

コントラストエコー造影法：
弁閉鎖不全への適用

Contrast echoangiography：
Application for
valvular incompetence

天野 恵子
坂本 二哉
羽田 勝征
山口 経男
石光 敏行
足立 秀樹

Keiko AMANO
Tsuguya SAKAMOTO
Yoshiyuki HADA
Tsuneo YAMAGUCHI
Toshiyuki ISHIMITSU
Hideki ADACHI

Summary

Contrast echocardiography utilizing a two-dimensional ultrasound system and peripheral venous injection was performed in 106 cases to evaluate the diagnostic usefulness for detecting valvular incompetence. Two ml of indocyanine green dye (10 mg) pushed by the 10 ml of cooled saline was rapidly injected by hand via cubital vein or through the catheter.

Commonly utilized transducer locations were parasternal, apical, or subxiphoid.

The great number of patients were tested for the detection of tricuspid insufficiency (TI), and the following observations were considered the evidence of this entity: 1) an enlarged inferior vena cava (≥ 20 mm), 2) the appearance of contrast in the inferior vena cava throughout systole or in late systole after dye injection, 3) the enhance phenomenon of hepatic echo by contrast medium, 4) an enlarged atrium and right ventricle, 5) the negative contrast echo above the tricuspid valve due to regurgitant flow, and 6) the back and forth movement of contrast across the tricuspid valve.

Correlative study of the echographic findings with other data disclosed that the patients with phonocardiographic (either precordial or intracardiac) evidence of TI had the echographic signs above-mentioned in all (32 cases) without exception. The cases with enlarged inferior vena cava without clinical evidence of TI (11 cases) had the contrast echoes in the inferior vena cava in 9 cases. However, the timing and mode of the echoes were completely different from the cases of TI, i.e., the abnormal echoes in the inferior vena cava appeared during atrial contraction or early diastolic phase. Shunt flow due to atrial septal defect may also give rise to the same phenomenon. In the patients with obstructive lung disease, marked regurgitant flow into the inferior vena cava was observed during early expiratory phase. Control group (49 cases) showed no abnormal appearance of the contrast in the inferior vena cava, which was essentially of normal size. Thus, the contrast echoangiography was thought to be highly diagnostic, in both specificity and sensitivity, for TI.

On the other hand, echoangiography had great limitations in the procedure for the left-sided valvular insufficiency, simply because it was not noninvasive. Even if it was performed during cathe-

東京大学医学部 第二内科
東京都文京区本郷 7-3-1 (〒113)

The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113

Presented at the 17th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Sendai, October 20-21, 1978
Received for publication July 6, 1979

terization, the echoes may be missed by single examination, probably because of the inadequate selection of the cross-section. However, adequately selected cross-sectional plane enabled us to detect minimal regurgitation or shunt, which may not be detected by routine angiography or dilution technique.

Key words

Echoangiography Real time cross-sectional echocardiography Peripheral venous injection
Tricuspid insufficiency Aortic insufficiency Mitral insufficiency

はじめに

従来の M モード心エコー図法は弁閉鎖不全の診断に関してはほとんど無力に等しく、心音図、心腔内心音図、アンジオなどによる診断が重要視されてきた。しかし従来 M モード心エコー図法において、心構造の同定¹⁻⁴⁾、大動脈弁および僧帽弁逆流⁵⁾の同定、心腔内短絡の有無同定^{6,7)}に用いられていたコントラストエコー図法^{8,9)}を実時間心断層(断面)法にとり入れることにより、弁閉鎖不全による逆流自体の描出が可能となりつつある¹¹⁻¹⁴⁾(エコーアンジオ法)。今回我々は各種閉鎖不全に対しこの方法を施行し、従来の診断法と比較検討を行ったので報告する。

対象と方法

対象は各種心疾患症例 106 例であり、観察内容によりつぎの三群に分けた。

1) 三尖弁閉鎖不全 (tricuspid insufficiency: TI) の観察: 1977 年 9 月より 1978 年 9 月の間、心窩部アプローチによるコントラスト心断層法を施行しえた各種心疾患 92 例(年齢: 14~77 歳)である。これらの例をさらにつぎの 3 小群に分け観察した。

第 1 群: 従来の心音図法・心腔内心音図法・アンジオにより三尖弁閉鎖不全の確認された 32 症例(年齢: 20~67 歳)で、心断層図上、拡大した下大静脈を認めるもの(≥20 mm)。

第 2 群 (Control 群 1): 心断層法で拡大した下大静脈を認めるが、三尖弁閉鎖不全の存在しない 11 例(年齢: 14~22 歳)。

第 3 群 (Control 群 2): 下大静脈径の拡大をみ

ず、三尖弁閉鎖不全を有しない、種々の心疾患を伴う 49 例(年齢: 10~74 歳)。

2) 大動脈弁閉鎖不全 (aortic insufficiency: AI) の観察: 種々の原因による大動脈弁閉鎖不全症例 8 例を用いた。

3) 僧帽弁閉鎖不全 (mitral insufficiency: MI): 種々の原因による僧帽弁閉鎖不全症例 6 例を用いた。

弁閉鎖不全の診断は主として心音図によったが、心音図記録には従来からの当教室心音計と、フクダ電子製 MA-250 心音用マイク、TY-302 心機図用マイクを用い、胸壁上数カ所から同時記録で行った¹⁵⁾。三尖弁閉鎖不全の観察例では頸静脈波および肝拍動波曲線の記録も行った。記録は呼吸時呼吸停止にて行い、紙送り速度は 100 mm/sec とした。TI 症例では心雑音の呼吸性変化をも記録した。

心エコー図法: 実時間心断層エコー図の観察には日立製 EUB-10 を用い、ビデオカメラにより画像をビデオテープに記録、後にモニターテレビにより反復観察、分析を行った。同時に一部症例は 16 mm シネカメラによる記録、および断層図記録と同時に M モードエコービームにより下大静脈をとらえ、Honeywell 製熱現式レコーダーによって M モードエコー図を記録し観察した。弁閉鎖不全の診断に用いた超音波ビーム断面は、三尖弁閉鎖不全症例においては、心窩部にほぼ矢状方向に探触子を置いて捉えられる下大静脈の長軸と、その右房への流入面 (Fig. 1)、または心尖部より四心腔を同時に観察しうる断面 (four-chamber's view) である (Fig. 2)。大動脈弁閉鎖不全には左室長軸断面、僧帽弁閉鎖不全症例では

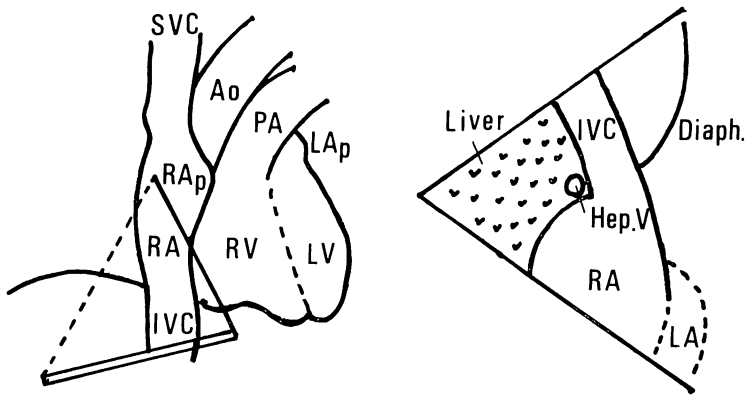


Fig. 1. Schematic drawing of the heart demonstrating the plane utilized for obtaining inferior vena cava and right atrium.

SVC=superior vena cava; IVC=inferior vena cava; AO=aorta; Hep. V=hepatic vein; RA=right atrium; LA=left atrium; LV=left ventricle; RV=right ventricle; PA=pulmonary artery; LAP=left atrial appendage; RAp=right atrial appendage.

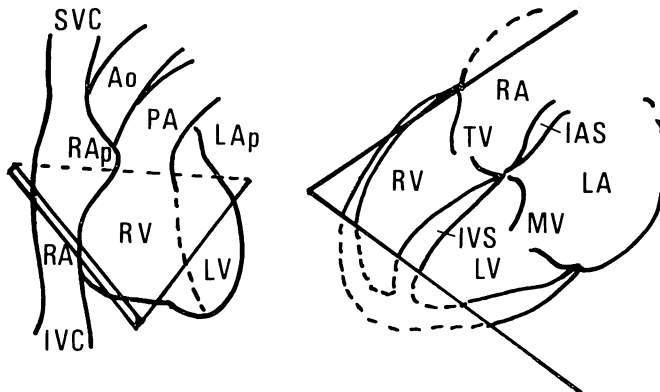


Fig. 2. Schematic drawing of the heart demonstrating the plane utilized for obtaining four chambers of heart.

