

漏斗胸の心音図・心機図・心
エコー図学的検討：とくに
頸静脈波所見および心室中
隔運動について

Phono-, mechano- and
echocardiographic stu-
dies of patients with fun-
nel chest, especially on
the changes of the jug-
ular phlebogram and
interventricular septal
motion

福田 信夫
大木 崇
谷口 哲三
坂井 秀樹
浅井 幹夫
大島千寿子
仁木 由子
上村るみ子
仁木 敏晴
森 博愛

Nobuo FUKUDA
Takashi OKI
Tetsuzo TANIGUCHI
Hideki SAKAI
Mikio ASAI
Chizuko OHSHIMA
Yoshiko NIKI
Rumiko UEMURA
Toshiharu NIKI
Hiroyoshi MORI

Summary

Twenty-four patients with funnel chest were studied by phono-, mechano- and echocardiography to evaluate the clinical significance of cardiac involvement. Patients were classified into three groups according to the severity of funnel chest determined by sterno-vertebral distance measured on the chest roentgenogram in the lateral projection. Severe group had the distance less than 5 cm (5 cases), moderate group from 5 to 7 cm (7 cases) and mild group over 7 cm (12 cases).

The results were as follows:

1) Splitting intervals of the second heart sound during held expiration were significantly wider in the mild group (46.7 ± 6.7 msec) than in the severe group (38.0 ± 5.1 msec) ($p < 0.02$). In the severe group, 4 of 5 patients showed physiological splitting.

2) An early diastolic tricuspid rumble was observed in 8 of 24 patients (33%), particularly in

徳島大学医学部 第二内科
徳島市蔵本町 2-50 (〒770)

The Second Department of Internal Medicine, To-
kushima University, Kuramoto-cho 2-50, Tokushima
770

Presented at the 20th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Nagoya, March 29-30, 1980
Received for publication August 11, 1980

4 of 5 patients (80%) in the severe group.

3) In all 5 severe and 2 moderate patients, the jugular phlebogram showed the early appearance and tendency to obliteration of “x” trough, late-systolic positive wave, tall “v” wave and deep “y” trough. Obliterated “x” trough was observed in 2 patients of the severe group and one of the moderate group. In these cases, however, neither tricuspid insufficiency nor pericardial defect was complicated. Therefore, funnel chest might be one of the important causes of obliterated “x” trough in the jugular phlebogram.

4) The interventricular septum (IVS) showed almost normal motion during the cardiac cycle in all 12 mild and 5 moderate patients. In all 5 severe and 2 moderate patients, the IVS showed normal posterior motion during systole. However, brisk anterior motion could be seen during early diastole and gradual posterior motion was followed throughout the left ventricular slow filling phase.

5) Three patients of the severe group with phlebographic abnormalities and gradual posterior IVS motion during the left ventricular slow filling phase were studied by the short-axis, cross-sectional echocardiograms of the left ventricle at the level of papillary muscles. An exaggerated counterclockwise left ventricular rotation was noted in all 3 patients.

These results suggest that both characteristic phlebographic patterns and abnormal septal motion might be attributed to the exaggerated left ventricular rotation produced by external compression of the chest wall.

Key words

Funnel chest Second heart sound Jugular phlebogram Interventricular septal motion
Left ventricular rotation

はじめに

漏斗胸患者の心機能については従来より数多く検討され、おもに観血的検査法によって拡張障害を主体とした異常が報告されている¹⁻⁶⁾。しかし、非観血的検査法による漏斗胸患者の systematic graphic study はほとんど行われておらず、わずかに心音図において II 音の幅広い分裂や肺動脈性駆出性収縮期雑音などの報告をみるにすぎない^{1-3,7,8)}。

本論文においては、24 例の漏斗胸患者を胸郭前後径により軽症、中等症、重症の 3 群に分類し、各群の心音図・心機図・心エコー図所見について検討を行った結果、とくに II 音分裂様式、頸静脈波および心室中隔運動に関し興味ある所見を得たので、これら各所見の成因および意義について考察を加えた。

対象および方法

対象は **Table 1** に示すように、僧帽弁逸脱症

候群以外の心疾患を合併しない漏斗胸患者 24 例で、年齢は 4~49 歳(平均 22.6 歳)、性別は男 21 例、女 3 例である。漏斗胸の重症度は Fabricius ら¹⁾にしたがひ、胸部 X 線側面像での胸骨後面から脊椎前面までの距離 (sterno-vertebral distance) により、軽症 (7~10.4 cm)、中等症 (5~7 cm)、重症 (5 cm 以下) の 3 群に分類した。内訳は軽症 12 例、中等症 7 例、重症 5 例である。各群間で心音図・心機図・心エコー図所見を比較検討したが、心音図ではとくに II 音分裂様式に、心機図では頸静脈波所見に、また心エコー図では心室中隔運動に注目した。心室中隔運動は、原則として超音波ビームを心尖部方向に投入し、心室中隔と左室後壁を同時記録しうる部位にて評価した。心室中隔異常運動を示した症例のうち、3 例においては左室乳頭筋レベルにおける心短軸方向断層図を記録し、前および後乳頭筋を結ぶ線の収縮期と拡張期における偏位度を検討した。

心音図・心機図の記録には、心音計はフクダ電子製 MCM 8000、マイクロホンは MA 250、脈

Table 1. Materials

| Funnel chest | No. | Sex | | Age yrs (mean) | Sterno-vertebral distance cm (mean) |
|--------------|-----|------|--------|---------------------|---|
| | | male | female | | |
| Mild | 12 | 12 | 0 | 16 - 42 (22.5) | 7.1 - 10.4 (8.5) |
| Moderate | 7 | 5 | 2 | 16 - 49 (27.9) | 5.8 - 6.5 (6.2) |
| Severe | 5 | 4 | 1 | 4 - 32 (15.6) | 1.8 - 4.7 (3.7) |
| Total | 24 | 21 | 3 | 4 - 49 (22.6) | ——— |

波用ピックアップは TY 303, 記録器は Elema 製 8 素子ミンゴグラフを用い, 頸静脈波は原則として背臥位呼気時呼吸停止位で, 心電図・心音図とともに時定数 2 秒, 紙送り速度 100 mm/sec で記録した. また心エコー図の記録には Aloka 製 SSD-110B を使用し, ポラロイドフィルムで記録した. 心断層図の記録には東芝製超音波心断層装置 SSH-11A を使用し, 収縮末期および拡張末期の左室短軸断層図をポラロイドフィルムで記録した.

