

## 特集

ドプラエコーの心臓血管外科への  
インパクト：ドプラエコーで外科  
のストラテジィがどう変わったか

—外科領域—

尾本良三\*

## 1. 経食道心エコー図法の進歩

心エコー図法は本来が無侵襲的な方法であったが、この方法の拡大として、ちょうど内視鏡のように、その先端に超音波トランスジューサを装着して、経食道的に心機能を検査するやや侵襲的なアプローチが以前より試みられてきた<sup>1-5)</sup>。この方法が経食道心エコー図法 (transesophageal echocardiography, TEE) とされるものである。はじめは“Mモード”のみであったが、その後は“断層”も可能になった。無侵襲的な心エコー図法をわざわざ半侵襲的な経食道的手法へ拡大させた理由にはいろいろある。その目的なるものは、①心機能のモニタ (左室壁運動の分析)、②大動脈瘤—特に解離性大動脈瘤—の診断と術中評価、③弁形成術の術中評価、④冠動脈の映像化、⑤各種の心臓大血管手術の術中評価、⑥巨大左房の検索、⑦左房血栓の検出、⑧僧帽弁位人工弁患者の左房検索 (人工弁機能不全の検査) などあった。確かに、TEE にはいろいろのメリットがあるが、特に“左房と食道とが接している”ことのメリットは、上記の③、⑥、⑦、⑧で認められている。また一方、“下行大動脈と食道とが接している”ことのメリットは、上記の②、⑤で認められている。また、手術野に対して感染の危険なしに連続的にモニタ出来ることから、①、⑤の応用が重要である。確かに、上記の①～⑧のメリットは大きい。この方法が急速に普及をみたのは、ドプラ断層法 (カラードプラ法) の技術と TEE とのド

ッキングがなされた1986年以降である。それ以後は“TEE”が“カラー TEE”となり、それは、もはや研究的でなくて、きわめて実用的な検査法として、どの施設でも必須なものとなりつつある。

カラー TEE は現在すでにその有用性の故に、心臓外科や心臓病学の領域できわめて急速な普及を果たした<sup>6-12)</sup>。この方法によって単に心臓の geometry のみでなく、心内血流がモニタされるべき対象に加わった事になる。

カラー TEE とそれ以前の TEE との差は、単にカラー<sup>13)</sup>の有無ではなく、両者の臨床的意義の差はきわめて大きい。カラー TEE によって“断層”による形態診断からさらに進んで、心・大血管の血流映像が診断情報として提供されるようになった。

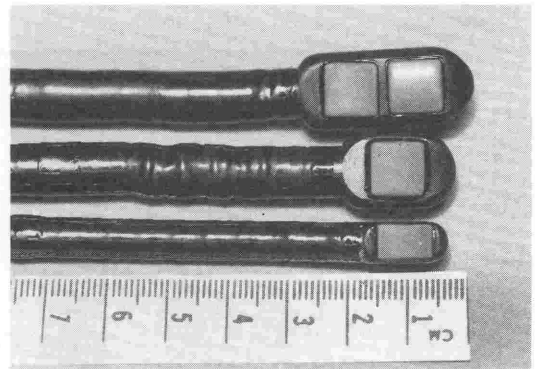


図1 各種 TEE プロープ

- ① 同時直交2断面 (バイプレーン) 用 (前後および左右に屈曲可能)
- ② 従来の transverse シングルプレーン用 (前後および左右に屈曲可能)
- ③ 小児用 (前後のみ屈曲可能)

\*埼玉医科大学第一外科

しかし、この方法にも大きな2つの弱点がある。1つは、1本のプローブで、断面の設定が、transverse か longitudinal のいずれ1つに限定されていたことであり、もう1つは、プローブのサイズがもっぱら成人用であって小児には不適當であるということである。

著者らはアロカ研究所との共同研究でこれら2つの問題をそれぞれ解決することを試み、1988年一応の成果を得た<sup>14)</sup>。すなわち、直交同時2画面断層(バイプレーン)の TEE プローブと外径6.8 mm の小児用 TEE プローブの開発である。今回開発された小児用プローブによって、体重4 kg までの小児で安全に使用されるようになって、TEE の応用は成人から小児まで拡大された<sup>15)</sup>。

## 2. TEE の心臓血管外科における応用

- A. 心臓血管外科における術中あるいは手術、近接期での応用
  - 1. 弁形成の術中評価
  - 2. 解離性大動脈瘤の診断、治療方針の決定、術中評価
  - 3. 心機能のモニター (術中および術後 ICU において)
- B. 一般的に心臓病学領域における応用
  - 1. 僧帽弁人工弁機能の検査
  - 2. 巨大左房症例における左房検査 (左房血栓の検出等)
  - 3. 冠動脈基部病変の検出