IAS=interatrial septum; MV=mitral valve; TV=tricuspid valve; IVS=interventricular septum. Other abbreviations are the same as Fig. 1.

four-chamber's view, 左室長軸断面 および 僧帽弁前尖-左房の高さでの左室短軸断面を用いた。

コントラスト法：右心コントラスト造影は、肘静脈に刺入した 19 gauge トンボ針を經由し、三方括栓により indocyanine green (ICG) (5 mg/ml) 溶解液 2 ml および冷却生食水 10 ml を連

続的に急速注入して行った。また注射筒を交換し、十分冷却した生食水を使用することにより、反復施行のさいにも安定したエコー造影図を得よう心掛けた。左心エコー造影は、心カテ検査時、カテテルに三方括栓を接続、右心に対すると同様の方法で実施した。

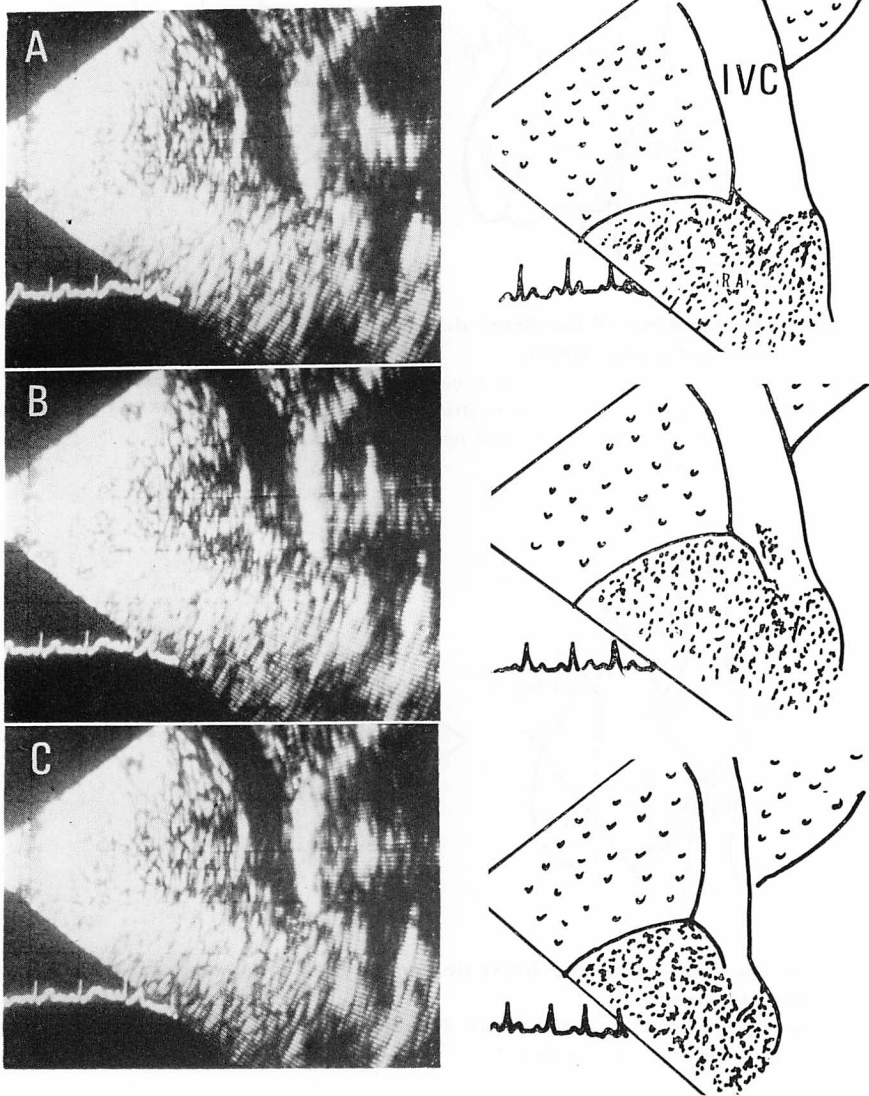
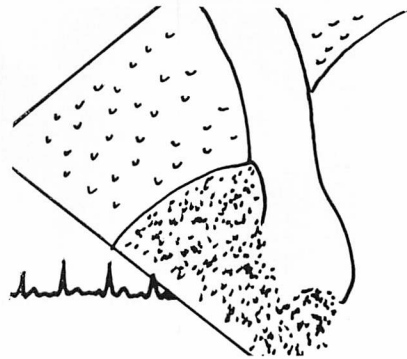
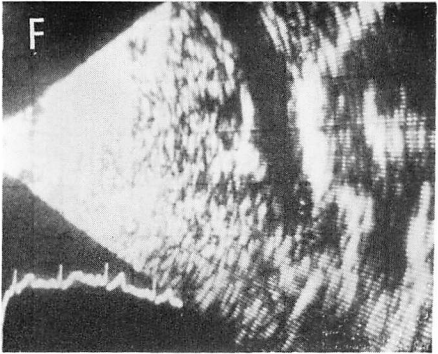
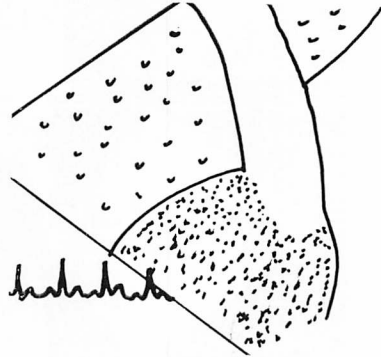
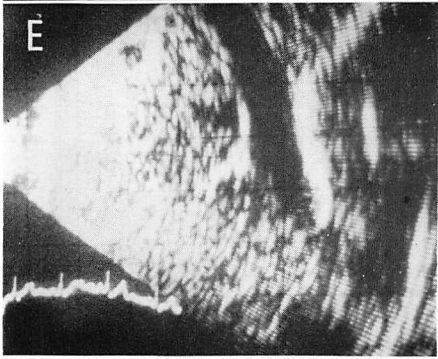
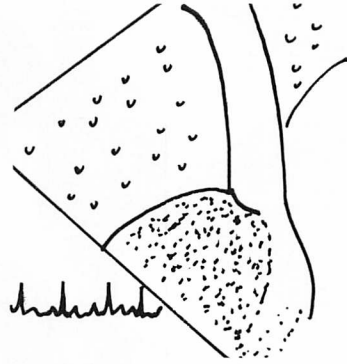
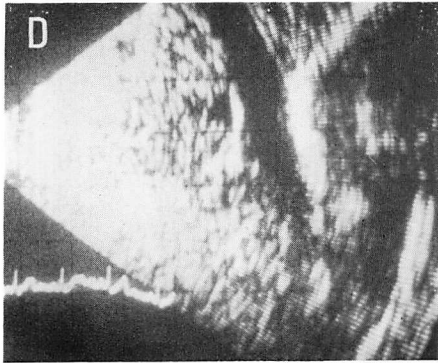


Fig. 3. Contrast echoangiograms in a normal patient (28-year-old female) demonstrating right atrium (RA) and inferior vena cava (IVC).

A: late diastole, B: atrial systole, C: early systole, D: mid-systole, E: end-systole, F: early diastole.

Right atrium is filled with contrast echoes (A). With atrial contraction minimal backflow into the



inferior vena cava is observed (B). Following the onset of systole, a bolus of unopacified blood begins to enter into the right atrium from the inferior vena cava and gives a negative contrast effect (C, D). Contrast echoes move toward the inferior vena cava again at the late systole, but never drain into the inferior vena cava. At the early to mid-diastole, a negative contrast effect is observed at the right atrium-inferior vena cava junction (E, F).

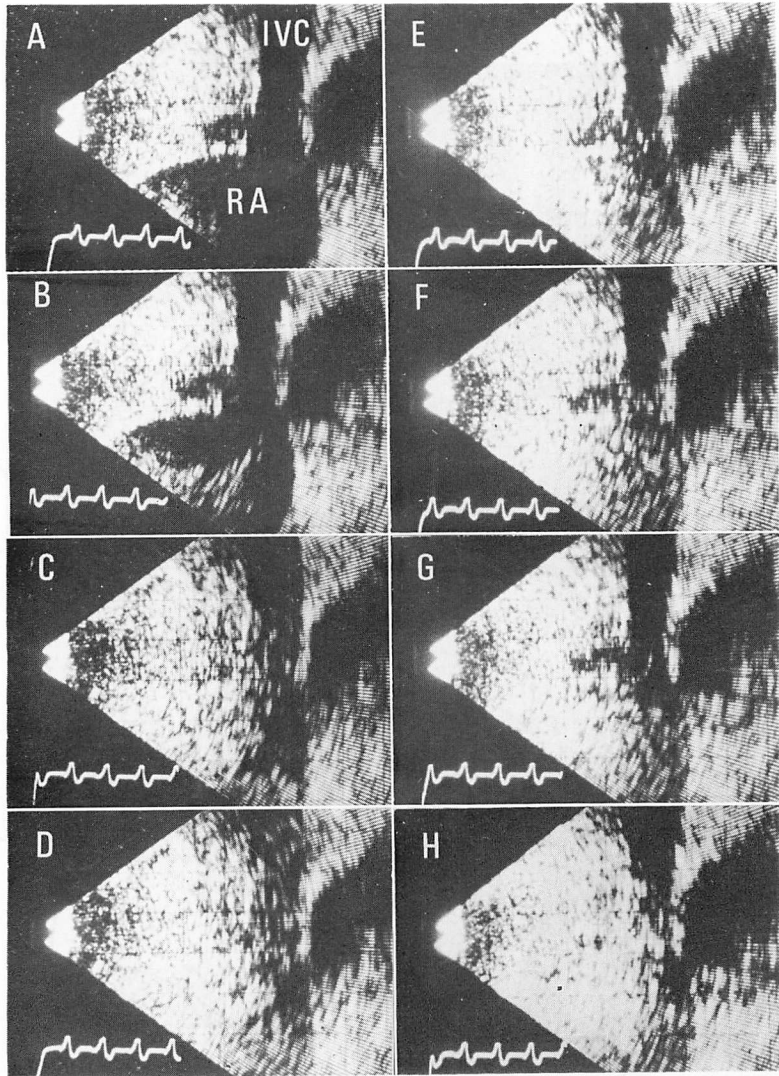


Fig. 4. Contrast echoangiograms in a patient with congestive cardiomyopathy, tricuspid insufficiency and paced heart (47-year-old female).

