

# 心房中隔欠損症の心音図所見と 血行動態との関係

高知市民病院 内科

延吉正清 盛岡茂文

同 胸部外科

福森重剛

## はじめに

心房中隔欠損症(ASD)における心音図所見と血行動態との関係については、従来いろいろの立場から、多くの報告がなされている<sup>1)18)~21)</sup>。

ASDと機能性雑音との聴診および心音図による鑑別が、ことにASDにおける所見が多彩であるためにしばしば困難であるということは、日常臨床にたずさわっている人の感想であろう。われわれは今回、ASDの三大聴診所見<sup>5)20)</sup>の1つであるII音の固定性分裂を中心に、収縮期雑音、および拡張期雑音と、右心カテーテル法および一部右室造影によって得た血行動態諸量との関係について検討した。以下はその成績である。

## 症例と方法

症例は1969年7月より1971年12月までの期間に、高知市民病院内科および胸部外科でASDを疑い、心臓カテーテルを施行した66例である。年齢はTable 1に示すように4才より66才にわたり、男女比は男34人、女32人で、ほぼ1対1の割合を示す。症例は男女とも大多数は5才から20才までの間に分布している。このうち右心カテーテル検査でカテーテルがASDを通り、またガス分析で右房レベルでの有意なO<sub>2</sub> step-upを認めたものをASDとした。かくして本症例66例中42例をASDと診断し、残り24例は次の基準で正常範囲(no ASD)とした。すなわち、1)心臓カテーテルでASDを通らず、2)ガス分析で右房、右室、肺動脈レベルにO<sub>2</sub>の有意なstep-upを認めず、3)心内圧分析でいずれも正常範

---

Correlation between hemodynamic and phonocardiographic findings in atrial septal defect  
Masakiyo NOBUYOSHI, Shigefumi MORIOKA, \*Shigetaka FUKUMORI

Departments of Medicine and \*Thoracic Surgery, Kochi City Hospital, Nishi-hirokoji 5,  
Kochi, 780

囲を示したもの, しかしこの中でガス分析 (アストラップ法) で右房, 右室, 肺動脈が有意のO<sub>2</sub>の step-up ないものは no ASD に含まれるものとする。またこの ASD の中には, 一次口開存および部分的肺静脈還流異常は, 心臓カテーテル法で確認した範囲内では含まれてない。

心音図はフクダ製 6 要素MCM-600, マイクは同社製ダイナミックマイクTY-301を用い, 記録ペーパー速度 100 mm/sec で記録した。

心音図所見の分析は, 胸骨左縁第 2, 3, 4 肋間, 心尖部および mesoapex で記録したものについて行なった。II 音分裂間隔は, 臥位で正常呼吸させながら記録した 2 ~ 3 呼吸間で測定し, その平均を求めて II A-II P 間隔とした。次に肺動脈領域で記録した高音部の II A 振幅に対する振幅の比をもって, II P/II A ratio とし, II P 亢進度をあらわす指標とした。

心雑音の分析: 収縮期雑音 (SM) は Levine の表示方法に従ったが, 拡張期雑音 (DM) は振幅が小さいために高音の II A で除し, これをおのおの校正曲線を用いて補正し, この値を DM/II A ratio とした。心雑音と II 音で ASD の波型を次のように分類した。

