

左心不全症例における右心機能の検討： 陳旧性心筋梗塞と拡張型心筋症の比較

Evaluation of right ventricular function in severe left ventricular failure: Comparison of old myocardial infarction with dilated cardiomyopathy

窪田 靖志
杉原 洋樹
中川 達哉
稲垣 末次
井上 直人
東 秋弘
下尾 和敏
古川 啓三
勝目 紘
伊地知浜夫

Yasushi KUBOTA
Hiroki SUGIHARA
Tatsuya NAKAGAWA
Suetsugu INAGAKI
Naoto INOUE
Akihiro AZUMA
Kazutoshi SHIMOO
Keizo FURUKAWA
Hiroshi KATSUME
Hamao IJICHI

Summary

To evaluate right ventricular (RV) function in severe left ventricular (LV) failure, we measured RV and LV ejection fractions (EF) in 18 patients with old myocardial infarction (OMI) and in 18 with dilated cardiomyopathy (DCM) using cardiac blood pool scintigraphy. In patients with OMI, RVEF was significantly greater in stage II LV failure than in stage III (functional class of the New York Heart Association, $47 \pm 8\%$ and $28 \pm 12\%$, respectively: $p < 0.01$), and this correlated well with exercise tolerance by bicycle ergometer and mean pulmonary artery pressure ($r = 0.83$ and $r = -0.71$, respectively). In patients with DCM, however, there was no correlation between RVEF and these indexes. After the oral administration of denopamine (β_1 effector), both RVEF and LVEF increased in patients with OMI ($35 \pm 13\%$ to $45 \pm 12\%$, and $27 \pm 9\%$ to $30 \pm 10\%$: $p < 0.01$), but they did not change significantly in patients with DCM.

These results indicate that RVEF in patients with OMI correlates well with subjective symptoms, exercise tolerance and RV afterload, but these correlations were not apparent in patients with DCM.

We concluded that RV function in cases of severe LV failure has a different meaning between OMI and DCM.

京都府立医科大学 第二内科
京都市上京区河原町広小路 (〒602)

The Second Department of Internal Medicine, Kyoto
Prefectural University of Medicine, Kawaramachi
Hirokoji, Kamigyo-ku, Kyoto 602

Received for publication January 16, 1987; accepted March 26, 1987 (Ref. No. 32-8)

Key words

Right ventricular ejection fraction Left ventricular failure Cardiac blood pool scintigraphy Old myocardial infarction Dilated cardiomyopathy

はじめに

左心不全では左室の拡大と広範な壁運動の低下が認められ、左室駆出率は低下するが、心プールシンチグラフィや心エコー図法のような非観血的検査法では、測定法の限界上から、病期の変動によるわずかな変化は評価し難く、左室機能の面から臨床経過を追うには不十分なことが少なくない。したがって、心不全の病態は、肺動脈圧や肺動脈楔入圧を観血的にモニタリングすることにより得られる血行動態指標に基づいて評価されることが多いが、近年、心電図同期シンプールシンチグラフィより得られる右室駆出率が、心不全例の肺動脈圧、運動耐容能、予後等と密接に関連しているとの報告¹⁾がなされ、非観血的な左心不全の評価法として注目されている。他方、心不全の新たな治療薬として、近年、ジキタリス製剤に加えて各種の強心薬が開発されているが、denopamine もその一つとして開発された薬剤で、その有用性が報告されている²⁻⁵⁾。

以上のような背景から、今回、我々は、陳旧性心筋梗塞および拡張型心筋症の2群における重症心不全例の右室駆出率を算出し、両疾患群における右室駆出率の差異の臨床的意義を検討した。さらに、両疾患群に対する強心剤 denopamine の急性効果を、右室駆出率の変化から検討した。

対象および方法

左室駆出率 40% 以下で、旧 New York Heart Association 心機能分類の stage II 群および III 群に属し、発症後 3 ヶ月以上経過した陳旧性心筋梗塞 18 例 (平均年齢 53±7 歳)、および厚生省特発性心筋症調査研究班特発性心筋症診断の手引に基づき診断された拡張型心筋症 18 例 (平均年齢 47±13 歳) を対象とした。

