電氣容量型壓力計、差動ソレノイド型電氣壓力計 (Model 267 B) で記録裝置は *Sanborn* 社製 *Polyviso* を用いた。記録紙の搬送速度は 5 cm/sec、又は 10 cm/sec で、使用したカテーテルは F 6.7.8 で、術中壓測定もカテーテル挿入可能な場合はカテーテルを挿入測定した。直接穿刺針 (18 ゲージ) を長さ 80 cm の硬質ポリエチレン管に接續して使用した。術中は 3 臺の電氣壓力計を同時に使用し 3 カ所の壓曲線と心電圖とを同時記録し、又心臓カテーテル法施行時も二本のカテーテルを挿入し 2 カ所の壓を同時記録するごとく努めたが、それが出來なかつた症例では心電圖上各々の RR 間隔に變動の少いところを選び各内壓曲線を重ねて相互關係をみた。

心臓カテーテル法における血液ガス測定は *Van Slyke* 氏⁴⁾等の方法に準じ、又血流量の計算は *Fick* の原理により *Bing*⁵⁾の方法に準じて計算した。

研究の 対象

心音を記録した症例は 59 例、男 37 例、女 22 例、6 才以

下24例, 7才~13才24例, 14才以上11例であつた. 53例は手術が施行され, 9例に剖検が行われた.

成績

1) 収縮期雑音

a) 分類 (第2圖)

Fig. 2. Classification of the systolic murmurs of tetralogy of Fallot.

第3肋間での高音心音圖で収縮期雑音の持続, 及び型を中心として, 次に示す基準により4型に分類した.

A型……収縮期雑音が第1音に引續いて最大振幅を示し, 急速に減衰し, 第2音の前にすでに終り, 収縮期全般には雑音の持続しないもの

B型……雑音が収縮期全部に亘つて記録され, 最大振幅が前又は中央附近にあるもの

C型……収縮雑音は crescendo でその最大振幅は後半にあるもの

D型……収縮期雑音の形が不定で且つ弱く, 驅出雑音の波形を示さないもの

b) 各型の例数と全例に対する百分率

A型 21例 35.6%

B型 24例 40.7%

C型 11例 18.6%

D型 3例 5.1% であつた.

A, B, Cの3型につき, その収縮期雑音の最大振幅の部を数値で表すため第3圖の如く, ECGの第2誘導の

Fig. 3. Q-I interval was measured from Q (ECG) to onset of the main vibration of the 1st sound. Q-M.S.M. interval was measured from Q (ECG) to maximal amplitude of the systolic murmurs. IIa is the aortic component of the 2nd sound.

Qより第2音の大動脈成分迄を Q~IIa 時間, 収縮期雑音の最大振幅の部迄を Q~M.S.M. 時間として, 7~9心周期を測定平均し, Q~M.S.M. 時間の Q~IIa 時間に對する比をとると第1表のごとくなる. また第1表には動脈血脈血酸素飽和度, 有効肺血流量, 體血流量, 及び有効肺血流量の體血流量に對する比も示した.

c) 各型の $\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIa}$ の分布 (第4圖)

第4圖のごとく, B型にも収縮期前半に最大振幅を示すものが多く含まれる.

Fig. 4. $\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIa}$ distribution of Type-A, B, C. of the systolic murmurs.

d) $\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIa}$ と動脈血酸素飽和度 (第5圖)

第5圖の如くで, 兩者の間には相關々係は見られないが, 各型の平均について見ると, A型10例平均 69.7%, B型16例平均 72.5%, C型9例平均 79%, D型2例平均 72.6%で, A型に動脈血酸素飽和度の低下の著しいものがあつたが, 各型の間に明瞭な差はない.

TABLE I. RR INTERVAL, Q-I INTERVAL, IIA-IIP INTERVAL, $\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIA}$, ARTERIAL OXYGEN SATURATION, AND PER CENT OF EFFECTIVE PULMONARY FLOW IN RELATION TO SYSTEMIC FLOW IN 59 CASES OF TETRALOGY OF FALLOT.

Type A.

No.	Name	Age Sex	RR Sec	Q~I Sec	Q~IIa Sec	Q~M.S.M. Sec	Q~M.S.M. Q~IIa%	IIP	IIP~IIa Sec	Arterial Blood O ₂ Sat. %	Qepa cc/min/ m ²	Qscv/ min/ m ²	Qepa/ Qs%
1	K.K.	10 f	0.71	0.07	0.38	0.14	36.8	+	0.065	88	2.12	2.99	71
2	N.K.	3 m	0.78	0.06	0.38	0.11	27.8			70	1.38	4.60	30
3	Y.S.	7 m	0.67	0.06	0.35	0.12	35.4						
4	S.S.	7 f	0.84	0.06	0.37	0.11	29.8						
5	K.M.	6 m	0.62	0.06	0.37	0.13	36.5						
6	Y.S.	5 m	0.86	0.06	0.38	0.16	40.8						
7	K.K.	7 m	0.62	0.05	0.32	0.12	38.1						
8	H.A.	7 m	0.62	0.06	0.34	0.11	32.2						
9	T.W.	9 f	0.62	0.06	0.33	0.13	39.2	+	0.075				
10	Y.M.	12 f	0.52	0.05	0.29	0.11	38.1	+	0.052	81.5	2.5	4.0	62.5
11	Y.N.	6 f	0.48	0.05	0.29	0.10	38.5	+	0.065				
12	Y.T.	6 f	0.62	0.05	0.34	0.12	34.6	+	0.082	75.1			
13	K.N.	8 f	0.71	0.06	0.34	0.13	39.4			72.3	1.9	6.4	29.7
14	A..K	14 m	0.64	0.06	0.34	0.12	35.5						
15	M.W.	5 m	0.57	0.05	0.31	0.14	45.7	+	0.030	65	1.9	8.6	22
16	Y.N.	15 m	0.69	0.06	0.34	0.13	39.3	+	0.072	60	1.9	5.2	36.7
17	T.T.	3 m	0.48	0.04	0.28	0.11	39.0						
18	T.Y.	7 m	0.43	0.05	0.24	0.10	41.0						
19	T.A.	6 m	0.49	0.06	0.30	0.11	37.0			55.7			
20	S.H.	6 m	0.72	0.06	0.31	0.12	37.0	+	0.065	79.1	1.23	2.60	46
21	N.M.	4 m	0.51	0.05	0.29	0.10	35.2	+	0.082				

Type B.