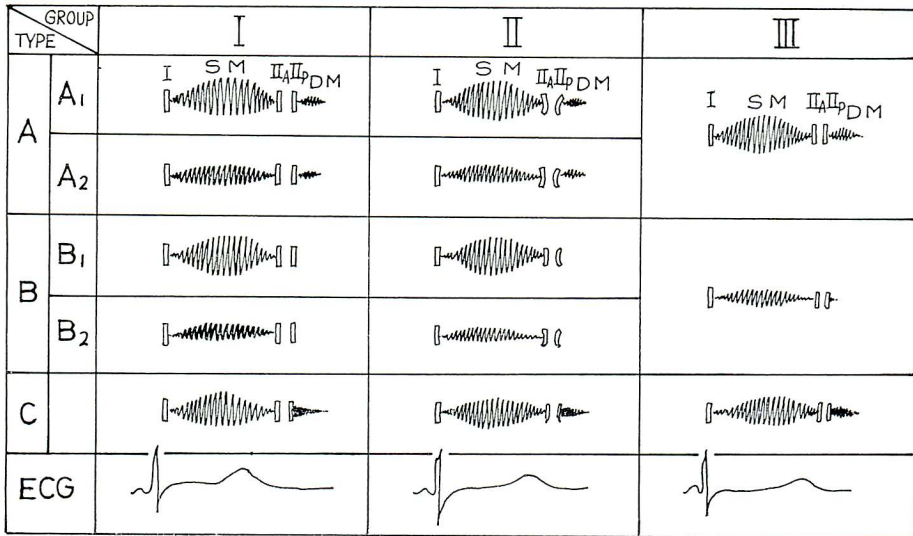
II 音を中心に分類した場合, II 音分裂が 0.04 sec 以上で固定性を示すものを Group I, 分裂は 0.04 sec 以上であるが 0.01 sec 以上の呼吸性移動を示すものを Group II, 0.04 sec 以内の分裂を示すものを Group III とした。

雑音を中心に分類した場合, 収縮期雑音と拡張期雑音が同時に存在する型を A type, 収縮期雑音のみの型を B type, 収縮期雑音と肺動脈弁閉鎖不全雑音の存在するものを C type とした。また A, B type においては, Levine 3 度以上を示すものをおのおの A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, 同 2 度以下を示すものをおのおの A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> とした。これを図式化したものが Figure 1 である。なお右室造影を行なった症例で, 右室流出路 (Rout) と主肺動脈 (MPA) の収縮期における径の比を求め, これを MPA/Rout ratio とした。

このようにして求めた, 1) 心雑音と II 音をもとにした波型分類, 2) II P/II A ratio, 3) 収縮期雑音および拡張期雑音の強さのおのおのと, 血行動態諸量との関係を検討し, さらに MPA/Rout ratio と収縮期雑音との関係を検討した。

Table 1. Materials

Age	Sex		No. of cases
	male	Female	
0~ 5	0	2	2
~10	14	4	18
~20	16	15	31
~30	0	4	4
~40	1	3	4
~50	1	4	5
~60	1	0	1
61~	1	0	1
	Total		66



**Figure 1.** Schematic illustration of phonocardiographic findings in various types  
 Group I : split interval of the second heart sound(II A-II P)is more than 0.04 sec and it was judged to be fixed(respiratory variation is less than 0.01 sec).  
 Group II : II A-II P $\geq$ 0.04 sec, but not fixed.  
 Group III : II A-II P $<$ 0.04 sec.  
 Type A : both systolic and diastolic murmurs are present (A<sub>1</sub> : systolic murmur is greater than III/VI, A<sub>2</sub> : less than II/VI).  
 Type B : diastolic murmur is absent(B<sub>1</sub> : systolic murmur is greater than III/VI, B<sub>2</sub> : less than II/VI).  
 Type C : cases with the murmur of pulmonic insufficiency.

**Table 2.** Relationship between pulmonary flow ratio and phonocardiographic classification

Group	PFR		1	~ 2	~ 3	~ 4	~ 5	~ 6	No. of cases
	Type								
I	A	A <sub>1</sub>		2	8	3			13
		A <sub>2</sub>	2	6	4			12	
	B	B <sub>1</sub>	3	1	3	1		1	9
		B <sub>2</sub>	7	2	3				12
	C		1	1	1		1		4
II	A	A <sub>1</sub>							0
		A <sub>2</sub>							0
	B	B <sub>1</sub>	1			1			2
		B <sub>2</sub>	5		1				6
	C								0
III	A		2	2					4
	B		3	1					4
	C								0
Total									66

PFR : pulmonary flow ratio. I, II, III, A, B, C etc : see Figure 1. PFR=1 means no shunt (group of "no ASD").

