

## 《原 著》

# 1 枝病変心筋梗塞症における運動負荷時 壁運動異常の定量的評価

——梗塞部位の違いによる反応の差異について——

古 寺 邦 夫\*

**要旨** 梗塞部位の違いによる運動負荷時局所壁運動異常の差異を明らかにする目的で、残存虚血のない1枝病変心筋梗塞症 (LAD 群 13 例, RCA 群 10 例) に運動負荷心プールシンチグラフィを行い、梗塞部、非梗塞部の壁運動を定量的に評価した。なお健常者 12 例と残存虚血を有する多枝病変群 12 例を対照として用いた。壁運動量の指標として左室駆出率 (EF), 局所駆出率 (REF) を, asynchrony の指標として左室位相角の平均値の標準偏差 (SD), 局所標準偏差 (RSD) を用いた。1) 安静時, LAD, RCA 両群の梗塞部で有意な REF の低下と RSD の増加が同時に認められた。2) 運動負荷により両群での EF は有意に増加したが, LAD 群では増加の程度は RCA 群に比しわずかであった。SD は両群で有意な変化を認めなかった。一方, 多枝病変群では EF に有意な変化はなかったが, SD は有意に増加した。3) 両群の梗塞部, 非梗塞部の REF は運動負荷にて有意に増加したが, RSD には有意な変化を認めなかった。4) 梗塞部の REF は最大負荷時でも健常者に比し両群で有意に低下していた。最大負荷時, 非梗塞部の REF は RCA 群では健常者と有意差はなかったが, LAD 群では有意な低下を示した。

以上より LAD 群と RCA 群で運動負荷時の非梗塞部の反応に有意差を認め, 前壁梗塞と下壁梗塞の負荷による EF の変化の差を説明しうる所見と思われた。

## I. はじめに

心筋梗塞症における残存心機能を規定する因子の1つとして梗塞部位による差が指摘されており, 一般に前壁梗塞は下壁梗塞より安静時心機能の低下が著しい<sup>1-3)</sup>。しかし両群間における運動負荷時局所壁運動異常の差異について検討したこれまでの報告では, 対象群にいずれも 20~30%<sup>3-5)</sup> の梗塞後狭心症例が含まれており, 運動負荷心プールシンチグラフィによる左室駆出率の異常反応の頻度にも前壁梗塞群で 50~60%, 下壁梗塞群で 7.7~82%<sup>3-5)</sup> と報告者により大きな差が認められる。また梗塞部の局所壁運動異常についても増悪例<sup>3)</sup>,

不変例<sup>5)</sup>の報告があるが, いずれも心プール像の視覚的, 主観的評価によっている。このように, 今までの報告は狭心症の有無, TI-201 運動負荷心筋シンチグラフィによる残存虚血の有無および罹患冠動脈枝数が均一化されていない heterogeneous な対象群を用いて行われており, 局所壁運動異常の評価についても定量性を欠いている。また一般的に壁運動異常といっても実際に変化しているのは壁運動量の異常なのか, 収縮・拡張の位相の異常なのかも明らかにされていない。

今回著者は前壁梗塞と下壁梗塞の運動負荷により生ずる局所壁運動異常の差異を明らかにする目的で以下の検討を行った。

TI-201 運動負荷心筋シンチグラフィと冠動脈造影を施行した陳旧性心筋梗塞症を対象として, 1) 残存虚血の有無による運動負荷時左室駆出率の反応の差異, 2) 残存虚血を有さない前壁梗塞と下壁梗塞の局所壁運動異常の差異について, 運動

\* 新潟大学医学部第一内科

受付: 63 年 1 月 22 日

最終稿受付: 63 年 4 月 5 日

別刷請求先: 新潟市旭町通り 1 番町 (☎ 951)

新潟大学医学部第一内科

古 寺 邦 夫

負荷心プールシンチグラフィによる定量的評価を行った。

## II. 対 象

対象は健常群 12 例(平均年齢 52 歳), 心筋梗塞群 35 例(平均年齢 51 歳)の計 47 例である。心筋梗塞の診断は急性期症状, 心電図変化, 心筋逸脱酵素の上昇によってなされ, さらに全例に冠動脈造影を施行し, この所見によって以下の 3 群に分類した。

1) 左前下行枝病変 (LAD) 群 13 例(平均年齢 48 歳):  $V_1$  より  $V_3$  または  $V_4$  まで異常 Q 波があり, 左前下行枝の近位部 (No. 6 または 7) に AHA 分類 90% 以上の有意狭窄を認める。

2) 右冠動脈病変 (RCA) 群 10 例(平均年齢 50 歳): II, III,  $aV_F$  に異常 Q 波があり, 右冠動脈の近位部に AHA 分類 90% 以上の有意狭窄を認める。全例右冠動脈優位である。

3) 多枝病変 (MV) 群 12 例(平均年齢 54 歳): R 波の減高と冠性 T 波を認める。右冠動脈または左前下行枝を梗塞の責任冠動脈とし, さらに他の 1~2 枝に AHA 分類 90% 以上の有意狭窄を認める (2 枝病変 9 例, 3 枝病変 3 例)。