No.	Name	Age Sex	RR Sec	Q~I Sec	Q~IIa Sec	Q~M.S.M. Sec	Q~M.S.M. Q~IIa%	IIP	IIP~IIa Sec	Arterial Blood O ₂ Sat. %	Qepa cc/min/ m ²	Qscv/ min/ m ²	Qepa/ Qs%
22	K.T.	12 f	0.93	0.07	0.39	0.18	45.2			81	1.62	2.62	62
23	Y.Y.	4 f	1.01	0.07	0.38	0.21	55.8			84			
24	M.I.	2 f	0.68	0.06	0.34	0.12	35.2			89	2.22	2.86	78
25	T.N.	6 m	0.75	0.07	0.38	0.21	55.2			82	1.64	2.22	74
26	T.K.	7 m	0.71	0.07	0.36	0.21	58.0	+	0.075	77	1.97	8.27	24

27	M.T.	8 f	1.03	0.07	0.40	0.18	44.0			79	2.48	4.85	51
28	K.T.	21 f	0.67	0.05	0.39	0.26	65.0			84	1.67	2.99	
29	S.H.	8 m	0.58	0.07	0.33	0.14	41.0			72	2.14	5.53	39
30	T.O.	16 f	0.66	0.06	0.33	0.23	68.0			76			
31	M.T.	8 m	0.58	0.06	0.34	0.15	44.2						
32	K.A.	9 m	0.66	0.06	0.33	0.15	45.5	+	0.085				
33	S.A.	11 m	0.80	0.07	0.33	0.20	61.0			81.1	2.70	4.70	57.4
34	I.K.	12 m	0.77	0.07	0.33	0.22	67.2			87.5	4.06	5.82	70.0
35	T.K.	19 m	0.99	0.08	0.38	0.25	66.0			84.4	2.58	4.81	53.8
36	S.N.	9 m	0.71	0.06	0.34	0.23	66.2			89.1	2.90	3.49	86
37	N.N.	9 f	0.75	0.07	0.38	0.16	40.7						
38	K.N.	17 m	0.59	0.07	0.32	0.10	31.2			83	1.95	2.83	68
39	H.S.	22 m	0.68	0.06	0.34	0.20	58.2			84.5	3.59	6.50	55
40	S.S.	6 f	0.65	0.07	0.31	0.12	38.6						
41	N.K.	4 m	0.62	0.05	0.31	0.14	46.0						
42	Y.S.	23 m	0.64	0.06	0.32	0.20	63.0			86.9	2.73	4.52	50
43	T.O.	6 f	0.64	0.06	0.33	0.21	61.8						
44	T.M.	4 m	0.63	0.05	0.31	0.18	59.0						
45	M.T.	5 f	0.74	0.06	0.33	0.22	65.0						

Type C.

No.	Name	Age Sex	RR Sec	Q~I Sec	Q~IIa Sec	Q~M.S.M Sec	Q~M.S.M. Q~IIa%	IIp	IIa~IIp Sec	Arterial Blood O ₂ Sat.%	Qepacc /min/ m ²	Qscc/m in/m ²	Qepa/ Qs%
46	E.S.	6 f	0.72	0.07	0.36	0.30	80.8			65	1.85	5.16	36
47	T.M.	12 f	0.77	0.08	0.36	0.27	73.5			89	3.49	5.09	69
48	K.H.	13 m	0.98	0.07	0.44	0.36	81.2	+	0.100	83	2.78	6.83	41
49	T.C.	22 f	1.01	0.07	0.40	0.35	86.0	+	0.083	85.6	2.03	2.72	75
50	S.A.	18 f	0.62	0.04	0.32	0.25	87.8						
51	N.N.	12 m	0.63	0.05	0.33	0.28	86.0	+	0.088	72.4	1.86	5.56	33.4
52	A.S.	6 m	0.49	0.06	0.28	0.24	89.0			74	1.92	5.75	33.4
53	S.T.	6 m	0.86	0.05	0.36	0.27	74.8	+	0.074				
54	K.I.	7 m	0.62	0.07	0.32	0.24	76.0			68.1			
55	Y.C.	6 m	0.75	0.06	0.35	0.30	86.6	+	0.086	83.1	1.60	2.60	61.8
56	M.M.	5 m	0.60	0.06	0.32	0.26	81.2			90.9	2.70	2.97	91.2

Type D.

57	R.M.	16 m	0.64	0.08	0.34					77.1	1.23	4.23	29
58	N.K.	12 m	0.59	0.08	0.33					68.1			
59	S.K.	4 f	0.54	0.06	0.40								

Fig. 5. Relation of arterial oxygen saturation to $\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIa}$.

e) $\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIa}$ と有効肺血流量の體血流量に對する百分率⁶⁾⁷⁾第6圖に示す如くで、兩者の間に相關はない。

各型の平均についてみると、A型6例平均39.1%, B型13例平均59.1%, C型8例平均55%, D型1例29%であった。

Fig. 6. Correlation between ratio of effective pulmonary flow to systemic flow ($\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIa}$) and $\frac{Q-M.S.M.}{Q-IIa}$.

f) 心音圖上の各型と心内壓曲線との關係

59例中、右心カテーテル法の施行されたのは38例であるが、このうち肺動脈、圓錐部、右心室引き抜き壓曲線を得たのは9例にすぎなかつた。術中直接穿刺による壓測定は11例に施行した。手術が右側開胸で行われた症例は施行不能であつた。

A型 第7圖 a) は剖検で圓錐部狹窄のみで、瓣狹窄の

なかつた例の肺動脈、圓錐部、右心室引き抜き壓曲線で圓錐部壓は、右心室の isometric contraction より increased ejection phase の初期に最大に達して右心室の maximal ejection の時期にすでに下降を示した。術中穿刺の4例でも同様な所見を得た。

B型 第8圖 a) は症例45の術中直接穿刺による心内壓曲線で、明かな圓錐部室を認め、圓錐部壓の直接穿刺による記録も可能であつた。さらに肺動脈瓣にも狹窄のあることが考えられた。第8圖 b) はこれ等の壓曲線を重ねたもので圓錐部壓は右室の isometric contraction よりやや遅れて上昇し、急激な壓變動が、收縮期早期にあり、その後 30 mmHg 内外の壓が收縮期の間維持されて isometric relaxation とともに下降していた。肺動脈壓曲線では、その壓上昇は更に遅れ、壓も低いが、波形は圓錐部壓曲線を反映していた。圓錐部壓の得られなかつた1例を除き、他の3例もいずれも、圓錐部壓と肺動脈壓の間に壓勾配を認めた。

C型 第9圖 a) 症例55の術中の直接穿刺によつて得た肺動脈、圓錐部、右心室壓曲線で、第9圖 b) はそれ等を重ねたものである。圓錐部壓は右心室波形に近いが、右心室の increased ejection phase に壓上昇が阻害されていた。肺動脈壓曲線は低く、肺動脈瓣狹窄が主であつた。

第10圖 a) 症例53の術中直接穿刺により、右心室、肺動脈壓を描記したものであるが、剖検では瓣狹窄のみで圓錐部狹窄は認められない比較的珍らしい症例であつた。肺動脈壓曲線は收縮期後半で上昇を示した。

心音圖では1音に続く Claquement protosystolique⁸⁾を見るが、肺動脈壓曲線には何等それを思わせる振動はないので、aortic ejection sound とも考えられるものである。

