

陳旧性心筋梗塞例における
局所心筋灌流動態と壁運動
異常との対比: 心筋コント
ラストエコー図法による検
討

Discrepancies between
wall motion abnormal-
ities and regional my-
ocardial perfusion in pa-
tients with myocardial
infarction: Evaluation
by myocardial contrast
echocardiography

林 英宰
南都 伸介
増山 理*
池田俊太郎
松村 泰志*
児玉 和久*
北畠 顕**
井上 通敏**
鎌田 武信**

Young-Jae LIM
Shinsuke NANTO
Tohru MASUYAMA*
Toshitaro IKEDA
Yasushi MATSUMURA*
Kazuhisa KODAMA*
Akira KITABATAKE**
Michitoshi INOUE**
Takenobu KAMADA**

Summary

Regional myocardial perfusions obtained by myocardial contrast echocardiography were compared with wall motion abnormalities evaluated by two-dimensional echocardiography in 26 patients with old myocardial infarction (12 with a QS pattern and 14 with a non-QS pattern on electrocardiograms). Myocardial contrast echocardiography was performed by the intracoronary injection of 2 ml of hand-agitated Urografin-76, and short-axis views of the left ventricle were recorded on VTR. Regional myocardial perfusion was categorized using a three-point scale based on the gray levels, and was compared with wall motion abnormalities of the corresponding region as assessed by two-dimensional echocardiography.

河内総合病院 循環器科
東大阪市横枕東 28 (〒578)
*大阪警察病院 心臓センター内科
大阪市天王寺区北山町 10-31 (〒543)
**大阪大学医学部 第一内科
大阪市福島区福島 1-1-50 (〒553)

Cardiovascular Division, Kawachi General Hospital,
Yokomakura-Higashi 28, Higashi-Osaka 578
*Cardiovascular Division, Osaka Police Hospital, Ki-
tayama-cho 10-31, Tennouji-ku, Osaka 543
**The First Department of Medicine, Osaka Univer-
sity School of Medicine, Fukushima 1-1-50, Fuku-
shima-ku, Osaka 553

Received for publication April 20, 1988; accepted July 22, 1988 (Ref. No. 35-118B)

In patients with the QS pattern, regional myocardial perfusion manifested by contrast defect corresponded well with severe wall motion abnormalities on two-dimensional echocardiography. In patients with the non-QS pattern, wall motion abnormalities were observed even in regions with significant myocardial perfusion. In patients with the non-QS pattern, there were discrepancies between regional myocardial perfusion and wall motion abnormalities. It was concluded that there is a risk of overestimating infarct areas by two-dimensional echocardiography.

Key words

Myocardial contrast echocardiography
Old myocardial infarction

Regional myocardial perfusion

Wall motion abnormality

目 的

心筋コントラストエコー図法は、局所心筋灌流動態評価に際し、心筋灌流域の同定および心筋灌流量の推定をも可能にし得る、新しい心血管画像診断法として注目されつつある。本法による心筋灌流イメージングの利点および限界に関しては、近年基礎的検討が重ねられ¹⁻⁶⁾、最近では臨床応用も行われつつある⁷⁻¹¹⁾。更に本法は、現在心筋灌流動態の評価法として主に用いられているタリウム心筋シンチ法と比較しても、空間および時間分解能によりすぐれ、また心筋灌流状況と壁運動とを同時に real time に評価できるなど多くの利点を有している。

一方、従来の断層心エコー図法による壁運動異常からの評価法では、梗塞領域、低灌流域は正しく反映されないことが知られている^{12,13)}。本研究は、心筋コントラストエコー法を用いて、陳旧性心筋梗塞例における局所心筋灌流と壁運動異常を同時に評価することにより、両者間に存在する解離を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対象