A: Frame in the plane of the inferior vena cava and right atrium before the dye injection. B: Immediate opacification of right atrium after injection. C, D: With subsequent systole contrast echoes appear in the inferior vena cava and hepatic vein. Hepatic echo is enhanced. E, F, G: With onset of ventricular diastole contrast echoes in the inferior vena cava drain into the right atrium and the inferior vena cava becomes echo free at end-diastole. H: Again, with subsequent systole contrast echoes flow back into the inferior vena cava. The inferior vena cava is enlarged (diameter: 23 mm).

成 績

1. 三尖弁閉鎖不全に対する検討

1) 正常例における検討

正常例において探触子を心窩部に矢状方向に置き、下大静脈の長軸とその右房への流入部を捉えておいて (Fig. 3), 肘静脈より ICG を注入すると、注入開始より数秒後に右房へのコントラスト出現が認められた。右房に流入したコントラスト物質は各心拍ごとに右房内で一定のパターンを示した。すなわちまず心収縮開始に伴う三尖弁輪の下降とともに、おそらく下大静脈より右房への流入血液によって生じるとされる下大静脈-右房接合部の陰性エコーが見られた。この陰性エコー

期後は収縮期の進行とともに三尖弁口へ向うが、収縮半には弁輪部の上昇とともに下大静脈方向へ後退し、コントラスト物質による陽性エコーが下大静脈方向へ向うのが観察された。このさい少数例では、わずかに下大静脈-右房接合点を越え、下大静脈に迷入する陽性エコーが観察された。続いて三尖弁開放と同時に、再び下大静脈より右房への急速な血液流入によると思われる陰性エコーを認めた。急速流入の終了とともに、再度コントラスト物質が陽性エコーとして下大静脈方向へ向うのが認められたが、やはり右房-下大静脈接合点を越えることはなかった。ただしひき続く心房収縮によって、時に右房より下大静脈へわずかな逆流を認めることがあった (Fig. 3)。

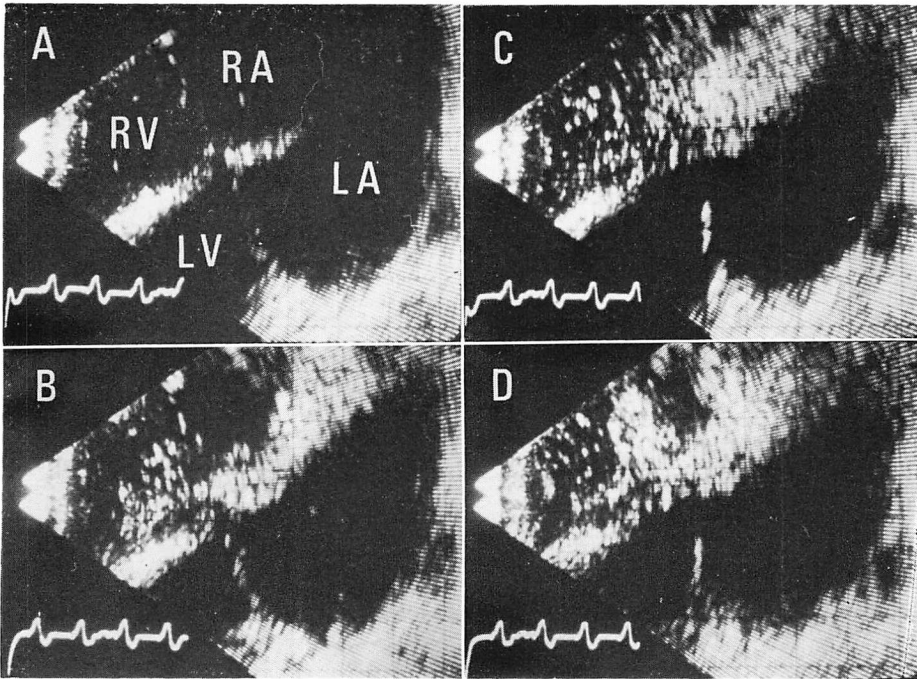


Fig. 5. Contrast echoangiograms in the same patient as Fig. 4.

A: Four chambers' view (before the dye injection), B: With injection, dense echoes appear in the right atrium and right ventricle, but there is bolus of unopacified echo just above the tricuspid valve, indicating tricuspid regurgitation during systole. C: With subsequent ventricular diastole contrast enters into the right ventricle. D: With onset of ventricular systole, again bolus of unopacified echo is shown above the tricuspid valve. Throughout this sequence, the left atrium and left ventricle remain echo free.

2) 三尖弁閉鎖不全観察例第1群

従来の心音図法, 心腔内心音図法, アンジオにより最終的に三尖弁閉鎖不全の確認された 32 症例における超音波心断層コントラストエコー法の典型的なパターンは **Figs. 4, 5** のごとくであった。すなわち, 1) 拡大した下大静脈を認め, 大静脈径は呼吸性変動に乏しく, 2) 各収縮期ごとにコントラスト物質の下大静脈への逆流を認め, これは拡張期には右房へ流入した。3) 肝エコーはコントラスト物質の下大静脈, 肝静脈への逆流に伴って増強を示した。4) 右房・右室は拡大を示し, 5) 末梢からのコントラスト物質が収縮期に始めて右房内に流入すると, 既存の三尖弁逆流によって右房内に陰性エコーが観察された。6) いったんコントラスト物質が右室内に流入すると, つぎの心拍からコントラスト物質の持続的な 右房-右

室間往復運動を認めた。さらに断層法に M モードエコー図法を併用することにより, 右房より下大静脈へのコントラスト物質の逆流の時相, 方向を正確に捉えることが可能であり (**Fig. 6**), 三尖弁閉鎖不全では全収縮期にわたる下大静脈または肝静脈方向への逆流が観察された。

以上の第1群に属する三尖弁閉鎖不全 32 症例は, 従来の非侵襲的臨床検査成績から **Table 1** のごとく下記の 5 小群に分けられた。

- a) 理学的所見および心音図所見が三尖弁閉鎖不全に診断的なもの (3 例)。
- b) 理学的所見は三尖弁閉鎖不全を強く示唆するが, 典型的な全収縮期雑音を欠くもの (3 例)。
- c) 全収縮期雑音を認めるが, 理学的所見は三尖弁閉鎖不全を示唆するにとどまるもの (11 例)。
- d) 全収縮期雑音のみで, 他の理学的所見を欠

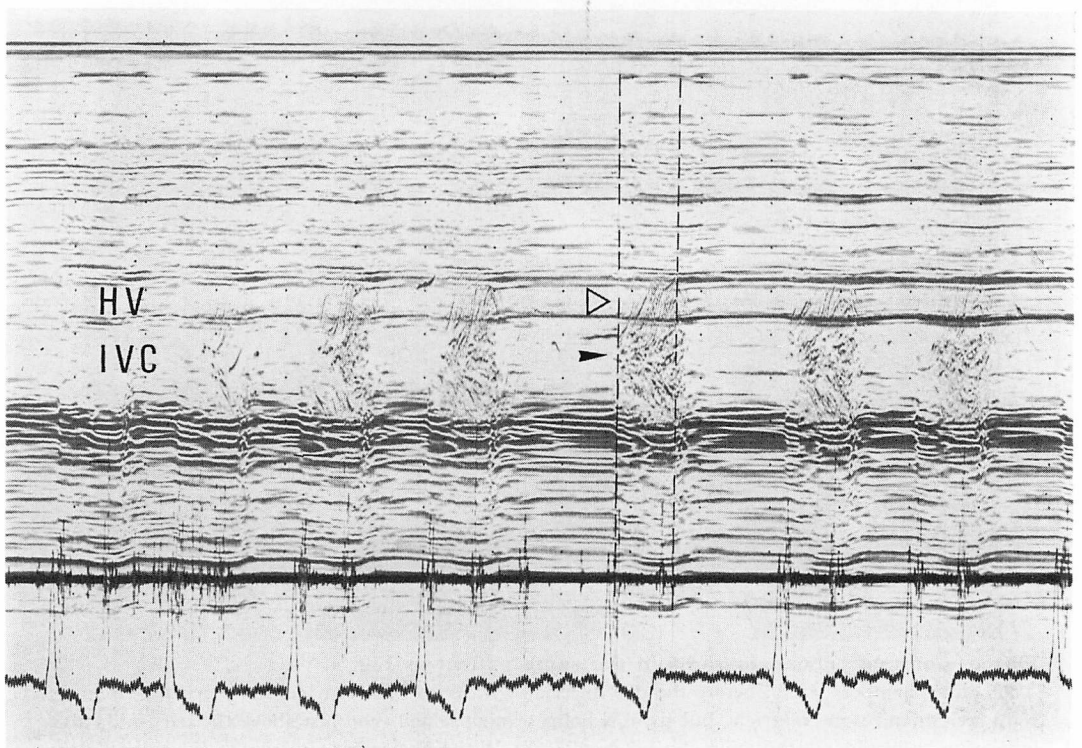


Fig. 6. M-mode echocardiogram recorded during contrast echoangiography in a patient with mitral stenosis and tricuspid insufficiency (51-year-old male).

