

下壁心筋梗塞症の M モード心エコー 図法による梗塞部拡張能, 収縮能の 評価

M-Mode Echocardiographic Evaluation of Contractility and Distensibility of Infarcted Area in Patients With Inferior Myocardial Infarction

砂入 美穂

Miho SUNAIRI

Abstract

The relationship between degree of myocardial damage and distensibility and contractility of the infarcted area was evaluated by M-mode echocardiography. Echocardiography was performed to evaluate the left ventricular inferior wall motion in 33 patients with myocardial infarction (MI) at mean 87.03 days after onset. Exercise ^{201}Tl single photon emission computed tomography (SPECT) was also performed. Eighteen non-MI subjects were analyzed as a control group.

Percentage Tl uptake (%TU) of the infarcted area, calculated from SPECT scans, was positively correlated with the mean systolic inferior wall velocity (mSIWV), and with the mean diastolic inferior wall velocity (mDIWV) ($r=0.36, p<0.05$; $r=0.47, p<0.01$, respectively). These data indicate that both velocities were decreased in proportion to the degree of myocardial damage.

The patients with MI were divided into two groups based on %TU determined by SPECT. Group I consisted of 17 patients with %TU \geq 60%, and group II 16 patients with %TU<60%. The patients in group I were diagnosed as having slight myocardial damage, and no relationship between %TU and mSIWV or mDIWV was observed. All patients in group II were diagnosed as having severe myocardial damage, and %TU was closely correlated with mSIWV ($r=0.72, p<0.01$) and with mDIWV ($r=0.70, p<0.01$). All patients in both MI groups displayed a slower mDIWV than the control subjects ($p<0.05$ for group I and $p<0.01$ for group II). In group II, mSIWV was also slower than that of control subjects ($p<0.01$). In contrast, mSIWV was not always slower in group I.

This study suggests that distensibility is affected more than contractility in patients with slight myocardial damage and, therefore, a decrease in mDIWV might be a useful indicator of myocardial damage.

Key Words

echocardiography, myocardial infarction (inferior), contractility, distensibility

はじめに

陳旧性心筋梗塞の予後は、残存する心筋量に大きく左右されることはいうまでもない。左心機能において、1回心拍出量が左室拡張期の容量に比例することは Frank-Starling の法則からも明らかであり、左室拡張能の評価は、陳旧性心筋梗塞の予後を決定するうえで重要である。

近年、パルス・ドップラー法の発展により左室の拡張早期流入血流の最大速度 (E) と心房収縮期流入血流

の最大速度 (A) の比から、虚血性心疾患の左室拡張能が評価できるようになった。すなわち、虚血性心疾患により左室の弛緩過程に障害が起きると、E が低下し代償的に A が増大するため、その比 A/E が増大するといわれている¹⁾。しかし左室流入血流動態は拡張能以外に左心の循環動態の変化、たとえば左房圧の上昇などにより影響を受けるため、これのみで左室拡張能を評価することは困難であるともいわれている²⁾。このため左室拡張能の評価は心臓カテーテル検査法^{3,4)}や RI 心プルスキャン法所見⁵⁾などを併せて行う必要が

東邦大学医学部 第二内科：〒143 東京都大田区大森西 7-5-23

The Second Department of Internal Medicine, Toho University School of Medicine, Tokyo

Address for reprints: SUNAIRI M, MD, The Second Department of Internal Medicine, Toho University School of Medicine, Ohmori-nishi 7-5-23, Ohta-ku, Tokyo 143

Received for publication July 6, 1994; accepted November 7, 1994

あると思われる。

1972年, Fogelman ら⁶⁾は Mモード心エコー図 (Mモード法) により得られる左室後壁エコー図から求めた拡張速度により, 狭心症患者の左室拡張能低下を指摘している。しかし Mモード法を用い, 虚血性心疾患による心筋障害の程度により左室拡張能を評価しているものは少ない。そこで下壁梗塞症例を用い, Mモード心エコー図による左室下壁運動からみた左室収縮能および左室拡張能と運動負荷²⁰¹Tl心筋 SPECT (SPECT) により定量的に評価した心筋障害の程度とを比較検討し, その関係について興味ある知見を得たので報告する。

