

《ノート》

RI angiographyによる陳旧性心筋梗塞症の 心ポンプ機能の評価

—梗塞部、非梗塞部局所駆出分画による検討—

Assessment of Cardiac Performance by Radionuclide Angiography
in the Patient with Myocardial Infarction
—Comparison between Infarcted Area and Non-infarcted Area—

木村 穎* 岩坂 壽二* 斧山 英毅* 杉浦 哲朗*
一番ヶ瀬順* 小糸 仁史* 吉岡 廣* 稲田 満夫*
夏住 茂夫** 松本 揭典** 白石 友邦**

Yutaka KIMURA*, Toshiji IWASAKA*, Hideki ONOYAMA*, Tetsuro SUGIURA*,
Jun ICHIBANGASE*, Hitoshi KOITO*, Hiroshi YOSHIOKA*, Mitsuo INADA*,
Shigeo NATSUZUMI**, Keisuke MATSUMOTO** and Tomokuni SHIRAISHI**

**Second Department of Internal Medicine, **Department of Radiology, Kansai Medical University*

I. はじめに

RI angiography (RI angio) は心筋の形態、そのポンプ機能を知る上で非常に有用かつ非侵襲的検査法である^{1,2)}。とくに虚血性心疾患においては、安静時の心室内容量、心ポンプ機能の把握^{3,4)}、運動負荷での心筋虚血、心予備機能を知る上で^{5,6)}、RI angio は広く臨床的に応用され、その有用性に対する評価は高い。

一方、心筋梗塞症の陳旧期の心ポンプ機能の把握は予後の評価、治療方針を決定する上で重要であり、数多くの報告がなされている^{7~9)}。また最近心筋梗塞症では経皮的冠動脈血栓溶解療法(PTCR)、経皮的冠動脈再建術(PTCA)等の新しい

治療法が開発され、心ポンプ機能を梗塞部、非梗塞部の2つの局所心ポンプ機能の面から検討する試みが必要となってきた。しかし、心ポンプ機能あるいは心収縮性を梗塞部と非梗塞部に分けて考察を加えた報告は左室造影法^{10,11)}、RI angio^{12,13)}において数少ない。そこで、本研究は RI angio により心筋梗塞症の心ポンプ機能を梗塞部と非梗塞部に分けて検討し、その有用性と限界を明らかにした。

II. 対象と方法

1. 対象

本院 CCU に収容され胸痛、心電図上の異常 Q 波、心筋逸脱酵素の上昇を認めた初回急性心筋梗塞症で、発症後 1~2 年を経過し、その後狭心症、あるいは顕性の心不全等を認めず、順調な社会復帰を果たし得た陳旧性心筋梗塞症(OMI) 75 例で

* 関西医科大学第二内科
** 同 香里病院放射線科

受付：62年2月27日

最終稿受付：62年9月18日

別刷請求先：大阪府守口市文園町1番地（〒570）

関西医科大学病院 CCU

木 村 穎

Key words: Radionuclide angiography, Myocardial infarction, Regional ejection fraction, Left ventricular end-diastolic volume.

ある。性別は男性48例、女性27例、年齢分布は59±12(平均年齢±1標準偏差)であり、前壁梗塞51例、下壁梗塞24例である。なお、局所心ポンプ機能の評価に支障をきたすと考えられる脚ロック、WPW症候群、房室ブロック、弁膜障害、右室梗塞等の合併症を認めた例は除外した。次に、対象を左室拡張末期容量(LVEDV)により、3群に分類した。すなわち、当施設での健常者でのLVEDV平均値を基準として、100ml未満の例をA群(23例)とした。次に、明らかな心拡大とみられるLVEDV140ml以上をC群(34例)、LVEDVが100ml以上140ml未満の例をB群(18例)とした。