Contrast echo in the inferior vena cava (IVC) during whole systole is shown. HV=hepatic vein.

Table 1. Summary of clinical data of 31 patients with tricuspid insufficiency

Group	Number	Pansystolic murmur	Rivello Carvallo's sign	Hepatomegaly	Pulsatile liver	JVP tracing	Atrial fibrillation	Clinical setting
a	3	3/3	3/3	3/3	3/3	Ventricularization	2/3	1 ASD 1 MI 1 TVP
b	3	0/3	3/3	3/3	3/3	Ventricularization	2/3	2 COCM 1 Myo. Inf.
c	11	11/11	8/11	10/11	6/11	type II 4/11* type III 7/11	11/11	9 MS 2 ASD
d	6	6/6	6/6	0/6	0/6	type I 6/6	0/6	2 LA myxoma 1 MVP 1 COCM 1 Eisenmenger 1 Constrictive Pericarditis
e	3	2/3	1/3	2/3	2/3	type I 1/3* type II 1/3 type III 1/3	2/3	1 T/F 1 TVR, MS 1 MIS
incomplete recordings	5	5/5	5/5	4/5	No record	No record	3/5	3 MS 1 Lymphoma 1 Myo. Inf.

JVP=jugular venous pulse; ASD=atrial septal defect; MI=mitral insufficiency; TVP=tricuspid valve prolapse; COCM=congestive cardiomyopathy Myo. Inf.=myocardial infarction; MS=mitral stenosis; LA myxoma=left atrial myxoma; MVP=mitral valve prolapse; T/F=tetralogy of Fallot; TVR=tricuspid valve replacement; MIS=mitral insufficiency with stenosis. *: see ref. 17.

くもの(6例).

e) 心雑音, 理学的所見とも三尖弁閉鎖不全に診断的とはいいい切れず, エコーアンジオ法にて三尖弁閉鎖不全を疑われたもの(3例).

これらの症例の中で心雑音を欠く b, e のグループにおいて, b で2例, e では全例, 心カテ, アンジオを施行し, b および e でおのおの2例に著明な三尖弁閉鎖不全による逆流を見 (Fig. 7), また三尖弁置換の1例では心腔内心音により人工弁直上に三尖弁閉鎖不全雑音を確認し, コントラストエコー法による所見が正しいことを確認した. さらにエコーアンジオグラフィーによる逆流のパターンをつぎのごとく4小群に分けたところ, カ

テ, アンジオ, 臨床症状により決められる閉鎖不全の重症度とよく一致した. すなわち

第1度: 心断層像は拡大した下大静脈を示し, コントラスト注入により少量ではあるが確実な下大静脈への収縮期逆流を認めるもの. 臨床的には安静時心音図で三尖弁閉鎖不全雑音を認めなかったが, 運動負荷により, 明確な全収縮期雑音の出現を認め, TI の存在が示唆された (Fig. 8).

第2度: 下大静脈-右房接合点より下方 2 cm 内外の短かい逆流が数ないし十数心拍続くもの (Fig. 7). アンジオにより右心房全体の逆流による陰影を認めるが, そのコントラストは右室に比し弱く, 心房内圧は正常パターンを示した.

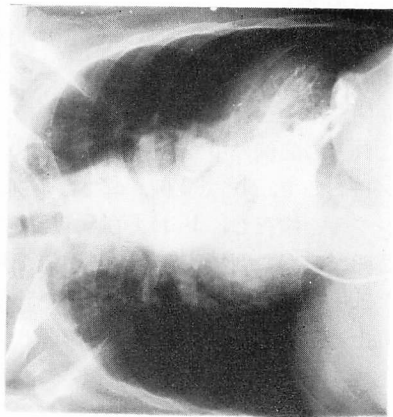
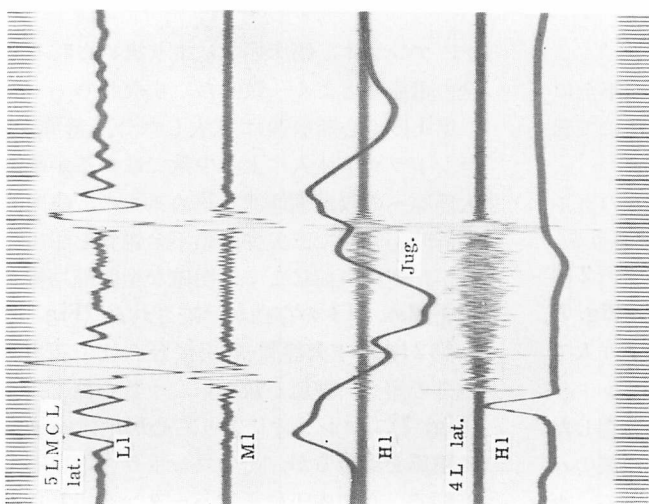
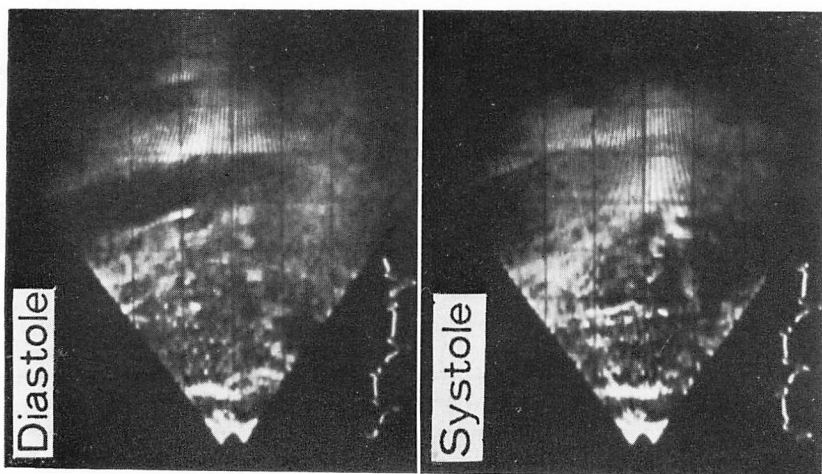
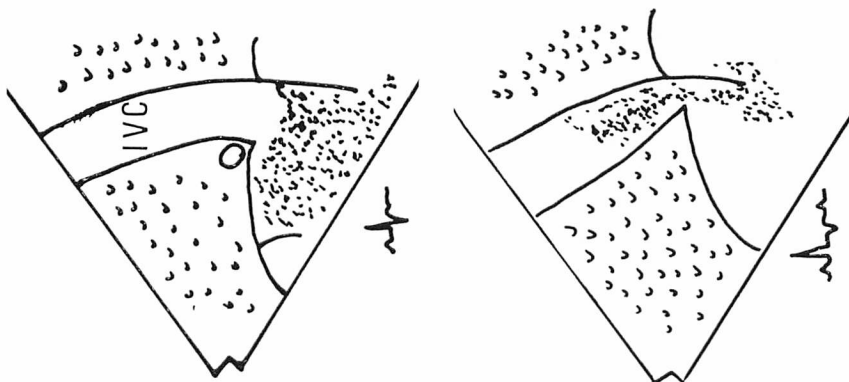


Fig. 7. Phonocardiogram, contrast echoangiograms and right ventricular cineangiogram in a patient with tetralogy of Fallot (27-year-old male).

In this case, the pansystolic murmur at the 4th left lateral intercostal area is difficult to be differentiated from the one of infundibular stenosis. Echoangiogram shows positive contrast effect in the inferior vena cava. Right ventricular cineangiogram shows moderate regurgitation of contrast medium into the right atrium.