対象と方法

1. 対象

対象は臨床症状, 心筋逸脱酵素の上昇および下壁誘導の心電図変化などで診断された, 発症後平均3ヵ月 (87.03±144.8日) 経過した初回陳旧性下壁心筋梗塞33例 (男24例, 女9例, 年齢41-77歳, 平均年齢58.3±8.6歳) であり, 冠動脈造影により右冠動脈病変21例, 左冠動脈回旋枝病変3例, 非有意病変3例を認めた。なお著明な左室肥大, 心筋梗塞の既往, 重症な糖尿病 (triopathy を持つ者), および慢性腎不全を合併するものは除去した。また心疾患や虚血性心疾患に起因する胸痛の既往がなく, 安静時および運動負荷心電図, 負荷心筋 SPECT で虚血性変化を認めない者18例 (男10例, 女8例, 平均年齢52.1±13.6歳) の非梗塞例を対照群として比較検討を行った。

2. 方法

1) 心エコー図検査

心エコー図検査は負荷心筋 SPECT とほぼ同時期に施行した。長軸断層像観察下に Mモード心エコー図記録を行い, 僧帽弁腱索から乳頭筋部位において下壁の梗塞部位にビームがほぼ垂直に当たるもののみを選択して下壁のエコー図を記録し, 吉田らの方法⁷⁾に準じて下壁壁厚 (inferior wall thickness : IWT), 下壁振幅 (inferior wall excursion : IWE), 下壁平均収縮速度 (mean systolic inferior wall velocity : mSIWV) および下壁平均拡張速度 (mean diastolic inferior wall velocity : mDIWV) を測定した (Fig. 1)。すなわち下壁振幅は心内膜における C-D 間の垂直距離とし, C-P スロープを下壁平均収

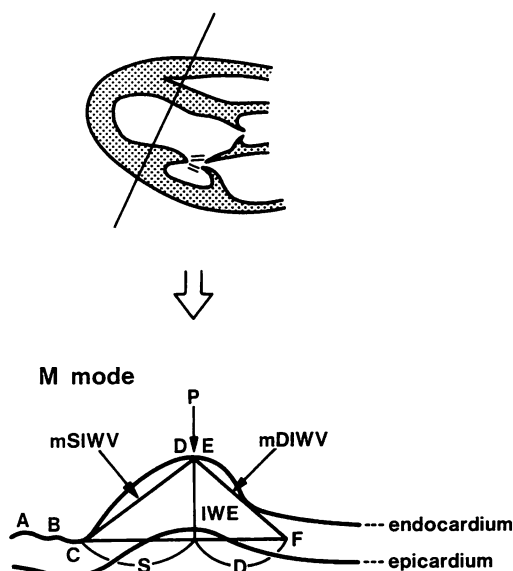


Fig. 1 Schema of M-mode echocardiography measurements

The mean diastolic inferior wall velocity (mDIWV) and the mean systolic inferior wall velocity (mSIWV) were calculated and expressed as the mean for 3 heart beats. IWE=inferior wall excursion

縮速度および P-F スロープを下壁平均拡張速度とした。心エコー図検査時の心拍数が 80/min 以上の場合は対象より除外した。なお数値は Mモードでの洞調律下連続3心拍の計測値の平均値とし, 1人の循環器医が計測し, 別の循環器医の確認を得たものである。

2) 心筋 SPECT

運動負荷は自転車エルゴメーターを用い, 3分ごとに 25 watts ずつ増加させる多段階負荷法により行った。胸痛, 呼吸困難, 下肢疲労などを終了点とし, 予測される最大運動負荷時より1分前に²⁰¹Tl Cl₂ 74-148 MBq (2-4 mCi) を静注し, さらに1分間の運動を継続させた。²⁰¹Tl Cl₂ 静注5分後より低エネルギー汎用コリメーターを装着した回転型ガンマカメラ (ZLC-7500) を用い, 初期像を, さらに3時間後に遅延像を撮像した。データは右前斜位 40° から左後斜位 40° まで 180° を 32 方向 (20-30 秒/方向) より収集した。画像再構成は Shepp & Logan のフィルターを用い, 断層法として短軸断層像, 水平長軸断層像, 矢状長軸断層像を作成した。なおデータ解析には島津製作所製シンチパック 2400 を使用した。

心筋の %Tl uptake (Tl 摂取率) の算出には短軸断層を用い, bull's eye 法により, 左心室中心部を心尖部より 7 スライス (6 mm 幅) を配列し, 画像表示を行った。得

られた遅延像の梗塞領域の3スライス30°幅の9分節のRIカウントを測定し、Mモードで計測した下壁部位に相当する梗塞領域のカウントを正常領域のカウントで除してTI摂取率を算出した (Fig. 2).

