

右室負荷時の左室機能：左
室駆出動態の非対称化につ
いて

Left ventricular function
in right ventricular
overload: Asymmetry
of the left ventricular
ejection

岩永 史郎
半田俊之介
阿部 純久
大西 祥平
中村 芳郎
国枝 悦夫*
尾川 浩一*
久保 敦司*

Shiro IWANAGA
Shunosuke HANDA
Sumihisa ABE
Shohei ONISHI
Yoshiro NAKAMURA
Etsuo KUNIEDA*
Koichi OGAWA*
Atsushi KUBO*

Summary

This study clarified regional and global functions of the distorted left ventricle due to right ventricular overload by means of gated radionuclide ventriculography (RVN). Cardiac catheterization and RVN were performed in 13 cases of atrial septal defect (ASD), 13 of pure mitral stenosis (MS), 10 of primary pulmonary hypertension (PPH), and 10 of normal subjects (NL). Right ventricular systolic pressure (RVSP) was 32.9 ± 13.9 , 45.0 ± 12.2 , 88.3 ± 17.1 , and 21.2 ± 4.5 mmHg, respectively. RVN was performed with a ^{99m}Tc -red blood cell in a vivo labeling technique. The end-systolic LAO view of the left ventricle was halved into septal and free-wall sides. The end-diastolic halves were determined in the same plane. Ejection fractions of the global left ventricle (LVEF), global right ventricle (RVEF), the septal half of the left ventricle (SEPEF), and the free-wall half of the left ventricle (FWEF) were obtained.

LVEF was $56.8 \pm 9.8\%$ in NL, $52.8 \pm 10.5\%$ in ASD, and $49.5 \pm 12.9\%$ in PPH. In MS, LVEF ($47.0 \pm 13.0\%$) was smaller than those in the other groups. RVEF was $37.0 \pm 5.2\%$ in NL, $43.7 \pm 15.5\%$ in ASD, and $32.8 \pm 11.5\%$ in MS. In PPH, RVEF ($25.0 \pm 10.6\%$) was smaller than those in the other groups. SEPEF was smaller in ASD ($42.5 \pm 13.2\%$), MS ($40.4 \pm 13.1\%$), PPH ($40.5 \pm 12.5\%$) than in NL ($53.5 \pm 8.5\%$). Systolic function of the septal half of the left ventricle was disturbed by right ventricular overload. RVEF ($r = -0.35$, $p < 0.05$) and SEPEF ($r = -0.51$, $p < 0.01$) had negative correlations with RVSP. As RVSP rose, systolic function of the septal half of the left ventricle was more severely disturbed. FWEF was the same among the four groups; NL ($57.0 \pm 12.6\%$), ASD ($48.6 \pm 15.2\%$),

慶應義塾大学医学部 内科呼吸循環科
*同 放射線科
東京都新宿区信濃町 35 (〒160)

Cardiopulmonary Division, Department of Medicine,
and *Department of Radiology, School of Medicine,
Keio University, Shinanomachi 35, Shinjuku-ku,
Tokyo 160

MS ($50.5 \pm 12.0\%$), and PPH ($51.1 \pm 12.3\%$). Right ventricular overload does not affect systolic function of FWLV. There was a good correlation between SEPEF and LVEF in NL ($r=0.81$), though in PPH this correlation was poor ($r=0.64$). In patients with PPH the septal side of the left ventricle does not act as a part of the global left ventricle.

Systolic function of the septal side of the left ventricle is disturbed due to the distortion of the ventricular septum, but systolic function of the free-wall side is maintained within a normal range, when the left ventricular myocardium is kept normal. These data showed that the distorted left ventricle due to right ventricular overload maintains its global function with preserved function of the free-wall side.

Key words

Left ventricular function Gated radionuclide ventriculography Regional ejection fraction Right ventricular overload

はじめに

左右の心室は心室中隔および心筋線維束を共有し、一つの心膜に包まれている。このため一方の心室にかかった負荷は、循環系を介さずに直接他方の心室へ物理的影響を及ぼす。このような心室間の直接的相互関与^{1,2)}は、1914年に Henderson と Prince によって初めて報告された³⁾。その後、1967年、Laks らは摘出心臓の実験⁴⁾により、1974年、Bemis らは肺循環体循環を分離した実験⁵⁾によりこれを示した。更に、これを支持する報告がなされている^{6,7)}。臨床例では断層心エコー図法による解析で、右室の慢性圧負荷により心室中隔は収縮期に偏平化し、左室が変形することが明らかにされた⁸⁻¹⁰⁾。心筋に障害がなければ左室自由壁の壁収縮は正常に保たれるが、心室中隔では壁収縮が障害される¹¹⁻¹⁴⁾。すなわち、慢性右室圧負荷に伴う左室機能の障害には局在性が認められる。

局所左室機能の検討に、虚血性心疾患では心電図同期心プール法で計測された局所駆出率が用いられている¹⁵⁻¹⁸⁾。我々は同様の手法により、慢性右心負荷疾患患者の左室機能障害の局在性を明らかにし、更にこのような局在性を有する左室機能の障害が、左室全体の機能に及ぼす影響を検討した。

対象と方法

慢性右心負荷疾患のうち、容量負荷例として、二次孔型心房中隔欠損症 13 例 (16~59 歳)、圧負荷例として純型僧帽弁狭窄症 13 例 (33~61 歳)、原発性肺高血圧症 10 例 (20~58 歳) を対象とした (Table 1)。心房中隔欠損症の 1 例、僧帽弁狭窄症の 9 例は心房細動であったが、RR 間隔が比較的均一なため、これらも対象に含めた。胸痛または心電図異常を主訴として来院し、器質的心疾患がなかった 10 例を健常対照例 (18~59 歳) とした。全例に心臓カテーテル法を施行した。心血管内圧、心拍出量および肺体血流比を測定し、左室および冠動脈造影を行った。心臓カテーテル検査と同時期に、全症例に心電図同期心プール法を施行した。

Table 1. Distribution and subjects

	Cases	Sex (M/F)	Age (years)
Control	10	7/3	18-59
ASD	13	6/7	16-59
MS	13	2/11	33-61
PPH	10	3/7	20-58

ASD=atrial septal defect; F=female; M=male; MS=mitral stenosis; PPH=primary pulmonary hypertension.