成 績

1. 心音図所見 (Table 2)

I 音は 3 群ともほぼ正常で, 分裂間隔も 3 群間に差を認めなかった. II 音は呼気時, 吸気時とも

に軽症例ほど幅広く分裂し, 重症例ほど生理的分裂を示す傾向が認められた. Fig. 1 は呼気呼吸停止時の各群の II 音分裂間隔を示すが, 40 msec 以上の病的呼吸性分裂の頻度は, 軽症 75%, 中等症 43%, 重症 20% であり, また重症例の II 音分裂間隔は 38.0 ± 5.1 msec で, 軽症例の 46.7 ± 6.7 msec に比べて明らかに狭い分裂間隔を示した ($p < 0.02$). III 音・IV 音には 3 群間に差を認めなかった.

収縮期クリックおよび収縮後期雑音は 21% と比較的高率にみられ, 従来の報告^{9,10}と一致した. 三尖弁性拡張期ランブルは 33% と高率に認められ, とくに重症例では 80% にみられた. これらのランブルはいずれも胸骨左縁下方で聴取され, 比較的高調成分に富み, 拡張早期のみに限られた

Table 2. Phonocardiographic findings

| | Mild | Moderate | Severe | Total | |
|--|---------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| Splitting intervals (msec) | | | | | |
| I _s | 30 (0 - 60) | 33 (20 - 40) | 30 (20 - 40) | ——— | |
| II _s | Insp. | 58 (45 - 70) | 57 (40 - 70) | 53 (45 - 60) | ——— |
| | Exp. | 39 (30 - 45) | 35 (10 - 55) | 32 (20 - 40) | ——— |
| III _s | (+) | 11 / 12 | 5 / 7 | 4 / 5 | 20 / 24 (83 %) |
| | (-) | 1 / 12 | 2 / 7 | 1 / 5 | 4 / 24 (17 %) |
| IV _s | (+) | 2 / 12 | 2 / 7 | 0 / 5 | 4 / 24 (17 %) |
| | (-) | 10 / 12 | 5 / 7 | 5 / 5 | 20 / 24 (83 %) |
| Systolic click and / or late systolic murmur | 2 / 12 | 3 / 7 | 0 / 5 | 5 / 24 (21 %) | |
| Tricuspid rumble | 3 / 12 | 1 / 7 | 4 / 5 | 8 / 24 (33 %) | |
| Cardiorespiratory murmur | 2 / 12 | 2 / 7 | 0 / 5 | 4 / 24 (17 %) | |

I_s=I_{st} heart sound; II_s=II_{nd} heart sound; III_s=III_{rd} heart sound; IV_s=IV_{th} heart sound.

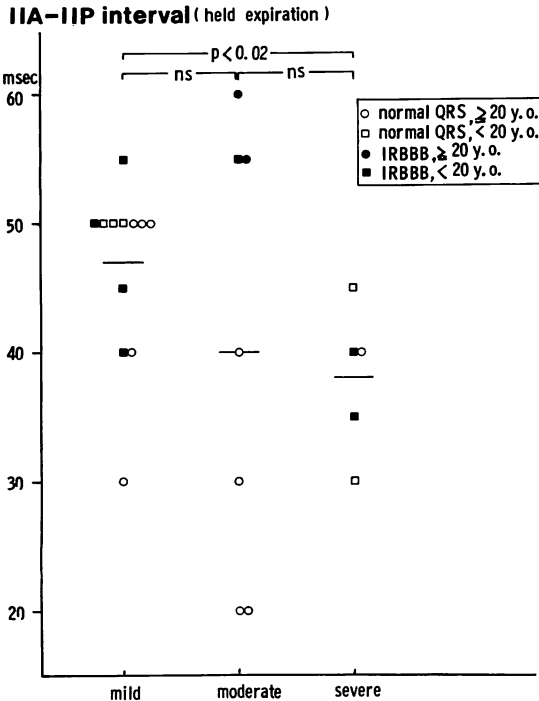


Fig. 1. IIA-IIP interval during held expiration.
 IIA-IIP interval is significantly wider in mild group compared with the severe group.

持続の短い雑音で、音量は Levine I~II 度程度の弱いものであった。そのほかに心肺性雑音が 17% に認められた。

以上の所見のうち、3 群間の II 音分裂間隔の相違が、Q-IIA、Q-IIP のいずれの異常によるものかを検討するために、実測値と Shah ら¹¹⁾の補正式より求めた予測値との差 (msec) を 3 群間で比較した (Fig. 2)。Q-IIA は 3 群ともに正常範囲で、各群間に差を認めなかったが、Q-IIP は重症例に比べて軽症・中等症例で明らかに延長していた (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.01$)。

2. 心機図所見

1) 左室収縮時間 (Fig. 3)

左室収縮時間では、軽症例と重症例で hyperkinetic な傾向がみられた以外に著変は認められなかった。

2) 心尖拍動図

重症例では心尖拍動が著しく左方に偏位して触知されたが、心尖拍動図には著変は認められなかった。

3) 頸静脈波

軽症例の頸静脈波はほぼ正常であったが、中等症の一部および重症の全例ではつぎのような特徴的所見が認められた。すなわち、早期に出現し閉塞傾向を示す x 谷、収縮後期の陽性波の出現と高い v 波およびそれに続く深い y 谷の 4 点である。これらの所見のうち 2 つ以上を有するものを異常と判定したが、異常例は軽症 1, 中等症 2, 重症 5 で、重症例ではいずれも 3 つ以上の異常を有していた。

Fig. 4 はこれらの頸静脈波の異常を定量的に表現するために、つぎの 3 つのパラメーターについて健常群を加えた 4 群間で比較したものである。健常群としては 16~57 歳 (平均 34.3 歳) の健康な男女 20 例を用いた。

a) Q-x/Q-IIA

Q-x/Q-IIA は x 谷の出現時相の指標で、心電図 Q 波の開始から x 谷までの時間と Q-IIA 時間との比として求めた。重症例では健常群、軽症および中等症例に比べて x 谷は明らかに早期に出現していた (それぞれ $p < 0.005$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)。

b) v/a

v 波増高の指標として、x 谷を基準点として計測した a 波と v 波の高さの比 (v/a) について検討した。重症例では健常群、軽症および中等症例に比べて有意に高い v 波を示した (それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.02$, $p < 0.05$)。

c) v-y/v-x

y 谷の深さの指標として、v 波の頂点から y 谷までの深さと v 波高の比 (v-y/v-x) を求めた。中等症例および重症例では、健常群、軽症例に比べて有意に深い y 谷を認めた。