また下壁梗塞症例33例をSPECTによるTI摂取率の結果により、有意狭窄を示唆すると思われる60%で以下の2群に分類し、比較検討した。

非低下群 (I群): TI摂取率 $\geq 60\%$ の症例 ($n=17$)

低下群 (II群): TI摂取率 $< 60\%$ の症例 ($n=16$)

さらに、対照群の下壁平均収縮速度および拡張速度と、非低下群および低下群のそれらについても比較検討した。

なお数値はすべて平均 \pm 標準偏差で表示した。有意差検定はStudent's *t*-testを用いて行い、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

結 果

1. 全梗塞症例と対照群における下壁壁厚および左室駆出率の比較

全梗塞症例では下壁壁厚は 11.5 ± 2.3 mmであったのに対し、対照群では 12.1 ± 1.8 mmであり、有意な差は認めなかった。また全梗塞症例の左室駆出率は $60.6 \pm 14.9\%$ であり、対照群の $66.5 \pm 8.3\%$ に比しやや梗塞群で低かった。

2. 下壁平均収縮速度とTI摂取率との関係

全梗塞症例についてTI摂取率と収縮速度との関係を見ると、 $y = 0.75x + 39.7$ の正の相関を認めた ($r = 0.36$, $p < 0.05$) (Fig. 3)。

3. 下壁平均拡張速度とTI摂取率との関係

全梗塞症例についてみると、TI摂取率と拡張速度との間にも $y = 0.60x + 35.9$ の正の相関が認められた ($r = 0.47$, $p < 0.01$) (Fig. 4)。

4. TI摂取率と下壁平均収縮速度および拡張速度との関係

心筋障害が軽度である非低下群 (TI摂取率 $\geq 60\%$) では収縮速度および拡張速度とTI摂取率の間には、いずれも有意な相関は認められなかった (Fig. 5)。しかし心筋障害の高度な低下群 (TI摂取率 $< 60\%$) では収縮速度および拡張速度とTI摂取率との間に、それぞれ $r =$

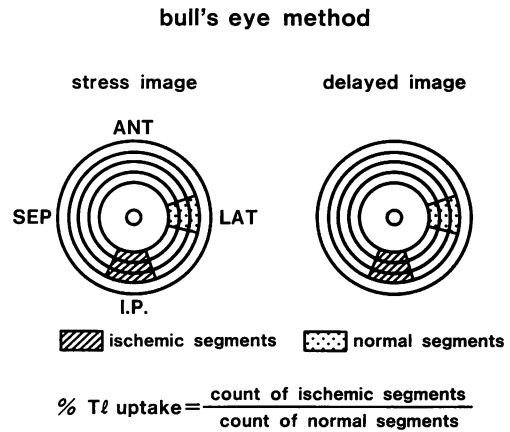


Fig. 2 Calculation of percentage thallium uptake (%TU) %TU of the infarcted area was measured by the SPECT bull's eye method. ANT=anterior; IP=infero posterior; SEP=septum; LAT=lateral

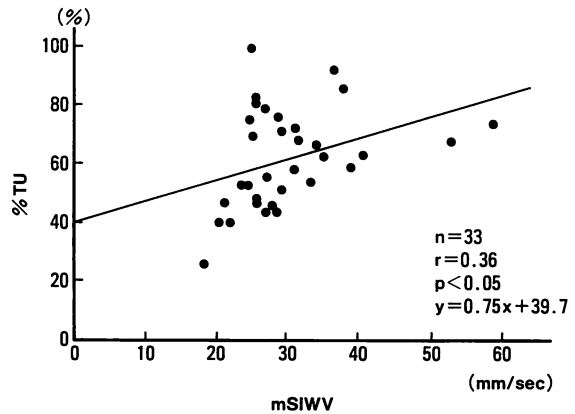


Fig. 3 Relationship between mSIWV and %TU in all patients with inferior myocardial infarction %TU=percentage thallium uptake. Other abbreviation as in Fig. 1.