NL: N. I. 37 y. f.

PPH: Y. I. 20 y. f.

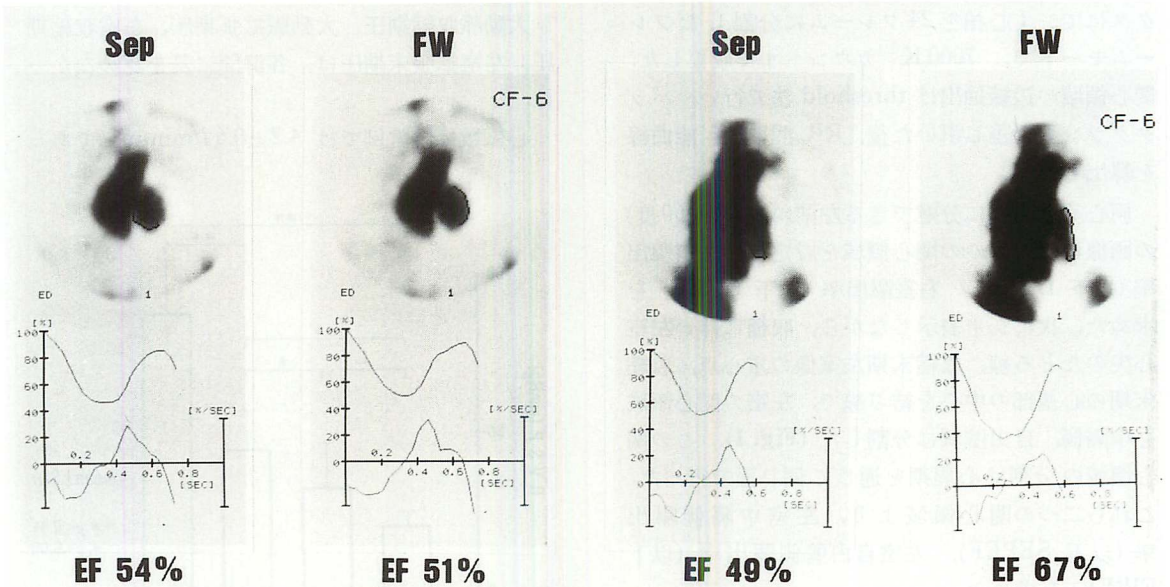
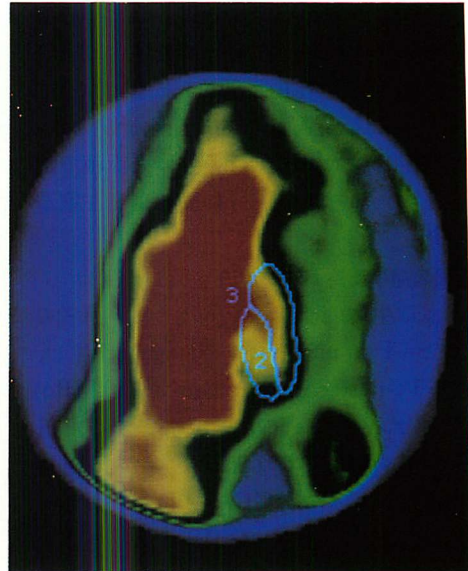
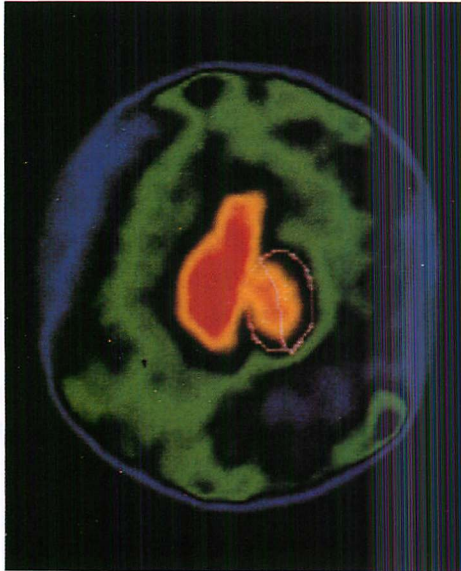


Fig. 1. Septal and free-wall ROIs, and time-activity curves in representative cases.

Left anterior oblique view of the left ventricle at end-systole is divided into septal and free-wall halves. In controls, ejection fraction of septal (54%) and free-wall (51%) halves of the left ventricle are almost the same, but in primary pulmonary hypertension, the ejection fraction of the septal half (49%) is less than that of the free-wall half (67%).

Amplitude=amplitude image; EF=ejection fraction; f=female; FW=free-wall ROI; LAO view=left anterior oblique view; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; ROI=region of interest; SEP=septal ROI; y=years old.

1. 心臓カテーテル法

右大腿動静脈よりカテーテルを挿入した。心血管内圧, すなわち大動脈・左室・肺動脈・右室収縮期圧, 大動脈・肺動脈拡張期圧, 左室・右室拡張末期圧, 肺毛細管楔入圧, 右房圧を計測した。心拍出量の測定は Fick 法で行い, 体表面積で除して心係数とした。その後, 冠動脈および左室造影を施行した。

2. 心電図同期平衡時心プール法

^{99m}Tc -赤血球生体内標識法で施行した。患者の肘静脈より Sn-Pyrophosphate 10 mg を静注し, 30分後に ^{99m}Tc -pertechnetate 20 mCi (740 MBq) を注射した。アイソトープ注入 10 分後から, 低エネルギー用高分解能平行多孔コリメータを装着した東芝製ガンマカメラ (GCA-401), および汎用画像処理コンピューター (GMS-55A) を用いて, 画像を収集した。64×64ピクセルのマトリックスにて, 1心拍を 24 フレームに分割したフレームモードで, 7000 K カウントまで収集した。関心領域の辺縁抽出は threshold 法で行い, バックグラウンドを差し引いた後, RR 間の放射能曲線を算出した。

