

虚血性心疾患の各種画像診断の有用性とその限界

山崎 純一

(東邦大学 内科学第一講座)

〔はじめに〕

循環器領域における画像診断の進歩はめざましく、19世紀後半に Roentgen による X 線の発見以来、CT, MRI, 核医学, ポジトロン CT などの臨床応用に至った。Table. 1 に臨床の場で汎用されている各種検査法を示したが、診断や治療効果を評価する際、各種検査の特徴を活かし、最小限の検査の組み合わせにより最大限のデータを得ることが最も重要なことであると思われる。そこで今回このことを念頭に、代表的な画像検査の有用性と限界について心筋 viability の観点から述べる。

〔心臓カテーテル検査〕

壁運動を評価する際、左室造影は現在もゴールデン・スタンダードな検査である。主観的な壁運動評価としてアメリカ心臓病学会 (AHA) による分類があり、客観的な評価法としてセンターライン法など¹⁻²⁾が用いられている。Fig. 1 はコンピュータにより局所壁運動 (segmental wall motion amplitude) を算出し、左前下行枝 (LAD) 閉塞症例を対象として側副血行路の有無により局所壁運動を比較したものであるが、側副血行路が心筋 viability の保持に有用であることが示された³⁾。しかし左室造影による壁運動の評価は 2 次元的であり、時に心筋 viability を過小評価することもある。また心筋 viability を評価する上で運動・薬物負荷や反復性などが求められるが、左室造影は観血的であることから、簡便性、反復性の観点からは限界がある。この点、核医学検査や心エコー図は優れた方法と思われる。特に心電図同期心プール断層像 (心プール-SPECT) はあらゆる方向からの観察が可能なこと、また心筋 SPECT 像と同一画像を比較することが容易であり、心筋 viability の評価法として有用であると解される。今回左室造影 (RAO 像) と心プール-SPECT (VLA 像) から算出した局所壁運動 (% LS) を比較したが、両者間に高い相関関係 ($r=0.919, p<0.001$) が認められ、心プール-SPECT による壁運動の評価の有用性が確認された。また陳旧性心筋梗塞 (OMI) を対象として心プール-SPECT と ²⁰¹Tl 心筋 SPECT 像を比較したが、OMI では壁運動からみた心筋 viability の存在は %²⁰¹Tl-uptake が 40% 前後であることが示唆された (Fig. 2)。しかし心プール-SPECT ではデータ収集に約 15~20 分を要することから、運動・薬物負荷を応

用することは困難である。

〔心エコー図検査〕

M モード法で観察しうる左室壁は 1/2~1/3 に限られるが、断層心エコー図を用いることにより、種々の断層像を得ることができ、壁運動はもとより詳細なる壁厚の測定も可能であり、反復性、簡便性と言う観点からも優れた方法であると考えられる。最近、コンピュータを用いた定量的評価が盛んに行われており、運動・薬物負荷を加えることにより心筋虚血や心筋 viability を評価することが可能で、主にドブタミンが用いられている。Pierard ら⁴⁾は急性心筋梗塞 (AMI) に対し、亜急性期に低用量ドブタミン負荷心エコー図を施行したが、心筋灌流が保たれた症例では壁厚増加率ならび壁運動に改善が認められたことを報告した。Fig. 3 は前壁 AMI 症例であるが、ドブタミン (10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) 投与下で壁運動に改善が示されたが、さらに 40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ まで増量した結果、壁運動はむしろ増悪した。この他 ATP やジピリダモール負荷などが行われている。一方運動負荷心エコー図は虚血心筋の診断を目的とした検査であるが、当教室の石黒⁵⁾はこれとダイナミック ²⁰¹Tl 心筋 SPECT を比較することにより、運動負荷後にも遷延する壁運動異常は虚血の関与が大きいことを報告した。以上のように stunned myocardium⁶⁾ や hibernating myocardium⁷⁾ が注目されている。昨今、薬物・運動負荷心エコー図はさらに繁用されるであろう。