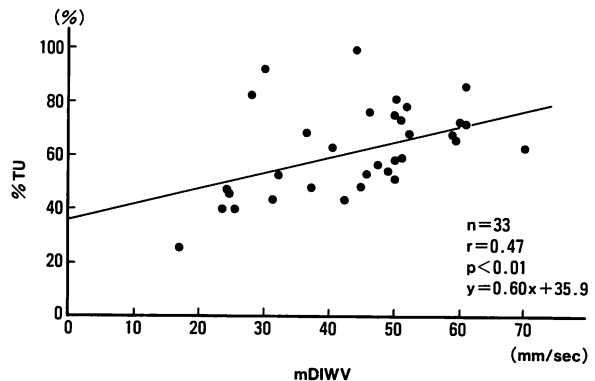


Fig. 4 Relationship between mDIWV and %TU in all patients with inferior myocardial infarction Abbreviations as in Figs. 1, 3.

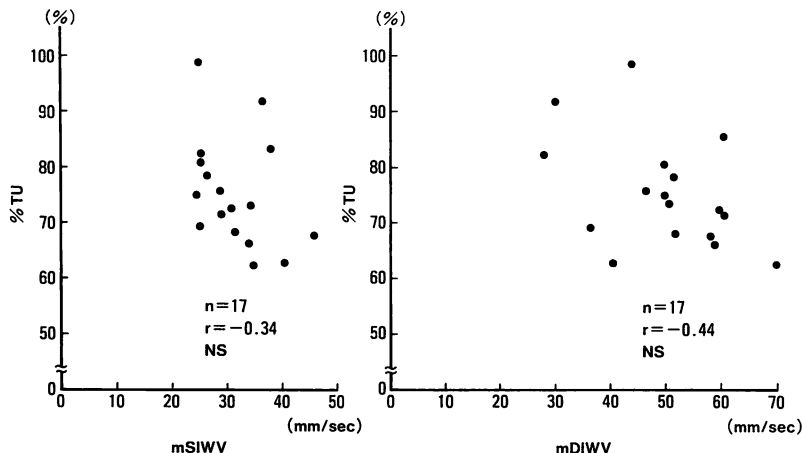


Fig. 5 Relationship between mSIWV or mDIWV and %TU in group I (%TU ≥ 60%)
NS = not significant. Other abbreviations as in Figs. 1, 3.

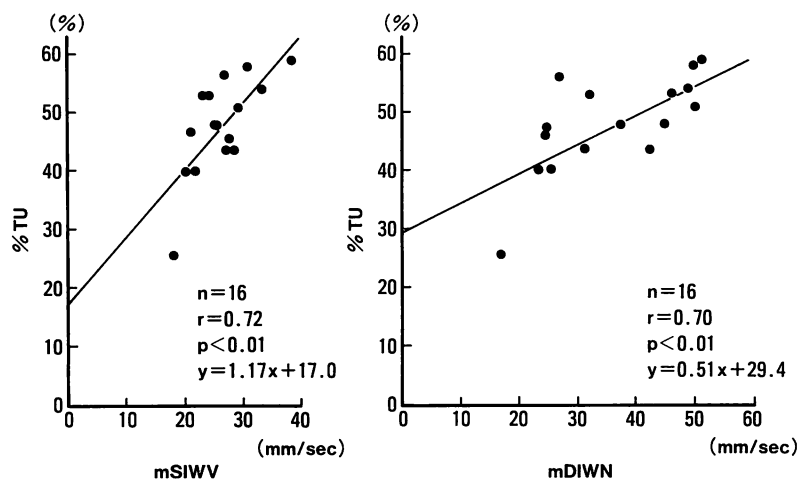


Fig. 6 Relationship between mSIWV or mDIWV and %TU in group II (%TU < 60%)
Abbreviations as in Figs. 1, 3.

0.72, 0.70 ($p < 0.01$) の良好な相関を認めた (Fig. 6).