両心室を明瞭に分離できる左前斜位 (30~60度) の画像におのおのの関心領域を設定し, 左室駆出率 (以下 LVEF), 右室駆出率 (以下 RVEF) を求めた。次にシネ表示しながら, 収縮に伴い左室心尖のたどる線, 収縮末期左室像の重心点, 収縮末期の心基部の中心を結ぶ線で, 左室の関心領域を中隔側, 自由壁側に分割した (Fig. 1)。この関心領域の分割は心周期を通じて同じ面で行った。これら二つの関心領域より, 左室中隔側駆出率 (以下 SEPEF), 左室自由壁側駆出率 (以下 FWEF) を求めた。

3. 統計解析

測定値は平均±標準偏差で表示した。統計学的検討には paired および non-paired t test を用い, 有意差検定は 1%, または 5% で行った。また, 相関分析は単回帰分析で行い, 同様に有意差検定を行った。

結 果

1. 心血管内圧および心拍出量

右室収縮期圧は健常例 21.2 ± 4.5 mmHg, 心房中隔欠損症 32.9 ± 13.9 mmHg, 僧帽弁狭窄症 45.0 ± 12.2 mmHg, 原発性肺高血圧症 88.3 ± 17.1 mmHg であった。Fig. 2 に示すように, 健常例, 心房中隔欠損症, 僧帽弁狭窄症, 原発性肺高血圧症の順に高くなった。肺動脈楔入圧は健常例 4.8 ± 1.9 mmHg であり, 心房中隔欠損症 (5.4 ± 3.2 mmHg), 原発性肺高血圧症 (6.2 ± 2.7 mmHg) ではほぼ同等であった。僧帽弁狭窄症では 19.1 ± 7.0 mmHg と高値であった。右室拡張末期圧は健常例で 3.4 ± 1.4 mmHg, 僧帽弁狭窄症で 4.3 ± 2.8 mmHg と, 正常であった。心房中隔欠損症では 5.5 ± 2.0 mmHg, 原発性肺高血圧症では 10.4 ± 5.6 mmHg と上昇していた。

大動脈収縮期圧, 大動脈拡張期圧, 左室収縮期圧, 左室拡張末期圧は, 各群間に差を認めなかった。

心係数は健常例では 4.2 ± 0.6 l/min/m² であつ

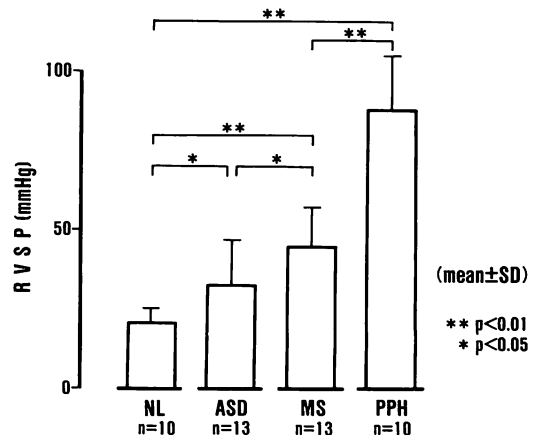


Fig. 2. Right ventricular systolic pressure of four groups.

ASD=atrial septal defect; MS=mitral stenosis; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; RV=right ventricle; RVSP=right ventricular systolic pressure; SD=standard deviation.

た. 心房中隔欠損症では 3.7 ± 1.4 l/min/m² で、健常例より低下していたが、有意ではなかった. 僧帽弁狭窄症では 3.2 ± 0.7 l/min/m², 原発性肺高血圧症では 3.4 ± 0.7 l/min/m² と、健常例に比して低下していた (Table 2).

2. 左室および右室駆出率

LVEF は健常例 $56.8 \pm 9.8\%$, 心房中隔欠損症 $52.8 \pm 10.5\%$, 原発性肺高血圧症 $49.5 \pm 12.9\%$ で、三群間に差を認めなかった. しかし、僧帽弁狭窄症では $47.0 \pm 13.0\%$ で、健常例より低下していた.

RVEF は健常例では $37.0 \pm 5.2\%$ であった. 心房中隔欠損症は $43.7 \pm 15.5\%$ で、健常例より高値をとったが有意差はなかった. 僧帽弁狭窄症は $32.8 \pm 11.5\%$ で健常例と差がなかった. 原発性肺高血圧症 ($25.0 \pm 10.6\%$) は健常例に比して低下していた (Fig. 3). 全症例の RVEF と右室収縮期圧の関係を Fig. 4 に示す. 相関係数は低い負の相関 ($r = -0.35, p < 0.05$) を認めた.

各群内の LVEF と RVEF の関係を Fig. 5 に示す. 健常例では LVEF に比較して RVEF は低値を示した. 僧帽弁狭窄症, 原発性肺高血圧症でも同様に LVEF に比して RVEF が低値であった. 心房中隔欠損症では RVEF が高いため、LVEF との間に差を認めなかった.

3. 関心領域の大きさ

各群の左室中隔側関心領域と左室自由壁側関心

領域の収縮末期における大きさを Fig. 6 に示す. 大きさを画素数 (pixels) で比較した場合にも、カウントで比較した場合にも、心房中隔欠損症を除いた3群では、収縮末期の二つの関心領域の大きさに差はなかった.

4. 左室中隔側駆出率, 左室自由壁側駆出率

各群の SEPEF と FWEF の関係を Fig. 7 に示す. 健常例では SEPEF $53.5 \pm 8.5\%$ と FWEF $57.0 \pm 12.6\%$ で差がなかった. 心房中隔欠損症, 僧帽弁狭窄症, 原発性肺高血圧症では FWEF に比し, SEPEF が有意に低値を示した.

SEPEF は健常例に比べ, 心房中隔欠損症 ($42.5 \pm 13.2\%$), 僧帽弁狭窄症 ($40.4 \pm 13.1\%$), 原発性肺高血圧症 ($40.5 \pm 12.5\%$) とともに低値を示した. FWEF は心房中隔欠損症 $48.6 \pm 15.2\%$, 僧帽弁狭窄症 $50.5 \pm 12.0\%$, 原発性肺高血圧症 $51.1 \pm 12.3\%$ で、健常例と比較して差がなかった (Fig. 8).

SEPEF と右室収縮期圧との間には相関 ($r = -0.51, p < 0.01$) があった (Fig. 9). 強い相関ではないが, RVEF と右室収縮期圧の相関に比して相関係数は高かった.