D型 第11圖 a) 症例59の術中の右心室、肺動脈壓曲線で肺動脈壓の變動は少かつた。

g) 心音圖上の各型の心内壓曲線の検討

第12圖の如く、 $Q-M.V.D.$ 時間 (Q より右心室壓の最大壓部位までの時間)、 $Q-M.If.$ 時間 (Q より圓錐部壓の最大壓部位までの時間)、 $Q-M.P.A.$ 時間 (Q より肺動脈壓の最大壓部位までの時間) また心音の $Q-IIa$ 時間に相當するものとして右心室の ejection phase の終りまでを $Q-E.E.$ 時間として、夫々 1/100 秒單位で測定した。各部の壓と、上記の時間的測定値は第2表に示す如くである。

第13圖は壓と $\frac{Q-M.V.D.}{Q-E.E.}$, $\frac{Q-M.If.}{Q-E.E.}$, $\frac{Q-M.P.A.}{Q-E.E.}$ の百

Fig. 7. a) Withdrawal pressure tracing through the pulmonary artery, the infundibulum, and the right ventricle in Case 21 (N.M.) in which "band" type of the severe infundibular stenosis, no pulmonary valvular stenosis, was proven by necropsy. b) Pressure curves of the pulmonary artery and the right ventricle. c) Superposition of the pressure curves of the pulmonary artery and the right ventricle. The peaks of the pulmonary pressure were significantly ahead of the maximal ejection of the right ventricular pressure curves and the peaks of infundibular pressure curves were simultaneous with the peaks of the pulmonary pressure curves. d) In this Case 21 the early systolic murmurs were recorded.

分率の關係を示すもので、右心室の最大壓部位はに Q~E. E. 對して 50~80%のところに集中した。圓錐部壓の高いものは、その最大壓部位は右心室の最大壓部位に近い、やや遅れた。圓錐部壓の低いもの、即ち圓錐部狹窄の強いものは、右心室の收縮期前半に圓錐部の最大壓部位があつた。肺動脈の最大壓部位はそれぞれの圓錐部壓の高さにより、瓣狹窄の存在するか否かによつて種々であつたが、圓錐部壓が高く、瓣狹窄の強かつたものは收縮期の後半に最大壓部位があつた。これと心雑音の各型との關係は第13圖にみるごとく良く一致した。

h) 形態學的諸檢索と心音との關係

59例中9例に剖檢を行い得た。そのうちわけは(第3表) A型3例, B型3例, C型2例, D型1例であつた。圓錐部狹窄の分類は Baffes⁹⁾等の方法に準じ教室の平手¹⁰⁾により行われたもので、A型の3型の圓錐部狹窄はいずれも、帶狀狹窄で強いものであつたが、肺動脈は缺くか、極く輕度であつた。B型では圓錐部狹窄は帶狀、

中間型、代償型でその狹窄の程度はA型のものよりはやや輕度で、かなりの圓錐部室がみられるものもあつた。

肺動脈瓣狹窄は輕度か、これを缺いていた。

C型では1例は圓錐部狹窄を缺き瓣狹窄を缺き瓣狹窄のみで、1例は輕度の帶狀狹窄であつた。しかし瓣狹窄はいずれも高度で、肺血流の障害に關しては圓錐部よりも肺動脈瓣狹窄が主なものであると考えられた。

D型の1例は瓣狹窄が非常に高度で、瓣は全く融合し噴火口狀でその頂點に小孔が開いているに過ぎなく、肺動脈圓錐部狹窄は代償型であつた。

2) 第1音

正常例に比すると第1音は強く鋭く感じられた。Q~I時間(ECGのQより第1音の主振動の起始部迄の時間)は表2より 0.04" 2例, 0.05" 12例, 0.06" 25例, 0.07" 16例, 0.08" 4例であつた。

第1音の分裂(僧帽瓣, 三尖瓣の非同時性閉鎖のためと考えられる)は見られなかつた。

Fig. 8. a) In Case 45, right ventricular, infundibular and pulmonary pressure curves were registered simultaneously by direct puncture at surgery. b) Diagram of super-imposed right ventricular V.D., infundibular (If.) pulmonary (P.A.), pressure curves. There were pressure gradient between right ventricle and infundibulum, additionally between the infundibular chamber and the pulmonary artery. c) B Type of the systolic murmurs.

Fig. 9. a) Simultaneous pressure tracing of the right ventricle, the infundibular chamber, the pulmonary artery by means of direct puncture in Case 55 at surgery. b) Superimposition of the pressure curves from the pulmonary artery (P. A. solid heavy line), the infundibular chamber (If. broken line), the right ventricle (V. D. solid light line), the aorta (Ao. broken line). In early systole the pulmonary pressure was higher than the infundibular pressure, probably due to a "Venturi effect". c) Phonocardiogram of this case showed the crescendo systolic murmurs and the splitting 2nd sound, its interval was about 0.08 sec.

Fig. 10. a) In Case 53 simultaneous pulmonary, right ventricular pressure tracing were registered by direct puncture at surgery.
 b) Superimposition of both pressure curves
 c) Phonocardiogram showed the late systolic murmurs, the splitting 2nd sound and the aortic ejection sound.

Fig. 11. a) In Case 59 simultaneous pulmonary and right ventricular pressure curves were recorded by direct puncture during surgery. Note no significant peaks in the pulmonary pressure curves.
 b) Phonocardiogram did not show the definite shaped systolic murmurs, on auscultation were heard the very faint systolic murmurs at the parasternal third intercostalspace.
 c) A marked cyanosed man, 26 years old, on the angiocardiographic examination all the contrast medium flowed out through the dilated, and dextroposed aorta and the pulmonary artery could not be visualized, probably diagnosis might be "pseudotruncus". On the phonocardiogram no definite systolic murmur, prominent aortic ejection sound were recorded.

Fig. 12. A schematic representation of pressure curves in the right ventricle, the infundibular chamber, the pulmonary artery, and the aorta. Interval between the each peak of the right ventricle (M.V.D.), the infundibular chamber (M.If.), the pulmonary artery (M.P.A.) and Q (ECG) were termed Q-M. V. D., Q-M. If., Q-M. P. A. and duration from Q (ECG) to the end of right ventricular ejection phase was termed Q-E. E.

Fig. 13. Relation of $\frac{Q-M. V. D.}{Q-E. E.}$, $\frac{Q-M. If.}{Q-E. E.}$, $\frac{Q-M. P. A.}{Q-E. E.}$ to pressure

In those cases illustrated by broken line, although the infundibular pressure was not obtainable, supposed to have the infundibular stenosis at surgery.

Note the peaks of the lower infundibular pressure curves were ahead of those of right ventricular pressure curves.

TABLE II. ANALYSES OF INTRACARDIAC PRESSURE IN 17 CASES AT RIGHT HEART CATHETERISATION OR DIRECT PUNCTURE.