対象は陳旧性心筋梗塞症例 26 例である(前壁中隔梗塞 14 例、後側壁梗塞 3 例、下壁梗塞 9 例)(男 18 例、女 8 例、37~72 歳、平均年齢 61 歳)。これらを標準 12 誘導心電図より、梗塞部位相当領域の心電図波形が QS パターンを呈するもの 12 例、

non-QS パターンを呈するもの 14 例の 2 群に分類した。全例鼠蹊部から Seldinger 法により、Judkins カテーテルを用いて左右冠動脈造影を行い、対側冠動脈から側副血行路が認められる症例は除外した。また事前の断層心エコー図法にて、エコー像が不鮮明な症例も除外した。

2. 心エコー図法検査

心エコー図装置は東芝製 SSH-65A である。心筋コントラストエコー図法は、コントラスト剤(hand-agitation を行った 76% ウログラフィン 2 ml)を選択的に左右冠動脈内に注入して行った。コントラスト剤注入 30 秒前より注入後 contrast-enhancement が認められなくなるまで、断層心エコー図(乳頭筋レベルの左室短軸像)を連続的に記録、VTR に収録した。その間エコーゲイン設定は、一定にした。コントラスト剤注入前後を通じて、心電図、大動脈圧を記録し、また血中 CPK, GOT, LDH をコントラスト剤注入前、直後、24 時間後および 48 時間後に測定した。

3. 心エコー画像分析

VTR 収録画像は、A/D 変換装置(NEXUS 68322)にてデジタル信号変換した後、画像処理システム(NEXUS 6400, NEC PC-9801)の画像フレームメモリー(512×512×8 ビット)に転送し、以下の処理を加えた。

i) コントラスト剤注入前後の拡張末期像を、画像フレームメモリーに転送した。

ii) 左室短軸像を冠動脈支配により、前壁中隔(左前下行枝支配)、後側壁(左回旋枝支配)、下壁

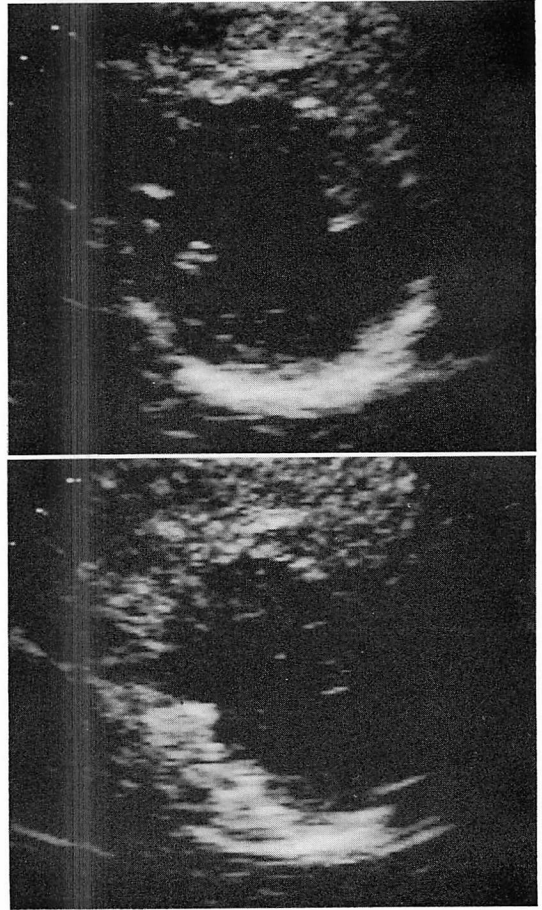
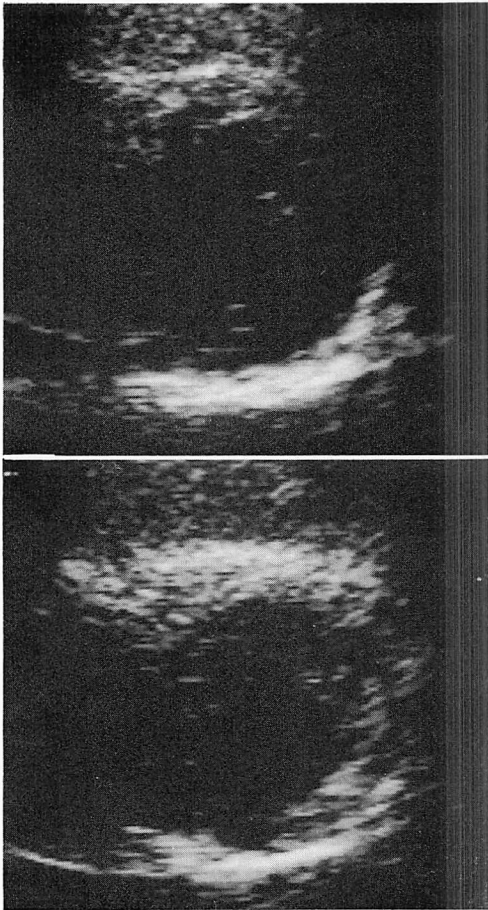