2. 方 法

1) RI angiography

RI angiographyはmulticrystal scintillation camera(Baird Atomic System 77)を使用し安静仰臥位にて右肘静脈より^{99m}TcO₄⁻20mCiを生理的食塩水20mlとともにbolus注入した。そしてfirst pass法により右前斜位(RAO)18°、左前斜位(LAO)45°1フレーム25msecで収録した。ついで上大静脈、肺、左心室における関心領域(ROI)を設定し、各ROIでのRIトレーサーの通過状態を確認し、左心室ROIのbackground処理を行い、左心室のROIのtime activity curveを作成した。次に3~6心拍の左心室のROIのtime activity curveより代表的心拍(representative cardiac cycle)のtime activity curveを作成し左室拡張末期画像(LVED画像)、左室収縮末期画像(LVES画像)を得た。

2) 循環動態諸指標の算出法

左室のrepresentative time activity curveよりLVEDカウント(LVEDc)、LVESカウント(LVESc)を求め、次式のごとく左室駆出率(LVEF)を算出した。

$$\text{LVEF} = (\text{LVEDc} - \text{LVESc}) / \text{LVEDc} (\%)$$

次に、左室における各クリスタルのtime activity curveより、同様にLV regional EF(LVREF)を算出し、LVREFの0%を黒色、100%を黄色としてこの間を16等分し寒色から暖色系になるよう

にカラー表示して左室局所駆出分画図(LV regional EF image)を作成した。

また、左室拡張末期(LVED)、収縮末期(LVES)の左室の辺縁像、LVED、LVES辺縁図(LVED and LVES perimeter image)は、松本ら¹⁴⁾の方法に従ってLVED画像の最大countを100%とし、23%のcut offを行い求めた。

左室拡張末期容量(LVEDV)は前述のLVED画像のハードコピーをプラニメーターを用いて面積計算を行いSandoler-Dodge¹⁵⁾らの方法にしたがってarea length法により求めた。

上記より得られたLVEF、LVEDVおよび心拍数(HR/min)より、以下の諸量を算出した。

$$\text{一回心拍出量(SV), } \text{SV} = \text{EF} \times \text{LVEDV}$$

$$\text{左室収縮末期容量(LVESV), }$$

$$\text{LVESV} = \text{LVEDV} - \text{SV}$$

$$\text{分時心拍出量(CO), } \text{CO} = \text{SV} \times \text{HR}$$

3) 梗塞部(I)、非梗塞部(N)の設定

前述のRAO 18°のLVREF color image,(LV functional image)よりREFの低下をカラー表示よりvisualに判定し、左室壁運動をnormal, hypokinesis, akinesis, dyskinesisの4つに分類した。なおこれら画像診断は4年以上の心臓核医学の経験を有する専門医3名により行った。そして壁運動上akinesisおよびdyskinesisの部分を梗塞部(I)として設定し梗塞範囲を規定した。ついで、LVREFの1×1cmのクリスタルで表示されるdigital displayに、前述のIを設定しおのおののクリスタルの局所駆出分画(REF)を求めおのおのの加算平均値をもって梗塞部局所駆出分画(I-REF)とした。残りのクリスタルを非梗塞部(N)として各クリスタルのREFの加算平均値をもって非梗塞部局所駆出分画(N-REF)とした。なお本法において心基部のクリスタルのREFの低下は正常例でも認められるため、その部におけるクリスタルはI、およびNの設定からは除外した。また、梗塞部位の確認、多枝病変の除外のため同時期に施行した²⁰¹Tl Single Photon Emission Computed Tomography(SPECT)による判定も併用した。²⁰¹Tl SPECTは安静時²⁰¹TlClを2~4

