

特 集

経食道ドプラ断層心エコー法の 心臓外科・心臓麻酔への応用

丘 や す*

緒 言

1978年にMモードの経食道心エコー法(transesophageal echocardiography: TEE)が心臓麻酔の分野に初めて応用されて以来10年の歳月を経て、今日経食道ドプラ断層心エコー法が用いられる状況になった。この技術革新の陰には、電気工学の分野の進歩に支えられながら、多くの研究者の貢献があった。

この最新の技術により、私共は心臓外科患者の管理において、血流パターンや血流速度の評価を正確な解剖学的な理解に基づいてできるようになった。経食道ドプラ断層心エコー法は、心臓の断層像を明瞭に描出することができるため、手術の方針を決定したりその結果を評価するだけでなく、心筋虚血を心電図や肺動脈楔入圧よりも早く発見することができる。さらに、薬物的および機械的な循環補助も容易に評価することができる。迅速かつ正確な病態の把握および方針決定が必要とされる心臓麻酔では、この技術は非常に有用である。

本稿では、主に心臓麻酔における経食道ドプラ断層心エコー法の応用について述べる。

I. 術中応用

1. 術中診断：種々の心臓疾患——大動脈瘤、心内腫瘍などを含む
 - a. 術前診断の確認
 - b. 手術結果の評価
2. モニタ：心機能及び血流速度
 - a. 心筋虚血の診断

- b. 左室収縮機能
 - c. 左室拡張機能（左室流入部血流パターン）
 - d. 肺静脈血流速度
3. その他
 - a. 空気塞栓の検知
 - b. 大動脈内バルーンパンピング・カテーテルあるいは左心・右心補助装置のカニューレの位置確認

II. 東芝カラードプラ断層装置、SSH-65A=D および phased array sector scanner の概略（表1-4）

III. 臨床例

- 症例1：正常例
- 図1 四腔像 ドプラ断層：収縮期
 - 図2 同上：収縮期
- 症例2：僧帽弁狭窄症
- 図3 四腔像 ドプラ断層：術前
拡張期：MS-jet が左室内に認められる
 - 図4 僧帽弁形成術後：形成術の不良例
左：拡張期：MS-jet が左室内に認められる
右：収縮期：MR-jet が左房内に軽度認められる
- 症例3：僧帽弁閉鎖不全症（重症）
- 図5 四腔臓：術前
収縮期：著明な MR-jet（赤と黄の部分）が左房内に認められる
 - 図6 僧帽弁の弁輪形成術後
著明な三尖弁閉鎖不全が新たに出現した
収縮期：右房内に TR-jet（赤と黄の部分）が認められる

*アルバート・アインシュタイン医科大学・麻酔科

表1 カラー Doppler 装置で用いられる5つのモード

モード	特徴
(1) Mモード	経時変化の分析に有用 壁運動の分析に有用 リアルタイムの血流の描出 一点の血流測定
(2) Bモード	
(3) カラー Doppler 断層	
(4) パルス Doppler (PW: pulsed wave Doppler)	
(5) 連続波 Doppler (CW: continuous wave Doppler)	

表2 Mモード

心機能の算出

(1) 左室拡張終期容量 (EDV: LV end-diastolic volume)
(2) 左室収縮終期容量 (ESV: LV end-diastolic volume)
(3) 一回拍出量 (SV: stroke volume = EDV - ESV)
(4) 心拍出量 (CO: cardiac output = SV × heart rate)
(5) 駆出率 (EF = SV/EDV)
(6) Fractional shortening (FS = (Dd - Ds)/Dd)

Dd; diastolic dimension

Ds; systolic dimension

表3 Bモード

心筋虚血の検出

(1) 左室局所壁運動
(2) 左室壁厚 収縮期壁肥厚 systolic wall thickening (SWT) SWT = (ESWT - EDWT) / ESWT

ESWT; end-systolic wall thickness

EDWT; end-diastolic wall thickness

全般的左室機能

(1) Circumferential shortening
(2) Fractional area change

表4 カラー Doppler 断層

(1) 心臓内血流の三次元的理解
(2) 血流異常の早期発見および部位の同定 (シャントなど)

図7 再手術(僧帽弁及び三尖弁の弁輪形成術)後

左房・右房内に逆流は認められない

症例4: 大動脈弁狭窄症兼閉鎖不全症

図8 左室長軸像 Doppler 断層
拡張期: 中等度の AR-jet (モザイク状) が左室内に認められる
左室流入部の中央の赤色は折返し現象 (aliasing) である

図9 大動脈短軸像
収縮期: AS-jet が大動脈内に認められる

図10 大動脈弁置換術後 (Hancock ブタ弁)
拡張期: 左室内に逆流像は認められない

症例5: 心房中隔欠損症

図11 四腔像 Doppler 断層: 術前
左房から右房, さらに右室にシャント血流が認められる

図12 四腔像 Bモード: 欠損部閉鎖後
心房中隔部のパッチが描出されている

症例6: 解離性大動脈瘤

図13 上行大動脈の解離性大動脈瘤 (大動脈弁付近)

Intimal flap, 真腔 (TL: true lumen), 偽腔 (FL: false lumen) が認められる

図14 大動脈置換術及び大動脈弁置換術後
下行大動脈 (40 cm) に解離が残存している

血流は真腔内のみ認められる
TEE は手術の評価に有用である

症例7: 左室収縮機能

図15 B/Mモード
拡張期及び収縮期の左室径を測定する
他の値はコンピュータで自動的に計算される (表2参照)

図16 左室短軸像
右: 収縮期, 左: 拡張期
左室機能のモニタ, 及び局所壁運動異常による心筋虚血の発見のための基本像となる

左室後壁は画面の上側に, 左室前壁は画面の下側に描出される

心室中隔は画面の左側に, 左室側壁は右側に描出される

症例8：左室拡張機能

図17 拡張機能評価法

右：左室長軸像 (sampling volume を白二重線で示す)

左：左室流入部血流速度 パルスドプラ心エコー図

急速流入期 (E波)

心房収縮期 (A波)

以下が左室拡張機能の指標として用いられる

1. 急速流入期最大速度 (peak E)
2. 心房収縮期最大速度 (peak A)
3. peak A/peak E 比
4. A波積分値/E波積分値 比
5. 拡張期充満時間

冠動脈疾患患者では peak A が peak E にほぼ等しくなってくる。あるいは peak A > peak E. (正常例：peak A < peak E)

症例9：肺静脈血流速度

図18 右：左房及び左上肺静脈 心基部短軸像

(sampling volume を白二重線で示す)

左：肺静脈血流速度 パルスドプラ心エコー図

J波：収縮期

K波：拡張期

J波最大速度 > K波最大速度

症例10：右房内腫瘍：腎腫瘍の右房内進展

図19 右房内の腫瘍，三尖弁に達している

図20 下大静脈内の腫瘍

結 論

経食道ドプラ断層心エコー法は、今や確立された方法となった。本法の術中応用により私共は心臓外科の麻酔中、心臓の形態及び機能を画期的によく理解できるようになったため、重篤な状態での迅速・適切な対応が可能となった。今後さらに技術革新がなされ、麻酔科医の誰でもが容易にこれを使いこなし、手術中のよりよい患者管理ができるようになることを期待したい。