Fig. 5 は 32 歳男性、重症例の胸部側面写真と頸静脈波を示す。Sterno-vertebral distance は

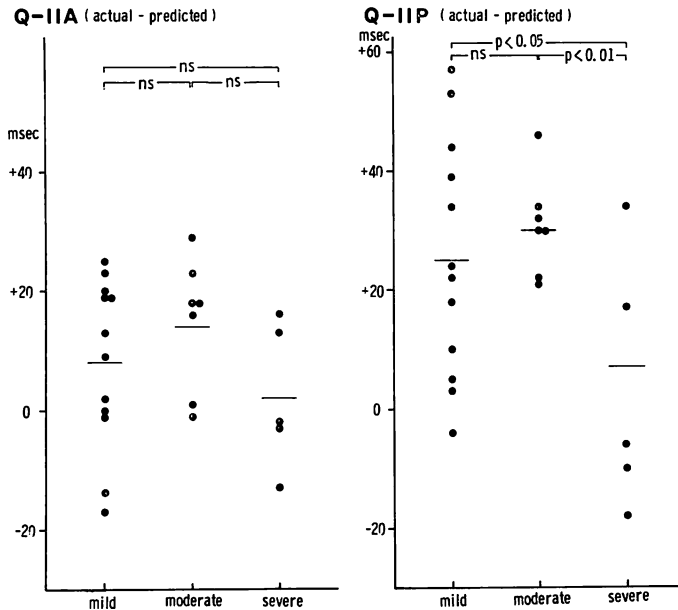


Fig. 2. Actual minus predicted intervals based on Shah and Slodgi's formula of Q-IIA and Q-IIP intervals.

No significant difference is observed in Q-IIA among three groups. However, the mild and moderate groups show significantly longer Q-IIP compared with the severe group.

4 cm と著明な漏斗胸を認める。II 音分裂間隔は 20 msec と正常で、頸静脈波では x 谷は早期に出現、閉塞し、v 波の前の陽性波と深い y 谷が認められる。このような x 谷の閉塞は、本例を含め 3 例(重症 2 例, 中等症 1 例)に認められた。

3. 心エコー図所見 (Table 3)

右室径は中等症および重症例でやや大きい傾向を認めたが、僧帽弁前尖 DDR は 3 群とも正常範囲であった。僧帽弁逸脱は 33% と高率に認められた。心室中隔は収縮期には正常の後方運動を行ったが、拡張期には中等症の 2 例および重症の全例に特徴的な異常運動が認められた。すなわち、急速流入期の著明な前方運動とその後の緩徐流入期全体にわたる緩徐な後方運動であり、軽症ではこのような異常運動は 1 例も認められなかった。またこの中隔異常運動を示した 7 例中 5 例の左室後壁運動は 15 mm 以上の excursion を示し、

hyperkinetic であった。

Fig. 6 は典型的な心室中隔運動を示した 12 歳、男性、重症例の中隔および後壁エコー図である。左室後壁運動は非常に hyperkinetic で、心室中隔は急速流入期の著明な前方運動とその後の緩徐流入期全体にわたる緩徐な後方運動を示し、きわめて特異なパターンを呈している。なお本例の sterno-vertebral distance は 4.5 cm であった。

4. 頸静脈波の異常と心室中隔異常運動との関連性 (Table 4)

Table 4 は頸静脈波の異常と心室中隔異常運動との関連性を検討するために、心室中隔の拡張期後方運動の偏位度 (mm) を計測し、頸静脈波の各異常所見と対比したものである。拡張期後方運動の偏位度は、Fig. 7 のごとく拡張早期のもっとも前方に偏位した点より拡張末期のもっとも後方に偏位した点までの偏位 (E) を左室側中隔エ

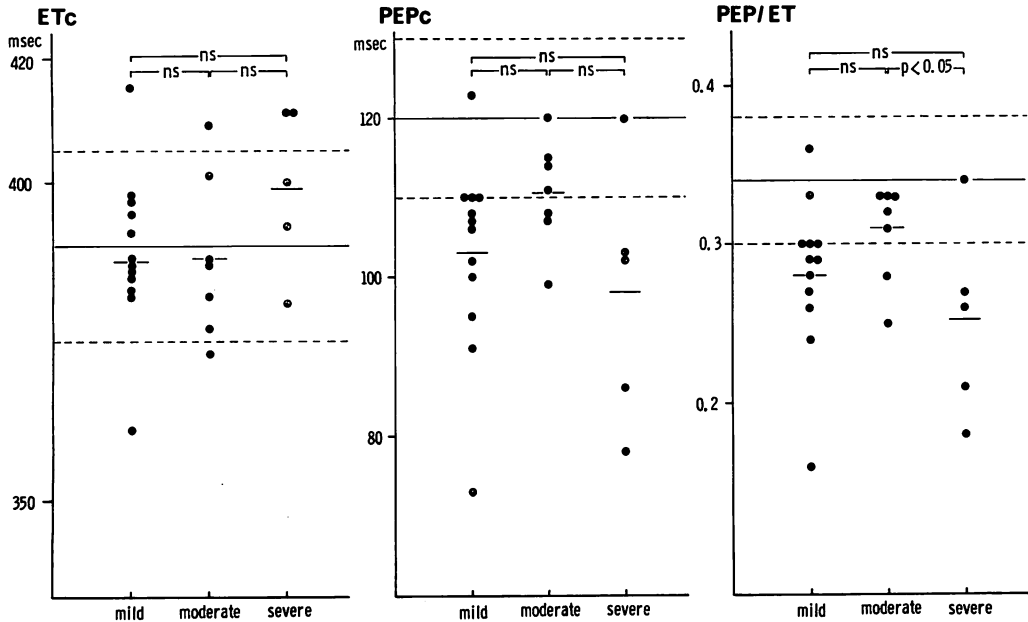


Fig. 3. ETc, PEPc and PEP/ET.

Only the severe group shows a tendency to hyperkinetic state. In the other two groups, each value is almost normal. ETc=corrected ejection time; PEPc=corrected pre-ejection period; PEP/ET =ratio of pre-ejection period to ejection time.

コーにおいて測定し, mm で表示した.