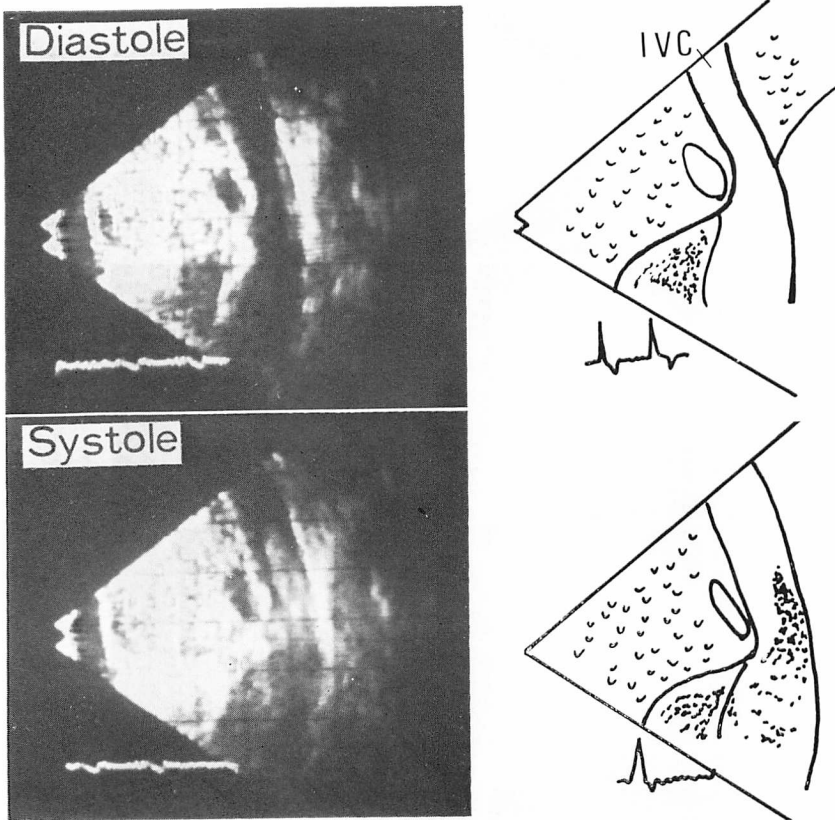


Fig. 8. Echoangiograms in a patient with mitral stenosis, atrial fibrillation and tricuspid insufficiency which is induced only by exercise (36-year-old male).

Echoangiograms show minimal but definite contrast echo in the inferior vena cava during systole. No contrast echo is shown in the inferior vena cava during diastole.

第3度：下大静脈の逆流は4~5 cm 下方まで達し、数十心拍続く。拡張期大静脈内のコントラスト物質は右房へ流入し、コントラストエコーは残存しない (Fig. 4)。アンジオでは、造影剤の右室注入後、収縮期に右心房は逆流により右室と同様の濃度で全体的に造影される。右心房圧はv波増高または心室化を示した。

第4度：著明に拡大した下大静脈および肝静脈へ大量の逆流を認め、逆流はおのおのの静脈をあますことなく満たし、接合点下7 cmを超えた (Fig. 9)。拡張期には右房内へ流入していく様子を認めるものの、下大静脈内のコントラストは一

掃されず、静脈内にコントラストエコーの残存を認めた。各心収縮期ごとの逆流現象は十数分持続する。アンジオによる右室よりの逆流は右心房のみならず上・下両大静脈をも同等に造影し、その濃度は右室を凌駕する。右心房圧は心室化を呈した。

3) 三尖弁閉鎖不全観察例第2および第3群

第2および第3群は三尖弁閉鎖不全を認めない種々の心疾患群で、おのおの11例と49例である。第2群は下大静脈の拡大を認め、第3群は下大静脈の拡大を認めないものである。第2群では11例中9例で下大静脈へのコントラストの逆流をみた。しかしコントラスト出現の時期および時間的

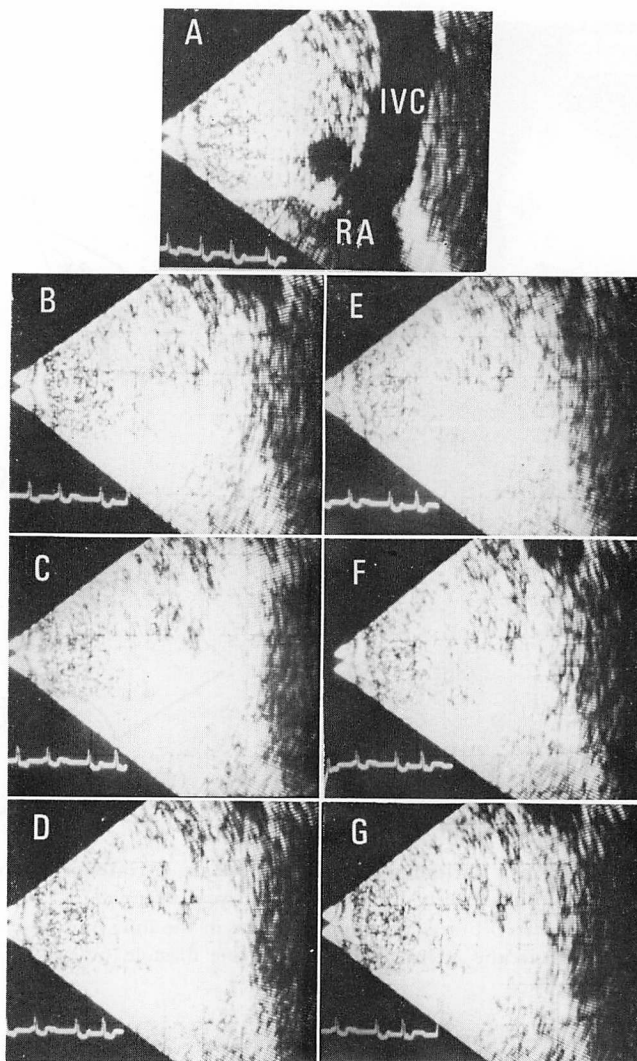


Fig. 9. Serial echoangiograms in a patient with mitral stenosis, tricuspid insufficiency and atrial fibrillation (43-year-old female).

A: just after the dye injection. B: early systole. C: mid-systole. D: early diastole. E: mid-diastole. F: late diastole. G: early systole. During whole systole massive backflow of the dye into the inferior vena cava is observed. With subsequent diastole contrast medium starts to flow forward into the right atrium, but most of them remain in the inferior vena cava without being washed out.

変化はつぎの諸点で第1群と異なっていた。すなわち、1) 心房収縮に伴う逆流で、心房収縮時に限局して下大静脈への逆流を認めるのみか (Fig. 10), 2) 胸腔内圧の上昇による逆流と思われ、呼吸相の一時期、つまり呼吸の開始とともに一定の

逆流パターンを示し、各心収縮期ごとのパターンをとらないか、あるいは3) 左房-右房間の短絡ジェットにより、収縮末期から拡張初期にかけて下大静脈逆流が観察されるかである。正常例でみられた拡張初期のみのパターンをとるものもある

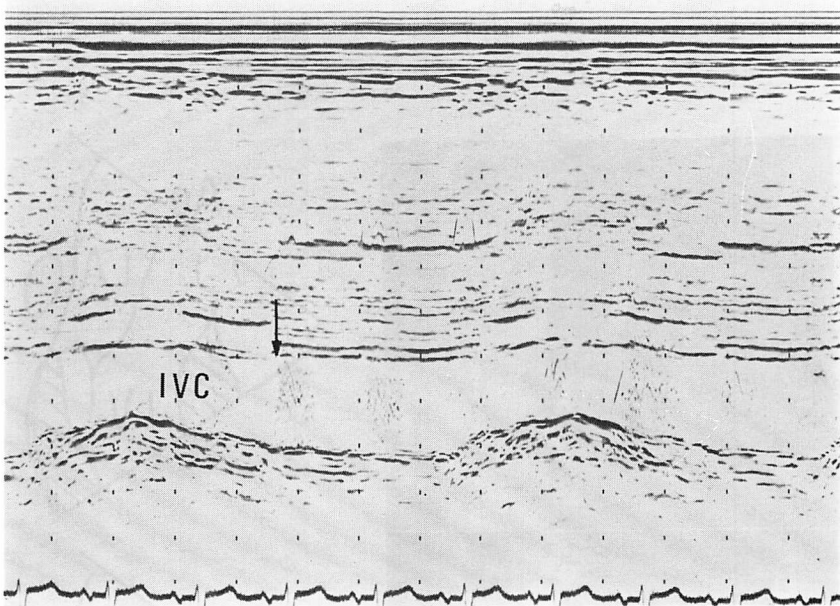


Fig. 10. M-mode echocardiogram recorded during contrast echoangiography in a patient with rheumatic mitral insufficiency (66-year-old female).

The inferior vena cava (IVC) is enlarged and contrast echo in the inferior vena cava is observed but limited to the atrial systole.