Type A

No.	Name		RR Sec	Q~B.I.C. Sec	Q~E.E. Sec	Q~M.P.A. Sec	Pressure of P.A. mmHg	$\frac{Q-M.P.A.}{Q-E.E.}$ %	Q~If. Sec	Pressure of If. mmHg	$\frac{Q-M.If.}{Q-E.E.}$ %	Q~M.V.D. Sec	Pressure of V.D. mmHg	$\frac{Q-M.V.D.}{Q-E.E.}$ %
6	Y.S.	Catheterization	0.42	0.08	0.34	0.14	10/3	41.2	0.13	10/0	38.3	0.18	100/0	53.0
10	Y.M.	"	0.73	0.07	0.35	0.15	12/6	45.0				0.28	120/3	81.0
10	Y.M.	Direct puncture	0.42	0.06	0.26	0.12	15/10	46.0				0.17	70/0	63.5
12	Y.T.	"	0.38	0.07	0.21	0.08	10/5	38.5				0.13	100/0	62.0
13	K.N.	"	0.40	0.06	0.24	0.11	18/10	44.0				0.14	120/5	59.0
14	A.K.	"	0.33	0.05	0.27	0.10	20/14	36.8				0.21	120/7	77.0
21	N.M.	Catheterization	0.37	0.07	0.28	0.11	20/10	39.3	0.11	30/0	39.3	0.22	93/3	78.0

Type B

33	S.A.	Catheterization	0.53	0.06	0.30	0.20	10/5	67.0	0.18	20/3	60.0	0.20	100/6	66.5
34	I.K.	"	0.53	0.08	0.33	0.20	14/2	60.0	0.17	66/0	53.2	0.26	120/0	80.0
38	K.N.	"	0.69	0.07	0.35	0.17	20/8	50.0	0.27	44/10	78.0	0.28	105/3	81.0
38	K.N.	Direct puncture	0.71	0.07	0.34	0.18	30/20	54.0	0.25	72/13	73.6	0.26	80/3	76.5
39	H.S.	Catheterization	0.53	0.07	0.32	0.21	12/7	65.6	0.17	20/5	55.0	0.21	120/0	65.6
39	H.S.	Direct puncture	0.69	0.06	0.34	0.23	15/9	67.8				0.21	80/0	62.0
45	M.T.	"	0.35	0.05	0.21	0.12	18/12	57.0	0.11	40/10	52.0	0.14	100/8	67.0

Type C

49	T.C.	Catheterization	0.68	0.06	0.36	0.28	20/5	78.0	0.22	87/0	61.0	0.20	130/0	55.5
53	S.T.	Direct puncture	0.49	0.04	0.24	0.27	18/5	111.0				0.17	84/0	68.0
54	K.I.	"	0.39	0.07	0.28	0.25	15/10	91.0				0.18	70/5	65.4
55	Y.C.	"	0.41	0.07	0.25	0.16	23/15	62.0	0.20	100/3	80.0	0.14	110/5	56.0
56	M.M.	Catheterization	0.61	0.06	0.33	0.31	13/7	93.3	0.18	63/2	53.3	0.30	82/0	89.0

Type D

59	S.K.	Direct puncture	0.40	0.04	0.28	0.08	10/5	28.6				0.30	98/4	78.8

RR, RR interval; Q-B.I.C, interval from Q to onset of right ventricular contraction; Q-E.E., interval from Q to end of ejection phase; Q-M. P. A., interval from Q to peak of pulmonary pressure curves; Q-M. If., interval from Q to peak of infundibular pressure curves; Q-M. V. D., interval from Q to peak of right ventricular pressure curves;

TABLE III. MORPHOLOGIC FINDINGS OF THE PULMONARY VALVULAR AND INFUNDIBULAR STENOSIS AND THE DEGREE OF AORTIC OVER-RIDING TO THE RIGHT VENTRICLE IN EACH TYPE OF THE SYSTOLIC MURMURS OF TETRALOGY OF FALLOT.

No.	Name	Age Sex	Pulmonary Valve		Infundibulum		Aortic over-riding to right Ventricle %	Ventricular septal defect Dorso-ventral length mm	Phonocardiographic findings	
			No. of cusps	Stenosis	Classifi- cation	Length mm			Q~M. S. M Q~IIa %	IIp
Type A										
6	Y.S.	5 m	3	—	Band	15	50	10	40.8	?
7	K.K.	7 m	2	+	"	20	35	12	38.1	?
21	N.M.	4 m	3	—	"	20	65	12	35.2	+
Type B										
32	K.A.	9 m	2	—	Band	15	35	13	45.5	+
35	T.K.	19 m	2	+	Inter- medial	30	65	17	66	?
37	N.N.	9 f	2	—	Compensate	15	35	12	40.7	?
Type C										
53	S.T.	6 m	3	++	—	5	40	11	74.8	+
56	M.M.	5 m	2	+++	Band	20	70	14	81.2	?
Type D										
57	R.M.	16 m	2	+++	Compensate	10	50	17		?

3) 大動脈駆出音 (Aortic ejection sound) (Ao.E.S.)

右→左短絡が大動脈が右位で胸壁に近く、擴張している如き Fallot 氏四徴症、偽型總動脈幹症等では記録され易いものと考えられる。

Fallot 氏四徴症、特に A 型、B 型の一部のごとく前半に強い収縮期雑音を示す症例では、Ao. E. S. 収縮雑音におおわれて、心音圖からこれを指摘することは困難な場合もあるが、頸動脈波の上昇の初期と一致するとき振動は Ao. E. S. と考えて良いものと思われる。

Q~Ao. E. S. 時間は A 型例では case 10. 0.10", case 11. 0.09", case 14. 0.10", B 型例では case 23. 0.12", case 29. 0.12", case 36. 0.12" C 型例では case 47. 0.11", case 48. 0.11", case 49. 0.10", case 50. 0.10", case 51. 0.09", case 53. 0.11", と明瞭に測定し得た。

4) 第2音

大動脈瓣閉鎖音 (IIa). 心音圖より判定すると心基部における IIa は右胸心の 1 例 (case 16.) を除きその外の全例に胸骨左縁の方が右縁より大であつたが、聴診上の印象としては、A 型、B 型の一部にみられるごとく、収縮期雑音が前半のみに強く、後半では著しく減弱する症例では IIa に鋭く大きく感じられ、C 型のごとく、第2音の前に強い crescendo な収縮期雑音があり第2音に及ぶときは、隠蔽作用 (masking effect) により、第2音を

強くは聴取出来ない。このことは、Audiovisual Heart Sound Recorder により録音されたものを再生比較検討することによつても確かめられた。

肺動脈瓣閉鎖音 (IIp).