〔核磁気共鳴装置 (MRI: magnetic resonance imaging)〕

現在、心筋梗塞領域の評価に T2 強調像や Gd-DTPA 造影 MRI (T1 強調像) が用いられているが、AMI では撮像時期が問題となる。つまり急性期では梗塞部周辺の浮腫や炎症をも描出するため、亜急性期に検査を施行する必要がある。Fig. 4 は前壁 AMI 症例であるが、Gd-DTPA 造影 MRI (静注 20 分後) にて中隔を中心に造影遅延効果が認められた。²⁰¹Tl 心筋 SPECT では中隔ならび前壁まで広範囲に欠損像が認められた。一方 OMI では T1, T2 強調像によっても正常心筋との差異が明瞭でなく、心筋 viability の観点からは壁の非薄化 (拡張期壁厚 6 mm 以下、収縮期壁厚 10 mm 以下) が最も重要な所見である⁸⁾。Fig. 5 は下後壁 OMI 症例であるが、下後壁の非薄化が認め

循環器疾患の診断

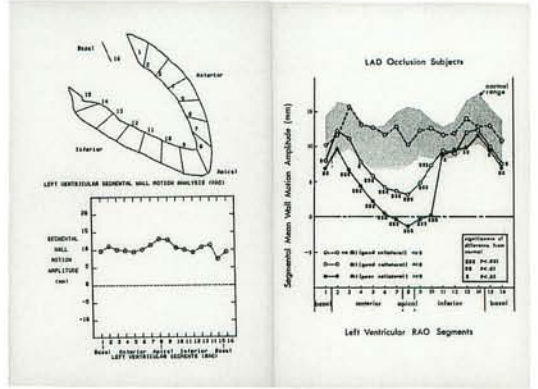
I 一般検査

- ① 血液学的検査
- ② 心電図 (ECG) → 負荷心電図、ホルター心電図
- ③ 心音図
- ④ 脈波 → 頸動脈波・頸静脈波・心尖拍動波

II 画像診断

- ① 胸部 X 線
- ② 血管造影
 - a. 大血管造影
 - b. 冠状動脈・左室造影
 - c. DSA
- ③ CT・MRI
- ④ 超音波診断
 - a. 心エコー法
 - b. ドップラー法
- ⑤ 核医学診断
 - a. 心筋イメージング → $^{201}\text{TlCl}$, $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$
 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$, $^{123}\text{I-BMIPP}$,
 $^{123}\text{I-MIBG}$
 - b. 心プールイメージング
- ⑥ 血管内視鏡
- ⑦ 血管内エコー法

III 病理学的検査



▲Fig. 1 左 健常例における segmental wall motion のコンピュータ解析ならび segmental wall motion amplitude の表示

右 左前下行枝病変例の segmental wall motion amplitude の表示

▲ Table. 1 循環器領域における各種検査法

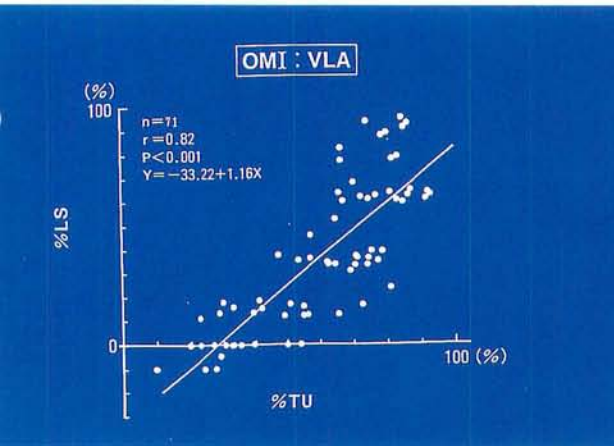
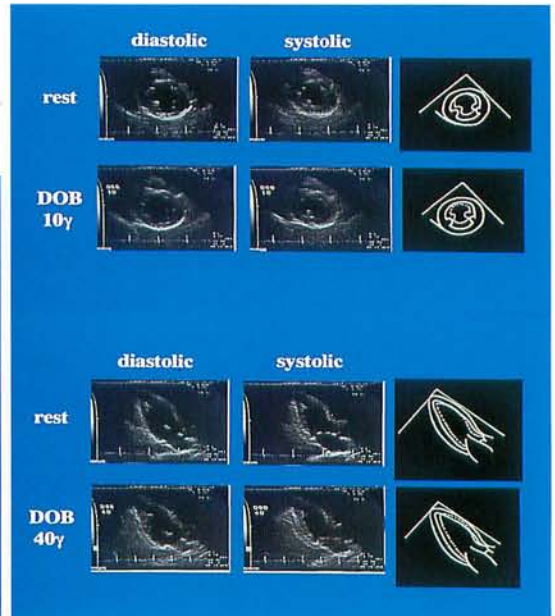