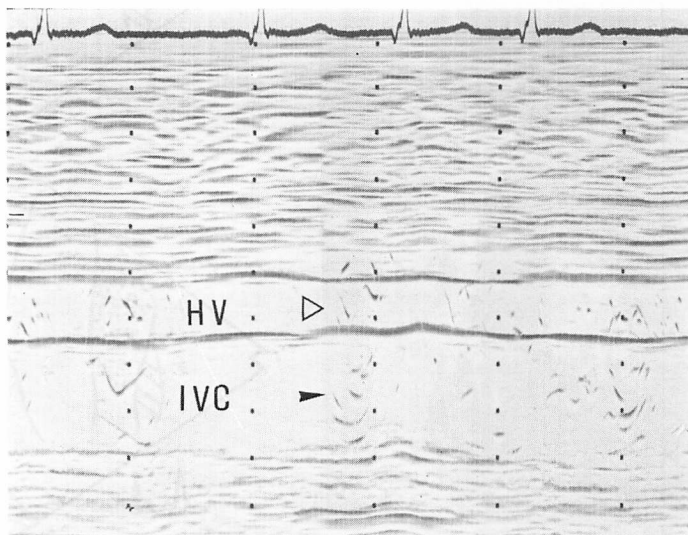
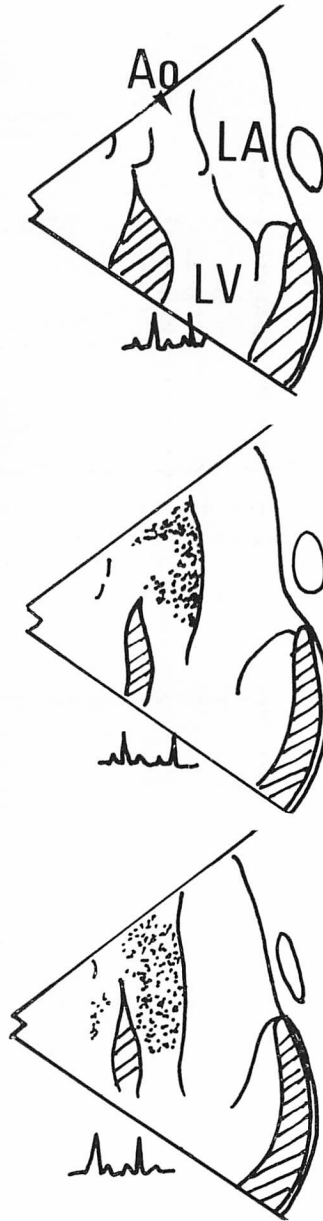
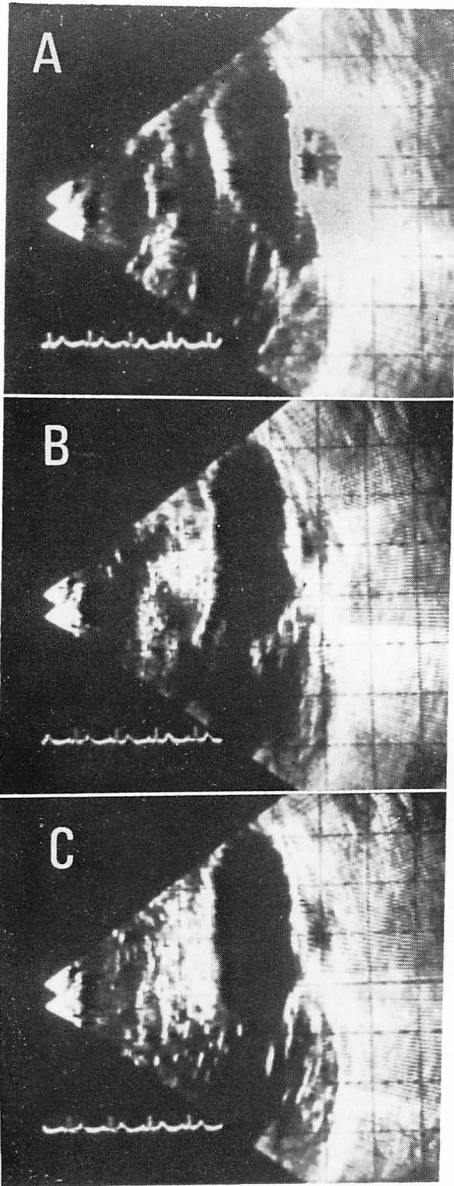


Fig. 11. M-mode echocardiogram recorded during contrast echoangiography in a patient with rheumatic mitral insufficiency and atrial fibrillation (54-year-old male).

Contrast echo in the inferior vena cava (IVC) is observed but limited to the early diastole. HV=hepatic vein.



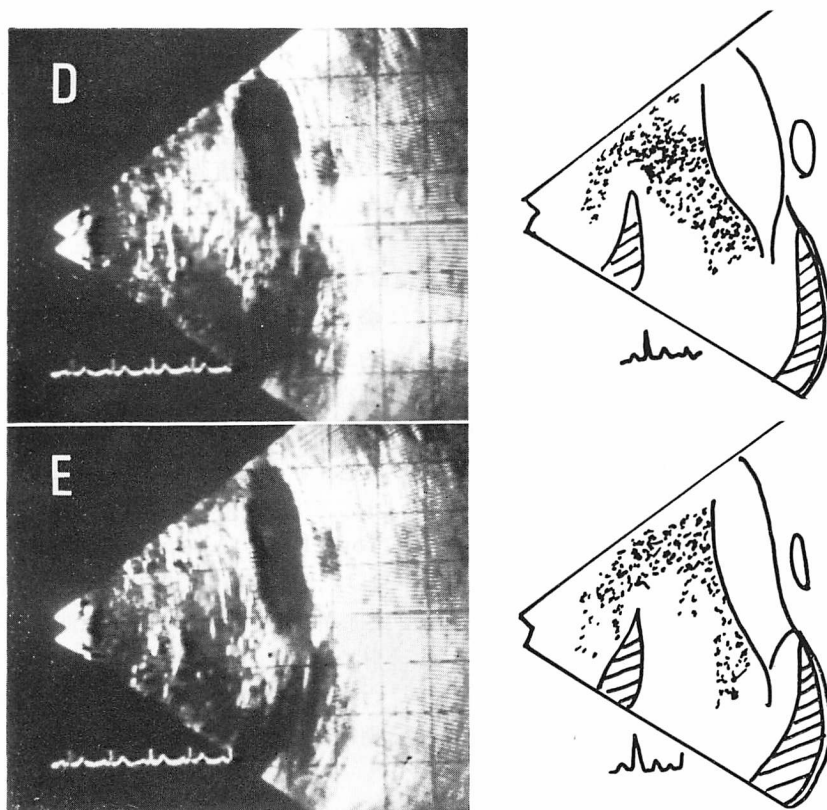


Fig. 12. Series of still frames of contrast echoangiograms in a patient with ventricular septal defect, aortic insufficiency and the ruptured aneurysm of the sinus of Valsalva (20-year-old male).

A: long axis view of the left ventricle. B: after the dye injection into the aorta, echoes flow back into the left ventricle, indicating the presence of aortic regurgitation. C: bolus of dye enters into right ventricular outflow tract through the ruptured aneurysm of the sinus of Valsalva. D, E: with subsequent systole contrast medium starts to be washed out from the left ventricle into the aorta. Contrast echoes are localized at the outflow tract of the left ventricle which is the sign of aortic insufficiency of mild degree.

(Fig. 11). これらの時相の確認および呼吸相との関係は, 断層図と同時に M モード心エコー図を呼吸曲線と同時記録することでより明白となった.

第3群では, 下大静脈への逆流は認められなかった.

2. 大動脈弁閉鎖不全および僧帽弁閉鎖不全に対する検討

コントラスト物質の流入が急速かつ十分に行われたさいには, アンジオとほぼ同様に, コントラストの左室への拡がりを認めた (Figs. 12~14). しかし左心系においては右心系に比し, 往々にして反復施行でえられるコントラスト像が異なった拡がりを示し, 判断に困難を生ずるとともに, 軽症僧帽弁閉鎖不全(ことに僧帽弁逸脱症)では逆流コントラストを捉えるために, 数多くの断面で検査施行する必要を認めた. ただし Fig. 14 に示すごとく僧帽弁閉鎖不全雑音と他種の伝播雑音との鑑別が困難, かつアンジオによっても僧帽弁逆流のはっきりしない症例では, 適切な断面を設定し, またコントラスト流入の時相が適切であれば逆流が証明され, コントラスト法の効果は大であると考えられた.

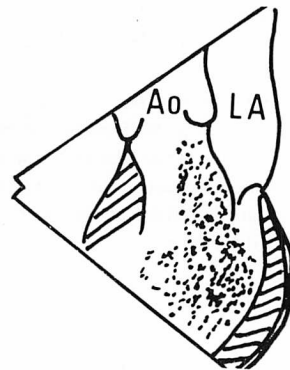
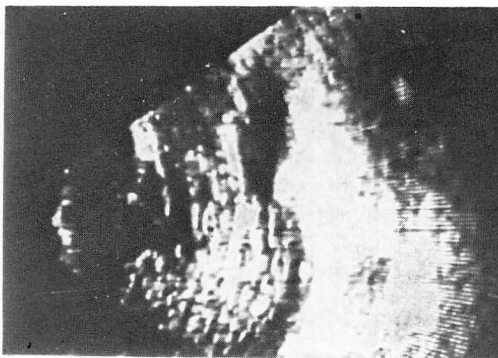


Fig. 13. Still frame during diastole in a patient with Takayasu's disease and aortic insufficiency (39-year-old female).

Indocyanine green and saline is injected in the aortic root, and the left ventricle is opacified completely by the contrast medium, but the left atrium remains echo free. Left ventricular cine-angiogram shows aortic regurgitation of grade II.

