

左室前壁中隔梗塞の右室収縮と拡張期充満におよぼす影響について

Effects of anteroseptal myocardial infarction on systolic and diastolic filling function of the right ventricle

山岸 隆  
尾崎 正治  
古谷 雄司  
山本 浩造  
齋木 淳  
佐藤 信一  
市岡 隆志  
松田 泰雄  
楠川 禮造  
中司 昌美\*  
前田 準也\*  
河野 隆任\*

Takashi YAMAGISHI  
Masaharu OZAKI  
Yuji FURUTANI  
Kouzo YAMAMOTO  
Atsushi SAEKI  
Shin-ichi SATO  
Takashi ICHIOKA  
Yasuo MATSUDA  
Reizo KUSUKAWA  
Masami NAKATSUKA\*  
Junya MAEDA\*  
Takatou KAWANO\*

Summary

To assess the effects of wall motion abnormalities of the anterior left ventricle and interventricular septum on right ventricular (RV) systolic and diastolic filling function, multiple-gated radionuclide angiography was performed at rest in 53 patients with previous anteroseptal myocardial infarction and 14 normal subjects. There were 26 patients with left ventricular ejection fraction (LVEF)  $\geq 45\%$  (group 1) and 27 with LVEF  $< 45\%$  (group 2). Six measurements were obtained simultaneously in both ventricles: 1) EF, 2) peak ejection rate, 3) duration of systole, 4) peak filling rate, 5) time to the peak filling rate, and 6) ratio of the peak filling rate to the peak ejection rate. The mean RV ejection fraction and the peak ejection rate in groups 1 and 2 were similar to those in the normal subjects. The ratio of the peak RV filling rate to the peak RV ejection rate, a sensitive indicator of diastolic filling function, decreased significantly in group 1 ( $0.61 \pm 0.15$ ,  $p < 0.02$ ) and group 2 ( $0.59 \pm 0.15$ ,  $p < 0.02$ ) as compared with that in the normal subjects ( $0.74 \pm 0.14$ ). This indicates an impairment of early diastolic RV filling compared with RV systolic function. Thus, RV systolic function appears to be normally maintained

山口大学医学部 第二内科  
宇部市小串 1144 (〒755)  
\*徳山中央病院 内科  
徳山市孝田町 1-1 (〒745)

The Second Department of Internal Medicine, Yamaguchi University School of Medicine, Kogushi 1144, Ube 755

\*Department of Internal Medicine, Tokuyama Central Hospital, Kouda-cho 1-1, Tokuyama 745

Received for publication July 1, 1989; accepted July 7, 1989 (Ref. No. 37-77)

even when anteroseptal wall motion is severely impaired ; however, even in the presence of mild anteroseptal wall motion abnormality, RV filling may be impaired without reduced RV systolic function.

### Key words

Previous myocardial infarction      Right ventricular systolic and diastolic filling function      Radionuclide angiography

## はじめに

心室圧, 壁運動あるいは容積は心臓カテーテル検査, 心エコー図法, 心 RI アンジオグラフィーなどを用い測定されてきたが, 一般に興味の対象は左室にあった。これは右室の構造が複雑なため正確な評価が難しく, また左室に比べ, 機能上の重要性が低いと考えられてきたためである。しかし, 治療を選択するうえで, 病的心の両心室の機能, および互いの相互依存関係を知ることは極めて重要である。以前より右室梗塞<sup>1)</sup>, 下壁梗塞<sup>2)</sup>, 肺高血圧症<sup>3)</sup>, あるいは慢性閉塞性肺疾患患者<sup>4)</sup>での右室機能低下はよく知られてきた。左室前壁中隔梗塞患者の右室には, 病理学的に梗塞の合併は少ないとされている<sup>5)</sup>。しかし機能上では右室機能の低下を認めたとする報告<sup>6,7)</sup>や, 認めないとする報告<sup>8,9)</sup>があり, 一定の見解をみない。