5. T1 撮取率非低下群, 低下群および対照群における下壁平均収縮速度および拡張速度の比較 (Figs. 7, 8).

非低下群, 低下群および対照群について, 収縮速度および拡張速度を比較した. 収縮速度は低下群では 26.36 ± 5.00 mm/sec で, 非低下群の 31.88 ± 7.13 mm/sec に比し有意な低下を認めたが ($p < 0.05$), 心筋障害の軽度な非低下群は対照群の 35.45 ± 4.49 mm/sec と両者間で有意な差は認めなかった.

拡張速度は, 低下群では 37.31 ± 11.30 mm/sec で, 非低下群の 50.29 ± 11.21 mm/sec に比し有意に著明な低下を示し ($p < 0.01$), また非低下群と対照群の 59.36 ± 12.61 mm/sec との間にも有意差を認めた ($p < 0.05$).

3 群間での収縮速度と拡張速度の関係を Fig. 8 に示した. 対照群は $y = 1.19x + 17.0$, 低下群は $y = 1.71x - 7.89$ の直線関係を示し, 心筋障害の高度な低下群は対照群とほぼ同様の傾きで左下方に移動し, 収縮速度, 拡張速度はともに同程度低下するものと考えられた. 一方, 心筋障害の軽度な非低下群はばらつきが多いものの, $y = 0.27x + 40.7$ という直線関係を示し, 他の 2

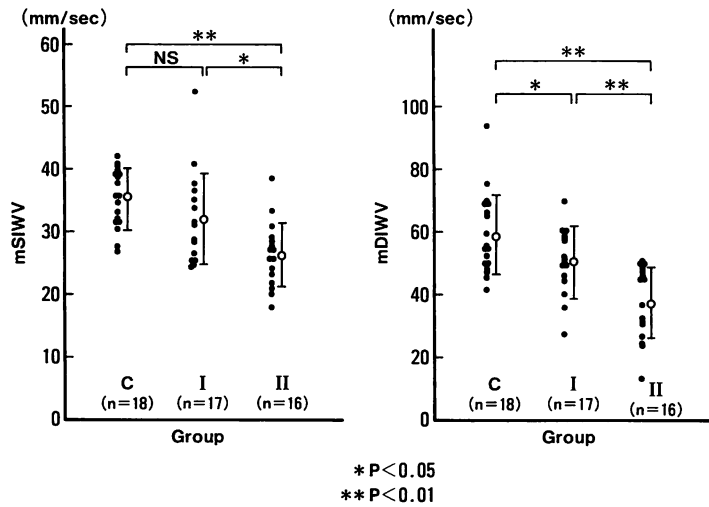


Fig. 7 Comparison of mSIWV and mDIWV in groups I and II
 Group I=patients with %TU \geq 60%; Group II=patients with %TU<60%; Group C=control subjects.
 Other abbreviations as in Figs. 1, 5.

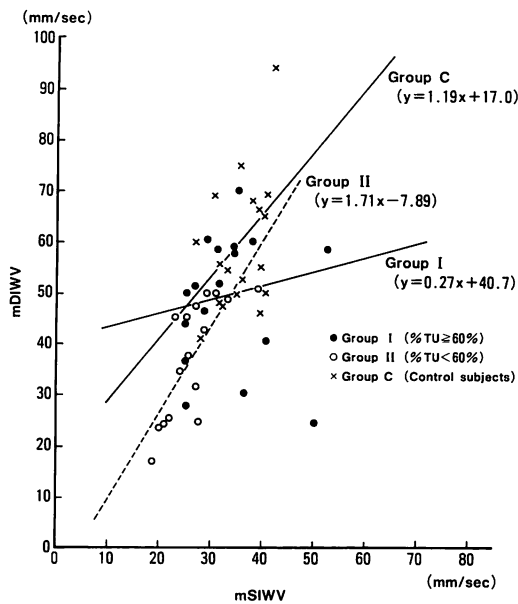


Fig. 8 Relationship between mSIWV and mDIWV in groups I and II
 Abbreviations as in Fig. 1.