上記の 3 群はいずれも左室造影で責任冠動脈灌流域に hypokinesis, akinesis, dyskinesis のいずれかの壁運動異常を認めるが, 明らかな心室瘤を有する症例は含まれていない。既報<sup>9)</sup>のごとく全例に TI-201 運動負荷心筋シンチグラフィを施行し planar 像にて評価した。LAD 群, RCA 群の梗塞部は欠損像を示し, 2 時間 30 分後の撮像で再分布を認めなかった。MV 群では梗塞部または他の罹患冠動脈の支配領域に一致して再分布を認めた。すなわち LAD 群, RCA 群は残存虚血を有さない 1 枝病変貫壁性梗塞であり, MV 群は残存虚血を有する多枝病変非貫壁性梗塞であった。

なお全例初回発作であり, 経過を通じて不安定狭心症, 心不全, 心室頻拍等の合併症を認めた症例は除外した。また洞調律で脚ブロックや心室内伝導障害はなく, 運動負荷時不整脈が出現する例も含まれていない。運動負荷心プールシンチグラ

フィは発症後 2~12 か月, 平均 6 か月で施行した。

## III. 方 法

### 1) 運動負荷試験

電気制動型エルゴメータ (Siemens, 380B) を用い, 仰臥位にて 25 Watt より開始, 1 段階 4 分で 25 Watt ずつ漸増する多段階運動負荷を行った。血圧および 12 誘導心電図を 2 分ごとに記録した。負荷中止基準は下肢疲労, 中等度の胸痛, 虚血性 ST 低下 1 mm 以上など, 通常の中止基準に従った。負荷心電図の ST 上昇は J 点より 0.08 秒で, 前より 1 mm 以上の上昇を認めた場合を陽性とした。同様に ST 低下は J 点より 0.08 秒で, 前より 1 mm 以上の水平または下行型低下を認めた場合を陽性とした。ジギタリス服用例はなく,  $\beta$  ブロッカーなど心収縮性, 運動耐容能に影響を与えると思われる薬剤は 24 時間前に中止した。

### 2) 運動負荷心プールシンチグラフィ

Tc-99m 人血清アルブミン 20 mCi を静注し, 約 15 分の安静後, 低エネルギー用高分解能コンパージングコリメータを装着したガンマカメラ (Searle, Pho/Gamma LFOV) を用い, 両心室を最もよく分離できる LAO 45° 前後より心プール像の撮像を開始した。安静時および運動負荷の各段階での後半 2 分間に対し, マルチゲート法により R-R 間隔を 16 等分しデータ収集を行った。データはガンマカメラと接続したコンピュータ

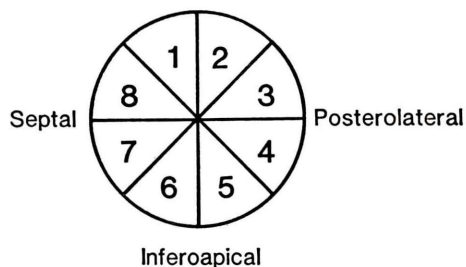


Fig. 1 The left ventricular region of interest is divided into eight segments: segment 1 and 2 correspond to the base of the heart including the mitral and aortic valves, 3 and 4 the posterolateral, 5 and 6 the inferoapical and 7 and 8 the septal region.

(Infomatek, Simis 3) を用い  $64 \times 64$  マトリックス内で時間-放射能曲線を作成した. Fig. 1 に示すように左室心プール像を容積中心を基点に  $45^\circ$  ずつ放射状に 8 分割した. 第 1, 2 分画は弁口部, 第 3, 4 分画は後側壁, 第 5, 6 分画は下壁心尖部, 第 7, 8 分画は中隔に相当する.

(1) 左室全体の時間-放射能曲線において最大カウント (EDc) の時相を拡張末期, 最小カウント (ESc) の時相を収縮末期とした. また各分画の時間-放射能曲線において 1 心周期中の最大カウントを MAXc, 最小カウントを MINc とし, 以下のように global ejection fraction (EF), regional

ejection fraction (REF) を定義した.

$$EF = 100 \times (EDc - ESc) / EDc (\%)$$

$$REF = 100 \times (MAXc - MINc) / MAXc (\%)$$

すなわち REF は局所が位相異常の有無にかかわらず 1 心周期中に動いた実際の運動量を示す指標である.

(2) 左室全体および各分画の時間-放射能曲線をフーリエ変換し, その第 1 次高調波を用い位相角を算出した. その平均値の標準偏差 (度) をそれぞれ global standard deviation (SD), regional standard deviation (RSD) とし左室全体および局所の asynchrony の指標とした.

Table 1 Hemodynamic findings at peak exercise in each group

	N	HR (/min)	SBP (mmHg)	DP (mmHg/min)	ET (min)
Normal	12	122±18	192±23	23,673±6,166	13.7±2.0
LAD	13	107±19	171±28	18,574±5,087	13.2±2.4
RCA	10	113±21	174±24	19,772±4,947	14.8±1.8
MV	12	117±17	186±30	2,1837±4,756	12.0±2.8

N: number of cases, Normal: normal control group, LAD: left anterior descending coronary artery group, RCA: right coronary artery group, MV: multivessel group, HR: heart rate, SBP: systolic blood pressure, DP: double product, ET: exercise time.