Fig. 2 心プール-SPECT から算出した %LS と ^{201}Tl 心筋 SPECT による ^{201}Tl -uptake の比較



▲Fig. 3 上 ドパミン負荷心エコー図 (10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$)

下 ドパミン負荷心エコー図 (40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$)

られており、この領域での心筋 viability の存在は期待しがたい。今後 MRI に加え心筋代謝を評価し得る magnetic resonance spectroscopy (MRS) を用いることにより、心筋 viability の評価にその力が発揮されるものと思われる。

〔心臓核医学検査〕

心筋シンチグラフィに用いられる核種として、 $^{201}\text{TlCl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$ 、 $^{123}\text{I-MIBG}$ 、 $^{123}\text{I-BMIPP}$ などがあげられる。 $^{201}\text{TlCl}$ は心筋血流および心筋細胞の Na-K ATPase による能動輸送によって心筋内に取り込まれるが、心筋虚血や壊死部で取り込み低下ないし欠損を示す。 $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$ は心筋壊死部で急性期に陽性像が得られる。 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ は冠血流を良く反映し、また高エネルギーであることから鮮明な SPECT 像が得られる。 $^{123}\text{I-MIBG}$ は心交感神経機能イメージング製剤として注目されており、 $^{123}\text{I-BMIPP}$ は脂肪酸代謝の評価に期待が寄せられている。Fig. 6は前壁・中隔 OMI 症例であるが、PTCA 前後で運動負荷 ^{201}Tl 心筋 SPECT を施行した。PTCA 前、前壁から中隔にかけ再分布が認められ、PTCA により著明な心筋灌流の改善が認められたが、壁運動の改善はわずかに留まり、hibernating myocardium⁷⁾の解除には長時間を要することが示唆された。最近 ^{201}Tl 心筋 SPECT による心筋 viability の評価法として、再静注法や 24 時間遅延像などが用いられている。Fig. 7は下壁 OMI 症例であるが冠動脈造影では右冠動脈 (RCA: # 1, # 4) および左前下行枝 (LAD: # 7) に狭窄病変が認められた。 ^{201}Tl 心筋 SPECT の遅延像では中隔に完全再分布が、下後壁に不完全再分布が示された。再静注後、下後壁で良好な fill in が認められ、心筋 viability の存在が示された。Fig. 8は下壁 AMI 症例で、第 4 病日に ^{201}Tl と $^{123}\text{I-BMIPP}$ の dual 心筋 SPECT を施行したが、 ^{201}Tl に比し $^{123}\text{I-BMIPP}$ でより広範囲に及ぶ欠損が示された。第 24 病日に行った冠動脈造影では左回旋枝 (LCX: # 13) に狭窄病変が、左室造影では # 5 の hypokinesis が示された。この症例の如く急性期では心筋灌流に比較して、梗塞領域ならびその周辺で脂肪酸代謝障害があり、 $^{123}\text{I-MIBG}$ なども併用することにより、今後 stunned myocardium の発生機序の解明にも有用である可能性がある。

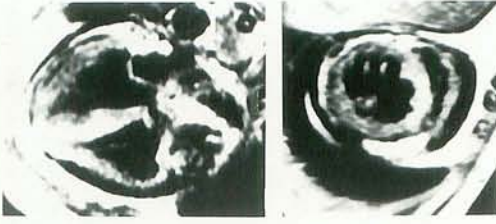
〔おわりに〕

今回述べた検査法以外に、最近注目されている検査として血管内視鏡、血管内エコー法などが挙げられる。血管内視鏡は色彩のある立体的な画像として、より微細で詳細な血管内腔の観察が可能である。また血管内エコーは高周波超音波カテーテルを血管内に挿入し、血管の形態や内部構造を評価する方法である。この様に循環器領域における検査法の発展はめざましく、今後各種検査もコ

