

心室中隔欠損根治術後の三尖弁逆流症に対する超音波ドプラー法による評価

Tricuspid regurgitation after corrective surgery for ventricular septal defect: Evaluation using pulsed Doppler echocardiography

齊藤 彰博
上田 憲
中野 博行

Akihiro SAITO
Ken UEDA
Hiroyuki NAKANO

Summary

Using two-dimensional (2DE) and pulsed Doppler echocardiography (PDE), the prevalence, cause, and 2DE findings of tricuspid regurgitation (TR) occurring after corrective surgery for ventricular septal defect (VSD) were investigated. Fifty-one postoperative patients (25 boys and 26 girls) ranging in age from 2 months to 11 years and 9 months were studied. There were 23 preoperative patients with VSD and 26 children without cardiac disorders who served as controls. TR was diagnosed when pansystolic abnormal Doppler signals were obtained in the right atrial cavity by PDE.

Twenty-three (45.1%) of the 51 postoperative patients, two (8.7%) of 23 preoperative patients, and none of 26 normal subjects were found to have TR. The prevalence of TR in postoperative patients was significantly ($p < 0.01$) greater than those of the two control groups, but there was no significant difference between the control groups. The prevalence of TR was not relevant to sex or type of VSD, but TR was detected more frequently in patients with residual shunts ($p < 0.01$), in those with postoperative pulmonary hypertension ($p < 0.01$), and in those with morphological abnormalities of the tricuspid valve ($p < 0.01$). In postoperative patients, the mean age at surgery of those with TR (mean \pm SD = 18.3 ± 17.4 months) was younger than that of those without TR (29.9 ± 21.4), and the cardiothoracic ratio (0.59 ± 0.07 and 0.55 ± 0.07 , respectively), tricuspid annulus size (122 ± 19 and $104 \pm 10\%$ of normal), and right atrial size (143 ± 34 and $106 \pm 12\%$ of normal) were greater in patients with TR. The maximal extent of the TR signal correlated positively with right atrial size and tricuspid annulus size, and seemed to be a useful index for evaluating the severity of TR. Abnormal morphological findings of the tricuspid valve detected by 2DE were (1) no coaptation of the anterior and septal leaflets in systole (=discoaptation), (2) no coaptation of both leaflets throughout the cardiac cycle (=valve defect), and (3) apical displacement of the valve in systole (=bulging). (1) and (2) appeared to be associated with TR produced by operative injury; and (3), with functional TR.

It was concluded that TR occurs frequently after corrective surgery for VSD, and 2DE and PDE were useful for evaluating the cause and severity of TR.

静岡県立こども病院 循環器科
静岡市漆山 860 (〒420)

Division of Pediatric Cardiology, Shizuoka Children's
Hospital, Urushiyama 860, Shizuoka-shi, Shizuoka
420

Received for publication January 24, 1985; accepted February 20, 1985 (Ref. No. 29-13)

Key words

Tricuspid regurgitation Ventricular septal defect Pulsed Doppler echocardiography Two-dimensional echocardiography Tricuspid valve

はじめに

心室中隔欠損症 (VSD) は先天性心疾患の中で最も発症頻度の高い疾患であり, 根治手術は乳幼児期においても広く行なわれている¹⁻³⁾. 根治術後の合併症としては, 房室ブロック, 肺高血圧の残存, 短絡の残存などが知られているが¹⁻³⁾, 三尖弁逆流 (TR) に関する報告は少ない⁴⁾. これは, TR の病変が右心系のため, 左心系の病変ほど重要視されなかったことや, TR の診断に用いる右室造影法では期外収縮や三尖弁をカテーテルが横切するための偽陽性があり⁵⁻⁷⁾, 診断が不確かであったことも原因と思われる.

近年, 超音波ドプラー法 (PDE) が弁逆流に対し, 非侵襲的, かつ正確な検査法として評価されてきたが⁸⁾, TR に関しても有用な検査法として認められるようになった⁹⁻¹³⁾. したがって我々は, PDE を用いて, VSD 根治術後の TR の評価, 原因, 症状に関して検討した.

対象と方法

対象は VSD 根治術後の 51 例で (Table 1), 性別は男 25 例, 女 26 例, 欠損部位は I 型 15 例, II 型 36 例であった. 検査時年齢は 2 ヶ月から 11 歳 9 ヶ月, 平均 5 歳 6 ヶ月で, 術後経過は 0 ヶ月から 6 年 11 ヶ月であった. 合併症としては, 肺高血圧症が最も多く 39 例に認めたほか, 動脈管開存 8 例, 肺動脈弁狭窄 7 例, 大動脈弁逆流 6 例などであった. この他に, 対照として心室中隔欠損の術前の症例 23 例を対比検討した (Table 2). 性別は男 7 例, 女 16 例, 年齢は 2 ヶ月から 7 歳 10 ヶ月 (平均 1 歳 5 ヶ月) であった. 欠損部位別では I 型 8 例, II 型 15 例である. また, 心疾患を有しないと思われる 26 例も正常対照例とした. 性別は男 16 例, 女 10 例で, 年齢は 4 ヶ月から 13

歳 11 ヶ月で, 平均 3 歳 9 ヶ月であった. 基礎疾患は, 心血管系に異常を認めなかった川崎病 (12 例), 神経疾患 (6 例), 血液疾患 (6 例) などであった.

超音波断層法及びパルス・ドプラー法は ATL 製 Mark V と 3 MHz 探触子を用いて行なった. 被験者は安静仰臥位とし, 超音波断層法により Fig. 1 のように通常の胸骨左縁四腔像を得た後, ドプラー法のサンプリング・ポイントを右房内に置き, 三尖弁の逆流シグナルを検出した. 逆流シグナルとしては, 持続が長く, 全収縮期に認めるものを逆流陽性とし, シグナルの検出位置が三尖弁近傍で, 三尖弁輪から右房後壁までの距離の 1/4 以内のものや, 収縮期の一時期のみに認めるものは除外した. これは臨床的に有意の TR のみを抽出することを目的としたためである. 同時に大動脈弁逆流など, 他の弁逆流の有無, 心室中隔欠損短絡残存の有無も, 超音波ドプラー法で検討した.