\* $p < 0.05$

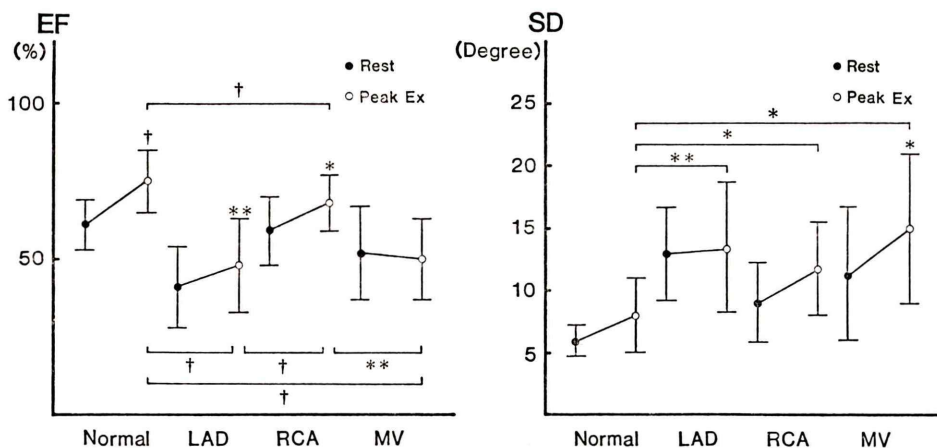


Fig. 2 Changes in ejection fraction (EF) and standard deviation (SD) from rest to peak exercise (Ex) in each group.

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , † $p < 0.001$ .

p value: vs. resting value and between groups. Abbreviations as in Table 1.



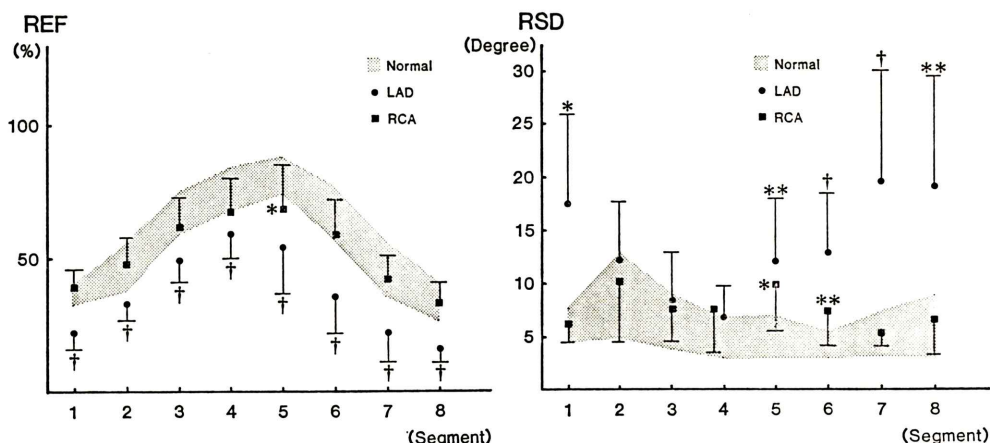


Fig. 3 Regional ejection fraction (REF) and regional standard deviation (RSD) at rest in each group. The shaded area represents the range of normal values ( $\pm$ SD). p value: vs. normal value. Abbreviations and symbols as in Table 1 and Fig. 2.

以上の EF, REF, SD, RSD の 4 つの指標を用い局所壁運動の定量的評価を行った。以下の数値はすべて平均値 $\pm$ 標準偏差で表した。推計学的検定は paired または unpaired t-test を用い  $p < 0.05$  を有意とした。

#### IV. 結 果

本研究に先立ち、健常者 10 例において安静状態にて 30 分おきに連続 3 回、2 分間のデータ収集を行い EF, SD の再現性を検討した。3 回のうち最大値と最小値の差をそれぞれ  $\Delta$ EF,  $\Delta$ SD とし 10 例での平均値を求めた。 $\Delta$ EF =  $3.3 \pm 1.1$  (%),  $\Delta$ SD =  $1.7^\circ \pm 0.6^\circ$  と短時間のデータ収集でも良好な再現性を確認した。以上のデータより平均値 $\pm$ 2 標準偏差を求め、 $\Delta$ EF で 6% 以上、 $\Delta$ SD で  $3^\circ$  以上を有意の変化とした。