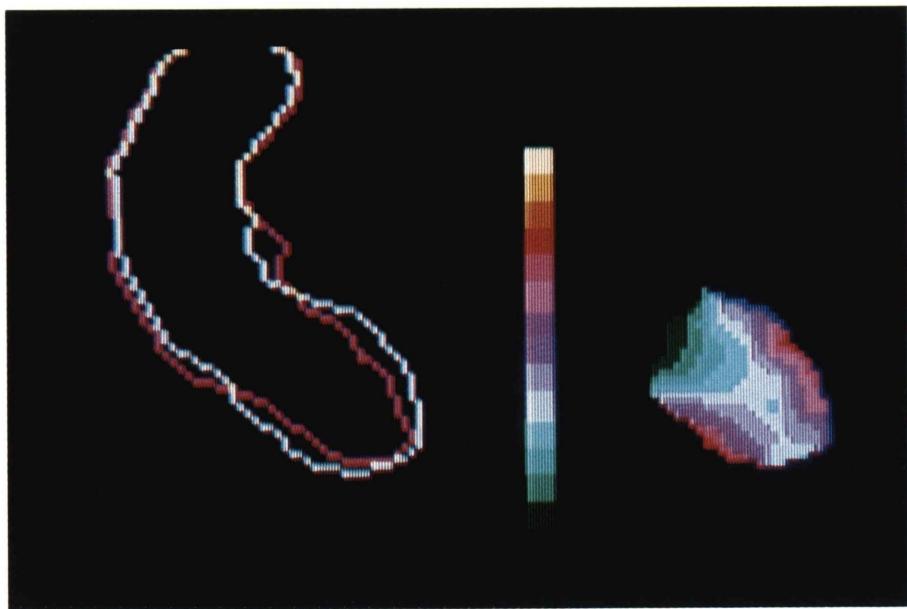


Fig. 1-a Left ventricular end-sistolic and end-diastolic perimeter and regional ejection fraction images. A 58-year-old male with prior myocardial infarction. These images show akinetic wall motion in the apex and anterior area.

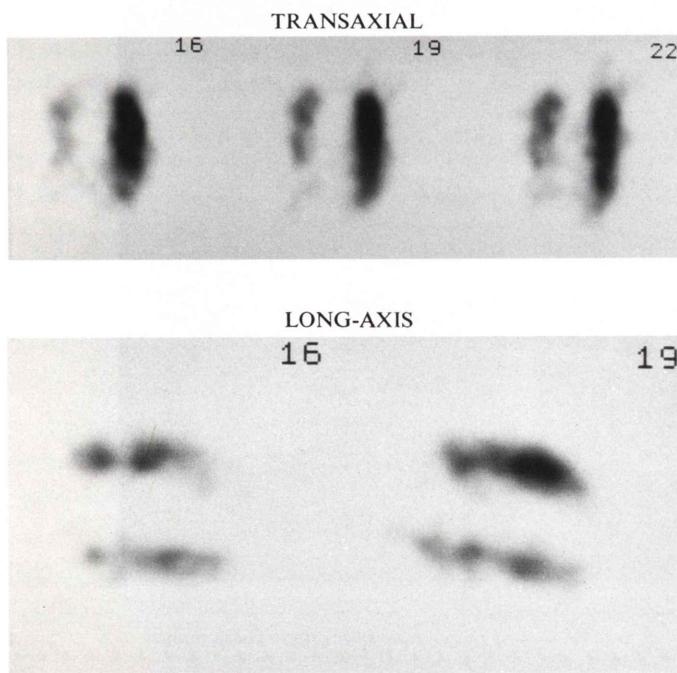


Fig. 1-b Thallium-201 SPECT images from the same patient in Fig. 1-a. A perfusion defect in the anterior wall is seen.

		42			
	18	30	51		
	17	26	42	62	
	26	30	31	47	
49	45	39	32	41	57
	72	52	38	36	43

Fig. 2 Digital display of left ventricular regional ejection fraction image from the same patient in Fig. 1. Crystals with slanted lines constitute the infarcted area and the remainder the non-infarcted area. In this case, global EF is 39%, I-REF is 30%, and N-REF is 50%.

		51	65		
	28	46	59	70	
	22	37	51	60	70
	22	32	39	47	66
	18	28	34	42	56
	31	38	38		

Fig. 4 Digital display of left ventricular regional ejection fraction image from the same patient in Fig. 3. In this case, global EF is 49%, I-REF is 27%, and N-REF is 62%.