群と比較すると、収縮速度に比し、拡張速度がより著明に低下することが示された。

考 案

一般に左心機能を評価するさいは、左室収縮能に加

え左室拡張能の評価も極めて重要である。実際、心不全に陥る患者の約40%は左室収縮能が正常であるといわれており⁸⁾、このような症例における心不全の原因として、左室拡張能障害が指摘されている。さらに Brogan ら⁹⁾は収縮能障害を伴わない isolated left ventricular diastolic dysfunction では心臓致死率は低いが、引き続き生じる罹病率との関連を述べ、subclinical stage として拡張能障害の重要性を指摘している。

非侵襲的な方法として、近年、RI 造影法を用いた rapid filling rate (RPF) や超音波ドップラー検査法による左室流入形態などを検討し、左室拡張能をより客観的に評価できるようになり、これらを指標とした多くの報告がなされてきているが¹⁰⁻¹⁴⁾、両者はともにグローバルな左室拡張能の評価法であり、び慢性変化をきたす高血圧性心疾患、あるいは肥大型心筋症や他の心筋疾患については有用である。パルス・ドップラー法による心房収縮期血流/左室拡張早期血流最大速度(A/E)の増大は Kitabatake ら¹⁾が報告して以来、左室拡張能の評価法として定着しているが、加齢による変化、心拍数による影響、さらには心筋障害の高度な例においては、左室拡張末期圧の上昇により早期流入速度が代償され A/E は正常化ないしは低下してしまい^{15,16)}、確実な評価法としては問題を残す。最近では、偽正常化パターンと真の正常パターンを鑑別するのに肺静脈還流波形の解析が有用であるとの報告も散見される¹⁷⁾。

一方、虚血性心疾患においては、グローバルな左心の評価に加え、局所の評価が重要なことはいまでもない。局所の壁収縮動態については、断層心エコー図法を用い、収縮期壁厚の増加および減少 (regional wall thickening and thinning) により評価した報告が散見されるが¹⁸⁻²⁰⁾、このような局所の拡張能を論じた報告は少ない。本研究では、梗塞部局所の拡張能に注目し、負荷心筋 SPECT より算出した TI 集積率を梗塞心筋の蘇生能 (viability) の指標として、M モード法を用い同部位の拡張能との関連について検討した。

今回の結果から、下壁の収縮速度および拡張速度は、ともに TI 摂取率と弱いながらも相関を示した。この関係は低下群、すなわち心筋障害の高度な群でさらに顕著であり、局所の収縮速度、拡張速度はともに心筋障害の程度を示す指標になると考えられた。

さらに注目すべきは低下群においては対照群に比し、収縮速度、拡張速度ともに有意に低下していたが、非低下群、すなわち心筋障害の軽度な群では収縮速度は対照群と有意な差を認めなかったのに対し、拡張速度は有意に低値を示した。このように梗塞範囲が小さく、心筋障害の軽度な部位はグローバルな収縮機能のみでなく、局所の収縮機能が保たれているにもかかわらず同部の拡張速度は低下していることが示された。この機序として、散在する壊死心筋と線維化などによる心筋の伸展性低下が考えられるが、Grossman²¹⁾ は心筋細胞内の Ca^{2+} が拡張期に十分下がらないため、収縮蛋白間の相互作用が拡張終期にまで残存することによると説明している。このような見地から、本研究において非低下群にみられた拡張速度のみの低下は、梗塞巣に存在する残存心筋と壊死心筋の混在によるものと示唆されるが、同部の残存虚血の関与も否定できない。

Fujii ら²²⁾ は後壁エコー図の拡張期成分を、さらに急速流入期、緩徐流入期、心房収縮期に分けて検討し、狭心症および心筋梗塞例ではともに急速流入期の拡張成分が低下していると報告している。また Fogelman ら⁶⁾ も狭心症例の検討で後壁の拡張速度は収縮速度に比し有意に低下しているが、とくに狭心発作中はその変化が著明に出現すると述べている。Bonow ら¹⁴⁾ も RI