##### 1. 運動負荷試験

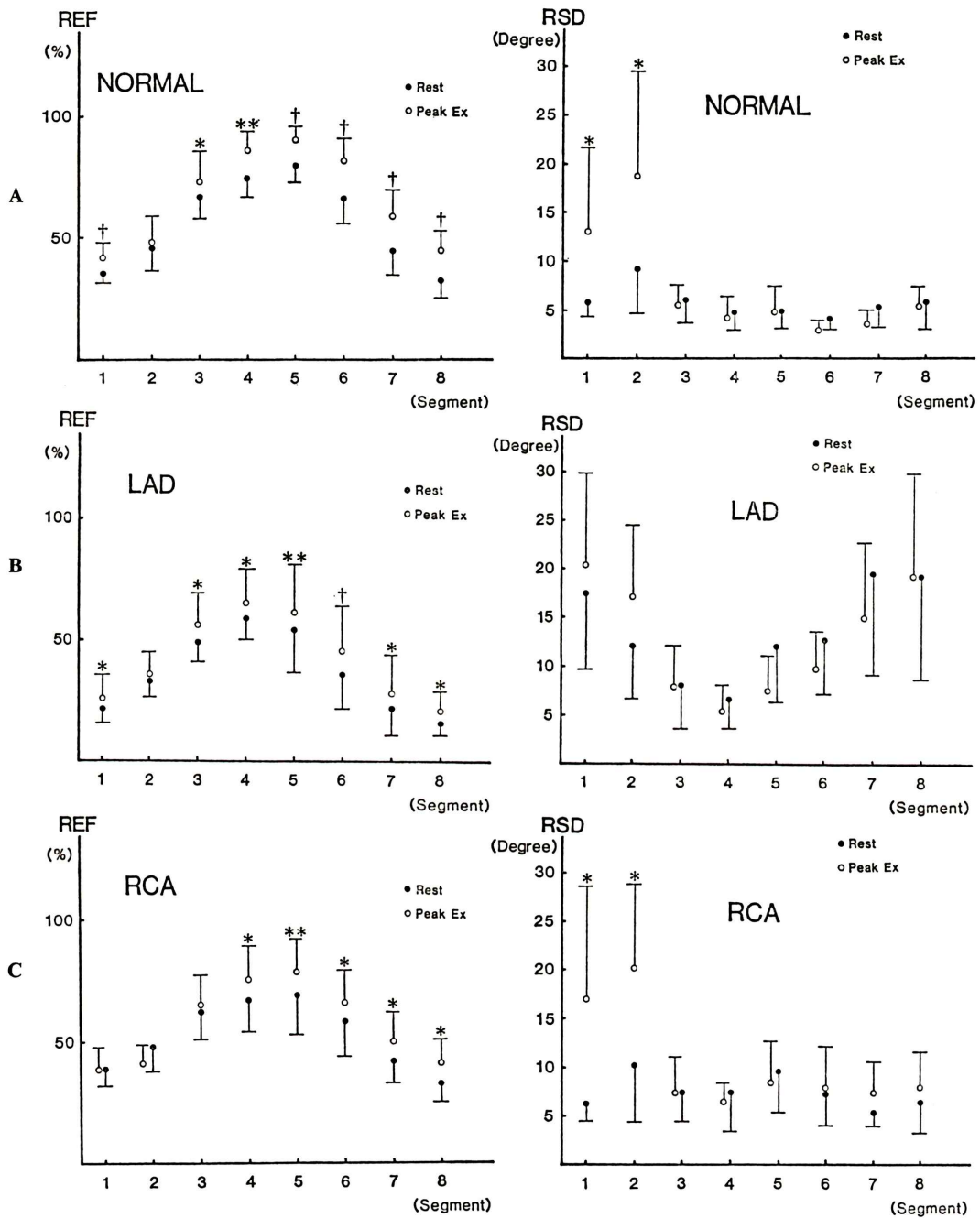
最大負荷時の血行動態を Table 1 に示す。負荷心電図では有意の梗塞部 ST 上昇を LAD 群で 13 例中 12 例に、RCA 群で 10 例中 2 例に認めた。LAD 群と RCA 群では ST 低下や胸痛の出現した症例はなかったが、MV 群では 12 例中 7 例に有意の ST 低下 (II, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>5</sub>) を認め、うち 5 例は胸痛を伴っていた。

##### 2. 左室全体の指標

各群の安静時と最大負荷時の EF, SD を Fig. 2 に示す。安静時 EF は LAD 群で健常群, RCA 群に比し有意の低下を認めた。安静時 SD は健常群と心筋梗塞群の間に有意差を認め、特に LAD 群で増加が著明であった。運動負荷による EF, SD の変化は、健常群では EF は有意に増加, SD はやや増加傾向があるも有意な変化はなかった。LAD 群, RCA 群の EF も有意に増加したが、最大負荷時の EF は各群間に有意差を認めた。安静時から最大負荷時への EF の平均変化についても検討したが、RCA 群 (+10.1%) では健常群 (+14.3%) と有意差なく、LAD 群 (+6.3%) では RCA 群と有意差はなかったが、健常群と有意差 ( $p < 0.005$ ) を認めた。LAD 群, RCA 群では負荷により SD に有意な変化はなかった。一方、MV 群は最大負荷で EF には有意の変化を認めなかったが (平均変化,  $-1.8\%$ ), SD に有意の増加 (平均変化,  $+3.7^\circ$ ) を認めた。最大負荷時の SD の群間比較では、健常群と各心筋梗塞群との間にはいずれも有意差を認めたが、心筋梗塞の 3 群間には有意差を認めなかった。

##### 3. 左室局所の指標

健常群, 1 枝病変群 (LAD 群, RCA 群) の安



**Fig. 4** Changes in REF and RSD from rest to peak exercise in each group.  
 A: normal control group, B: LAD group, C: RCA group. p value: vs. resting value.  
 Abbreviations and symbols as in Table 1, Fig. 2 and Fig. 3.