Fig. 1. Contrast echocardiograms in a case of the normal coronary artery (left coronary artery injection).

Contrast enhancement is observed in the antero-septal and posterolateral regions. End-diastolic images before (top) and after (middle) injection of contrast agent. Lower panel shows the degree of contrast enhancement.

Fig. 2. Contrast echocardiograms in a case of the normal coronary artery (right coronary artery injection).

Contrast enhancement is observed in the inferior region. The arrangement of panels is the same as in Fig. 1.

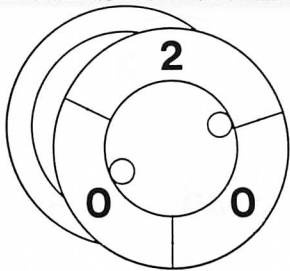
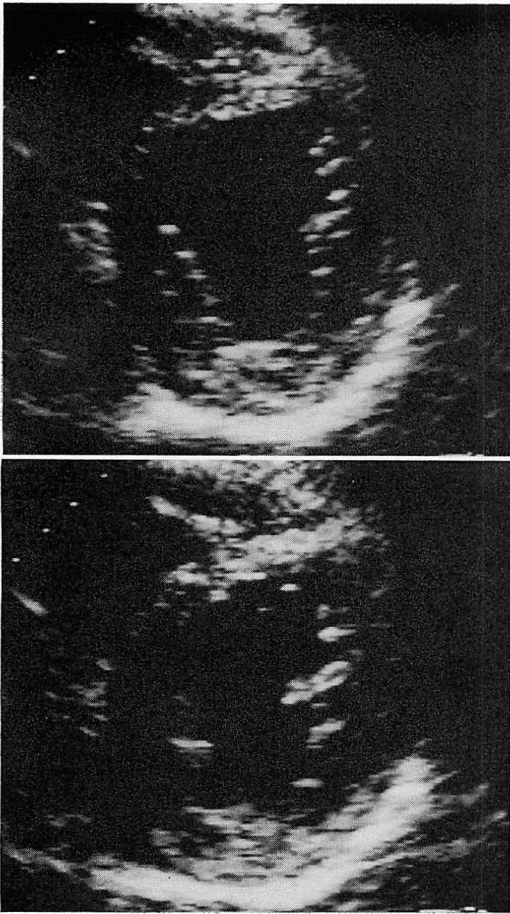


Fig. 3. Contrast echocardiograms in a case of inferior wall infarction in the QS group (right coronary artery injection).

A contrast defect is observed transmurally in the inferior wall. The arrangement of panels is the same as in Fig. 1.