**Table 3.** Relationship between shunt ratio and phonocardiographic classification

Group	SR (%)		0 %	~20	~40	~60	~80	80~	No. of cases
	Type								
I	A	A <sub>1</sub>			2	5	5	1	13
		A <sub>2</sub>	2	1	1	7	1		12
	B	B <sub>1</sub>	3		1	1	3	1	9
		B <sub>2</sub>	7		1	3	1		12
	C		1	1		1	1		4
II	A	A <sub>1</sub>							0
		A <sub>2</sub>							0
	B	B <sub>1</sub>	1				1		2
		B <sub>2</sub>	5			1			6
	C								0
III	A		2	1		1			4
	B		3	1					4
	C								0
Total									66

SR : shunt ratio. I, II, III, A, B, C, etc : see Figure 1. SR=0 means no shunt (group of "no ASD").

**成 績**

1. Table 2 は肺血流量対体血流量比 (以後 P/S flow ratio) と波型分類を示したもので, Table 3 は短絡率との関係を表示したものである。

Group I では50例中37例(77%)が ASD であった。

Type A のうちA<sub>1</sub> は13例すべて (100%)が ASD であり, A<sub>2</sub> は12例中2例が no ASD で ASD は83%であった。B型のうちA<sub>1</sub> は9例中6例 (67%)が ASD で, 注目すべきことはこの型には比較的短絡率の多いものが半数以上存在したことである。B<sub>2</sub> は12例中7例が no ASD で, ASD は41%であった。II群ではA型は1例も存在せず, B<sub>1</sub>型では2例中1例が ASD で, 比較的短絡率の多い症例であった。B<sub>2</sub> 型では ASD は6例中1例しか存在しなかった。II群はA型が4例中2例が ASD で, B型は3例中1例が ASD であった。なおこの波型分類では示さなかったが, 1例心房収縮雑音を呈した small shunt の ASD が存在した。

2. II P/II A ratio と血行動態との関係

Figure 2 に示すように, II P/II A ratio と肺動脈収縮期圧との間には一定の関係は存在しなかった。症例は少ないが, 肺高血圧症 (肺動脈収縮期圧 50 mmHg 以上) で II P/II A ratio が高くなるような結果は得られなかった。

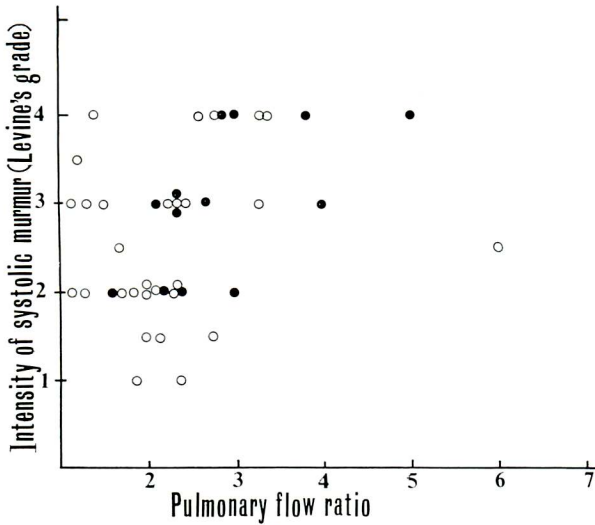
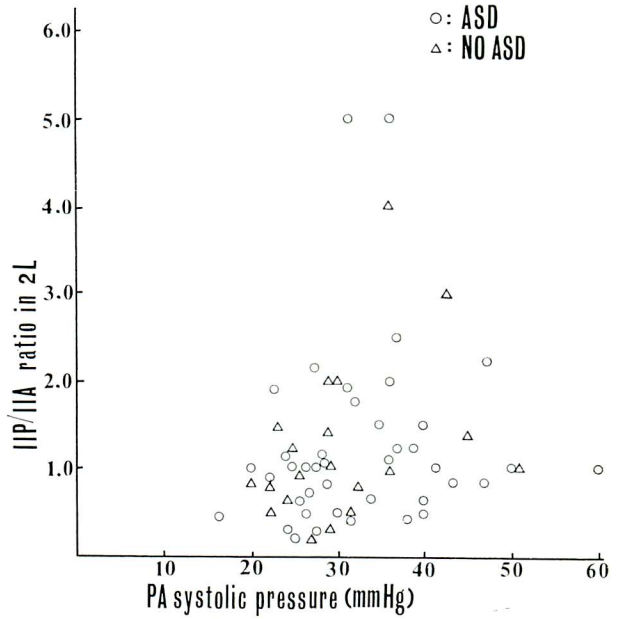
3. 収縮期雑音および拡張期雑音の強さと血行動態との関係

