

心膜腔液大量貯留時における心臓回旋運動について：扇形電子走査型超音波心臓断層法

Rotational excursion of the heart in massive pericardial effusion studied by electronic sector scanning echocardiography

松尾 裕英  
松本 正幸  
北畠 顕  
濱中 康彦  
大原 龍彦  
千田 彰一  
仁村 泰治  
山田 義夫\*  
小林 敬司\*  
棚橋 秀生\*  
木村 熙\*  
阿部 裕

Hirohide MATSUO  
Masayuki MATSUMOTO  
Akira KITABATAKE  
Yasuhiko HAMANAKA  
Tatsuhiko OHARA  
Shoh-ichi SENDA  
Yasuharu NIMURA  
Yoshio YAMADA\*  
Keiji KOBAYASHI\*  
Hideo TANAHASHI\*  
Hiromu KIMURA\*  
Hiroshi ABE

Summary

The anteroposterior pendular motion of the heart in massive pericardial effusion has been shown by the conventional and two-dimensional echocardiography. We have recently observed rotational excursion and twist motions of the heart around its long axis by our newly developed electronic sector scanning echocardiograph.

Sagittal cross-sections exhibited only the antero-posterior swing motion, but horizontal cross-sections revealed counterclockwise rotational movement, changing its locations in a circular way, and twist motion, at the same location, of the heart. The rotational movement consisted of a rapid and almost straight excursion rightward and posteriorly in systole, and a slow and arc excursion leftward and

大阪大学医学部 第一内科  
大阪市福島区福島 1-1-50 (〒553)  
\*大阪労災病院 内科  
堺市長曾根町 1179-3 (〒591)

The First Department of Medicine, Osaka University  
Medical School, Fukushima 1-1-50, Fukushima-ku,  
Osaka 553  
\*Department of Medicine, Osaka Rosai Hospital,  
Sonemachi 1179-3, Sakai 591

Presented at the 14th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 3, 1977  
Received for publication October 7, 1977

anteriorly in diastole. The speed of this movement was not uniform. In late diastole the heart revealed a twist motion at the same position synchronously with the atrial contraction.

Subxiphoid two-dimensional echocardiographic approach to the heart could be accomplished with our small diameter, hand-held transducer. The rotational movement was exhibited as a lateral excursion on the frontal plane by this approach in massive pericardial effusion.

### Key words

Electronic sector scanning echocardiograph  
Twist motion Distorted echocardiogram

Massive pericardial effusion

Rotational excursion

## はじめに

心膜腔貯留液に関する心エコー図の報告は、かなり以前から行われており<sup>1-3)</sup>、心エコー図による心膜腔貯留液診断は、信頼度の高いものとなっている。しかし、一方では心エコー図のパターンによる諸種疾患診断の発達した今日では、逆に心膜腔貯留液の存在に起因する偽陽性診断(たとえば SAM, 僧帽弁逸脱症と診断してしまう)が問題になっている。その理由として、前後方向の心臓振子様運動のみならず、回転運動の増強が示唆されてはいるが<sup>4)</sup>、それを証明するには至っていない。今回我々は扇形電子走査型超音波断層装置を用いて、心膜腔液大量貯留時の心臓運動を水平断面および左室短軸方向断面を中心に検討した。

## 症 例

臨床経過および諸検査結果から、良性特発性慢性心膜炎と診断された2症例(72歳女性, 65歳男性)で、それぞれの心胸郭比は87%, 80%であった。

## 方 法

使用装置は扇形電子走査型超音波断層装置(日立製 EUB-10)、超音波周波数 2.3 MHz、繰り返し周波数 4,608 Hz、走査角 72°, 毎秒走査回数 18 コマである。探触子は 1.6×2.4 cm で用手操作が可能である。撮像はポラロイドフィルムによる一枚撮り、および 8 ミリシネ撮影によった。

記録は仰臥位で、主として呼気止めとした。記

録断面は前胸壁からの水平断面、心短軸方向断面、心長軸方向断面、および胸骨剣状突起下からの前額断面である。

## 成 績

### 症例 1 (H. M., 72 歳, 女性)

#### 1) 乳頭筋腱索レベル水平断層図

本例の水平断面を乳頭筋腱索レベルで観察したところ、反時計方向の回旋運動(心臓全体の円形運動: rotational excursion)および、ねじれ運動(心臓全体としては位置をかえず、その場でねじれる運動: twist motion)を認めた。この運動を心時相に従って示すと、Fig. 1のごとくであった。

