

《原 著》

心プールイメージングによる、虚血性心疾患における
各種 Systolic Phase Index の評価

成田 充啓* 栗原 正* 村野 謙一* 宇佐美暢久*
 本田 稔** 金尾 啓右**

要旨 ^{99m}Tc 心プールイメージングを安静時に、健常14例、冠動脈疾患(CAD)47例で行い、各種 systolic phase index の CAD 診断における有用性を検討した。Systolic phase index としては、左室駆出率 (EF) のほかに、mean normalized systolic ejection rate, first third ejection fraction, 左室 peak ejection rate を左室拡張終期容積または、その時点での左室容積で normalize した $\text{SdV}/\text{dt}/\text{EDV}$, $\text{SdV}/\text{dt}/\text{V}$ の4者を求めた。いずれの index も EF と良好な相関を示し、再現性も良好であった。CAD は、EF 正常で左室壁運動正常の Group I ($n=16$) と、EF の低下または壁運動異常のある Group II ($n=31$) に2群に分けた。いずれの index も健常群と Group II を区別しえたが、健常群と Group I を区別し得たのは $\text{SdV}/\text{dt}/\text{V}$ のみで、 $\text{SdV}/\text{dt}/\text{V} < 4.00 \text{ sec}^{-1}$ を異常値とすることで、CAD の91% (Group II の100%, Group I の75%) でCADの存在が示唆され、運動負荷時心プールイメージングよりは、やや精度が劣るものの、CADの診断上有用な指標であると考えられた。

I. 結 言

安静時、 ^{99m}Tc 心プールイメージングから求めた左室駆出率 (EF) や、左室壁運動異常の診断は、虚血性心疾患の診断や評価に有効であるが^{1,2)}、その診断精度は、心筋梗塞例を除いては十分とはいえない³⁾。これに運動負荷時にも心プールイメージングを行うことで、虚血性心疾患の診断率を大幅に向上し、かつ、左室予備能も知りうる^{4,5)}が、運動負荷時心プールイメージングには、データ採取時間の短縮によるイメージの劣化、データ採取の間一定の心拍数に保つことの困難さ、体動の問題等いくつかの技術的問題点を有している⁶⁾。他方、Slutsky ら⁷⁾は、early systolic phase index は holosystolic phase index (例えば EF) より、虚血

性心疾患の診断に有用として、first third EF の有用性を提唱しているし、Hammermeister ら⁸⁾は、左室容積曲線の微分によりえられた peak ejection rate が左室機能のより敏感な指標になり得るとしている。

したがって、われわれは、安静時心プールイメージングから、種々の systolic phase index を求め、これら index の虚血性心疾患診断における有用性を、運動負荷時心プールイメージングの成績とも対比しつつ検討を行った。

II. 対象と方法

1. 対 象

対象は、健常14例 (男11例、女3例) と冠動脈疾患47例 (男35例、女12例) の計61例である。健常例は、病歴、心電図、胸部レ線、心エコー図より、心疾患がないと判定された例で、平均年齢 32.9 ± 12.8 歳 (mean \pm SD) (21~58歳) である。冠動脈疾患例は、いずれも冠動脈造影上冠動脈の1枝以上に75%以上の狭窄を有する例で、心筋梗塞の既往および心電図上異常 Q 波を有する31例と、心筋梗

* 住友病院内科

** 同 アイソトープ室

受付: 57年1月7日

最終稿受付: 57年2月10日

別刷請求先: 大阪市北区中之島 5-2-2 (☎ 530)

住友病院内科

成 田 充 啓

塞のない狭心症16例である。また狭窄冠動脈数から分類すると、1枝疾患23例、2枝疾患17例、3枝疾患7例で、平均年齢は、 59.4 ± 9.1 歳(38~71歳)で、心筋梗塞例では、梗塞発症後6か月以上を経過しており、狭心症も全例 stable angina の時期の症例である。

2. 方法

心アングリオには、all purpose collimator を装着した Pho/Gamma V 型シンチカメラと、心電図を、ミニコンピューター(Scintipac 1200)に on line で接続しデータ採取を行った。

ピロリン酸 0.2 mg/kg 静注20分後、臥位、左前斜位40度(LAO-40)とし、 ^{99m}Tc 20 mCi を右肘静脈より bolus injection し、30秒間 list mode でデータ採取をした⁹⁾。その20分後より、すなわち Tc が生体内で赤血球にラベルした後¹⁰⁾、安静時に、正面、LAO-40、LAO-70 の3方向より、心電図 R 波をトリガーにし、1フレーム 30 msec の multiple gated acquisition により、8分間データを採取した。