三尖弁輪径 (TVR) の水平径 (HD) を胸骨左縁四腔像で, 矢状径 (SD) を四腔像と直交し, 三尖弁の最大開放を記録する断面で, それぞれ拡張期の最大開放時点で計測した (Fig. 2). 右房径 (RAD) は胸骨左縁四腔像で, 三尖弁が閉鎖した時点で, 三尖弁輪より右房後壁までの距離とした (Fig. 1). 逆流シグナルの記録できる三尖弁輪よりの最大距離を計測し, RAD で標準化して (TR/RAD) 比較した.

三尖弁の形態的異常としては胸骨左縁四腔像で収縮期に三尖弁が一直線にならず右房側に変位する三尖弁逸脱 (Fig. 3), 逆に右室側に偏位する bulging (Fig. 4), 前尖と中隔尖とが完全に接合しない discoaptation (Fig. 5), Fig. 5 と同じ断面で収縮期のみならず拡張期にも前尖と中隔尖の間が接合しない弁欠損 (Fig. 6) などの有無を検

Table 1. Materials

VSD after corrective surgery 51 cases	
Sex	boys=25, girls=26
Type	type 1=15, type 2=36
Age at PDE	2m—11y9m (mean 5y6m)
Age at OP	2m— 6y4m (mean 3y2m)
Follow-up	0m— 6y11m
Associated anomalies	
1) Pulmonary hypertension	39
2) Patent ductus arteriosus	8
3) Pulmonary stenosis	7
4) Aortic regurgitation	6

VSD=ventricular septal defect; PDE=pulsed Doppler echocardiography; OP=operation.

Table 2. Controls

1) VSD before surgery 23 cases	
Sex	boys=7, girls=16
Age	2m—7y10m (mean 1y5m)
Type	type 1=8, type 2=15
2) No heart disease 26 cases	
Sex	boys=16, girls=10
Age	4m—13y11m (mean 3y9m)

VSD=ventricular septal defect.

討した。このうち discoaptation は、胸骨左縁より三尖弁短軸断面を記録すると正常では収縮期に前尖、後尖および中隔尖が完全に接合するが (Fig. 5 上), 前尖と中隔尖との間が収縮期にも完全に接合せず (Fig. 5 下, 矢印) 間隙ができるもので、この近傍に欠損孔閉鎖のパッチが検出されることにより、外科的手技により弁の損傷を起したか、弁の可動を損なうような影響を受けたため生じる所見と考えられる。

術前の心臓カテーテル検査および心血管造影は 48 例で行なった。残りの 3 例は、いずれも強い心不全と人工呼吸を必要とする呼吸困難のため、心臓カテーテル検査なしでそれぞれ生後 2 ヶ月および 5 ヶ月に根治術を行なった症例である。これらの症例においては術中に肺動脈圧を計測して、い

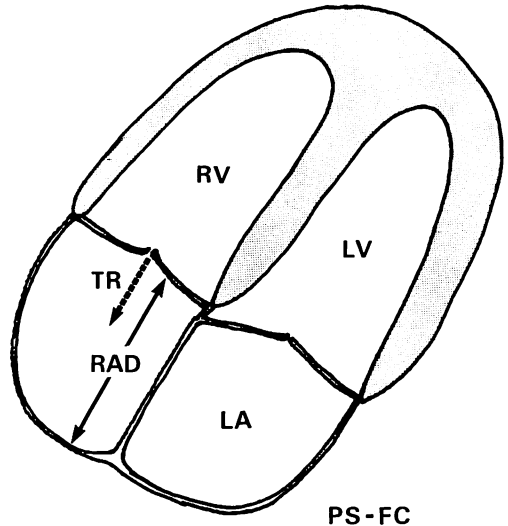


Fig. 1. Schematic drawing of recording and measuring tricuspid regurgitation.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; TR=extent of tricuspid regurgitation; RAD=right atrial dimension; LA=left atrium; PS-FC=parasternal four-chamber view.

ずれも肺高血圧を確認している。術後カテーテル検査は 13 例で行なったが、この他に術後心臓内留置カテーテルにより右室または肺動脈圧を計測できた 15 例を含めて検討した。

この他、逆流の有無と性別、年齢、欠損部位、手術時年齢、術後経過月数、体表面積、術前肺高血圧の有無、欠損孔の径、手術時右室切開の有無、超低体温麻酔の有無、術後肺高血圧の有無、術後右室圧、心胸郭比、心雑音の有無などとの関連を検討した。

平均値の差の検定には、まず F 検定を行ない、母分散に差を認めない場合は t 検定を、差を認める場合は Wilcoxon 検定を使用した。独立性の検定には χ^2 検定を用いた。

結 果

正常対照群 26 名では三尖弁輪の矢状径 (SD) と水平径 (HD) との関係をみると、その比 (SD/HD) は平均 1.00 ± 0.03 であった。また両計測値

