

# 心臓手術後の心室中隔異常運動の発生に果す心膜縫合の役割：開心術中の心エコー図記録による検討

# Pericardial closure causing post-operative abnormal septal motion: An echocardiographic study during cardiac surgery

吉田 清  
吉川 純一  
加藤 洋  
柳原 皓二  
高木 義博  
奥町富久丸  
稲波 宏  
浅香 隆久

Kiyoshi YOSHIDA  
Junichi YOSHIKAWA  
Hiroshi KATO  
Koji YANAGIHARA  
Yoshihiro TAKAGI  
Fukumaru OKUMACHI  
Hiroshi INANAMI  
Takahisa ASAKA

## Summary

To assess a possible mechanism of abnormal interventricular septal motion following cardiac surgery, 16 patients were studied during cardiac surgery by M-mode and two-dimensional echocardiography.

All 16 patients underwent open heart surgery using cardiopulmonary bypass. M-mode echocardiogram and short-axis views of the left ventricle by two-dimensional echocardiography were obtained before and after pericardiotomy, and before and after the closure of the pericardium.

Interventricular septal motion did not change after pericardiotomy. Interventricular septal motion just after cardiac surgery was variable and dependent on each underlying condition. In all the 16 patients, interventricular septal motion became abnormal after the closure of pericardium. The abnormal septal motion persisted following the chest closure.

We conclude that pericardial closure is responsible for post-operative abnormal septal motion.

## Key words

Echocardiography      Post-operative abnormal septal motion

## はじめに

心臓手術後に心室中隔の異常運動が生じることは、Feigenbaum<sup>1)</sup>以来、数多く報告されてい

る<sup>2-6)</sup>。一方、心室中隔の奇異性運動と頸静脈波の変化が深い関係を有することは、1974年、吉川ら<sup>2)</sup>により報告されている。しかしながら、これらの術後の変化がいつ起こるかについてはいまだ

神戸中央市民病院循環器センター 内科  
神戸市中央区港島中町4-6 (〒650)

Department of Cardiology, Kobe General Hospital,  
Minatojima-nakamachi 4-6, Chuo-ku, Kobe 650

Presented at the 24th Meeting of the Cardiography Society held in Tokyo, March 23-24, 1982

Received for publication January 17, 1983

厳密な報告はなく、さらにその発生機構についてもいくつかの説があるが、いずれも仮説の域を出ていないのが現状である。

今回、我々は手術を施行し得た各種心疾患について、開心術前、開心術中、開心術後と経時的に心エコー図を記録し、開心術後の心室中隔異常運動の発生機序について新しい知見を得たので報告する。

### 対象と方法

対象は開心術中に心エコー図を記録し得た各種心疾患 24 例のうち、術中のペースングや不整脈のため、心室中隔運動の評価が困難であった 8 例を除く 16 例である。これら 16 例の患者は、いずれも胸骨正中切開、心膜切開を受け、人工心肺作動下に開心術を施行された。年齢は 1 歳から 52 歳で、男性 7 例、女性 9 例である。

超音波装置は東芝製 SSH-11A を使用し、断層心エコー図はビデオテープに、M モード心エコー図は strip chart recorder またはポラロイドフィルムに記録した。探触子はエチレンジオキサイドガスにて滅菌を行ったうえ、使用した。

開心術中の心エコー図の記録は、心膜切開前後、および心内操作終了後の心膜縫合前後の計 4 回行い、いずれも胸壁上からの記録にできる限り類似の記録が得られる部位を選び、探触子の位置がずれないように注意した。心膜切開後の記録のさいには、右室前壁に探触子を軽く置き、不整脈が出ないようにして行った。M モード心エコー図の記録は、長軸および短軸断層図を記録しながら、心室中隔運動をもっとも適正に評価できるビーム方向を設定して行った。

術中は右房圧、肺動脈拡張期圧をモニターし、右房圧、肺動脈拡張期圧が心膜切開前後および心膜縫合前後でほぼ同じ状態で、心エコー図を記録した。

### 結 果

心膜切開前の術中心エコー図では、心室中隔運

動は術前の胸壁からのものとまったく同じパターンを呈した。心膜切開後、心室中隔運動は心膜切開前と比べほとんど変化が認められないか、軽度の過大運動を呈した。

心内操作終了後の心膜縫合前後で心室中隔運動は大きな変化を呈した。すなわち、心膜縫合後では心膜縫合前に比べ中隔運動は 16 例全例で低下し、平坦な動きあるいは奇異性運動を呈した。術後第 7 病日に記録した心エコー図では、心室中隔運動は心膜縫合後のものと同じパターンを呈した。

以下、実例を呈示する。

#### 症例 1: 52 歳, 女性

腱索の延長、断裂による僧帽弁閉鎖不全と診断され、僧帽弁置換術を受けた。Fig. 1 の左が心膜切開前、右が切開後の心エコー図である。左の心膜切開前の心室中隔は、僧帽弁閉鎖不全の影響により過大な動きを呈している。これは開心術前の胸壁からの心エコー図所見とまったく同じパターンであった。右の心膜切開後の心エコー図では、切開前と同様に過大な動きを呈しており、拡張早期の背方運動がやや強調されているが、基本的パターンには変化が認められない。Fig. 2 は僧帽弁置換術後、心膜縫合前の心エコー図である。僧帽弁置換術前に比べ置換術後は左室容量負荷がとれたためか心室中隔の振幅は低下している。収縮期に背方へ、拡張早期に前方へ動いているが、拡張中期以後再び背方へと動いている。断層心エコー図では、左室は心周期を通じてほぼ円形を呈していた。Fig. 3 は心膜縫合後の心エコー図であるが、心膜縫合前に比べ明らかに心室中隔運動の振幅が低下している。左室短軸断層面では、心室中隔は拡張期に直線化し、そのため左室は拡張期に扁平化していた。一方、収縮期には左室は円形を呈し、結果として心室中隔運動は心周期を通じ動きが乏しいものとなっていた。術後第 7 病日に記録した心エコー図 (Fig. 4) では、心室中隔運動は心膜縫合直後のものと極めて類似し