1) Systolic Phase Index の解析

LAO-40 での multiple gated acquisition のデータより、R 波から 30 msec 間のイメージ (first

frame) を拡張終期像 (ED) とし、左室辺縁を iso-count 法で抽出し、semiautomatic¹¹⁾ に ED-ROI を作成した (Fig. 1)。心周期の各フレームのうち ED-ROI 内のカウントが最小のフレームを収縮終期像 (ES) とし、ES の左室自由壁外側に background-ROI を作成、1 matrix element 当たりの mean background activity を計測した。この background を心周期の各フレームにおいて ROI 内の各 matrix element より除去し、左室容積曲線を作成し、これより EF の計測を行った¹²⁾。この左室容積曲線より、その1次微分曲線 (dV/dt) を求めた。

EF 以外の systolic phase index としては、mean normalized systolic ejection rate (MNSER), first third EF (1/3 EF), dV/dt 曲線より求めた peak ejection rate を拡張終期容積 (カウント) で normalize した $SdV/dt/EDV$, peak ejection rate をその時の左室容積 (カウント) で normalize した $SdV/dt/V$ を求めた (Table 1)。

左室 ejection time は、左室容積曲線が収縮初期にプラトーを作らぬ時は、第2フレームのはじまりから ES フレームの終りまでの時間とし、収縮初期にプラトーが存在する時は、容積曲線の下降

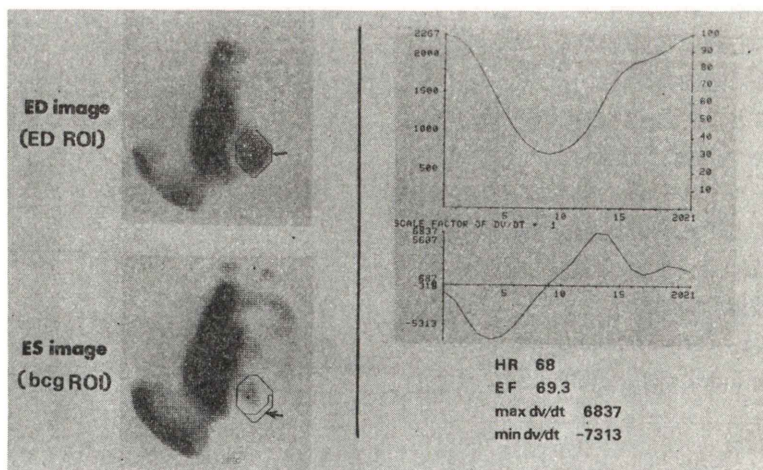


Fig. 1 Calculation of left ventricular EF and peak ejection rate. After the correction of background activity, left ventricular time activity curve in one cardiac cycle (volume curve) was displayed (right hand upper). From the volume curve EF was calculated, and from first differentiation of the volume curve (right hand lower) peak ejection rate (min dV/dt) was obtained.

Table 1 Systolic Phase Indexes

- 1) Ejection Fraction (EF) (%)
- 2) First-Third EF (1/3 EF) (%)
- 3) Mean Normalized Systolic Ejection Rate (sec⁻¹)

$$\text{MNSER} = \frac{\text{SV}}{\text{LVET} \times \text{EDV}}$$

LVET: left ventricular ejection time

SV: stroke volume (counts)

EDV: end-diastolic volume (counts)

- 4) SdV/dt/EDV (sec⁻¹)
- 5) SdV/dt/V (sec⁻¹)

SdV/dt: peak ejection rate

V: left ventricular volume at peak ejection

点から ES までの時間とした。

健常 3 例、症状の安定している冠動脈疾患 13 例の計 16 例で、安静時心プールイメージングを 1 週間の間隔でくり返し施行し、各種 systolic phase index の再現性を検討した。

2) 左室壁運動異常の診断

正面、LAO-40 の心プールイメージを動画として壁運動の観察を行うほか、ED, ES 各像の左室辺縁を isocount 法で抽出し¹¹⁾、壁運動異常の有無の判定を行ったが、判定には、ED の面積中心から 10 度ごとに 36 本の放射線をひき、弁膜部を除く各線上で ES における hemiaxis の短縮率をみ、短縮率が 25% 以上の場合、壁運動正常とみなした。なお心室中隔部の壁運動の解析には first pass のデータを、下壁部の壁運動の解析には LAO-70 のデータを参考として用いた。

