

経食道カラーおよびパルス・ドップラー心エコー図法による心房中隔欠損症の右-左短絡血流に関する検討

Detection of Right-to-Left Shunt Flow in Atrial Septal Defect Using Transesophageal Color and Pulsed Doppler Echocardiography

林 真見子
大木 崇
井内 新
小川 聡
影治 好美
細井 憲三
谷本 雅人
福田 和代
田畑 智継
福田 信夫

Mamiko HAYASHI
Takashi OKI
Arata IUCHI
Satoru OGAWA
Yoshimi KAGEJI
Kenzo HOSOI
Masato TANIMOTO
Kazuyo FUKUDA
Tomotsugu TABATA
Nobuo FUKUDA

Abstract

The clinical significance of right-to-left (R-L) shunt flow dynamics in atrial septal defects (ASD) were investigated using transesophageal color and pulsed Doppler echocardiography in 30 patients with ASD of the ostium secundum type, including 20 with systolic pulmonary artery pressures (sPA) less than 40 mmHg, 4 with sPA of 40 to 60 mmHg, 3 with sPA of 90 mmHg or greater, 2 with pulmonic stenosis and 1 with Ebstein's anomaly. R-L shunting was detected by a shunt flow signal across the defect during a cardiac cycle. The timing of the R-L shunt was compared with various parameters obtained by echocardiography or cardiac catheterization.

R-L shunt flow at the onset of ventricular contraction or closing phase of the tricuspid valve was detected in five patients with isolated ASD associated with increased mean right atrial pressure, but no severe pulmonary hypertension.

R-L shunt flow during systole was detected in five of 26 patients with isolated ASD and tricuspid regurgitation and in one patient with Ebstein's anomaly. The tricuspid regurgitation signals in three of the five patients were directed toward the defect, while the other two had massive tricuspid regurgitation.

R-L shunt flow during mid-diastole was detected in three patients without pulmonary hypertension. Massive left-to-right shunt flows occurred during the phase from end-systole to early diastole.

R-L shunt flow during atrial systole was detected in three patients with severe pulmonary hypertension and two with pulmonic stenosis. The severe pulmonary hypertension patients, in particular, showed the aliasing signal as a high speed shunt flow, and in two of these, R-L shunt flow continued from atrial systole to early ventricular systole, and was also observed in early diastole.

R-L shunt flow was detected in ASD patients with and without pulmonary hypertension, and was influenced by right atrial pressure at the phase of tricuspid valve closing, volume or direction of tricuspid regurgitation, rebound flow due to massive left-to-right shunt flow, grade of right ventricular distensibility or pulmonary hypertension, and other cardiac complications.

Key Words

atrial septal defect, right-to-left shunt, transesophageal echocardiography

はじめに

経食道心エコー図法は超音波ビームを心房中隔に対してほぼ垂直に入射できるため、従来の経胸壁心エコー図法に比べて心房中隔欠損症 (atrial septal defect: ASD) の欠損孔や短絡血流に関するより詳細な観察を可能とした。しかしながら、本法を用いた ASD の短絡血流についての報告¹⁻³⁾ はいまだ少なく、とくに右-左短絡血流の検出に関する報告はほとんどみられない。

本研究の目的は、経食道心エコー図法を用いて ASD の右-左短絡血流を観察し、その臨床的意義と問題点について検討することである。

対象と方法

研究対象は二次孔型 ASD 30 例である。その内訳は、肺高血圧非合併 20 例、軽症肺高血圧合併 4 例、重症肺高血圧合併 3 例、肺動脈狭窄合併 2 例、Ebstein 奇形合併 1 例である (Table 1)。なお、他の心奇形を合併しない ASD 27 例の中で、肺動脈収縮期圧が 40-60 mmHg のものを軽症肺高血圧、90 mmHg 以上のものを重症肺高血圧と規定した。また、三尖弁逆流の検出にはカラードプラー断層法およびパルス・ドプラー法を用いた。その重症度は Miyatake ら⁴⁾ の基準を参考にし、心臓カテーテル検査未施行例については、Tei ら⁵⁾ の方法により肺動脈収縮期圧を推定した。

全例に経食道カラーおよびパルス・ドプラー法を施行した。カラードプラー記録はビデオレコーダーに入力し、さらにスローモーションビデオで再現しながら、欠損孔を介する赤色系の右-左短絡血流シグナルの有無および出現時相を解析した。一方、パルス・ドプラー記録はカラードプラー法で欠損孔部の赤色系の右-左短絡および青色系の左-右短絡血流シグナルをモニターしながらサンプルボリュームを設定し、とくに右-左短絡血流速波形をストリップチャートレコーダーで毎秒 50 mm の速度で記録した。

なお、ASD 全例で右室径、右房面積、欠損孔径および左-右短絡血流速時間面積を計測し³⁾、これらの指標と右-左短絡血流との関係について検討した。

ASD 16 例については、心カテーテル法を用いて左房および右房内圧曲線を同時記録した。各時相における両心房圧較差曲線をトレース法により作成し、経食道パルスおよびカラードプラー法で得られた右-左

Table 1 Patients in this study

	No. of patients	Age (yrs) (mean ± SD)
Atrial septal defect	30	43 ± 14
Without PH (sPA < 40 mmHg)	20	43 ± 14
With mild PH (sPA of 40-60 mmHg)	4	48 ± 21
With severe PH (sPA ≥ 90 mmHg)	3	33 ± 8
With PS	2	44 ± 14
With Ebstein's anomaly	1	52

PH = pulmonary hypertension; sPA = systolic pulmonary artery pressure; PS = pulmonic stenosis

短絡血流シグナルと比較検討した。

使用した超音波装置は東芝製 SSH65A およびアロカ製 SSD870 で、食道内超音波探触子は東芝-町田製探触子付き内視鏡 ESB-375SR (発信周波数 3.75 MHz) およびアロカ製 UST5228S-5 (発信周波数 5 MHz) を用いた。