拡張期後方運動を示した7例中6例では, 頸静脈波に2つ以上の異常を認め, とくに x 谷の早期出現, v 波の増高および深い y 谷は, 中隔の拡張期後方運動の偏位度とかなり強い関連性を有していた. しかし, これらの異常所見は胸郭前後径とは必ずしも関連がみられなかった. 一方, 最下段に示したように, 心室中隔運動が正常でも頸静脈波には著明な変化が認められた例も存在した.

Fig. 8 は 15 歳男性, 重症例の胸部側面写真と頸静脈波 および心室中隔運動を示す. Sterno-vertebral distance は 4.7 cm と著明な漏斗胸を呈し, 頸静脈波では x 谷の早期出現, v 波の増高と幅の増大, および強大な三尖弁性ランブルを伴う深く急峻な y 谷を認め, また心室中隔は拡張早期の急激な前方運動と, その後の緩徐流入期全体にわたる緩徐な後方運動を示している.

以上のような頸静脈波および心室中隔運動の異常のメカニズムを解明するために, 重症の 3 例 (O. K., T. Y., N. K.) において左室乳頭筋レベルにおける心短軸方向断層図を記録し, 収縮末期と拡張末期における前および後乳頭筋を結ぶ線の偏位度 (angular displacement) を計測した. 対照として用いた 24~31 歳 (平均 27.4 歳) の健常者 20 例の angular displacement は 0~9 度 (平均 3.6 ± 3.1 度) であったが, これらの 3 例では 16~26 度で, いずれも健常群に比べて著明な偏位を示した.

Fig. 9 は **Fig. 8** と同一例 (O. K.) の左室乳頭筋レベルにおける心短軸方向断層図である. 前および後乳頭筋を結ぶ線は収縮末期と拡張末期で著明な angular displacement を示しており, 左室が心長軸を中心として, 収縮期に反時計式に回転し, その結果, 拡張期には時計式に回転してい

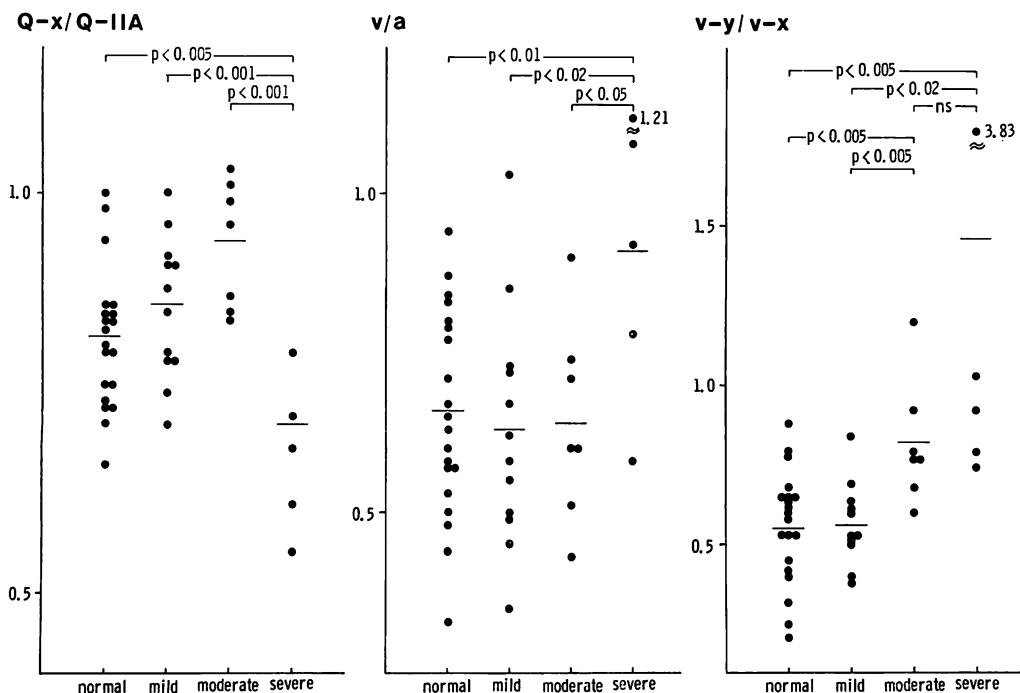


Fig. 4. Findings of the jugular phlebogram.

Left: The ratio of the period from Q wave of the ECG to "x" trough and that from Q wave to IIA (Q-x/Q-IIA) is measured in order to quantitate the timing of "x" trough. It is clearly shown that the "x" trough is significantly early in the severe group.

Middle: The v/a ratio is measured in order to quantitate the height of "v" wave. Note the significantly high "v" wave in the severe group.

Right: The ratio of the distance from "v" wave to "y" trough and that from "v" wave to "x" trough (v-y/v-x) is measured in order to quantitate the depth of "y" trough. It is shown that the "y" trough is significantly deep in the moderate and severe groups.

ることが理解できる。

考 察

漏斗胸患者においては、心音異常ないし心雑音はごく普通にみられる所見であり、また種々の程度に心臓が圧迫されることにより心機図・心エコー図にも異常を呈することは容易に推察される。しかし、心音図に関する報告に比べて、心機図・心エコー図の検討は少なく、心機図所見に関しては Tavel⁹⁾ が「従来より右室肥大に類似した胸骨傍拍動の触知以外に特徴的な変化は記載されていない」と述べており、事実、平丸ら¹²⁾の3例の漏

斗胸患者の非特異的な心機図所見の報告以外に systematic な研究は見当たらない。また、心エコー図所見に関しても、本症における心室中隔の動態異常についての詳細な報告はなされていない。

本研究においては、漏斗胸患者 24 例を胸郭前後径により軽症、中等症、重症の 3 群に分け、各群の心音図・心機図・心エコー図の特徴について検討を行った。その結果、II 音分裂様式、頸静脈波および心室中隔運動において興味ある所見を得たので、各所見について以下に考察を加えた。