3) 運動負荷心プールイメージング法

運動負荷時心プールイメージングは、LAO-40 で安静時にひきつづき、臥位で、自転車エルゴメーターにより、3 分ごとの 2 段階負荷 (50 watt と 75 watt) を行った。各負荷段階で後半の 2 分間、multiple gated acquisition によりデータ採取を行ったが、負荷第 1 段階では 30 msec/frame、第 2 段階では 20 msec/frame とした。負荷中止の基準は、狭心症の発生、モニター心電図 (CM₅) で ST 低下が ischemic type 2 mm 以上のとき、心拍数が maximal predicted heart rate の 85% に至る、回転数の維持困難等である。また、運動負荷により

生ずる体動を最小限にとどめるため、肩あて、hand bar による体の固定を行った。なお、運動負荷時心プールイメージングに関しては、EF、壁運動異常の診断のみ行い、他の systolic phase index は求めなかった。

運動負荷により、EF の増加が安静時にくらべ、絶対値で 5 未満のもの、および新たな壁運動異常の出現した例を、運動負荷心プールイメージング陽性と判定した。なお、運動負荷による EF の増加が 5 未満を異常反応とみなしたのは、以前のわれわれの研究¹¹⁾において、健常例では運動負荷による EF の増加が絶対値で 9±2 であったため、平均値－2 標準偏差の 5 以上の EF 増加を正常反応とみなしたことに基づく。

III. 結 果

全例で満足すべき心プールイメージングが得られた。

冠動脈疾患群は、EF と左室壁運動異常の有無より、Group I、Group II の 2 群に区分された。Group I は、安静時心プールイメージングで EF 正常 (≥55%) でかつ、壁運動異常を認めない例で 16 例 (狭心症 15 例、心筋梗塞 1 例、平均年齢 60.1±10.0 歳) がこの群に属した。Group II は、安静時 EF の低下 (<55%)、もしくは壁運動異常を呈する例で、31 例 (心筋梗塞 30 例、狭心症 1 例、平均年齢 58.6±10.4 歳) がこれに属した。

1. 各種 Systolic Phase Index と EF の対比

全症例において、いずれの systolic phase index も EF と高度の相関を有していた (Fig. 2)。EF との相関係数は、1/3EF で 0.77、MNSER で 0.93、SdV/dt/EDV で 0.78、SdV/dt/V で 0.90 (いずれも p<0.01) であった。

2. Systolic Phase Index の再現性の検討

EF を含め、すべての systolic phase index の再現性は良好であった (Fig. 3)。First study と second study の各 index での相関係数は、EF で 0.99、1/3 EF で 0.91、MNSER で 0.95、SdV/dt/EDV で 0.97、SdV/dt/V で 0.97 (いずれも p<0.01) であった。

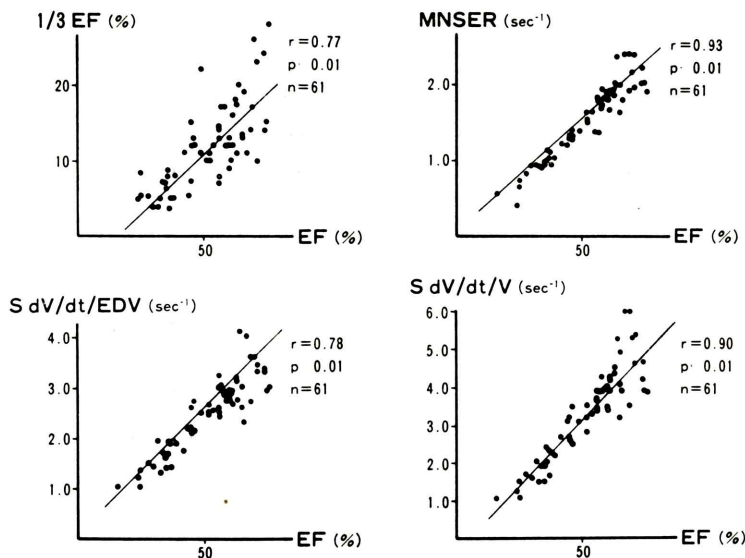


Fig. 2 Correlation between EF and various systolic phase indexes. All systolic phase indexes correlated well with EF.