右室は自由壁と心室中隔で構成されるが, 一般に右室のポンプ機能に寄与する自由壁の役割は少なく<sup>10~13)</sup>, 右室は左室収縮の補助を受けると考えられている<sup>16,17)</sup>。したがって左室前壁中隔梗塞の際, 何らかの右室の機能障害を呈しても不思議ではない。心プール検査法は非侵襲的に繰り返し検査可能で, 両心室の機能を簡単, かつ同時に評価できる利点を有する。それ故, 本研究ではこの検査法を用い, 冠状動脈左前下行枝のみに病変を有し, 他の血管に異常のない左室前壁中隔梗塞患者を対象に, 前壁中隔壁運動異常に着目して, その右室収縮および拡張充満機能への影響を検討した。

## 対 象

慢性期の左室前壁中隔梗塞患者, 男 38 名, 女

15 名, 計 53 名, 平均年齢  $61 \pm 11$  歳(平均  $\pm$  標準偏差)を対象とした。心プール検査での左室の駆出率 (EF) をもとに  $EF \geq 45\%$  ( $53 \pm 6\%$ ) の 26 名 (G1: 男 19 名, 女 7 名, 平均年齢  $62 \pm 11$  歳), および  $EF < 45\%$  ( $31 \pm 9\%$ ) の 27 名 (G2: 男 19 名, 女 8 名, 平均年齢  $61 \pm 11$  歳) の 2 群に分類し, 健常者 14 名 (男 8 名, 女 6 名, 平均年齢  $56 \pm 10$  歳) の結果と対比検討した。全例, 急性期に胸部症状を有し, 心電図上胸部誘導に異常 Q 波を認め, 血清酵素 (GOT, GPT, CPK, LDH 等) の上昇を呈したため, 貫壁性梗塞と診断された例である。後に施行した冠状動脈造影で左前下行枝を責任血管 ( $\geq 75\%$ ) とする事を確かめ, 他の冠状動脈に 75% 以上の有意狭窄を有する症例は除外した。心プール検査は少なくとも心筋梗塞発症一カ月前後で, 症状の安定した時期に行った。また, 心プール検査の直前に行った thallium-201 を用いた安静時または負荷時の single photon emission computed tomography (SPECT) では, 全例に前壁中隔壁や心尖部に固定欠損を認めた。また, 少なくとも検査の二日前よりすべての投薬を中止した。高血圧, 不整脈, 弁膜症や心筋症を合併する症例は除外した。

## 方 法

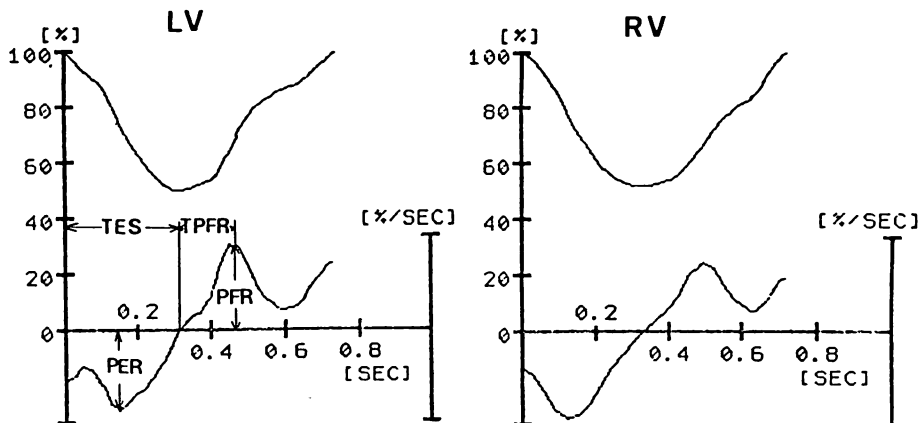
被検者に technetium-99 m-human serum albumin, 20~25 mCi を静注し, 10 分後の平衡時に左前斜位 45~60 度方向より, 低エネルギー汎用コリメーターを装着した東芝製ガンマカメラ GCA-601E を用い, リストモード法にて 12000~15000 キロカウントを東芝製ミニコンピュータに収集した。収集データより心拍数のヒストグラムを作成した後に, 不整脈を除去し, 平均 R-R