方法は安静時仰臥位で、^{99m}Tc 20 mCi をピロリン酸フォスフェイトで生体内赤血球標識し、10 分後より、左室と右室が明瞭に分離できる修正左前斜位より、高感度平行孔型コリメーターを装着したガンマーカメラ (シーメンス製 LFOV) を用いて、心電図同期を行って 5 分間のデータを採取、ミニコンピューター (島津製 Scintipak 1200) に収録した。得られたデータをフーリエ変換により位相解析の位相イメージを参考にして、左室と右室の収縮期時相および拡張期時相の frame に関心領域を設定し、background を差し引いたうえで、左室および右室駆出率を算出した。また、運動負荷が可能な陳旧性梗塞群 10 例および拡張型心筋症群 9 例を選び、仰臥位自転車エルゴメーターを用いて 25 W より 3 分ごと 25 W ずつの漸増負荷による多段階運動負荷を施行、呼吸困難、胸痛、心電図変化、下肢疲労等の症状を終了点とし、運動持続時間から運動耐容能を評価した。さらに、陳旧性梗塞群 8 例および拡張型心筋症群 8 例に denopamine (TA-064) 20 mg を経口投与後、1 時間後より再度心電図同期心プールシンチグラフィを施行し、左室駆出率および右室駆出率を算出した。また心電図同期心プールシンチグラフィを施行時の前後 1 週間内に、全例で Swan-Ganz catheter 法を施行、肺動脈圧を測定し、一部の症例ではさらに denopamine 投与前後で測定した。

結 果

1. 陳旧性心筋梗塞例 および 拡張型心筋症例の右室駆出率および左室駆出率 (Fig. 1)

陳旧性心筋梗塞群の右室駆出率は、II 度群 (45±12%) で III 度群 (35±13%) に比し有意に ($p<0.01$) 高値を示したが、拡張型心筋症例では 2 群間 (30±10%, 28±9%) に差を認めなかった。

Table 1. Subjects

	No.	Age (years)
OMI (LVEF<40%)	18	53±7
DCM (LVEF<40%)	18	47±13

OMI=old myocardial infarction; DCM=dilated cardiomyopathy.

左室駆出率は両疾患群とも、II 度群 (30±10%, 30±10%) と III 度群 (27±9%, 29±9%) の間に有意差を認めなかった。

2. 運動耐容能と右室駆出率および左室駆出率との関係 (Fig. 2)

運動耐容時間と右室駆出率および左室駆出率との関係について検討した。右室駆出率では、陳旧性心筋梗塞群での耐容時間は $r=0.83$ ($p<0.01$) と有意な相関関係を認めしたが、拡張型心筋症群ではそのような相関を認めなかった。左室駆出率に関しては、陳旧性心筋梗塞群では有意な相関関係を認めしたが ($r=0.64$, $p<0.01$)、拡張型心筋症ではそのような相関を認めなかった。

3. 右室駆出率および左室駆出率と肺動脈圧との関係

重症心不全の指標であり右室後負荷でもある肺

動脈圧と右室駆出率および左室駆出率を検討した (Fig. 3)。陳旧性心筋梗塞群では $r=-0.71$ ($p<0.01$) と有意な相関関係をみたが、拡張型心筋症群はかかる相関を認めなかった。左室駆出率においては陳旧性心筋梗塞群は $r=-0.75$ ($p<0.01$) と有意な相関関係を認めしたが、拡張型心筋症群では相関を認めなかった。

4. Denopamine の右室駆出率および左室駆出率におよぼす影響

Denopamine は心収縮力を増加させ、左室後負荷を軽減させる強心剤であるが、その急性効果を右室駆出率および左室駆出率について検討した。

典型的な症例を提示する (Fig. 4)。これは広範前壁中隔梗塞例であるが、denopamine 投与前、前壁中隔を中心として壁運動低下を認め、左室駆出率 22%、右室駆出率 35% であった。本剤投与後、駆出率はそれぞれ 27%、57% と、ともに著明に改善した。一方、右室および左室に広範な壁運動低下を認める拡張型心筋症群では (Fig. 5)、denopamine 投与前、左室駆出率 19%、右室駆出率 29% と両心室ともに著明な壁運動低下を示していたが、本剤投与後も左室駆出率 19% と著変なく、右室駆出率 30% とわずかに増加した。こ