## 3. TEE と外科ストラテジ

### ① 僧帽弁形成術における術中評価

弁置換術においては、弁機能そのものの手術効果の評価は特に問題とはならない。なぜなら、人工弁は完全な弁機能をもつものとして考えられているからである。しかし弁形成術においては状況は全く別であって、弁形成術の効果を術中、閉胸前に評価することがぜひ必要である。もし弁形成が不成功であるならば、直ちに弁置換術に術式を変更しなければならない(図2)。TEE 所見によって弁形成の前後で僧帽弁逆流ジェット(MR-jet)を評価し、閉胸前に弁形成の成果を知ることができることの意義はきわめて大きい。

### ② 解離性大動脈瘤における術直前・術中評価

急性解離で患者の状態が不良のときカラーTEEはCTやアンジオグラフィ以前の第一選択の診断アプローチとなる。状況によっては、アンジオグラフィをバイパスしてエコー検査室から、直接手術室へ患者を送ることも可能となる。カラーTEEによって、解離の病型がDeBakey I・II型かIII型かの判別が多くの場合に可能となる。DeBakey III型ならば、まず血圧のコントロールによって保存的に患者を管理するであろうし、またDeBakey I・II型ならば、心タンポナーデによる突然死を避けるために直ちに手術の適応が検討される。図3はDeBakey III型であるが、アンジオグラフィで主なentryは映像化されているが(図3-④の矢印)、カラーTEEでは、図3-③、