図1

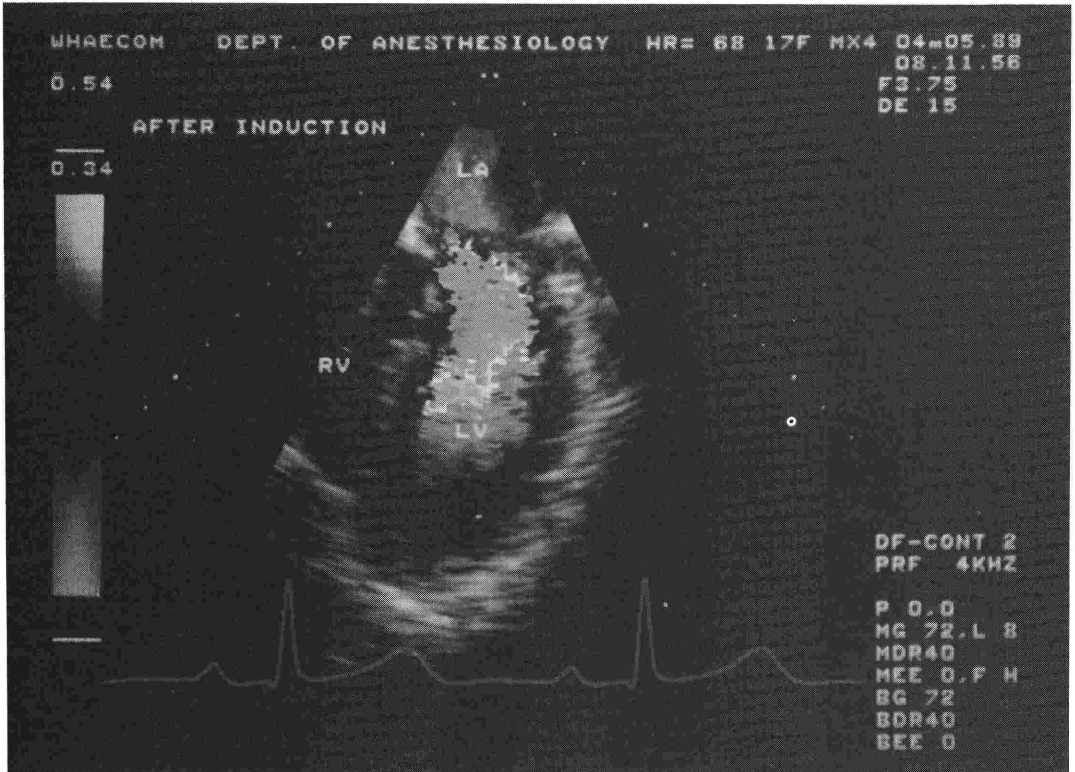


图2

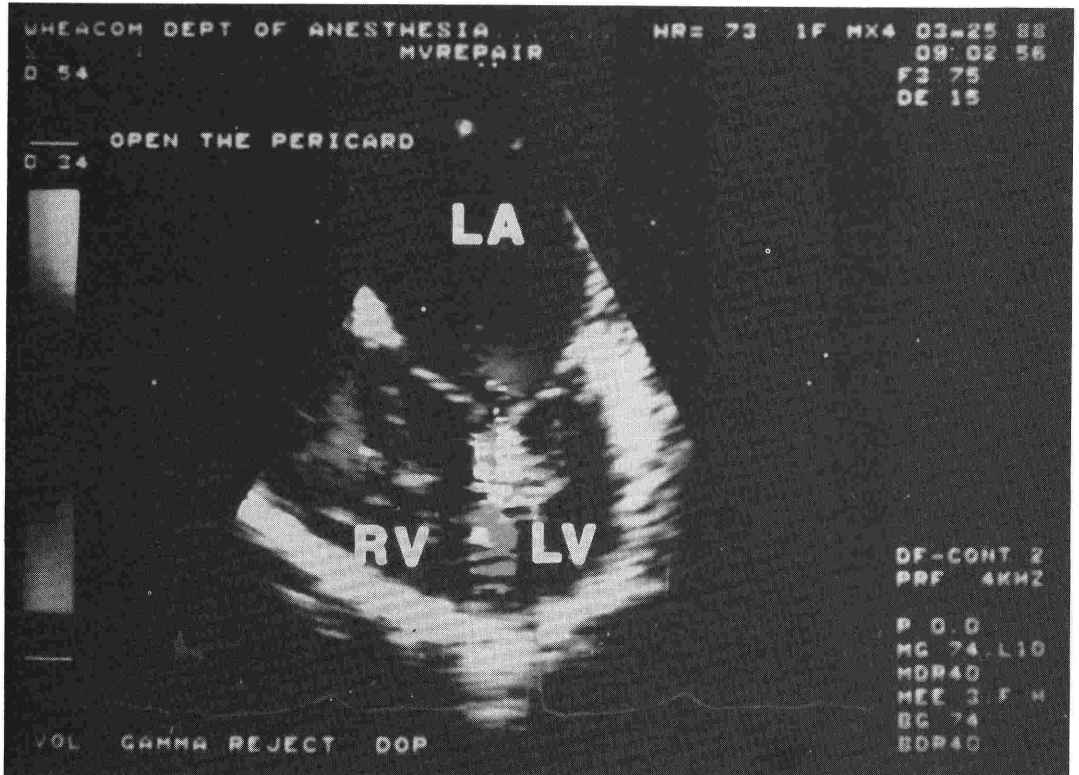


图3

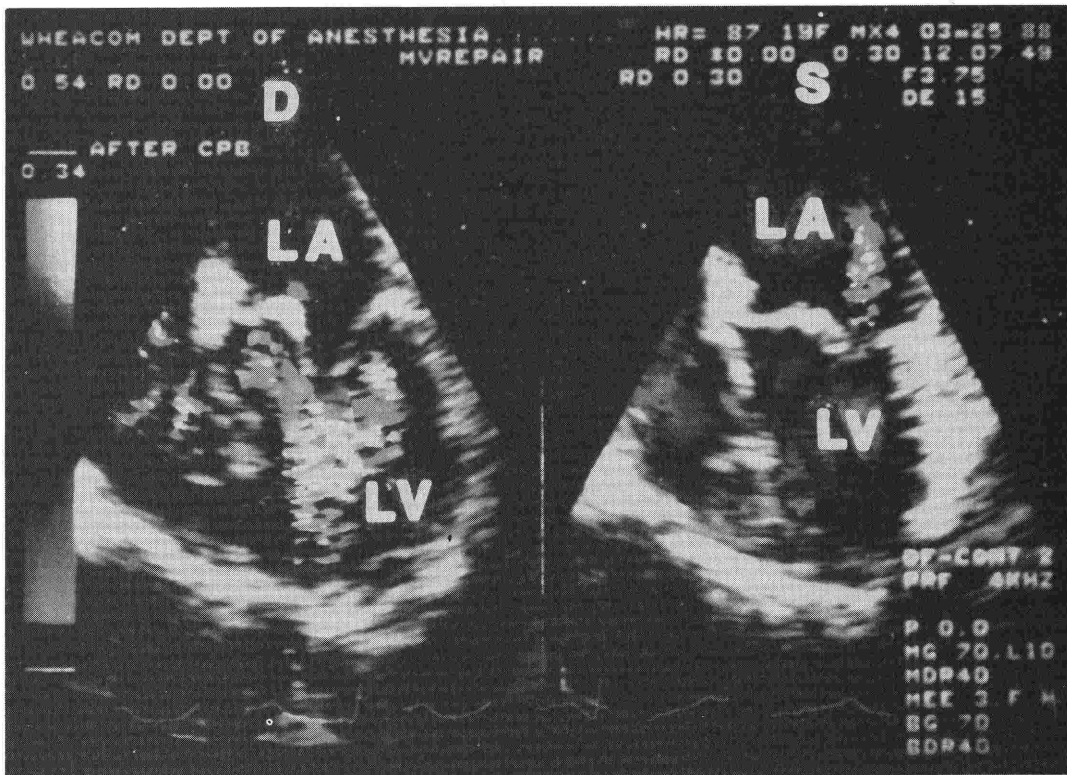


図 4

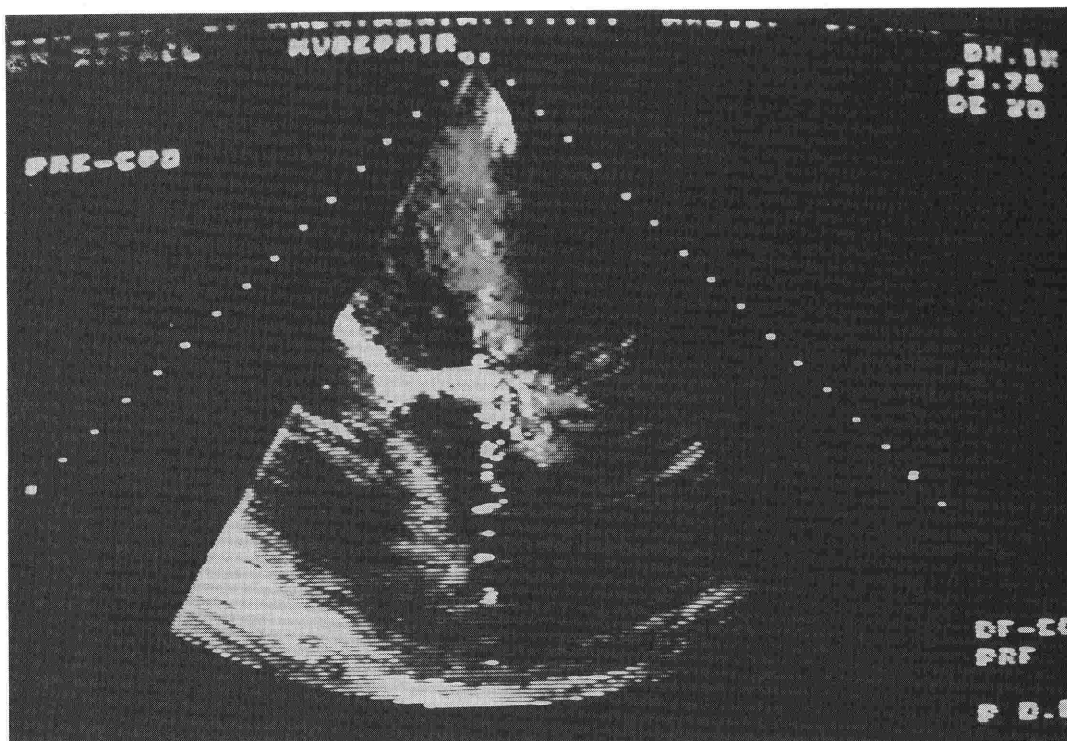


図 5

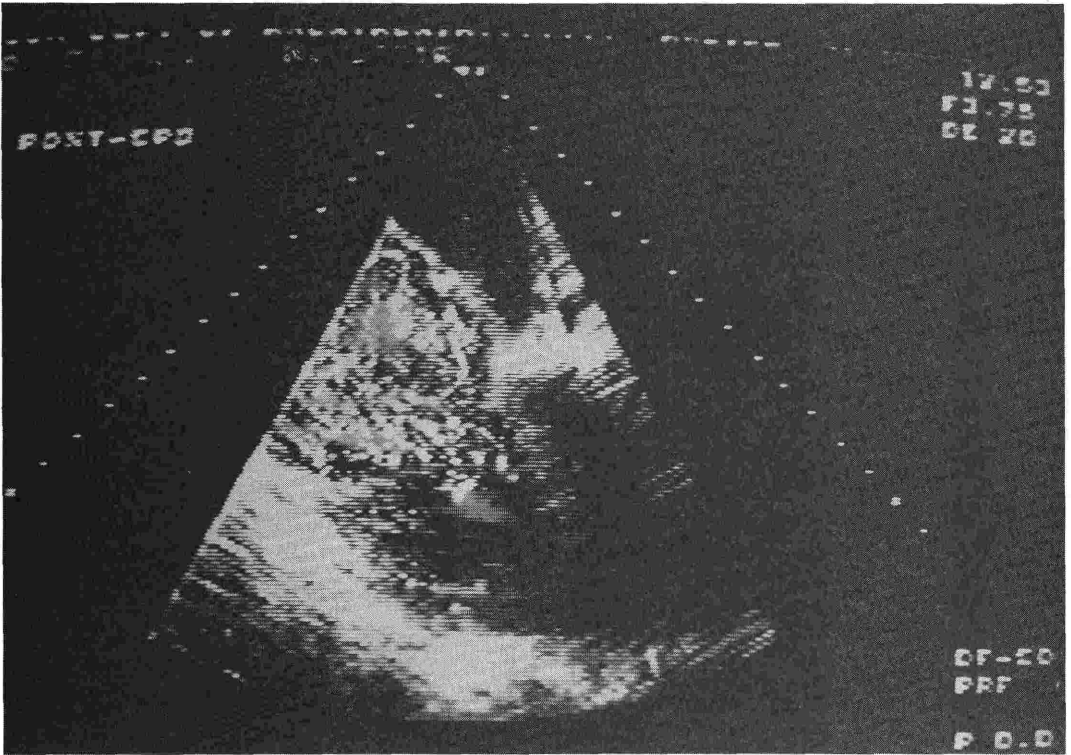


图 6

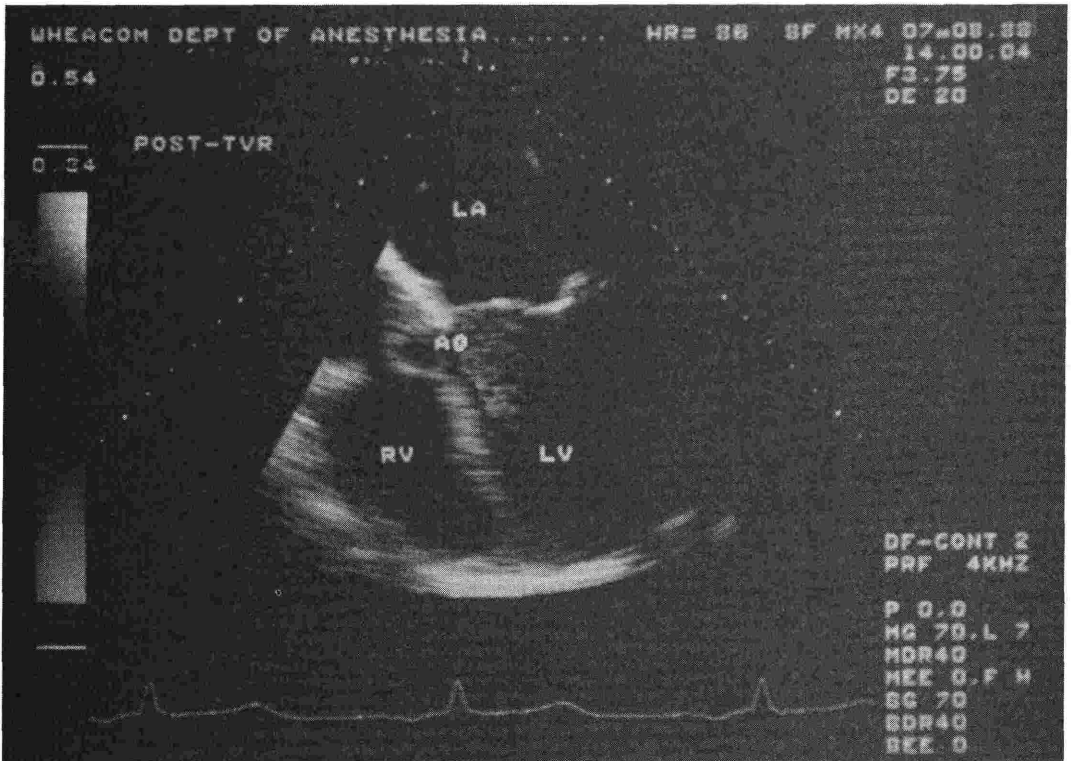


图 7