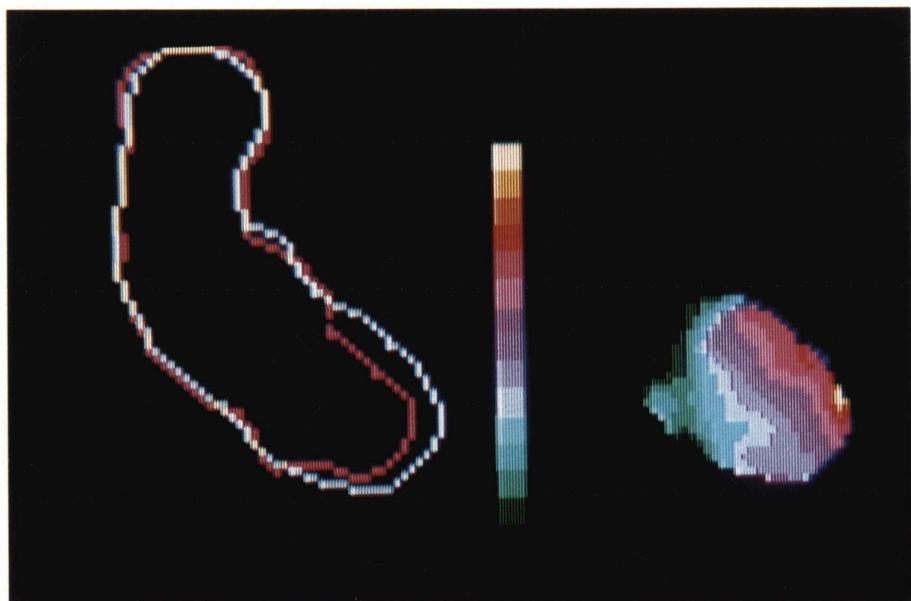


Fig. 3 Left ventricular end-sistolic and end-diastolic perimeter and regional ejection fraction images. A 65-year-old female with prior myocardial infarction. These images show akinetic wall motion in the inferior area.

mCi 静注し 5~10 分後より撮像した。SPECT の撮影方向は 6° 間隔 30 方向とし、一方向の測定時間は 30 秒とした。1 回のデータ収集から体軸に対する横断像 (transaxial), 前額断像 (coronal), 矢状断像 (sagittal) の 3 種の断層像を作成した。

4) 統計学的処理法

対象各群の各種指標を平均値 \pm 1 標準偏差値 ($M \pm 1 SD$) で示した。また、群間の平均値の比較は student の t 検定により、危険率 5% 以下を有意とした。

III. 成 績

1. 症例呈示

症例 1 (Figs. 1, 2): 58 歳、男性、前壁梗塞発症後約 1 年を経過している。LVREF image, LVED および LVES perimeter image にて、前壁より心尖部に akinesis を認める (Fig. 1-a). ^{201}TI SPECT 像にても同様に前壁から心尖部に欠損像を認める (Fig. 1-b). 次に Fig. 2 に示すように LVREF の digital display 上に前述の akinesis 部を設定し斜線のクリスタルを I とした。そして I における各クリスタルの REF の平均値をもって I-REF とした。残りのクリスタルを N とし、同様に N-REF を求めた。本症例の LVEF は 39%, I-REF は 30%, N-REF は 50% であった。

症例 2 (Figs. 3, 4): 65 歳、女性、下壁梗塞発症後 1 年を経過している。LVREF image, LVED, LVES perimeter image より下壁領域での akinesis を認め (Fig. 3), 前述の方法で I, N を設定し I-REF, N-REF を求めた (Fig. 4)。本症例では LVEF は 49%, I-REF は 27%, N-REF は 62% であった。

2. 前壁梗塞症での局所心ポンプ機能 (Fig. 5)

心室拡大を認めない A 群 20 例と軽度の心室拡大を認める B 群 20 例では LVEF は A 群で $49 \pm 10\%$, B 群で $42 \pm 10\%$ であり両群に有意な差は認めなかった。しかし I-REF は A 群で $38 \pm 5\%$, B 群で $30 \pm 8\%$ であり、B 群は A 群に比して有意に低値を示した ($p < 0.05$)。次に著明な心拡大を認める C 群 11 例では LVEF は $30 \pm 9\%$, N-REF は