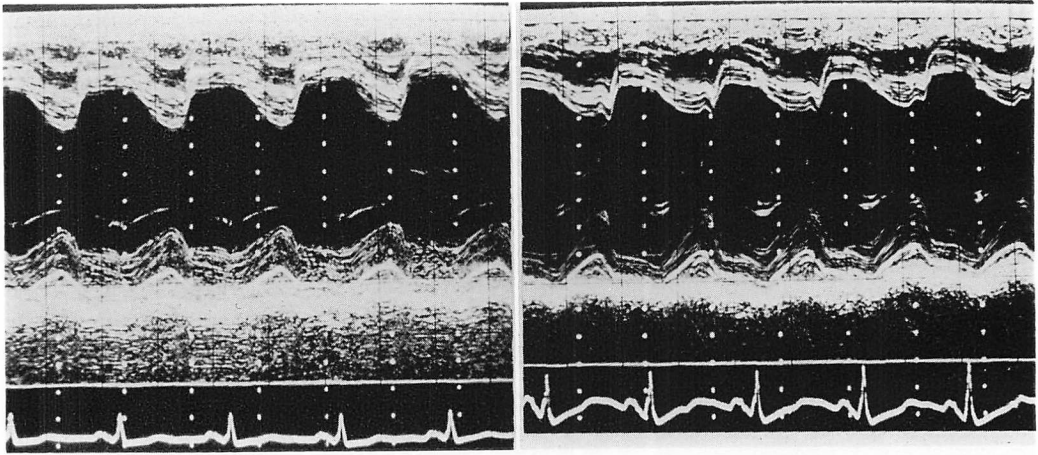


Fig. 1. M-mode echocardiogram before pericardiectomy (left) and after pericardiectomy (right) obtained from a patient with mitral regurgitation (Case 1).  
Interventricular septal motion does not change after pericardiectomy.

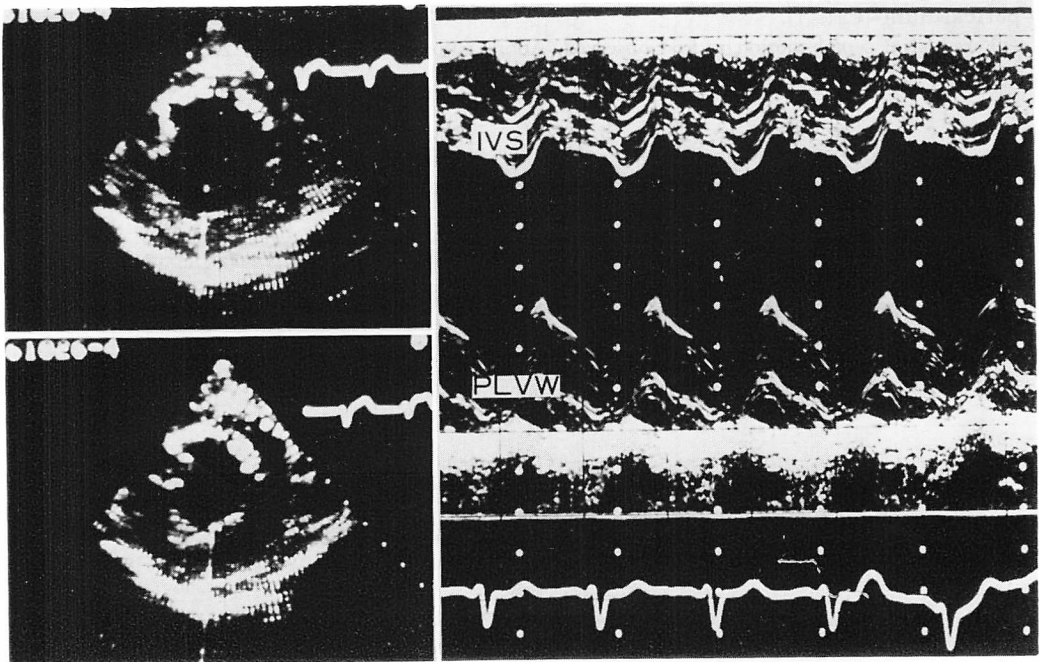
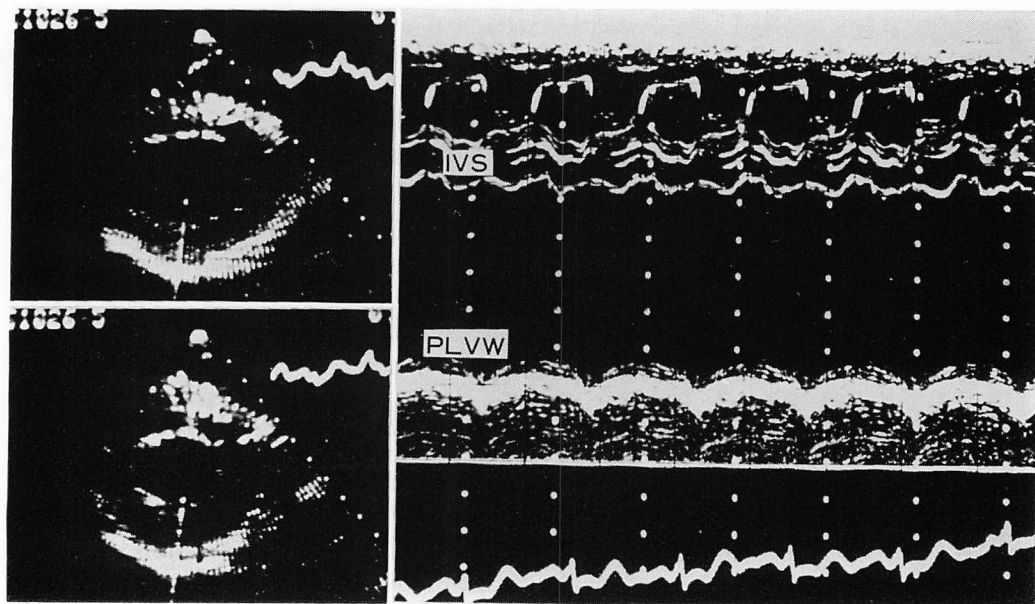
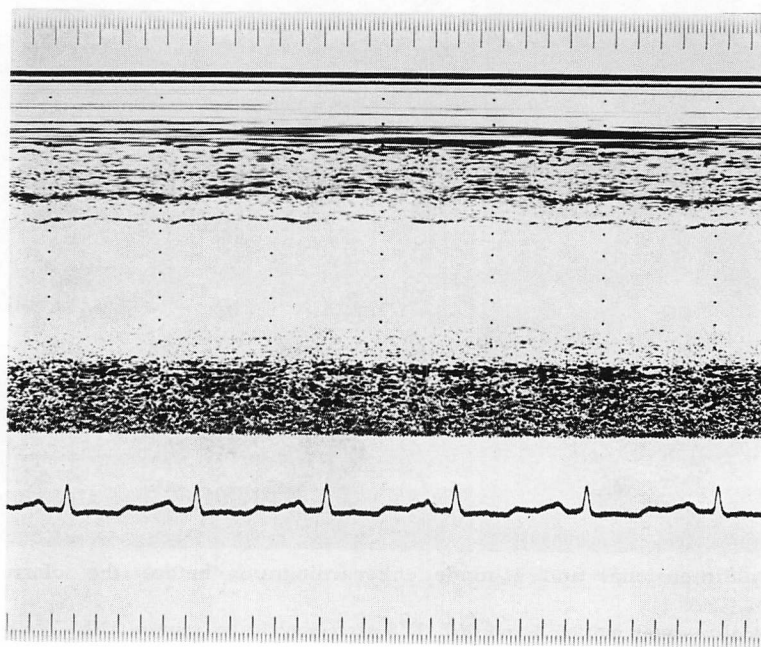