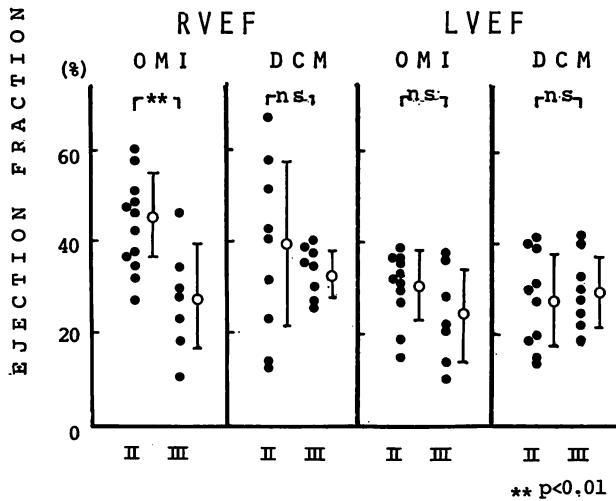


Fig. 1. Comparison of RVEF in NYHA functional classes II and III in cases with OMI and DCM.

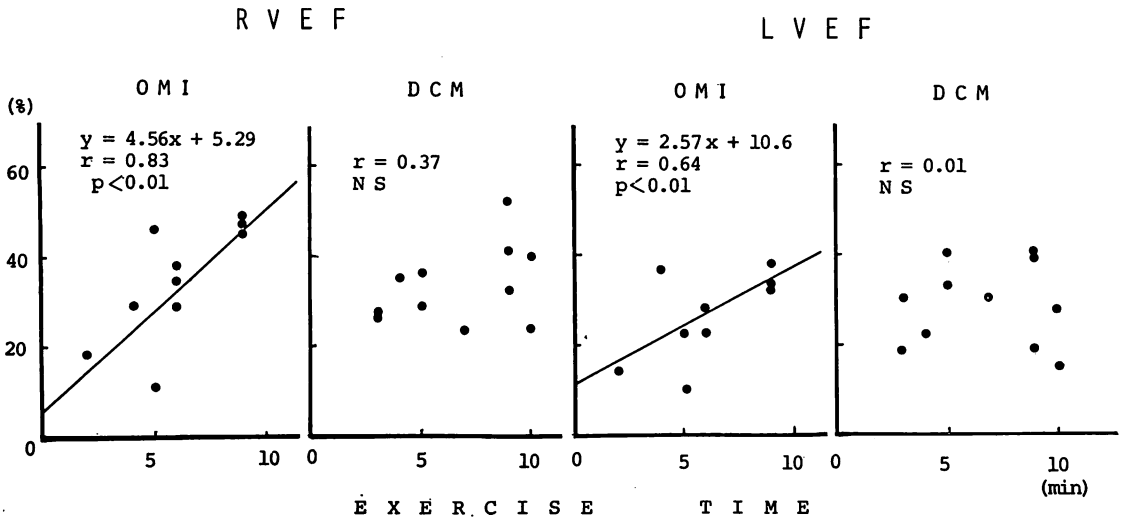


Fig. 2. Correlations between exercise duration and RVEF or LVEF in OMI and DCM.

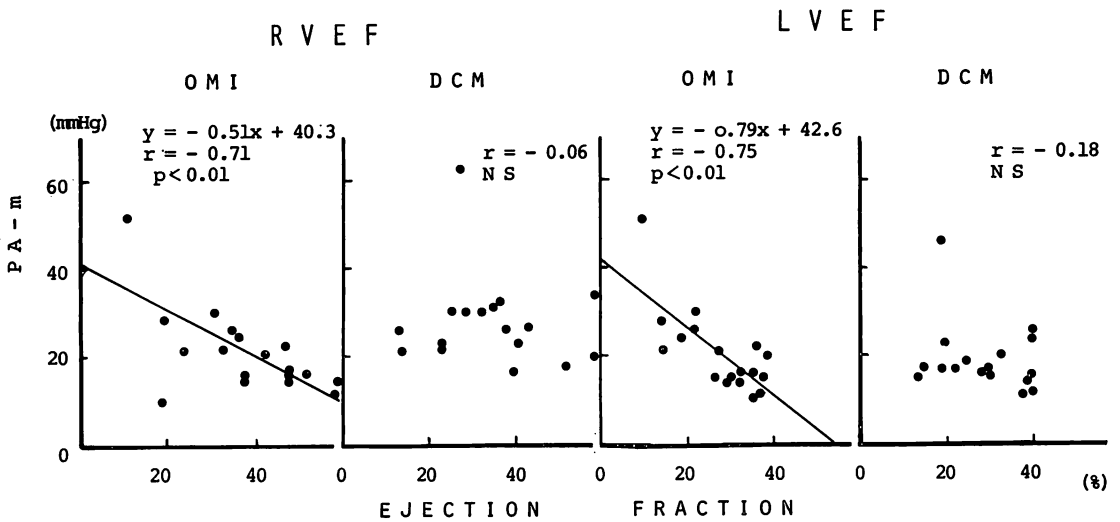


Fig. 3. Correlations between mean pulmonary artery pressure and RVEF or LVEF in OMI and DCM.