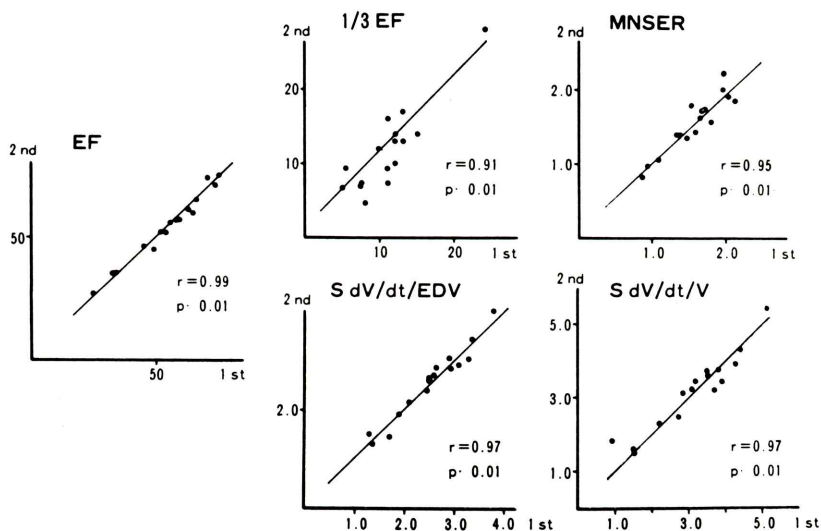


Fig. 3 Reproducibility of various systolic phase indexes. Reproducibility of all systolic phase indexes including EF was excellent.

3. 各群における各種 Systolic Phase Index の対比

健常例 (Normal), 冠動脈疾患 Group I, Group II における各種 systolic phase index の平均値とその分布を Table 2, Fig. 4 に示す。心拍数、左

室駆出時間は各群間で差をみなかった。いずれの systolic phase index も、健常群と Group II の平均値の間には有意差 ($p < 0.01$) が存在した。Group I において 1/3 EF, MNSE, SdV/dt/EDV の平均値は、健常群より低い傾向にあったが有意ではな

Table 2 Values of Several Systolic Phase Indexes among 3 Groups

	HR (/min)	ET (msec)	Systolic Phase Indexes					R to SdV/ dt time (msec)
			EF (%)	1/3 EF (sec ⁻¹)	MNSER (sec ⁻¹)	SdV/dt/EDV (sec ⁻¹)	SdV/dt/V (sec ⁻¹)	
Normal	69.5±8.3	347±38	63.3±4.5	16.9±4.8	2.05±0.28	3.28±0.44	4.79±0.74	170±17
Group I	65.7±8.4	358±31	65.1±7.3	14.8±5.1	1.88±0.19	3.01±0.27	3.92±0.42*	177±23
Group II	66.0±7.8	344±29	39.5±10.3*	7.9±3.1*	1.18±0.32*	1.96±0.54*	2.43±0.78*	178±30

Mean±S.D. * p<0.01 vs Normal HR: heart rate ET: systolic ejection time

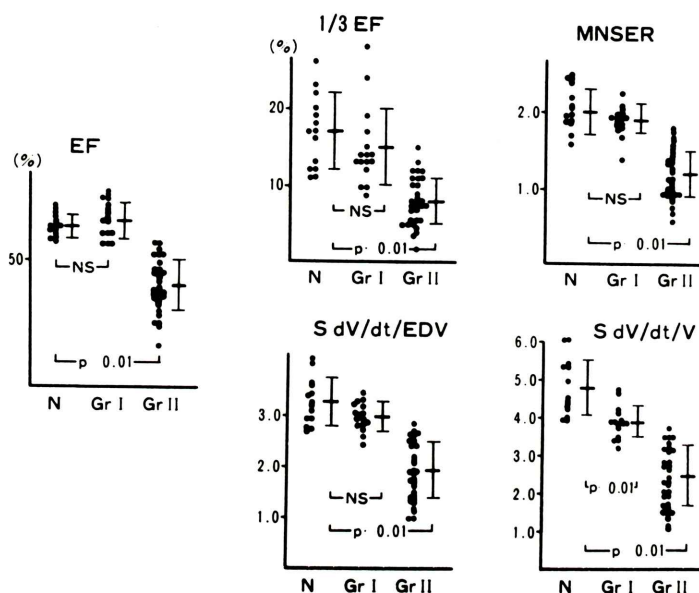


Fig. 4 Comparison of various systolic phase indexes among Normal (N), Group I (Gr I) and Group II (Gr II). All systolic phase indexes could differentiate N and Gr II, but only SdV/dt/V could separate N and Gr I.