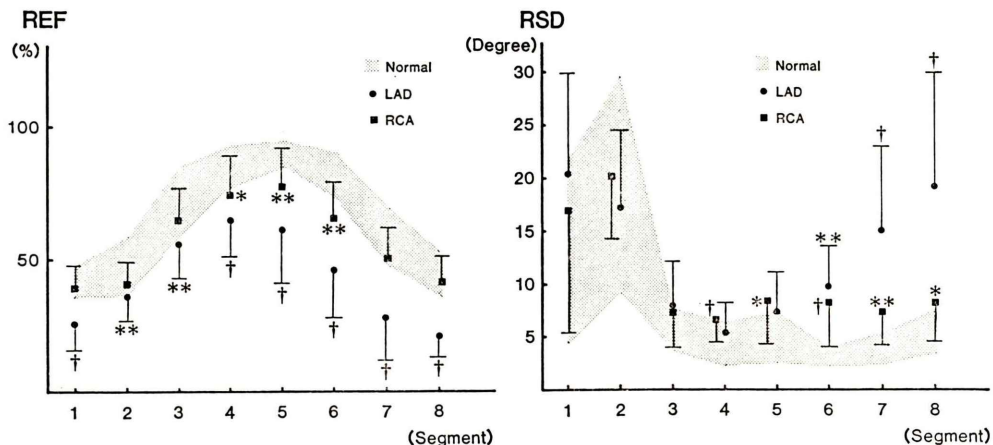


Fig. 5 REF and RSD at peak exercise in each group. The shaded area represents the range of normal values ( $\pm$ SD). p value: vs. normal value. Abbreviations and symbols as in Table 1, Fig. 2 and Fig. 3.

静時の REF, RSD を Fig. 3 に示す。LAD 群では全分画、特に心尖部から中隔に相当する第 5 から 8 分画にかけて大きな REF の低下を認めた。RCA 群でも下壁に相当する第 5 分画で有意の REF の低下を認めた。RSD でもやはり LAD 群は第 5 から 8 分画にかけて、RCA 群は第 5, 6 分画でそれぞれ有意の増加を認めた。

健常群, 1 枝病変群の安静時と最大負荷時における REF, RSD の変化を Fig. 4 に示す。健常群では第 2 分画 (弁口部) を除き各分画均等な REF の有意な増加を認めた。LAD 群, RCA 群も増加の程度は健常群より少ないが弁口部以外の分画で REF の有意な増加を認めた。RSD については健常群, 1 枝病変群とも第 1, 2 分画で負荷により大きなばらつきを生じたが、弁口部に相当することもあり、この分画ではあえて意味づけを行わなかった。それ以外の分画は梗塞部、非梗塞部とも負荷で有意な変化を認めなかった。ただし LAD 群については安静時よりすでに第 1 分画の SD が大きく、これに関しては心基部中隔の梗塞の反映と考えられた。

健常群, 1 枝病変群の最大負荷時における REF, RSD の各群間の比較を Fig. 5 に示す。梗塞部である LAD 群の第 6 から 8 分画, RCA 群の第 4

から 6 分画は最大負荷でも健常群に比し有意に REF が低下していた。一方、非梗塞部の REF では RCA 群が健常群と有意差を認めなかったのに対し LAD 群ではすべての分画で REF が有意に低下しており、RCA 群と比較して有意な非梗塞部の反応の違いを認めた。また RCA 群では安静時認められなかった第 7, 8 分画 (中隔) の RSD の異常が最大負荷時に明らかとなった。

## V. 考 察

### 運動負荷時の SD の変化について

健常群の運動負荷による SD の変化については報告が少なくまだ不明の点が多い。Ratib ら<sup>8)</sup>は安静時平均  $8.2^{\circ} \pm 1.7^{\circ}$ , 最大負荷時  $7.9^{\circ} \pm 0.8^{\circ}$  で有意差なしとしている。Norris ら<sup>9)</sup>はそれぞれ  $10.4^{\circ} \pm 0.8^{\circ}$ ,  $10.1^{\circ} \pm 0.7^{\circ}$  でこれも有意差はなかったと報告している。著者の成績では安静時  $5.9^{\circ} \pm 1.2^{\circ}$ , 最大負荷で  $8.0^{\circ} \pm 3.0^{\circ}$  とやや増加しているが有意差なく、数値的にもほぼ同様の結果であった。

安静時 SD は、健常群と各梗塞群との間で有意差を認め、特に LAD 群で著明に増加していた。いずれも梗塞部位別の EF, SD を検討した他の報告<sup>3,10)</sup>と一致していた。冠動脈疾患における安静



時 EF と SD の逆相関についてもすでに報告されており<sup>8,11,12)</sup>, asynchrony の程度が左心機能に大きな影響を及ぼしていることを示唆している。また運動負荷時においては虚血の出現と同時に SD が増加するといわれており, Ratib ら<sup>9)</sup>は局所虚血の検出にはむしろ EF の変化よりも specificity が高いと述べている。Schwaiger ら<sup>12)</sup>は正常から EF 20% 程度の心機能低下例にわたって SD による冠動脈疾患の診断精度を検討し, 運動負荷により 88~100% の sensitivity が得られ, きわめて鋭敏な指標としているが, EF 25% 以下の極端な心機能低下例ではその specificity は失われたという。振幅が 0 に近いデータをフーリエ変換すれば当然位相の精度は低下するため, akinesis の位相評価には問題が生じてくる<sup>7,12,13)</sup>。林ら<sup>7)</sup>はこの 8 分割法で REF 10% 以上を reliable としているが, 今回の検討例のうち最小の REF をとる第 8 分画でも極端な低振幅となった例は 1 例のみで, REF 8%, RSD 25.5° であった。また global EF でも 25% 以下の症例はなかった。