3. 副作用

全症例を通じ, インドサイアニンググリーンによると思われる不整脈・吐心・嘔吐の出現を2例に観察した.

考 案

エコーアンジオ法のもっとも有利な点は, 多くの断面で心内構造とその動きを時々刻々観察することができ, 同時にコントラスト物質を用いることにより, 血流状態を観察しうることである.

三尖弁閉鎖不全雑音は日常臨床で少なからず経験されるが, その多くは非器質的, すなわち相対的三尖弁閉鎖不全で, リウマチ性弁膜症, 心筋症, 肺高血圧症, 先天性心疾患などに伴って起こるものである. しかしその診断は, 日常臨床において必ずしも容易であるとは限らない. 臨床症状による三尖弁閉鎖不全診断基準¹⁶⁾がある. すなわち, 1) 頸静脈および肝臓の収縮期拍動, 時に四肢静脈の拍動, 2) 右房圧波・頸静脈波および肝拍動波における大きいv波の出現, 3) 前胸部の収縮期性陥没, 4) 三尖弁口聴診部位での収縮期雑音の吸気性増強の4者である.

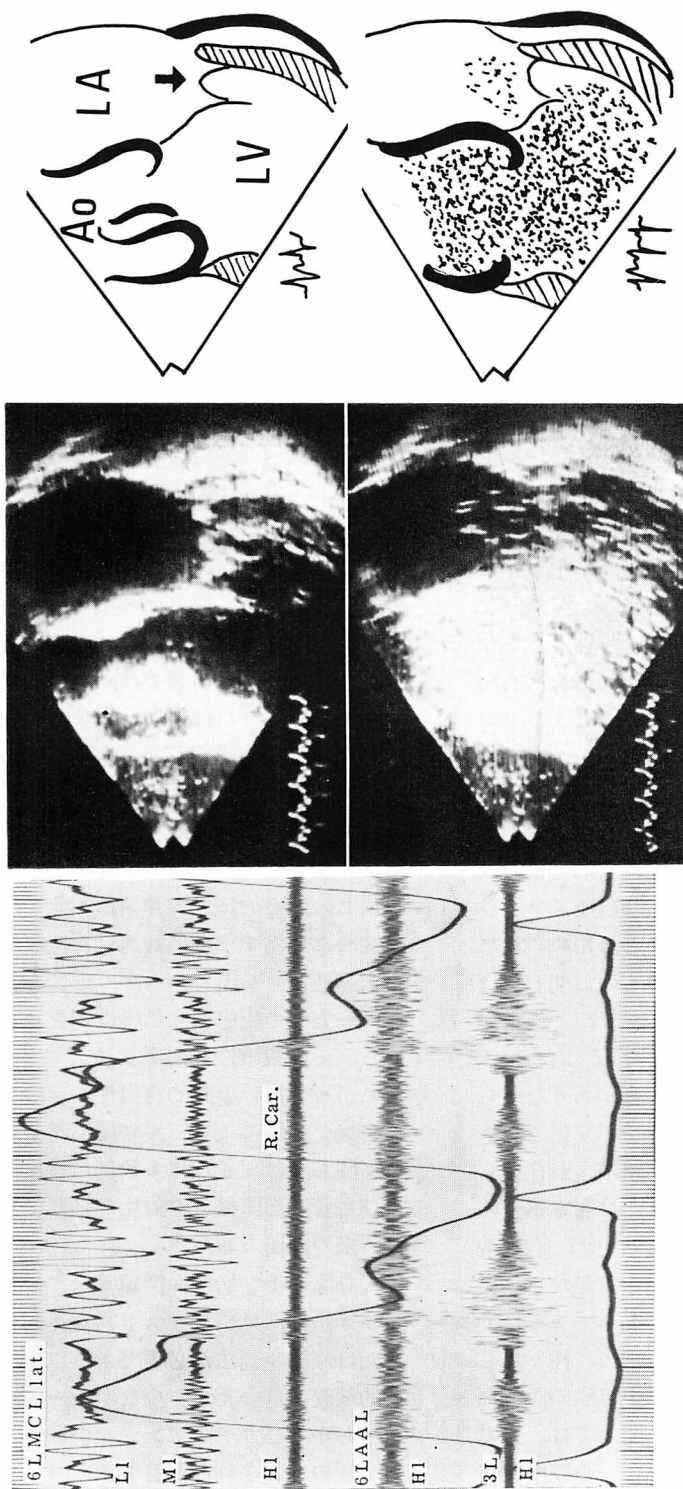


Fig. 14. Phonocardiogram and echoangiogram in a patient with non-ruptured huge aneurysm of the sinus of the Valsalva and aortic insufficiency (38-year-old male).

Loud high-frequency diastolic decrescendo murmur is present which begins with aortic component of the second heart sound (aortic insufficiency). An obscured pansystolic murmur is present at the exoapex (6LAAL). By echoangiography, massive contrast echoes fill left ventricle and slight amount of dye reaches into the left atrium, indicating the presence of aortic regurgitation and mitral regurgitation.

しかしこれらの所見が単独で三尖弁閉鎖不全の診断根拠となる比率はそれほど高くはない。我々の症例 32 例中、肝拍動を呈したものは **Table 1** に示したごとく、14 例、44% であった。また収縮期雑音の吸気性増大現象に関しては、発表者により 20~40% の陰性例が認められている^{17,18)}。また他に強大な心雑音が共存すれば三尖弁閉鎖不全雑音は見逃がされ¹⁹⁾、吸気性増大にも気づかずに終ることが多い。我々の症例では e グループの 3 例全例でその鑑別が困難であった。時に、重症例では b グループの 3 例にみるごとく、収縮期雑音そのものを欠く場合がある^{18,20)}。

三尖弁閉鎖不全の診断に有力であるといわれる頸静脈波形の分析においても、三尖弁閉鎖不全に特有な x 下降の減少、s 波の出現、心室化を示したものは正常洞調律群では 18% にすぎない¹⁷⁾。また心房細動例では三尖弁閉鎖不全を伴うことなくこのようなパターンを 30% 以上に認め、右房圧の右室化のみが診断的であるのにとどまるとい¹⁷⁾。

しかし近年心臓外科学の発展により、三尖弁の積極的な修復が行われるようになり、三尖弁閉鎖不全の正確な重症度判定および器質的変化の同定が必要視され²¹⁾、その判定に右心房圧・アンジオ・色素希釈曲線・心腔内心音などが用いられている。三尖弁閉鎖不全の確認そのものに関しては心腔内心音がもっとも鋭敏であるが²²⁾、その重症度に関する情報を得ることはできない。右心房圧に関しては、有意な三尖弁閉鎖不全がありながら平均右房圧の増加や右房圧パターンの変化を示さないものがあり²³⁾、また三尖弁閉鎖不全が存在しないにもかかわらず、心房細動または右室不全のため、著明な s 波を示すものがある^{23,24)}。右室造影では比較的よく三尖弁閉鎖不全の有無ならびにその程度を予測しうる²⁵⁾。しかしカテーテルによる弁圧排または期外収縮の多発のため、往々にして偽陽性所見を呈し、軽症ないし中等症の診断には問題がある^{22,24,25)}。希釈曲線に関しては、三尖弁閉鎖不全以外の弁閉鎖不全の存在、心腔内短絡

の存在、低心拍出量状態、カテーテルによる三尖弁圧排など多様な因子により、その解析が不可能となることがある^{26~28)}。なおこれらの方法に共通した弱点は、器質的閉鎖不全を相対的三尖弁閉鎖不全から区別することが不可能なことである。

今回用いたエコーアンジオ法の利点は、前述した諸検査の弱点を比較的よく克服しうることである。すなわち器質的変化の有無を観察することが可能となり、またコントラスト物質の肘静脈注入法により、カテーテル操作を行うことなく、血流の右房内への流入状態、弁口部での動態、右房より下大静脈への逆流の有無を観察しうる。Voges ら³⁰⁾は、三尖弁閉鎖不全症例において下大静脈血管造影時、右房から下大静脈への逆流によるコントラスト柱の高さの変動、または右室造影時における造影物質の右房および上・下大静脈への逆流などを観察しているが、これは本研究の結果と同様である。我々の検討では、エコーアンジオ法における場合、弁口部の逆流現象の観察に比し、下大静脈への逆流観察がより容易であり、また時相分析も正確である。

三尖弁閉鎖不全に対するエコーアンジオ法の鋭敏性に関しては、心腔内心音図、心血管造影法を駆使し、最終的に三尖弁閉鎖不全が存在すると診断された症例で、全例共通した全収縮期または収縮末期逆流コントラストエコー像を下大静脈に認め、一方他の疾患には偽陽性例を認めないところから、その鋭敏性は非常に大であると考えられ、したがって高い診断的有用性が示唆される。エコーアンジオ法による三尖弁閉鎖不全の重症度判定法に関しては、さらに多数例における術中所見および血管造影所見との対比が必要であるが、これは将来の問題であろう。

大動脈および僧帽弁閉鎖不全に対するエコーアンジオ法は、コントラスト物質注入に心カテ操作または直接穿刺法が必要である以上、もはや非侵襲的検査とはいえず、少なからぬ偽陰性例が生ずる。しかし心カテ、アンジオの補助的手段としてはつぎのごとき利点を有する。すなわち、1) ア