Fig. 2. Two-dimensional and M-mode echocardiograms before the closure of the pericardium (Case 1).  
Interventricular septal motion is normal. IVS=interventricular septum; PLVW=posterior left ventricular wall.



**Fig. 3. Two-dimensional and M-mode echocardiograms just after the closure of the pericardium (Case 1).**

Paradoxical septal motion is first observed. Abbreviations are as in figure 2.



**Fig. 4. M-mode echocardiogram one week after operation (Case 1).**

Paradoxical septal motion remains, and is similar to that just after the closure of the pericardium.

たパターンを呈していた。

症例 2: 29 歳, 女性

僧帽弁狭窄で直視下交連切開術を受けた。Fig. 5 は交連切開術後の心外膜縫合前のもので、左上は左室短軸断層像の拡張末期、左下は収縮末期を示す。右は同時記録した M モード心エコー図である。心室中隔はほぼ正常の運動を呈している。心膜縫合後 (Fig. 6) には、心室中隔は著しく平坦な動きを呈し、心室中隔の右室側は収縮期に前方運動を呈した。断層心エコー図では左室は拡張期に扁平化していた。この運動パターンは術後第 7 病日の心エコー図 (Fig. 7) でも同様であった。

症例 3: 7 歳, 女性

心房中隔欠損症で欠損孔の直接縫合術を受けた。Fig. 8 は心膜切開前の心エコー図で、左上は左室短軸断層像の拡張末期、左下は収縮末期を示す。右は同時記録した M モード心エコー図である。心室中隔はいわゆるモード心エコー図である。心室中隔はいわゆる奇異性運動を呈しており、これは術前の胸壁からの心エコー図とまったく同様であった。心膜切開後 (Fig. 9) でもほぼ同様のパターンを呈した。心房中隔欠損孔閉鎖術後で心膜縫合前の心エコー図 (Fig. 10) では、心室中隔は収縮期背方に、拡張期に前方へと動き、正常に近いパターンを呈した。断層心エコー図では、拡張末期の左室形態は心房中隔欠損孔の閉鎖前に比べ、より円形に近い像を呈していた。心膜縫合後 (Fig. 11) では、心室中隔はより平坦な動きを示し、右室側心室中隔は収縮期前方運動を呈した。断層心エコー図による観察では、心臓全体の収縮期前方運動の増強は認められなかった。術後第 7 病日の心エコー図 (Fig. 12) では心膜縫合直後に得られた心エコー図のパターンとほぼ一致していた。

症例 4: 6 歳, 男性

心房中隔欠損にて欠損孔の直接縫合術を受けた。Fig. 13 は心房中隔欠損孔閉鎖術後、心膜縫合前の心エコー図で左上は左室短軸像の拡張末期、左下は収縮末期を示す。右は同時記録した

M モード心エコー図である。心室中隔は右室側が平坦な動きを呈しているが、全体として収縮期には背方へ、拡張期には前方へと動いている。断層心エコー図では、拡張期に左室はほぼ円形を呈していた。心膜縫合後 (Fig. 14) には、心室中隔は平坦化し、拡張期背方運動が出現している。断層心エコー図による観察でも、心膜縫合前に比べ心臓全体の前方運動は亢進していなかったが軽度の左室変形は認められた。術後第 7 病日の心エコー図 (Fig. 15) では、心膜縫合後の心室中隔運動パターンと極めて類似したパターンが得られた。

## 考 察

心臓手術後にみられる心室中隔異常運動の発生メカニズムについては、いくつかの説が報告されている。McDonald ら<sup>7)</sup>は右室の胸骨背面への癒着をその成因と考え、Burggraf ら<sup>4)</sup>は心室中隔異常運動がとくに人工弁置換術例に多くみられ、人工心肺を用いた弁置換術で心内膜虚血を合併することがあることから、心筋虚血による心室中隔の asynergy をその成因としている。また、Waggoner ら<sup>8)</sup>は術後に心室中隔が異常運動を呈するものと正常のものとを比較検討し、異常運動を呈するものは左室後壁の運動が亢進しており、心室中隔の異常運動は心臓全体の前方への動きの亢進によるものであると説明している。これと同じ考えは、最近 Kerber ら<sup>9)</sup>によっても報告されている。

しかしながら、我々は術直後(手術当日)でも心室中隔の異常運動が出現していることを観察しており、これは McDonald らの考え、すなわち癒着説では説明できない。また、術後に左室後壁の動きの亢進していない例でも心室中隔の異常運動を認めており、心臓全体の前方運動説によってもすべてを説明することは困難である。