#### 梗塞部位の違いによる負荷時の壁運動異常の差異について

梗塞部位は心筋梗塞後の左室および局所心機能を決める重要な因子の 1 つ<sup>1~3)</sup>であるといわれている。前壁梗塞では下壁梗塞に比し一般に心機能の低下が大きい。Imai ら<sup>1)</sup>の安静時心プールシンチグラフィによる報告では, 前壁梗塞では LAO view で局所壁運動の低下は中隔, 心尖部のみならず後壁にも認められたという。また断層心エコー図による報告<sup>14)</sup>でも左前下行枝 1 枝病変心筋梗塞症の asynergy が右冠動脈, 回旋枝単独支配領域にも広範に及んでいる症例があったという。心プールシンチグラフィは 3 次元的な解析を行っているため, 本来 perimetric な解析法である左室造影とは必ずしも一致しない<sup>15)</sup>と思われるが, 今回の LAD 群でも健常群に比し全分画で REF の低下をみている。しかし RSD の異常を同時に認めたのは中隔領域のみで後側壁の RSD は正常であった。心筋シンチグラフィとの対応でみると, 中隔領域は全例欠損像であり明らかな梗塞部であ

るが前壁への欠損の広がりとは症例間でばらつきがあった。後側壁については全例正常灌流であったにもかかわらず REF のみ低下していたことになる。一方 RCA 群では有意の REF の低下は第 5 分画のみであり, LAD 群とは明らかに梗塞部の広がりとの差を認めた。

このような梗塞周辺領域の正常心筋にも asynergy がありうることにについては心プールシンチグラフィと心筋シンチグラフィ<sup>6)</sup>や左室造影と病理組織<sup>16)</sup>との対比を検討した報告があり, 詳細な機序は不明であるが, 隣接する梗塞部の asynchrony を含む機械的影響<sup>16)</sup>や心筋シンチグラフィで検出されない patchy ischemia<sup>6)</sup>などが推定されており, 今回の LAD 群にも同様の機序が起こっているのかもしれない。

運動負荷心プールシンチグラフィで得られる EF や位相の情報は, 臨床的には心筋梗塞後の多枝病変の検出や予後の推定<sup>4,17~19)</sup>に有用とされている。Fubini ら<sup>4)</sup>は負荷による EF の反応の異常 (5% 以内の増加) と位相異常 (SD の増加) の 2 つの指標により多枝病変検出の sensitivity は 100%, specificity は 46% と報告しており, 冠動脈造影の適応決定に有用としている。彼らの報告のうち false positive は特に左前下行枝 1 枝による前壁梗塞が多かったとしており, 本法は前壁に比し下壁梗塞でより精度が高いという同様の報告<sup>5)</sup>がある。著者の成績でも LAD 群の EF の増加は有意ではあったが, その絶対値は健常群, RCA 群よりも小さく, また SD 値も最初から大きいため, 運動負荷による多枝病変の診断精度をかなり低下させる原因になると思われる。実際, 最大負荷時の SD の検討では, 健常群と心筋梗塞群の間には有意差を認めたが, 1 枝病変群と多枝病変群の間には有意差を認めず, 安静時 SD 値が大きい症例における位相解析の specificity の限界<sup>9,20)</sup>を示唆している。

心筋梗塞症における運動負荷時の EF の変化を運動負荷心筋シンチグラフィの所見から検討した報告は少ない<sup>20~22)</sup>。負荷による EF の変化は健常部, 虚血部, 瘢痕部の相互作用の総和<sup>19,22)</sup>であ

ることから、この点を明確にしておくことは重要である。今回著者は梗塞部における再分布の評価を planar 像で視覚的に行った。西村ら<sup>23)</sup>は左前下行枝1枝病変前壁梗塞において梗塞部再分布の視覚的判定が定量的評価とよく一致したことを報告している。梗塞部の残存虚血を完全に否定することは planar 像では限界がある<sup>24)</sup>にしても臨床的に問題となる程度の残存虚血の評価には十分耐えうると思われる。Plotnick ら<sup>21)</sup>は陳旧性心筋梗塞症を運動負荷心筋シンチグラフィの再分布所見の有無で2群に分け、再分布のなかった群のEFの反応は健常群に類似していたが、再分布のあった群ではEFの有意な増加はなかったとしている。また新しい壁運動異常の出現を再分布のあった群で52%に、なかった群では6%にしか認めなかったという。この結果はEFの異常な反応、新たな壁運動異常には残存虚血が大きく関与していることを示唆している。再分布のない1枝病変心筋梗塞症でSDが運動負荷時増加するかどうかについてはまだ報告はないが、著者の検討では有意な変化はなかった。これと合わせ、再分布のあった多枝病変群でEFに有意の変化がなく、かつ有意にSDが増加したという結果はPlotnick ら<sup>21)</sup>の報告と大きな矛盾がないことを示している。

現在まで運動負荷時の梗塞部の反応をREF, RSDの面から定量的に検討した報告はない。梗塞部の壁運動は運動量と位相の異常が混在しているものが多く<sup>7)</sup>、どちらか単独の異常はむしろ少ない。したがって必ず両者の評価が必要となる。しかしこの場合、多枝病変では冠動脈灌流域の重なり合いなどで局所の定量的解析の意味づけがきわめて困難になる危険がある。そのため今回、安静時においてすでにREF, RSDの異常を明らかに検出した1枝病変群に限って詳細な検討を行った。結果的にはREFは梗塞部、非梗塞部とも有意に増加したが、RSDには有意の変化はなく、ほぼglobalの反応を説明しうる所見であった。すなわち、LAD群とRCA群における最も顕著な局所反応の差異は非梗塞部のREFにおいて認められ、この部位の代償程度が両群のEFの反応

