

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

九州大学	第一内科	伊	東	盛	夫
同		藤	野	武	彦
同		伊	東	祐	信
同	第一外科	正	木	秀	人
同	小児科	小	田	禎	一

はじめに

心疾患における心音図所見と血行動態の関係や、手術的治療後の変化に関する研究は、心音図所見の発生機序の解明や、心音図の臨床的有用性を高めるのに役立ち、従来数多くの報告が発表されている。

二次口心房中隔欠損症（ASD）の聴診および心音図所見は極めて多彩であるが、中でもⅡ音の幅広い固定性分裂と三尖弁開放音（TOS）の出現は、ASDに特徴的であり、分裂したⅡ音とTOSのごとき、持続の短い振動が短時間内に出現する現象の分析には、心音図は極めて有用である。

本論文ではASDにおけるⅡ音固定性分裂間隔、Ⅱ音大動脈成分（ⅡA）と肺動脈成分（ⅡP）の振れの大きさの比、およびTOSの出現の態度と、右心カテーテル法によって得た血行動態諸量との関係や、これらの心音図所見の欠損口閉鎖術後の変化について検討した。

症例と方法

症例は昭和42年2月より45年8月の期間に、九州大学医学部第一外科教室において欠損口閉鎖術を行なったASD患者59名である。

患者の年齢は5～38才で、各年齢層別の症例数は表1に示す通りである。性別では各年齢層のいずれにおいても女性が男性より多く、全例では男性20名に対し女性は約2倍の39名であった。これらの

Second heart sound and tricuspid opening snap in atrial septal defect : Correlation with hemodynamics and changes following closure of defect.

Morio ITO, Takehiko FUJINO, Sukenobu ITO, Hideto MASAKI & Teiichi ODA.

First Department of Medicine, First Department of Surgery, & Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Kyushu University, Oaza Katakasu, Fukuoka, 812.

患者は全例術前に心音図記録と右心カテーテル法による検査、および術後1週～1カ月以内に心音図記録を行っており、これらの検査成績について次のような方法で分析を行なった。

心音図は Elema-Schönander 社製 Mingograf の 6 channel 心音計で、毎秒 100mm の速度で記録した。心音図所見の分析は、胸骨左縁第 2, 3, 4 肋間および心尖部で記録したものについて行なった。まずⅡ音分裂間隔については、吸気時の最大値と呼気時の最小値の平均値をもってⅡA-ⅡP間隔(ⅡA-ⅡP interval)とした。次に各記録部位の中音部(140 Hz)および高音部(250 Hz)のそれぞれについて、ⅡA振幅に対するⅡP振幅の比を求め、それらの最大値をもってⅡP/ⅡA ratio とし、ⅡP亢進の程度をあらわす指標とした。

このようにして求めたⅡA-ⅡP interval とⅡP/ⅡA ratio、およびTOSの有無について、術前術後を比較検討し、またこれらの血行動態や欠損口の大きさとの関係を検討した。なお欠損口の大きさの指標としては、手術時に測定した欠損口の長径と短径の積を求め、これをASD area と呼んだ。

成 績

1) 血行動態, ASD area, ⅡA-ⅡP interval, ⅡP/ⅡA ratio および TOS 出現頻度と年齢との関係

血行動態, ASD area, および測定した心音図所見との関係は表 1 に示す通りである。

表 1 Number of cases, mean values of right heart catheterization data, ASD area, ⅡA-ⅡP interval, ⅡP/ⅡA ratio, and incidence of TOS in each age group. Both of pre- and postoperative data are shown for phonocardiographic findings

		Age group				All ages
		5—9	10—14	15—19	20—38	
No. of cases	male	6	3	6	5	20
	female	7	12	8	12	39
	total	13	15	14	17	59
Intracardiac pressures (mmHg)	RA mean	6.2	4.6	4.5	5.5	5.2
	RV syst/diast (mean)	42.8/4.3 (18.0)	41.4/1.0 (17.8)	45.2/1.6 (13.8)	42.4/4.3 (15.3)	42.9/2.8 (16.3)
	PA syst/diast (mean)	33.1/12.1 (19.9)	34.5/11.7 (20.3)	33.3/6.4 (16.3)	32.1/9.5 (18.2)	33.2/9.9 (18.7)
P/S flow ratio		2.8	2.6	2.8	2.5	2.7
ASD area (cm ²)		5.4	5.6	6.6	7.7	6.4
ⅡA—ⅡP (preop/postop) (10msec)		4.7/2.5	5.3/2.6	5.4/2.6	5.4/2.9	5.2/2.6
ⅡP/ⅡA ratio (preop/postop)		1.6/2.0	1.9/1.5	0.9/1.1	1.5/1.3	1.5/1.5
TOS (preop/postop) (%)		22/0	33/20	36/14	47/12	35/12