A 型 第7, 14 圖に示す如く、圓錐部壓は右室収縮期の初期に上昇し、右心室壓の最大駆出期に達しないうちに急速に低下した。肺動脈壓もほぼ同様な變動を示したが圓錐部壓は肺動脈壓よりも低下することより、この兩者の交叉點は肺動脈瓣の閉鎖する時期、即ち、IIp の發生があると考えられた。IIa よりも前方に、即ち収縮期中期で IIp が發生していると考えられた。心音圖でこれを検討すると、収縮期早期で雑音が最大振幅に達し減衰した後、振幅がやや大きい単一な低周波數の振動がみられる場合があつた。これは IIp と考えられた。A 型の 21 例中 9 例に認められた。IIa との時間的關係は IIp~IIa 時間は 0.030"~0.082", 平均 0.065" で呼吸性に變動し易く、左 第2, 3 肋間の高音、中音心音圖に良く記録された。

B 型 圓錐部壓がかなり高く、圓錐部壓の下降脚が右心室の isometric relaxation と一致する場合が多く、肺動脈瓣狹窄のため肺動脈壓は低かつた。肺動脈壓曲線と圓錐部壓曲線の交叉點は IIa より後れるものと考えられた。心音圖上 B 型では 22 例中 2 例に IIa より後れて IIp が

Fig. 14 Registration of the pulmoary component of 2nd sound (IIp) ahead of the aortic component (IIa) in some cases of Type-A

- a) A schematic diagram of three components of the intracardiac pressure. In A-Type, group of the severe infundibular stenosis, the infundibular pressure falls earlier than the ventricular pressure because of out-flow obstruction due to muscular contraction of the infundibular region. Earlier fall of the infundibular pressure causes earlier closure of the pulmonary valves than the aortic closure. Vibrations of IIP are low frequency and low-pitched.
- b) Case 11
- c) Case 16

みとめられた IIa-IIp 時間は case 26 0.075", case 32 0.085" であった。

C 型 圓錐部室は大きく圓錐部圧は大で、有意な肺動脈瓣狭窄を伴う例では、圓錐部室と肺動脈瓣狭窄との関係は心室中隔缺损を伴わない肺動脈狭窄症の关系到近いと推定された。IIp は11例中5例にみられた。case 46. 0.100", case 47. 0.083", case 49. 0.088", case 51. 0.074", case 53. 0.086", であった。

D 型 分裂を認めたものは1例もなかった。

5) 第3音, 心房音

第3音, 心房音は低音心音圖に僅かに記録されたが、著明なものはない。

6) 擴張期雑音

59例の経験では、心尖部、心基部に擴張期早期、中期前收縮期雑音を聴診した例はなかった。

考 按

1) 收縮期雑音, その強さは種々で Donzelot¹¹⁾等によれば、強いものは100例中55例、中等度のものは25~30例、弱いものは10~15例であったと述べている。Brown,¹²⁾ Kjellberg 等³⁾ Vogelpoel¹³⁾等, Leatham¹⁴⁾の述べている如く、心室中隔缺损も伴わない重症の肺動脈狭窄症よりも弱いと考えられるが、非常に弱く聴取される症例も

あった。Mannheimer⁶⁾は61例中2例に、Donzelot¹¹⁾等は100例中6~10例に收縮期雑音を記録しなかったと述べているが、著者の59例ではいずれも收縮期雑音を聴取し且つ記録した。

收縮期雑音の記録部位として第3肋間胸骨左縁を用いた理由は、手術時圓錐部狭窄の部に強い顫動を觸れた症例での術前の雑音の最良聴取部位は左第3~第4肋間で左第2肋間では雑音の持続も短かく、且つ強さも弱かつたからである。

心室中隔缺损の收縮期雑音に關與する問題については、Holldack¹⁵⁾はその可能性を指摘しているが、(その後の彼の著書¹⁶⁾では Mannheimer の考え方を引用しその説が變更されているようである) Kjellberg³⁾等, Vogelpoel¹³⁾等はそれに反対の立場をとっている。

Eisenmenger 氏症候群、偽型總動脈幹症等で收縮期雑音を缺くか又は非常に弱い場合があり、また重症の Fallot 氏四徴症でチアノーゼ發作時、心雑音の消失、または減弱することは屢々経験するところである。また Fallot 氏四徴症の心室中隔缺损の前後径は 10mm~17mm で、又 Selzer¹⁷⁾等も述べているごとく左→右短絡を主とする心室中隔缺损症の術中計測では Fallot 氏四徴症に比べればはるかに小さい。以上の事實より心室中隔缺损に起因する收縮期雑音を聴診あるいは記録する可能性は少ないものと考えられる。

a) 分類

4型に分類しこれを血行動態、形態の面より考察した報告は見当たらないが、Kjellberg³⁾等は一般に Fallot 氏四徴症の收縮期雑音は early systolic murmur であると述べ、瓣狭窄の1例に late systolic murmur を認めている。Vogelpoel¹³⁾等も重症の心室中隔缺损を伴わない肺動脈狭窄症よりも雑音の持続の短い事を述べ、軽症の例では雑音の持続は長い、第2音を不明瞭にするほどの症例に相遇していないと報告している。以上よりもA型B型の症例が多く、C型の症例は少ないものと考えられる。

b) 分類上の各型と重症度

Mannheimer⁶⁾ Vogelpoel¹³⁾等とはともに收縮期雑音の持続の短く弱いものは重篤例で、持続の長いものは軽症例であると述べている。著者は雑音の持続、即ち雑音の最大振幅を示す点と、酸素飽和度、有効肺血流量の體血流量に對する百分率との間には有意の關係を見ることは出来なかった。併し、D型及び、A型の1部は確かに重篤例であり、C型は比較的軽症であるとの印象を受けた。

c) 心音圖上の各型と心内壓曲線との關係

A型 圖7にみるごとく、右心カテーテル法検査時の肺動脈より右室への引き抜き壓曲線を示すが、圓錐部圧は右心室の isometric contraction より increased ejection phase の初期に最大に達して右心室の maximal ejection の時期にはすでに下降を示した。これは Rodbard¹⁸⁾等の述べる如く心室の收縮に伴い圓錐部の發達した厚い筋層

自身により非常に狭い肺動脈への流出路がさらに狭窄又は閉鎖され肺への血流の阻止が起ることによるものと考えられる。右心カテーテル法ではカテーテル自體による圓錐部の狭窄又は閉鎖も當然考えられるので、A型の4例につき肺動脈、圓錐部、右心室の直接穿刺を試みた。しかし圓錐部の存在は十分考えられたが、圓錐部壓は得られなかつた。術中穿刺による肺動脈壓曲線は *isometric contraction* より *increased ejection phase* の初期にかけてのみ上昇を示した。即ち、この時期に狭窄部を通過する血流が最大になり心雑音も最大になると考えられる。手術時圓錐部上で強く顫動を觸れることよりもA型の收縮期雑音は主に圓錐部狭窄に起因するものと考えられる。