これらの結果をまとめると (Fig. 6), 陳旧性心筋梗塞群では denopamine 投与後, 右室駆出率は $35 \pm 13\%$ より $45 \pm 12\%$ へ有意に ($p < 0.01$) 増加したが, 拡張型心筋症群では有意な増加を示さなかった. また同様に, 左室駆出率は前者では $27 \pm 9\%$ より $30 \pm 17\%$ へ有意に ($p < 0.01$) 増加

したが, 後者では有意に増加しなかった.

これらの効果を平均肺動脈圧と右室駆出率および左室駆出率と対比検討すると (Fig. 7), 陳旧性心筋梗塞群では denopamine 投与後, 平均肺動脈圧は低下し, 同時に右室駆出率は増加して矢印は右下方に向かったが, 拡張型心筋症群では一定

CASE O M I

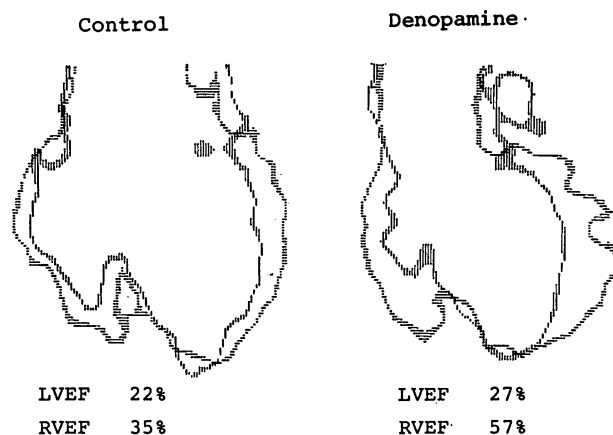


Fig. 4 End-diastolic and end-systolic images before and after oral administration of denopamine in a 48-year-old patient with old myocardial infarction.

CASE D C M

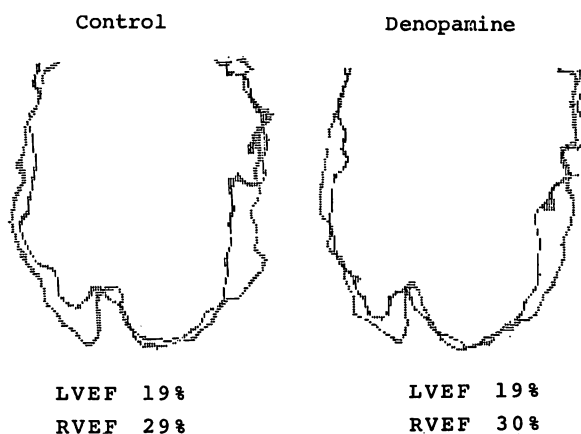


Fig. 5. End-diastolic and end-systolic images after oral administration of denopamine in a 50-year-old patient with dilated cardiomyopathy.

の関係を認めなかった。一方、陳旧性心筋梗塞群では平均肺動脈圧は低下し、左室駆出率は増加、矢印は右下方に向かったが、その変化幅は右室駆出率に比して小であった。

考 按

^{99m}Tc を用いた心電図同期心プールシンチグラフィで、左前斜位像からの右室駆出率の算出には、右室の適切な関心領域の設定上、右室と右房および肺動脈との重なり合いが問題となるが、フ