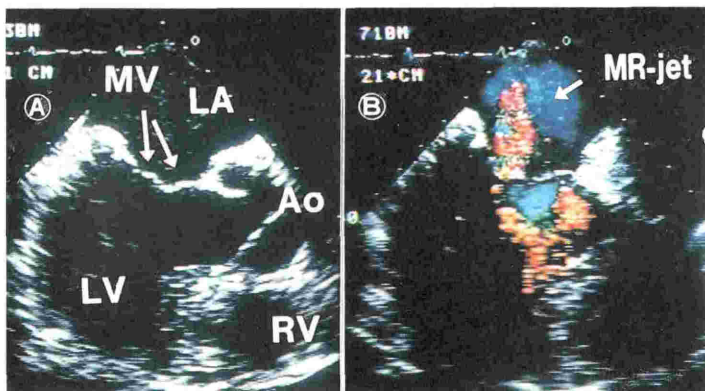


図2 僧帽弁逆流のカラー TEE 所見

① 断層心エコー画像, ② カラー TEE 像

MV:僧帽弁, LA:左房, Ao:大動脈, LV:左室, RV:右室, MR-jet:僧帽弁逆流ジェットのモザイクパターン

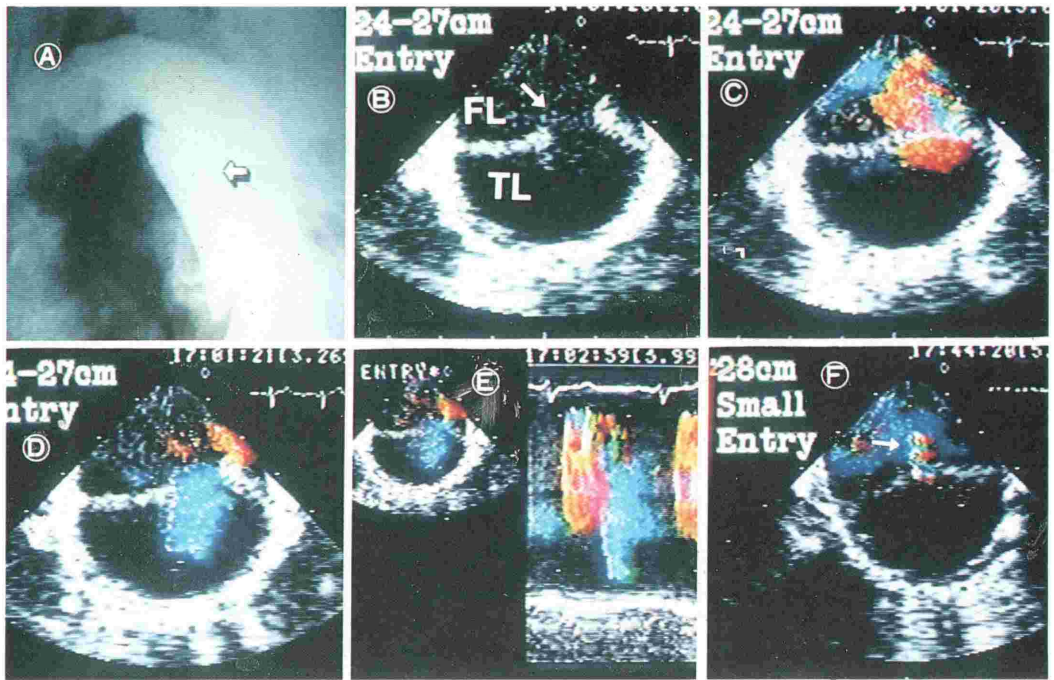


図3 DeBakey III型 解離性大動脈瘤のカラー TEE 所見

① アンジオグラム (←は entry を示す)

② entry の Bモード所見。

③ カラー TEE 所見 (門歯列より 24 cm)。

収縮期映像。IF:intimal flap

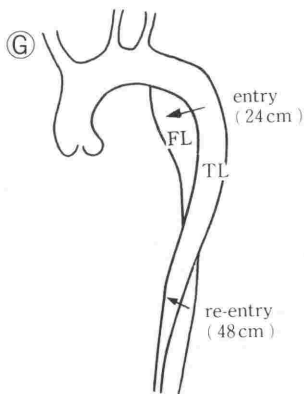
④ 同上。拡張期映像で entry を偽腔から真腔に向かう血流が認められる。心周期によって、entry を通過する血流の方向が変化する。

⑤ entry の Mモード所見。収縮期、拡張期の心周期による血流方向の変化が示されている。

⑥ カラー TEE 所見 (門歯列より 48 cm)。

24 cm の大きな entry とは別に re-entry (矢印) が認められる。これは術前のアンジオグラムでは検出不能であった。TL:真腔, FL:偽腔

⑦ ①のシェーマ



④で見られるような主たる entry (門歯列より 24 cm) の他にアンジオグラフィでは不明であった小さな re-entry (門歯列より ×48 cm) もよく映像化されている (図3-⑥)。

主たる entry を通過する血流が心時相によって血流の方向が逆に変換することが図3-①, ②, ④によって示されている。解離性大動脈瘤では、術中に限らず、外来的な Follow-up においても、応用価値がある。バイプレーン TEE による DeBakey III 型の所見を図4に示す (図4)。transverse view (①) と、longitudinal view (④) によって、その構造が3次元的に理解される。

### ③ 左房血栓、特に左心耳血栓の検出

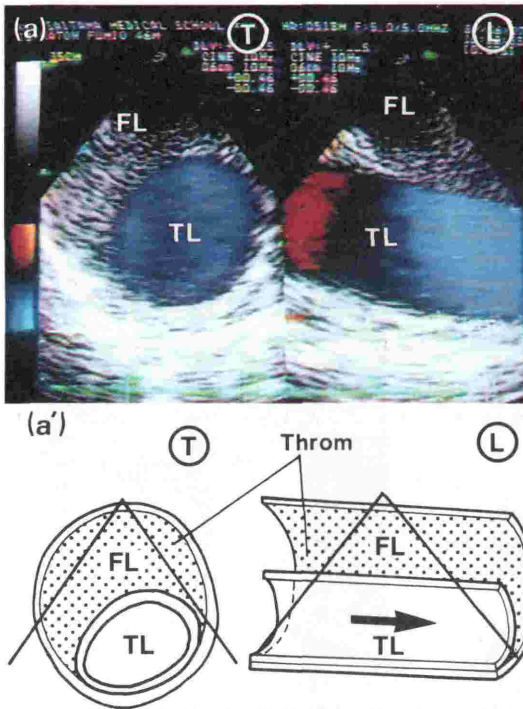
経食道的なアプローチでは左房は、プローブか

らきわめて近い距離にあり、左房の病変の検出には特に有利である。胸壁からのエコーでは、しばしば検出が困難な左心耳血栓が容易に映像化される (図5)。

心臓外科において、開心術の前に左房血栓の有無を正確に知ることの意義は大きい。

## 4. 心機能のモニタ

もともと TEE は、心機能のモニタから始まったものである。現在、なお TEE は心臓手術中の心機能モニタとしての価値が高い。図5に心機能モニタの実際をバイプレーン TEE プローブによる所見で示す (図6)。図5-Aは正常心機能の例であり、図5-Bは心尖部心室瘤で低心機能の



例である。パイプレンによって<sup>14,15)</sup> 心臓全体のポンプ機能とより正確な Segmental wall motion analysis の評価が可能となる。図6の longitudinal view (L) は左室の経胃長軸像であるが、心機能評価では特に経胃左室長軸像は有用である。

文 献

- 1) Franzin, L., Talano, J.V., Stephanides, L.: Esophageal echocardiography. Circulation 54: 102-108, 1976.
- 2) Matsumoto, M., Oka, Y., Lin, Y.T., et al: Transesophageal echocardiography for assessing ventricular function. NY State J Med 79:19-21, 1979.