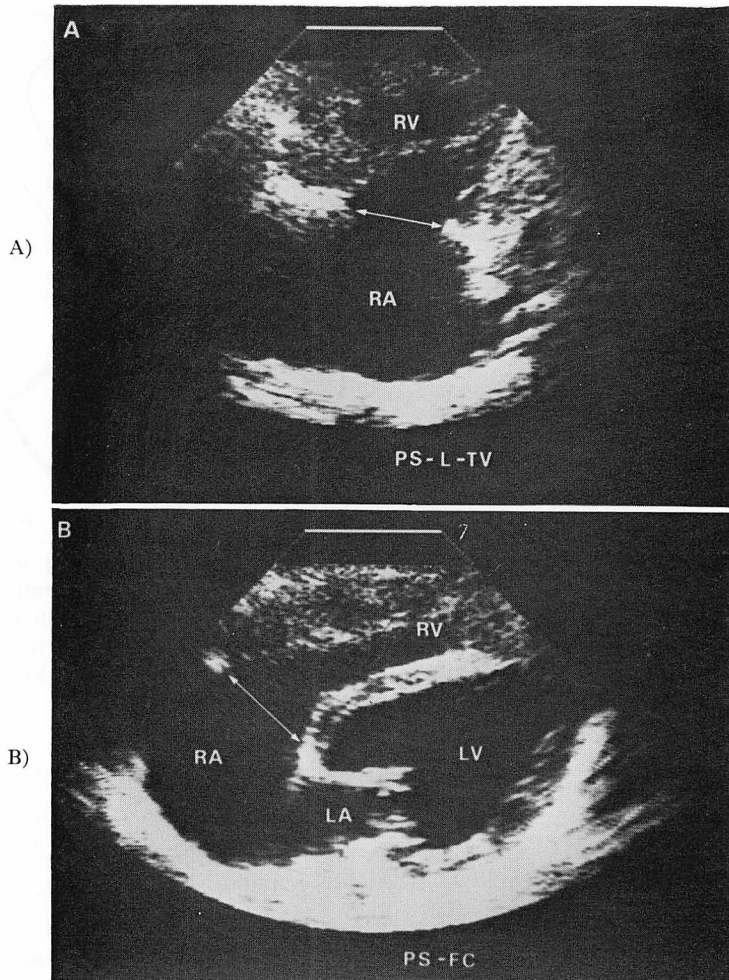


Fig. 2. Two-dimensional echocardiograms demonstrating the methods of measurement of the tricuspid annulus size.

Sagittal (A) and horizontal diameters (B) are measured as the maximum dimension of the tricuspid annulus in sagittal and horizontal echograms.

RV=right ventricle; RA=right atrium; LV=left ventricle; LA=left atrium; PS-L-TV=parasternal long-axis view of the tricuspid valve; PS-FC=parasternal four-chamber view.

は, 相関係数=0.99, 回帰直線は, $HD=0.16+SD \times 0.99$ と, ほぼ一致した値を示した. したがって, 以下の検討には矢状径のみを用いることとした.

矢状径と体表面積 (BSA) との相関係数は 0.97, 指数関数による回帰曲線は SD は $24.55 (BSA)^{0.47}$ であった. 右房径 (RAD) と体表面積との相関で

は, 相関係数=0.98, $RAD=27.79 (BSA)^{0.56}$ の回帰曲線であった. 三尖弁輪径 (TVR) および右房径の比較を行なう場合は, この回帰曲線で得られた各体表面積あたりの正常値で標準化した値 (% of normal) を用いた.

三尖弁逆流は正常対照では認めなかったが, VSD 術前の 23 例中 2 例 (8.7%), VSD 術後の

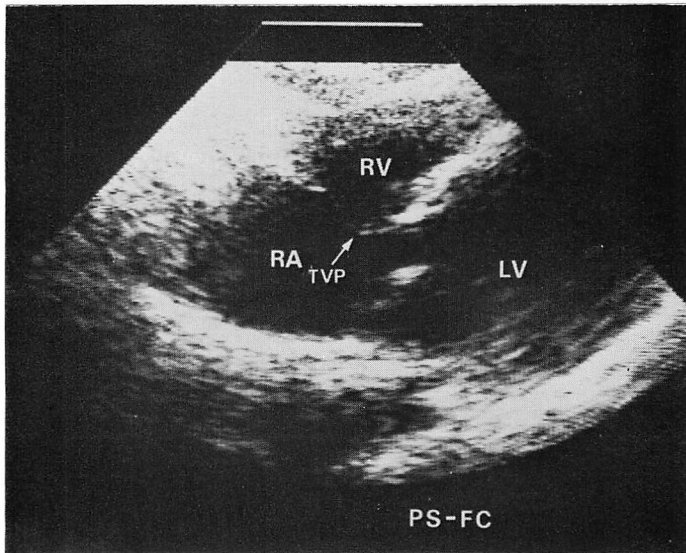


Fig. 3. Representative echogram of tricuspid valve prolapse.

RV=right ventricle; RA=right atrium; LV=left ventricle; TVP=tricuspid valve prolapse; PS-FC=parasternal four-chamber view.

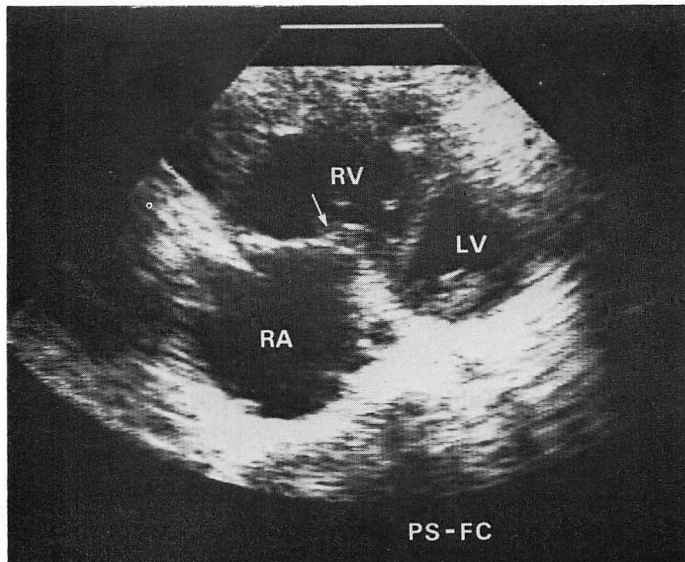


Fig. 4. Representative echogram of bulging of the tricuspid valve (arrow).

RV=right ventricle; RA=right atrium; LV=left ventricle; PS-FC=parasternal four-chamber view.