心臓は収縮初期の前胸壁に近い位置(Fig. 1中, 1)から収縮が進むにつれて右背方へ速やかに移動し、収縮末期には最も右背方に位置した(Fig. 1中, 2)。拡張が始まると左前方(Fig. 1中, 3)へ、左方に凸の弧を描きながら移動し、拡張中期には前胸壁に最も近いほぼ元の位置(Fig. 1中, 4)に復した。オッシロスコープ上のリアルタイム像で、この位置にて心房収縮に伴うねじれ運動が観察された。この一連の偏位を明瞭に示すために、各時相での心臓の輪郭を重ねて表示すると、Fig. 2のようになる。

#### 2) 心尖部付近での心短軸方向断層図

心尖部付近では、乳頭筋腱索レベルでの水平断面図同様の回旋およびねじれ運動が認められ、乳頭筋腱索レベルに比し、このよう動きはより顕著であった(Fig. 3)。心尖部でも、乳頭筋腱索レベ

ル同様に心臓輪郭のトレースを重ねると、このことがよくわかった (Fig. 4).

3) 水平断層図内固有点の軌跡およびねじれ運動の解析

心臓全体としての回旋運動があることは、上記の解析でわかったが、断面図上の各部分の動きを

8 mm 映画から連続的にトレースし、検討した。各画面で比較的認識の容易であった Fig. 5 中に示す左室と心室中隔の接合点の軌跡は、Fig. 5 右上のごとくであった。1~8 の白丸は収縮期、9~19 の黒丸は拡張期の画面からのトレースを示す。1~19 の心時相は心電図シェーマの下の数字と一

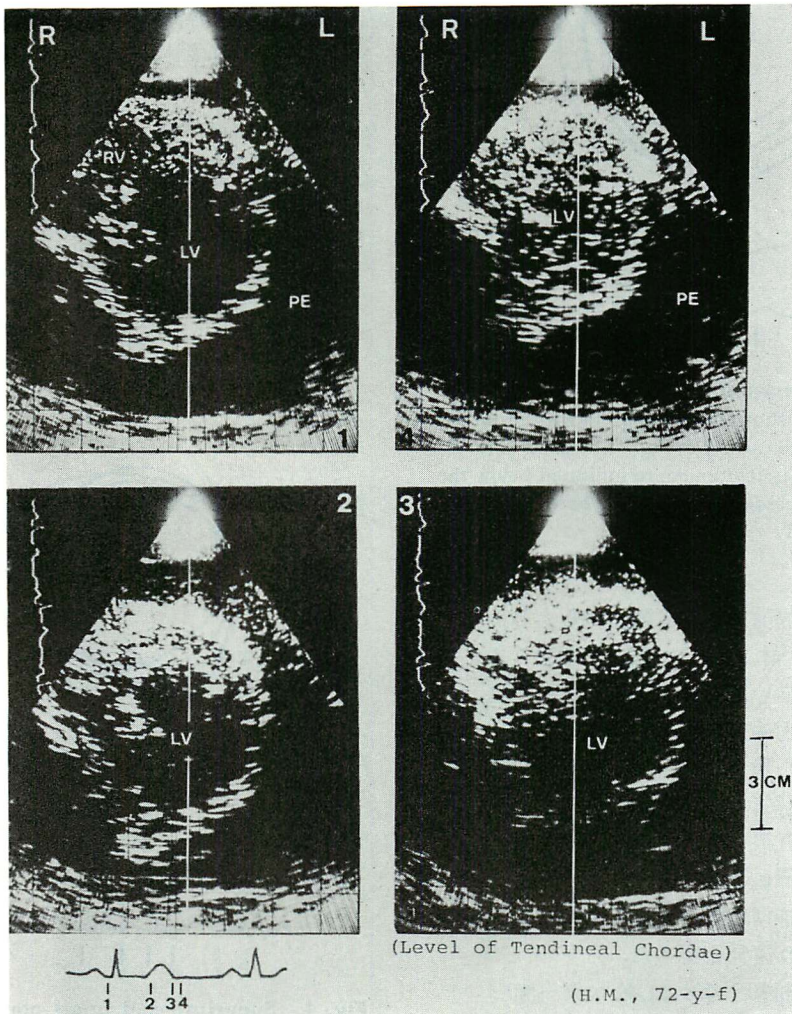
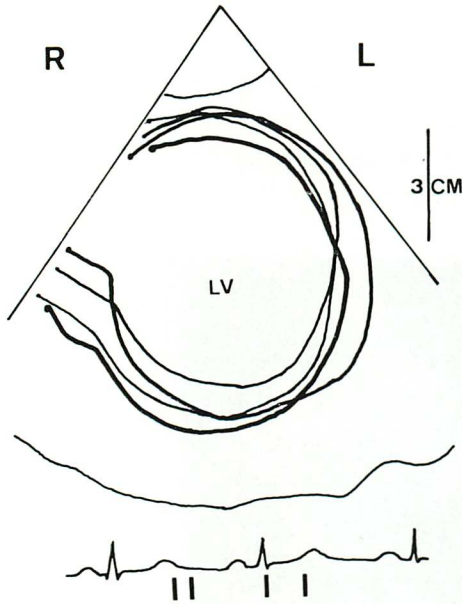