右房 (RA) 圧, 右室 (RV) 圧, 肺動脈 (PA) 圧, 肺一大循環流量比 (P/S flow ratio) の各年齢群の平均値はどれも互にはほぼ等しい値を示したが, ASD area は年齢と共にやや増加する傾向が見られた。

Ⅱ A-Ⅱ P interval は 5~9 才で 0.047 秒であり, それ以上の年齢群に比してやや短かったが, 10~38 才迄の年齢群では, いずれも 0.053~0.054 秒とほぼ同じ値を示した。

Ⅱ P/Ⅱ A ratio は年齢とともに変化し, 10~14 才でもっとも高く (1.9), 15~19 才でもっとも低く (0.9), 5~9 才および 20~38 才ではこの中間の値 (1.6, 1.5) をそれぞれ示した。

TOS は全例 59 例中 21 例 (35%) に記録されたが, TOS の記録される頻度は年齢とともに増加する傾向が見られ, 5~9 才では 22% であるのに対し, 20~38 才ではその 2 倍以上の 47% を示した。

2) Ⅱ A-Ⅱ P interval, Ⅱ P/Ⅱ A ratio および TOS 出現頻度の術後の変化

Ⅱ A-Ⅱ P interval の各年齢層の平均は術前 0.047~0.054 秒であったが, 術後は 0.025~0.029 秒に減少し, 全例平均でも術前 0.052 秒から術後 0.026 秒へと減少した。

Ⅱ P/Ⅱ A ratio の術前術後における個々の症例についての比較は, 図 1 に示す通りであり, 症例により増加したり減少したり, または不変であり, 一定の傾向は見られなかった。各年齢層の平均値では, 5~9 才および 15~19 才ではやや増加し, 10~14 才および 20~38 才ではやや減少したが, 全例の平均値では術前術後でいずれも 1.5 と等しい値を示した。なお全例について Ⅱ P/Ⅱ A ratio が 0.4 以下, 0.5~

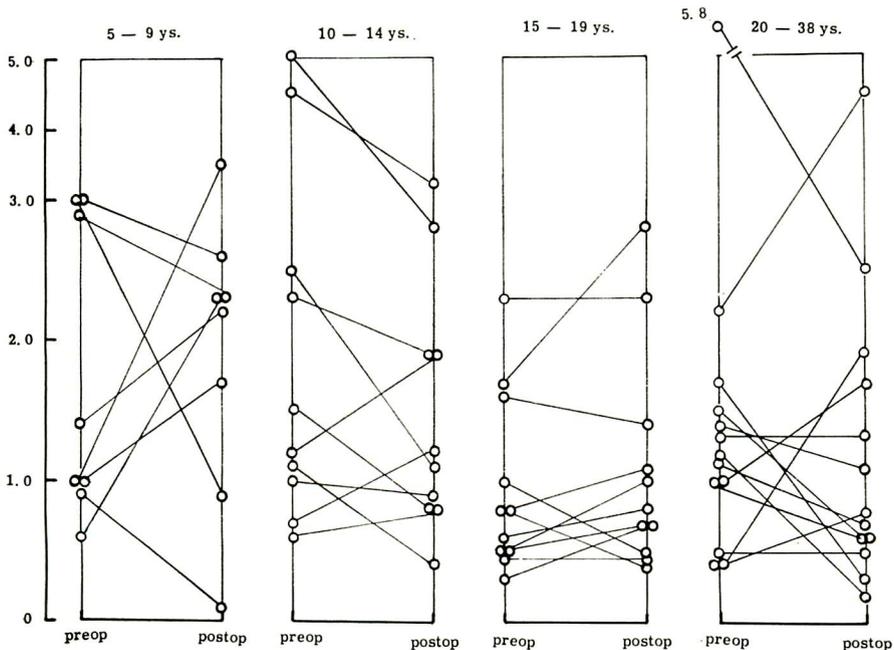


図 1 Comparison of Ⅱ P/Ⅱ A ratios in pre- and postoperative states

0.9, 1.0~1.9および2.0以上を示すものの頻度も、術前はそれぞれ7, 35, 38および20%であるのに対し、術後はそれぞれ9, 37, 30および24%であり、術前術後ともに大略同じ頻度分布を示した。TOSは術後は大半消失し、術前の21例(35%)に対し、7例(12%)に見られるのみとなった。