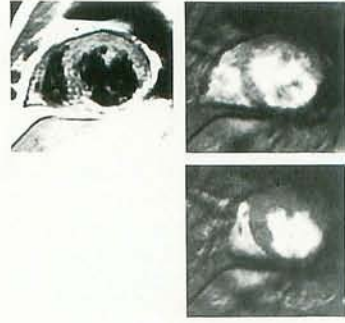
ンピュータを駆使した三次元画像表示により、循環器疾患の診断や治療効果の評価が高まる可能性があるものと思われる。

文 献

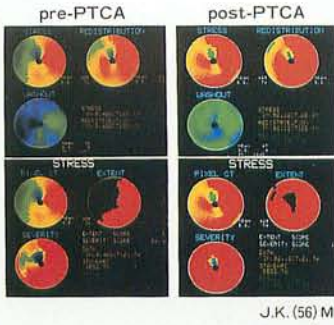
- 1) Sheehan, F. H., Bolson, E. L., Dodge, H. T., et al: Advantages and applications of the centerline method for characterization regional ventricular function. *Circulation*, 52: 420, 1986.
- 2) Yamazaki, J., Bowyer, A. F.: A novel microcomputer program to analyze the effect of coronary stenosis and occlusion on regional left ventricular segmental wall motion. *Biomed. Sci. Instrum.*, 21: 5, 1985.
- 3) 山崎純一, 森下 健, Bowyer, A. F.: 虚血性心疾患における冠側副血行の左室局所壁運動および左心機能に及ぼす影響。 *臨床成人病*, 20: 385, 1990.
- 4) Pierard, L. A., De Landsheere, C. M., Berthe, C., et al: Identification of viable myocardium by echocardiography during dobutamine infusion in patients with myocardial infarction after thrombolytic therapy: Comparison with positron emission tomography. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 15: 1021, 1990.
- 5) 石黒 聡: 虚血性心疾患における運動負荷後局所壁運動異常の改善様式の検討 — ^{201}Tl 心筋 dynamic SPECT を用いて—。 *核医学*, 31: 593, 1994.
- 6) Braunwald, E., Kloner, R. A.: The stunned myocardium: prolonged, post-ischemic ventricular dysfunction. *Circulation*, 66: 1146, 1982.
- 7) Braunwald, E., Rutherford, J.: Reversible ischemic left ventricular dysfunction: Evidence for the hibernating myocardium. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 3: 902, 1984.
- 8) Baer, F. M., Smolarz, k., Junggehulung, M., et al: Chronic myocardial infarction: Assessment of morphology, function, and perfusion by gradient echo magnetic resonance imaging and $^{99\text{m}}\text{Tc-methoxyisobutylisonitrile}$ SPECT. *Am. Heart J.*, 123: 636, 1992.



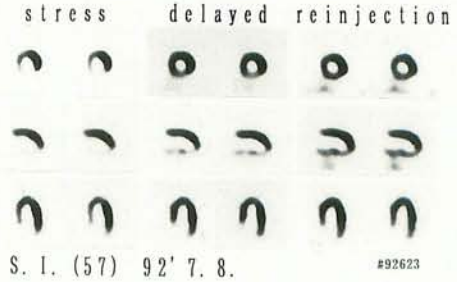
▲Fig. 4 Gd-DTPA 造影による T1 強調像(前壁・中隔 AMI 症例)



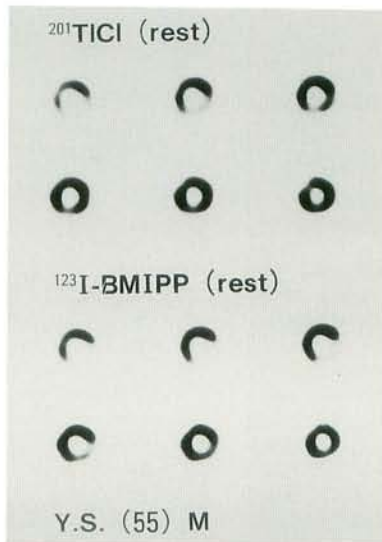
▲Fig. 5 T1 強調像 (下壁 OMI 症例)



▲Fig. 6 PTCA 前後における運動負荷 ^{201}Tl 心筋 SPECT (前壁・中隔 OMI 症例)



▲Fig. 7 再静注法を用いた下壁 OMI 症例の ^{201}Tl 心筋 SPECT



▲Fig. 8 急性心筋梗塞症例における ^{201}Tl - ^{123}I -BMIPP dual 心筋 SPECT