成績

今回の ASD 30 例における超音波およびカテーテルデータを Table 2 に示す。全例で十分なカラードプラー、パルス・ドプラー記録が得られた。これらの症例において観察された右-左短絡血流の詳細を以下に述べる。

1. 等容収縮期の右-左短絡血流 (Fig. 1)

ASD 単独の 27 例中 5 例に等容収縮期の右-左短絡血流が検出できた。この 5 例の中に重症肺高血圧合併 ASD は含まれていなかった。パルスおよび M モードカラードプラー法で確認されたこれら右-左短絡血流の出現時相は、心電図の R 波にほぼ一致する等容収縮期であり、その血流シグナルはスパイク状で、かつ持続時間が極めて短いことを特徴とした (Fig. 2)。カラードプラー断層法による観察では、三尖弁閉鎖時において三尖弁口右房側から心房中隔欠損部に向かう赤色系の血流が 5 例全例に検出できた。

これら 5 例のうち、心臓カテーテル法を施行した 3 例の平均右房圧 (3.3 ± 2.5 mmHg) は、右-左短絡血流の検出が不可能であった 7 例の平均右房圧 (0.8 ± 0.7 mmHg) に比べて有意に大であった。なお、後者の 7 例は、重症肺高血圧を合併した 3 例と他の心奇形を合併した 3 例を除く 19 例の中で、心臓カテーテル法を施行

Table 2 Clinical characteristics of 30 patients with atrial septal defect

Patient No.	Age (yrs)	Diagnosis	RVD (cm)	RA (cm ²)	DS (cm)	TSI (cm)	R-L by CDE	Catheterization			TR (m/sec)
								sPA (mmHg)	L-R (%)	R-L (%)	
1	42	ASD	2.0	14	1.0	24		38			2.4
2	36	ASD	3.8	23	2.5	25	ICT, MD	32	77	0	3.4
3	66	ASD	3.9	16	1.1	32					-
4	41	ASD	3.0	15	0.4	40					*
5	65	ASD	4.4	22	1.0	48					*
6	15	ASD	2.7	15	2.2	19	AS				*
7	52	ASD	3.3	17	1.3	58		32	73	5.0	2.1
8	32	ASD	2.5	18	1.0	46		30	73	0.4	2.3
9	64	ASD	3.1	22	1.2	40		34	48	6.6	2.3
10	44	ASD	3.2	15	1.0	27	TR (ES)	22			1.3
11	20	ASD	3.3	20	0.8	34	ICT, TR (ES), MD				*
12	54	ASD	2.3	14	0.8	50		39	53	1.3	2.7
13	55	ASD	4.6	25	1.3	51		39	62	2.0	2.8
14	51	ASD	3.6	12	1.3	33					*
15	44	ASD	4.8	26	2.9	22	ICT, TR (LS)	31			2.0
16	24	ASD	2.8	12	1.3	43	ICT	21	71	0	1.4
17	55	ASD	3.6	21	1.9	36		22	40	4.8	2.4
18	32	ASD	3.4	21	1.9	32	ICT, TR (ES), MD	23	38	0	2.7
19	25	ASD	2.2	15	1.1	31		22	69	1.8	*
20	60	ASD	3.1	18	0.8	28		38			2.4
21	37	ASD+PH (m)	4.8	21	2.3	23		44			2.7
22	30	ASD+PH (m)	3.0	12	1.2	61		40			2.5
23	44	ASD+PH (m)	2.9	13	0.5	46		44			*
24	71	ASD+PH (m), Af	4.0	23	2.5	28		56			3.2
25	33	ASD+PH (s)	4.2	23	2.6	10	AS-ES, ED	121	3	0	4.4
26	25	ASD+PH (s)	5.6	27	1.9	15	AS-ES, ED	90	53	6.0	2.9
27	40	ASD+PH (s), Af	3.0	20	2.3	21	AS, TR (LS), ED	100	43	6.8	4.4
28	34	ASD+PH (s), PS	3.6	21	1.5	22	AS	40	56	5.7	2.3
29	54	ASD, PS	3.3	18	1.4	15	AS	35	64	21.2	2.9
30	52	ASD, Ebstein	3.5		1.1		S	24	29	7.1	1.8

ASD=atrial septal defect; m=moderate; s=severe; Af=atrial fibrillation; RVD=right ventricular dimension by M-mode echocardiography; RA=area of right atrium at the horizontal view by transesophageal two-dimensional echocardiography; DS=defect size at the horizontal view by transesophageal two-dimensional echocardiography; TSI=total left-to-right shunt flow velocity integral by transesophageal pulsed Doppler echocardiography; TR=tricuspid regurgitation; ICT=isometric contraction time; ES=early systole; MD=mid-diastole; AS=atrial systole; LS=late systole; ED=early diastole; S=ventricular systole; CDE=color Doppler echocardiography; *=minimal TR. Other abbreviations as in Table 1.