i) 収縮期雑音と血行動態



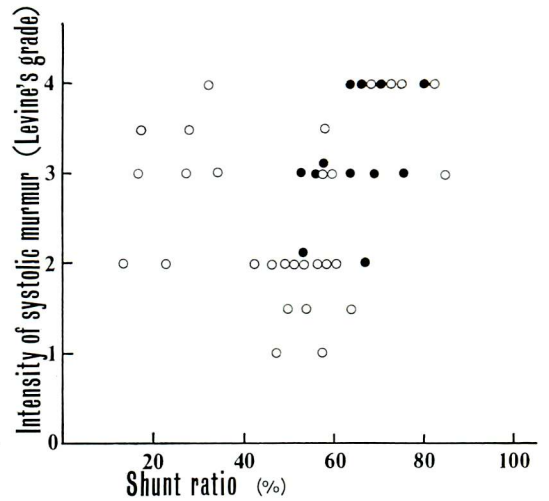
**Figure 2.** Relationship between the loudness of II P and PA ststolic pressure

The loudness is expressed as the ratio of II P and II A (II P/II A ratio) measured in the second left inter-space. There was no definte relationship between them.



**Figure 3.** Relationship of pulmonary flow ratio (P/S ratio) with the loudness of systolic murmur

Open circle means the cases with the RV-PA systolic pressure gradient less than 12mm Hg. The cases with this pressure gradient greater then 12mmHg (dot) showed some relationship between P/S flow ratio and the loudness of the murmur.



**Figure 4.** Relationship of shunt ratio with the loudness of systolic murmur

See legend of figure 3.

Figure 3 に示すように、P/S flow ratio と収縮期雑音とには、右室-肺動脈圧較差が 12 mmHg 以上の群 (黒丸) では正の相関関係が存在したが、12 mmHg 以下の群 (白丸) では一定の関係が存在しなかった。

短絡率と収縮期雑音の強さとの関係を求めたのが Figure 4 であり、右室-肺動脈圧較差が 12 mmHg 以上の群 (黒丸) では両者に正の相関関係が認められたが、12mmHg 以下の群では

ばらつきが大きく一定の関係はなかった。Figure 5 に右室-肺動脈圧較差と収縮期雑音との関係を求めたが、ばらつきが大きく一定の関係は存在しなかった。しかし圧較差 15 mmHg 以上の群では収縮期雑音の比較的強いものが多く存在した。

ii) 拡張期雑音と血行動態との関係

Figure 6 に図示するように、拡張期雑音の大きさと短絡率の間には一定の相関関係は存在しなかった。

右房平均圧と右室拡張早期圧との差と、拡張期雑音の強さとの関係を求めたのが Figure 7 である。多少のばらつきは存在するが、この圧差が大きくなるにつれて、拡張期雑音が強くなる傾向が見られた。

4. MPA/Rout ratio と収縮期雑音との関係

Figure 8 に示すごとく、ばらつきが大きく、

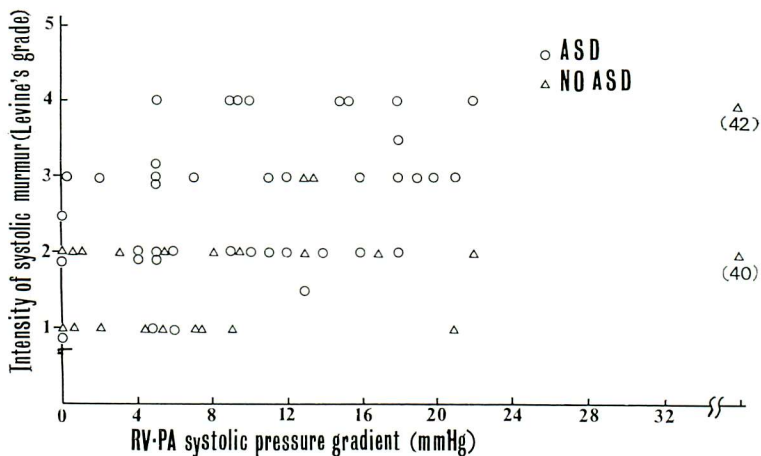


Figure 5. Relationship of RV-PA systolic pressure gradient with the loudness of systolic murmur  
No correlation was found.