Fig. 1. Rotational excursion and twist motion in horizontal sections.

These horizontal cross-sections (panels 1-4) are obtained at the level of tendineal chordae of the mitral valve. Panels numbered 1-4 are recorded at cardiac phases indicated under the schematic electrocardiogram at the bottom. The heart near the anterior chest wall (panel 1) moves posteriorly and slightly to the right (panel 2) in systole, and moves slowly to the left and anteriorly showing an arc motion in diastole. R: right, L: left, PE: pericardial effusion, RV: right ventricle, LV: left ventricle.



**Fig. 2. Superimposed heart contours of Fig. 1.**

These contours showed a counterclockwise rotation in the course of one cardiac cycle. The periods in the cardiac cycle of these contours are indicated below the schematic electrocardiogram at the bottom of this figure as in Fig. 1.

致する。心室中隔前方の点は軌跡からもわかるごとく、15~17 の間にねじれ運動を示すと考えられる鋭い小環を描いた。後方の点の軌跡では、全体の動きに伴う回旋運動の軌跡を認めた。

一方、瞬時の心臓全体のねじれ運動の指標として、心室中隔の傾斜角を経時的に記録し、これらの角度を表示する直線を、直交座軸標原点に平行移動したものが、Fig. 5 右下のグラフである。15~18 の心房収縮の時期以外にも、小刻みに全心周期を通じて、ねじれ運動を認めた。

#### 4) 心長軸方向断層図および心エコー図

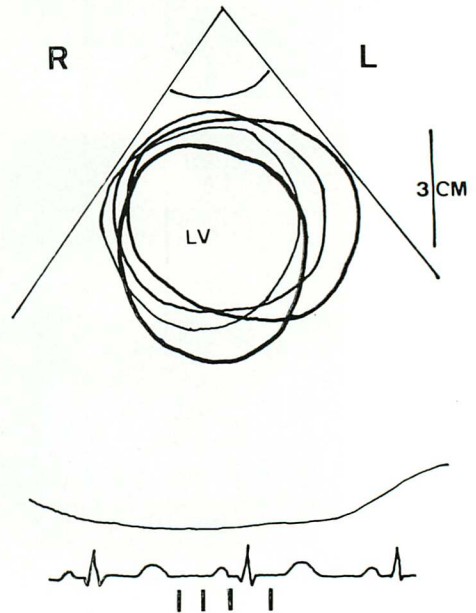
心長軸方向断層図では、従来報告されている前後方向の振り様運動を認めた (Fig. 6)<sup>5,6)</sup>。収縮中期には背方に位置し (Fig. 6 中央)、拡張期には前胸壁に近づく運動 (Fig. 6 右) を示した。