した例である。

2. 収縮期の右-左短絡血流

収縮期時相における右-左短絡血流は、三尖弁逆流合併例 (Fig. 2) と Ebstein 奇形合併例 (Fig. 3) に観察された。

三尖弁逆流の合併に関しては、ASD 単独の 27 例中 26 例に認め、このうち 5 例に三尖弁逆流による右-左短絡血流が検出できた。これらの右-左短絡血流をカラードップラー断層法で観察すると、逆流が直接欠損

孔を介して右房から左房へ移動する様子が確認できた。さらにパルスおよび M モードカラードップラー法による出現時相の検討では、収縮中期には左-右短絡血流が出現するため、3 例は収縮早期に、2 例は収縮後期に右-左短絡血流が検出された。

右-左短絡血流を認めた 5 例における三尖弁逆流の方向は、3 例が心房中隔欠損部に向かい、他の 2 例は右房前方に向かっていたものの、連続波ドップラー法による最高逆流速度が 2.7 および 4.4 m/sec を有する中等度以上の三尖弁逆流例であった。また、三尖弁逆流に

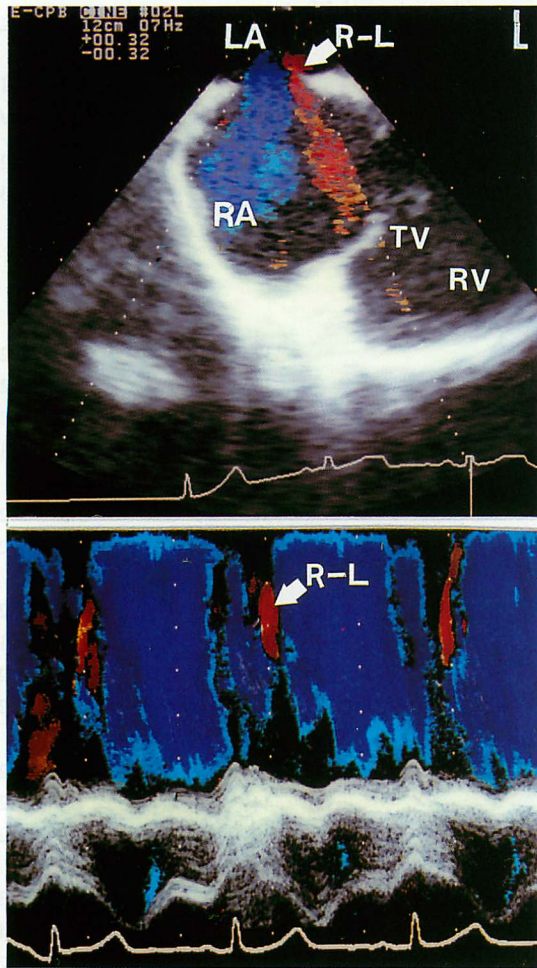


Fig. 1 Color flow images of transatrial jet in a patient with atrial septal defect without pulmonary hypertension

Right-to-left shunt flow across the defect is observed at the onset of ventricular contraction or closing phase of tricuspid valve.

RA=right atrium; LA=left atrium; RV=right ventricle; R-L=right-to-left shunt; TV=tricuspid valve

よる右-左短絡血流を認めた5例と認めなかった22例の肺動脈収縮期圧は、おのおの 44.2 ± 37.5 および 43.4 ± 28.5 mmHgであり、両者間に有意差はみられなかった。

一方、Ebstein 奇形合併例は1例のみの検討であるが、ほぼ全収縮期性の右-左短絡血流が観察された。本例の心室収縮期における心房化右室と左房圧は、おのおの24および11 mmHgであった。

3. 拡張中期の右-左短絡血流 (Fig. 4)

拡張中期の右-左短絡血流は、肺高血圧を合併しないASD 3例に認めた。これらの3例は、他のASD単

独の17例に比較して、右室径(おのおの 3.5 ± 0.3 , 3.2 ± 0.8 cm), 右房面積(おのおの 21.3 ± 1.5 , 17.2 ± 4.3 cm²)および欠損孔径(おのおの 1.73 ± 1.9 , 1.29 ± 0.6 cm)がより大きく、心周期を通じての左-右短絡血流速時間面積(おのおの 30.3 ± 4.7 , 36.3 ± 12.0 cm²)はより小さい傾向にあった。

Mモードカラードップラー法による観察では、この時相の右-左短絡血流は収縮期および拡張早期における左-右短絡血流シグナルの直後に生じ、さらにカラードップラー断層法によれば、収縮期および拡張早期の左-右短絡血流が右房内を反転して右-左短絡血流となる様子が観察された。しかしながら、これら3例の中で、心臓カテーテル法を施行した2例の両心房圧較差曲線による検討では、拡張中期に明らかな右房-左房圧較差を確認できなかった。

4. 心房収縮期および拡張早期の右-左短絡血流

心房収縮期の右-左短絡血流は、重症肺高血圧を合併したASD 3例(肺動脈収縮期圧それぞれ90, 100, 121 mmHg)に認めたが、これらの例では、いずれも拡張早期の右-左短絡血流が同時に観察された(Fig. 5)。

カラードップラー断層法による観察では、前者がオレンジあるいはモザイク状の短絡血流シグナル、後者が赤色系の単色シグナルで描出され、両心房圧較差曲線における右房-左房圧較差の程度とよい対応を示した(Fig. 6)。

同様の結果はパルス・ドップラー法によっても観察され、心房収縮期における右-左短絡血流シグナルは高流速のためaliasingを生じ、3例中2例では心房収縮期のみでなく、心室収縮早期にまで持続する右-左短絡血流(AS-ES)を認めた(Fig. 5)。

一方、心房収縮期にのみ存在する右-左短絡血流は、肺動脈狭窄を合併したASD 2例にも認められ(Fig. 7)、これらの例における同時相の有意な右房-左房圧較差は両心房圧較差曲線により確認できた(Fig. 8)。

考 察

従来ASDの心房間短絡血流動態を検討する手段としては、シネアングิโอグラフィ⁶⁾、コントラスト心エコー図法⁷⁾、ドップラーフローメーターカテーテル^{8,9)}などが用いられており、また卵円窩弁の動きから短絡血流動態を推測しようとする試み¹⁰⁾もある。しかしな