造影法を用いた検討で、左室収縮能に異常を認めない虚血性心疾患例でも、安静時すでに左室充満障害が起こっていると指摘している。

本研究では局所の収縮能、拡張能および局所の心筋蘇生能との関連を検討し、左室全体の機能との比較を行っていないが、著者の仮説として、虚血性心疾患においてはグローバルな左室拡張能障害をきたす以前にも、すでに局所の拡張能障害が存在している可能性があると考えた。また後壁エコー図に関しては Fogelman ら⁶⁾ のいうように、左室全体の拡張能をかなり反映していることも考えられ、今後の課題としてこのような局所と左室全体の機能評価および負荷による拡張能の変化などにさらに検討を加えたい。しかしながら、M モード心エコー図では下壁梗塞部を明確にみることは難しく、さらに垂直にビームを当てるのは困難な症例も多いという問題や、左室全体の動きや右心負荷などに影響されるという限界があるが、依然として最も簡便かつ安価に、しかも非観血的に行うことができる M モード法が梗塞部位の拡張能を評価するのに有用であったので報告した。

結 論

断層心エコー図より記録される左室下壁エコー図から得た収縮速度、および拡張速度より評価した陳旧性下壁心筋梗塞症例の収縮能、拡張能と、SPECT による TI 摂取率より評価した梗塞部心筋障害の程度との関係について検討し、以下の結果を得た。

1. TI 摂取率は下壁の収縮速度、拡張速度とともに有意な正の相関を示し、両速度はともに心筋障害の程度を反映する指標になると考えられた。
2. 下壁心筋梗塞症において、梗塞による心筋障害の軽度な群では収縮速度が保たれているにもかかわらず拡張速度の低下がみられ、非顕性化心機能障害の有用な一指標であると考えられた。

本研究にあたり、終始懇切なご指導、ご校閲を賜りました東邦大学医学部第二内科 上嶋権兵衛教授に深甚なる謝意を表します。

要 約

陳旧性下壁心筋梗塞症 33 例に対し M モード心エコー図検査 (M モード法) および運動負荷 ^{201}Tl 心筋 SPECT (SPECT) を施行し、心筋障害の程度と M モード法より評価した下壁拡張能および収縮能との関連について検討した。同時に非梗塞群 18 例を対照群とし比較検討した。SPECT より得た梗塞部の %Tl uptake (Tl 摂取率) と下壁収縮速度および拡張速度はともに正の相関を示し、これらはともに心筋障害の指標になることが示唆された ($r=0.36, p<0.05$; $r=0.47, p<0.01$)。また Tl 摂取率 $\geq 60\%$ の非低下群 ($n=17$)、Tl 摂取率 $< 60\%$ の低下群 ($n=16$) に分けて検討すると、心筋障害の軽度と思われる非低下群では Tl 摂取率と収縮速度、拡張速度とは有意な相関はみられなかったが、心筋障害の高度と思われる低下群では収縮速度、拡張速度ともに良好な相関がみられた ($r=0.72, r=0.70, p<0.01$)。さらに、拡張速度は対照群に比べ低下群、非低下群において有意な低下を示したが ($p<0.01, p<0.05$)、収縮速度は低下群では対照群に比し有意に低下するも ($p<0.01$)、非低下群では有意な差を認めなかった。

以上より、梗塞による心筋障害が軽度なものは、心筋収縮力は保たれつつも拡張速度が低下することが示唆され、拡張速度は心機能障害をより鋭敏に反映する指標となりうると考えられた。