断層図中に示すごとき右室、心室中隔、僧帽弁

前尖および僧帽弁後尖付着部付近を貫く超音波ビームによる M モード心エコー図 (Fig. 6 左) では、右室前方および左房室接合部背方の心膜液のみならず、僧帽弁逸脱症を思わせる僧帽弁前尖の収縮期後方への凸状偏位 (systolic bowing) を示した。また、左房室接合部外側部エコーが、心房収縮に一致する鋭い三角波を示した。これは水平面および左室短軸方向断層面で観察され、断層図における心房収縮に一致したねじれ運動に対応するものと思われた。

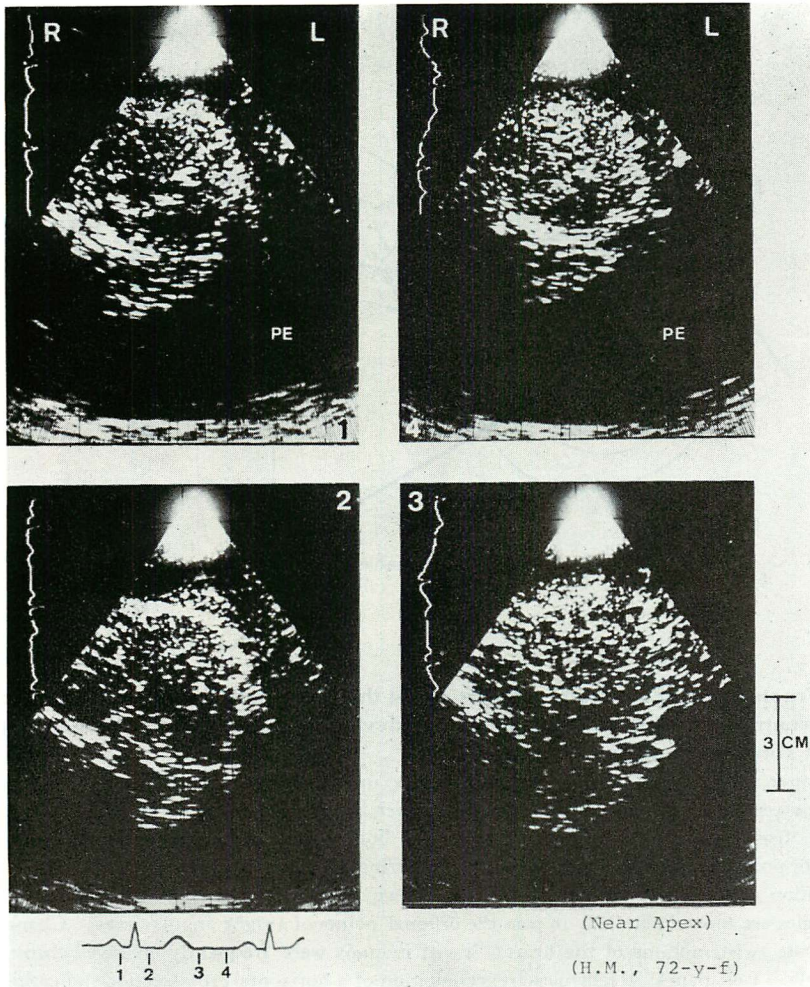
#### 5) 前額面断層図

胸骨剣状突起下からのアプローチも、本装置によれば可能であった。前額面に近い断面では、心膜貯留液の頭側左方に右室が明瞭に記録され、心室中隔左やや頭側に左室も記録できた (Fig. 7)。



**Fig. 4. Superimposed heart contours of Fig. 3.**

A large excursion during the counterclockwise rotational movement can be clearly exhibited in this figure. The periods in the cardiac cycle of these contours are indicated below the schematic electrocardiogram at the bottom of this figure as in Fig. 3. The leftward shift is largest in early diastole.



**Fig. 3. Rotational excursion and twist motion in sections along the short axis of the heart.**

These cross-sections are obtained near the apex of the heart. Panels 1-4 are recorded at cardiac phases shown with short bars numbered 1-4 under the schematic electrocardiogram. In this plane the rotational motion show larger excursion than that at the level of chordae tendinae of the mitral valve.