B型 圖8に示した心内壓曲線にもとづいて、もう一度本症の雑音を考えてみると、右心室の *isometric contraction* より *increased ejection* にかけて圓錐部壓は急激に上昇している。そして *maximal ejection* の時期にやや低下し、收縮期全般にはほぼ同じ壓を保ち、*isometric relaxation* に入ると低下している。これは圓錐部壓は大動脈瓣開放前圓錐部狭窄を通して右室壓を反映して上昇するが、大動脈瓣開放とともに、狭窄部の抵抗の方が大動脈瓣の抵抗より大なるために、やや低下すると考えられる。肺動脈瓣にはさらに狭窄があり、その壓上昇は圓錐部壓より更に遅れ、收縮期のほぼ中央にみられた。雑音の發生は圓錐部狭窄、瓣狭窄の兩者より發生するものと考えられる。またB型の症例のうちには、收縮期雑音の前半と後半では周波数成分がことなり後半の雑音が前半よりも振動数が多く、聴診上もこれを明瞭に區別し得る場合がある。かかる症例での心内壓は、圓錐部壓が高く圓錐部と肺動脈との壓勾配は前半では小で、後半では大となり、前半の雑音は右心室壓で圓錐部狭窄より、後半はやや高い圓錐部壓で肺動脈瓣より生ずるものと考えられる。兩者を併せると、收縮期全般に互つて持續するB型の心雑音となる。*Holldack*¹⁵⁾が *Fallot* 氏四徴症の收縮期雑音は二つの成分の混合であると記載し、山川¹⁶⁾もこれを指摘しているがかかる型のものを示すものと思われる。C型 圖9 b.cの如く右心室の *maximal ejection* の時期に圓錐部壓は低い壓を示す。しかし肺動脈壓はそれより高いので、圓錐部壓のこの低下は、*Venturi* 効果によるものと考えられる。本例の圓錐部壓と肺動脈瓣狭窄との関係は心室中隔缺损を伴わない肺動脈狭窄症に類似し、圖9.cにみる如き、*crescendo* な雑音を呈するものと考えられる。圖10は瓣狭窄のみの *Fallot* 氏四徴症の右心室、肺動脈壓曲線及び心音圖であるが、肺動脈壓は收縮期後半で最大壓を示す。心雑音も收縮期後半で *crescendo* にIIaに達している。*Kjellberg* 等³⁾は瓣狭窄のみの例に *late systolic murmur* を記録したと記載している。

D型 圖11の症例は術中の觸診では高度の圓錐部狭窄と肺動脈の充満は不充分で肺血流量の極度の減少を推定

せしめた。術中直接穿刺による肺動脈壓曲線の變動は少く、心音圖でもはつきりした騒出雑音を示さなかつた。以上各型の特徴的と思われる症例の心内壓曲線より心音を説明したが、右心カテーテル法検査ではこの疾患の性質上肺動脈壓曲線を得ることが不可能な症例も多く、また得られた壓曲線も、心腔内を通過し、圓錐部狭窄、瓣狭窄を通して更に狭窄を強めた上の壓である點、又圓錐部壓曲線は圓錐部室の僅かなカテーテルの移動で種々な波形を出し単一でない事、狭窄部に近くカテーテル先端があるときは *Venturi* 効果により、壓曲線は極度に歪められること等、種々な點で疑問も多いが、手術中直接穿刺により得た各部の同時記録壓曲線を重ねて相互の関係を考慮しつつ検討すれば比較的誤りは避けられるものとする。

d) 形態學的諸検索と心音との關係

Fallot 氏四徴症の形態の複雑性を考えれば心音圖と對比することの出來た剖検症例は餘りにも少數で、これより全般を推定することは困難ではあるが、血行動態との関連性が十分考えられる收縮期雑音のこの分類は、形態的な面より見ても妥當であると考えられる。A型の症例に管狀狭窄の例はなかつたが、かかる型のものもA型の收縮期雑音を示す可能性は考えられる。

2) 第1音

*Holldack*¹⁶⁾は *unauffällig*, *Reinhold*²⁰⁾は *high amplitude* または *medium amplitude* といい、*Kjellberg*³⁾等は正常で心尖で最もはつきりしていると記載している。著者は心尖部の第1音は正常例に比較すれば、強いと考える。正常例では右心系より發生する心音は左心系に比較すれば問題にならない程小さいとされているが、*Fallot* 氏四徴症では左、右心室壓が等しく、特に三尖瓣は閉鎖時に高い右心室壓により強く伸展されることおよび、右心室が胸壁に近いことによるものとする。

Q~I 時間の正常値は報告者により一定でなく、*Graige*²¹⁾は121例で平均 0.06" (0.04"~0.09")、太田²²⁾は30例平均 0.047" (0.032~0.065") *Kelly*²³⁾は 0.02"~0.06", *Reinhold*²⁴⁾等は16例均 0.07" (0.05"~0.09", *Luisada*²⁵⁾等は 0.07" 以下、*Weissler*²⁶⁾等は18例平均 0.055" (S.D. ± 0.01) (0.03"~0.07") と報告している。13才以下の症例を48例含む本研究で、上記の正常値と比較するのは適當ではない²⁷⁾かもしれないが、*Fallot* 氏四徴症の Q~I 時間はほぼ正常範囲にあるものと考えられる。

表2に示すごとく、右心室壓曲線の Q~B. I. C. 時間 (Qより右心室壓の *isometric contraction* の始まりまでの時間) を19例につき検討すると 0.04", 2例, 0.05", 1例, 0.06" 5例, 0.07", 8例, 0.08", 2例で個々の症例では心音圖における Q~I 時間とほぼ一致する。

第1音の分裂 (僧帽瓣、三尖瓣の非同時性閉鎖のためと考えられる) は見られなかつたが、右心カテーテル法施行時左心室壓を測定し得た3例では右心室壓曲線の *isometric contraction* の上昇脚は左心室壓曲線のそれ

と全く一致することよりも、左、右房室瓣の閉鎖は同時に起ると考えて良いと思う。

3) 大動脈駆出音 (Ao. E. S.)

剖検及び心臓血管撮影法で偽型總動脈幹症と診断された3例では、収縮期雑音は非常に弱く、いずれも Ao. E. S. が記録された。Q~Ao. E. S. 時間は 0.11", 0.10" 0.10" であつた。Fallot 氏四徴症で右心カテーテル法施行時、右心室より大動脈へカテーテルが挿入され、大動脈圧曲線を得ることの出来た例において Q より大動脈への ejection phase の初期迄の時間を測定すると Q~Ao. E. S. 時間は 0.10", 0.09", 0.11", 0.13" であつた。ほぼ 0.09" ~0.13" までの心基部での protosystole にみられる単一の鋭い振動は Ao. E. S. と考えて良いものと思われる。しかし肺動脈圧が比較的高い症例では、肺動脈駆出音との鑑別を注意しなければならない。その決定には頸動脈波、肺動脈圧曲線、エレクトロキモグラフィ等によらなければならないが、Ao. E. S. は呼吸性に變動の少ない点は鑑別の要點であろう。

4) 第2音

大動脈瓣閉鎖音 (IIa). Toussig²⁸⁾, Wood²⁹⁾, Holldack¹⁶⁾ Vogelpoel¹³⁾等, Donzelot¹¹⁾等, 和田⁷⁾は心基部、胸骨左縁で単一の強い IIa を聴取することは Fallot 氏四徴症における特徴的な所見であると言っているが、Brown¹²⁾, Reinhold²⁰⁾は寧ろ第2音を缺くか弱いといっている。著者が心音圖上心基部、胸骨の右縁、左縁での IIa の振巾を比較した結果はほぼ全例に左縁に於けるものの方が大であつたが、聴診上の印象としては IIa の直前に強い収縮期雑音があるときは、IIa が強くても隠蔽作用によつて強くは聴取出来ない³⁶⁾、かかる危惧のある症例は C 型で Audiovisual Heart Sound Recorder により録音されたものを、A 型、B 型例と比較検討することにより、この印象は確められたが、Fallot 氏四徴症全體よりみれば C 型は比較的小数である故に、例外的にかかる症例のあることを注意すべきであろう。

肺動脈瓣閉鎖音 (IIp).