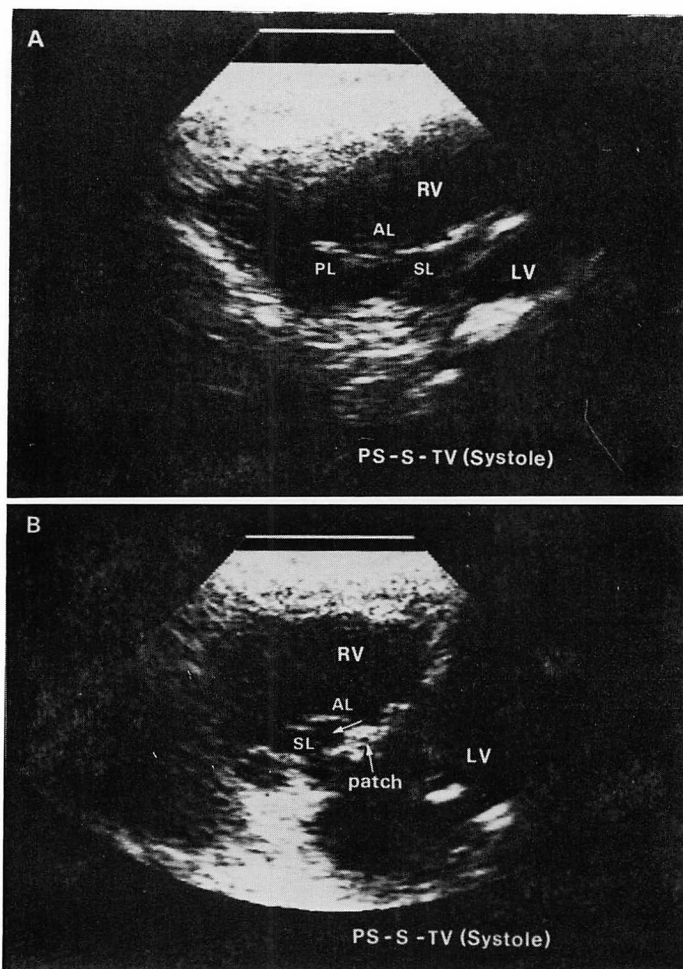


Fig. 5. Cross-sectional views of the tricuspid valve.

A: The echogram showing normal coaptation. B: The echogram showing discoaptation (white arrows).

RV=right ventricle; LV=left ventricle; AL=anterior leaflet; PL=posterior leaflet; SL=septal leaflet; Patch=patch for closing a ventricular septal defect; PS-S-TV=parasternal short-axis view of the tricuspid valve.

51 例中 23 例 (45.1%) に認められた (Table 3). χ^2 検定により正常と VSD 術前との間には有意差を認めなかったが, VSD 術後と VSD 術前および正常との間には, いずれも $p < 0.01$ の有意差を認めた.

三尖弁の形態的異常としては bulging を検索可能症例 48 例中 8 例 (16.7%), discoaptation を 46 例中 6 例 (13.0%), 逸脱を 48 例中 2 例, 弁欠損を

46 例中 1 例に認めた. また, これら形態的異常を認めた症例中, bulging を認めた 1 例を除き, 全例に TR が認められた. Discoaptation または弁欠損を認めた症例では, Fig. 7 のように, ドプラー法のサンプリング・ポイントを前尖と中隔尖との間隙に設定すると逆流が検出され, discoaptation や弁欠損が直接 TR の原因となることが示された.

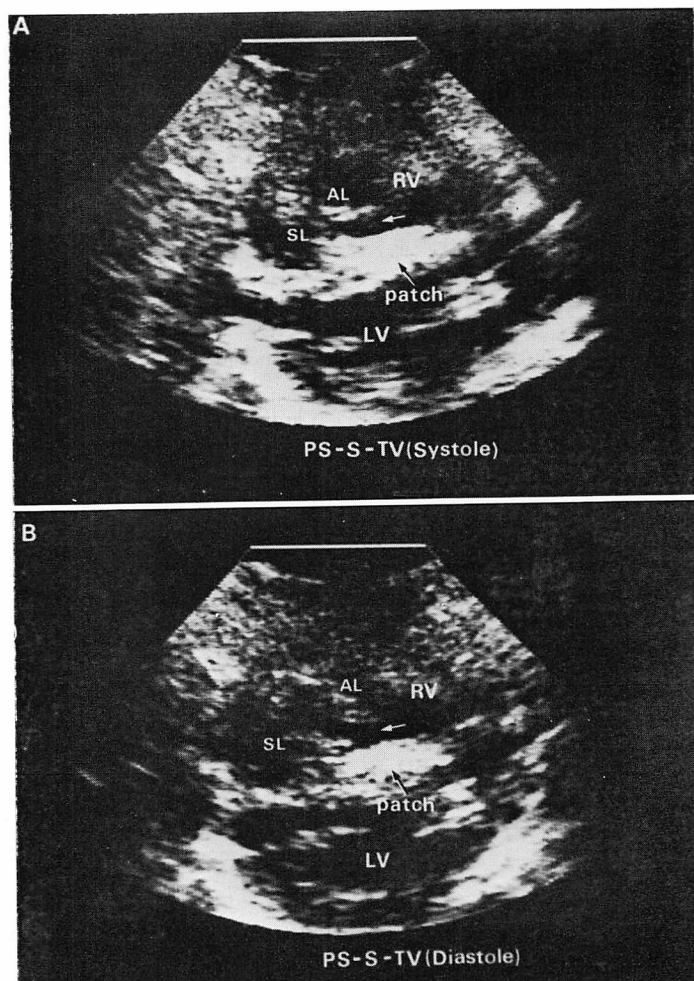


Fig. 6. Echograms of tricuspid valve defect.

The parasternal short-axis views of the tricuspid valve in systole (A) and diastole (B) are shown. Discoaptation of the anterior and posterior leaflets (white arrow) are recorded in both phases.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; AL=anterior leaflet; SL=septal leaflet; patch=patch for closing a ventricular septal defect; PS-S-TV=parasternal short-axis view of the tricuspid valve.