この断面でも、左右方向の心臓全体の揺れが捉えられた。

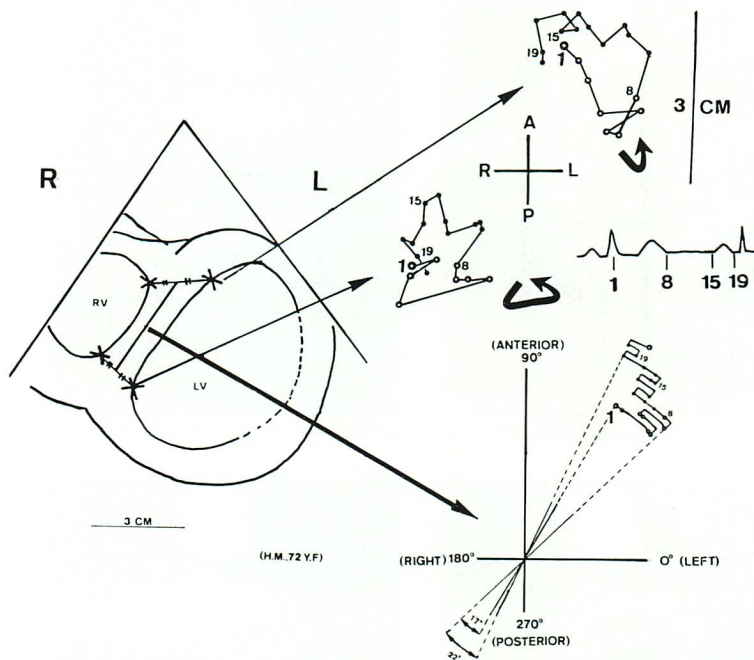
**症例 2 (K. S., 65 歳, 男性)**

本例も大量の心膜液を認めた例であるが、Fig. 8 に示すごとく、回旋および振子様運動はさほど著明ではなかった。各断面での観察を総合すると、心膜液の軽度局在性、各運動（回旋および振子様

運動）の潤滑性低下が認められ、軽度の心外膜ゆ着も示唆された。

**考 案**

今回の報告例のごとき大量の心膜腔貯留液に関係あると思われる報告には、1955年、Edler の心臓前壁前方貯留液に関する心エコー図の報告があ



**Fig. 5. Tracings of echoes from two portions at the junction of the interventricular septum and left ventricular wall, and instantaneous deviation of the interventricular septum as indices of rotational and twist motions.**

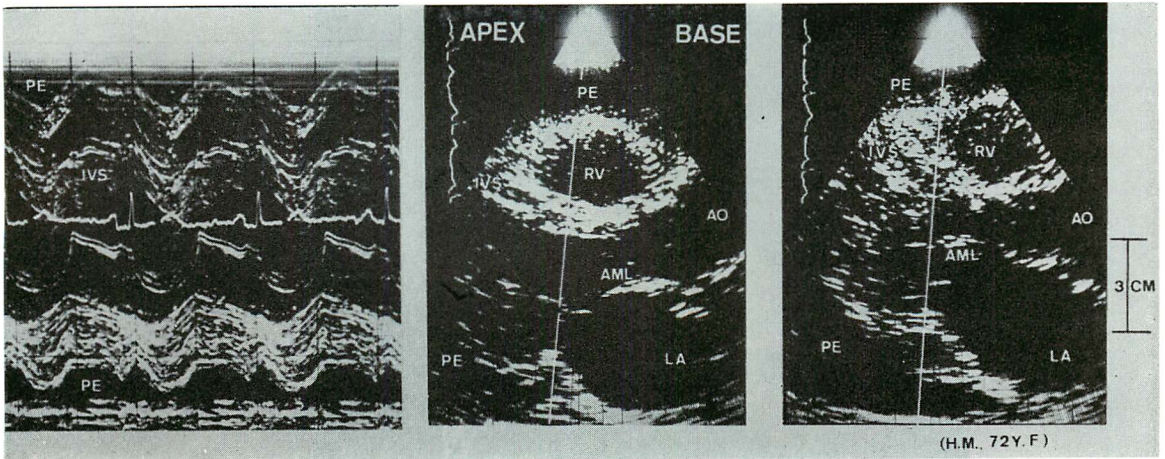
Right upper panel: Tracings of these two points, indicated on the schematic cross-section of the heart in one cardiac cycle, are shown in right upper panel. Open circles from 1-8 are in systole, solid circles from 9-19 are in diastole. Tracings of both points show a large rotational movement. The anterior point also shows a sharp twist motion during 15-17. Right lower panel: The instantaneous angulation of the interventricular septum is drawn from each frame of the movie film and the lines of angles are moved parallelly to pass the original points of a right angular axes. Changes in this angle indicate twist motions of the heart. Twist motions were frequently observed throughout the cardiac cycle. Left panel: A schematic representation of a horizontal cross-section indicating portions and angulation of the interventricular septum for the above-mentioned tracings.