3) II A-II P interval, II P/II A ratio およびTOS出現と血行動態の関係

図2, 3および表2に、II A-II P interval およびII P/II A ratio と血行動態およびASD area との関係を示す。

II A-II P interval と血行動態の関係については、個々の症例では図2に示すごとくばらつきが大で、両者間に高い相関が存在するとは考えられなかったが、II A-II P interval が0.04秒以下, 0.041~0.06秒, および0.061秒以上の3群に分けて、血行動態諸量やASD area の平均値を比較すると、表2に示すごとく、II A-II P interval の大きい群は小さい群に比較して、僅かながらRVの収縮期圧の増大とPA収縮期圧の減少の傾向が見られ、したがってRVとPAの収縮期圧の差(RV-PA圧較差)が増大する傾向が見られた。またII A-II P interval の増大とともに僅かにP/S flow ratio の増加とASD area の減少が見られた。なお、II A-II P interval が0.061秒以上の群では、II P/II A ratio は0.060秒以下の群に比して著明に小さかった。II P/II A ratio についても、図3に示すごとく、RVやPAの収縮期圧, P/S flow ratio との間に高度の相関があるとは考えられないが、II P/II A ratio 2.0以上のものはRV-PA 圧較差が小さい傾向があると思われた。II P/II A ratio 0.9以下, 1.0~1.9および2.0以上の各群について、血行動態諸量やASD area の平均値を比較すると、表2に示すごとく、II P/II A ratio が2.0以上の群では、それ以下の群に比較して、軽度ながらRV圧が低く、

表2 Relationship between phonocardiographic findings and hemodynamics

		Intracardiac pressures (mmHg)			P/S flow ratio	ASD area (cm ²)	II P/II A ratio
		RV syst	PA syst	RV-PA			
II A-II P interval (sec)	<0.04	44.5	37.8	6.7	2.3	6.7	1.7
	0.041-0.06	41.3	32.6	8.7	2.8	6.4	1.6
	0.061<	47.0	31.9	15.1	2.6	6.0	0.9
II P/II A ratio	<0.9	43.5	32.6	11.1	2.5	6.4	0.6
	1.0-1.9	42.1	30.1	12.1	2.6	6.4	1.3
	2.0<	40.8	36.3	4.5	2.7	6.7	3.3
TOS	(-)	42.2	32.7	9.5	2.6	6.3	1.5
	(+)	44.1	34.1	10.0	2.8	6.4	1.5
	LB 2(-)	42.7	29.6	13.1	2.5	5.7	1.2
	LB 2(+)	46.0	42.4	3.2	4.0	7.7	2.2

PA圧が高い傾向が見られ、したがってRV-PA圧差はⅡP/ⅡA ratio 1.9以下では11~12 mmHgであるのに対し、ⅡP/ⅡA ratio 2.0以上では4.5 mmHgとやや小であった。なおP/S flow ratioやASD areaの各群の平均値は、互にはほぼ等しい値を示した。