かった。これに反し、SdV/dt/Vは、健常群で $4.79 \pm 0.74 \text{ sec}^{-1}$ 、Group Iで $3.92 \pm 0.42 \text{ sec}^{-1}$ と両群に有意差 ($p < 0.01$) が存在した。このSdV/dt/Vの正常下限を健常群の平均値より1SDを減じた 4.00 sec^{-1} とみなすことにより、冠動脈疾患47例中43例すなわち91%で、収縮異常の存在が示された。Group別にみると、Group IIでは31/31 (100%)、Group Iでは12/16 (75%)で収縮異常の存在が診断可能であり、Fig. 5でも示されるごとく、EFに比し、冠動脈疾患の存在を敏感に反映した。しかし健常例14例中2例でSdV/dt/Vは $3.98, 3.94 \text{ sec}^{-1}$ と 4.00 未満を呈しており、この

indexの冠動脈疾患の診断に対するspecificityは86%、またaccuracyは90%であった。

4. 運動負荷心プールイメージング

健常14例全例、Group Iの16例中、運動負荷不能の3例を除く13例で運動負荷心プールイメージングを施行した。健常例では、全例2段階負荷が可能であり、EFは安静時の $66.3 \pm 4.5\%$ より、運動負荷により $70.1 \pm 5.4\%$ に有意 ($p < 0.01$) に増加した。健常14例中13例では、運動負荷によりEFが5以上増加したが、1例では、その増加は1であり (Fig. 6)、本法のspecificityは93%であった。他方Group Iの13例では、安静時のEF

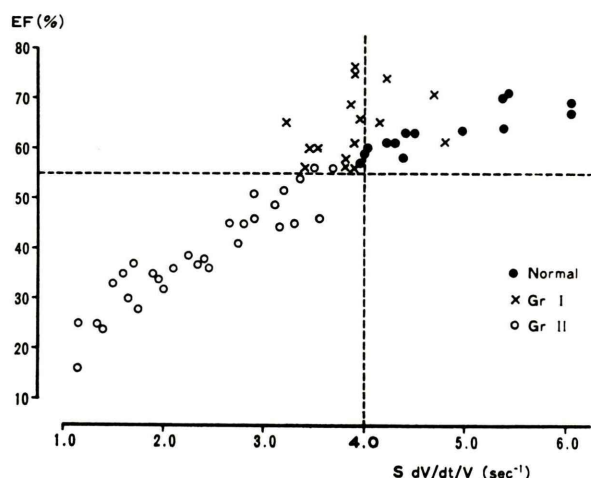


Fig. 5 Relationship between EF and SdV/dt/V in all patients. All patients in Group II (Gr II) and 75% in Group I (Gr I) belonged to the group below the lowest normal limit of SdV/dt/V ($<4.00 \text{ sec}^{-1}$). In Normal group ($n=14$), 2 patients showed abnormal value of SdV/dt/V.

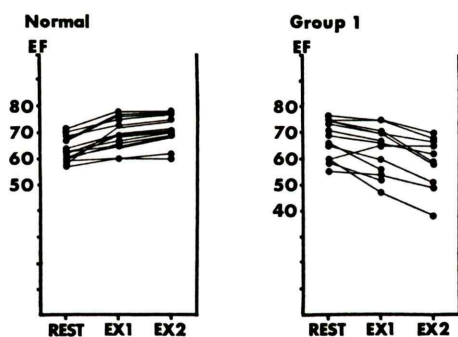


Fig. 6 Comparison of EF at rest and during exercise stress in Normal ($n=14$) and Group I ($n=13$). In Normal, all subjects but one showed increase of EF more than 5 during exercise stress. On the other hand, in Group I, 12 patients showed decrease of EF during exercise stress, but one patient showed increase of EF by 5.

$66.8 \pm 7.0\%$ は、運動負荷により、第1段階で負荷を中止した3例も含め、 $58.6 \pm 9.3\%$ へと有意($p < 0.01$)の低下を示した。Group Iの1例では、EFが運動負荷により5の上昇を示した(Fig. 6)が、この症例のSdV/dt/Vは 4.68 sec^{-1} であった。

運動負荷法のGroup Iにおける冠動脈疾患診断のsensitivityは12/13すなわち92%であるが、

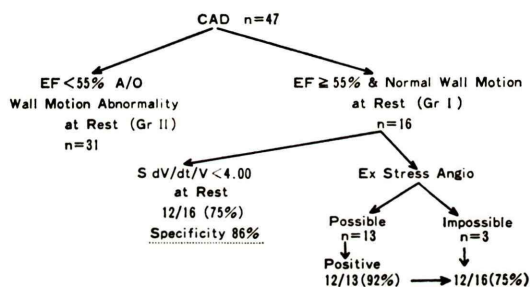


Fig. 7 Detection of coronary artery disease (CAD) by radionuclide angiography.