考 察

慢性右心負荷によって心室中隔が圧排されることは知られているが、形態が変化した左室の収縮動態は必ずしも十分に解析されていない^{13,14}. 断

Table 2. Hemodynamic data

	LVSP (mmHg)	LVEDP (mmHg)	PCWP (mmHg)	RVSP (mmHg)	RVEDP (mmHg)	RAP (mmHg)	CI (l/min/BSA)
Controls	119±22	8.0±2.7	4.8±1.9	21.2± 4.5	3.4±1.4	1.3±1.3	4.2±0.6
ASD	113± 9	6.8±3.4	5.4±3.2	32.9±13.9*	5.5±2.0**	2.4±1.4*	3.7±1.4
MS	114±20	7.8±3.7	19.1±7.0**	45.0±12.2**	4.3±2.8	3.4±2.8	3.2±0.7**
PPH	98±25	9.2±5.7	6.2±2.7	88.3±17.1**	10.4±5.6**	4.9±4.1*	3.4±0.7*

* p<.05 vs control, ** p<.01 vs control

ASD=atrial septal defect; BSA=body surface area; CI=cardiac index; LVEDP=left ventricular end-diastolic pressure; LVSP=left ventricular systolic pressure; MS=mitral stenosis; PCWP=pulmonary capillary wedge pressure; PPH=primary pulmonary hypertension; RAP=right atrial pressure; RVEDP=right ventricular end-diastolic pressure; RVSP=right ventricular systolic pressure.

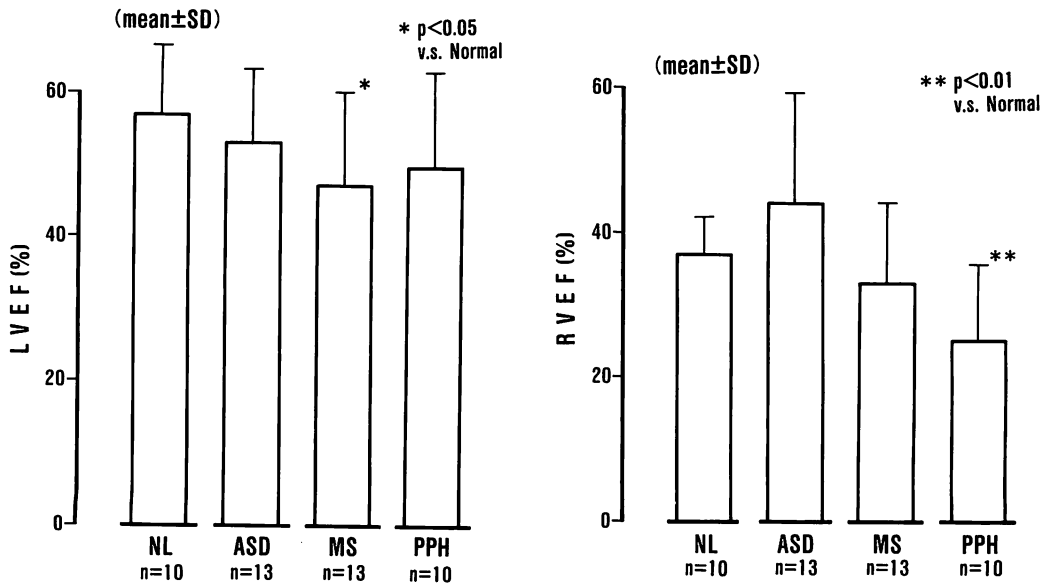


Fig. 3. Left ventricular and right ventricular global ejection fraction.

Left ventricular global ejection fraction is less in mitral stenosis than in others. Right ventricular global ejection fraction is less in primary pulmonary hypertension than in others. Right ventricular global ejection fraction in atrial septal defect is slightly greater than that of controls, but it is not significant.

ASD=atrial septal defect; LVEF=left ventricular ejection fraction; MS=mitral stenosis; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; RVEF=right ventricular ejection fraction; SD=standard deviation.

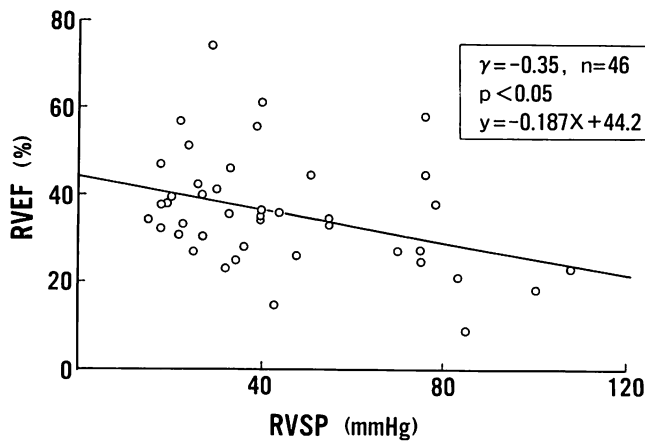


Fig. 4. Correlation between right ventricular systolic pressure (RVSP) and right ventricular global ejection fraction (RVEF).

There is a negative correlation between right ventricular systolic pressure and right ventricular ejection fraction.

RVEF=right ventricular ejection fraction; RVSP=right ventricular systolic pressure.

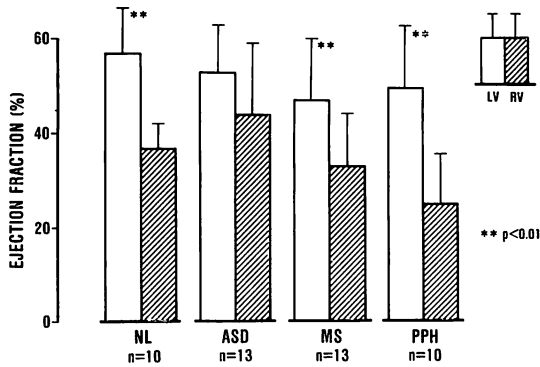


Fig. 5. Comparison of left ventricular and right ventricular ejection fraction in each group.

Right ventricular ejection fraction is less than left ventricular ejection fraction in controls, mitral stenosis, and in primary pulmonary hypertension. In atrial septal defect, there is no difference between the two.