一方、松久ら<sup>10)</sup>は、心臓手術後に心室中隔異常運動を呈した症例に共通する点は心膜切開を行ったことであるから、心膜切開がなんらかの影響を及ぼしていると報告している。

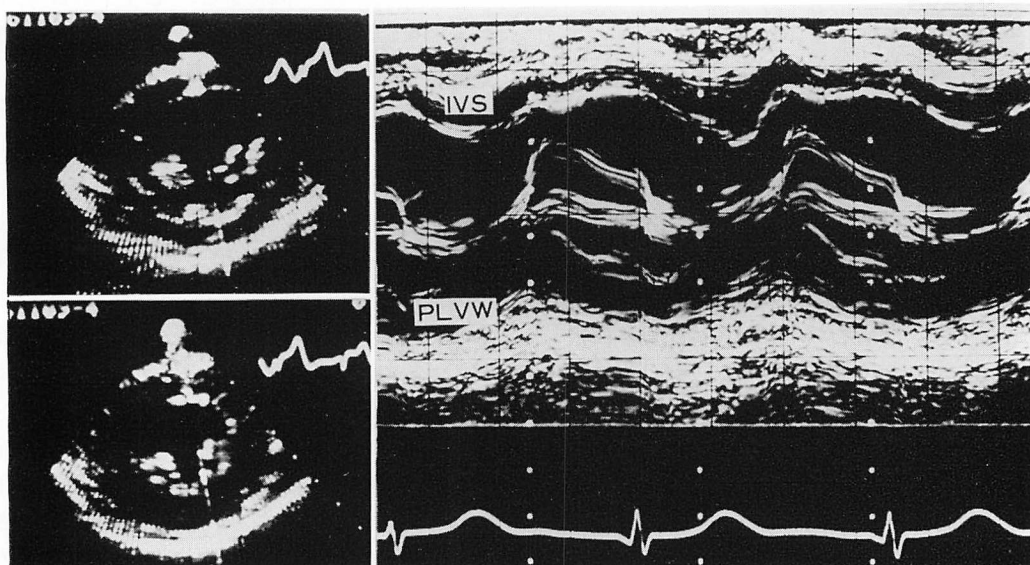


Fig. 5. Two-dimensional and M-mode echocardiograms before the closure of the pericardium obtained from a patient with mitral stenosis (Case 2).  
Abbreviations are as in Fig. 2.

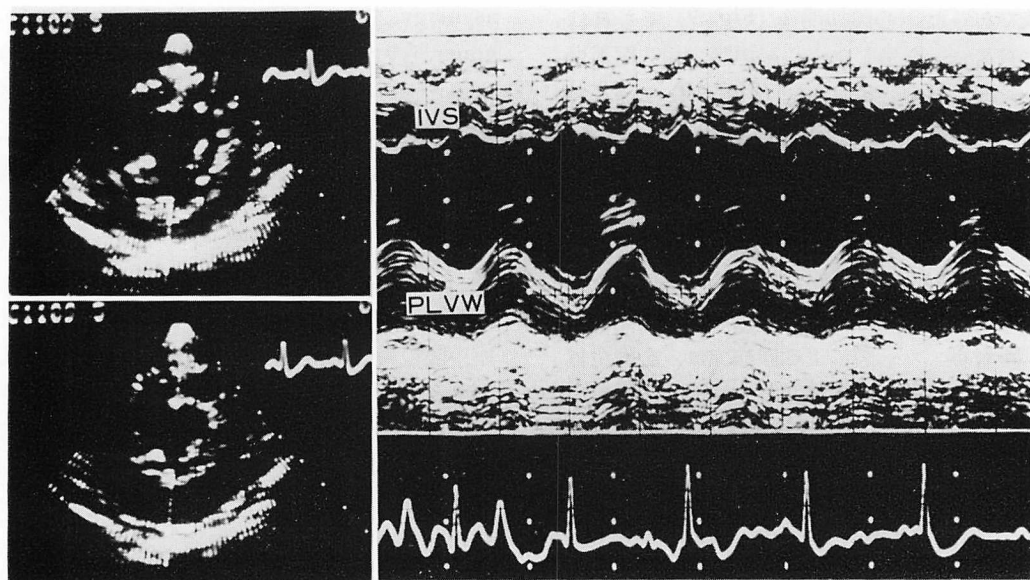


Fig. 6. Two-dimensional and M-mode echocardiograms after closure of the pericardium (Case 2).  
Abnormal septal motion appears. Abbreviations are as in Fig. 2.

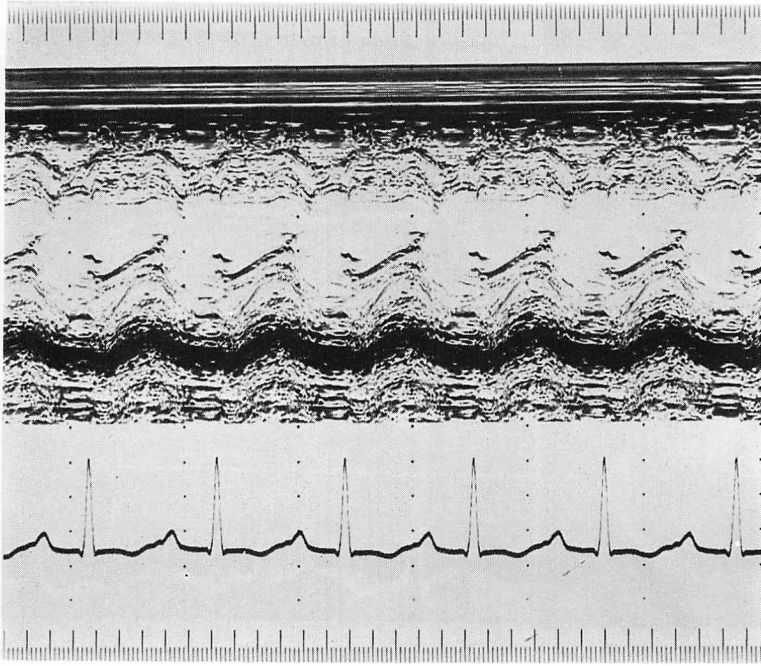


Fig. 7. M-mode echocardiogram one week after operation (Case 2).  
Interventricular septal motion persists and similar to that of Fig. 6.