る<sup>1)</sup>。また同年に McGregor らが、電氣的交互脈のある大量心膜腔貯留液中に浮いている心臓において、回転効果を示唆しているものがあると報告している<sup>7)</sup>。この心エコー図と ECG の別個の報告は、1966 年 Feigenbaum らにより結びつけられんとされたが<sup>3)</sup>、彼自身が指摘しているように、一方向に固定されたビームによる従来の M モード心エコー法では前後方向の振子様運動しか表示できないので、回旋運動を証明できなかった。1971 年には、Gabor らが従来の M モード心エコー

一図でも左右の揺れを考えに入れないと理解できない場合があるとして、さらに一歩進んで考察し、回転・振子様運動を示唆している<sup>8)</sup>。

一方、国内では振子様運動については、1973 年に田中らが静止断層法あるいは断層キモグラム法により、その動態を詳しく報告している<sup>5)</sup>。1974 年に著者らは、同一断面で得られた左室前後径が、収縮期に比し、拡張期に小さいことから、左右の揺れの存在も推察していた<sup>6)</sup>。

今回用いた装置によれば、水平断面の実時間観



**Fig. 6. Anteroposterior swing motion in sections along the long axis of the heart.**

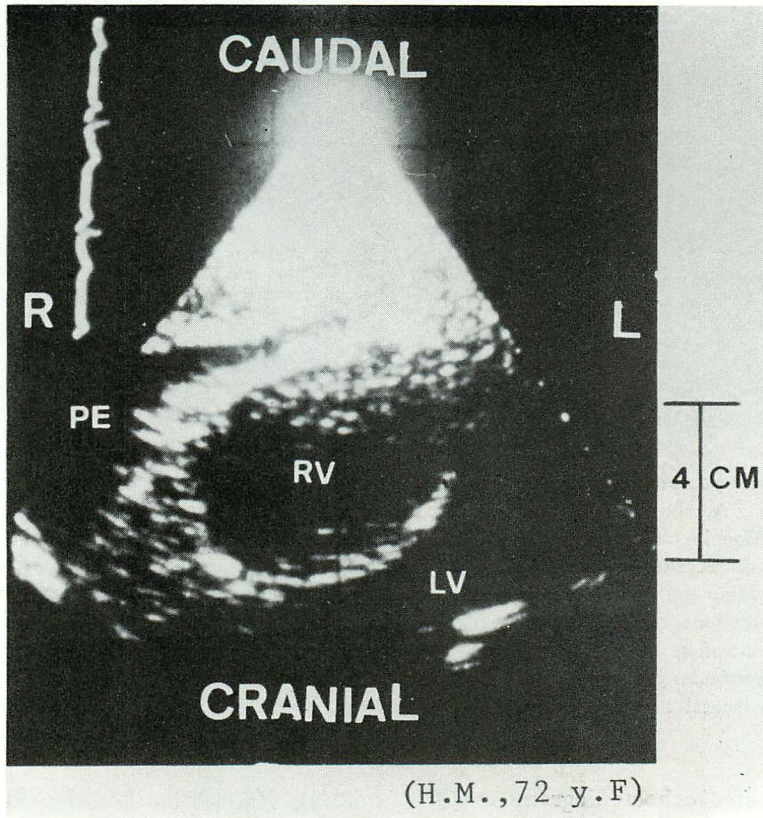
Right panel: A section in mid-diastole revealing the heart near the anterior chest wall. Middle panel: A section in late systole exhibiting a posteriorly positioned heart. Left panel: A standard echocardiogram recorded with an ultrasound beam shown as a white line in the right and middle panels penetrating the right ventricle, interventricular septum, anterior mitral leaflet and the atrioventricular junctional portion. This echocardiogram reveals a posteriorly bowing pattern of the anterior mitral leaflet, mimicking the mitral valve prolapse, and a sharp downward triangular motion of the atrioventricular junctional portion. The latter seems to correspond with the twist motion observed in horizontal sections due to atrial contraction.