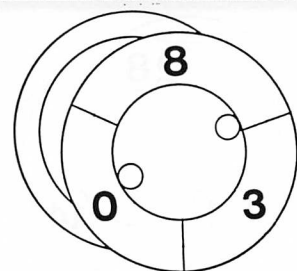
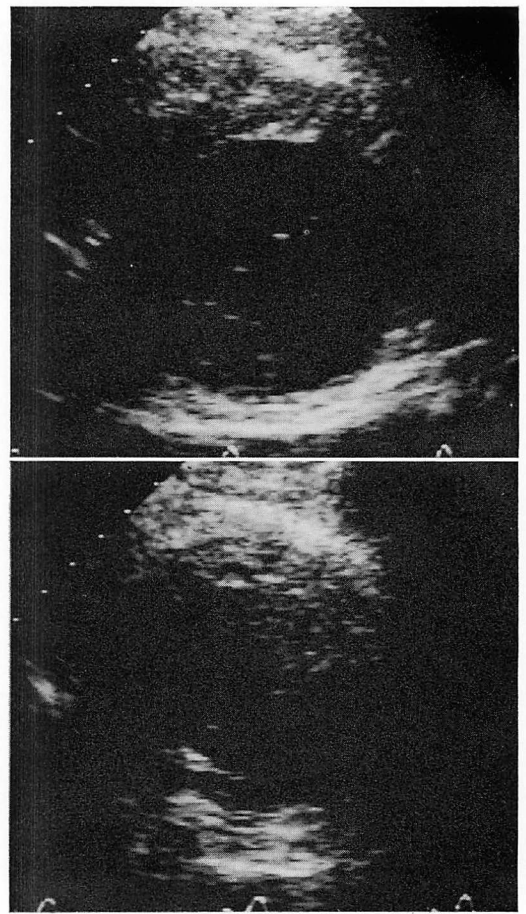


Fig. 4. Contrast echocardiograms in a case of anterior wall infarction in the non-QS group (left coronary artery injection).

Contrast enhancement is observed only in the subepicardium of the anterior wall. The arrangement of panels is the same as in Fig. 1.

(右冠動脈支配)の3セグメントに分割し、各セグメントにおけるコントラスト剤注入前後の平均エコー輝度の変化(差分)を算出した。前壁中隔および後側壁セグメントは、左冠動脈注入により、下壁セグメントは、右冠動脈注入により評価した(Figs. 1~4)。

各セグメントの心筋灌流状況を平均エコー輝度の変化より、以下の3群に分類した。

0~4: defect

5~14: slight enhancement

15~ : good enhancement

また各セグメントにおける壁運動異常を断層心エコー図法により、dys- or akinesis, hypokinesis, および normal contraction の3群に分類した。

心電図上 QS 群と non-QS 群の2群において、各症例の梗塞部位に相当するセグメントにおける局所心筋灌流状況と壁運動異常とを対比検討した。

成績

1. 陳旧性心筋梗塞全23例における検討

心筋灌流状況、壁運動とも広汎に分布し、かつ心筋灌流状況から推察されるよりも、より高度な壁運動異常を呈する傾向にあった(Fig. 5)。

2. QS 群における検討

心筋灌流状況は、全例 defect もしくは slight enhancement を呈し、good enhancement を呈した例はなかった。壁運動は、hypokinesis の1例を除いた全例で dys- or akinesis を示し、normal contraction を呈した例はなかった(Fig. 6)。

3. non-QS 群における検討

心筋灌流上、good enhancement を呈する例が多数認められた。壁運動異常は広汎に分布し、かつ良好な心筋灌流が認められても、高度壁運動異常を呈する例が存在した(Fig. 7)。

4. 副作用

心筋コントラストエコー図法施行時の心電図変化、血行動態変化、CPK, GOT, LDH などの酵

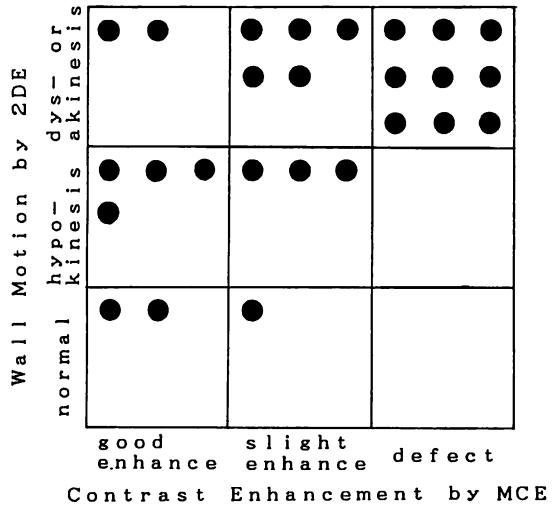


Fig. 5. Relationship between wall motion and myocardial perfusion in all cases.

MCE=myocardial contrast echocardiography; 2DE = two-dimensional echocardiography.