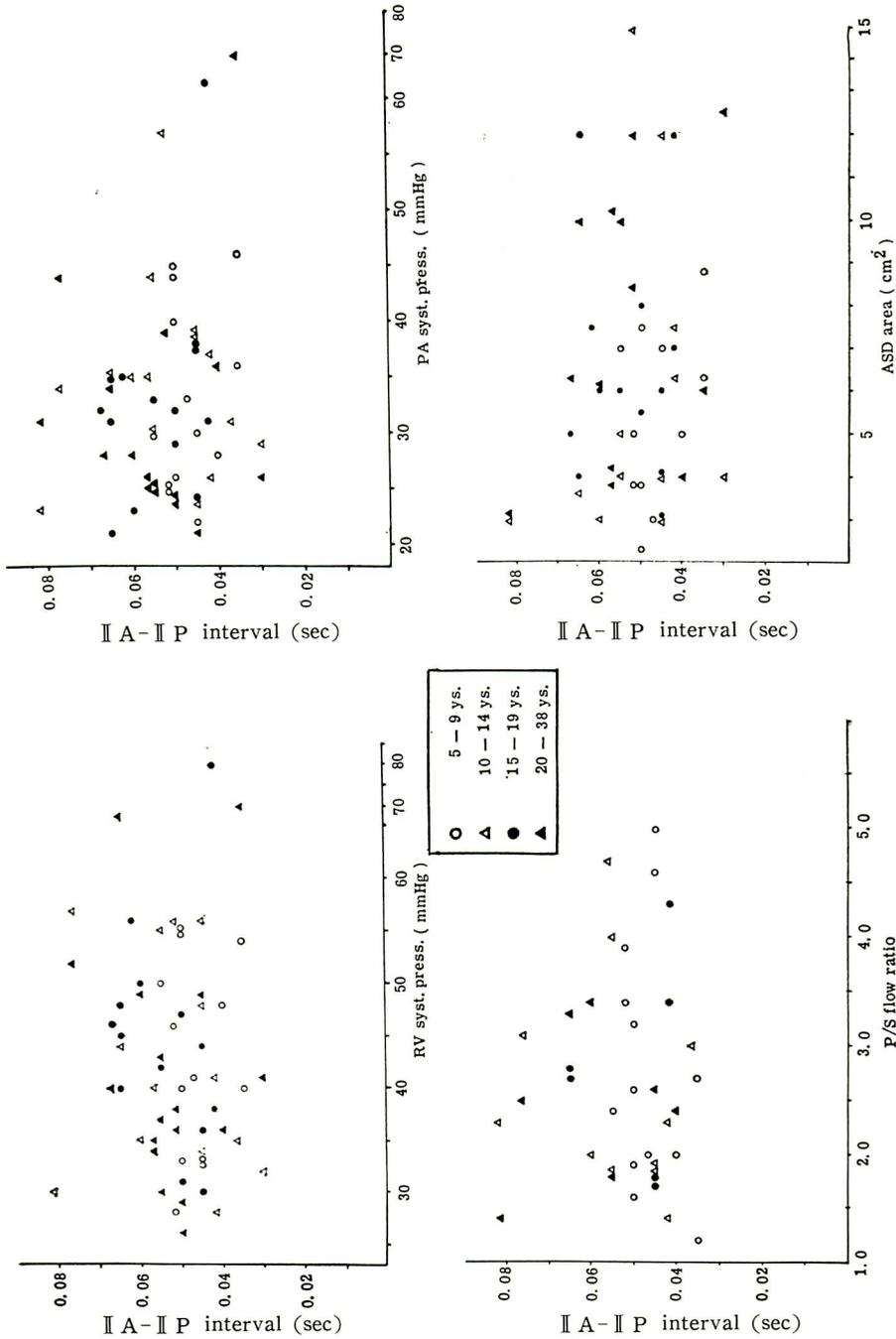


図2 Relationship of Ⅱ A-Ⅱ P interval with hemodynamics

つぎにTOS出現の有無と、血行動態諸量およびASD areaとの関係を検討した。TOSが記録される群(TOS(+))と記録されない群(TOS(-))のそれぞれについての血行動態諸量およびASD areaの平均値は表2に示す通りであり、互にほぼ等しい値を示した。TOS(+))群では全例胸骨左縁第4肋間においてTOSが記録されたが、ここでTOSの振幅の大なる場合は胸骨左縁第2肋間(LB2)においても記録され、前者でTOSの振幅が小さいときは後者では記録されない傾向が見られた。したがってTOS亢進の程度と血行動態の関係を検討するために、TOS(+))群を、さらにLB2で記録される群(LB2(+))群)7例とされない群(TOS(-))群)14例に分けて、TOS(-))群と比較した。TOS(-))群とLB2(-))群の血行動態諸量やASD areaの平均値は