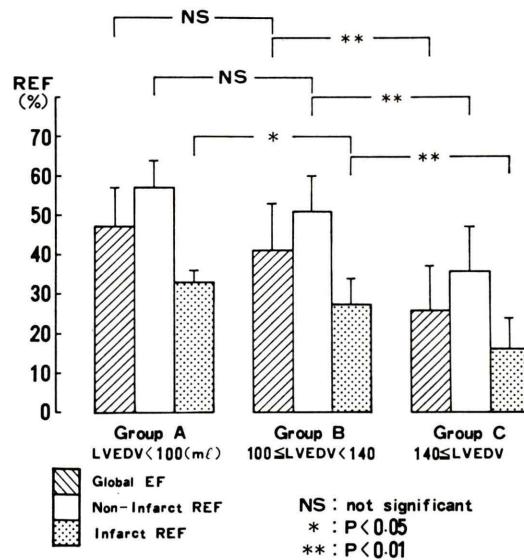


Fig. 5 Comparison of global EF, N-REF and I-REF in the patients with anterior myocardial infarction.

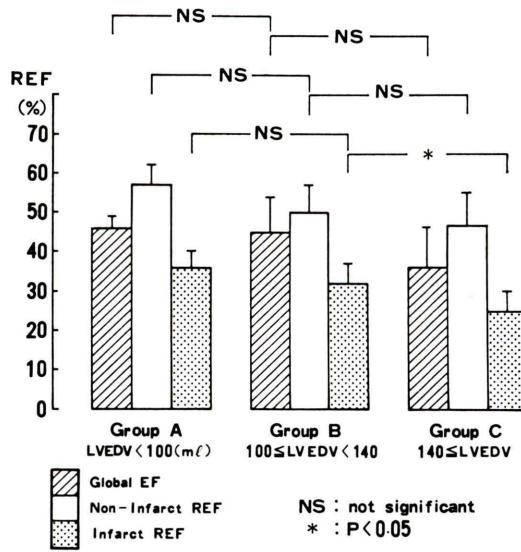


Fig. 6 Comparison of global EF, N-REF and I-REF in the patients with inferior myocardial infarction.

$38 \pm 10\%$, I-REF は $17 \pm 9\%$ であり 3 指標ともに低値を示した ($p \leq 0.01$)。

3. 下壁梗塞での局所心ポンプ機能 (Fig. 6)

A群8例とB群10例を比較検討すると、LVEFはA群で44±9%，B群で52±8%であり両群間に有意な差を認めなかつた。またN-REFもA群で56±10%，B群で52±9%であり同様に両群間に有意差がなかつた。I-REFもA群で44±9%，B群で52±9%であり両群間に有意差を認めなかつた。これに対してC群6例のLVEFは32±9%，N-REFは49±10%でありA群に比しC群ではLVEF、N-REFともに有意に低値であった($p \leq 0.05$)。B群とC群のLVEF、N-REFを比較すると、両群間に有意な差を認めなかつた。しかしC群のI-REFは17±9%でありA、B両群に比して有意な低値を認めた($p \leq 0.05$)。すなわち、下壁梗塞においてはLVEFがB群と同様に保たれているC群においてI-REFは低下した。しかし、N-REFは前壁梗塞症と異なり、C群でもB群と特に変わることろはなかつた。

IV. 考 察

1. RI angiographyによる局所駆出分画、および左室拡張末期容量の有用性とその問題点

本法により梗塞部、非梗塞部の設定を行いおのののREFを比較することは心筋梗塞症の心ポンプ機能のより詳細な検討を可能にすると考えられる。また、薬剤、運動負荷等における反応形態は梗塞部、非梗塞部において当然異なりglobalな心ポンプ機能の変化とともにregionalな心ポンプ機能の変化の検討はその心予備能の把握に役立つものであると考えられる。

一方、RI angiographyの局所的なアプローチには一定の限界がみられる。すなわち、梗塞部の設定は左室壁運動より判定しており、また、 $1 \times 1 \text{ cm}$ のクリスタル上に表示するため本法のごとく壁運動異常と $^{201}\text{Tl ECT}$ による心筋虚血判定の併用をもってしても絶対的な梗塞部の設定は困難である。したがつて、本研究で用いた梗塞部とは組織学的な梗塞部とともにその周囲の心筋虚血領域、壁運動異常部位も含んでおり、機能的な面