1. II 音分裂様式および三尖弁性拡張期ランブル
従来、漏斗胸患者の II 音は幅広く分裂し^{7,8)},

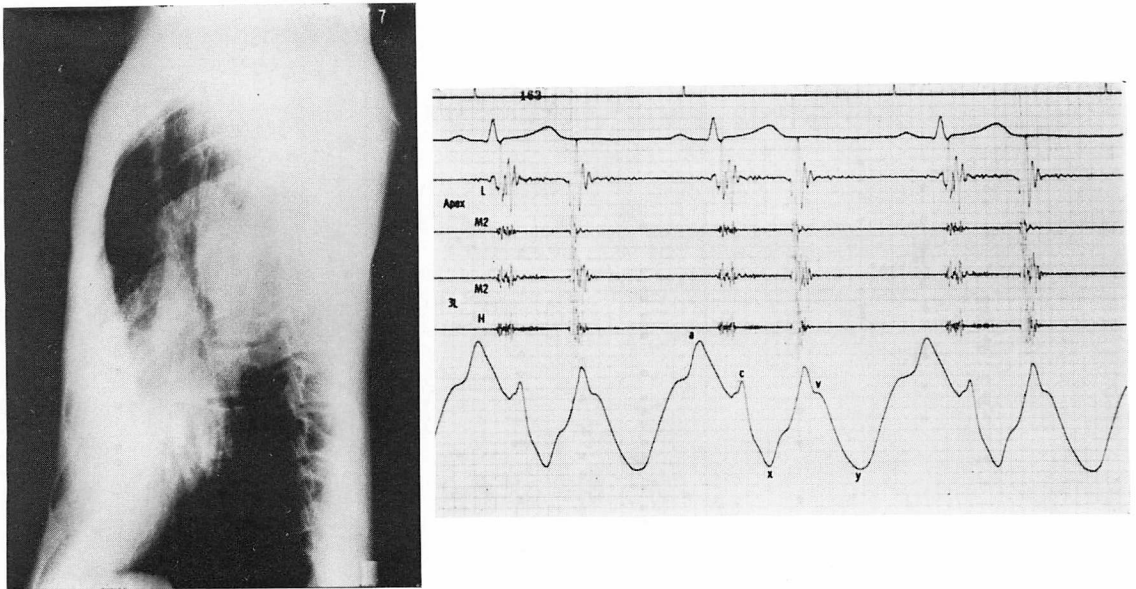


Fig. 5. Chest roentgenogram and jugular phlebogram in a severe case of funnel chest (32-year-old male).

Sterno-vertebral distance is markedly decreased (only 4 cm in diameter). Physiological splitting of the IInd heart sound is demonstrated, and the jugular phlebogram shows obliterated “x” trough, late-systolic positive wave and deep “y” trough.

Table 3. Echocardiographic findings

| | Mitral valve | | | IVS | LVPW |
|----------|--------------------|------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| | RVD (cm) | DDR (mm/sec) | Prolapse | Diastolic posterior motion | Hyperkinetic motion |
| Mild | 1.8 (1.1 - 2.5) | 99.2 (61.4 - 189.0) | 3 / 12 | 0 / 12 | 1 / 12 |
| Moderate | 2.2 (1.5 - 2.8) | 81.3 (56.0 - 100.0) | 4 / 7 | 2 / 7 | 1 / 7 |
| Severe | 2.3 (1.4 - 2.8) | 80.0 (55.6 - 98.1) | 1 / 5 | 5 / 5 | 4 / 5 |
| Total | — | — | 8 / 24 (33%) | 7 / 24 (29%) | 6 / 24 (25%) |

RVD=right ventricular dimension; DDR=diastolic descent rate; IVS=interventricular septum; LVPW=left ventricular posterior wall.

また II 音分裂の態度は重症度とは直接関係がない¹⁾とされている。本研究では、II 音分裂間隔は軽症例ほど幅広く、病的呼吸性分裂を示し、重症例ではかえって分裂間隔が狭く生理的分裂を示す所見が認められた。また Q-IIA, Q-IIP 間隔の

検討により、軽症・中等症例で Q-IIP の有意な延長を認めた。以上の結果より、軽症・中等症例では右室流出路または肺動脈主幹部の機械的圧迫による右室駆出時間の延長により II 音の幅広い分裂を生じるが、重症例ではむしろ心全体が圧迫

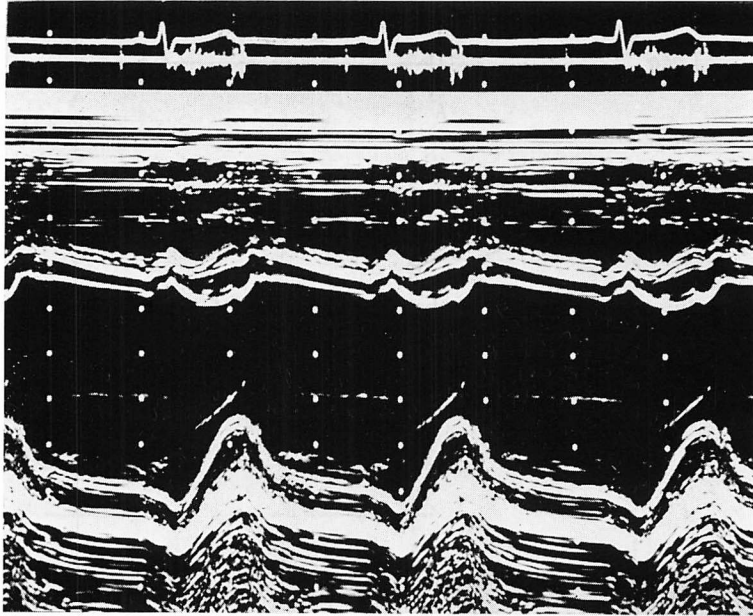


Fig. 6. Typical interventricular septal motion in a severe case of funnel chest (12-year-old male).

Brisk anterior motion can be seen in early diastole, and gradual posterior motion follows it throughout the left ventricular slow filling phase. Left ventricular posterior wall shows a markedly hyperkinetic motion.

Table 4. Relationship between interventricular septal motion and the jugular venous pulse

| Case | Age | Sex | Sterno-vertebral distance (cm) | Interventricular septum Diastolic posterior excursion (mm) | Jugular venous pulse | | | | |
|------|-----|-----|--------------------------------|--|----------------------|-----------|--------|--------|---------------|
| | | | | | early x | shallow x | tall v | deep y | |
| F.H. | 30 | M | 6.5 | 1.2 | (-) | (-) | (-) | (-) | normal Jug. |
| K.M. | 49 | M | 5.8 | 2.3 | (-) | (-) | (+) | (+) | |
| O.K. | 15 | M | 4.7 | 5.6 | (+) | (-) | (+) | (+) | |
| T.Y. | 12 | M | 4.5 | 7.5 | (+) | (+) | (+) | (+) | obliterated x |
| M.N. | 32 | M | 4.0 | 2.3 | (+) | (+) | (-) | (+) | obliterated x |
| N.K. | 15 | M | 3.5 | 2.0 | (-) | (+) | (+) | (+) | |
| I.K. | 4 | F | 1.8 | 2.6 | (+) | (-) | (+) | (+) | |
| K.Y. | 16 | M | 6.5 | (-) | (-) | (+) | (-) | (+) | obliterated x |