IIp の存在については Reinhold²⁰⁾は7例中1例に、Vogelpoel¹³⁾等は Blalock 手術後初めて IIp の出現した1例を含めて18例中4例に 0.09", 0.08", 0.08", 0.08" の IIp の遅延による分裂を認め、IIp の記録され難いことの原因として肺血流量が少く、肺動脈圧の低いためであるとしている。Wells³⁰⁾は11例中8例に IIp を認め、心室中隔欠損を伴わない肺動脈狭窄症との鑑別にはならないとしているが、0.10" 以上の IIp の遅延を認めるときは Fallot 氏四徴症を否定して良いものと思う。IIp の出現部位に関する考察は、圓錐部圧曲線の ejection phase より relaxation に移行する点についてなされなければならない。この点が、右心室、即ち左心室の isometric relaxation の始めより前にあれば IIp は IIa の前にあり、一致すれば、分裂に認められず、後にあれば IIa の後に IIp が記録される³⁶⁾。

A 型、B 型、C 型、いずれにも IIp が認められないものがあることは、矢張り肺動脈圧の低いこと、肺血流量の少いこと、更には瓣の先天性畸型、硬化等によるのであろう。圓錐部切除が行われた2例に圓錐部圧上昇、肺動脈圧上昇とともに B 型の心雑音を示し、夫々約 0.06" の分裂を認めた。

5) 第3音、心房音

小児例が多いのにも拘らず、著明な第3音の記録されないのは、Fallot 氏四徴症では著しい心房の負荷のないことを示し、左→右短絡を主とする心室中隔欠損症とは異なるところである。右→左短絡を伴う心室中隔欠損のない肺動脈狭窄症で、右心房収縮による第1音と誤るほどの強い心房音を記録したが、著者のみ59例では著明なものは1例もなく、両者の鑑別上重要な點であると考えられる。

6) 著者は擴張期のいずれの時期にも、また心尖部、心基部にも雑音を聴取または記録した経験はないが、文献上の記載は少くない。

White 等³¹⁾は軽い blowing early diastolic murmur を左第2肋間で聴取しこれを先天性肺動脈閉鎖不全によるものとしている。Segall³²⁾は questionable presystolic murmur を聞いたと記載し、Volini 等³³⁾は長い diastolic murmur のあつた例を報告し、Talbot 等³⁴⁾は early diastolic murmur の例を経験し、剖検で大動脈瓣閉鎖不全と考えた。Middleton³⁵⁾は左第2, 3肋間で擴張期雑音を聞き剖検で肺動脈瓣が2瓣のための閉鎖不全と考えた。いずれも大動脈瓣乃至は肺動脈瓣閉鎖不全によるものと考えられるものが多く、Segall の例だけが前収縮期雑音を聞いたとしているが、その説明は明らかでない。同時に動脈管開存を伴う例もあり、また後天性心疾患を合併する可能性もあるわけであるが、擴張期雑音を示す症例が少いだけに、その意義については慎重でなければならない。

結 論

1) Fallot 氏四徴症59例の左第3肋間における高音心音圖にて収縮期雑音を分析した結果次の4型に分類される。

A 型、第2音まで収縮期雑音が持続しなく、最大振巾に前半にあるもの。

B 型、第2音まで収縮期雑音は持続するが、雑音の最大振巾は収縮期のほぼ中央にあるもの。

C 型、収縮期雑音は crescendo に最大振巾は後半にあり、第2音に終つているもの。

D 型、収縮雑音は一定の駆出雑音の型を示さず、且弱いもの。

2) これらの4型につき血行動態、形態より考察すると。

A 型、圓錐部狭窄が高度で、一般に瓣狭窄は軽度または缺如し、圓錐部圧は右心室の isometric contraction

より ejection phase の初期に上昇した後、急激に下降し、肺動脈壓もほぼ同じ波形を示す。臨床的にやや重篤例に属する。

B 型、圓錐部室の形成がみられ、瓣狭窄を合併するか又は缺如する。圓錐部壓はかなり高い例も見られる。

C 型、圓錐部狭窄は軽度または、缺如し、瓣狭窄が高度のもの、圓錐部壓は右心室に近く、臨床上比較的軽症例が多い。

D 型、肺動脈狭窄が高度なもので、肺動脈壓曲線は變動の少ない曲線を示す。臨床上最も重篤な例が多い。

3) Fallot 氏四徴症の第2音の肺動脈成分に関しては、A 型、B 型、C 型と収縮期雑音の型、即ち圓錐部壓肺動脈壓の兩者より考えなければならない。

A 型では収縮期中期には高度の圓錐部狭窄自體の収縮により流出路の閉鎖を生ずるため、圓錐部壓の早期低下が起り、肺動脈瓣閉鎖が大動脈瓣閉鎖より早期に起るものと考えられる。心音圖上、大動脈瓣閉鎖音よりも前方にある肺動脈瓣閉鎖音と考えられる振動を認める。

B 型では肺動脈瓣閉鎖音は大動脈瓣閉鎖音より遅れて認められる。

C 型では肺動脈、瓣閉鎖音は大動脈瓣閉鎖音より遅れて出現する。

4) Q-I 時間は 0.04"~0.08" で正常範囲にあるものと考えられる。

5) Fallot 氏四徴症においては著明な心房音を記録した例はなかつた。心室中隔缺損を伴わない重症の右→左短絡を伴う肺動脈狭窄症には屢々聴取または記録されることから兩者の鑑別に重要である。

6) 擴張期雑音を記録した例は1例もなかつた。以上より複雑と考えられた。Fallot 氏四徴症の収縮期雑音もこれを4型に分類して考察すると、血行動態、及び形態もほぼ推定出來、特に心臓外科において Fallot 氏四徴症を取扱う上に、圓錐部狭窄の血行動態における役割を如實に表現する心音圖は、手術々式の選擇、根治手術後の血行動態の推定に、非常に有用な検査方法と考えられる。

擧筆するに當り、御懇篤な御指導と御校閲を辱うした木本誠二教授に深甚なる感謝を捧げると共に、終始御指導御助力下さった東京醫科大學杉江三郎教授、昭和醫科大學、三枝正裕教授をはじめ、絶大な御援助を頂いた和田達雄博士、淺野猷一博士、渡邊弘博士、平手資郎、吉村亨、常本實、佐藤文雄、森本和夫、中村和雄、天野景明、澤口重徳、伊藤健二、野口輝彦、長谷川嗣夫、及び患者の診断、心音圖の解讀に關して御指導、御教示を頂いた東大 小林太刀夫教授、順天堂醫科大學 山川邦夫教授、並びに心音記録に直接御助力下さった東大 田坂内科、太田 怡博士、三科大和、佐伯博也、町井潔の諸氏に感謝の意を表する。

本論文要旨は昭和32年5月第5回日本循環器學會關東地方會昭和34年4月第23回日本循環器學會總會において發表された。

REFERENCES

1) Einthoven, W., und Geluk, M. A. J., Die Registrierung der Herztöne. *Pflügers Archiv. ges. Physiol.* **57**: 617-639, 1894.