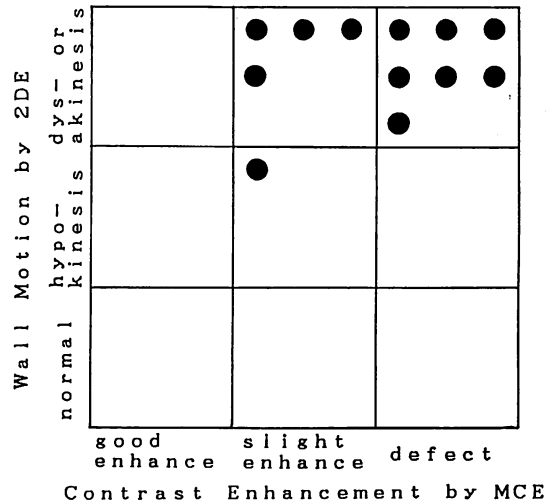


Fig. 6. Relationship between wall motion and myocardial perfusion in the QS group.

Abbreviations are the same as in Fig. 5.

素変化を全例に対し検討したが、いずれも軽微でかつ一過性のものであり、通常の冠動脈造影時以上の有意な変化は認められなかった。

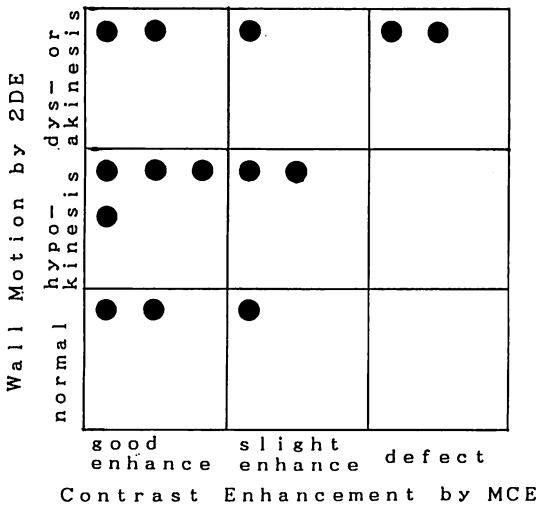


Fig. 7. Relationship between wall motion and myocardial perfusion in the non-QS group.

Abbreviations are the same as in Fig. 5.

考 按

冠動脈内注入心筋コントラストエコー図法を用いることにより、臨床的に梗塞部位と推察される領域の心筋灌流状況の半定量化が可能であった。また同時に断層心エコー図法により同部位の壁運動異常を評価し、心筋灌流状況との関連を明らかにし得た。

我々はコントラスト剤として hand-agitation を行った 76% のウログラフィンを用いた。この溶液に含まれる microbubble の大きさは、光顕下の測定で $14 \pm 5 \mu\text{m}$ (mean \pm SD) である。Contrast enhancement の正確なメカニズムは明らかではないが、agitation によって得られた microbubble によるものであると考えられている⁷⁾。

Armstrong ら¹⁴⁾は、radioactive microsphere を同時に用いた動物実験で、心筋コントラストエコー図法は心筋灌流を比較的良く反映したと報告している。コントラスト剤に含まれる microbubble の数が血流量を反映し、またこれが contrast enhancement を規定していると考えられる。

Vatner¹⁵⁾は、動物実験において冠動脈を結紮

し、冠血流を順次減少させていくと、reduction rate が 100% にならずとも、80% に達した時点で akinesic, もしくは dyskinesic が生じると報告している。我々の検討は、慢性期に存在する虚血が対象であるが、心筋コントラストエコー図法により心筋灌流が存在すると考えられるにもかかわらず、壁運動異常が認められる例が存在した。またこの傾向は、QS 群よりも non-QS 群において著明であった。

QS 群は、臨床上貫壁性梗塞もしくは完全壊死に陥った群と考えられるが、同群では心筋コントラストエコー図法による心筋灌流状況上 defect, かつ壁運動上 dys- or akinesic を呈する例が多く、心筋灌流状況と壁運動とは比較的良く対応すると考えられた。