図4 解離性大動脈瘤 (DeBakey III 型) のパイプレン TEE 映像

(a) : transverse view (T), longitudinal view (L)

(a') : (a) のシエーマ

TL : 真腔, FL : 偽腔, Throm : 血栓

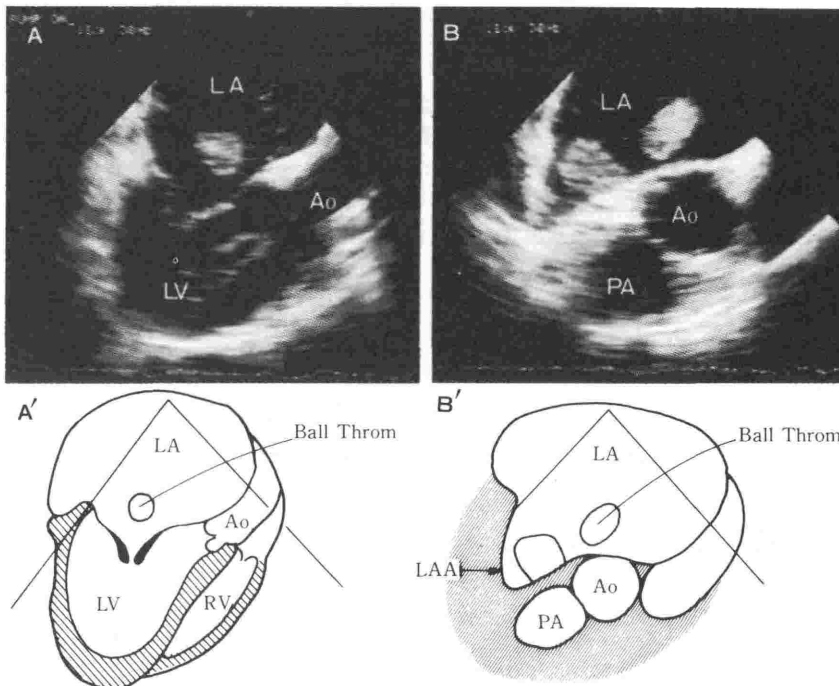


図5 TEE による左房血栓の映像化

A ボール血栓 (Ball Throm) がよく映像化されている。

B A で認められたボール血栓のほか左心耳 (LAA) の血栓が明瞭に認められる。経胸壁からの心エコー図ではボール血栓は検出されていたがこの左心耳血栓は TEE で始めて映像化された。