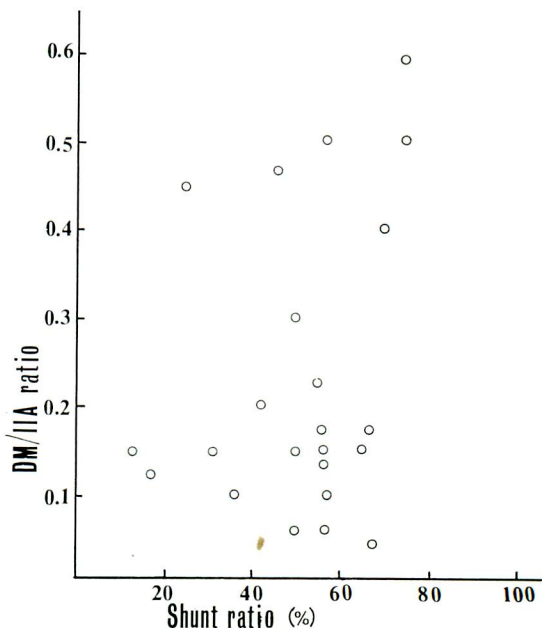
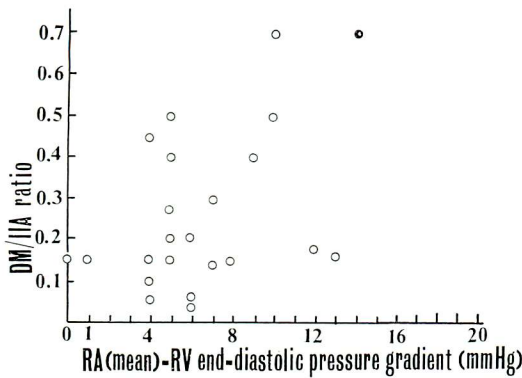


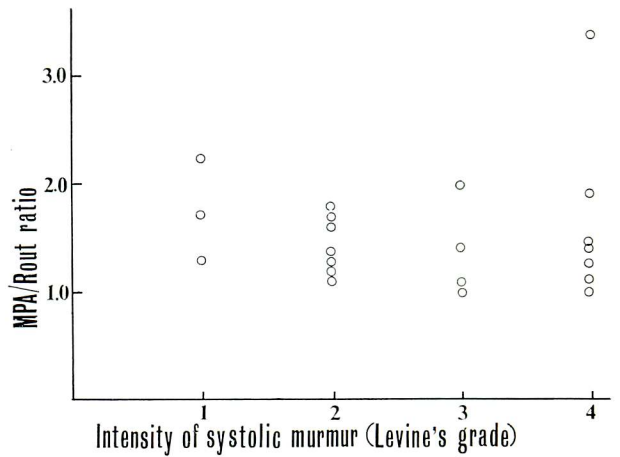
Figure 6. Relationship of DM/IIA ratio with left-to-right shunt ratio (%)

The amplitude of tricuspid diastolic murmur was divided by amplitude of II A (DM/IIA ratio) in order to estimate the rough expression of the loudness of this murmur. There was no close relationship between them.



**Figure 7.** Relationship of DM/IIA ratio with mean RA-RV early diastolic pressure gradient

There was rough relationship. The larger the gradient, the louder the diastolic murmur.



**Figure 8.** Relationship of MPA/RVout ratio with the loudness of systolic murmur

MPA/RVout ratio means main pulmonary artery diameter vs. right ventricular outflow measured by right ventriculography.