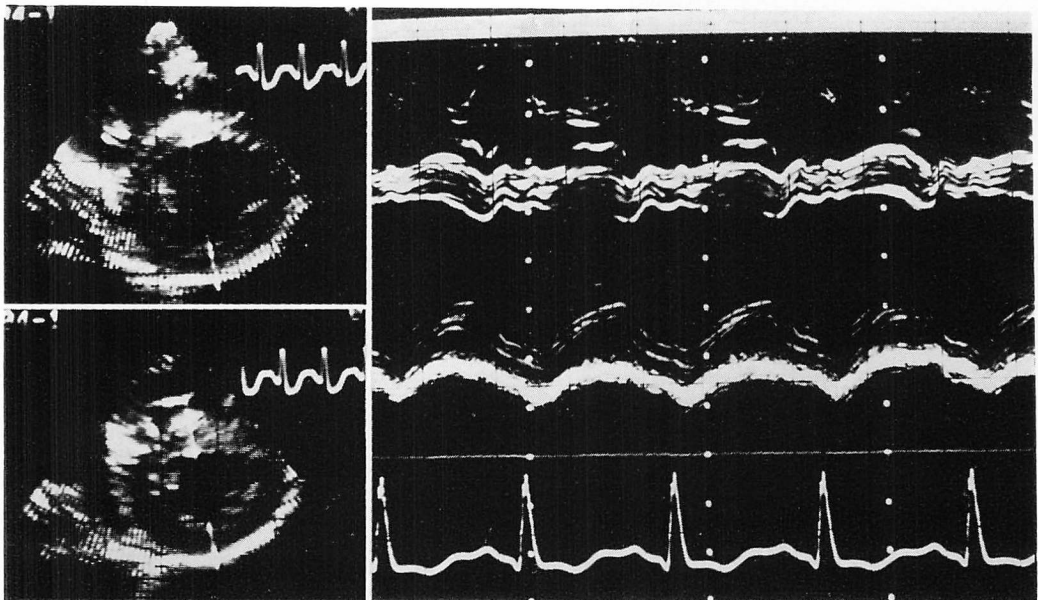


Fig. 8. Two-dimensional and M-mode echocardiograms before pericardiotomy in a patient with atrial septal defect (Case 3).  
Paradoxical septal motion is observed.

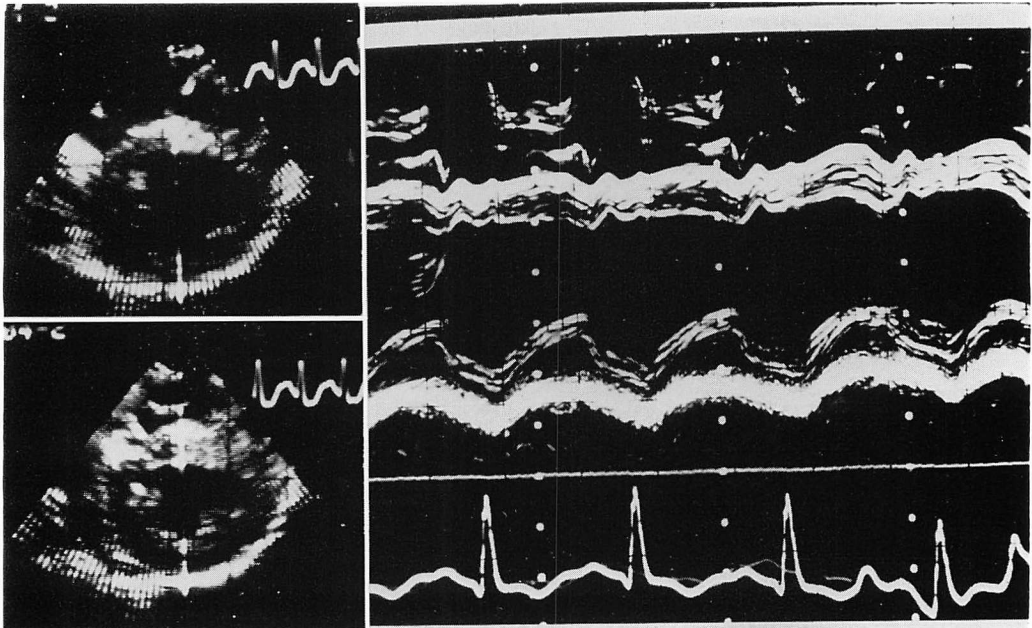


Fig. 9. Two-dimensional and M-mode echocardiograms just after pericardiotomy (Case 3).  
Interventricular septal motion does not change after pericardiotomy.