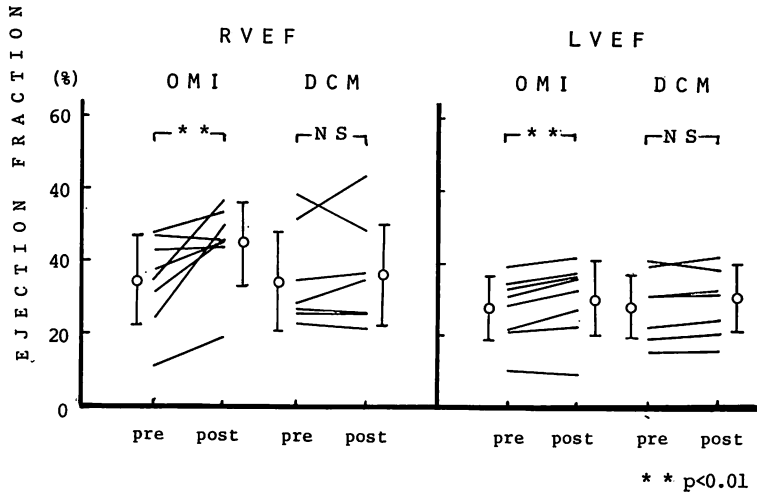


Fig. 6. Changes of RVEF and LVEF after oral administration of denopamine in OMI and DCM.

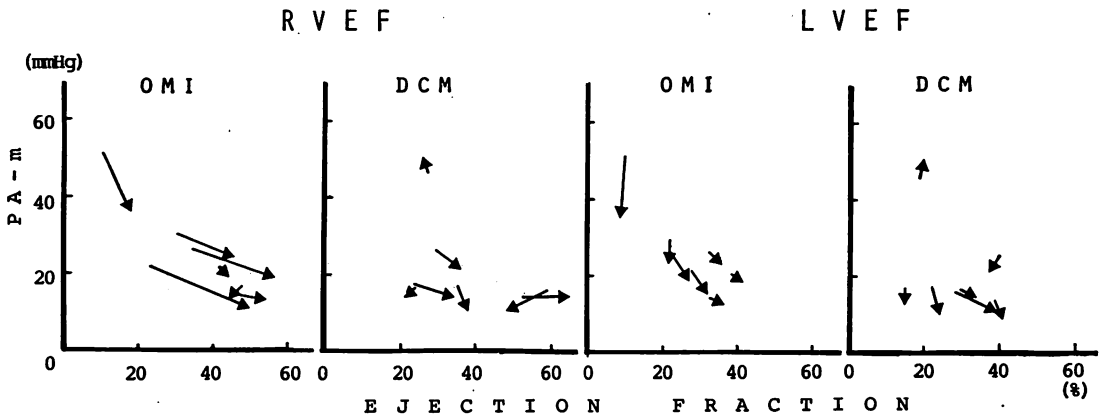


Fig. 7. Effects of oral administration of denopamine on mean pulmonary artery pressure and right or left ventricular ejection fraction.

Arrows indicate changes from the controls.

ーリエ変換より得られた位相像を参考に関心領域を設定すると、比較的容易に右室駆出率が算出可能⁶⁻⁸⁾であり、variable ROI 法で右室駆出率を算出し、各種心疾患例の右室機能が評価されている⁹⁾。今回、我々も同様に本法を用い、右室および左室駆出率を算出し検討した。

右室駆出率は右室収縮性の指標の一つとしてばかりでなく、Brent ら⁹⁾の報告のごとく、各種心疾患の平均肺動脈圧および総肺血管抵抗と良好な相関を有し、右室後負荷を強く反映するため¹⁰⁾、非観血的に右室後負荷の血行動態指標を知り得る指標として重要である。また運動耐容能の面から

は、Barker ら¹¹⁾が心不全例において自転車エルゴメーターによる運動負荷を行い、最大酸素消費量と左室駆出率および右室駆出率との関係を検討しているが、左室駆出率は最大酸素消費量とは相関せず、右室駆出率が相関することから、右室駆出率は運動耐容能と密接な関連があると指摘している。さらに、Polak ら¹²⁾は重症心不全例において、運動耐容能に加え、右室駆出率が生存例に比し死亡例では低値であり、予後の指標ともなり得るとしている。

右室駆出率は、prazosin, isosorbide dinitrate (ISDN) などの血管拡張剤^{12,13)}や、dobutamine などの強心剤¹⁴⁾の心不全治療に対する効果判定にも有用である。すなわち、重症の心機能低下例では左室駆出率が著しく低下し、とくに薬剤投与による変化幅が小であるため薬剤有効性の判定は難しいが、今回の結果から明らかなように、右室駆出率は薬剤効果を鋭敏に反映し、したがって重症左室機能低下例における薬剤効果判定には有用で、その測定は臨床的意義を有すると考えられる。