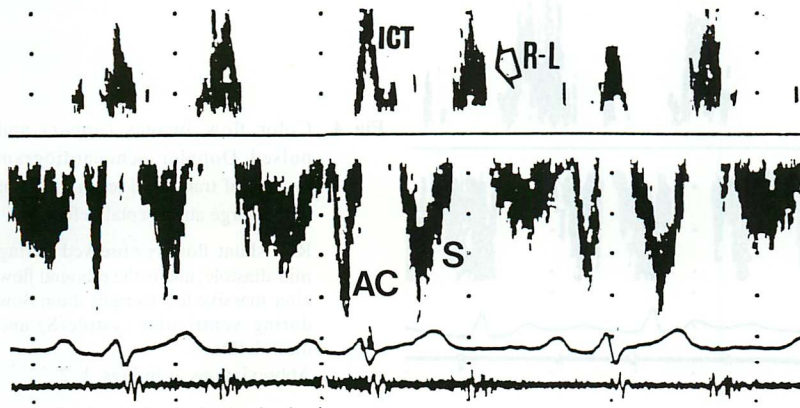
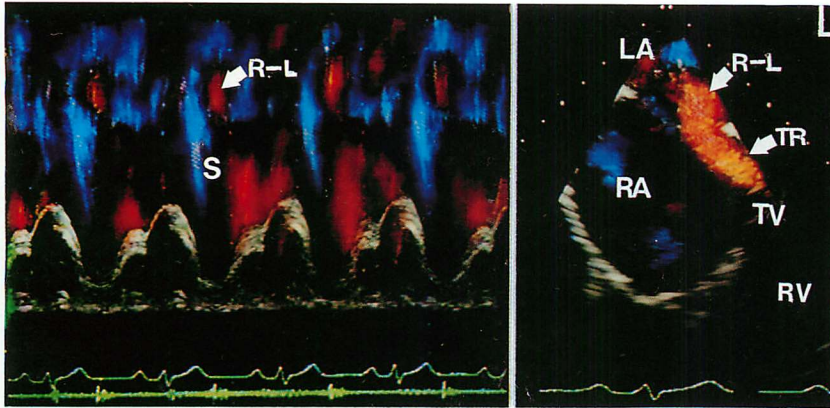


Fig. 2 Color flow images (upper) and pulsed Doppler echocardiogram (lower) of transatrial jet in a patient with atrial septal defect and tricuspid regurgitation

R-L shunt flow by tricuspid regurgitation is observed during late systole. The pulsed Doppler echocardiogram also indicates R-L shunt flow at isometric contraction time (ICT). Left-to-right shunt flow occurs during atrial contraction and ventricular systole.

AC=atrial contraction; S=ventricular systole. Other abbreviations as in Table 2, Fig. 1.

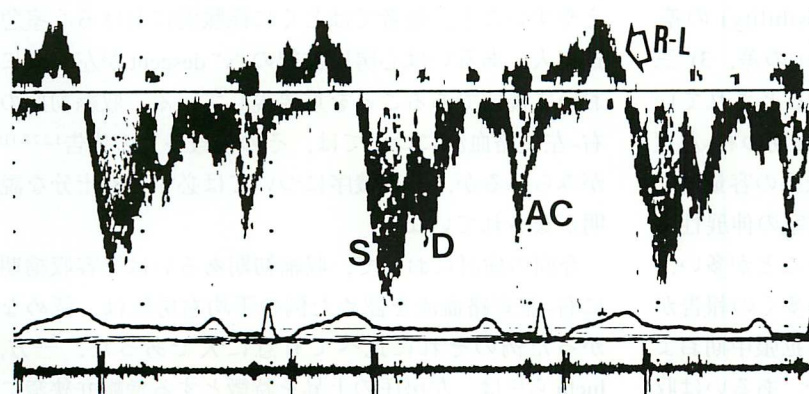
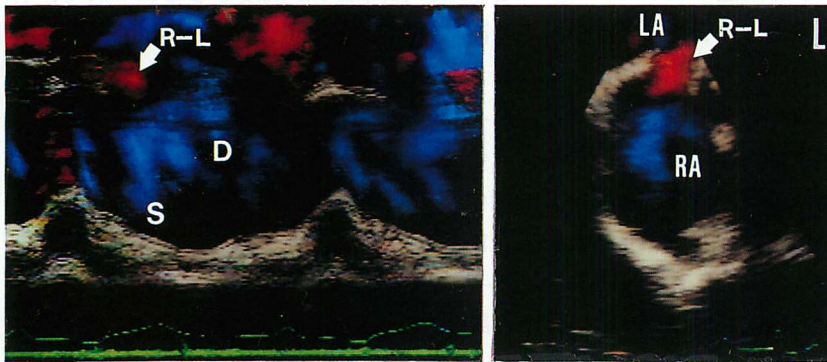


Fig. 3 Color flow images (upper) and pulsed Doppler echocardiogram (lower) of transatrial jet in a patient with atrial septal defect and Ebstein's anomaly

R-L shunt flow across the defect is observed during ventricular systole. D=left-to-right shunt flow during mid-diastole. Abbreviations as in Figs. 1, 2.