逆流の有無と各検討項目の間で χ^2 検定により独立性の検定を行なうと、Table 4 のように、性別、欠損部位、術前肺高血圧の有無、右室切開の有無、心雑音の有無、他の弁の逆流の有無は関連を示さなかったのに対し、術後に肺高血圧を残した例、discoaptation や bulging を示す例、短絡の残存する例に有意に多く逆流を認めることが示された。

逆流の有無により各計測値の t 検定を行なうと (Table 5), 検査時年齢、術後経過月数、体表面積、欠損孔径、術後右室圧は有意の差を示さなかったのに対し、手術時年齢の小さい方に合併が多く、心胸郭比は有意に大きくなる傾向にあった。また、三尖弁輪径、右房径も Wilcoxon 検定により有意差を認め、両計測値とも TR の合併により拡大を示した。

短絡残存と各検討項目との関連を χ^2 検定により検定すると (Table 6), 欠損部位, 術前肺高血圧の有無, 右室切開の有無は術後短絡残存の有無と関連を示さなかったのに対し, 術後肺高血圧は関連を認めた. また t 検定による検討では (Table 7), 手術時年齢, 欠損孔径, 術後右室圧, TR/RAD などは短絡残存の有無により有意差を示さなかったが, 三尖弁輪径, 右房径は短絡残存症例で有意に拡大を示した.

TR/RAD と右房径および三尖弁矢状径との関連では, (Fig. 8), TR/RAD と右房径との間には

Table 3. Prevalence of tricuspid regurgitation

TR	Normal	VSD preop	VSD postop
Yes	(0%)	2 (8.7%)#	23 (45.1%)*
No	26 (100%)	21 (91.3%)	28 (54.9%)
Total	26	23	51

Student's t-test is used for statistical analysis.

#: no significant difference from normal.

*: significantly different from normal and VSD preop ($p < 0.01$).

VSD=ventricular septal defect; TR=tricuspid regurgitation.

Table 4. Comparison of clinical pictures of postoperative VSD patients with and without tricuspid regurgitation

TR		Yes	No	
Sex	Boys	10	15	N.S.
	Girls	13	13	
Type	Type 1	6	9	N.S.
	Type 2	17	19	
Preoperative PH	Yes	19	20	N.S.
	No	4	8	
RV incision	Yes	9	11	N.S.
	No	14	17	
Cardiac murmurs	Yes	19	18	N.S.
	No	4	10	
Postoperative PH	Yes	8	1	$p < 0.05$
	No	11	15	
Discoaptation	Yes	6	0	$p < 0.01$
	No	14	26	
Bulging	Yes	7	1	$p < 0.01$
	No	15	25	
Residual shunt	Yes	11	1	$p < 0.01$
	No	12	27	
Regurgitation of the other valves	Yes	7	4	N.S.
	No	16	23	

Chi-square test is used for statistical analysis.

TR=tricuspid regurgitation; N.S.=not significant; PH=pulmonary hypertension; RV=right ventricle.

Table 5. Comparison of measurements of postoperative VSD patients with and without tricuspid regurgitation

TR	Yes			No			
	Cases	Mean	S.D.	Cases	Mean	S.D.	
Age at examination (months)	23	50.9	36.7	28	71.8	37.7	N.S.
Age at operation (months)	23	18.3	17.4	28	29.9	21.4	$p < 0.05$
Follow-up (months)	23	32.7	27.1	28	41.9	28.1	N.S.
CTR (%)	23	0.59	0.07	28	0.55	0.07	$p < 0.05$
BSA (m ²)	23	0.60	0.25	28	0.72	0.19	N.S.
Defect size (cm)	17	9.3	2.8	24	9.7	3.4	N.S.
Postoperative RV pressure (mmHg)	15	47.6	17.0	12	41.1	15.7	N.S.
TVR (% of normal)	23	122	19	28	104	10	$p < 0.005^*$
RAD (% of normal)	23	143	34	28	106	12	$p < 0.005^*$

Student's t-test is used except *, for which Wilcoxon test is used.

TR=tricuspid regurgitation; S.D.=standard deviation; CTR=cardio-thoracic ratio; BSA=body surface area; RV=right ventricle; TVR=tricuspid annulus size; RAD=right atrial dimension; N.S.=not significant.

Table 6. Comparison of postoperative VSD patients with and without residual leakage

Residual leakage		Yes	No	
VSD type	Type 1	2	13	N.S.
	Type 2	10	26	
Preoperative PH	Yes	10	29	N.S.
	No	2	10	
RV incision	Yes	3	17	N.S.
	No	9	22	
Postoperative PH	Yes	7	2	p<0.01
	No	5	21	

Chi-square test is used for statistical analysis.

VSD=ventricular septal defect; PH=pulmonary hypertension; RV=right ventricle; N.S.=not significant.

=0.60, TR/RAD と矢状径との間には $r=0.54$ の軽度の相関を示した。

考 按

今回の検討では、TR は VSD 術後症例に 45.1% と高頻度に認められ、これは VSD 術後合併症の中でも最も頻度の高い後遺症といえよう¹⁻³⁾。このように頻度の高い合併症が見逃されて来たのは、軽症の TR は症状が乏しい他に、正確な診断が困難であったためと思われる。TR

は従来、左心系のリュウマチ性弁膜症の合併症として知られ¹⁴⁻¹⁶⁾、診断基準としては Rivero-Carvalho の三徴¹⁷⁾などの臨床所見と、心臓カテテル検査時の右房圧の異常^{7,14,18)}などが広く受け入れられてきた。右室造影は、カテテルが三尖弁を通過するため、又は造影中の期外収縮のために人為的三尖弁逆流を起しやすく、信頼性の高い診断法とは言えなかった⁵⁻⁷⁾。

臨床所見にしても、手術を必要とするような重症患者でも心雑音を認めないことがあり^{16,19)}、小児では頸静脈波の観察が困難な場合が多く、古典的三徴を満足しない症例がみられる。右房圧の記録も、普通の呼吸状態では正常の症例も少なくない^{7,18)}。

これに対して、Kalmanson ら⁸⁾が房室弁の逆流の診断にドプラー法を用いて以来、ドプラー法は三尖弁逆流診断上もっとも信頼できる非侵襲的方法と認められるようになった。