In 31 patients out of 47 patients with CAD, CAD was detected by abnormal EF and/or regional wall motion abnormality at rest (Group II). Out of 16 patients with CAD with normal EF and normal wall motion at rest (Group I), 12 patients (75%) showed abnormal SdV/dt/V at rest. On the other hand, in 13 patients in Group I exercise stress angiography was performed and 12 patients showed abnormal exercise EF response (92%). But in remaining 3 patients in Group I, exercise stress could not be performed, so the overall sensitivity of exercise stress angiography in Group I was 75%.

Group Iには、運動負荷不能の3例も存在し、これを含めGroup I全体での虚血性心疾患診断の

sensitivity は 75%(12/16) であり (Fig. 7), $SdV/dt/V < 4.00 \text{ sec}^{-1}$ の出現頻度と同等であった。ちなみに $SdV/dt/V$ の異常値出現例は、運動可能例 10 例、運動不可能例 2 例であった。

IV. 考 案

運動負荷心プールイメージングは、虚血性心疾患の診断、機能評価に有用であるが、そこには、いくつかの技術的な問題点も残されている。他方、近年、holosystolic phase index では異常をみいだし得ない虚血性心疾患例の多くで、early systolic phase index^{7,13,14}や、最大左室駆出速度 (peak ejection rate, SdV/dt)⁸) に関連した指標が、軽微な左心機能低下を反映し、虚血性心疾患の診断に有用と報告されてきた。ことに Slutsky ら¹³) は、first third EF を用いることで、運動負荷法と同等の感度で、虚血性心疾患の診断に有用と報告した。

今回、われわれは、安静時心プールイメージングより、peak ejection rate と、その時点における心容積の両者を考慮した、新しい systolic phase index として $SdV/dt/V$ を考案し、この指標の虚血性心疾患診断における有用性を検討した。そのために、EF 正常でかつ左室壁運動異常をみない冠動脈疾患、すなわち、従来からの心プールイメージングの解釈では正常と判定される群 (Group I) を中心に、 $SdV/dt/V$ の有用性に関し、その他の systolic phase index と対比、検討した。その他の systolic phase index としては、holosystolic phase index として MNSER を、early systolic phase index として 1/3 EF を、peak ejection rate に関するもう一つの指標として $SdV/dt/EDV$ を選んだ。

これらの指標は、いずれも EF と高度の相関 ($r \geq 0.77$) を有する (Fig. 2) ことより、左心機能の指標として用い得ることが示された。

Holosystolic phase index である MNSER が、EF 以上の指標となり得なかったのは、健常群、Group I, Group II において、駆出時間は、ほとんど同等の値を示しているため (Table 2), EF を駆出時間で除した MNSER が EF 以上の指標で

あり得なかったのは当然の結果ともいえる。また early systolic phase index である 1/3EF も、Group II と健常群は区別し得たものの、Group I と健常群は区別し得なかった。1/3 EF の有用性を主張する Slutsky ら¹³) も、first pass 心アングリオで得た 1/3EF は、冠動脈疾患を鑑別する指標となり得るが、平衡時心プールイメージングで求めた場合は、良好な指標となり得ないと述べている。これは、平衡時法では、数 100 心拍を加算し、1つの左室容積曲線を作成するが、各心拍で存在する生理的な駆出時間のずれが、こうした微妙な変化を打ち消しあうためとも考えられた。