ASD=atrial septal defect; LV=left ventricle; LVEF=left ventricular ejection fraction; MS=mitral stenosis; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; RV=right ventricle; RVEF=right ventricular ejection fraction.

層心エコー図による評価は、左室の一断面のみについて検討したに留まる。ひしゃげた左室では、一断面の動態を左室全体に普遍化することに問題が残る^{19,20}。本研究で用いた心電図同期心プール法は、心周期に伴う両心室内腔容積の変化を捉えているため、心基部から心尖部にわたる心室全体の動態を観察することができる。これは変形した左室の収縮動態の解明に適した方法と考えられる^{21~23}。

心電図同期心プール法を用いたこれまでの研究では、右室圧負荷により右室駆出率が低下することで一致している^{14,24~26}。しかし、左室駆出率については変化しないという報告^{27,28}、低下するという報告^{29,30}が見られ意見が分かれる。右室駆出率の低下は右室圧負荷が高度である場合に認められること、右室圧負荷が高度であっても、左室駆出率は低下しないことが本研究で示された。本研究で対象とした心房中隔欠損症、僧帽弁狭窄症群は、右室駆出率が低下するに至る程度の右室圧負

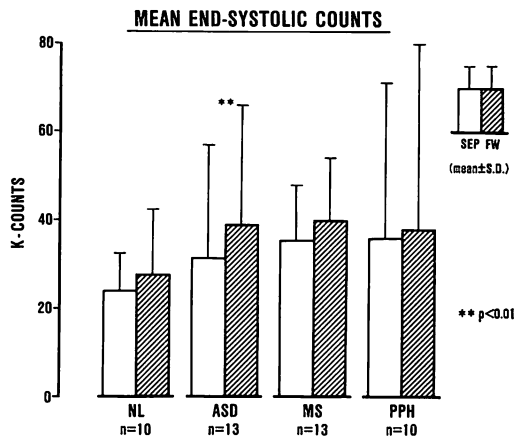
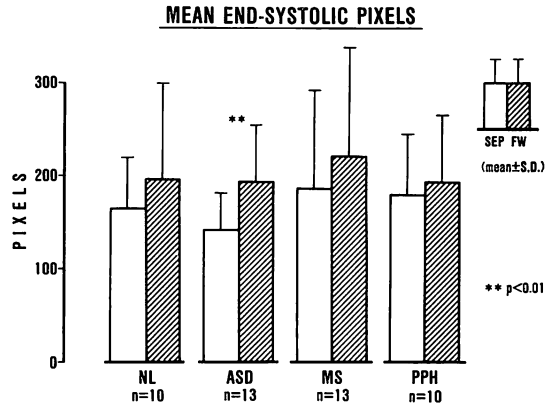


Fig. 6. End-systolic pixels and end-systolic counts of septal and free-wall ROIs in each group.

There are no differences in pixels or counts between septal ROI and free-wall ROI in each group except atrial septal defect. The left ventricle is subdivided into the same size at end-systole in these groups.

ASD=atrial septal defect; FW=free-wall ROI; MS=mitral stenosis; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; ROI=region of interest; SEP=septal ROI; SD=standard deviation.

荷が生じていないと考えられる。僧帽弁狭窄症群での左室駆出率の低下は右心圧負荷による左心機能障害ばかりでなく、いわゆる心筋因子 myocardial factor^{31,32} の関与が示唆された。

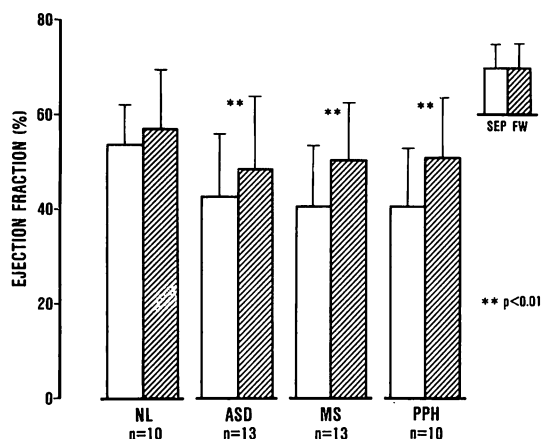


Fig. 7. Comparison of ejection fractions of the septal and free-wall sides of the left ventricle in each group.

In controls there is no difference between ejection fractions of the septal and free-wall sides of the left ventricle. But ejection fraction of the septal side is less than that of the free-wall side in atrial septal defect, mitral stenosis, and primary pulmonary hypertension.

ASD=atrial septal defect; FW=free-wall ROI; FWEF=ejection fraction of the free-wall side in the left ventricle; MS=mitral stenosis; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; ROI=region of interest; SEP=septal ROI; SEPEF=ejection fraction of the septal side in the left ventricle.

左室中隔側の収縮機能をみた SEPEF は、右室駆出率が低下しない程度の右室圧負荷を有する僧帽弁狭窄症でも低下していて、右室圧負荷の指標として、左室側の SEPEF の方が右室駆出率より鋭敏であった。右室駆出率は右室容量負荷によって増加する傾向を示したが、右室圧負荷の指標として SEPEF は右室容量負荷の影響を受けにくいと考えられた。右室収縮期圧の上昇に伴い、右室駆出率と同様に SEPEF も低下することは、左右心室の直接的相互関与の存在を示している。

高度の右室圧負荷が加わっても、左室自由壁側の収縮機能を示す FWEF はほぼ正常に保たれた。左室中隔側の収縮機能の障害を自由壁側が代償し、全体としての左室駆出率は保たれる。

従来、心室中隔は左室の一部であるという考え方が一般的である。本研究でも、左室全体の収縮機能の指標である LVEF と左室中隔側の指標である SEPEF とは、健常例では強い相関を示し、左室中隔側は左室の一部として働いていることが示された。しかし、高度の右室圧負荷を有する原発性肺高血圧症ではこの相関が弱く、慢性の右心圧負荷によって、左室中隔側が全体としての左室とは異なる収縮動態を示した (Fig. 10)。