- 2) 山本力也, 太田 怡, 三科大和, 佐伯博也, 町井 潔, 高域濾波器型特性を有する心音計について, 呼吸と循環, **6**: 234-236, 1958.
- 3) Kjellberg, S. R., Mannheimer, E., Rudhe, U., and Johnson, B., *Diagnosis of Congenital Heart Disease*. The Year Publisher Inc., Chicago, 1955.
- 4) Peters, J. P., and Van Slyke, D. D., *Quantitative Clinical Chemistry 2. Methods*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1943.
- 5) Bing, R. J., Vandam, L. D., and Gray, F. D. Jr., *Physiological Studies in Congenital Heart Disease. 1. Procedure*. *Bull. Johns Hopkins Hosp.* **80**: 107-120, 1947.
- 6) Mannheimer, E., *Morbus Caeruleus. An Analysis of 114 Cases of Congenital Heart Disease with Cyanosis*. S. Karger, Basel, New York, 1949.
- 7) 和田達雄, 青色症 (Morbus Caeruleus) の手術治療に關する臨床的研究, 第1篇 Fallot 氏四徴症の手術前の臨床的所見及び血行動態について, 日胸外會誌, **4**: 251-274, 1956.
- 8) Lian, C., et Welti, J., Le Claquement Artériel Pulmonaire Protosystolique. *Arch. mal. Coeur.* **30**: 946-954, 1937.
- 9) Baffes, T. G., Johnson, F. R., Potts, W. J., and Gibson, S., *Anatomic Variations in the Tetralogy of Fallot*. *Am. Heart J.* **46**: 657-669, 1953.
- 10) 平手資郎, Fallot 氏四徴症における心臓ならびに肺の形態學的研究, 日胸外會誌 **6**: 1117-1143, 1958,
- 11) Donzelot, E., et D'Allaines, F., *Traité des Cardiopathies Congenitales*. Masson et Cie, Paris, 1954.
- 12) Brown, J. W., *Congenital Heart Disease*. Staples Press, Ltd, London, 1950.
- 13) Vogelpoel, L., and Schrire, V., The Role of Auscultation in the Differentiation of Fallots Tetralogy from Severe Pulmonary Stenosis with Intact Ventricular Septum and Right to Left Interatrial Shunt. *Circulation.* **11**: 714-732, 1955.
- 14) Leatham, A., Systolic Murmurs. *Circulation.* **17**: 601-611, 1958.
- 15) Holldack, K., *Die Phonocardiographie. Ergebnisse der inner Medizin und Kinderheilkunde. Band 3.* 407-487, 1952.
- 16) Holldack, K., und Wolf, D., *Atlas und Kurzgefasstes Lehrbuch der Phonocardiographie*. Georg Thieme Verlag., Stuttgart, 1956.
- 17) Selzer, A., and Laqueur, G. L., The Eisenmenger Complex and its Relation to the Uncomplicated Defect to the Ventricular Septum. *Arch. Int. Med.*

- 87: 218-241, 1951.
- 18) Rodbard, S., and Schaffer, A. B., Muscular Contraction in the Infundibular Region as a Mechanism of Pulmonary Stenosis in Man. *Am. Heart J.* **51**: 885-893, 1956.
  - 19) 山川邦夫, 心臓の聴診, 醫學書院, 東京, 1956.
  - 20) Reinhold, J. D. L., and Nadas, A. S., The Role of Auscultation in the Diagnosis of Congenital Heart Disease. *Am. Heart J.* **47**: 405-423, 1954.
  - 21) Graige, E., Phonocardiographic Studies in Mitral Stenosis. *New England J. Med.* **257**: 650-654, 1957.
  - 22) 太田 怜, 僧帽瓣狭窄に於ける第1音發生時間と2~OS 時間の臨床的意義, 日内會誌, **46**: 739~751, 1957.
  - 23) Kelly, J. J., Symposium on Cardiovascular Sound: *Origin of the Heart Sound. Circulation.* **16**: 273-276, 1957.
  - 24) Reinhold, J., and Rudhe, U., Relation of the First and Second Heart Sounds to Events in the Cardiac Cycle. *Brit. Heart J.* **19**: 473-485, 1957.
  - 25) Luisada, A. A., Liu, C. K., Aravanis, C., Testelli, M., and Morris, J., On the Mechanism of Production of the Heart Sounds. *Am. Heart J.* **55**: 383-399, 1958.
  - 26) Weissler, A. M., Leonard, J. J., and Warren, J. V. Observations on the Delayed First Heart Sound in Mitral Stenosis and Hypertension. *Circulation.* **18**: 165-168, 1958.
  - 27) Strober, M., Martirey, F., and Kelly, J. J., Factors Influencing the Time of Onset of the First Heart Sound in Normal Subjects. *Am. Heart J.* **54**: 684-688, 1957.
  - 28) Taussig, H. B., Congenital Malformation of the Heart. The Commonwealth Fund. New York, 1947.
  - 29) Wood, P., Diseases of the Heart and Circulation. Eyre & Spottiswoode, Ltd., London, 1950.
  - 30) Wells, B. G., The Effect of Valvotomy on the Murmurs of Pulmonary and Aortic Stenosis. *Brit. Heart J.* **20**: 523-528, 1958.
  - 31) White, P. D., and Boyers, J. H., Subacute Bacterial Endocarditis Involving the Tricuspid Valve and the Pulmonary Artery in a Unique Case of the Tetralogy of Fallot Complicated by Congenital Pulmonary Regurgitation. *Am. Heart J.* **7**: 802-807, 1932.
  - 32) Segall, H. N., A Case of Tetralogy of Fallot. *Am. Heart J.* **8**: 628-649, 1933.
  - 33) Volini, I. F., and Flaxman, N., Tetralogy of Fallot: Report of a Case in a Man Who Lived to His History. *J. A. M. A.* **111**: 2000-2003, 1938.
  - 34) Talbott, J. H., Combs, F. S., Castleman, B., Chamberlain, F. L., Consolazio, W. V., and White, P. D., A Record Case of the Tetralogy of Fallot, with Comments on Metabolic and Pathologic Studies. *Am. Heart J.* **41**: 754-777, 1941.
  - 35) Middleton, W. S., and Rithie, G., The Tetralogy of Fallot: An Account of a Patient with This Conditions Surviving over Forty-five Years. *Am. Heart J.* **33**: 250-253, 1947.
  - 36) Leatham, A. and Weitzman, D., Auscultatory and phonocardiographic Signs of Pulmonary Stenosis. *Brit. Heart J.* **19**: 303-317, 1957.