他方、左室の peak ejection rate を示す SdV/dt は、Hammermeister ら⁸) によって提唱された左室 systolic phase index の 1 つであり、彼らは、 $SdV/dt/EDV$ が peak normalized circumferential fiber shortening velocity や EF とよく相関すると述べた。また彼らは、健常例、虚血性心疾患、心筋症等各種心疾患で $SdV/dt/EDV$ を対比し、この指標は preload の影響をうけにくく左心機能をよく反映するとしながらも、EF 以上の指標とはなり得ないのではないかと結論している。確かにわれわれの研究においても、 $SdV/dt/EDV$ の平均値は、Group I では健常群よりやや低いものの有意ではなく、EF 以上に左心機能を示す指標とは考えがたかった (Fig. 4)。これに反し、今回われわれが考案した新しい systolic phase index である $SdV/dt/V$ は、健常例、Group I, Group II を区別し得る指標であった。Leighton ら¹⁵), Cucchini ら¹⁶) は、左室の種々の holosystolic phase index が正常で、かつ、end-diastole, end-systole の対比から左室壁運動異常をみない冠動脈疾患の多くの例で、mid-ejection において、冠狭窄を有する心筋部分に、収縮の遅延が生じることを報告している。また peak ejection rate (SdV/dt) のタイミングは、Group II では、やや遅れる傾向にあるものの、健常群、Group I では mid-systole に相当し (Table 2)。冠動脈疾患での、不均等収縮によるわずかな peak ejection rate の低下、また不均等収縮が存在するため冠動脈疾患では健常群より、その時点で

の左室容積がわずかに大きいという、1 つ 1 つの変数を取り上げれば有意ではない変化が、分子分母でおのおの反対方向の動きを示すため、 $SdV/dt/V$ は、冠動脈疾患の存在を示唆し得る有用な指標となり得たと考えられる。

いずれにしても、 $SdV/dt/V$ の正常下限を、 4.00 sec^{-1} とすることにより、EF、左室壁運動のみからでは診断し得ない冠動脈疾患16例中12例 (75%) で冠動脈疾患の存在を診断し得た。本法の冠動脈疾患診断における specificity は、運動負荷心プールイメージングよりやや劣るものの、統計学的には有意ではなく、また sensitivity は、両者ほぼ等しく (Fig. 7)、安静時心プールイメージングにおいて、冠動脈疾患の存在を知る上での有用な指標足り得ると考えられた。

V. 結 論

1) 安静時心プールイメージングより、新しい systolic phase index として、左室最大駆出速度とその時の左室容積より $SdV/dt/V$ を求め、虚血性心疾患における、この指標の有用性を、健常 14 例、虚血性心疾患 47 例を対象に、 $1/3 \text{ EF}$ 、 $MNSER$ 、 $SdV/dt/EDV$ と対比検討した。

2) いずれの systolic phase index も EF と高度の相関を示した。虚血性心疾患群は、EF 正常で左室壁運動正常の Group I ($n=16$)、EF の低下または左室壁運動異常を有する Group II ($n=31$) の 2 群に区分した。いずれの指標も健常群と Group II を区別し得たが、健常群と Group I を区別し得たのは $SdV/dt/V$ のみであった。

3) 健常群での $SdV/dt/V$ の平均値より 1 標準偏差を減じた 4.00 sec^{-1} 未満を異常とみなすことで、冠動脈疾患の 91% (Group II では 100%, Group I では 75%) で虚血性心疾患の診断が可能であった。

4) Group I における $SdV/dt/V$ の冠動脈疾患診断に対する sensitivity は、同一症例で行った運動負荷心プールイメージングの sensitivity と同等であり、 $SdV/dt/V$ の臨床使用の有用性を示唆した。

文 献

- 1) Ashburn WL, Schelbert HR, Verba JW: Left ventricular ejection fraction. A review of several radionuclide angiographic approaches using the scintillation camera. *Progress in Cardiovascular Disease* 20: 267-284, 1978
- 2) Sorensen SG, Hamilton GW, Williams DL, et al: R-wave synchronized blood-pool imaging. *Radiology* 131: 473-478, 1979
- 3) 成田充啓, 宇佐美暢久, 栗原 正他: 心電図同期 RI 心血管造影による心梗塞例における心機能評価. 呼吸と循環 25: 917-923, 1977
- 4) Borer JS, Kent KM, Bacharach SL, et al: Sensitivity, specificity and predictive accuracy of radionuclide cineangiography during exercise in patients with coronary artery disease. *Circulation* 60: 572-580, 1979
- 5) Marshall RC, Berger HJ, Reduto LA, et al: Assessment of cardiac performance with quantitative radionuclide angiography. *Circulation* 56: 820-829, 1977
- 6) Falsetti HL, Marcus ML, Kerber RE, et al: Quantitation of myocardial ischemia and infarction by left ventricular imaging. *Circulation* 63: 747-751, 1981
- 7) Slutsky R, Karliner JS, Battler A, et al: Comparison of early systolic and holosystolic ejection phase index by contrast ventriculography in patients with coronary artery disease. *Circulation* 61: 1083-1090, 1980
- 8) Hammermeister KE, Brooks RC, Warbasse JR: The rate of change of left ventricular volume in man. I Validation and peak systolic ejection rate in healthy and disease. *Circulation* 49: 729-738, 1974
- 9) 成田充啓, 宇佐美暢久, 栗原 正他: 心拍連動 RI 心血管造影による左心機能の診断. 核医学 14: 21-31, 1977
- 10) Pavel DG, Zimmer AM, Patterson VG: In vivo labeling of red blood cells with ^{99m}Tc ; A new approach to blood pool visualization. *J Nucl Med* 18: 305-308, 1977
- 11) 成田充啓, 栗原 正, 宇佐美暢久: 運動負荷 radionuclide angiography, TI 心筋イメージングによる虚血性心疾患の検討. 心臓 13: 380-388, 1981
- 12) Burow RD, Strauss HW, Singleton R, et al: Analysis of left ventricular function from multiple gated acquisition cardiac blood pool imaging. Comparison to contrast angiography. *Circulation* 56: 1024-1028, 1977
- 13) Slutsky R, Gordon D, Karliner J, et al: Assessment of early ventricular systole by first pass radionuclide angiography. Useful method for detection of left