駆出率は収縮機能の指標として臨床的に広く使用されている^{14~18,20~29)}が駆出率は前負荷、後負荷の影響を受けることが報告されている^{33~35)}。駆出率を収縮性の指標として用いるためには、前負荷、後負荷、心拍数が一定の条件下でなければならない。右室圧負荷によってひしゃげた左室では、収縮期圧、拡張末期圧を左室局所の後負荷、前負荷の指標とすることには問題があり、局所駆出率を局所心筋の収縮性の指標として論じることが困難となる。しかし収縮機能の局在性障害を来す虚血性心疾患で、局所駆出率は局所心機能の指標として、臨床的に十分評価されている^{15~18)}。この指標をひしゃげた左室に適応することに問題はない。

局所駆出率は通常心周期を通して固定された関心領域で計測される。本研究でも、左室関心領域の分割に、心周期を通して固定された一つの面を用いた。壁運動の評価に使用される固定中心点は心臓全体の運動の影響を受けることが指摘されていて、局所駆出率も同様の影響が予想される。このため収縮期に心室中隔が右室方向へ引きずられる心房中隔欠損症群で、SEPEF が過小評価されている可能性がある。局所駆出率では特定の関心領域からの駆出量を収縮機能として捉えているため、若干問題が異なる。本研究では、左室中隔側関心領域と左室自由壁側関心領域は、心房中隔欠損症を除いた3群では、収縮末期にほぼ同等の容積に分割されている。このため、各局所駆出率は、各関心領域からの一回拍出量を示すといえる。慢性右室圧負荷により、SEPEF が低下し、FWEF

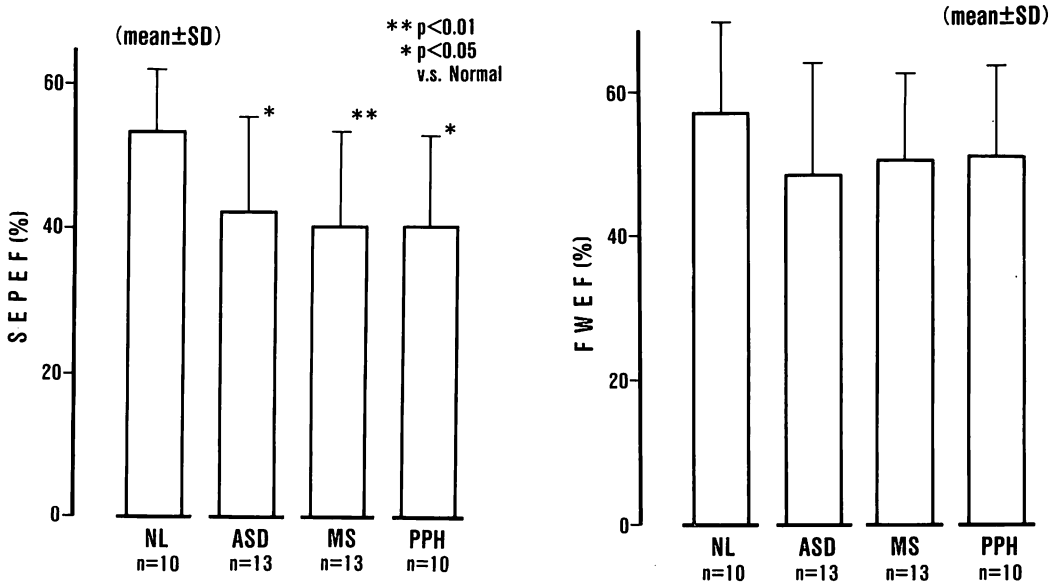


Fig. 8. Ejection fraction of the septal and free-wall sides of the left ventricle.

Ejection fraction of the septal side of the left ventricle decreases in atrial septal defect, mitral stenosis, and primary pulmonary hypertension compared to Controls. Ejection fraction of free-wall side of the left ventricle does not differ among the four groups.

ASD=atrial septal defect; FWEF=ejection fraction of the free-wall side in the left ventricle; MS=mitralstenosis; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; SD=standard deviation; SEPEF=ejection fraction of septal side in the left ventricle.

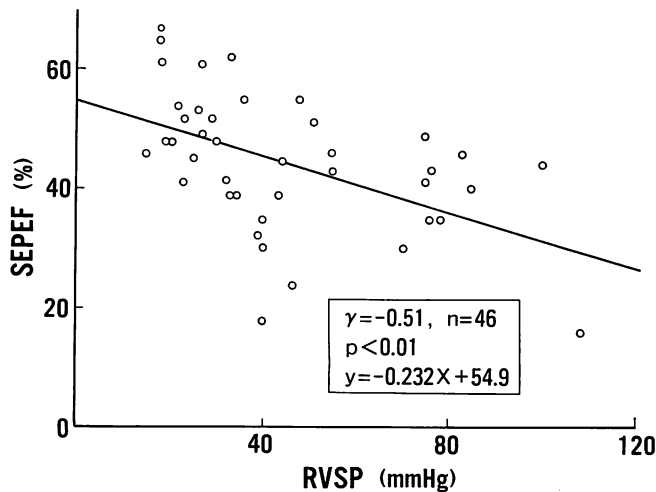


Fig. 9. Correlation between right ventricular systolic pressure (RVSP) and ejection fraction of the septal side in the left ventricle (SEPEF).

There is a negative correlation between right ventricular systolic pressure and ejection fraction of the septal side of the left ventricle.

RVSP=right ventricular systolic pressure; SEPEF=ejection fraction of the septal side of the left ventricle.

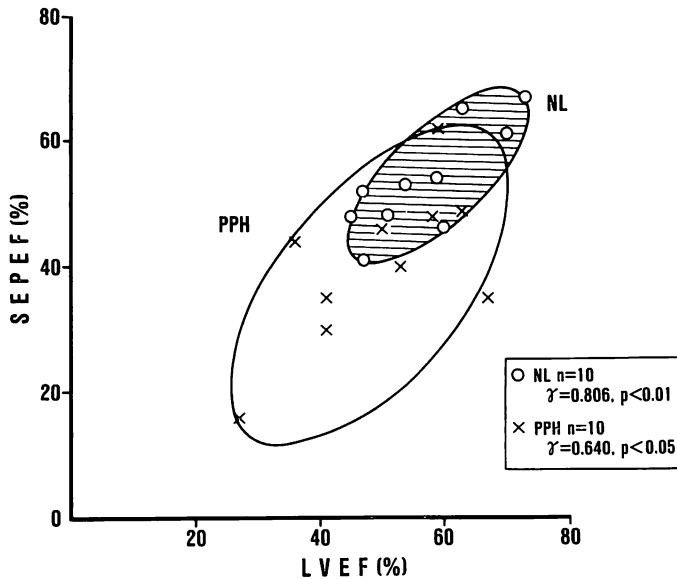


Fig. 10. Correlation between global ejection fraction (LVEF) and ejection fraction of the septal side of the left ventricle (SEPEF) in primary pulmonary hypertension and in controls.