A' A のシエーマ, B' B のシエーマ

LA=左房, LV:左室, Ao=大動脈, PA=肺動脈, RV=右室

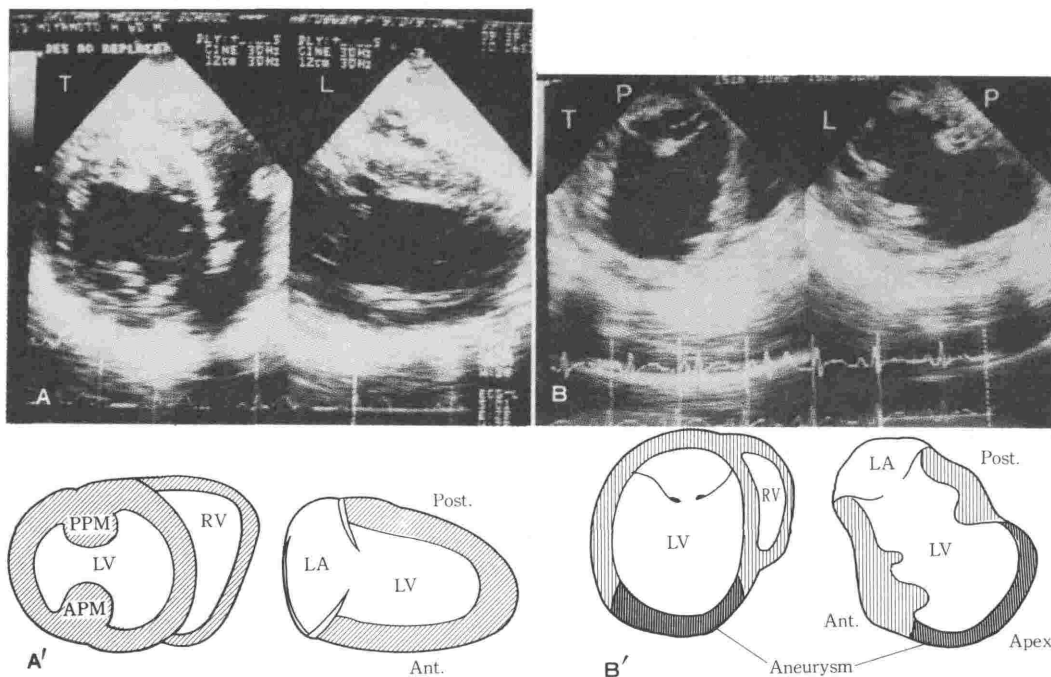


図6 バイプレーン TEE による心機能の評価

A 正常心機能例, B 心尖部心室瘤例

A' Aのシェーマ, B' Bのシェーマ

T=transverse view, L=longitudinal view

Ant=左室前壁, Post=左室後壁, LA=左房, LV=左室, PPM=後乳頭筋, APM=前乳頭筋

- 3) Kremer, P., Cahalan, M., Beanpre, P., Schroder, E., Hanrath, P., Heinrich, H., Ahnefeld, F. W., Bleifeld, W., Hamilton W: Intraoperative monitoring by two-dimensional echocardiography. *Anaesthetist* 34:111-117, 1985.
- 4) Abel, M. D., Nishimura, R. A., Callahan, M. J., Rehder, K., Ilstrup, D. M., Tajik, A. J.: Evaluation of Intraoperative transesophageal two-dimensional echocardiography. *Anesthesiology* 66: 64-68, 1987.
- 5) Gewertz, B. L., Kremser, P. C., Zarins, C. K., Smith, J. S., Ellis, J. E., Freinstein, S. B., Roizen, M. F.: Transesophageal echocardiographic monitoring of myocardial ischemia during vascular surgery. *J Vasc Surg* 5:607-613, 1987.
- 6) Goldman, M. E., Thys, D., Ritter, S., Hillel, Z., Kaplan, J.: Transesophageal real time Doppler flow imaging: A new method for intraoperative cardiac evaluation. *J Am Coll Cardiol* 7:1 (Abstract), 1986.
- 7) Takamoto, S., Kyo, S., Matsumura, M., Hojo, H., Yokote, Y., Omoto, R.: Total visualization of thoracic dissecting aortic aneurysm by transesophageal Doppler Color flow mapping. *Circulation* 74 (Suppl II):II-132 (Abstract), 1986.
- 8) De Bruijn, N. P., Clements, F. M., Kisslo, J. A.: Intraoperative transesophageal color flow mapping: Initial experience. *Anesth Analg* 66: 386-390, 1987.
- 9) Kyo, S., Takamoto, S., Matsumura, M., Asano, H., Yokote, Y., Motoyama, T., Omoto, R.: Immediate and early postoperative evaluation of results of cardiac surgery by transesophageal two-dimensional Doppler echocardiography. *Circulation* 76 (Suppl V):113-121, 1987.
- 10) Seward, J., Khandheria, B., Oh, J. K., Abel, M., Hughes, R. Jr, Edwards, W., Nichols, B., Freeman, W., Tajik, A.: Transesophageal Echocardiography; Technique, Anatomic Correlation: Implementation, and Clinical Applications. *Mayo Clin Proc* 63:649-680, 1988.
- 11) 吉川純一編：経食道心エコー・ドプラー法の臨床。文光堂，東京，1988。
- 12) De Bruijn, N. P., Clements, F. M.: Transesophageal color flow imaging. In: Kisslo J. et al (eds) *Doppler Color Flow Imaging*. Churchill Livingstone, New York, pp. 167-176 (Abstract), 1988.
- 13) 尾本良三編著：カラーアトラス・リアルタイムドプラ断層心エコー図法；ドプラ断層心エコー図法；ドプラ断層の臨床（第2版）。診断と治療社，東京，1987。
- 14) Omoto, R.: Recent technological progress in transesophageal color Doppler flow imaging with special reference to newly developed biplane and Pediatric probes. *Proceedings of International Symposium on transesophageal echocardiography* (Dec 1, 1988, in Main), p. 3 (Abstract), 1988.

15) Omoto, R., Kyo, S., Matsumura, M., Shah. P., Adachi, H., Matsunaka, T., Tachikawa K: Recent technological progress in transesophageal color Doppler flow imaging with special reference

to newly newly developed biplane and pediatric probes. In: Erbel R, et al (eds) Transesophageal Echocardiography. Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 21-26, 1989.