両者間に高い相関性を有するとは考えられなかった。

### 考 案

ASDにおけるII音の幅広い固定性分裂が、この疾患におけるもっとも重要な心音図所見の1つであることは、Barbarら<sup>18)</sup>以来良く知られているが<sup>1)-9)12)18)-21)</sup>、その呼吸性移動をどの範囲まで許容するかは諸家によって一定してないようである。Perloff & Harvey<sup>12)</sup>は0.02 sec以内の呼吸性移動を固定性と考えており、一方Castleら<sup>16)</sup>は0.01 sec以内と定義している。どちらの基準をとるかによって固定性分裂の頻度は大きく変わるが、今回の発表では、深呼吸による分裂の移動を見てないなどの理由により、0.01 sec以内の呼吸性移動を固定性分裂とした。今回の成績ではASD 42例中37例に固定性分裂(88%)を見ており、Leatham & Gray<sup>1)</sup>の40例中35例、Barbarら<sup>18)</sup>の62例中52例という報告と一致する。また病的呼吸性分裂を示したものは2例で、うち一例は肺高血圧症、他の一例は軽度の心不全と合併していた。他の3例は0.04 sec以内の分裂を示しているが、ECGで不完全右脚ブロック以外異常所見は見あたらない。最近Kumar & Luisada<sup>8)</sup>は、II Pの遅れは右室の駆出時間の延長ではなく、肺動脈における血流のlate reboundが問題であると指摘しているが、固定性分裂を示さないものは、肺動脈における血流分布、血管の伸展性などに問題があるのかも知れない。なお今後十分検討を加えなければならない問題と思われる。

II P/II A ratio は正常者では94%が1.0以下であり、とくに20才以上では1.0以上にならないとの報

告<sup>13)</sup>もある。一方 ASD では、II P 亢進の傾向があるため、この比が 1.0 またはそれ以上となることが多いが、1.0 以下のこともあるとの報告<sup>13)14)21)</sup>もある。今回の成績でもこの比が 1.0 以上のものは 50% に見られたが、肺動脈収縮期圧が 50 mmHg 以上の 2 例では 0.3 と 1.2 で、II P の亢進が見られず、他方 no ASD 24 例中、この比が 1.0 以上なものが 36% 認められた。II P の亢進は肺動脈圧上昇につれて大となるとするものもある<sup>11)17)</sup>。しかし II P 亢進の程度は ASD における肺高血圧症の有無判定の指標にはならないと考えるものもあり<sup>5)14)</sup>、本研究の成績もそれを支持している。

次に波型分類であるが、1 群 (固定性分裂のあるもの) の中でいわゆる diagnostic "error", つまり ASD ではなかった例は Table 3 から明らかなように、II 音の固定性分裂が診断的意義をもつものは拡張期雑音を有する場合に限られる (A 型)。拡張期雑音のない B 群では、ことに収縮期雑音の小さい B<sub>2</sub> 群で error が生じ易い (12 例中 7 例)。また固定性分裂のない II 群では ASD と判定することは多くは困難である。

ASD の収縮期雑音は、一般に肺血流量の増大によると考えられている<sup>1)3)9)-11)15)20)</sup>。またこのさい P/S flow ratio と収縮期雑音の強さには相関がないとするものもある<sup>19)</sup>。しかし確かに全症例について見ると何ら相関関係がないように見えるが (Figure 8)、右室-動脈圧較差 12 mmHg 以上の群では、P/S flow ratio と収縮期雑音の強さに正の相関性がある。ただしここで問題となるのは軽度の肺動脈弁狭窄合併の有無である。短絡のない軽症肺動脈弁狭窄症での右室-肺動脈圧較差は、40 mmHg 以下<sup>24)</sup>、6~26 mmHg<sup>23)</sup>、60 mmHg 以下<sup>22)</sup>、最低 10 mmHg 以上<sup>25)</sup>(Dimond and Lin)などいろいろ報告されている。このうち、10 mmHg、あるいは 6~26 mmHg の圧較差をもって軽症肺動脈弁狭窄症が存在するとすれば、ASD の雑音の発生機序には 2 つの可能性が考えられることになる。すなわち 1 つは flow murmur、他の 1 つは pulmonary stenotic murmur (二次的 infundibular tract の肥厚など) である。

本研究における拡張期雑音の出現率は Leatham & Weitzman<sup>1)</sup>(21/50 例)、Dimond & Benchimol<sup>3)</sup>(14/32 例)の成績と大体一致する。この雑音は三尖弁を通る血流の増加によって起こるとされている<sup>1)15)</sup>。Arnfred<sup>19)</sup>は拡張期雑音と短絡率との間に一定の関係はないと報告している。われわれも今回類似の成績を得た。しかし右房平均圧と右室拡張早期圧との差とは、多少のばらつきはあるが相関性のある成績を得た。すなわち拡張早期の右室圧下降が急であれば、拡張早期に速い流速が成形され、乱流を起し易くなり、拡張期雑音も大きくなると予想される。