され拡張障害が主体となるために、正常分裂を示すのではないかと考えられた。

三尖弁性拡張期ランブルは心房中隔欠損症(ASD)の3大聴診所見の1つであるが、これに類似した右心系のA-V flow murmurは健常若年者、漏斗胸、straight back症候群などの胸部

異常、特発性心筋症などにも認められることはすでに報告されている¹³⁾。本研究においても33%と比較的高率に認められ、とくに重症例では80%に認められた。この成因としては、対象に若年者が多かったこと、胸壁と右心腔との距離の減少に加えて、とくに重症例では頸静脈波において深い

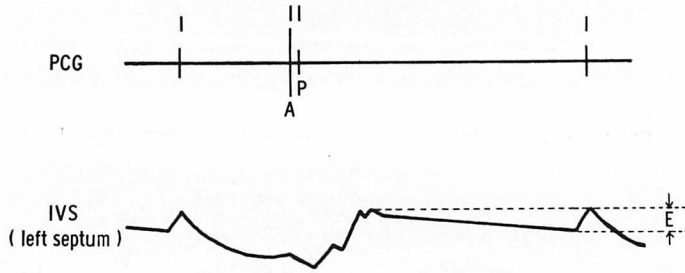


Fig. 7. Schematic representation of the measurement of diastolic posterior excursion (E) of the IVS.

IVS=interventricular septum.

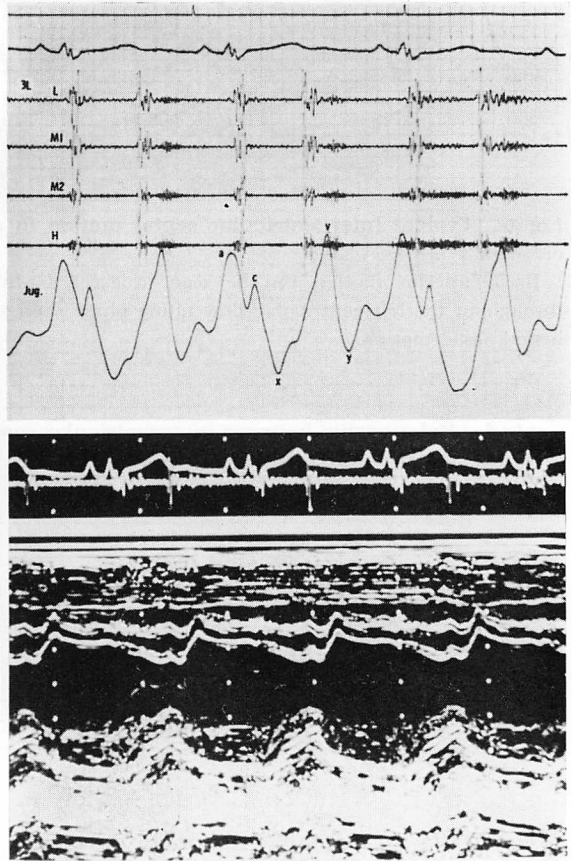
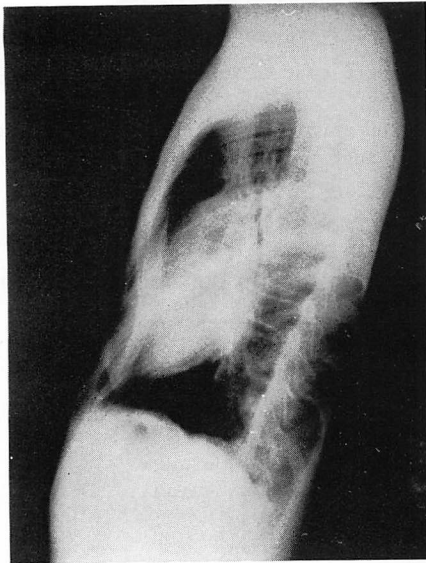


Fig. 8. Chest rentenogram, jugular phlebogram and interventricular septal motion of the other severe case with funnel chest (15-year-old male).

Sterno-vertebral distance is only 4.7 cm in diameter. The jugular phlebogram shows an early appearance of the "x" trough, tall "v" wave and deep "y" trough with a loud, early diastolic tricuspid rumble. The interventricular septum shows the same pattern as in Fig. 6, that is, an early diastolic brisk anterior motion and a gradual posterior motion during the left ventricular slow filling phase.

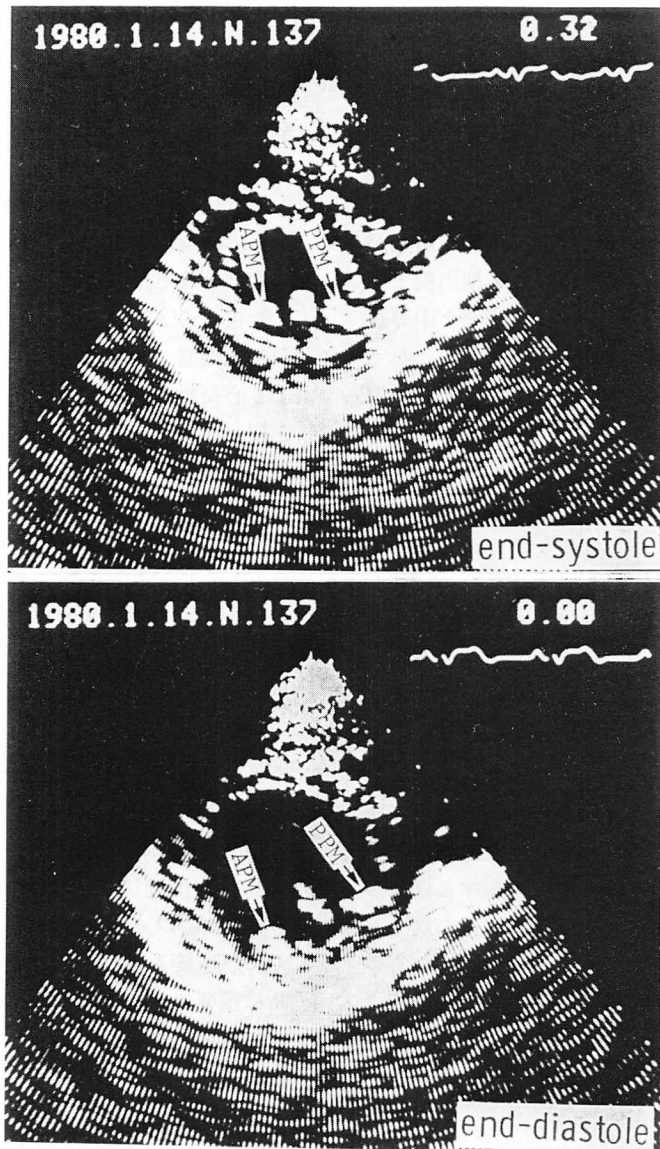


Fig. 9. Short-axis, cross-sectional echocardiograms of the left ventricle at the level of the papillary muscles from the same patient as in Fig. 8.