A good correlation exists between global ejection fraction and ejection fraction of the septal side of the left ventricle in controls, but this correlation is not noted in primary pulmonary hypertension. Thus, septal side of the left ventricle does not act as a part of the global left ventricle in primary pulmonary hypertension.

LVEF=left ventricular global ejection fraction; NL=control; PPH=primary pulmonary hypertension; SEPEF=ejection fraction of septal side in the left ventricle.

はほぼ正常に保たれていたことは、左室全体の一回拍出量のうち、左室自由壁側の駆出する割合が増加したことを示す。

結 論

1. 慢性右心負荷が右室および左室駆出動態におよぼす影響を検討した。
2. 右心圧負荷により RVEF, SEPEF は低下し、右室と同様に左室中隔側の収縮機能も障害された。
3. FWEF は健常例と右心負荷例で差がなかった。高度の右室圧負荷でも、左室自由壁側の収縮機能に障害は起こらなかった。
4. LVEF は僧帽弁狭窄症を除いて低下せず、左室全体の収縮機能は正常に保たれた。
5. 慢性右心負荷による左室収縮機能障害は中

隔側に局限した。この理由として、心室中隔の運動異常が重要である。

要 約

慢性右心負荷によりひしゃげた左室の収縮機能障害の局在性、およびその左室全体の機能に及ぼす影響を、心電図同期心プール法で検討した。心臓カテーテル法を施行した心房中隔欠損症 13 例 (右室収縮期圧: 32.9 ± 13.9 mmHg), 僧帽弁狭窄症 13 例 (45.0 ± 12.2 mmHg), 原発性肺高血圧症 10 例 (88.3 ± 17.1 mmHg), 健常対照 10 例 (21.2 ± 4.5 mmHg) を対象とした。 ^{99m}Tc -赤血球生体内標識法により心電図同期心プール法を施行し、左室駆出率 (LVEF), 右室駆出率 (RVEF), 左室中隔側駆出率 (SEPEF), 左室自由壁側駆出率 (FWEF) を計測した。左室関心領域の分割には、

収縮末期左前斜位像の心基部から心尖部にわたる中心線を用いた。

LVEF は健常例 $56.8 \pm 9.8\%$ 、心房中隔欠損症 $52.8 \pm 10.5\%$ 、原発性肺高血圧症 $49.5 \pm 12.9\%$ に比して、僧帽弁狭窄症 ($47.0 \pm 13.0\%$) では低下していた。RVEF は健常例 $37.0 \pm 5.2\%$ 、心房中隔欠損症 $43.7 \pm 15.5\%$ 、僧帽弁狭窄症 $32.8 \pm 11.5\%$ に差を認めなかったが、原発性肺高血圧症 ($25.0 \pm 10.6\%$) では低下していた。SEPEF は健常例の $53.5 \pm 8.5\%$ に比べ、心房中隔欠損症 $42.5 \pm 13.2\%$ 、僧帽弁狭窄症 $40.4 \pm 13.1\%$ 、原発性肺高血圧症 $40.5 \pm 12.5\%$ と低値を示し、左室中隔側の収縮機能は慢性右心負荷によって障害された。RVEF ($r = -0.35, p < 0.05$) と同様、SEPEF と右室収縮期圧の間にも相関 ($r = -0.51, p < 0.01$) があり、左室中隔側の収縮機能障害は右室収縮期圧の上昇に伴って生じた。FWEF は健常例 $57.0 \pm 12.6\%$ 、心房中隔欠損症 $48.6 \pm 15.2\%$ 、僧帽弁狭窄症 $50.5 \pm 12.0\%$ 、原発性肺高血圧症 $51.1 \pm 12.3\%$ に差はなく、左室自由壁側の収縮機能は右室圧負荷が加わってもほぼ正常に保たれた。原発性肺高血圧症では SEPEF と LVEF の相関 ($r = 0.64$) が健常例 ($r = 0.81$) に比して弱く、左室中隔側が左室全体とは異なった収縮動態を示した。