心室中隔欠損根治術後の三尖弁逆流の原因としては、感染性心内膜炎による弁尖の穿孔、癒合、退縮など形態的異常²⁰⁻²³⁾の他、腱索断裂や中隔尖の変形などの外科的損傷によるもの^{4,22,24,25)}、肺高血圧や短絡残存による右室の圧および容量負荷のための続発性逆流^{4,22,21)}が報告されている。本研究では感染性心内膜炎に罹患した症例は 1 例もなかったが、外科的損傷によるものと、右室負荷

Table 7. Comparison of measurements of patients with and without residual leakage

Residual leakage	Yes			No			
	Cases	Mean	S.D.	Cases	Mean	S.D.	
Age at operation (months)	12	18.8	15.2	39	26.5	21.5	N.S.
Defect size (cm)	11	10.6	3.9	30	9.1	2.8	N.S.
Postoperative RV pressure (mmHg)	9	50.8	14.6	18	41.7	16.9	N.S.
TVR (% of normal)	12	121	14	39	110	17	p<0.05
TR/RAD	11	0.52	0.21	12	0.48	0.22	N.S.
RAD (% of normal)	12	143	34	39	117	27	p<0.01

Student's t-test is used for statistical analysis.

S.D.=standard deviation; TVR=tricuspid annulus size; TR/RAD=maximal extent of the tricuspid regurgitation signal normalized by right atrial dimension; RAD=right atrial dimension; N.S.=not significant.

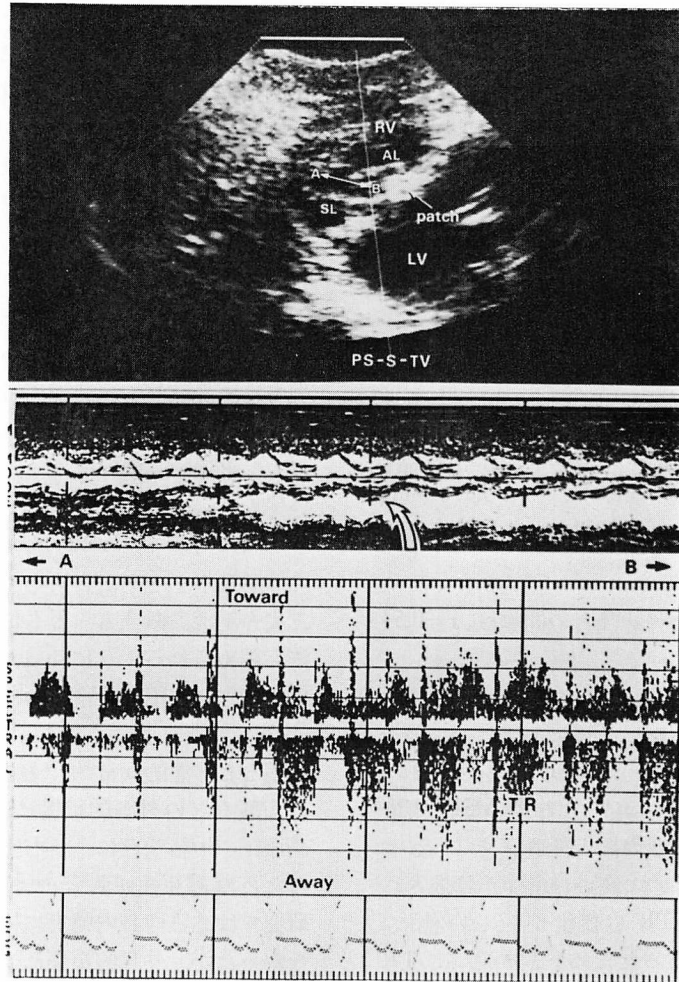


Fig. 7. Two-dimensional and pulsed Doppler echograms of tricuspid regurgitation.

Upper panel shows a parasternal short-axis view of the tricuspid valve and the sampling point for pulsed Doppler echocardiography. Sampling point is moved from the center of the tricuspid orifice (A) to the angle between the anterior and posterior leaflets (B=discoaptation). Lower panel shows a Doppler echogram at A point (left) and at B point (right). Regurgitant flow is recorded at the area of "discoaptation". White open arrow shows systolic multiple echoes of the tricuspid valve in the M-mode echogram.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; AL=anterior leaflet; SL=septal leaflet; TR=tricuspid regurgitation; PS-S-TV=parasternal short-axis view of the tricuspid valve.

による機能的逆流に大別されると思われた。

外科的損傷によると思われたのは、断層心エコー図により discoaptation や弁欠損と診断された症例である。その所見として、我々が初めて報告する discoaptation は、三尖弁の前尖と中隔尖の接合が障害されるために起こる所見と思われ、手

術や剖検所見で確かめた例はないが、具体的には欠損孔閉鎖時の処置により中隔尖の腱索を圧迫または断裂したか、三尖弁輪にかけた縫合糸により中隔尖の運動が制限されるために起こると考えられる⁴⁾。検討症例中、弁欠損を認めたのは1例のみで、断層心エコー図では、三尖弁の短軸断面で

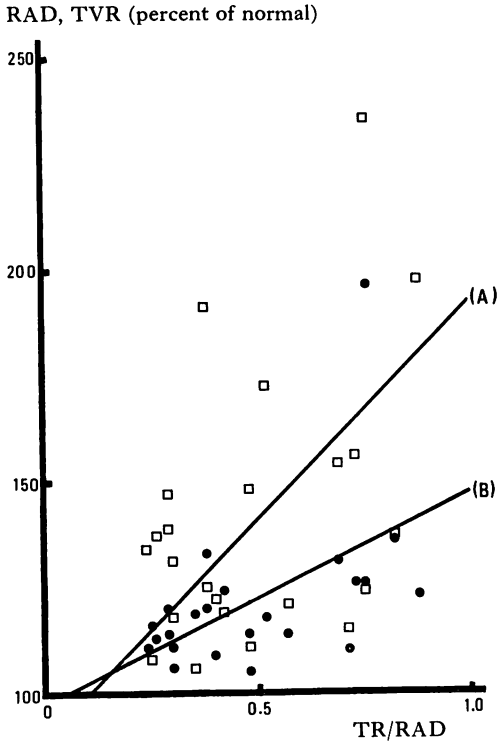


Fig. 8. Comparison of the maximal extent of the tricuspid regurgitation signal (TR/RAD) with right atrial size (RAD) and tricuspid annular size (TVR).