ほぼ等しい値を示したが、LB2(+))群ではRV圧、PA圧、P/S flow ratioおよびASD areaの平均値は、他の2群に比して高い傾向にあり、とくにPA圧の平均はLB2(+))では42.4mmHgで、TOS(-))群とLB2(-))はそれぞれ32.7および29.6mmHgであり、LB2(+))群のPA圧は高い傾向が著しかった。またRV-PA圧較差は、TOS(-))、LB2(-))ではそれぞれ9.5、13.1mmHgであるのに、LB2(+))では3.2mmHgと著明に小さかった。またTOS(-))、LB2(-))、LB2(+))の各群のII P/II A ratioは、それぞれ1.5、1.2および2.2であり、LB2(+))群で明らかに高値を示した。

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一つであることはよく知られている^{1)~5)}。II音の分裂間隔は0.03~0.07秒程度で¹⁾²⁾⁴⁾、平均0.05秒前後であ

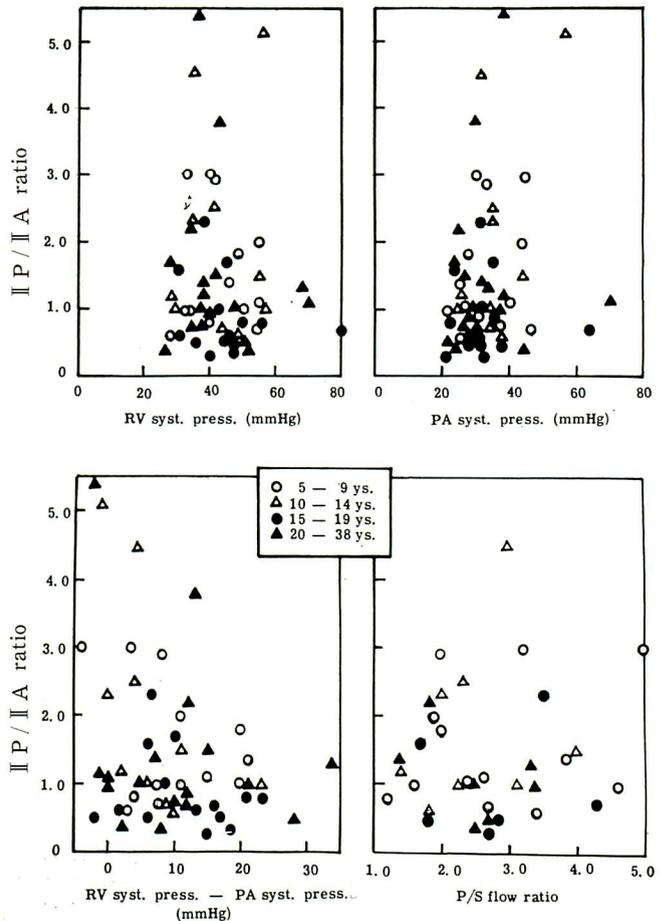


図3 Relationship of II P/II A ratio with hemodynamics

り⁵⁾⁶⁾、欠損口閉鎖術後は分裂間隔は短縮し、かつ呼吸性変動の様子も正常に近づくと報告されているが^{2)~7)}、今回の成績でも、術前平均0.052秒であったⅡA-ⅡP interval は、術後0.026秒と短縮した。Ⅱ音分裂間隔に関係する因子としては、一般に短絡量と正の相関を示し、PA圧と逆相関を示すとされるが⁵⁾⁷⁾、例外も多く⁵⁾⁷⁾⁸⁾、また高齢者では若年者より分裂間隔が広い傾向があると報告されている⁷⁾⁸⁾。今回の成績でも大略同様の傾向を示し、ⅡA-ⅡP interval が0.04秒以下、0.041~0.06秒および0.061秒以上の3群に分けて、それぞれの群の血行動態諸量の平均値を比較すると、ⅡA-ⅡP interval が長い群ではPA圧が低く、P/S flow ratio は高い傾向が見られたが、各群の平均値の差は僅少であり、かつ個々の症例についてはばらつきが極めて大きく、ⅡA-ⅡP interval と血行動態諸量との間に高度の相関があるとは考えられなかった。しかし興味深いのは、ⅡA-ⅡP interval が0.061秒以上の群では、それ以下の群に比較して、RV-PA圧較差が明らかに大で、かつⅡP/ⅡA ratio がかなり低値を示したことである。