## 結 果

間隔を決定した。次に、各ピクセル毎の位相および振幅画像を作成し、これを参考にして左房、右房、大動脈、肺動脈等を分離しつつ、左室および右室の拡張末期像辺縁に関心領域を設定した。収縮末期像において、左室および右室の周囲にバックグラウンドカウント除去のための関心領域を設定した。バックグラウンドカウント除去後に variable ROI 法を用い左室と右室の time-activity curve, およびその一次微分曲線を平均 R-R 間隔を 30 等分する 1 フレーム間隔で作成した。両心室において、1) 駆出率 (EF, %), 2) 最大駆出速度 (PER, end-diastolic counts/sec), 3) 収縮期時間: 拡張末期より収縮末期までの時間 (TES, msec), 4) 最大充満速度 (PFR, end-diastolic counts/sec), 5) 収縮末期より最大充満速度までの時間 (TPFR, msec), および 6) 充満機能に対する収縮機能の影響を除外するため、最大充満速度と最大駆出速度の比 PFR/PER を求めた。

各測定値は平均±標準偏差で示した。また有意差判定には分散分析および Student の対応のない t 検定を用い、危険率 5% 以下を有意と判定した。

**Fig. 1** に正常者の典型的な両心室の time-activity curve を示す。右室での収縮期時間 (TES) や収縮末期より最大充満速度までの時間 (TPFR) は左室の TES や TPFR とほぼ同じ値を示したが駆出率 (EF), 最大駆出速度 (PER) および最大充満速度 (PFR) は、左室に比べ低下していた。**Table 1** に心プール検査結果を示す。左室の前壁中隔壁異常運動にもかかわらず、右室の EF, 最大駆出速度 (PER) は G1, G2 とともに正常に保たれた。収縮期時間 (TES) も健常者に比し両群とも有意差はなかった。右室の最大充満速度 (PFR) は健常群 ( $1.58 \pm 0.37$  EDV/sec) に比し、G1 ( $1.36 \pm 0.23$ ,  $p < 0.05$ ), G2 ( $1.39 \pm 0.38$ ) で僅かに低下した。右室の PFR/PER は健常者 ( $0.74 \pm 0.14$ ) に比し G1 ( $0.61 \pm 0.15$ ,  $p < 0.02$ ), G2 ( $0.59 \pm 0.15$ ,  $p < 0.02$ ) で有意に低下した。また、右室の収縮末期より最大充満速度までの時間 (TPFR) は、左室の収縮機能が障害されるほど延長した。これらは左室の収縮機能が障害されても、右室の収縮機能には変化がないが、拡張早期充満機能は低下する可能性を示唆する。



**Fig. 1. Representative time-activity and the first derivative curves in both ventricles in a normal subject.**

LV=left ventricle; RV=right ventricle; PER=peak ejection rate; TES=duration of systole; PFR=peak filling rate; TPFR=time to peak filling rate.

Table 1. Clinical and radionuclide parameters in the left and right ventricles

	Normal (n=14)	Previous anteroseptal infarction	
		Group 1 (n=26) LVEF $\geq$ 45%	Group 2 (n=27) LVEF $<$ 45%
Age (years)	56 $\pm$ 10	62 $\pm$ 11	61 $\pm$ 11
Heart rate (beats/min)	66 $\pm$ 14	62 $\pm$ 11	68 $\pm$ 9
Systolic blood pressure (mmHg)	119 $\pm$ 13	120 $\pm$ 15	119 $\pm$ 23
Diastolic blood pressure (mmHg)	79 $\pm$ 8	78 $\pm$ 9	76 $\pm$ 12
<b>LV</b>			
Ejection fraction (%)	57 $\pm$ 7	53 $\pm$ 6	31 $\pm$ 9****, †
Peak ejection rate (EDV/sec)	2.96 $\pm$ 0.63	2.64 $\pm$ 0.58	1.78 $\pm$ 0.48****, †
Duration of systole (msec)	346 $\pm$ 28	343 $\pm$ 55	325 $\pm$ 32
Peak filling rate (EDV/sec)	2.78 $\pm$ 0.53	2.01 $\pm$ 0.65***	1.30 $\pm$ 0.45****, †
Time to peak filling rate (msec)	168 $\pm$ 26	193 $\pm$ 27*	189 $\pm$ 42*
Peak filling rate/peak ejection rate	0.95 $\pm$ 0.13	0.79 $\pm$ 0.26*	0.74 $\pm$ 0.22**
<b>RV</b>			
Ejection fraction (%)	42 $\pm$ 6	42 $\pm$ 6	42 $\pm$ 6
Peak ejection rate (EDV/sec)	2.29 $\pm$ 0.42	2.33 $\pm$ 0.54	2.39 $\pm$ 0.43
Duration of systole (msec)	338 $\pm$ 29	334 $\pm$ 65	320 $\pm$ 31
Peak filling rate (EDV/sec)	1.58 $\pm$ 0.37	1.36 $\pm$ 0.23*	1.39 $\pm$ 0.38
Time to peak filling rate (msec)	171 $\pm$ 27	178 $\pm$ 25	186 $\pm$ 29
Peak filling rate/peak ejection rate	0.74 $\pm$ 0.14	0.61 $\pm$ 0.15**	0.59 $\pm$ 0.15**