非観血的な血行動態指標としての右室駆出率について、本研究では重症心不全の代表的原因疾患である陳旧性心筋梗塞例、および拡張型心筋症例を対象として、両疾患における右室駆出率の臨床的意義の差異を検討した。今回の結果では、右室駆出率が陳旧性心筋梗塞群において New York Heart Association の心機能分類の自覚症状をよく反映し、運動耐容時間とも相関し、また、平均肺動脈圧ともよく相関した。しかし、拡張型心筋症群では、右室駆出率とこれらの諸指標とに一定の関係を認めなかった。その差異には右室後負荷、心室中隔、心外膜、右室自体の収縮力等の因子が関与している。

第1に右室後負荷との関連では、陳旧性心筋梗塞例では右室駆出率が右室後負荷の影響をよく反映したが、拡張型心筋症群では両者の直接的な関連性は少ない。

第2に心室中隔との関連であるが、本研究で左

室機能低下を有する陳旧性心筋梗塞例は、全例、左前下行枝の近位部に狭窄病変をもち、心室中隔は完全な梗塞病変を有していた。通常、前壁中隔梗塞症例では慢性期には右室駆出率は低下しない¹⁵⁾とされ、したがってその中隔病変が右室駆出率に及ぼす影響は少ないと考えられる。拡張型心筋症例でもまた中隔部への病変の進展が予想されるが、同様に中隔部の病変自体が右室駆出率に及ぼす影響は少ないと考えられる。

第3に左室が右室後負荷を介して右室駆出率に及ぼす影響であるが、陳旧性心筋梗塞例では平均肺動脈圧が右室および左室駆出率と相関し、右室および左室駆出率の両者間に密接な関係が存在する。しかし、拡張型心筋症例では平均肺動脈圧と駆出率とに相関を認めず、荒木ら¹⁶⁾の報告のごとく、その相違は右室と左室における心筋病変進展の差によると考えられる。

第4に心外膜の影響については、左室負荷による左室拡張末期圧の上昇は、右室拡張末期圧の上昇と相関し、これには心膜を介する関与が大であるとされる¹⁷⁾。今回の対象例では両群とも著明な心嚢液貯留例はなく、また、急性心不全による急速な心拡大例は含まれていないので、両疾患群では、心外膜の影響は同等であったと考えられる。

第5に右室収縮力との関連では、右室梗塞例では右室駆出率が急性期には低下するが、慢性期には改善するとの報告^{18,19)}がある。また、今回検討した陳旧性心筋梗塞群には明らかな右室梗塞症例は含まれておらず、右室収縮性は大きく障害されていないと考えられる。他方、拡張型心筋症群では右室に心筋病変の及ぶ症例の存在することが知られている^{21,22)}。

これらの両疾患の病因的な差違について検討すると、 β_1 作動薬である denopamine (TA-064) は容量依存的に心係数が増加、同時に左室前負荷を軽減させ、平均肺動脈圧、肺動脈楔入圧、右房圧を低下させるが、陳旧性心筋梗塞群では右室および左室駆出率は有意に増加し、拡張型心筋症例では一定の関係を認めなかった。すなわち、陳旧性

心筋梗塞群では両心室の心筋収縮力を増大させ、さらに右室後負荷も軽減されたが、拡張型心筋症群では広範かつ非特異的な心筋変性が存在し、心筋の残存の程度により、本剤の β_1 作動薬としての心収縮力増大効果が一様でなく、駆出率の有意な増加や右室後負荷の軽減が認められなかったと思われる。