一般に non-QS 群は、QS 群に比し、心筋壊死の程度がより軽度であると考えられるが¹⁶⁻¹⁸⁾、心筋コントラストエコー図法にても良好な心筋灌流が認められる例が多数存在した。また壁運動異常の程度は広汎に分布し、かつ良好な心筋灌流が認められても、高度壁運動異常を呈する例が存在した。同群においては、心筋灌流と壁運動異常との間に discrepancy が存在し、壁運動からの評価では、梗塞領域を過大評価する危険性が示唆された。

本法にはいくつかの限界がある。冠絶対流量の測定においては、エコーゲインの設定、超音波エコーの減衰、心臓の大きさに対する注入量などの影響を若干受けると考えられる。また、本研究においては、左室短軸像を冠動脈支配に基づき3分割したが、症例により冠構築にバリエーションが存在し得る。しかしながら、本法はこのような制約を持ちつつも、それを凌駕する利点を有すると考えられる。近い将来、静脈内投与が可能なコントラスト剤が開発されれば^{19,20)}、本法により、これまで我々が明らかにして来た局所心筋灌流動態を非観血的に評価し得るであろう。

結 論

心筋コントラストエコー図法により心筋灌流の

存在が認められても、高度壁運動異常を呈する例が存在した。この傾向は、心電図上の QS 群よりも non-QS 群において著明であった。

要 約

冠動脈内注入心筋コントラストエコー図法により得られた局所心筋灌流状況と断層心エコー図法による壁運動異常との関連を、陳旧性心筋梗塞例において評価した。対象は陳旧性心筋梗塞 26 例(心電図上 QS 群 12 例, non-QS 群 14 例)である。

選択的にコントラスト剤を注入し、その前後を通じて断層心エコー図(短軸像)を記録, VTR 収録した。画像解析機を用いて、コントラスト剤注入前後の関心領域の平均エコー輝度の変化(差分)を算出し、その値に基づき、心筋灌流状況を defect, slight enhancement, good enhancement の 3 群に分類した。また、断層心エコー図法により、壁運動異常を dys- or akinesis, hypokinesis, normal contraction の 3 群に分類した。次に心電図上 QS 群と non-QS 群の 2 群において、局所心筋灌流状況と壁運動異常とを対比検討した。

QS 群における検討では、心筋灌流状況上 defect, かつ壁運動上 dys- or akinesis を呈する例が多く、心筋灌流状況と壁運動異常とは比較的良く対応した。一方、non-QS 群における検討では、心筋灌流状況上, good enhancement, slight enhancement 例が多数存在した。また壁運動異常の程度は広汎に分布し、かつ良好な心筋灌流が認められても、高度壁運動異常を呈する例が存在した。この non-QS 群では心筋灌流と壁運動異常との間に解離が存在し、壁運動からの評価では、梗塞領域を過大評価する危険性が示唆された。

文 献

- 1) Meltzer RS, Vermeulen HWJ, Valk NK, Verdouw PD, Lancée CT, Roelandt J: New echocardiographic contrast agents: Transmission through the lungs and myocardial perfusion imaging: *J Cardiovasc Ultrasonogr* 1: 277-282, 1982
- 2) Tei C, Sakamaki T, Shah PM, Meerbaum S,

Shimoura K, Kondo S, Corday E: Myocardial contrast echocardiography: A reproducible technique of myocardial opacification for identifying regional perfusion deficits. *Circulation* 67: 585-593 1983