Open square and line (A) are RAD and its regression line. Closed circle and line (B) are TVR and its regression line.

RAD=right atrial dimension; TVR=tricuspid annulus size; TR/RAD=maximal extent or tricuspid regurgitation signal normalized by right atrial size.

□ : (A)=RAD, r=0.60; ● : (B)=TVR, r=0.54

見ると、中隔尖の一部が心周期のどの時点でも動きが認められず、その部分は弁尖の幅を表わすと思われる心室中隔との距離も短い。この症例は三尖弁逆流のほかにも有意の短絡を残していたため、初回手術後も心不全、呼吸困難が改善せず、再手術時、三尖弁輪にかけた縫合糸が中隔尖の一部を穿孔断裂して縫合が解けたため、中隔尖の部分欠損が起ったことを確認している。

検討症例 51 例中、短絡残存を認めたのは 12 例 (23.5%) であるが、この比率自体は今までの報告

と比較して特に多くはない¹⁻³⁾。しかし短絡の残存する 12 例中 11 例に三尖弁逆流を認め、逆流の有無と短絡残存との間には有意の関連を認めた。また短絡残存の有無と術後肺高血圧の有無の間にも有意の相関が認められた。三尖弁輪や右房径は、三尖弁逆流を認める症例、および短絡の残存している症例で拡大していることも示された。このような事実から、術後に短絡が残存すると肺高血圧をきたし、右室の圧および容量負荷が残り、その結果、右室および三尖弁輪が拡大し、機能的に逆流を起こすと考えられる^{1,2,4,27)}。このような症例には、断層心エコー図で収縮期に三尖弁が心尖方向に偏位する bulging が特徴と思われ^{12,26)}。本稿でも機能的 TR と考えられる症例に多く認められた。このように術後短絡の残存が、三尖弁逆流の原因として大きな役割を果たしていることが示された。

手術時年齢を検討すると、三尖弁逆流を認める症例(平均 18 ヶ月)は認めない症例(平均 30 ヶ月)に比較して有意に低かったが、術前、肺高血圧合併の有無と逆流の有無とは関連を示さなかったことから、逆流は術前の重症度よりも年齢が低いことに伴う外科的処置の困難さに関連があると思われる。術後経過年数の比較では両者に有意差を認めず、間接的ながら、術後、年月が経過しても、逆流は消失しないことが示された。

三尖弁輪径は、正常対照群で体表面積と非常に良好な相関を認め、矢状径と水平径とはほぼ一致することが示された。本稿での正常値は剖検での正常三尖弁輪計測値²⁸⁾と近い値を示し、超音波断層法による計測が正確な事を確認できた。小児において三尖弁輪径を比較検討する場合、対象の体重や体表面積が広範囲にわたるため、成人のように一律の正常値で比較するには限界があり、本稿のように、体表面積あたりの正常値の比を検討する必要がある。

三尖弁輪から逆流シグナルの最大到達地点までの距離は逆流の重症度を現わすと報告されているが¹¹⁻¹⁸⁾、本稿では小児を対象としているため、右

房径で標準化して比較した. この値は三尖弁輪径や右房径と相関を有し, 弁輪や右房が逆流に比例して拡大することが示された.

本稿では同一症例における遠隔成績を検討する事ができなかったが, 同一症例で複数回検討すれば, 三尖弁逆流の自然歴を知ることも可能であり, これは今後の検討課題と思われる.

超音波断層法およびドプラー法は, 心室中隔欠損根治術後の三尖弁逆流の診断, および重症度評価に, 有用な検査法であった.

要 約

超音波断層法 (2DE) およびドプラー法 (PDE) を用いて心室中隔欠損 (VSD) 根治術後の三尖弁逆流 (TR) 合併の頻度, 成因, 診断に関して検討した. 対象は VSD 根治術後の症例 51 例 (男 25 例, 女 26 例) で, 年齢は 2 ヶ月から 11 歳 9 ヶ月, 術後経過は 0 ヶ月から 6 年 11 ヶ月である. また根治術前の VSD 23 例と, 心疾患を持たない 26 例を対照とした. 四腔断層像において, 右房内で全収縮期にわたる逆流シグナルを認める場合のみ TR 陽性とした.

TR は正常 0/26, 術前 2/23 (8.7%), 術後 23/51 (45.1%) に認められ, 術後症例では正常および術前例に比し高頻度であった ($p < 0.01$). TR は性別, 欠損部位などとは関連を示さなかったが, 術後に短絡や肺高血圧の残存する例や, 三尖弁の形態的異常を示す例に多く合併した ($p < 0.01$). TR 合併症例では非合併例に比較して, 手術時年齢が低く (18.3 ± 17.4 , 29.9 ± 21.4 月), 心胸郭比 (0.59 ± 0.07 , 0.55 ± 0.07), 三尖弁輪径 (122 ± 19 , $104 \pm 10\%$ of normal), および右房径 (143 ± 34 , $106 \pm 12\%$ of normal) は拡大する傾向にあった. 逆流の最大到達距離は右房径, 三尖弁輪径と正相関を示し ($r = 0.60$, $r = 0.54$), 重症度の評価に有用な指標であった. 三尖弁の形態的異常としては, ①収縮期に前尖と中隔尖とが接合しない *discoaptation*, ②全周期にわたり前尖と中隔尖の接合しない弁欠損, ③収縮期に弁が心尖方向に偏位する

bulging などが認められ, ①②は三尖弁への外科的損傷により惹き起こされた TR, ③は短絡や肺高血圧の残存による機能的 TR を示す所見と考えられた.

TR は VSD 根治術後の約 45% に合併し, 重要な術後合併症と考えられた. TR の原因としては, 器質的なものと機能的なものが考えられ, それぞれ 2DE 上特徴的な所見が得られた. したがって, 2DE および PDE は, VSD 根治術後に合併する TR の診断, 評価に有用な方法であった.