を規定する大きな因子と思われた。

中藤ら<sup>22)</sup>は陳旧性心筋梗塞症における安静時と負荷時のEFおよび心筋シンチグラフィのdefectの相関直線を検討し、本症全体としては非虚血部心筋の予備力が低下していることを指摘している。一般に梗塞部が広くかつ罹患冠動脈枝数が多いほど非虚血部心筋機能は低下傾向にあるとされている。しかし今回著者が対象としたLAD群、RCA群は全例1枝病変であることから、両群の安静時および負荷時における非梗塞部のREFに差異をもたらした因子としては両群における梗塞部の広がり、すなわち隣接した梗塞部の機械的な影響<sup>16)</sup>が重要と思われた。またRCA群において、安静時に明らかでなかった中隔でのRSDの異常が最大負荷時に認められた。この理由としては、RCA群の後壁中隔はすべて右冠動脈支配であり、このため後壁中隔梗塞によるわずかな異常が中隔部(第7,8分画)に反映されたものと考えている。

Kimchi ら<sup>25)</sup>は運動負荷で安静時の asynergy が改善することがありうると報告している。この分画は一般にはQ波のない、かつ心筋シンチグラフィで正常の取り込みがある viable muscle であるとしているが、完全な梗塞部でもごく稀に改善があると述べている。今回の1枝病変群では梗塞部は心筋シンチグラフィでほぼ完全欠損であり、運動中のカテコラミンに反応する可能性も少ない。しかもREFが増加したのみでRSDの異常には有意な変化はなく、厳密な意味での改善は起こっていないといえる。機序については、おそらく隣接した健常部の改善した収縮により機械的な影響を受け、“passive”にREFが増加したと考えるのが最も妥当と思われる。

## VI. 結 語

梗塞部位の違いによる運動負荷時局所壁運動異常の差異を明らかにする目的で、残存虚血のない1枝病変心筋梗塞症(LAD群13例、RCA群10例)に運動負荷心筋シンチグラフィを施行した。対照として健常者12例、残存虚血を有する多枝病変群12例を用いた。



1) 安静時の EF は LAD 群が RCA 群に比し有意に低下していた。逆に SD は LAD 群が RCA 群に比し有意に増加していた。

2) 両群とも安静時の 梗塞部は、健常者に比し有意な REF の低下と有意な RSD の増加を同時に認めた。しかし LAD 群では非梗塞部の REF も有意に低下していた。

3) 運動負荷により両群で EF は有意に増加したが LAD 群の増加の程度はわずかであった。両群ともに負荷による SD の有意な変化は認めなかった。一方、残存虚血を有する多枝病変群では負荷により EF に有意な増加を認めず、SD のみ有意に増加した。

4) 最大負荷時の梗塞部の REF は両群とも健常者に比し有意に低下していた。非梗塞部の REF は RCA 群では健常者と有意差はなかったが、LAD 群では有意な低下を示した。最大負荷時、梗塞部、非梗塞部の RSD は両群とも有意な変化を認めなかった。

以上より前壁梗塞と下壁梗塞の運動負荷による EF の変化の差には、梗塞部よりむしろ非梗塞部の壁運動量が大きく関与していることが示唆された。

稿を終えるにあたり、ご指導、ご校閲をいただきました柴田昭教授に深く感謝いたします。また貴重なご助言をいただいた本学公衆衛生学教室林千治先生、第一内科津田隆志先生、および施設を提供していただいた木戸病院内科浜斉先生、同 RI 室三谷亨技師に深謝いたします。

## 文 献

- 1) Imai S, Suzuki T: Differences of global and regional left ventricular function in anterior and inferior myocardial infarction: Assessment by the use of a regional ejection fraction. *Jpn Circ J* **48**: 1175-1183, 1984
- 2) Russell Jr RO, Hunt D, Rackley CE: Left ventricular hemodynamics in anterior and inferior myocardial infarction. *Am J Cardiol* **32**: 8-16, 1973
- 3) Upton MT, Palmeri ST, Jones RH, et al: Assessment of left ventricular function by resting and exercise radionuclide angiocardigraphy following acute myocardial infarction. *Am Heart J* **104**: 1232-1243, 1982
- 4) Fubini A, Cecchi E, Spinnler MT, et al: Use of radionuclide angiography and an electrocardiographic stress test to diagnose multivessel disease after a first episode of uncomplicated myocardial infarction. *Br Heart J* **55**: 535-542, 1986
- 5) Wasserman AG, Katz RJ, Cleary P, et al: Non-invasive detection of multivessel disease after myocardial infarction by exercise radionuclide ventriculography. *Am J Cardiol* **50**: 1242-1247, 1982
- 6) 林 千治, 津田隆志, 小島研司, 他: 心筋梗塞症の局所壁運動異常と  $^{201}\text{Tl}$  心筋 Imaging の関連について. *核医学* **22**: 839-847, 1985
- 7) 林 千治, 津田隆志, 小島研司, 他: RI angiogram による局所壁運動解析の新方法——心筋梗塞症の局所壁運動異常について——. *核医学* **21**: 1395-1402, 1984
- 8) Ratib O, Henze E, Schon H, et al: Phase analysis of radionuclide ventriculograms for the detection of coronary artery disease. *Am Heart J* **104**: 1-12, 1982
- 9) Norris SL, Slutsky RA, Gerber KH, et al: Sensitivity and specificity of nuclear phase analysis versus ejection fraction in coronary artery disease. *Am J Cardiol* **53**: 1547-1552, 1984
- 10) 田原順雄: 心筋梗塞部位別における両心機能の核医学的検討——右室梗塞について——. *呼と循* **33**: 1361-1368, 1985
- 11) 玉木良良, 向井孝夫, 石井 靖, 他: phase analysis による左室局所壁運動の定量的評価——位相分布ヒストグラムによる検討——. *核医学* **18**: 1241-1247, 1981
- 12) Schwaiger M, Ratib O, Henze E, et al: Limitations of quantitative phase analysis of radionuclide angiograms for detecting coronary artery disease in patients with impaired left ventricular function. *Am Heart J* **108**: 942-949, 1984
- 13) Pavel DG, Byrom E, Lam W, et al: Detection and quantification of regional wall motion abnormalities using phase analysis of equilibrium gated cardiac studies. *Clin Nucl Med* **8**: 315-321, 1983
- 14) 高沢謙二, 椎名 明, 野田敏剛, 他: 心筋梗塞症例における断層心エコー図法による冠動脈病変の推定. *J Cardiology* **15**: 943-956, 1985
- 15) Freeman AP, Giles RW, Walsh WF, et al: Regional left ventricular wall motion assessment: Comparison of two-dimensional echocardiography and radionuclide angiography with contrast angiography in healed myocardial infarction. *Am J Cardiol* **56**: 8-12, 1985
- 16) Hutchins GM, Bulkley BH, Ridolfi RL, et al: Correlation of coronary arteriograms and left ventriculograms with postmortem studies. *Circulation* **56**: 32-37, 1977
- 17) Mazzotta G, Scopinaro G, deCaro E, et al: Exercise