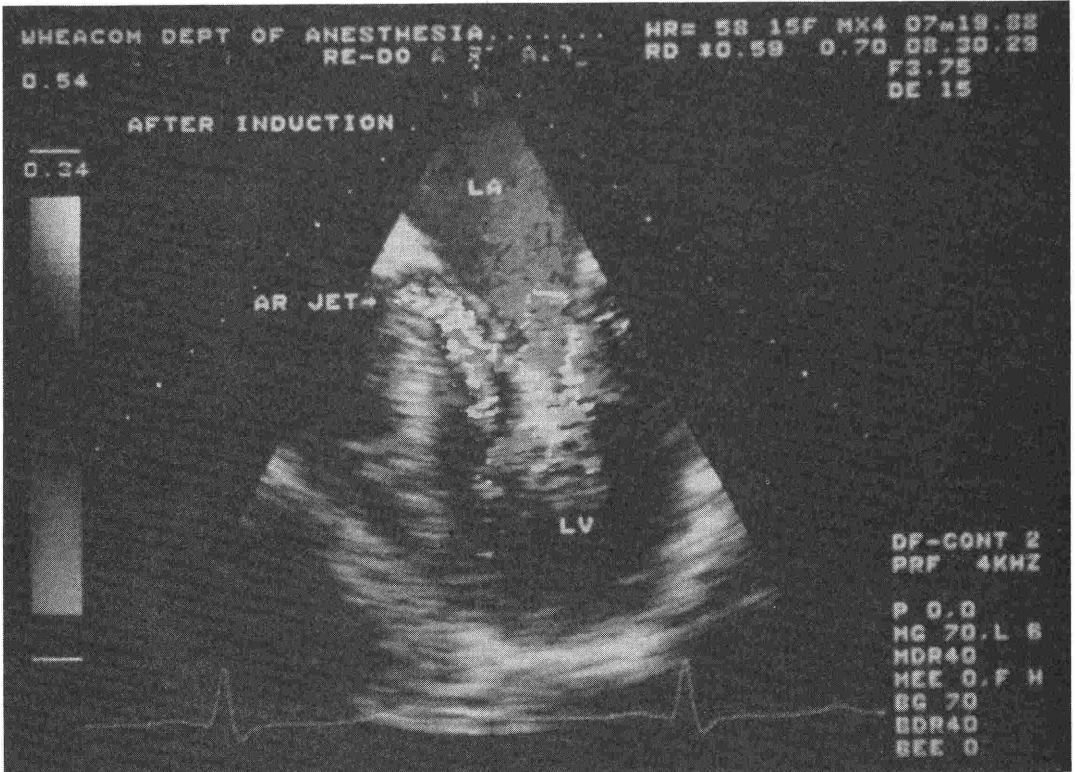


図8

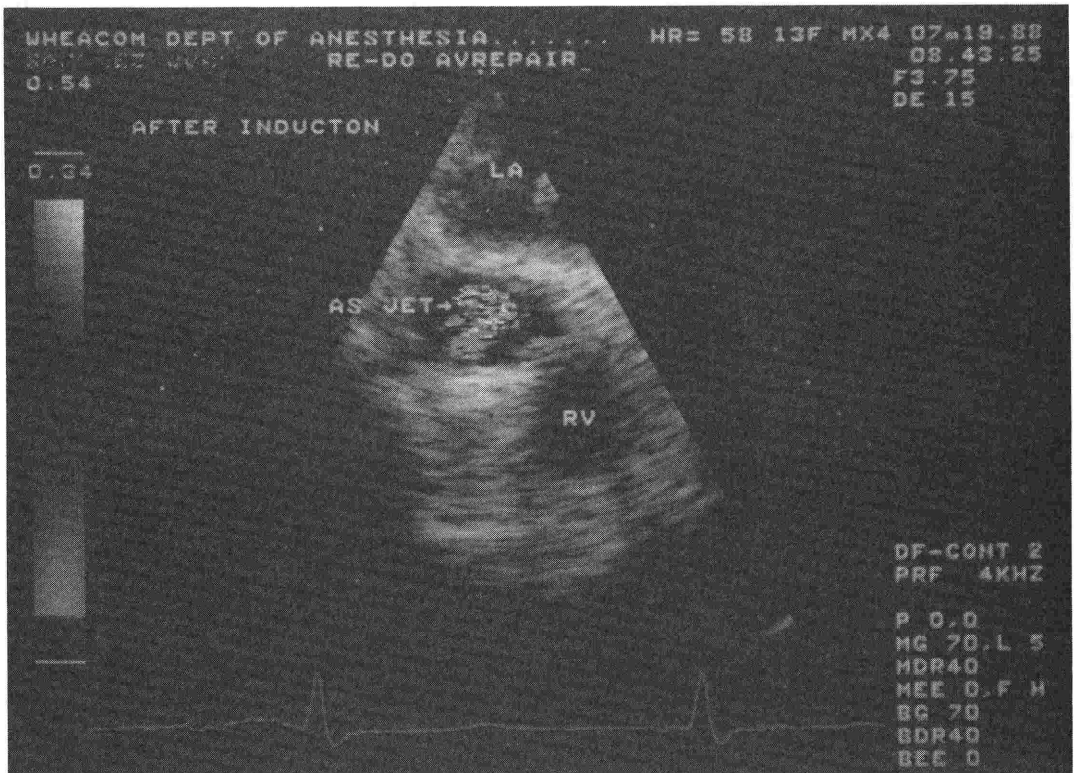


図9

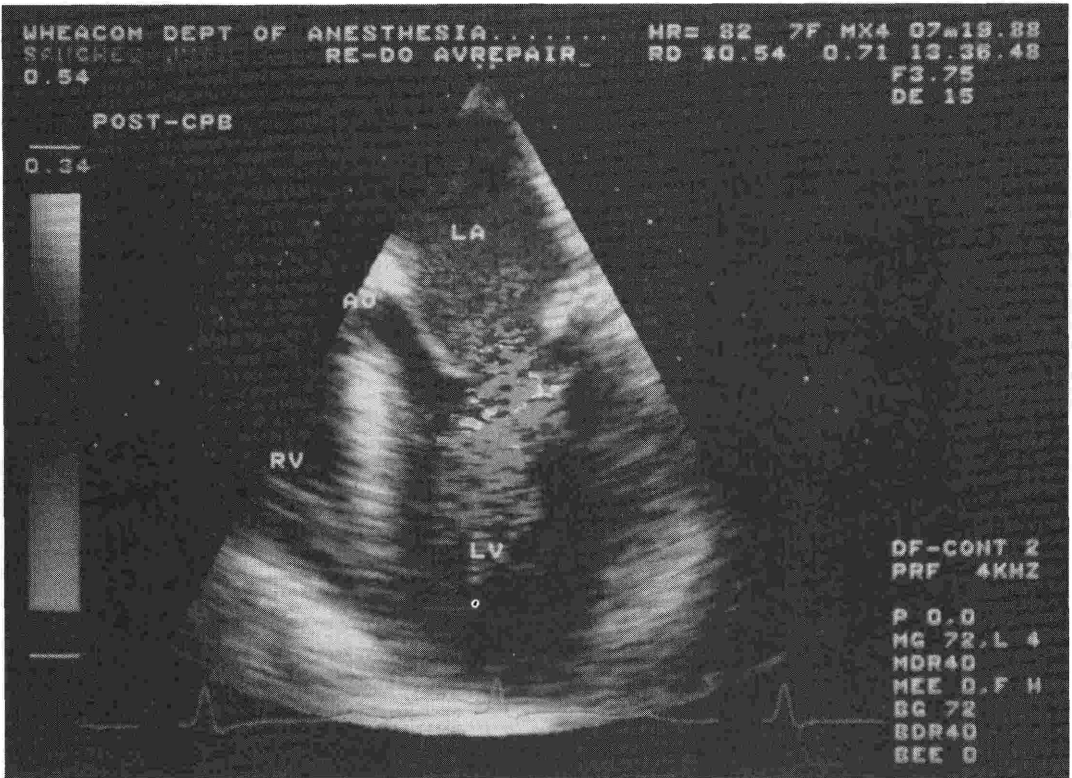


图10

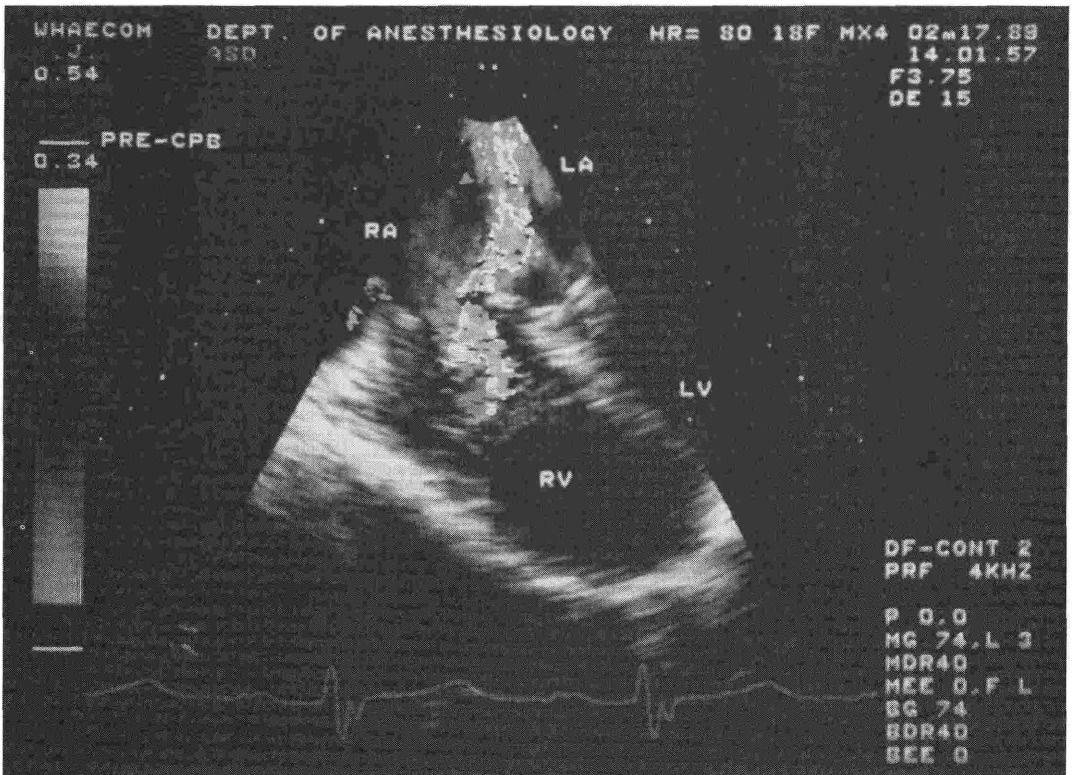


图11

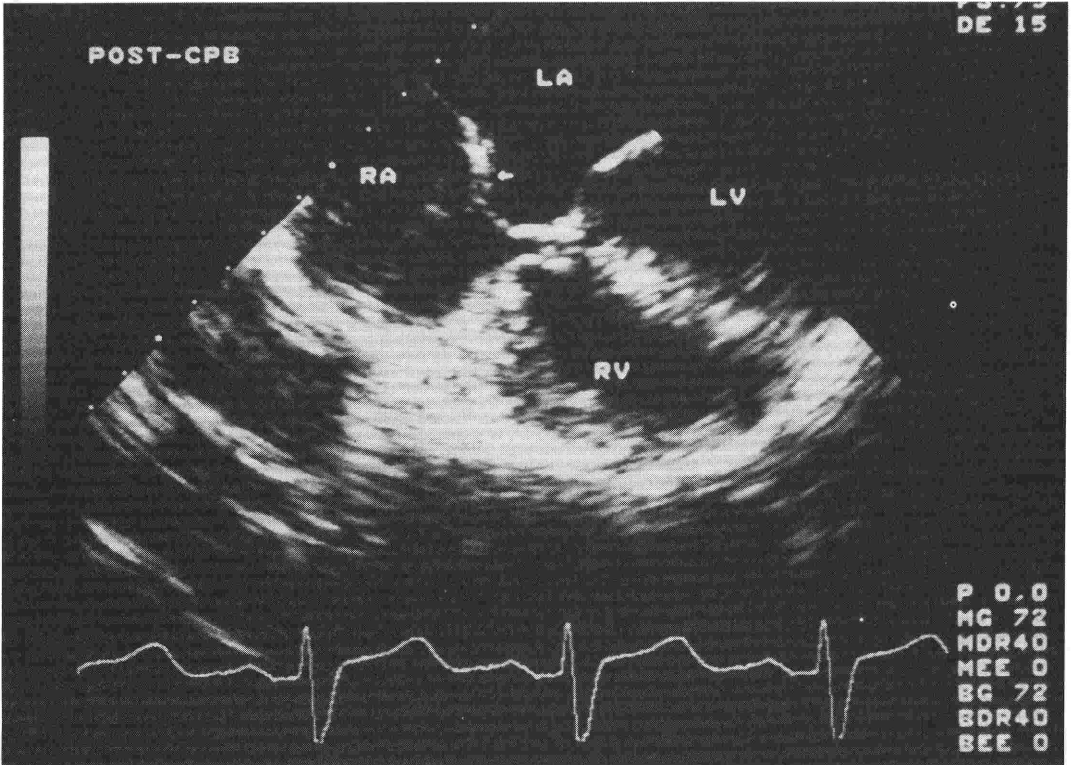


図12

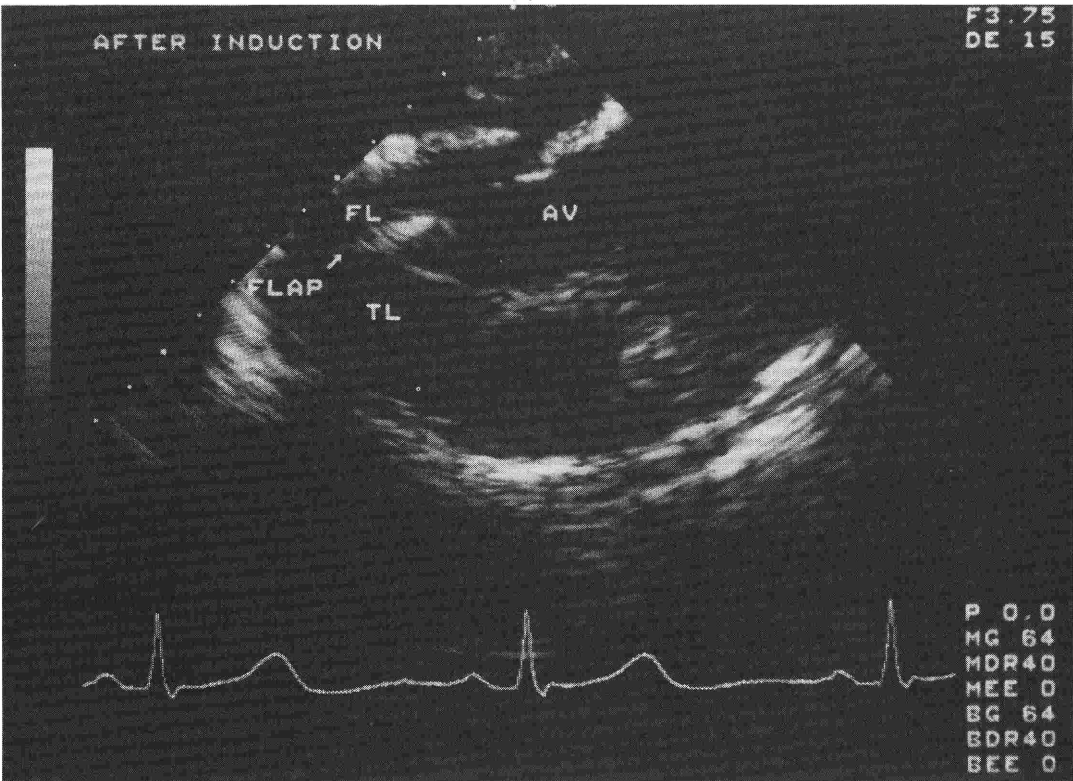


図13