Abbreviations: LVEF=left ventricular ejection fraction; EDV=end-diastolic counts. \*p<0.05, \*\*p<0.02, \*\*\*p<0.01, \*\*\*\*p<0.001, vs normal subjects, †p<0.05, ‡p<0.001, vs group 1.

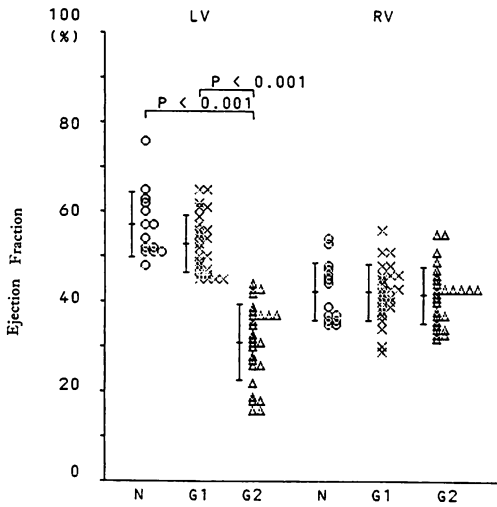
## 考 察

正常心や病的心における両心室心機能の相互依存に関係する因子として, Clyne ら<sup>14)</sup>は冠状動脈の灌流分布, 右室と左室の心筋繊維の配列, 心室中隔, 心膜, 胸腔内圧等の関与を考えた. 本研究ではその一つの因子として特に左室前壁中隔に着目し, 壁運動異常が右室の収縮および拡張早期充満機能に影響を及ぼすか否かを検討した. 右室自由壁は主に右冠状動脈により灌流され<sup>15)</sup>, 前壁中隔梗塞例における右室梗塞の合併は少ない<sup>5)</sup>. 本研究では他因子の影響を可及的に除外するため, 左前下行枝のみを責任血管とする慢性期の安定した前壁中隔心筋梗塞患者を対象とした.

### 1. 右室収縮機能

1943年, Starr ら<sup>10)</sup>はイヌの実験において, 右

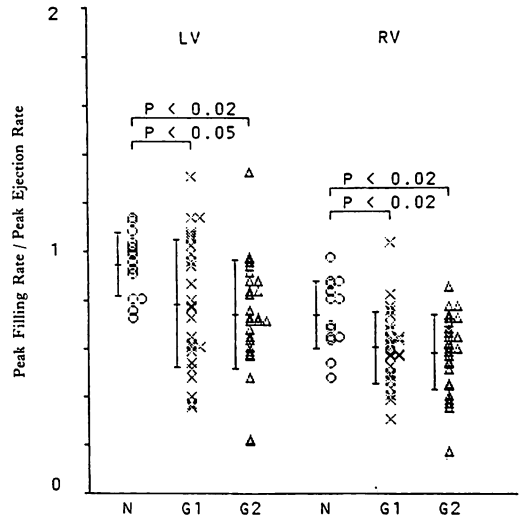
室自由壁を広範囲に障害しても右室のポンプ機能は正常に保たれると報告した. その後, 多くの研究者によって, 右室自由壁の焼灼<sup>11)</sup>やパッチでの置換<sup>12,13)</sup>後に, 右室機能の有意な低下は少ないことが確かめられた. これらの事実より, 右室のポンプ機能は左室収縮の補助により成り立つと推論されるに至った. これを裏づけるものとして, Oboler ら<sup>16)</sup>は右室収縮期圧の dp/dt 曲線が広く, または二峰性を呈し, その一方が左室の peak dp/dt の時期に一致することを発見し, 左室の等容収縮期圧が右室の収縮期圧立ち上がりに影響することを示した. Santamore ら<sup>17)</sup>はウサギを使い, 左室前壁の虚血により右室圧が低下することを示した. 一方, James ら<sup>18)</sup>は右室の駆出にとって, 右室自由壁のみならず, 中隔壁も貢献すると報告した. 臨床においては, 両心室の相互依存関