からみて梗塞部と表現できる範囲である。そのため梗塞部REFといえどもある程度のREFが保たれているものと考えられる。また、梗塞巣の範囲が広く虚血部位が心基部をも含むと思われる症例では正常例での心基部のREFの低下との鑑別が困難であり、多枝病変での再梗塞例などでは梗塞部の設定が不明確になりこれら著明な心ポンプ機能の低下を認める場合本法でのREFの評価は限界がある。しかし、本研究では比較的良好な心ポンプ機能を保ち軽度の心拡大を有する症例における臨床的検討を目指しており、そのような症例においては本法は有用であると考えられる。

次に、本研究ではLVEFをLVEDVとの関係より検討しており、左室容積の精度に関しては以下のごとく検討した。一般にfirst pass法では心電図同期RI angioに比し得られるカウント数が少なく、通常のアンガーモードカメラでは左室容積の評価が困難である。しかし本法のごとく高計数率のmulticrystal scintillation cameraを用いれば、この問題は解決され、左室容積の検討が可能である。さらにfirst pass法を用いるため右室の重なりによる影響を受けにくく、色素希釈法、動物実験等による左室容積の測定値と本法による左室容積はよく相関している^{16,17}。またRAO方向より左室辺縁像を求め、area length法にてLVEDVを算出する方法はcineangiographyによるarea length法と同様であり、両者には高い相関を認めている¹⁸。当施設での心模型橿円体ファントムを用いた測定実験の結果ではcut off level 23%を用いRAO 18°にてgamma cameraと心室の距離が13cm以内であれば(RAO 18°以上になるとgamma cameraと心室との距離が13cm以上となることがありRAO 18°を用いた)容量の変動幅は10%以内に收まり精度的に問題ないと考えた¹⁴。

2. 心筋梗塞症における左室拡張末期容量と局所駆出分画

RI angiographyより求めたLVEFは左心室造影、心エコー等より得られるLVEFと同様、心ポンプ機能の指標としての臨床的評価は確立している。また、びまん性の心筋病変を有さず、あ

る範囲内の障害部位を規定することが比較的容易である心筋梗塞症では当然ながら LVEF は梗塞部位、梗塞巣の大きさ、残余機能心筋の心筋収縮性等の因子に左右される。そして、LVEF を規定する血行力学的因素としては Frank-Staring 曲線¹⁸⁾に代表される圧-容量関係、Laplace の法則¹⁹⁾に示される左室内径と心内圧との関係から求められる壁張力などが重要な因子である。そこで、本研究では心筋梗塞症における梗塞巣、残余機能心筋の心筋収縮性に与える LVEDV の影響を明らかにすることを試みた。

その結果、前壁梗塞では LVEDV の中等度の増加を認める B 群と正常の LVEDV を示す A 群との間に LVEF、N-REF は有意な差ではなく、比較的良好な値を保っていた。しかし、I-REF は B 群においてすでに A 群に比し低下を認めた。そして著明な LVEDV 増大を認める C 群では LVEF、N-REF いずれも A、B 両群に比して低値をとり I-REF も A、B 両群に比し有意な低下を認めた。これらの成績より前壁梗塞では LVEDV がたとえ正常をわずかに上回った増大でも心筋収縮性の低下した梗塞巣およびその周囲の虚血巣では Frank-Staring 機構の動員の効果よりも Laplace の法則による壁張力の増加が大となるため局所心機能は力学的にも、心筋代謝の面からも非梗塞部に比較して悪化をきたし global な LVEF は保たれていたとしても I-REF は低下すると考えた。これに対し、非梗塞部では、LVEDV の軽度の増加にて Frank-Staring 機構の効果が十分な心予備能を有する残余機能心筋において有効に働き、非梗塞部の心機能曲線を右上方に向かわしめ N-REF は良好に保たれたと考えた。次に、LVEDV が 140 ml と著明に増大した場合には、N-REFにおいても I-REF と同様に Frank-Staring 機構の動員の効果を上回って、Laplace の法則による壁張力の増大が生じ、そのため、成書にも記されているごとく心拡大による代償機転が破綻をきたし非代償性へと向かったものと考えた。加えて、壁張力の増大が心筋虚血の範囲と程度の悪化を招き、N-REF、I-REF ともに低下した可能性も考えられ