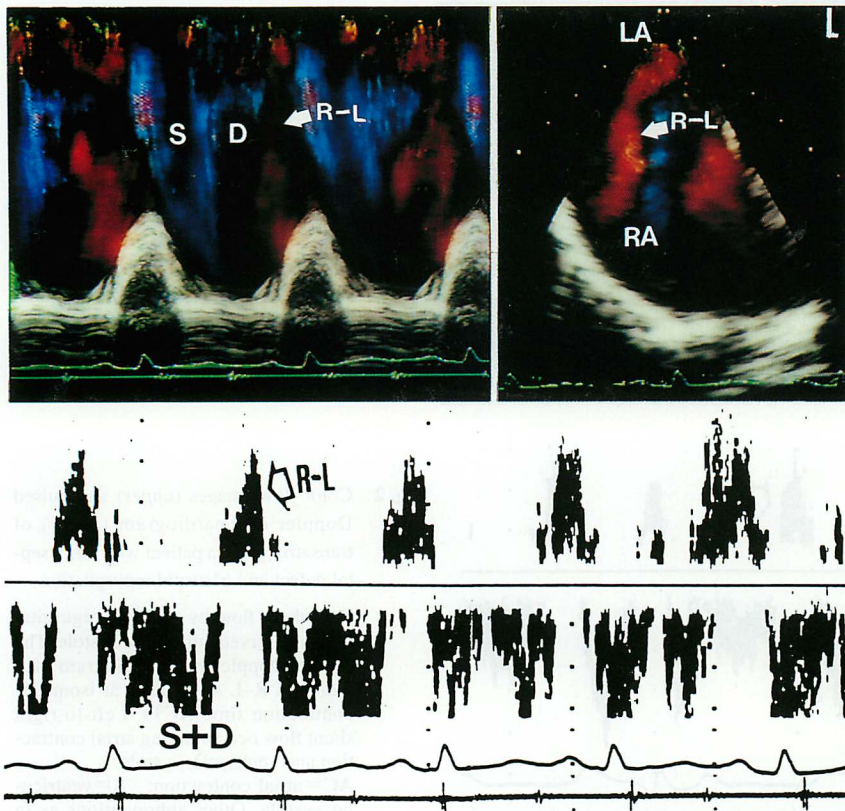


Fig. 4 Color flow images (*upper*) and pulsed Doppler echocardiogram (*lower*) of transatrial jet in a patient with a large atrial septal defect

R-L shunt flow is observed during mid-diastole, and is the rebound flow after massive left-to-right shunt flow during ventricular systole(S) and diastole(D).

Abbreviations as in Figs. 1, 2.

がら、いずれの検査法も得られる情報の信頼性あるいは患者に対する侵襲性に対して少なからず問題があり、必ずしも日常臨床において有用な手段となりえなかったことも事実である。

最近、経食道心エコー図法を用いて ASD の短絡血流動態が詳細に検討できるという報告が相次ぎ、経食道アプローチによるビーム方向が心房中隔に対して直交するという利点は、これらの成績がより信頼性における裏付けともなっている。

一般に、本症における心房間短絡血流の方向と時相は両心房間圧較差により決定されるが、その規定因子としては、1) 右室と左室の伸展性 (distensibility) の差、2) 体および肺静脈系の容量 (capacitance) の差、3) 三尖弁逆流の程度および方向が重要であるとされている^{7,10)}。さらに、これらの因子の中でも収縮期の右-左短絡血流は三尖弁逆流の存在や肺・体静脈系の容量差に影響され、拡張期の右-左短絡血流は右室の伸展性あるいは肺高血圧合併の程度に影響されることが多い。

左-右短絡血流動態についてはすでに多くの報告がある。その血流速波形は、収縮末期から拡張中期および心房収縮期における 2 峰性パターン^{1,2)}、あるいは収

縮末期、拡張中期および心房収縮期における 3 峰性パターン^{3,8)}を示し、肺高血圧が高度となるにつれて、各波の持続時間は短縮してスパイク状の尖鋭な波形に変化するようになる³⁾。

一方、右-左短絡血流動態についての詳細な検討は比較的少ない。Levin ら⁶⁾はシネアンギオグラフィーを用いて本症の心房間短絡血流動態を検討し、高度の肺高血圧を合併しない一部の例において、収縮初期と拡張早期に右-左短絡血流を認めたことを報告している。その機序の説明として、前者では収縮初期における左室基部の動きが右房圧よりも左房圧の変動に影響を与えやすいこと、後者ではとくに徐脈例における心室急速流入、あるいは心房圧曲線の“y” descent が左心側において優位であることを重要視している。収縮初期の右-左短絡血流については、その後数多くの報告^{1,2,7,8,11)}がみられるが、その機序については必ずしも十分な説明がなされていない。

今回の検討において、収縮初期あるいは等容収縮期に右-左短絡血流を認めた例の平均右房圧は、認めなかった例のそれに比べて有意に大であった。一方、Iuchi ら¹²⁾は、左房圧の上昇を特徴とする僧帽弁狭窄に