- radionuclide ventriculography after uncomplicated myocardial infarction: what could we gain from the analysis of LVEF throughout the whole test? *Eur Heart J* 7: 584-593, 1986
- 18) Morris KG, Palmeri ST, Califf RM, et al: Value of radionuclide angiography for predicting specific cardiac events after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 55: 318-324, 1985
- 19) Iskandrian AS, Hakki AH: Radionuclide evaluation of exercise left ventricular performance in patients with coronary artery disease. *Am Heart J* 110: 851-856, 1985
- 20) 梅沢滋男, 藤原秀臣, 平井正幸, 他: 位相解析による運動負荷時壁運動異常の評価とその限界. *核医学* 24: 1757-1764, 1987
- 21) Plotnick GD, Becker LC, Fisher ML: Value and limitations of exercise radionuclide angiography for detecting myocardial ischemia in healed myocardial infarction. *Am J Cardiol* 56: 1-7, 1985
- 22) 中藤秀明, 村上暎二, 竹越 襄, 他: 心筋梗塞症の運動負荷時左室ポンプ機能——梗塞巣と付加的虚血巣の広さならびに非虚血部心筋機能との関連——. *呼と循* 35: 1281-1287, 1987
- 23) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他: 運動負荷心筋スキャンによる梗塞部位再分布に関する検討——臨床所見, 心電図, 心血行動態との対比を中心として——. *核医学* 24: 1343-1350, 1987
- 24) Liu P, Kiess MC, Okada RD, et al: The persistent defect on exercise thallium imaging and its fate after myocardial revascularization: Does it represent scar or ischemia? *Am Heart J* 110: 996-1001, 1985
- 25) Kimchi A, Rozanski A, Fletcher C, et al: Reversal of rest myocardial asynergy during exercise: A radionuclide scintigraphic study. *J Am Coll Cardiol* 6: 1004-1010, 1985

### Summary

## Quantitative Analysis of Left Ventricular Wall Motion at Exercise Stress in Myocardial Infarction with Single Vessel Coronary Artery Disease—Difference in Response According to Site of Infarction—

Kunio KODERA

*The First Department of Internal Medicine, Niigata University School of Medicine, Niigata*

The wall site involved by myocardial infarction (MI) is one of major factors to determine a cardiac pump function of the patient. Generally, anterior MI has a lower cardiac function at rest than inferior MI. However, the difference in cardiac function during exercise between anterior MI and inferior MI is controversial. To clarify the difference, regional wall motion at infarcted area and non-infarcted area were examined quantitatively by exercise radionuclide ventriculography in 23 patients with MI. MI group consisted of 13 patients with isolated left anterior descending coronary artery (LAD) lesion and 10 patients with isolated right coronary artery (RCA) lesion without residual ischemia, and was compared to 12 normal controls (NC) and also to 12 patients with multivessel (MV) lesions. Left ventricular ejection fraction (EF) and regional EF (REF) as parameters of amplitude, and standard deviation (SD) of mean of left ventricular phase angle, regional SD (RSD) as parameters of asynchrony were obtained. At rest, infarcted

area showed significant decrease in REF and increase in RSD but non-infarcted area in LAD group showed significant decrease in REF. MI group revealed increase in EF and REF, even at infarcted area significantly during exercise, but LAD group showed less increase in EF than RCA group. MI group had no significant changes in SD and RSD during exercise. MV group had significant increase in SD but no significant changes in EF during exercise. At peak exercise, non-infarcted area in RCA group showed the same degree of increase in REF as the same segments in NC. But non-infarcted area in LAD group showed significantly less increase in REF than the same segments in NC. In conclusion, the difference in response of EF between anterior MI and inferior MI was greatly related with REF at non-infarcted area rather than infarcted area.

**Key words:** Single vessel myocardial infarction, Site of infarction, Gated radionuclide ventriculography, Exercise stress, Wall motion.