次に肺動脈弁閉鎖不全雑音との関係であるが、一般に短絡率の多い例<sup>1)3)</sup>とか、肺高血圧症のある例<sup>3)</sup>に見られるとの報告がある。しかし本研究では 3 例中 2 例は肺高血圧症は存在せず、small shunt の例であった。一方 ASD のない 1 例に先天性肺動脈弁閉鎖不全と考えられる雑音があり、右室造影で右室流出路の収縮期対拡張期比が 14:42 であった例、すなわち収縮期と拡張期比の非常に大きな例に存在



した1例があった。従ってこの研究におけるPIの出現にも同様の機序によるものが含まれているかもしれない。

## 総括

心音図上、心房中隔欠損症(ASD)を疑って心カテを施行した66例につき、心音図所見と血行動態諸量とを検討した。この66例中、42例は心房中隔欠損症(ASD)、24例はno ASDと診断された例である。

1. II音の固定性分裂(呼吸による分裂間隔の変動が0.01 sec以内)を示す中で、収縮期雑音がLevine 3度以上、かつ低調性拡張期雑音(以後拡張期雑音という)を伴ったものは、全例ASDであった。この場合収縮期雑音が2度以下であればASDのない場合があり、又一方収縮期雑音がLevine 3度以上でも、拡張期雑音のないものは、半数近くASDがなかった。同じく拡張期雑音を欠如し、その上収縮期雑音が2度以下のものは、大多数がASDではなかった。

2. 収縮期雑音の強さと短絡率および肺体血流比:右室-肺動脈圧較差が12 mmHg以上の群では、雑音と短絡率、肺体血流量比の間に正相関があったが、12 mmHg以下の群では一定の関係がなかった。

3. II P/II A 比は肺動脈圧と一定の関係を示さなかった。

4. 拡張期雑音は短絡率と一定の関係になかったが、右房平均圧と右室拡張早期圧との差と少しのばらつきはあるが一応相関性があった。

5. 肺動脈弁閉鎖不全雑音を呈する4例中、肺高血圧症を呈するものは1例のみであった。ASDが存在せず、また肺動脈圧が正常であるのに肺動脈弁閉鎖不全雑音を呈した1例があり、本例は右室流出路の収縮期対拡張期の経が13:42であり、大きく変動する症例であった。

稿を終えるにあたり、本論文作成に種々のご助言およびご指導を載しました岐阜大学第二内科教授早瀬正二先生、および同内科助教早川千里先生に深謝します。

## Summary

Sixty-six cases diagnosed as having atrial septal defect (ASD) based on the auscultatory and phonocardiographic findings were studied hemodynamically and the correlative study was performed in view of the phonocardiographic and hemodynamic parameters.

Hemodynamic studies finally confirmed the presence of ASD in 42 cases, and another 24 cases had no oxygen step-up in the right atrium and the catheter did not pass through the septum (no ASD).

The group which showed the phonocardiographic trias (fixed splitting of II S, pulmonary

systolic murmur greater than grade III/VI and tricuspid rumble) had ASD in all cases. If the systolic murmur was less than grade II/VI, some cases had no ASD. In the absence of tricuspid rumble, the majority of the cases with systolic murmur of grade III/VI or less had no ASD.

In a group of ASD, there was some relationship between the grade of systolic murmur and the shunt ratio or P/S ratio, whenever the right ventricular-pulmonary artery systolic pressure gradient was more than 12 mmHg.

There was no definite relationship between the pulmonary artery pressure and the accentuation of the pulmonic component of II S (II P/II A ratio).

There was some relationship between the presence of tricuspid rumble and the mean RA pressure-early diastolic RV pressure gradient.

The murmur of pulmonic insufficiency was observed in 4, in which only 1 case had pulmonary hypertension and 1 case without ASD had marked variation of RV outflow diameter during cardiac cycle (systole/diastole=13/42).