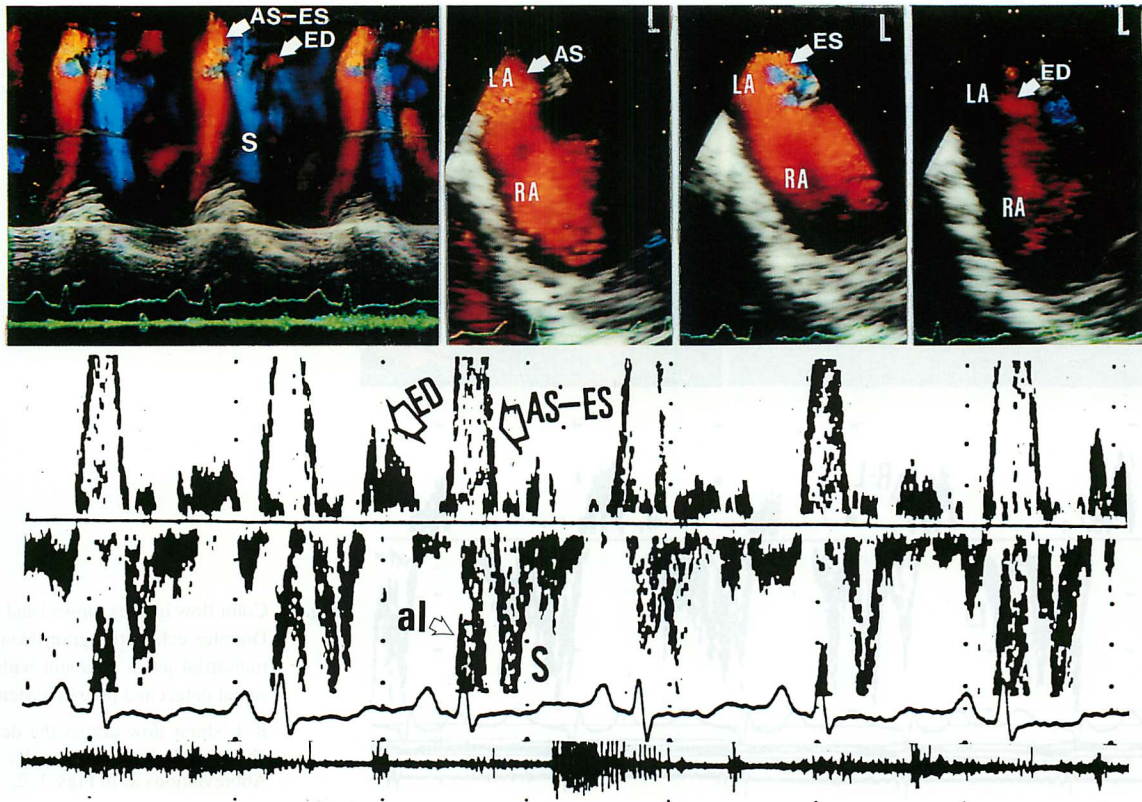


Fig. 5 Color flow images (upper) and pulsed Doppler echocardiogram (lower) of transatrial jet in a patient with atrial septal defect and systolic pulmonary pressure of 121 mmHg

R-L shunt flows are observed as a mosaic during atrial systole (AS) to early systole (ES), and as a red signal during early diastole (ED). Pulsed Doppler echocardiogram indicates the aliasing (al) signal as a high-speed shunt flow during atrial systole to early systole.

Abbreviations as in Figs. 1, 2.

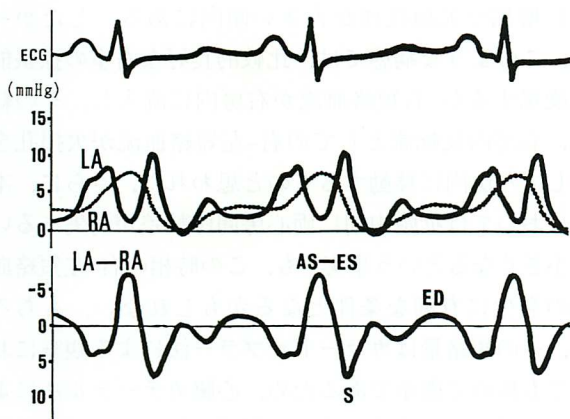


Fig. 6 Pressure tracing of the right atrium and left atrium and the pressure difference across the defect in the same patient as Fig. 5

Instantaneous pressure difference curve across the defect coincides with the shunt flow direction shown by color Doppler imaging.

Abbreviations as in Figs. 1, 2.

における肺静脈血流速波形の収縮初期(C)波を検討し、この波高は僧帽弁閉鎖時の左房圧の上昇度に影響を受けると報告している。以上の点を総合すると、右房圧が上昇した状況における本症の三尖弁閉鎖運動は、欠損孔を介して右房から左房へ瞬時に短絡血流を生ぜしめる要因となりうるということが考えられた。

収縮期の三尖弁逆流が直接に右-左短絡血流となりうることは、すでにコントラスト心エコー図法を用いた Minagoe らの報告⁷⁾、カラードップラー心エコー図法を用いた福田らの報告¹³⁾により明らかである。今回の成績から考えると、その出現率は主として三尖弁逆流量と方向に依存することが理解できるが、収縮中期においては左-右短絡血流が存在することから、三尖弁逆流による右-左短絡血流の出現時相は収縮早期あるいは後期に起こりやすい状況となる。

Ebstein 奇形における右房化右室は、右房収縮時に拡張して機能的右室への充満を妨げ、機能的右室の収縮

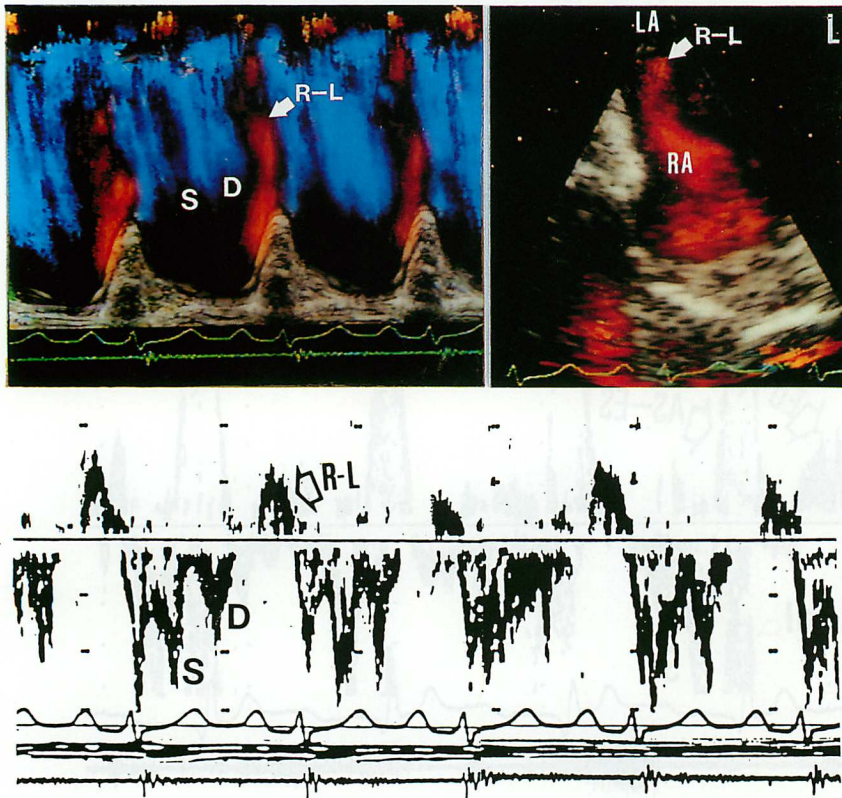


Fig. 7 Color flow images (upper) and pulsed Doppler echocardiogram (lower) of transatrial jet in a patient with atrial septal defect and pulmonic stenosis

R-L shunt flow across the defect is observed during atrial systole. Abbreviations as in Figs. 1, 2.