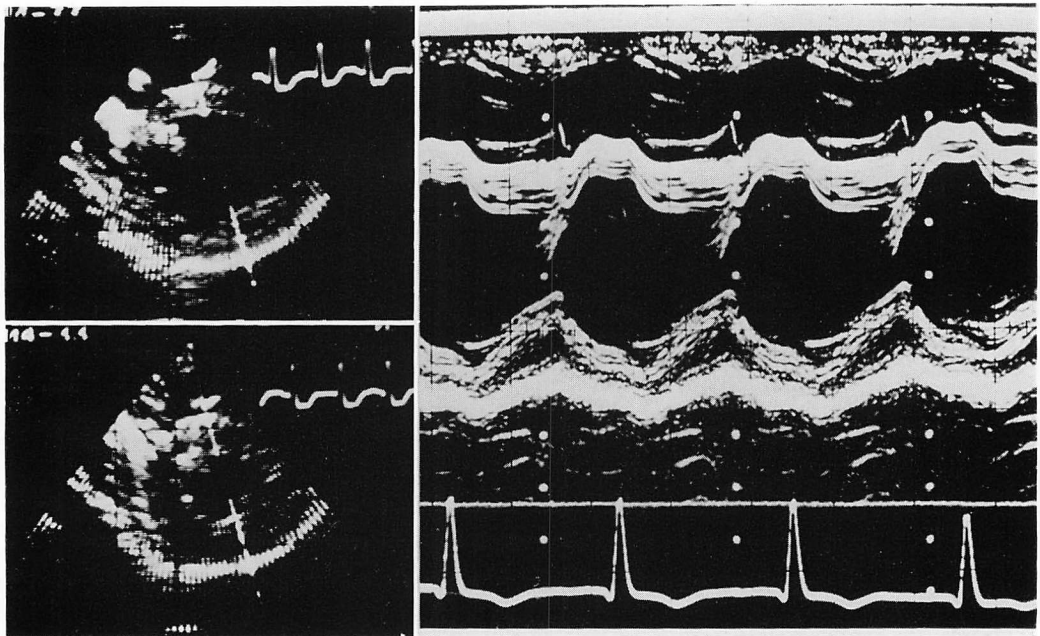


Fig. 10. Two-dimensional and M-mode echocardiograms before the closure of the pericardium (Case 3).  
After repair of atrial septal defect, interventricular septal motion returns to normal.



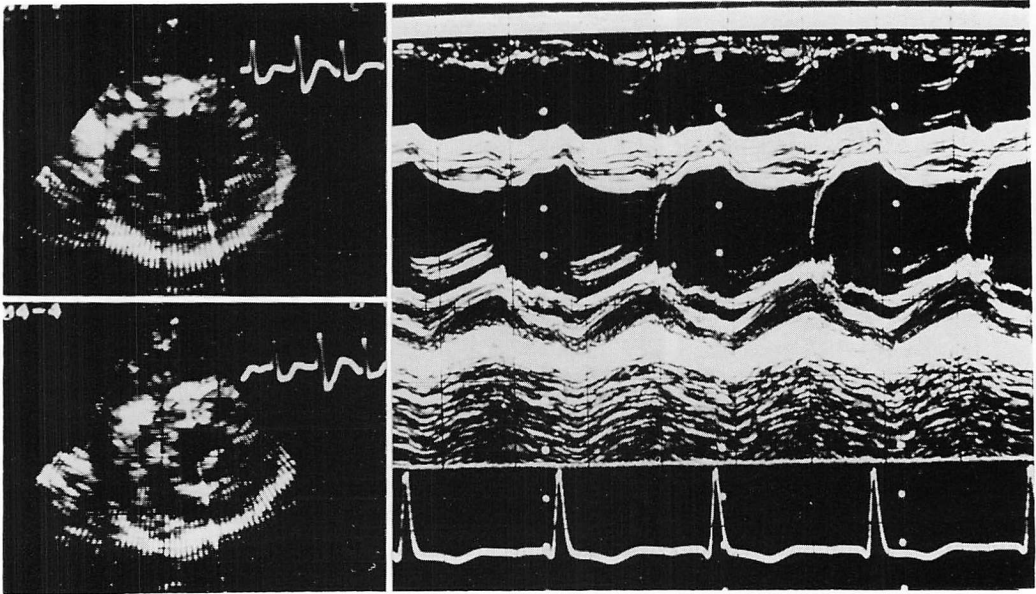


Fig. 11. Two-dimensional and M-mode echocardiograms after the closure of the pericardium (Case 3).

Interventricular septum shows flat motion.

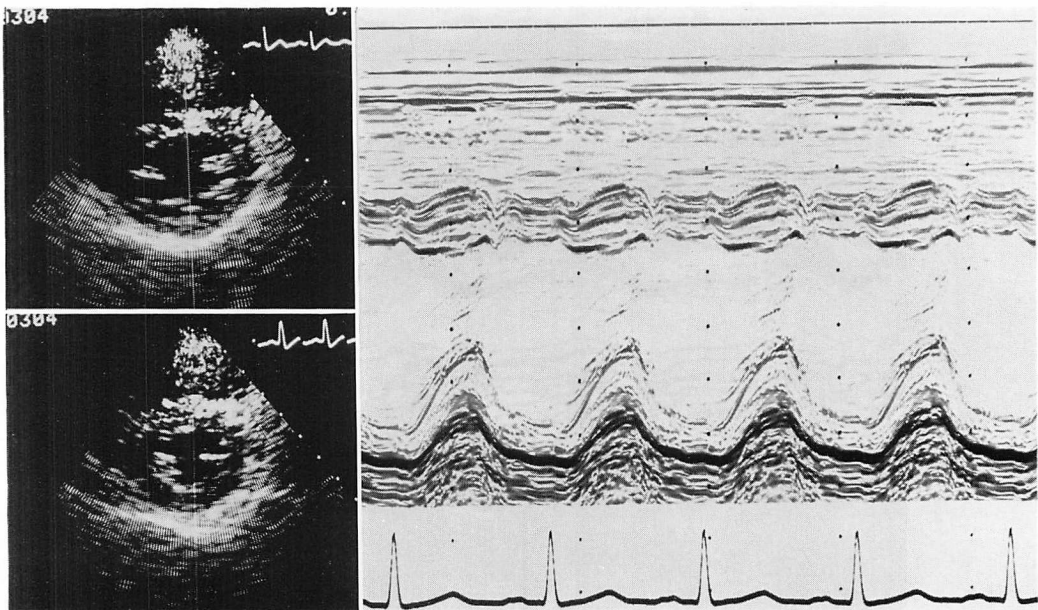


Fig. 12. Two-dimensional and M-mode echocardiograms one week after operation (Case 3).

Interventricular septal motion is similar to that of Fig. 11.