以上の考察から、陳旧性心筋梗塞例での右室駆出率には、肺動脈系を介した左室機能不全の影響が強く関与していると推測される。しかしながら、拡張型心筋症例では、症例によっては右室収縮力が極端に低下して右室後負荷や左室駆出率の変化に対応できないため、左室機能を反映すると考えられる心不全自覚症状、運動耐容時間および平均肺動脈圧と一定の相関を示さなかったと推測される。さらに、右室容量負荷疾患では、右室駆出率が必ずしも右室後負荷を反映しない点²⁰⁾も考慮しなければならない。特に、拡張型心筋症例では右室心筋病変が広範で、その結果、右室駆出率が低下し、一回拍出量を保持するために心室が代償的に徐々に拡大し、右室および左室拡張末期容積を増大させる。これは拡張時相および収縮時相より得られる心室容量を考慮していない右室および左室駆出率値では、非虚血性心疾患例で右室駆出率と最大酸素消費量が粗な相関関係を示す¹¹⁾のと類似している。したがって、駆出率値の低下ばかりでなく、非特異的な心拡大を伴う拡張型心筋症では、陳旧性心筋梗塞群と異なり、右室および左室駆出率が運動耐容時間や肺動脈圧と相関しなかったと推測される。さらに、右室および左室拡大による二次的な三尖弁逆流や僧帽弁逆流が、両心室の駆出率値を見かけ上高値にする可能性がある。また大動脈や僧帽弁膜症の検討においても、右室駆出率と平均肺動脈圧とが相関するとの報告^{23,24)}がある。しかし、今回の対象例では逆流の程度は少く、したがって逆流自体の影響は少ないと考えられた。

右室の駆出率は重症心不全例の予後指標と密接に関係する¹⁾とされるが、今回の36症例の検討で

は平均3年間の経過観察中に、陳旧性心筋梗塞群で1例、拡張型心筋症群で3例が死亡したのみであり、したがって右室駆出率値と予後の関係は明らかでない。

要 約

重症心不全症例における右室駆出率の臨床的意義を明らかにするため、左室駆出率が40%以下の陳旧性心筋梗塞18例および拡張型心筋症18例を対象として、心プールシンチグラフィより求めた右室駆出率につき検討を加えた。

陳旧性心筋梗塞群での右室駆出率はNew York Heart Associationの心機能分類でのII度群(47±7.6%)でIII度群(28±12%)に比し、有意に大であったが($p<0.01$)、左室駆出率には差が認められなかった。また、右室および左室駆出率は自転車エルゴメーターによる多段階負荷試験の運動耐容時間と良好な相関を認めた($r=0.83$, $r=0.64$; $p<0.01$)。さらに、右室および左室駆出率は観血的に求めた平均肺動脈圧とも良好な相関を示した($r=-0.71$, $r=-0.75$; $p<0.01$)。しかし、拡張型心筋症群での右室および左室駆出率は2群間で差を認めず、また、右室駆出率は運動耐容時間または平均肺動脈圧とも相関しなかった。

β_1 作動薬であるdenopamineの経口投与後の急性効果において陳旧性心筋梗塞例では右室駆出率は35±13%より45±12%へ、また左室駆出率は27±9%より30±10%へと有意に増加した($p<0.05$)。しかし、拡張型心筋症例では右室および左室駆出率は有意な変化を示さなかった。

したがって、陳旧性心筋梗塞例における右室駆出率は、心不全の自覚症状、運動耐容時間および右室後負荷をよく反映したが、拡張型心筋症例での右室駆出率は、それらと有意な関係を示さず、左心不全例における両疾患の右室駆出率には臨床的意義に差異があった。

文 献

- 1) Polak JF, Holman BL, Wynne J, Colucci WS:

- Right ventricular ejection fraction: An indicator of increased mortality in patients with congestive heart failure associated with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2: 217-224, 1983
- 2) 木野昌也, 弘田雄三, 斎藤隆晴, 原 みどり, 山本章示, 沢田賢市, 久保新一郎, 河村慧四郎: 強心薬 denopamine (TA-064) の使用経験. 循環の計測と制御 4: 18-25, 1985
 - 3) 鷹津良樹, 由井芳樹, 服部隆一, 坂口佳司, 須沢俊, 池田夏子, 河合忠一: 心不全に対する新経口強心薬 TA-064 の臨床的有用性の検討 -Dobutamine との比較. 循環の計測と制御 4: 26-30, 1985
 - 4) 幸田正明, 播磨成人, 辻 光, 樋上雅一, 北村浩一, 中西 正, 中川博昭, 杉原洋樹, 古川啓三, 朝山 純, 勝目 紘, 伊地知浜夫: TA-064 の急性および慢性効果. 循環の計測と制御 4: 31-38, 1985
 - 5) 幸田正明: 慢性心不全患者に対する Denopamine (TA-064) の臨床的有用性—特にその薬効評価法についての考察を含めて—. 京府医大誌 95: 339-353, 1986
 - 6) Maddahi J, Berman DS, Matuoka DT, Waxman AD, Forrester JS, Swan HJC: Right ventricular ejection fraction during exercise in normal subjects and in coronary artery disease patients: Assessment by multiple gated equilibrium scintigraphy. *Circulation* 60: 133-140, 1980
 - 7) Canny GJ, Souza ME, Gilday DL, Newth CJL: Radionuclide assessment of cardiac performance in cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis* 130: 822-826, 1984
 - 8) Manno BV, Iskandrian AS, Hakki AH: Right ventricular function: Methodologic and clinical considerations in noninvasive scintigraphic assessment. *J Am Coll Cardiol* 3: 1072-1081, 1984
 - 9) Brent BN, Berger HJ, Matthay RA, Mahler D, Pytlik L, Zaret BL: Physiologic correlation of right ventricular ejection fraction in chronic obstructive pulmonary disease: A combined radionuclide and hemodynamic study. *Am J Cardiol* 50: 255-262, 1982
 - 10) Morisson D, Goldman S, Wright AL, Henry R, Sorenson S, Caldwell J, Ritchie J: The effect of pulmonary hypertension on systolic function of the right ventricle. *Chest* 84: 250-257, 1983
 - 11) Baker BJ, Wilen MM, Boyd CM, Pinh H, Franciosa JA: Relation of right ventricular ejection fraction to exercise capacity in chronic left ventricular failure. *Am J Cardiol* 54: 596-599, 1984
 - 12) Colucci WS, Holman BL, Wynne J, Carabello B, Malacoff R, Grossman W, Braunwald E: Improved right ventricular function and reduced pulmonary vascular resistance during prazosin therapy of congestive heart failure. *Am J Med* 71: 75-80, 1981
 - 13) Paker M, Median N, Yushck M, Lee WH: Comparative effects of captoril and isosorbide dinitrate on pulmonary arterial resistance and right ventricular failure: Results of a randomized crossover study. *Am Heart J* 109: 1293-1299, 1985
 - 14) Friedman BJ, Loznen EC, Curfman GD, Herzberg D, Rolett EL: Characterization of the human right ventricular pressure-volume relation: Effect of dobutamine and right coronary artery stenosis. *J Am Coll Cardiol* 4: 999-1005, 1984
 - 15) Ferlinz J: Right ventricular function in adult cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* 15: 225-267, 1982
 - 16) Araki H, Caglar N, Hisano R, Nagata Y, Ogata I: Right and left ventricular dysfunction in patients with dilated cardiomyopathy: A study with equilibrium radionuclide ventriculography. *J Cardiogr* 15: 155-161, 1985
 - 17) 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—心室拡張期圧を指標として—. 慶応医学 56: 197-210, 1979
 - 18) Dell'italia LJ, Staring MR, Crawford MH, Boros BL, Chaudhuri TK, O'Rourke RA: Right ventricular infarction: Identification by hemodynamic measurements before and after volume loading and correlation with noninvasive techniques. *J Am Coll Cardiol* 4: 931-939, 1984
 - 19) Verani MS, Tortoled FE, Batty JW, Raizner AE: Effect of coronary recanalization on right ventricular function in patients with acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 5: 1029-1035, 1985
 - 20) Korr KS, Gandsmann EJ, Winkler ML, Shulmm RS, Bonth EW: Hemodynamic correlates of right ventricular ejection fraction measured with gated radionuclide angiography. *Am J Cardiol* 49: 71-77, 1982
 - 21) Matsui S, Murakami E, Takahashi N, Tsuji S: Idiopathic dilated right ventricular cardiomyopathy: A report of eight cases. *J Cardiogr* 15: 1027-1038, 1984
 - 22) Takamura I, Ando J, Miyamoto A, Kobayashi T, Sakamoto S, Yasuda H: Right ventricular dysplasia and dilated cardiomyopathy observed by radionuclide images. *J Cardiogr* 15: 1039-1047, 1985
 - 23) Iskandrian AS, Hakki AH, Ren JF, Kotler MN, Mintz CS, Ross J, Kane SA: Correlation among right ventricular preload, afterload and ejection fraction in mitral valve disease: Radionuclide, echocardiographic and hemodynamic evaluation.

窪田, 杉原, 中川, ほか

J Am Coll Cardiol 3: 1403-1411, 1984

24) Morisson DA, Lancaster L, Henry R, Goldman
S: Right ventricular function at rest during ex-

ercise in aortic and mitral valve disease. J Am Coll
Cardiol 5: 21-28, 1985