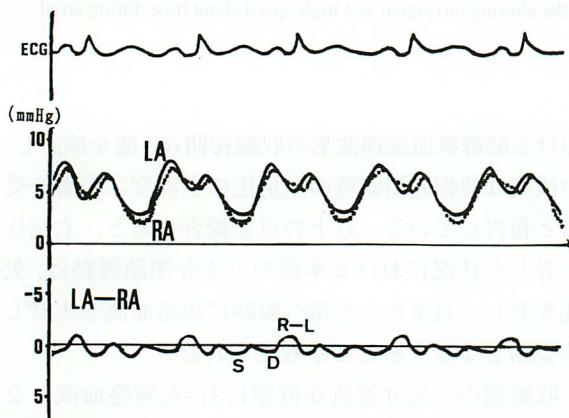


Fig. 8 Pressure tracing of the right atrium and left atrium and pressure difference across the defect in the same patient as Fig. 7

Instantaneous pressure difference curve across the defect coincides with the shunt flow direction shown by color Doppler imaging. Abbreviations as in Figs. 1, 2.

時に収縮して右房への逆流を助ける。本研究では1例のみの検討であるが、心室収縮期における心房化右室圧 (24 mmHg) と左房圧 (11 mmHg) の関係から考えても、本症の心室収縮期に右-左短絡血流が出現するこ

とに矛盾はない。

拡張中期に右-左短絡血流を認めた今回の3例は、肺高血圧の合併は認めないが、右心血流量 (肺循環血流量) 増加や欠損孔径が大きい傾向にある。したがって、このような病態では、比較的良好な右室の拡張能を凌駕する左-右短絡血流が右房内に流入し、その結果、右房内反転流としての右-左短絡血流が欠損孔を介して左房内に移動するものと思われた。さらに、本症においては拡張中期に両心房間圧較差が消失あるいは小さくなるという事実¹⁴⁾も、この時相の右-左短絡血流の発生に有利な条件となるかもしれない。もちろん、その短絡量はカラードップラー法による観察においても極めて微小であるため、心臓カテーテル法による両心房圧較差曲線の感度で記録されるほどの短絡量ではなく、ASDにおける肺高血圧の程度を把握するうえでの重要な情報とはなりえないであろう。

心房収縮期の右-左短絡血流については、過去に報告^{1,2,7)}がみられるものの、その機序に関する詳細な記載はない。本研究において、心房収縮期に右-左短絡血流を認めた3例は、すべて重症肺高血圧合併例で

あった。さらにパルスおよびカラードプラー法により得られたこの時相の短絡血流速度は高流速を示し、これら3例中2例では、心房収縮期のみでなく心室収縮早期にまで持続する特徴を有した。

前述したように、本症の左-右短絡血流速波形は肺高血圧が高度となるにつれてスパイク状波形を示す³⁾。したがって、左-右短絡血流の心房収縮波の持続時間と心房収縮期から心室収縮早期にかけての右-左短絡血流の持続時間との間には相互に密接な関係があると予想される。すなわち心電図のR波を中心とする右-左短絡血流の出現様式あるいは時相は、ASDにおける肺高血圧合併の程度が最もよく反映され、事実、この時相における右-左短絡の血流速度や両心房間圧較差ともよい対応を示している。

一方、重症の肺高血圧合併を認めたこれら3例では、心房収縮期のみならず、拡張早期においても右-左短絡血流が観察された。一般に、肺高血圧が高度となれば右室壁は肥厚し、左室に比べて右室はコンプライアンスの低下により急速流入の減少をきたす¹⁰⁾。このことは、拡張早期における右房圧が左房圧に比べて上昇することを意味し、結果として両心房間において

右-左短絡を招来することとなる。

本研究では、肺動脈狭窄を合併した2例においても心房収縮期に右-左短絡血流が観察された。Tominagaら¹⁵⁾は、パルス・ドプラー法を用いて右室流入様式を検討し、肺動脈狭窄では拡張早期流入の低下と心房収縮の代償的増大および頸静脈波a波の増高が特徴であると述べている。したがって、本症を合併した心房中隔欠損例においては右房収縮の増大がみられ、その結果、心房収縮期の右房圧が左房圧を凌駕することにより右-左短絡血流が生じると思われた。

以上のように、ASDにおける右-左短絡血流は種々の状況において観察され、その臨床的あるいは血行動態意義については慎重な検討が必要であると考えられた。

結 論

経食道カラーおよびパルス・ドプラー法は、心房中隔欠損症における右-左短絡血流の検出およびその出現時相の分析に優れており、本症の血行動態的特徴を把握するうえで不可欠な検査法であることが判明した。

要 約

経食道心エコー図法を用い、二次孔型心房中隔欠損症(ASD)30例(肺高血圧非合併20例,軽症肺高血圧合併4例,重症肺高血圧合併3例,肺動脈狭窄合併2例,Ebstein奇形合併1例)の右-左短絡血流動態を観察し、以下の結果を得た。