## 文 献

- 1) Leatham A, Gray I : Auscultatory and phonocardiographic signs of atrial septal defect. Brit Heart J 18 : 193-208, 1956
- 2) Shafter AH : Splitting of the second heart sound. Amer J Cardiol 6 : 1013-1022, 1960
- 3) Dimond EG, Benchimol A : Phonocardiography in atrial septal defect. Correlation between hemodynamics and phonocardiographic findings. Amer Heart J 58 : 343-356, 1959
- 4) Eisenberg R, Hultgren HN : Phonocardiographic features of atrial septal defect. Circulation 20 : 490-498, 1959
- 5) 上田, 海渡, 坂本 : 臨床心音図学, 東京, 南山堂, 1963
- 6) Aygen MM, Braunwald E : The splitting of the second heart sound in normal subjects and in patients with congenital heart disease. Circulation 25 : 328-345, 1962
- 7) Luisada AA : The second heart sound in normal and abnormal conditions. Amer J Cardiol 28 : 150-161, 1971
- 8) Kumar S, Luisada AA : The second heart sound in atrial septal defect. Amer J Cardiol 28 : 168-172, 1971

- 9) Barritt DW, Davis DH, Jacob G : Heart sounds and pressures in atrial septal defect. Brit Heart J 27 : 90-98, 1965
- 10) Feruglio GA, Sreenivasan A : Intracardiac phonocardiogram in 30 cases of atrial septal defect. Circulation 20 : 1087-109, 1959
- 11) Liu CK, Jacono Y : Phonocardiography in atrial septal defect. External and internal phonocardiograms. Amer J Cardiol 2 : 714-723, 1958
- 12) Perloff JK, Harvery WP : Mechanisms of fixed splitting of the second sound. Circulation 18 : 999-1009, 1958
- 13) Harris A, Sutton G : Second heart sound in normal subjects. Brit Heart J 30 : 739-742, 1968
- 14) Sutton G, Harris A, Leatham A : Second heart sound in pulmonary hypertension. Brit Heart J 30 : 743-756, 1968
- 15) Feruglio AG, Sreenivasan A : Intracardiac phonocardiogram in thirty cases of atrial septal defect. Circulation 20 : 1087-1094, 1959
- 16) Castle RF, Hedden CA, Davis P N III : Variables affecting splitting of the second heart sound in normal children. Pediatrics 43 : 183-191, 1969
- 17) Besterman E : Atrial septal defect with pulmonary hypertension. Brit Heart J 23 : 587-598, 1961
- 18) Barber JM, Magidson O, Wood P : Atrial septal defect : with special reference to the electrocardiogram, the pulmonary artery pressure and the second heart sound. Brit Heart J 12 : 277-292, 1950
- 19) Arnfred E : Symptoms, signs, and hemodynamics in one hundred cases of atrial septal defect confirmed by operation. J Cardiovas Surg 7 : 349-384, 1966
- 20) Rogers WM, Harrison JS, Malm JR, Thomson N, Simandl E, Al-Naaman YD, Demetz A, Deterling RA Jr, Friend W, Andrews W, Donahoe P : Phonocardiographic criteria in the diagnosis of atrial and ventricular septal defects. An experimental and clinical study. J Cardiovas Surg 7 : 29-33, 1966
- 21) 伊東盛夫, 藤野武彦, 伊東祐信, 正木秀人, 小田禎一 : 心房中隔欠損症のII音と三尖弁開放音について : 術前術後の比較および血行動態との関係。臨床心音図 1 : 298-307, 1971
- 22) Crevasse L, Logue RB : Valvular pulmonic stenosis : auscultatory and phonocardiographic characteristics. Amer Heart J 56 : 898-907, 1958

延吉, 盛岡, 福森

- 23) Leatham A, Weitzman D : Auscultatory and phonocardiographic signs of pulmonary stenosis. *Brit Heart J* 19 : 303-317, 1957
- 24) Vogelpoel L, Schrire V : Auscultatory and phonocardiographic assessment of pulmonary stenosis with intact ventricular septum. *Circulation* 22 : 55-72, 1960
- 25) Dimond EG, Lin TK : The clinical picture of pulmonary stenosis (without ventricular septal defect). *Ann Intern Med* 40 : 1108-1124, 1954