文 献

- 1) Rein JG, Freed MD, Norwood WI, Castaneda AR: Early and late results of closure of ventricular septal defect in infancy. *Ann Thorac Surg* **24**: 19, 1977
- 2) Sigmann JM, Perry BL, Behrendt DM, Stern AM, Kirsh MM, Sloan HE: Ventricular septal defect: Results after repair in infancy. *Am J Cardiol* **39**: 66, 1977
- 3) McNicholas KW, Bowman FO Jr, Hayes CJ, Edie RN, Malm JR: Surgical management of ventricular septal defects in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* **75**: 346, 1978
- 4) Roberts WC: Valvular residua and sequelae after operation for congenital heart disease. *in* Congenital Heart Disease After Surgery: Benefits, residua, sequelae, ed by Engle MA, Perloff JK, York Medical Books, 1983, p 138
- 5) Cairns KB, Kloster FE, Bristow JD, Lees MH, Griswold HE: Problems in the hemodynamic diagnosis of tricuspid insufficiency. *Am Heart J* **75**: 173, 1968
- 6) Cha SD, Gooch AS and Maranhao V: Intracardiac phonocardiography in tricuspid regurgitation: Relation to clinical and angiographic findings. *Am J Cardiol* **48**: 578, 1981
- 7) Cha SD, Gooch AS: Diagnosis of tricuspid regurgitation. *Arch Intern Med* **143**: 1763, 1983
- 8) Kalmanson D, Veryrat C, Abitbol G: Two-dimensional echo-Doppler velocimetry in mitral and tricuspid valve disease. *in* International Symposium on Recent Advance in Ultrasound Diagnosis. Excerpta Medica, Amsterdam, 1979, p 335
- 9) Waggoner AD, Quinonnes MA, Young JB, Brandon TA, Shah AA, Verani MS, Miller PR: Pulsed

- Doppler echocardiographic detection of right-sided valve regurgitation. *Am J Cardiol* **47**: 279, 1981
- 10) Garcia-Dorado D, Falzgraf S, Almazan A, Delcan JL, Lopez-Bescos L, Menarquez L: Diagnosis of functional tricuspid insufficiency by pulsed-wave Doppler ultrasound. *Circulation* **66**: 1315, 1982
 - 11) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura V: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* **66**: 777, 1982
 - 12) Mikami T, Kudo T, Sakurai N, Sakamoto S, Tanabe Y, Yasuda H: Mechanisms for development of functional tricuspid regurgitation determined by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* **53**: 160, 1984
 - 13) DePace NL, Ross J, Iskandrian AS, Nestico PF, Kotler MN, Mintz GS, Segal BL, Hakki AH: Tricuspid regurgitation: Noninvasive technique for determining causes and severity. *J Am Coll Cardiol* **3**: 1540, 1984
 - 14) Cobbs BW Jr: Clinical recognition and medical management of rheumatic disease and other acquired valvular disease. *in* The Heart. Arteries and Veins, ed by Hurst JW, et al: McGraw-Hill Book Co, New York, 1966, p 865
 - 15) Muller O, Schillingford J: Tricuspid incompetence. *Br Heart J* **16**: 195, 1954
 - 16) Starr A, Herr R, Wood J: Tricuspid replacement of acquired valve disease. *Surg Genecol Obstet* **122**: 1295, 1966
 - 17) Rivero-Carvello M: Signo para el diagnóstico de las insuficiencias tricuspídeas. *Arch Inst Cardiol Méx* **16**: 531, 1946
 - 18) Cha SD, Desai RS, Gooch AS, Maranhao V, Goldberg H: Diagnosis of severe tricuspid regurgitation. *Chest* **82**: 726, 1982
 - 19) Lingamneni R, Cha SD, Maranhao V, Gooch AS, Goldberg H: Tricuspid regurgitation: Clinical and angiographic assessment. *Cathet Cardiovasc Diagn* **5**: 5, 1979
 - 20) Pepper JR, Joseph MC, Deverall PB: Severe heart failure in children with ventricular septal defect and acute tricuspid regurgitation. *Br Heart J* **43**: 700, 1980
 - 21) 坂口佳司, 宮沢佑二, 高橋早苗, 木全心一, 中村憲司, 広沢弘七郎, 黒沢博身, 中田誠介, 橋本明政, 小柳 仁, 川副浩平: 心室中隔欠損症における三尖弁限局性細菌性心内膜炎. 呼吸と循環 **29**: 1009, 1981
 - 22) 浅井康文, 安倍十三夫, 小松作蔵, 上田 睦, 山口保, 山田 修, 菊池洋一, 橋本 章: 先天性心疾患開心術後の重症三尖弁閉鎖不全10例の予後. 日胸外会誌 **10 32**: 480, 1984
 - 23) Arbulu A, Asfaw I: Tricuspid valvectomy without prosthetic replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg* **82**: 684, 1981
 - 24) Fisher RD, Brawley RK, Neill CA, Donahoo JS, Haller JA, Rowe RD, Gott VL: Severe tricuspid regurgitation after repair of ventricular septal defect. *J Thorac Cardiovasc Surg* **65**: 702, 1973
 - 25) 松田捷彦, 龍田憲和, 小西 裕, 南一明, 山里有男, 千葉幸男, 白石義定, 西脇 登, 村口和彦, 日笠頼則: 初回手術後遠隔期に三尖弁置換を必要とした症例. 胸部外科 **37**: 551, 1984
 - 26) Carpentier A, Deloche A, Hanania G, Forman J, Sellier Ph, Piwnica A, Dubost Ch: Surgical management of acquired tricuspid valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* **67**: 53, 1974
 - 27) Deloche A, Guerinon J, Fabiani JN, Morillo F, Caramanian M, Carpentier A, Maurice P, Dubost Ch: Etude anatomique des valvulopathies rhumatismales tricuspídiennes. *Ann Chir Thorac Cardiovasc* **4**: 32, 1973
 - 28) Rowlatt UF, Rimoldi HJA, Lev M: The quantitative anatomy of the normal child's heart. *Pediatr Clin N America* **10**: 499, 1963