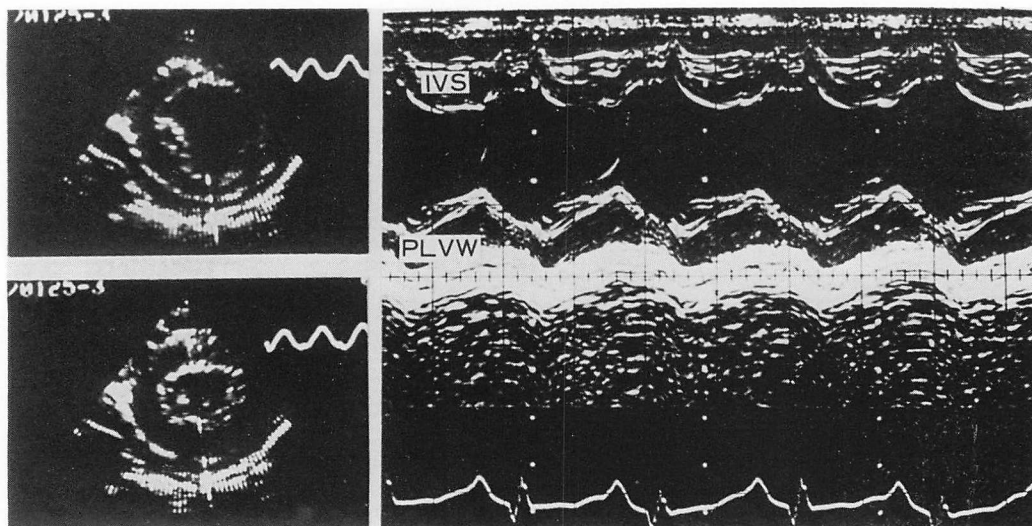


Fig. 13. Two-dimensional and M-mode echocardiograms before the closure of the pericardium (Case 4).

After repair of atrial septal defect, interventricular septal motion becomes normal. Abbreviations are as in Fig. 2.

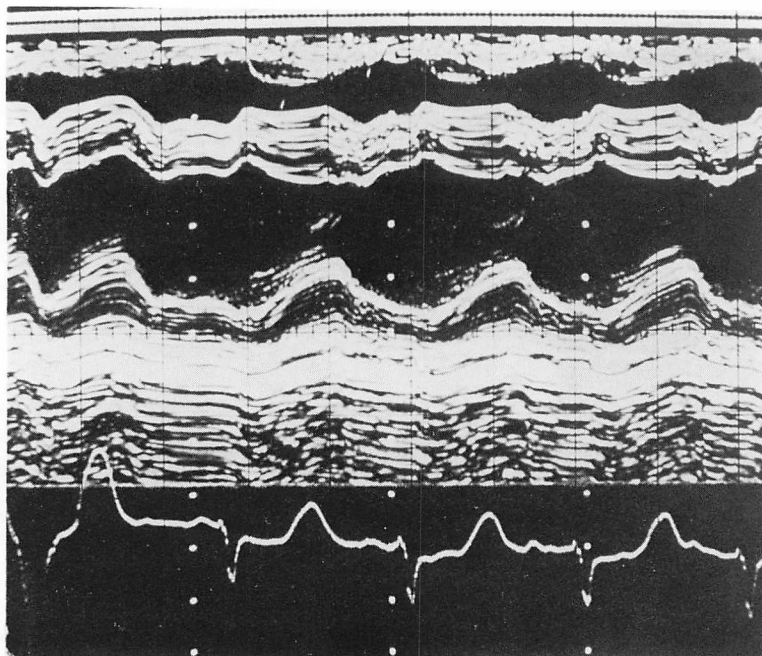


Fig. 14. M-mode echogram after the closure of the pericardium (Case 4).  
Interventricular septal motion returns to abnormal again.

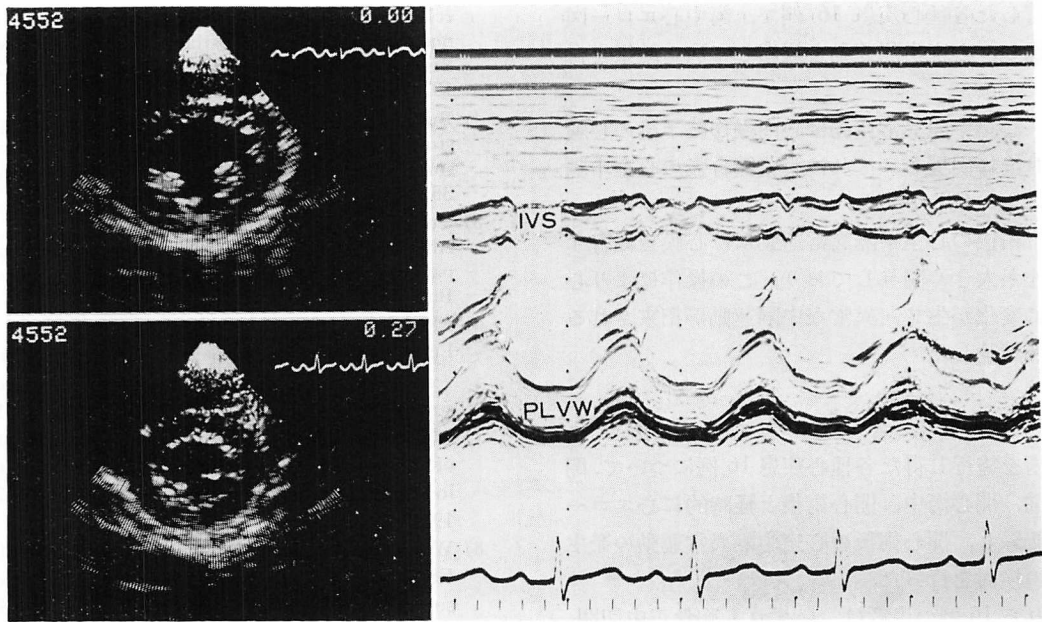


Fig. 15. Two-dimensional and M-mode echocardiograms one week after operation (Case 4). Interventricular septal motion is similar to that of Fig. 14.