**Fig. 2. Ejection fraction of both ventricles.**

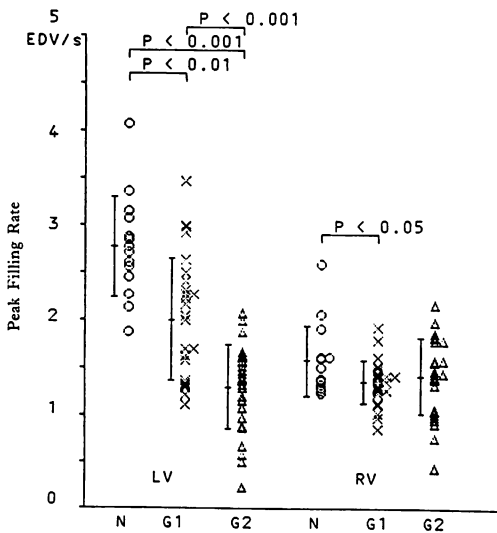
Right ventricular (RV) ejection fraction is normally preserved even when left ventricular (LV) anteroseptal wall motion is mildly (group 1: G1) or severely (group 2: G2) impaired.

N=normal subjects.



**Fig. 4. Peak filling rate/peak ejection rates.**

The ratio of the peak RV filling rate to the peak RV ejection rate is significantly decreased in the group 1 (G1) and group 2 (G2), indicating an impairment of early diastolic RV filling even without reduced RV systolic function.



**Fig. 3. Peak filling rates of three groups.**

Right ventricular (RV) peak filling rate is mildly decreased in the group 1 (G1).

EDV=end-diastolic counts.

係の評価はもっぱら冠状動脈の狭窄部位に基づいて成されてきたが、今でも前壁梗塞患者の右室収縮機能に関し、機能低下を認めたとする報告<sup>6,7)</sup>や、認めないとする報告<sup>8,9)</sup>があり、意見の統一を見ない。これは恐らく、心筋梗塞発症より検査までの時間、梗塞の程度、合併する右冠状動脈病変の有無、検査方法等の違いなどが原因と考えられる。本研究で対象にした慢性期の前壁中隔梗塞患者において、左室収縮能の程度に関わり無く、駆出率や最大駆出速度でみる右室収縮機能の有意な低下はなかった。例えば左室駆出率が16%と著しく低下しているにもかかわらず、右室駆出率は44%に保たれていた症例もあった。全例、右冠状動脈の狭窄病変を有さず、右室自由壁の機能は良好と考えられた。左室収縮の補助が少ない代わりに、この右室自由壁の代償的機能充進のため、右室収縮機能が一見正常に保たれるのかもしれない。右室の収縮機能に関し、この心室中隔壁運動以外に、冠状動脈の灌流分布、心筋繊維の配列、

心膜, 胸腔内圧, 左右短絡の有無, 肺循環の状態等の多くの因子が複雑に関与し, 単に左室中隔壁運動異常の有無が右室収縮機能に影響を与えるという結論を導びき出すことは難しい.