Upper panel: End-systolic frame. A line drawn through the tips of the papillary muscles intersects at an angle of 0° with the plane parallel to the chest wall.

Lower panel: End-diastolic frame, in which this angle shows 26° . Thus, the left ventricle has rotated 26° from diastole to systole about its longitudinal axis in a counterclockwise direction.

APM=anterior papillary muscle; PPM=posterior papillary muscle.

y 谷を伴うことから, 拡張早期における三尖弁口流量の増大も関与していると考えられた。

2. 頸静脈波の異常

本研究で認められた頸静脈波の異常は, x 谷の早期出現, 収縮後期の陽性波の出現と v 波の増高および深い y 谷の 4 点である。これらの異常は軽症・中等症例では認められてもごく軽度の変化にとどまったが, 重症例では 3 つ以上の所見が例外なく認められた。また x 谷は早期出現とともに浅くなる傾向がみられ, 重症の 2 例と中等症の 1 例では x 谷の閉塞が認められた。

従来, x 谷の閉塞をきたす疾患としては, 心房細動¹⁴⁾, 三尖弁閉鎖不全^{15,16)}, 収縮性心膜炎^{17,18)}, 開心術後¹⁹⁾, 心外膜欠損症²⁰⁾などがあげられている。以上の 3 例において三尖弁閉鎖不全の合併は心音図上否定され, また心外膜欠損症の合併も人工気胸術は行っていないが, 胸部 X 線・心電図・心音図・心機図・超音波断層図などの特徴的所見を欠如していたことより否定された。したがって, 漏斗胸も x 谷閉塞の一因となりうるものと考えられた。

以上のような頸静脈波異常の成因は次のように考察される。すなわち重症例では心臓は左方に圧迫されており, 心断層図の観察では左室が収縮期に心長軸を中心として反時計式に回転する様子が観察される。したがって収縮期後半には右房・右室の前胸壁への圧迫が強まり, その結果 x 谷の早期出現と閉塞傾向, 収縮後期の陽性波の出現と v 波の増高をきたし, 拡張期には逆に右心の圧迫が減少する結果, 深い y 谷を形成するものと考えられた。

3. 心室中隔運動の異常

本研究で認められた心室中隔運動の異常は, 急速流入期の著明な前方運動とその後の緩徐流入期全体にわたる緩徐な後方運動の 2 点である。これらの異常のうちとくに拡張期後方運動は, 重症の全例と中等症の 2 例に認められたが, 軽症では 1 例にも認められず, 重症度と明らかな関連を有していた。

正常の心室中隔は, 緩徐流入期には左室の緩徐な充満を反映して緩やかな前方運動を行うのがふつうである。本症にみられた拡張期後方運動は, 重症例に多く認められること, ほとんどの例で左室後壁の hyperkinetic な動きを伴っていること, および緩徐充満の反映としては実に奇異な動きであることより, 血行動態を反映したのではなく, 心臓全体の後方への動きによるものであろうと推察される。そこで, この拡張期異常運動を示した重症の 3 例において, 収縮末期と拡張末期の左室乳頭筋レベルでの angular displacement により心長軸を中心とした左室の rotation の程度を観察した。その結果, 3 例全例で健常者に比べて収縮期に著明な反時計式の rotation が認められた。

Mirro ら²¹⁾は収縮期と拡張期における乳頭筋の angular displacement を計測することにより, 左室の心長軸を中心とした rotation の程度を知りうることを指摘し, ASD では正常群や他の心疾患群(弁膜症, 先天性心疾患, 虚血性心疾患)に比べて明らかに過大な rotation を認め, これが手術後には正常に復したことから, この左室の rotation は ASD に特徴的であると結論している。しかしながら, 彼らはこの rotation と心室中隔運動との関連については言及していない。大島ら²²⁾は ASD の心室中隔運動について検討し, とくに急速流入期以後の拡張期後方運動が本症の診断に重要であることを指摘している。本研究においては, 例数は 3 例と少ないが, 心室中隔が拡張期後方運動を示した全例にて Mirro らの報告と同様の左室の rotation を認め, 拡張期後方運動の偏位と rotation との間には明らかな関連が認められた。

以上の結果より, 心室中隔の拡張期後方運動の成因は, 拡張期には左室の心長軸を中心とした時計式回転運動により心臓全体としては後方に向うことになるために, 心室中隔の正常な前方運動が打ち消される結果生ずるものと考えられた。

4. 頸静脈波異常と心室中隔異常運動との関連性について

従来、頸静脈波の異常とくに x 谷の閉塞と心室中隔の収縮期奇異性運動との関連については、三尖弁閉鎖不全²³⁾、開心術後²⁴⁾、右室梗塞^{25,26)}などで検討されている。しかし、x 谷の閉塞を含めた頸静脈波の異常と心室中隔の拡張期異常運動とを対比したのは、本論文が最初である。本研究では、頸静脈波の異常すなわち x 谷の早期出現および閉塞傾向、収縮後期の陽性波の出現と v 波の増高および深い y 谷と心室中隔の拡張期後方運動との間には深い関連が認められ、両者ともに左室の rotation という同一のメカニズムにより生じた異常であると考えられた。しかしながら、心室中隔運動が正常でも頸静脈波では x 谷の閉塞を示した 1 例(中等症)や、心室中隔の拡張期後方運動がみられても正常の頸静脈波を示した 1 例(中等症)などの例外も認められた (Table 4)。これは rotation theory だけでは説明できない現象であり、頸静脈波が右心系の情報表現するのに比べ、心室中隔運動は左右両心室の血行動態に影響されるためではないかと考えられた。

要 約

漏斗胸患者 24 例を胸郭前後径により軽症 (12 例)、中等症 (7 例)、重症 (5 例) の 3 群に分け、その心音図、心機図(とくに頸静脈波)、心エコー図(とくに心室中隔運動)の各所見を検討し、以下のごとき成績を得た。