- 3) Kemper AJ, O'Boyle JE, Sharma S, Cohen CA, Kloner RA, Khuri SF, Parisi AF: Hydrogen peroxide contrast-enhanced two-dimensional echocardiography: Real-time in vivo delineation of regional myocardial perfusion. *Circulation* 68: 603-611, 1983
- 4) Maurer G, Ong K, Haendchen R, Torres M, Tei C, Wood F, Meerbaum S, Shah PM, Corday E: Myocardial contrast two-dimensional echocardiography: Comparison of contrast disappearance rates in normal and underperfused myocardium. *Circulation* 69: 418-429, 1984
- 5) tenCate FJ, Drury JK, Meerbaum S, Noordsy J, Feinstein SB, Shah PM, Corday E: Myocardial contrast two-dimensional echocardiography: Experimental examination at different coronary flow levels. *Seminar on contrast two-dimensional echocardiography J Am Coll Cardiol* 3: 1219-1226, 1984
- 6) Kaul S, Gillam LD, Weyman AE, Guerrero JL, Slater C: Contrast echocardiography in acute myocardial ischemia.: II. The effect of site of injection of contrast agent on the estimation of area at risk for necrosis after coronary occlusion. *J Am Coll Cardiol* 6: 825-830, 1985
- 7) Goldman ME, Mindich BP: Intraoperative cardioplegic contrast echocardiography for assessing myocardial perfusion during open heart surgery. *J Am Coll Cardiol* 4: 1029-1034, 1984
- 8) Santoso T, Roelandt J, Mansyoer H, Abdurrahman N, Meltzer RS, Hugenholtz PG: Myocardial perfusion imaging in humans by contrast echocardiography using polygelin colloid solution. *J Am Coll Cardiol* 6: 612-620, 1985
- 9) Moore CA, Smucker ML, Kaul S: Myocardial contrast echocardiography in humans: Safety-A comparison with routine coronary arteriography. *J Am Coll Cardiol* 8: 1066-1072, 1986
- 10) Feinstein SB, Lang RM, Dick C, Neumann A, Al-Sadir J, Chua KG, Carroll J, Feldman T, Borow KM: Contrast echocardiography during coronary arteriography in humans: Perfusion and anatomic studies. *J Am Coll Cardiol* 11: 59-65, 1988
- 11) Feinstein SB, Ten Cate FJ, Zwehl W, Ong K, Maurer G, Tei C, Shah PM, Meerbaum S, Cor-

- day E: Two-dimensional contrast echocardiography: I. In vitro development and quantitative analysis of echo contrast agents. *J Am Coll Cardiol* **3**: 14-20, 1984
- 12) Buda AJ, Zotz RJ, Gallagher KP: Characterization of the functional border zone around regionally ischemic myocardium using circumferential flow-function maps. *J Am Coll Cardiol* **8**: 150-158, 1986
 - 13) Force T, Kemper A, Perkins L, Gilfoil M, Cohen C, Parisi AF: Overestimation of infarct size by quantitative two-dimensional echocardiography: The role of tethering and of analytic procedures. *Circulation* **73**: 1360-1368, 1986
 - 14) Armstrong WF, Mueller TM, Kinney EL, Ticker EG, Dillon JC, Feigenbaum H: Assessment of myocardial perfusion abnormalities with contrast-enhanced two-dimensional echocardiography. *Circulation* **66**: 166-173, 1982
 - 15) Vatner SF: Correlation between acute reductions in myocardial blood flow and function in conscious dogs. *Circ Res* **47**: 201-207, 1980
 - 16) Gibson RS, Beller GA, Gheorghade M, Nygaard TW, Watson DD, Huey BL, Sayre SL, Kaiser DL: The prevalence and clinical significance of residual myocardial ischemia 2 weeks after uncomplicated non-Q wave infarction: A prospective natural history study. *Circulation* **73**: 1186-1198, 1986
 - 17) Moreno P, Schocken DD: Non-Q wave myocardial infarction: Pathophysiology and prognostic implications. *Chest* **86**: 905-909, 1984
 - 18) DeWood MA, Stifter WF, Simpson CS, Spores J, Eugster GS, Judge TP, Hinnen ML: Coronary arteriographic findings soon after non-Q wave myocardial infarction. *N Engl J Med* **315**: 417-423, 1986
 - 19) Keller MW, Feinstein SB, Watson DD: Successful left ventricular opacification following peripheral venous injection of sonicated contrast agent: An experimental evaluation. *Am Heart J* **114**: 570-575, 1987
 - 20) Berwing K, Schlepper M: Echocardiographic imaging of the left ventricle by peripheral intravenous injection of echo contrast agent. *Am Heart J* **115**: 399-408, 1988