察が可能で、distorted echocardiogram<sup>9)</sup>の解析ができる。また用手式で径の小さい探触子を用いているので、胸骨剣状突起下から前額面に近い断層図を得ることが可能であり、右心系への断層法による検索範囲を広げうる。

ここに明らかにすることのできた心膜腔液貯留時の心臓の回旋運動の成因として、以下のものが考えられる。McGregorら<sup>7)</sup>、Feigenbaumら<sup>3)</sup>のいうごとく、(i) 大量の液貯留の結果、肺、縦郭、洞構造物による心臓の natural rotational motion に対する抑制がとれ、自由に動ける状況が出現すること、(ii) 心室筋の螺旋状の配列、(iii) 左右心室収縮の非対称性、(iv) 兩大血管への駆出の交差性等がある。また、この現象を支持するデータとして、Littmannのいうごとく、(v) 大量心膜液貯留時の電氣的交互脈が、胸部誘導、すなわち水平面で最初に認め始められることがあげられ<sup>10)</sup>、また Gaborらのいうごとく、心臓の偏位

に対応するベクトル心電図水平面での電氣的偏位などがあげられる<sup>9)</sup>。我々は、今回さらに心臓が拡張期に大きく回旋することから、(vi) 拡張期の両心室への流入動態および両心室拡張動態の関与、また (vii) 心拍数の関与も考えた。心拍数が 100 以上になると、交互的な動きを示し、拡張期の短縮とともに、回旋しながら前胸壁方向へ戻ることができにくくなり、いきおい前後の振子様運動になってしまうと思われる。また (viii) 液の溜りかたが慢性で、液自体がより潤滑である場合におこりやすいと考えられてもいる<sup>9)</sup>。

疾患は異なるが、Payvandiらが先天性心膜欠損症における心室中隔の奇異性運動の原因として、心臓の反時計方向回転運動を考えているのは<sup>11)</sup>、本症同様心臓の可動性が増大した場合の動きの説明として興味深い。以上のような成因が関与しあって、今回観察したような回旋運動がもたらされたと考えられるが、大量心膜液貯留のすべての



**Fig. 7. Subxiphoid two-dimensional echocardiogram.**

This two-dimensional echocardiogram is obtained in a nearly frontal plane. The pericardial fluid was observed in the cranial and left portions of the right ventricle. The left ventricle is also recorded to the left and slightly cranial side of the interventricular septum.