心室中隔の変形により、左室中隔側の収縮機能は障害されるが、左室心筋に障害のない場合には、左室自由壁側が代償し、全体としての左室の収縮機能は正常に保たれた。

文 献

- 1) Elzinga G, van Grondelle R, Westerhof N, van den Bos GC: Ventricular interference. *Am J Physiol* **226**: 941, 1974
- 2) Santamore WP, Lynch PR, Meier G, Heckman J, Bove AA: Myocardial interaction between the ventricles. *J Appl Physiol* **41**: 362-368, 1976
- 3) Henderson Y, Prince AL: The relative systolic discharges of the right and left ventricles and their bearing on pulmonary congestion and depletion. *Heart* **5**: 217, 1914
- 4) Laks MM, Garner D, Swan HJC: Volumes and compliances measured simultaneously in the right and left ventricles of the dog. *Circ Res* **20**: 565, 1967
- 5) Bemis CE, Serur JR, Borkenhagen D, Sonnenblick EH, Urschel CW: Influence of right ventricular filling pressure on left ventricular pressure and dimension. *Circ Res* **34**: 498, 1974
- 6) 川村 陽一: 右室および左室の機能の直接的相互関与に関する実験的研究: 心室拡張終期圧を指標として. *慶應医学* **56**: 197, 1979
- 7) Tani M: Roles of the right ventricular free wall and ventricular septum in right ventricular performance and influence of the parietal pericardium during right ventricular failure in dogs. *Am J Cardiol* **52**: 196, 1983
- 8) Nichol PM, Gilbert BW, Kisslo Ja: Two-dimensional echocardiographic assessment of mitral stenosis. *Circulation* **55**: 120, 1977
- 9) Weyman AE, Heger JJ, Kronik G, Wann LS, Dillon JC, Feigenbaum H: Mechanism of paradoxical early diastolic septal motion in patients with mitral stenosis: A cross-sectional echocardiographic study. *Am J Cardiol* **40**: 691, 1977
- 10) King ME, Braun H, Goldblatt A, Liberthson R, Weymann AE: Interventricular septal configuration as a predictor of right ventricular systolic hypertension in children: A cross-sectional echocardiographic study. *Circulation* **68**: 68, 1983
- 11) Akaishi M, Akizuki S, Ogawa S, Goto T, Ohnishi S, Handa S, Nakamura Y: Two-dimensional echocardiographic estimation of right ventricular pressures. *J Cardiovasc Ultrasonogr* **1**: 45, 1982
- 12) 藤井 効, 半田俊之介, 赤石 誠, 小川 聡, 中村 芳郎: 超音波断層心エコー図による原発性肺高血圧症の評価. *呼吸と循環* **31**: 1221, 1983
- 13) 宮森亮子, 半田俊之介, 小川 聡, 藤井 効, 赤石 誠, 大西祥平, 山崎 元, 中村 芳郎: 慢性右室負荷に伴う左室形態の異常と不均等収縮: 断層心エコー図による評価. *心臓* **17**: 704, 1985
- 14) 宮森亮子, 半田俊之介, 岩永史郎, 和井内由充子, 赤石 誠, 小川 聡, 中村 芳郎: 右心負荷時における心室中隔収縮動態と右心機能: 断層心エコー図による検討. *J Cardiol* **17**: 321, 1987
- 15) Pfisterer M, Emmenegger H: Non-invasive quantification of exercise-induced changes in regional left ventricular function in normals and patients with one vessel coronary artery disease using radionuclide ventriculography. *Eur Heart J* **3**: 203, 1982
- 16) Pfisterer M, Glaus L, Burkart F: Comparative effects of nitroglycerin, nifedipine and metoprolol on regional left ventricular function in patients

- with one-vessel coronary disease. *Circulation* **67**: 291, 1983
- 17) Vitale DF, Green MV, Bacharach SL, Bonow RO, Watson RM, Findley SL, Jones AE: Assessment of regional left ventricular function by sector analysis: A method for objective evaluation of radionuclide blood pool studies. *Am J Cardiol* **52**: 1112, 1983
- 18) Bonow RO, Vitale DF, Bacharach SL, Frederick TM, Kent KM, Green MV: Asynchronous left ventricular regional function and impaired global diastolic filling in patients with coronary artery disease: Reversal after coronary angioplasty. *Circulation* **71**: 297, 1985
- 19) Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic volume determinations: Echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* **37**: 7, 1976
- 20) Krayenbuehl HP, Turina J, Hess O: Left ventricular function in chronic pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* **41**: 1150, 1978
- 21) Borer JS, Bacharach SL, Green MV, Kent KM, Epstein SE, Johnston GS: Real-time radionuclide cineangiography in the noninvasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* **296**: 839, 1977
- 22) Salel AF, Berman DS, DeNardo GL, Mason DT: Radionuclide assessment of nitroglycerin influence on abnormal left ventricular segmental contraction in patients with coronary heart disease. *Circulation* **53**: 975, 1976
- 23) Marshall RC, Berger HJ, Reduto LA, Cohen LS, Gottschalk A, Zaret BL: Assessment of cardiac performance with quantitative radionuclide angiography: Effects of oral propranolol on global and regional left ventricular function in coronary artery disease. *Circulation* **58**: 808, 1978
- 24) 谷 正人, 赤石 誠, 山崎 元, 半田俊之介, 中村芳郎, 小須田茂, 久保敦司: 右室駆出指標の臨床応用: 心電図同期平衡時心プールのスキャン法を用いて. *J Cardiogr* **12**: 675, 1982
- 25) Berger HJ, Matthay RA, Loke J, Marshall RC, Cottschalk A, Zaret BL: Assessment of cardiac performance with quantitative radionuclide angiography: Right ventricular ejection fraction with reference to findings in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Cardiol* **41**: 897, 1978
- 26) Korr KS, Gandsman EJ, Winkler ML, Shulman RS, Bough EW: Hemodynamic correlates of right ventricular ejection fraction measured with gated radionuclide angiography. *Am J Cardiol* **49**: 71, 1982
- 27) Steele P, Ellis JH Jr, Van Dyke D, Sutton F, Creagh E, Davis H: Left ventricular ejection fraction in severe chronic obstructive airways disease. *Am J Med* **59**: 21, 1975
- 28) Kline LE, Crawford MH, MacDonald WJ Jr, Schelbert H, O'Rourke RA, Moser KM: Non-invasive assessment of left ventricular performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* **72**: 558, 1977
- 29) Machida K, Rapaport E: Left ventricular function in experimental pulmonary embolism. *Jpn Heart J* **12**: 221, 1971
- 30) Frank MJ, Weisse AB, Moschos CB, Levinson GE: Left ventricular function, metabolism, and blood flow in chronic cor pulmonale. *Circulation* **47**: 798, 1973
- 31) Feigenbaum H, Campbell RW, Wunsch CM, Steinmetz EF: Evaluation of the left ventricle in patients with mitral stenosis. *Circulation* **34**: 462, 1966
- 32) Heller SJ, Carleton RA: Abnormal left ventricular contraction in patients with mitral stenosis. *Circulation* **42**: 1099, 1970
- 33) Ross J Jr: Afterload mismatch and preload reserve: A conceptual framework for the analysis of ventricular function. *Prog Cardiovasc Dis* **18**: 255, 1976
- 34) Mahler F, Ross J Jr, O'Rourke RA, Covell JW: Effects of changes in preload, afterload and inotropic state on ejection and isovolumic phase measures of contractility in the conscious dog. *Am J Cardiol* **35**: 626, 1975
- 35) Rankin LS, Moos S, Grossman W: Alterations in preload and ejection phase indices of left ventricular performance. *Circulation* **51**: 910, 1975