## 2. 右室拡張期充満機能

右室の拡張期充満機能に関する研究は少ない. 本研究において, 左室の収縮機能が低下するに従い, 右室の収縮機能は正常に保たれるにもかかわらずその拡張期充満機能は次第に障害されていった. Fujii ら<sup>19)</sup>はドップラー法を用い, 右冠状動脈に異常がなく, 左前下行枝病変を有する患者においても, 右室の拡張期充満障害がみられると報告した. 彼らはその原因として, 左前下行枝が右室前壁の一部を灌流し, この閉塞により, 左室前壁中隔壁はもとより, 右室前壁の一部もまた梗塞に陥り, そのため右室拡張期充満障害が起こると推論した. 多くの虚血性心疾患において, 左室の収縮機能障害が出現する前に, 拡張機能障害がみられることは周知のことである. 右室においても, 右室前壁の一部の梗塞により, 同様の変化が生じて不思議ではない. 以前より, 右室と左室の拡張機能の相互依存関係について, 多くの研究が成されてきた<sup>20-23)</sup>. そのいずれもが, 一方の心室の容量負荷により, 心室中隔壁の拡張期形態の変化による他方の心室への直接的な干渉や, 流入血を介する間接的な影響などにより, 他方の心室の容積-圧曲線の左方向への移動と傾きの増加, すなわちコンプライアンスの低下を認めている. 今回, 左室前壁中隔梗塞の程度が著しくなるにしたがい, 右室で収縮機能低下が出現する以前に拡張期充満機能の障害がみられた. この右室の拡張期充満障害の原因として, 左室前壁中隔梗塞に伴う右室前壁の一部の梗塞や虚血, 左室の心室中隔壁を介する直接的な干渉, 右室の流入血を介する間接的な影響などによる右室のコンプライアンスの低下が一因として考えられる. 今後, この原因についてさらに研究する必要がある.

## 結 語

冠状動脈の左前下行枝のみに病変を有する慢性期の前壁中隔梗塞患者で, 左室駆出率 45% 以上の 26 名と 45% 未満の 27 名, および正常者 14 名, 計 67 名を対象に, 心プール検査法を用い, 前壁中隔壁運動異常の右室収縮および拡張充満機能への影響を検討した.

左室収縮能の低下にもかかわらず, 駆出率や最大駆出速度でみる右室収縮機能の有意な低下はなかった. しかし, 右室の拡張期充満機能は, 右室収縮機能に比し, 左室収縮能が正常に保たれている時にも障害された.

## 要 約

前壁中隔梗塞患者における右室機能低下の有無を確認する目的で, 右室の収縮期および拡張早期充満機能について検討した.

本報告では左右両心室機能の相互依存に関係する因子として特に左室前壁中隔に着目し, 壁運動異常が右室の収縮および拡張早期充満機能に影響を及ぼすか否かを, 心プール法を用い検討した. 他因子の影響を可及的に除外するため, 左前下行枝のみを責任血管とする慢性期の前壁中隔梗塞患者 53 名を対象とし, それを左室駆出率 45% 以上の 26 名と 45% 未満の 27 名に分類して比較検討した.

1. 左室駆出率の低下, すなわち前壁中隔壁運動異常の程度にかかわらず, 駆出率や最大駆出速度により判定した右室収縮機能の有意な低下はなかった.

2. しかし, 右室の拡張期充満機能は, 右室収縮機能に比し, 左室駆出率が正常, すなわち前壁中隔壁運動異常の程度が軽い時でも強く障害されていた.

## 文 献

- 1) Cohn JN, Giuha NH, Broder MI, Limas CJ: Right ventricular infarction: Clinical and hemodynamic features. *Am J Cardiol* 33: 209-214,