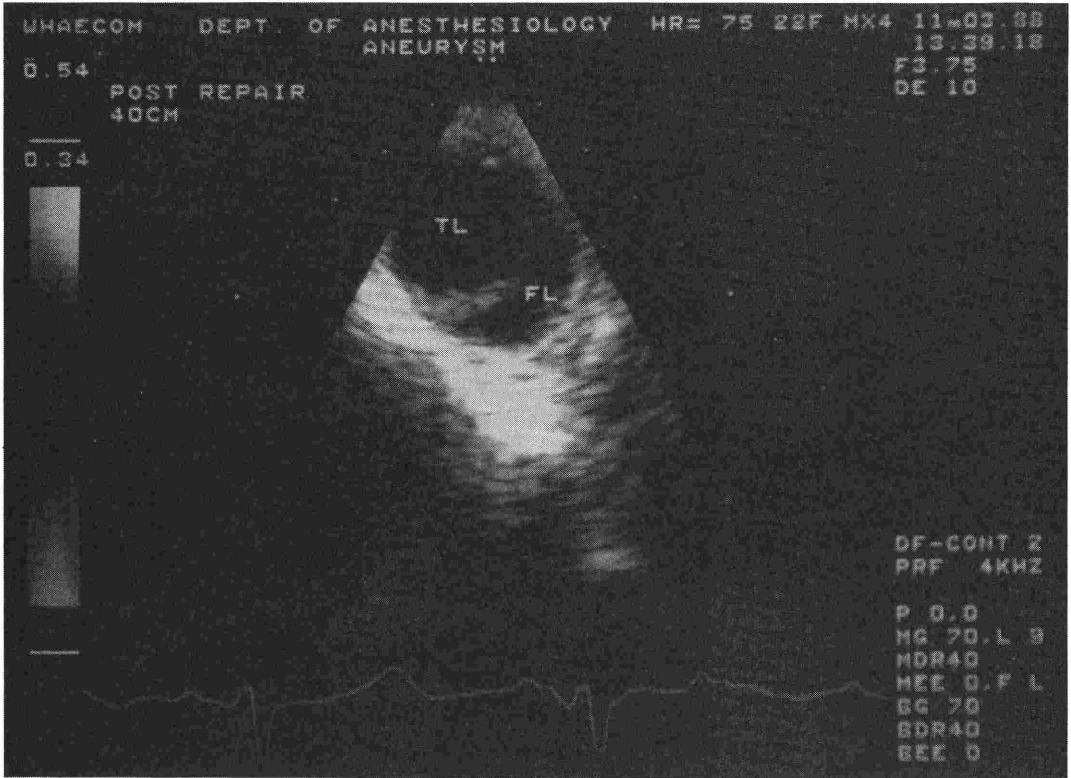


图14

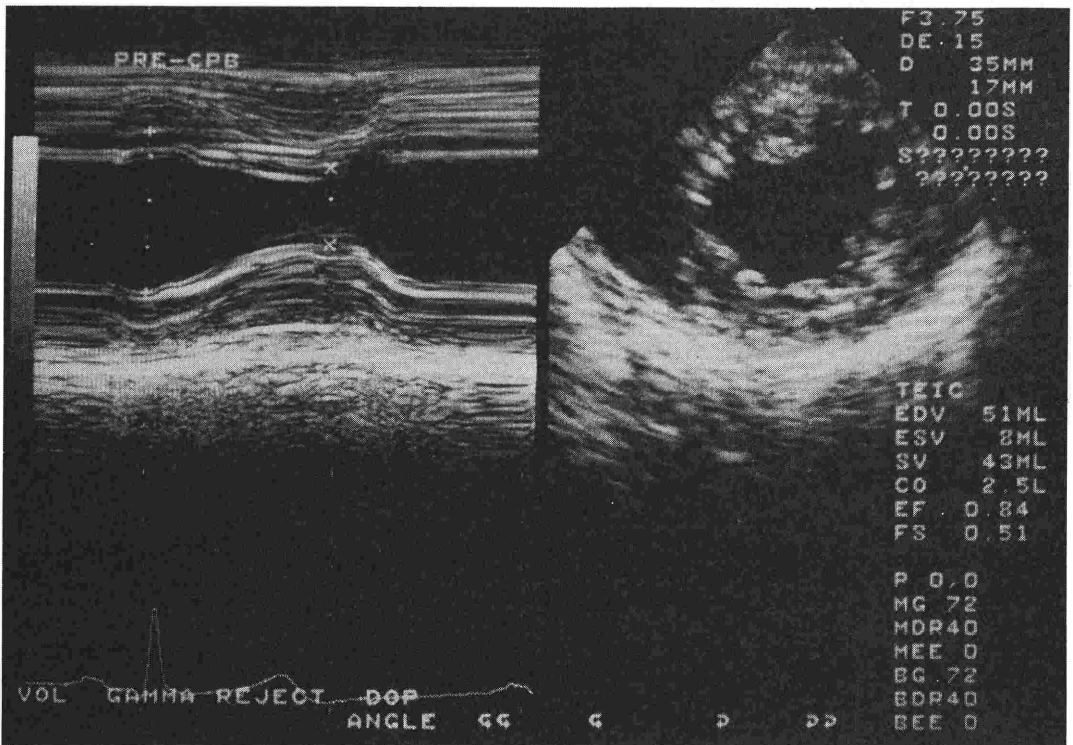


图15

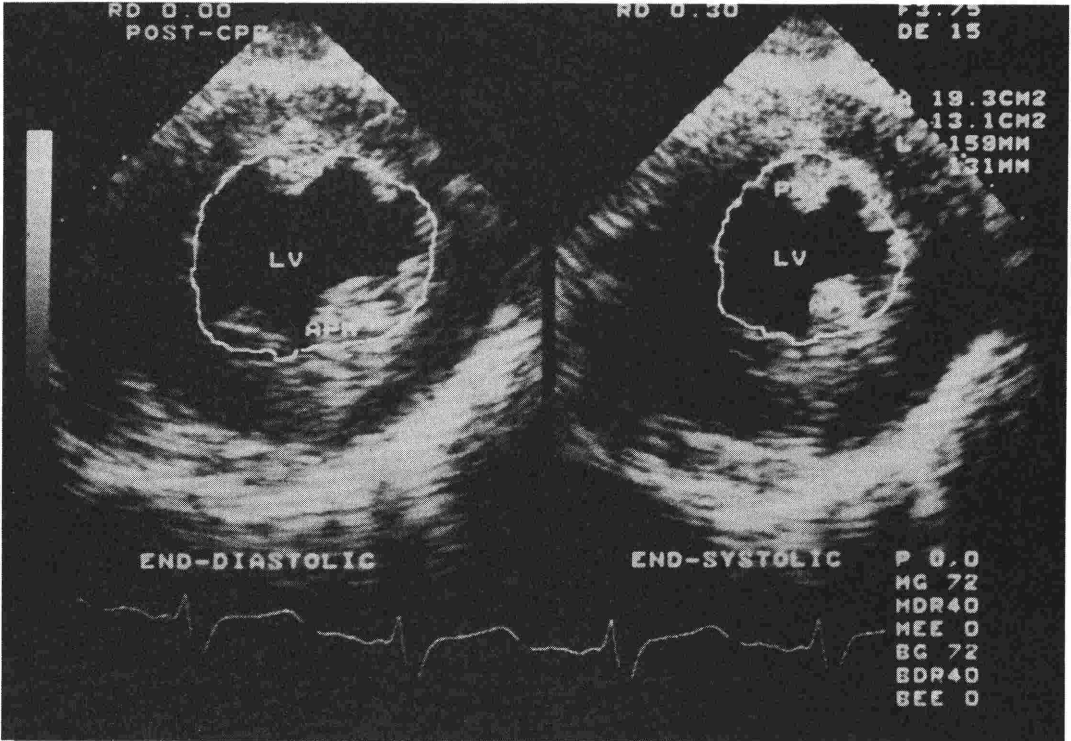


図16

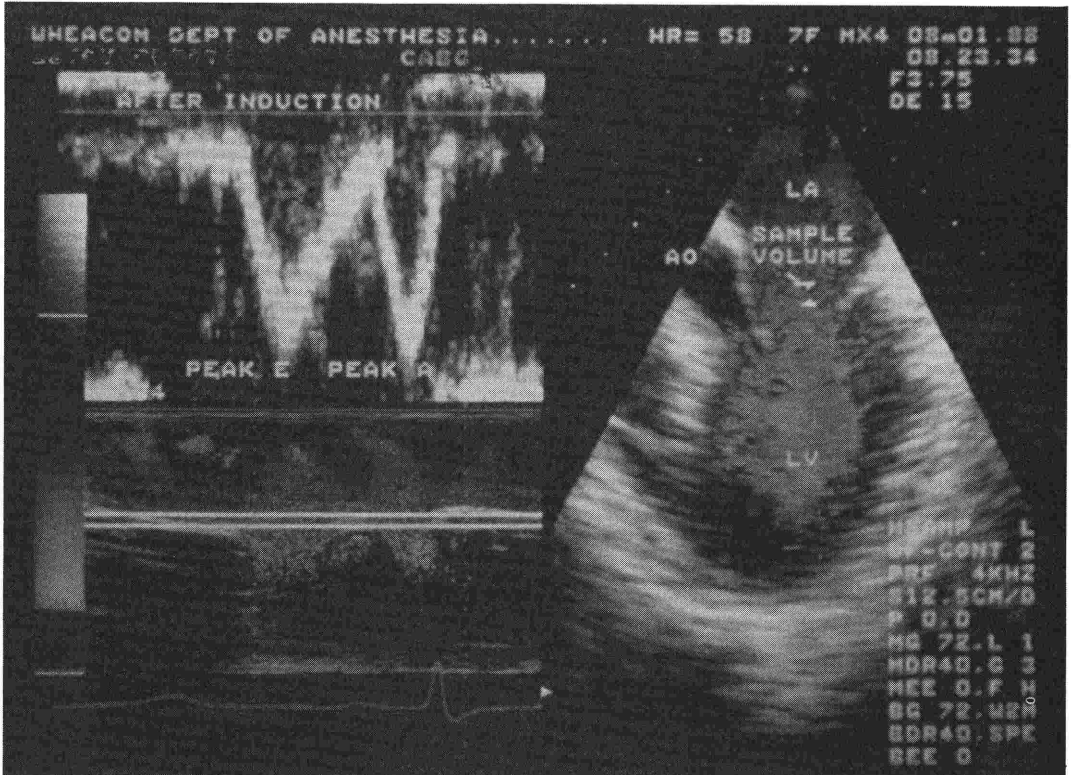


図17

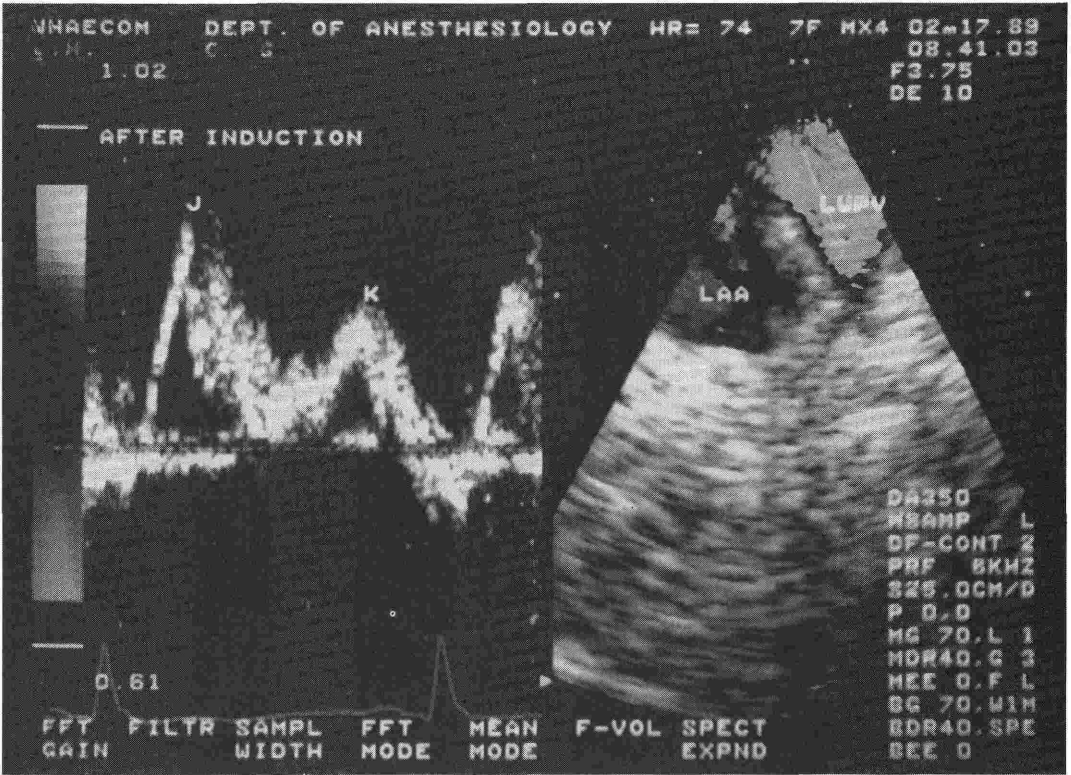


图18

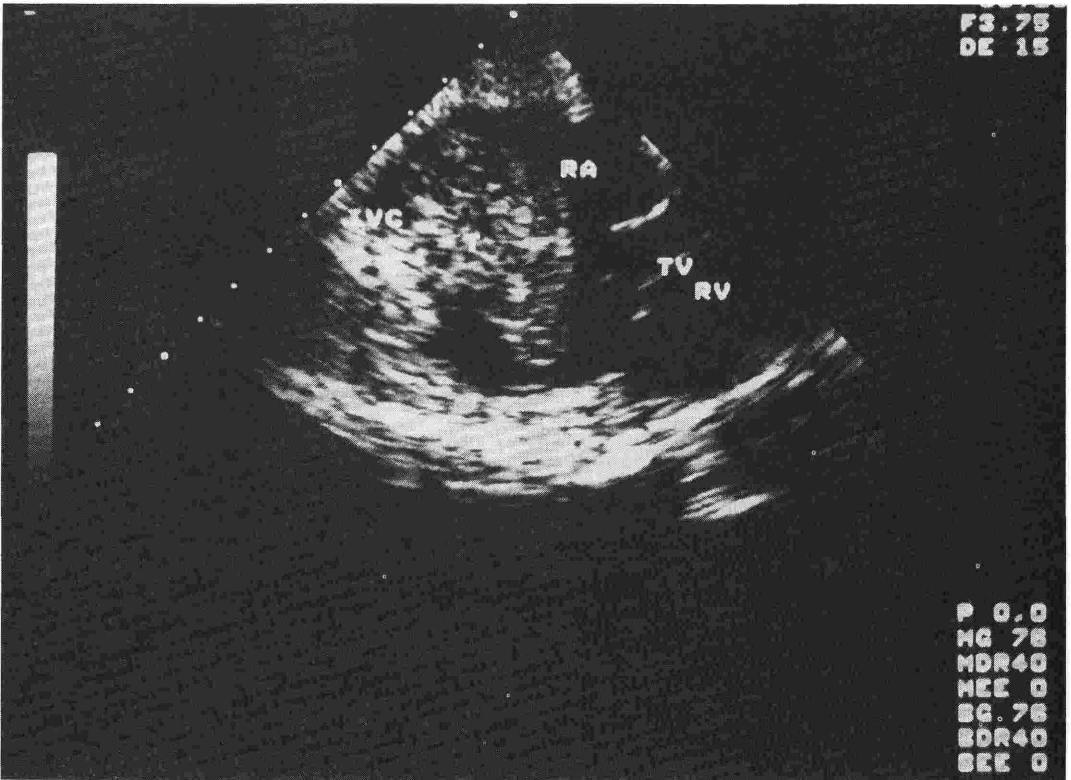


图19



図20

Transesophageal 2D color Doppler echocardiography in cardiac surgery and anesthesia

Yasu Oka

Department of Anesthesiology
Albert Einstein College of Medicine
Bronx, NY, U. S. A.

This article demonstrates the usefulness of TE 2D color Doppler echocardiography in cardiac anesthesia where need of rapid and accurate decision making is mandatory.

Intraoperative use of this technique has tremendously enhanced understanding of morphology, blood flow and cardiac function in virtually all circumstances during anesthesia for cardiac surgery. Surgical procedures can be evaluated easily and thus the cardiac surgeon can decide upon appropriate approaches. Myocardial ischemia can be detected much

before ECG and/or pulmonary cepillary wedge pressure changes occur and thus immediate therapeutic interventions can be instituted.

Presently the 2D color Doppler echocardiography technique is used by a limited number of anesthesiologists in caring for operative patients. However, with the interest being generated in recent times, it is to be hoped that usage of this technology by anesthesiologists will greatly increase in the foreseeable future.