る。これらの成績は左室造影を用いて残余機能心筋の収縮性を検討した木全ら²⁰⁾の成績とも一致するものであった。すなわち、梗塞巣出現により心ポンプ機能が低下し、心ポンプ機能低下が心拡大、換言すれば LVEDV の増大をもたらし、Frank-Staring 機能の動員により心拍出量を一定に保とうとする代償機転が出現する。しかしそれわれの成績より、陳旧期に LVEDV が 140 ml 以上の拡大を示す例では、心ポンプ機能の予備能としての心拡大は限界となり、反対に心室拡大そのものが、その心ポンプ機能を著しく制限していると思われた。そして前壁梗塞では LVEDV 140 ml が陳旧期の心ポンプ機能からみた臨床上重用な指標であると考えた。しかし虚血心の自然歴から考えた場合虚血巣の進展、梗塞心筋の viability の消失等により LVEF の低下、LVEDV の増大することも考えられる。今回の成績は心筋梗塞症の一時点をとらえたに過ぎず、今後、経時的な観察を含めた検討が必要である。次に下壁梗塞では、前壁梗塞と同様に LVEDV の著増を示す C 群では I-REF の低下を示した。しかし、N-REF は前壁梗塞と異なり C 群といえども、A、B 両群と差を認めず I-REF のみ有意な低下を認めた。これら前壁梗塞と下壁梗塞の違いについては次のように考えられる。すなわち、正常心における左室収縮状態を検討した Herman ら²¹⁾は、前壁は下壁に比してその局所短縮率が大きく、心ポンプ機能に果たす役割もより大きいと報告している。また、梗塞部により心ポンプ機能、心予備等が異なり^{22~24)}、とくに、前壁梗塞では下壁梗塞に比し心ポンプ機能の低下がより大きいとの報告は数多い^{25,26)}。本研究の成績でも前壁梗塞では LVEDV の軽度の増大にて REF の低下を認めており、従来の報告と一致するところである。その原因としては前述のごとく心室前壁が左室収縮様式に果たす役割は大きく、また前壁梗塞では心尖部の梗塞を含むことが多く、同一の梗塞量であっても下壁梗塞に比して心ポンプ機能への影響は大であると考えられた。

V. 結 語

- 1) 心筋梗塞症75例につき、梗塞部、非梗塞部の局所駆出分画を求め、心室内容量との関係を検討した。
- 2) 梗塞部、非梗塞部の設定は RI angiography の regional ejection fraction image より visual に行い、おのおのの REF を算出した。
- 3) 前壁梗塞(n=51)では LVEDV 140 ml 未満では LVEF, N-REF いずれの指標も LVEDV の拡大に影響を受けなかった。これに対して、I-REF は LVEDV 100 ml 以上の増大すでに低下を認めた。
- 4) 下壁梗塞(n=24)では LVEDV 140 ml 未満では LVEF, I-REF, N-REF いずれも LVEDV に影響を受けなかった。しかし、LVEDV 140 ml 以上では I-REF のみ有意に低下した。

5) 前壁梗塞と下壁梗塞を比較すると、前壁梗塞の I-REF は、心室拡大の影響を受けやすく、この点でも前壁梗塞の心予備能は下壁梗塞に比しより制限された状態にあると考えられた。