ⅡP/ⅡA ratio については、正常者では98%は1.0以下で、特に15才以上では1.0以上にはならないと報告されているが⁹⁾、ASDではⅡP亢進の傾向があり、ⅡP/ⅡA ratio は1.0またはそれ以上のことが多いが、1.0以下のこともあると報告されている¹⁾²⁾⁶⁾¹⁰⁾。今回の成績でも、ⅡP/ⅡA ratio が1.0以上のものは全例の60%に見られたが、0.4以下のものも7%に見られた。Meyer⁶⁾はASDのⅡP/ⅡA ratio の平均値を1.03~1.17と報告しているが、今回の成績では1.5であった。今回の成績に示されているごとく、ⅡP/ⅡA ratio は年令および血行動態の変化と共にかなり変化するが、Meyerの論文ではその点についての記載がないので、彼の成績とわれわれの成績の差の原因については不明である。ⅡPの振幅はPA圧上昇につれて大となるとする者もあるが¹⁾、ⅡP亢進の程度はASDにおける肺高血圧の有無の判定の指標にはならないと考えている者もある⁵⁾¹⁰⁾。今回の成績では、ⅡP/ⅡA ratio はRV圧、P/S flow ratio やASD area とは明らかな相関は示さなかったが、ⅡP/ⅡA ratio が2.0以上の群ではそれ以下の群よりPA圧はやや高く、RV-PA圧較差が明らかに低い傾向が見られた。

ⅡPの亢進の程度は欠損口閉鎖術後は減少する傾向があると報告されているが²⁾⁵⁾⁶⁾、今回の成績では、ⅡPのⅡAに対する相対的大きさ(ⅡP/ⅡA ratio)は個々の症例によって増加したり減少したり、あるいは不変のものもあって一定の傾向を示さず、全例の平均でも術前術後ともどもにⅡP/ⅡA ratio は1.5と同じ値を示した。

次に、ASDにおいてTOSの記録される頻度は0~66%と報告者により大きい差があり¹⁾²⁾³⁾⁷⁾¹¹⁾¹²⁾、Barrittら¹³⁾はASDにおけるTOSの存在それ自体を疑問視しているが、Tavelら¹¹⁾は心音図とultrasound recordによる三尖弁の動きを同時記録し、三尖弁開放の時相に一致して出現したⅡPの後の振動をTOSであると考えた。今回の成績ではTOSは全例59例中21例(35%)に見られたが、その出現の頻度は年令と共に増加した。手術後はTOSの大半は消失し、7例(12%)に見られるのみとなった。

TOSの出現と血行動態との関係については、不明とするものもあるが⁵⁾、Tavelら¹²⁾はP/S flow ratioが3.0以上の短絡量の多い例に見ることが多いとしている。今回の成績では、TOS(+)群とTOS(-)群とでは、血行動態諸量に僅かの差しか見られなかった。TOSは胸骨左縁下方でよく記録されたが、ここで振幅の大なるTOSが記録される例では、心基部でも記録される傾向があったので、心基部でのTOSの有無をTOSの亢進の度をあらわす指標に用いることが出来ると考え、TOS(+)群をさらにLB2(+)群とLB2(-)群とに分けて、各群の血行動態諸量を比較した。TOS(-)群とLB2(-)群の間には血行動態諸量にほとんど差異は見られなかったが、LB2(+)群ではRV圧、PA圧、P/S flow ratio、ASD areaの何れもTOS(-)群やLB2(-)群より高く、とくにPA圧とP/S flow ratioの高値が目立った。またTOS(-)、LB2(-)およびLB2(+)のII P/II A ratioを比較すると、LB2(+)群で著明に高く、一方RV-PA圧較差は明らかに低値を示した。

II A-II P interval、II P/II A ratioやTOSの出現に関与する因子としては、両心房間の短絡による右心系血液流量の増大、それによるRV圧やPA圧、さらには今回の成績が示唆するように、RVとPAの圧較差などが考えられるであろう。さらには流量増大による肺動脈弁や三尖弁の器質的変化¹³⁾もII Pの振幅やTOSの発生とその振幅に影響するかも知れず、また右房・右室・肺動脈から成る右心系の肥大・拡張も、血流速度や血流の方向、あるいは乱流の発生に影響するであろうし、さらには振動発生部位と胸壁との距離を変えることによって、心音図のII音やTOSの振幅の大きさに影響を与える可能性もある。このように、II音やTOSの発生と胸壁への伝播に関与する因子は極めて複雑ではあるが、今回の成績の中で特に興味深く思われるのは、II音分裂間隔、II P亢進の程度やTOSの高調化には、P/S flow、RV圧、PA圧などのうちの何れか一つのみの変化よりは、とくにRV圧とPA圧の較差が深い関係を有していることが示唆されていることである。