ンジオに比しコントラスト物質の注入が低圧・小容量で行われるため、期外収縮を生ずることがなく、また反復施行が可能である、2) 造影剤過敏症の症例にも行いうる、3) アンジオにて捉えにくい微量な逆流、短絡を捉えうる。また心腔内での血流の様態を仔細に観察しうるなどの利点である。

総 括

実時間心断層法およびコントラスト物質の末梢静脈注入法を用い、弁閉鎖不全の診断に対するコントラストエコー法の有用性について検討を試みた。対象は各種心疾患例 106 例である。右心系は肘静脈より、左心系は心カテ施行中カテーテルを介して、2 ml のインドシアニングリーン色素および 10 ml の冷却生食水を急速に用手法にて連続注入した。用いた探触子部位は主として左胸骨縁、心尖部、心窩部である。検討対象の多くは三尖弁閉鎖不全の有無およびその性状に関するもので、検討の結果、以下のような 6 つの所見が特異的と考えられた。すなわち 1) 下大静脈の拡大、2) 右房へ出現したコントラスト物質が全収縮期または収縮末期に下大静脈へ逆流すること、3) コントラスト物質による肝エコーの増強、4) 右房および右室の拡大、5) 逆流血により生ずる三尖弁口上部の陰性エコー、6) 三尖弁口部におけるコントラスト物質の往復運動。

他の検査所見とエコーアンジオ法の所見を比較検討した結果、胸壁にないしは心腔内心音により三尖弁閉鎖不全雑音の確認された症例では全例 (32 例) に上記のエコー所見が認められた。下大静脈の拡大を有するが三尖弁閉鎖不全を有しない症例 11 例中 9 例に有意な下大静脈への逆流を認めたと、逆流の時相および様態は三尖弁閉鎖不全例とはまったく異なっており、下大静脈への逆流は心房収縮時または拡張初期に限局してみられるのみであった。心房中隔欠損例における短絡血流も同様の所見を呈した。また閉塞性肺疾患を有する患者では、心時相とは関係なく、呼吸の始まり

に著明な下大静脈への逆流を認めた。下大静脈が正常径の対照例 49 例では、全例、下大静脈への逆流を認めなかった。かくのごとく、エコーアンジオ法は、三尖弁閉鎖不全の診断に関し、特異性および鋭敏性の双方において診断的価値が高いものと思われた。

一方、左心系の弁閉鎖不全の診断に関しては、エコーアンジオ法自体心カテ操作を必要とし、観血的検査となるため、その制約は大であった。また適切な断面を得ることが必須で、右心系に比し偽陰性所見を得ることも多かった。しかし適切な断面を設定した上で、従来の血管造影およびカテーテル検査で見落されていた微量な逆流および短絡を捉えることもでき、その点がこの方法の大きな利点であると思われた。

文 献

- 1) Gramiak R, Shah PM: Echocardiography of the aortic root. *Invest Radiol* **3**: 356-366, 1968
- 2) Gramiak R, Shah PM, Kramer DH: Ultrasound cardiography: Contrast studies in anatomy and function. *Radiology* **92**: 939-948, 1969
- 3) Mortera C, Hunter S, Tynan M: Diagnosis of ventriculo-arterial discordance (transposition of the great arteries) by contrast echocardiography. *Brit Heart J* **39**: 844-846, 1977
- 4) Assad-Morell JL, Seward JB, Tajik AJ, Hagler DJ, Giuliani ER, Ritter DG: Echo-phonocardiographic and contrast studies in conditions associated with systemic arterial trunk overriding the ventricular septum. *Circulation* **53**: 663-673, 1976
- 5) Kerber RE, Kioschos JM, Lauer RM: Use of an ultrasonic contrast method in the diagnosis of valvular regurgitation and intracardiac shunts. *Amer J Cardiol* **34**: 722-727, 1974
- 6) Valdes-Cruz LM, Pieroni DR, Roland JA, Varghese PJ: Echocardiographic detection of intracardiac right-to-left shunts following peripheral vein injections. *Circulation* **54**: 558-562, 1976
- 7) Valdes-Cruz LM, Pieroni DR, Roland JA, She-matek JP: Recognition of residual postoperative shunts by contrast echocardiographic techniques. *Circulation* **55**: 148-152, 1977
- 8) Seward JB, Tajik AJ, Hagler DL, Ritter DG:

- Peripheral venous contrast echocardiography. *Amer J Cardiol* **39**: 202-212, 1977
- 9) Seward JB, Tajik AJ, Spangler JG, Ritter DG: Echocardiographic contrast studies. Initial experience. *Mayo Clin Proc* **50**: 163-192, 1975
 - 10) Tajik AJ, Seward JB, Hagler DJ, Mair DD, Lie JT: Two-dimensional real-time ultrasonic imaging of heart and great vessels: Technique, image orientation, structure identification and validation. *Mayo Clin Proc* **53**: 271-303, 1978
 - 11) 坂本二哉, 天野恵子, 林 輝美, 羽田勝征, 山口経男, 田中秋吾: 心断層図エコー造影法(三尖弁閉鎖不全への応用). *日超医講演論文集* **34**: 109-110, 1978
 - 12) Sakamoto T: Cross-sectional contrast echocardiography: Applications to tricuspid regurgitation. (Panel discussion). 13th World Congress Dis Chest, July, 1978 (Kyoto)
 - 13) Amano K, Sakamoto T, Hayashi T, Hada Y, Yamaguchi T, Tanaka S: Real-time cross-sectional contrast echocardiography: Clinical applications. VIII World Congress of Cardiology, Sept, 1978 (Tokyo)
 - 14) Lippie W, Behar VS, Scallion R, Kisslo JA: Detection of tricuspid regurgitation with two-dimensional echocardiography and peripheral vein injections. *Circulation* **57**: 128-132, 1978
 - 15) Sakamoto T, Uozumi Z, Kaito G, Ueda H: Better resolution in clinical phonocardiography. The use of simultaneously recorded multifilter system phonocardiograms synchronously taken from various auscultatory areas. *Jap Heart J* **7**: 154-167, 1966
 - 16) Kossmann CE: Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Blood Vessels. 6th ed, New York Heart Association, New York, 1964
 - 17) 坂本二哉, 吉川純一, 井上 清, 伊藤梅乃, 林 輝美, 大久保重義, 村尾 覚: 三尖弁閉鎖不全における頸静脈波曲線の診断的意義に対する再評価. *臨床心音図* **2**: 383-396, 1972
 - 18) Zeh E: Die Diagnose der Trikuspidalinsuffizienz. *Arch Kreislaufforsch* **30**: 127-212, 1959
 - 19) Schilder DP, Harvey WP: Confusion of tricuspid incompetence with mitral insufficiency (A pitfall in the selection of patients for mitral surgery). *Amer Heart J* **54**: 352-367, 1954
 - 20) Müller O, Shillingford J: Tricuspid incompetence. *Brit Heart J* **16**: 195-207, 1954
 - 21A) Aceves S, Carral R: The diagnosis of tricuspid valve disease. *Amer Heart J* **34**: 114-130, 1947
 - 21) Breyer RH, McClenathan JH, Michaelis UL, McIntosh CL, Morrow AG: Tricuspid regurgitation (A comparison of nonoperative managements, tricuspid annuloplasty and tricuspid valve replacement). *J Thorac Cardiovasc Surg* **72**: 867-874, 1976
 - 22) Wooley CF: Intracardiac phonocardiography (intracardiac sound and pressure in man). *Circulation* **57**: 1039-1054, 1978
 - 23) Cairns KB, Kloster FE, Bristow JD, Lees MH, Griswold ME: Problems in the hemodynamic diagnosis of tricuspid insufficiency. *Amer Heart J* **75**: 173-179, 1968
 - 24) Salazar E, Levine HD: Rheumatic tricuspid regurgitation (The clinical spectrum). *Amer J Med* **33**: 111-129, 1962
 - 25) 玉木英介: 三尖弁閉鎖不全の診断に関する研究. *Jap Circulat J* **32**: 1515-1530, 1968
 - 26) Parker BM, Hudson HL, Smith RM, Friedenberg MJ: Tricuspid and mitral insufficiency in normal dogs. *Circulation* **32** (Suppl II): 168, 1965 (abstr).
 - 27) Tsuiki K, Miyazawa K, Ishikawa K, Katori R: A method for quantitative detection of tricuspid regurgitation with double injection-single sampling dye-dilution technique. *Jap Heart J* **16**: 11-21, 1975
 - 28) Hoffman JIE, Rowe GG: Some factors affecting indicator dilution curves in the presence and absence of valvular incompetence. *J Clin Invest* **38**: 138-147, 1959
 - 29) Hansing CE, Rowe GG: Tricuspid insufficiency (A study of hemodynamics and pathogenesis). *Circulation* **45**: 793-799, 1972
 - 30) Voges V, Finby N: Inferior vena cava (Roentgen appearance in tricuspid insufficiency). *NY State J Med* **75**: 1777-1779, 1975