- ventricular dysfunction at rest in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* **44**: 459-465, 1979
- 14) Johnson LL, Ellis K, Schmidt D, et al: Volume ejected in early systole. A sensitive index of left ventricular performance in coronary artery disease. *Circulation* **52**: 378-389, 1975
- 15) Leighton RF, Pollack MEM, Welch TG: Abnormal left ventricular wall motion at mid-ejection in patients with coronary heart disease. *Circulation* **52**: 238-244, 1975
- 16) Cucchini F, Baldi G, Barilli AL, et al: Tardokinesis in coronary artery disease. Evidence with instantaneous analysis of left ventricular ejection. *Eur J Cardiol* **12**: 153-166, 1980

Summary

Assessment of Various Systolic Phase Indexes for the Detection of Coronary Artery Disease by Multi-Gated Blood Pool Imaging at Rest

Michihiro NARITA*, Tadashi KURIHARA*, Kenichi MURANO*, Masahisa USAMI*, Minoru HONDA** and Keisuke KANAO**

*Department of Medicine, Sumitomo Hospital

**Division of Nuclear Medicine, Sumitomo Hospital

The purpose of this study is to obtain the useful systolic phase index to detect coronary artery disease (CAD).

After Tc-99m was labeled with red blood cells in vivo, multi-gated blood pool imaging (MGBPI) was obtained at anterior and 40-degree left anterior oblique (LAO) position at rest. In addition to left ventricular (LV) ejection fraction (EF) and wall motion (WM) abnormality, first-third EF, mean normalized systolic ejection rate, $SdV/dt/EDV$ (LV peak ejection rate normalized by end-diastolic volume) and $SdV/dt/V$ (peak ejection rate normalized by LV volume at the peak ejection) were calculated.

Patients were divided into 3 groups; Normal ($n=14$), CAD with normal EF ($\geq 55\%$) and normal WM (Group I, $n=16$), and CAD with abnormal EF and/or WM abnormality (Group II, $n=31$). All patients with CAD showed more than 75% reduction in luminal diameter of at least one of major coronary artery.

In all subjects of Normal and 13 patients of Group I, graded supine exercise stress MGBPI

was performed at LAO position by using bicycle ergometer.

All systolic phase indexes were correlated well with EF ($r \geq 0.77$, $p < 0.01$) and their reproducibility was excellent. All systolic phase indexes could differentiate Normal and Group II, but they could not separate Normal and Group I except for $SdV/dt/V$ (Normal; 4.79 ± 0.74 , Group I; 3.92 ± 0.42 , Group II; $2.43 \pm 0.78 \text{ sec}^{-1}$, $p < 0.01$). By using $SdV/dt/V < 4.00 \text{ sec}^{-1}$ as a criteria of CAD, sensitivity of this index was 91% (100% in group and 75% in Group I). This sensitivity in Group I was identical with that of exercise stress MGBPI. Specificity of $SdV/dt/V$ (86%) was a little inferior to that of exercise stress MGBPI (93%), but it was not statistically significant.

In conclusion, $SdV/dt/V$ is a useful systolic phase index to detect CAD and by using this index we could differentiate patients with CAD with normal EF and normal WM from normal subjects.

Key words: systolic phase index, ejection fraction, peak ejection rate, multi-gated blood pool imaging.