今回我々の開心術中の観察では、心膜切開前後で心室中隔運動はほぼ変化しないか、やや亢進を示した。一方、心内操作終了後の心膜縫合前後で、心室中隔運動は著明な変化を示した。すなわち、16例全例で心室中隔運動は低下し、平坦な動きまたは奇異性運動を呈し、かつそのパターンは術後胸壁から記録したものとほぼ同様であった。このことより、心室中隔異常運動が癒着により生じるとする考え方は誤りであると思われる。一方、心筋虚血説も、人工心肺作動終了後の心膜縫合直前に心室中隔運動がほぼ正常であり、心膜縫合直後に異常運動が出現することより否定的である。

本研究では、臨床上みられる開心術後の心室中隔異常運動は開心術中にすでに起こっており、厳密にはそれは心膜縫合直後に発生しているという新しい事実が得られた。心膜を縫合することが心動態にいかなる影響を及ぼすかについては不明である。しかし、心膜が心臓の拡張能と密接に関連していることはよく知られており<sup>11-13)</sup>、その縫合

により拡張期動態が変化することは容易に推定できる。Stockland ら<sup>14)</sup>は、正常の心膜を切開した時よりも一度切開し縫合した心膜を再切開した時の方が心内径はより多く増大すると述べており、縫合により心膜のいわゆる“restraining effect”が増強するとしている。一方、Goldstein ら<sup>15)</sup>は心膜切開により右室の拡張期圧は有意に低下するが、左室の拡張期圧は変化しないと報告しており、心膜の切開、縫合が両心室に異なった影響を及ぼす可能性を指摘している。これらの基礎的事実より、心膜の縫合により右室の拡張期圧が相対的に上昇し、拡張期の心室中隔の位置がより左室後壁寄りに移動するため異常運動が出現する可能性もある。しかしながら、心膜が両心室動態および心室中隔動態にいかなる影響を及ぼすかは現時点では不明の点が多く、今後さらに詳しい検討が必要である。

## 結 語

胸骨正中切開を行い、人工心肺作動下に開心術

を施行した各種心疾患 16 例で, 術中心エコー図を記録し, 心室中隔運動を観察して次の結果を得た.

1) 心室中隔異常運動は心内操作終了後の心膜縫合直後に出現し, それは胸壁縫合後の心室中隔運動にも一致していた.

2) 術後の心室中隔異常運動には心膜を縫合する操作が大きく関与しており, この操作により心動態に変化が生じ, 異常な中隔運動が招来されるものと結論した.

### 要 約

手術を施行し得た各種心疾患 16 例について, 開心術前, 開心術中, 開心術後と経時的に心エコー図を記録し, 開心術後の心室中隔異常運動の発生機序の検討を行った.

これら 16 例の患者は, いずれも胸骨正中切開, 心膜切開を受け, 人工心肺作動下に開心術を施行された. 開心術中の心エコー図の記録は, 心膜切開前後および心内操作終了後の心膜縫合前後の計 4 回施行した.

心膜切開前後で, 心室中隔運動は著明な変化を示さなかったが, 心内操作後の心膜縫合前後で心室中隔運動は大きな変化を呈した. すなわち, 心膜縫合後では心膜縫合前に比べ中隔運動は 16 例全例で低下し, 平坦な動きあるいは奇異性運動を呈した. 術後第 7 病日に記録した心エコー図では, 心室中隔運動は心膜縫合後のものと同じパターンを呈した. これらの結果より, 開心術後の心室中隔異常運動には心膜を縫合する操作が大きく関与しており, この操作により心動態に変化が生じ異常運動を来たすものと結論した.

### 文 献

- 1) Feigenbaum H: Echocardiography. Philadelphia, Lea and Febiger, 1972, p 124
- 2) Yoshikawa J, Owaki T, Kato H, Tanaka K: Abnormal motion of interventricular septum of patients with prosthetic valve. *Ultrasound Med* 1: 1, 1974
- 3) Miller HC, Gibson DG, Stephans JD: Role of

- echocardiography and phonocardiography in diagnosis of mitral paraprothetic regurgitation with Starr-Edwards prosthesis. *Br Heart J* 35: 1217, 1973
- 4) Burggraf GW, Craige E: Echocardiographic studies of left ventricular wall motion and dimensions after valvular heart surgery. *Am J Cardiol* 35: 473, 1975
- 5) Yoshikawa J, Owaki T, Kato H, Tanaka K: Abnormal motion of interventricular septum in patients with prosthetic valve. *Cardiovasc Sound Bull* 5: 211, 1975
- 6) Morioka S, Nagai Y, Kawai C, Kotoura H: Echocardiographic evaluation of abnormal interventricular septal motion in patients with cardiac surgery. *Cardiovasc Sound Bull* 5: 459, 1975
- 7) McDonald IG: Echocardiographic demonstration of abnormal motion of the interventricular septum in left bundle branch block. *Circulation* 48: 272, 1973
- 8) Waggoner AD, Shah AA, Schuessler JS, Crawford ES, Miller RR, Quinones MA: Effect of cardiac surgery on echocardiographic septal motion: Assessment by intra-operative echocardiography. *Clin Res* 28: 219A, 1980 (abstr)
- 9) Kerber RE, Litchfield R: Postoperative abnormalities of interventricular septal motion. *Am Heart J* 104: 263, 1982
- 10) Matsuhisa M, Ohki T, Niki Y, Taniguchi T, Niki T, Mori H, Sawada S: Abnormal interventricular septal motion after heart surgery: A comparative study with jugular pulse tracing. *J Cardiology* 6: 691, 1976
- 11) Holt JP, Rhode EA, Kines H: Pericardial and ventricular pressure. *Circ Res* 8: 1171, 1960
- 12) Kenner HM, Wood EH: Intrapericardial, intrapleural, and intracardiac pressures during acute heart failure in dogs studied without thoracotomy. *Circulat Res* 19: 1071, 1966
- 13) Bemis CE, Serur JR, Borkenhagen D, Sonnenblick EH: Influence of right ventricular filling pressure on left ventricular pressure and dimension. *Circulat Res* 34: 498, 1974;
- 14) Stockland O, Miller MM, Lekven J, Ilebakk A: The significance of the intact pericardium for cardiac performance in the dog. *Circulat Res* 47: 27, 1980
- 15) Goldstein JA, Vlahakes GJ, Verrier ED, Schiller NB, Tyberg JV, Ports TA, Parmley WW, Chatterjee K: The role of right ventricular systolic dysfunction and elevated intrapericardial pressure in the genesis of low output in experimental right ventricular infarction. *Circulation* 65: 513, 1982