要 約

二次口心房中隔欠損症59例の心音図におけるII音と三尖弁開放音について、血行動態との関係および欠損口閉鎖術後の変化を検討し、次のごとき成績を得た。

1) II音分裂間隔の全例の平均は0.052秒であり、術後は0.026秒に短縮した。年齢との関係では、5～9才では平均0.047秒であり、10才以上では0.053～0.054秒であった。血行動態との関係では、個々の症例では極めてばらつきが大であったが、分裂間隔の長いものでは、短いものに比較して、肺動脈圧がやや低く、右室と肺動脈の収縮期圧較差が大で、II P/II A比は小である傾向を示した。

2) II P/II A比の全例の平均は術前術後共に1.5であったが、個々の症例では術後に増加するもの、減少するもの、または不変のものがあり、一定の傾向を示さなかった。血行動態との関係では、II P/II A比が2.0より大なるものは、それ以下のものに比して、右室と肺動脈の収縮期圧較差が小さい傾向が見られたが、II P/II A比と右室圧、肺動脈圧、短絡量との関係は明瞭でなかった。

3) 三尖弁開放音は全例の35%に見られたが、その頻度は年令と共に増加した。術後は大半消失し、12%に見られるのみとなった。三尖弁開放音の記録される群との間には、血行動態に大差は見られなかったが、三尖弁開放音が胸骨左縁下方のみならず心基部でも記録される群は、胸骨左縁下方でのみ記録される群に比して、右室圧、肺動脈圧および短絡量が大であり、右室と肺動脈の圧較差は小である傾向を示し、かつⅡP/ⅡA比は大きい傾向を示した。

文 献

- 1) Leatham, A. & Gray, I. : Auscultatory and phonocardiographic signs of atrial septal defect. Brit. Heart J. 18 : 193, 1956.
- 2) Dimond, E. G. & Benchimol, A. : Phonocardiography in atrial septal defect : Correlation between hemodynamics and phonocardiographic findings. Am. Heart J. 58 : 343, 1959.
- 3) Eisenberg, R. & Hultgren, H.N. : Phonocardiographic features of atrial septal defect. Circulation 20 : 490, 1959.
- 4) Aygen, M. M. & Braunwald, E. : The splitting of the second heart sound in normal subjects and in patients with congenital heart disease. Circulation 25 : 328, 1962.
- 5) 上田, 海渡, 坂本 : 臨床心音図学, 南山堂, 東京, 1963.
- 6) Meyer, W. : The aortic and pulmonary components of the second heart sound in mitral stenosis, atrial septal defect and tetralogy of Fallot. Cardiologia 50 : 65, 1967.
- 7) 古田 : 先天性心疾患の病態生理と心音。診療 14 : 1412, 1961.
- 8) Castle, R. F. : Variables affecting the splitting of the second heart sound in atrial septal defect. Am. Heart J. 73 : 468, 1967.
- 9) Harris, A. & Sutton, G. : Second heart sound in normal subjects. Brit. Heart J. 30 : 739, 1968.
- 10) Sutton, G., Harris, A. & Leatham, A. : Second heart sound in pulmonary hypertension. Brit. Heart J. 30 : 743, 1968.
- 11) Tavel, M. E., Baugh, D., Fisch, C. & Feigenbaum, H. : Opening snap of the tricuspid valve in atrial septal defect. A phonocardiographic and reflected ultrasound study of sounds in relationship to movements of the tricuspid valve. Am. Heart J. 80 : 550, 1970.
- 12) Barritt, D. W., Davies, D. H. & Jacob, G. : Heart sounds and pressures in atrial septal defect. Brit. Heart J. 27 : 90, 1965.
- 13) Okada, R., Glagov, S. & Lev, M. : Relation of shunt flow and right ventricular pressure to heart valve structure in atrial septal defect. Am. Heart J. 78 : 781, 1969.

第 14 席 討 論

(第 13 席 討 論 参 照)