J Cardiol 1995; 25: 119-126

文 献

- 1) Kitabatake A, Inoue M, Asao M : Transmitral blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricle in health and disease : A study by pulsed Doppler technique. *Jpn Circ J* 1982; **46** : 92-102
- 2) Ishida Y, Meisner JS, Tsujioka K, Gallo JJ, Yorán C, Frater RWM, Yellin EL : Left ventricular filling dynamics : Influence of left ventricular relaxation and atrial pressure. *Circulation* 1986; **74** : 187-196
- 3) Weisfeldt ML, Scully HE, Frederiksen J, Rubenstein JJ, Pohost GM, Beierholm E, Bello AG, Daggett WM : Hemodynamic determinants of maximum negative dp/dt and periods of diastole. *Am J Physiol* 1974; **227** : 613-621
- 4) Gaasch WH, Levine HJ, Quinones MA, Alexander JK : Left ventricular compliance. *Am J Cardiol* 1976; **38** : 645-653
- 5) Magorien DJ, Shaffer P, Bush C, Magorien RD, Kolibash AJ, Unverferth DV, Bashore TM : Hemodynamic correlates for timing intervals, ejection rate and filling rate derived from the radionuclide angiographic volume curve. *Am J Cardiol* 1984; **53** : 567-571
- 6) Fogelman AM, Abbasi AS, Pearce ML, Kattus AA : Echocardiographic study of the abnormal motion of the posterior left ventricular wall during angina pectoris. *Circulation* 1972; **46** : 905-913
- 7) 吉田 清, 赤坂隆史, 前田健司 : 左室後壁運動と左室拡張能. 臨床心エコー図学 : 心機能評価 (吉川純一他編). 文光堂, 東京, 1991; p 218
- 8) Brutsaert DL, Sys SU, Gillebert TC : Diastolic failure : Pathophysiology and therapeutic implications. *J Am Coll Cardiol* 1993; **22** : 318-325
- 9) Brogan WC, Hills LD, Flores ED, Lange RA : The natural history of isolated left ventricular diastolic dysfunction. *Am J Med* 1992; **92** : 627-630
- 10) Taylor R, Waggoner AD : Doppler assessment of left ventricular diastolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 1992; **5** : 603-612
- 11) Mulvagh S, Quiñones MA, Kleiman NS, Cheirif J, Zoghbi WA : Estimation of left ventricular end-diastolic pressure from Doppler transmitral flow velocity in cardiac patients independent of systolic performance. *J Am Coll Cardiol* 1992; **20** : 112-119
- 12) Masuyama T, Kodama K, Nakatani S, Nanto S, Kitabatake A, Kamada T : Effects of changes in coronary stenosis on left ventricular diastolic filling assessed with pulsed Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1988; **11** : 744-751
- 13) Suzuki M, Kashida M : Left ventricular diastolic properties before and after percutaneous transluminal coronary angioplasty evaluated by pulsed Doppler echocardiography. *J Cardiol* 1987; **17** : 683-690 (in Japanese)
- 14) Bonow RO, Bacharach SL, Green MV, Kent KM, Rosing DR, Lipson LC, Leon MB, Epstein SE : Impaired left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1981; **64** : 315-323
- 15) Stoddard MF, Pearson AC, Kern MJ, Ratcliff J, Mrosek DG, Labovitz AJ : Influence of alteration in preload on the pattern of left ventricular diastolic filling as assessed by Doppler echocardiography in humans. *Circulation* 1989; **79** : 1226-1236
- 16) Plotnick GD : Changes in diastolic function : Difficult to measure, harder to interpret. *Am Heart J* 1989; **118** : 637-641
- 17) Appleton CP, Hatle LK : The natural history of left ventricular filling abnormalities : Assessment by two-dimensional and Doppler echocardiography. *Echocardiography* 1992; **9** : 437-457
- 18) Nieminen M, Parisi AF, O'Boyle JE, Folland ED, Khuri S, Kloner RA : Serial evaluation of myocardial thickening and thinning in acute experimental infarction : Identification and quantification using two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1982;

- 66 : 174–180
- 19) Blumenthal DS, Becker LC, Bulkley BH, Hutchins GM, Weisfeldt ML, Weiss JL : Impaired function of salvaged myocardium : Two-dimensional echocardiographic quantification of regional wall thickening in the open-chest dog. *Circulation* 1983; **67** : 225–233
- 20) Takarada A, Yokota Y, Hayakawa M, Kumaki T, Kaku K, Toh S, Tabuchi H, Fujitani K, Kurogane K, Takeuchi M, Haku K, Fukuzaki H : Regional myocardial contraction in ischemic heart disease : Evaluation of regional myocardial thickening by two-dimensional echocardiography. *J Cardiol* 1984; **14** : 49–58 (in Japanese)
- 21) Grossman W : Diastolic dysfunction in congestive heart failure. *Circulation* 1990; **81** (Suppl III) : III-1–III-7
- 22) Fujii J, Watanabe H, Watanabe T, Morita K, Kato K : Echocardiographic study on the left ventricular diastolic function in various heart diseases. *Cardiovasc Sound Bull* 1974; **4** : 591–600 (in Japanese)