- 1974
- 2) McGhie I, Martin W, Tweddel A, Hutton I: Assessment of right ventricular function in acute inferior myocardial infarction using 133-xenon imaging. *Int J Cardiol* **22**: 195-202, 1989
  - 3) Konstam MA, Idoine J, Wynne J, Grossman M, Cohn L, Beck R, Kozlowski J, Holman BL: Right ventricular function in adults with pulmonary hypertension with and without atrial septal defect. *Am J Cardiol* **51**: 1144-1148, 1983
  - 4) Berger HJ, Matthay RA, Loke J, Marshall RC, Gottschalk 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**: 897-905, 1978
  - 5) Isner JM, Roberts WC: Right ventricular infarction complicating left ventricular infarction secondary to coronary heart disease. *Am J Cardiol* **42**: 885-894, 1978
  - 6) Caplin JL, Dymond DS, Flatman WD, Spurrell RAJ: Global and regional right ventricular function after acute myocardial infarction: Dependence upon site of left ventricular infarction. *Br Heart J* **58**: 101-109, 1987
  - 7) Marmor A, Geltman EM, Biello DR, Sobel BE, Siegel BA, Roberts R: Functional response of the right ventricle to myocardial infarction: Dependence on the site of left ventricular infarction. *Circulation* **64**: 1005-1011, 1981
  - 8) Tobinick E, Schelbert HR, Henning H, LeWinter M, Taylor A, Ashburn W, Karliner JS: Right ventricular ejection fraction in patients with acute anterior and inferior myocardial infarction assessed by radionuclide angiography. *Circulation* **57**: 1078-1084, 1978
  - 9) Ratner SJ, Huang PJ, Friedman MI, Pierson RN Jr: Assessment of right ventricular anatomy and function by quantitative radionuclide ventriculography. *J Am Coll Cardiol* **13**: 354-359, 1989
  - 10) Starr I, Jeffers WA, Meada RH: The absence of conspicuous increments of venous pressure after severe damage to the right ventricle of the dog, with discussion of the relation between clinical and congestive heart failure and heart disease. *Am Heart J* **26**: 291-301, 1943
  - 11) Kagan A: Dynamic responses of the right ventricle following extensive damage by cauterization. *Circulation* **5**: 816-823, 1952
  - 12) Seki S, Ohba O, Tanizaki M, Takahashi S, Teramoto S, Sunada T: Construction of a new right ventricle on the epicardium: A possible correction for underdevelopment of the right ventricle. *J Thorac Cardiovas Surg* **70**: 330-337, 1975
  - 13) Sawatani S, Mandell C, Kusaba E: Ventricular performance following ablation and prosthetic replacement of right ventricular myocardium. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* **20**: 629-636, 1974
  - 14) Clyne CA, Alpert JS, Benotti JR: Interdependence of the left and right ventricles in health and disease. *Am Heart J* **117**: 1366-1373, 1989
  - 15) Farrer-Brown G: Vascular pattern of myocardium of the right ventricle of human heart. *Br Heart J* **30**: 679-686, 1968
  - 16) Oboler AA, Keefe JF, Gaasch WH, Banas JS Jr., Levine HJ: Influence of left ventricular isovolumic pressure upon right ventricular pressure transients. *Cardiology* **58**: 32-44, 1973
  - 17) Santamore WP, Lynch PR, Heckman JL, Bove AA, Meier GD: Left ventricular effects on right ventricular developed pressure. *J Appl Physiol* **41**: 925-930, 1976
  - 18) James TN: Anatomy of the crista supraventricularis: Its importance for understanding right ventricular function, right ventricular infarction and related conditions. *J Am Coll Cardiol* **6**: 1083-1095, 1985
  - 19) Fujii J, Yazaki Y, Sawada H, Aizawa T, Watanabe H, Kato K: Noninvasive assessment of left ventricular filling in myocardial infarction with a two-dimensional Doppler echocardiographic method. *J Am Coll Cardiol* **5**: 1155-1160, 1985
  - 20) Furuta T, Kondo T, Watanabe Y, Okamura M, Shimokata T, Hishida H, Mizuno Y, Takeuchi A, Koga S: Assessment of interaction between the left and right ventricles using pressure-volume loops in various heart diseases. *J Cardiogr* **18**: 477-491, 1988 (in Japanese)
  - 21) Laks MM, Garner D, Swan HJC: Volumes and compliances measured simultaneously in the right and left ventricles of the dog. *Circ Res* **20**: 565-569, 1967
  - 22) Santamore WP, Lynch PR, Meier GM, Heckman J, Bove AA: Myocardial interaction between the ventricles. *J Appl Physiol* **41**: 362-368, 1976
  - 23) Ludbrook PA, Byner JD, McKnight RC: Influence of right ventricular hemodynamics on left ventricular pressure volume relations in man. *Circulation* **59**: 21-31, 1979