1. 等容収縮期の右-左短絡血流は、ASD単独27例中5例に観察された。これら5例に重症肺高血圧の合併は認めなかったが、平均右房圧の上昇がみられた。
2. 収縮期の右-左短絡血流は、三尖弁逆流を合併した孤立性ASD26例中5例と、Ebstein奇形を合併したASD1例に観察された。前者における5例中3例の三尖弁逆流は心房中隔欠損部に向かい、他の2例は中等度以上の逆流量を有した。
3. 拡張中期の右-左短絡血流は肺高血圧を合併しないASD3例に観察された。これら3例の収縮末期から拡張早期における左-右短絡血流量は著明な増大を示した。
4. 心房収縮期の右-左短絡血流は、重症肺高血圧を合併した3例と、肺動脈狭窄を合併した2例に観察された。前者の右-左短絡血流は比較的高流速で、3例中2例は心房収縮期のみでなく心室収縮早期にまで持続する特徴を示した。また、これら3例ではいずれも拡張早期における右-左短絡血流も検出しえた。

以上から、心房中隔欠損症の右-左短絡血流は、1)三尖弁閉鎖時における右房圧の上昇度、2)三尖弁逆流量および方向、3)大量の左-右短絡血流による右房内の反跳流、4)肺高血圧合併に伴う右室壁伸展性の程度、5)他の心奇形合併、などの因子に規定されることが示唆された。

J Cardiol 1994; 24: 227-236

文 献

- 1) Morimoto K, Matsuzaki M, Tohma Y, Anno Y, Suetsugu M, Ono S, Okada K, Hiro J, Nishimura Y, Michishige H, Kusakawa R : Atrial septal defect diagnosed and quantitatively-evaluated by transesophageal two-dimensional Doppler echocardiography. *J Cardiol* 1988; **18** : 813-822 (in Japanese)
- 2) 穂積健之, 吉川純一, 吉田 清, 山浦泰子, 加藤 洋, 奥町 富久丸, 深谷 隆, 八木登志員, 前西文秋, 中西昌子 : 経食道心エコー・ドプラ法による心房中隔欠損症の短絡血流に関する検討. *日超医講演論文集* 1988; **53** : 137-138
- 3) Hayashi M, Oki T, Iuchi A, Uchida T, Kawano T, Ogawa S, Kageji Y, Emi S, Hosoi K, Fukuda N, Mori H : Evaluation of shunt flow patterns in atrial septal defect: A study with transesophageal Doppler echocardiography. *Jpn J Med Ultrasonics* 1990; **17** : 492-503 (in Japanese)
- 4) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y : Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1982; **66** : 777-784
- 5) Tei C, Kisanuki A, Arima S, Arikawa K, Otsuji Y, Ri S, Kashima T, Tanaka H : Non-invasive assessment of right ventricular pressure in patients with tricuspid regurgitation by continuous wave Doppler echocardiogram. *Circulation* 1984; **70** (Suppl II) : 116 (abstr)
- 6) Levin AR, Spach MS, Boineau JP, Canent Jr RV, Capp MP, Jewett PH : Atrial pressure-flow dynamics in atrial septal defects (secundum type). *Circulation* 1968; **37** : 476-488
- 7) Minagoe S, Tei C, Kisanuki A, Arikawa K, Nakazono Y, Yoshimura H, Kashima T, Tanaka H : Noninvasive pulsed Doppler echocardiographic detection of the direction of shunt flow in patients with atrial septal defect : Usefulness of the right parasternal approach. *Circulation* 1985; **71** : 745-753
- 8) Kalmanson D, Veyrat C, Derai C, Savier CH, Berkman M, Chiche P : Non-invasive technique for diagnosing atrial septal defect and assessing shunt volume using directional Doppler ultrasound : Correlations with phasic flow velocity patterns of the shunt. *Br Heart J* 1972; **34** : 981-991
- 9) 松尾修三, 奥 保彦, 橋場邦武 : 心房中隔欠損症の短絡血流速度波の検討. *心臓* 1980; **12** : 120-127
- 10) Kupferschmid C, Lang D : The valve of the foramen ovale in interatrial right-to-left shunt : Echocardiographic cineangiographic and hemodynamic observations. *Am J Cardiol* 1983; **51** : 1489-1494
- 11) Mehta RH, Helmcke F, Nanda NC, Hsiung M, Pacifico AD, Hsu TL : Transesophageal Doppler color flow mapping assessment of atrial septal defect. *J Am Coll Cardiol* 1990; **16** : 1010-1016
- 12) Iuchi A, Oki T, Ogawa S, Hosoi K, Hayashi M, Kageji Y, Tanimoto M, Yoshimoto K, Fukuda N : Transesophageal echocardiographic study on systolic flow pattern of the pulmonary vein in patients with mitral stenosis and atrial fibrillation. *J Cardiol* 1991; **21** (Suppl XXV) : 117-128 (in Japanese)
- 13) 福田信夫, 大木 崇, 河野和弘, 井内 新, 陳 鴻, 森 博愛 : 非観血的検査法による循環器疾患の総合診断 : 特異な三尖弁逆流と短絡血流動態を示した心房中隔欠損症の 1 例. *Medicina* 1988; **25** : 890-899
- 14) Hayashi T, Asao M, Miyatake K, Kitabatake A, Matsuo H, Sakakibara H, Nimura Y : Transcutaneous observations of the internal jugular venous flow in atrial septal defect by ultrasonic Doppler flowmeter. *Cardiovasc Sound Bull* 1975; **5** : 759-768 (in Japanese)
- 15) Tominaga T, Oki T, Okushi H, Ishimoto T, Uchida T, Kagawa T, Kawano K, Fukuda N, Mori H : Diastolic right ventricular hemodynamics in right ventricular overloads assessed by pulsed Doppler echocardiography. *J Cardiol* 1988; **18** : 1115-1126 (in Japanese)