文 献

- 1) Strauss HW, Zaret BL, Hurley PJ, et al: A scintigraphic method for measuring left ventricular ejection fraction in man without catheterization. Am J Cardiol **28**: 575-584, 1971
- 2) Schelbert HR, Berba JW, Ashburn WL, et al: Nontraumatic determination of left ventricle ejection fraction by radionuclide angiography. Circulation **51**: 902-909, 1975
- 3) Borer JS, Bacharach SL, Johnston GS, et al: Real-time radionuclide cineangiography in the non-invasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary-artery disease. N Engl J Med **296**: 839-844, 1977
- 4) Maddox DE, Holman BL, Wynne J, et al: Ejection fraction image, a noninvasive index of regional left ventricular wall motion. Am J Cardiol **41**: 1230-1238, 1978
- 5) Jones RH, Mecwan P, David CS, et al: Accuracy of diagnosis of coronary artery disease by radionuclide measurement of left ventricular function during rest and exercise. Circulation **64**: 586-601, 1981
- 6) Seaworth JF, Higginbotham MB, Cobb FR, et al: Effect of partial decreases in exercise work load on radionuclide index of ischemia. J Am Coll Cardiol **2**: 522-529, 1983
- 7) Ramanathan K, Bodenheimer MM, Helfant RH, et al: Natural history of contractile abnormalities after acute myocardial infarction in man: severity and response to Nitroglycerin as a function of time. Circulation **63**: 731-738, 1981
- 8) Upton MT, Palmeri ST, Cobb FR, et al: Assessment of left ventricular function by resting and exercise radionuclide angiography following acute myocardial infarction. Am Heart J **104**: 1232-1243, 1982
- 9) Weld FM, Chu KL, Bigger JT, et al: Risk stratification with low-level exercise testing 2 weeks after acute myocardial infarction. Circulation **64**: 306-314, 1980
- 10) Field BJ, Russell RO, Rackley CE, et al: Regional left ventricular performance in the year following myocardial infarction. Circulation **46**: 679-689, 1972
- 11) Gelberg HJ, Braundage BH, Parmley WW, et al: Quantitative left ventricular wall motion analysis: A comparison of area, Chord and radial methods. Circulation **59**: 991-1000, 1979
- 12) Maddox DE, Wynne J, Holman BL, et al: Regional ejection fraction: A quantitative radionuclide index of regional left ventricular performance. Circulation **59**: 1001-1009, 1979
- 13) Hecht HS, Mirell SG, Blahd WH, et al: Left ventricular ejection fraction and segmental wall motion by peripheral first pass radionuclide angiography. J Nucl Med **19**: 17-23, 1978
- 14) Matsumoto K, Natsuzumi S, Shiraishi T, et al: Examination of left ventricular volume with spheroid phantom. Jpn J Nucl Med **20**: 549, 1983
- 15) Dyke BV, Anger D, Sullivan RW, et al: Cardiac evaluation from radioisotope dynamics. J Nucl Med **13**: 583-592, 1972
- 16) Scholz PM, Rerych SK, Moran JF, et al: Quantitative Radionuclide Angiography. Catheterization and Cardiovascular Diagnosis **6**: 265-283, 1980
- 17) Anderson PA, Rerych SK, Moore TE, et al: Accuracy of Left Ventricular End-Diastolic Dimension Determinations Obtained by Radionuclide Angiography. J Nucl Med **22**: 500-505, 1981
- 18) Badeer HS: Contractile tension in the myocardium. Am Heart J **66**: 432-440, 1963
- 19) Burch GE, Depasquale NP, Cronvich JA, et al: Influence of ventricle size on the relationship between contractile and manifest tension. Am Heart J **69**: 624-629, 1965
- 20) Kimata S, Inoue Y: Relationship between left

- ventriculographic findings and clinical symptoms and signs in myocardial infarction. *Jpn Circ J* **44**: 218-230, 1980
- 21) Herman MV, Gorlin R: Implication of left ventricular asynergy. *Am J Cardiol* **23**: 538-547, 1969
- 22) Ozawa K: Importance of location of myocardial infarction and ventricular function. *Jpn Heart J* **18**: 867-878, 1977
- 23) Millar RR, Amsterdam EA, Mason DT, et al: Electrocardiographic and cineangiographic correlations in assessment of the location, nature and extent of abnormal left ventricular segmental contraction in coronary artery disease. *Circulation* **49**: 447-460, 1974
- 24) Russel RO, Hunt D, Rackley CE, et al: Left ventricular hemodynamics in anterior and inferior myocardial infarction. *Am J Cardiol* **32**: 8-19, 1973
- 25) Hamby RI, Hoffman FH, Padmanabhan VS, et al: Clinical, hemodynamic and angiographic aspects of inferior and anterior myocardial infarction in patients with angina pectoris. *Am J Cardiol* **34**: 513-522, 1974
- 26) Russell RO, Hunt D, Rackley CE, et al: Left ventricular hemodynamics in anterior and inferior myocardial infarction. *Am J Cardiol* **32**: 8-16, 1973