例でかかる所見が得られるとは限らず、症例2のごとき場合も多く存在すると思われる。

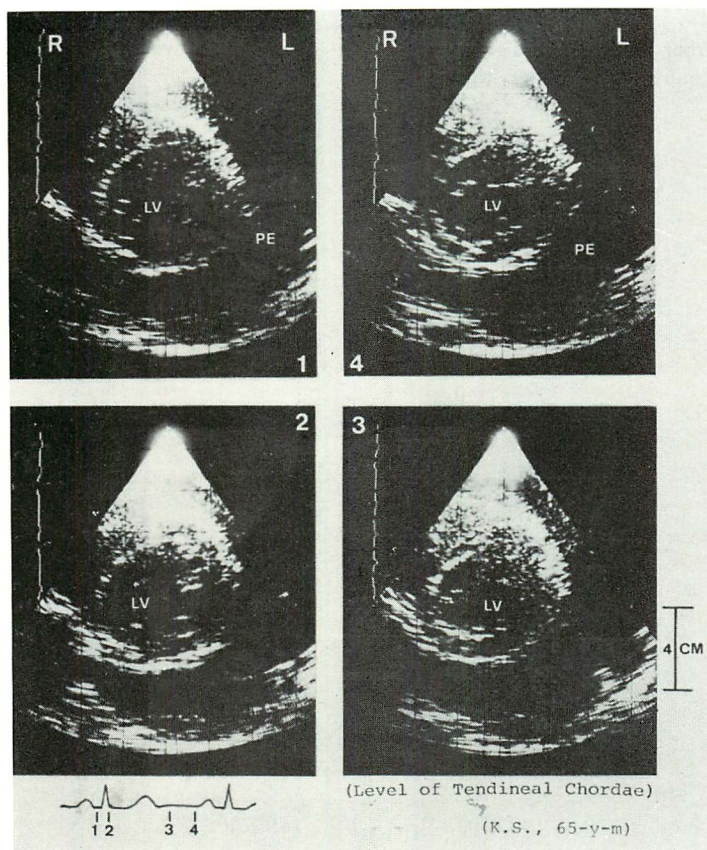
### 要 約

心膜腔液大量貯留時に、心臓が前後に振子様運動をすることは、従来から M モード心エコー法により指摘されてきた。今回、扇形電子走査型超音波断層装置を用いて、前後の振子様運動ではなく、回旋およびねじれ運動を行う例が存在することを認めた。

左室長軸方向断面の検討では、心周期につれ前後方向の振子様運動が観察されたが、水平断面、

心短軸断面では、心基部を支持点とする反時計方向の回旋およびねじれ運動が認められた。回旋運動は非等速で、収縮期に前胸壁側より背方や右側にほぼ直線状に偏位し、拡張期には背側より、前胸壁方向へ、左側に凸の円弧を緩徐に描きながら移動する。拡張期後半には前胸壁付近に復した位置で、心房収縮に応じ、ねじれ運動を示し、一心周期を終える所見が得られた。剣状突起下からのアプローチによっても、良好な断層図が得られ、上記の回旋運動に伴う左右方向の偏位を認めた。





**Fig. 8. Rotational excursion and twist motion in horizontal cross-sections at the level of tendineae chordae of the mitral valve in Case 2.**

A massive pericardial fluid is observed in this case, but excursion of the heart is not large as in the first case. Slight localization of the pericardial fluid is observed.

文献

- 1) Edler I: The diagnostic use of ultrasound in heart diseases. *Acta Med Scand* **308** (Suppl): 32-36, 1955
- 2) Feigenbaum H, Waldhausen JA, Hyde LP: Ultrasound diagnosis of pericardial effusion. *JAMA* **191**: 711-714, 1965
- 3) Feigenbaum H, Zaky A, Grabhorn LL: Cardiac motion in patients with pericardial effusion. A study using reflected ultrasound. *Circulation* **34**: 611-619, 1966
- 4) Nanda NC, Gramiak R, Gross CM: Echocardiography of cardiac valves in pericardial effusion. *Circulation* **54**: 500-504, 1976
- 5) 田中元直, 香坂茂美, 寺沢良夫, 柏木 誠, 目黒泰一郎: 心膜腔内液体貯溜時の心臓形態と動態. *臨床心音図* **5**: 3-14, 1975
- 6) 松尾裕英, 北畠 顕, 松本正幸, 濱中康彦, 別府慎太郎, 永田正毅, 玉井正彦, 大原龍彦, 千田彰一, 仁村泰治: 収縮性心膜炎, 滲出性心膜炎における超音波像. *臨床心音図* **5**: 173-184, 1975
- 7) McGregor M, Baskind E: Electric alternans in pericardial effusion. *Circulation* **11**: 837-843, 1955
- 8) Gabor GE, Winsberg F, Bloom HS: Electrical and mechanical alternation in pericardial effusion. *Chest* **59**: 341-344, 1971
- 9) Feigenbaum H: *Echocardiography*. 2nd ed, Lea & Febiger, Philadelphia, 1976, p 428
- 10) Littmann D: Alternation of the heart. *Circulation*

松尾, 松本, 北畠, ほか

**27**: 280-291, 1963

11) Payvandi MN, Kerber RE: Echocardiography in congenital and acquired absence of the peri-

cardium: An echocardiographic mimic of right ventricular volume overload. *Circulation* **53**: 86-92, 1976