- 1) II 音は軽症例ほど幅広く分裂し、重症例では逆に生理的分裂の傾向を示した。
- 2) 三尖弁性拡張期ランブルは 8 例 (33%) にみられ、とくに重症例では 80% と高率に認められた。
- 3) 頸静脈波では、重症例ほど x 谷の早期出現と閉塞傾向、収縮後期の陽性波の出現と v 波の増高および深い y 谷を認め、重症の 2 例と中等症の 1 例では x 谷の閉塞を認めた。これらの 3 例において三尖弁閉鎖不全・心外膜欠損症など

の合併は認められず、漏斗胸も x 谷閉塞の一因となりうるものと考えられた。

4) 心室中隔運動は軽症ではほぼ正常であったが、中等症の 2 例と重症の全例において、ほぼ正常の収縮期後方運動のあとに、左室急速流入期の著明な前方運動と、その後の緩徐流入期全体にわたる緩徐な後方運動偏位を認めた。

5) 頸静脈波の異常と心室中隔の拡張期後方運動との間には強い関連性が認められ、この両者の異常のメカニズムは心臓前壁の圧迫の結果生ずる心臓の異常回転運動が主たる原因と考えられた。

文 献

- 1) Fabricius J, Davidsen HG, Hansen AT: Cardiac function in funnel chest. Twenty-six patients investigated by cardiac catheterization. *Dan Med Bulletin* 4: 251-257, 1957
- 2) Reusch CS: Hemodynamic studies in pectus excavatum. *Circulation* 24: 1143-1150, 1961
- 3) Wachtel FW, Ravitch MM, Grishman A: The relation of pectus excavatum to heart disease. *Am Heart J* 52: 121-137, 1956
- 4) Ravitch MM: Pectus excavatum and heart failure. *Surgery* 30: 178-194, 1951
- 5) Howard R: Funnel chest: Its effect on cardiac function. *Arch Dis Childhood* 34: 5-7, 1959
- 6) Lyons HA, Zuhdi MN, Kelly JJ: Pectus excavatum ("funnel breast"), a cause of impaired ventricular distensibility as exhibited by right ventricular pressure pattern. *Am Heart J* 50: 921-922, 1955
- 7) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学. 南山堂, 東京, 1970, p 301-303
- 8) Tavel ME: *Clinical Phonocardiography and External Pulse Recording*. 3rd ed, Year Book Medical Publishers, Chicago, 1978, p 298
- 9) Bon Tempo CP, Ronan JA Jr, de Leon AC, Twigg HL: Radiographic appearance of the thorax in systolic click-late systolic murmur syndrome. *Am J Cardiol* 36: 27-31, 1975
- 10) Salmon J, Shah PM, Heinle RA: Thoracic skeletal abnormalities in idiopathic mitral valve prolapse. *Am J Cardiol* 36: 32-36, 1975
- 11) Shah PM, Slodki SJ: The Q-II interval. A study of the second heart sound in normal adults and in systemic hypertension. *Circulation* 29: 551-561, 1964

福田, 大木, 谷口, ほか

- 12) 平丸義武, 竹越忠美, 大江国広, 恩地一影, 西野知一, 竹越国夫: Funnel chest 3例の心機図. *Jpn Circulat J* **39** (Suppl): 740, 1975
- 13) 塩谷邦彦, 山本廣史, 相良鞆彦, 杉原正義, 縄田義夫, 鳥井紳一郎, 吉沢喜章: 相対的三尖弁狭窄性拡張期ランブルの臨床的観察. *臨床心音図* **5**: 291-304, 1975
- 14) Colman AL: Clinical Examination of the Jugular Venous Pulse. Charles C Thomas, Springfield, 1966, p 98
- 15) Domanchich A, Koenker RJ: Dynamics of the normal jugular bulb pulsations and their changes in tricuspid regurgitation. A clinical revision with pertinent historical highlights. *Am Heart J* **82**: 252-268, 1971
- 16) 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**: 383-398, 1972
- 17) Kesteloot H, Deneff B: Value of reference tracings in diagnosis and assessment of constrictive epicarditis. *Br Heart J* **32**: 675-682, 1970
- 18) El-Sherif A, El-Said G: Jugular, hepatic and precordial pulsations in constrictive pericarditis. *Br Heart J* **33**: 305-312, 1971
- 19) 松久茂久雄, 由井靖子, 仁木由子, 仁木敏晴, 森博愛, 西島早見: 心臓手術後の頸静脈波の変化に関する検討. *J Cardiography* **6**: 403-412, 1976
- 20) 斎藤 憲, 松久茂久雄, 福田信夫, 西岡義典, 仁木敏晴: 先天性心外膜部分欠損症の1例——特にその頸静脈波変化に関する検討——. *呼吸と循環* **27**: 425-429, 1979
- 21) Mirro MJ, Rogers EW, Weyman AE, Feigenbaum H: Angular displacement of the papillary muscles during the cardiac cycle. *Circulation* **60**: 327-333, 1979
- 22) 大島千寿子, 大木 崇, 竹村晴光, 村尾明之, 谷口哲三, 福田信夫, 河原啓治, 浅井幹夫, 仁木敏晴, 森 博愛: 心房中隔欠損症における心室中隔運動の再評価. *日超医講演論文集* **36**: 323-324, 1980
- 23) Yoshikawa J, Tanaka K, Owaki T, Kato H: Reappraisal of jugular phlebogram in the diagnosis of tricuspid regurgitation. Relationship between echocardiographic interventricular septal motion and jugular phlebogram. *Jpn Heart J* **18**: 31-42, 1977
- 24) 松久茂久雄, 大木 崇, 仁木由子, 谷口哲三, 仁木敏晴, 森 博愛, 沢田誠三: 心臓手術後の心室中隔奇異性運動に関する研究: 頸静脈波曲線との対比. *J Cardiography* **6**: 691-703, 1976
- 25) 柳原皓二, 大脇 嶺, 加藤 洋, 鈴木隆夫, 高木義博, 奥町富久丸, 吉川純一: 冠動脈疾患における心室中隔異常運動と頸静脈波曲線の変化. *J Cardiography* **7**: 77-85, 1977
- 26) 松久茂久雄, 上原茂弘, 土師一夫, 大江 透, 斎藤宗靖, 中島克彦, 平盛勝彦, 下村克朗: 右室梗塞の3例. *J Cardiography* **9**: 375-385, 1979