

Gated SPECTの解析法と臨床応用 —新しい解析ソフト“p-FAST” (perfusion-function assessment for gated SPECT) の開発と臨床応用—

中田 智明

(札幌医科大学医学部 第二内科)

1. p-FASTの開発コンセプトと意義

^{99m}Tc標識製剤(tetrofosmin, sestamibi)による心筋画像は心筋血流情報に加え、心電図同期法(G-SPECT)により心筋機能情報を得ることも可能である。今日、その膨大な画像情報を迅速かつ再現性よく処理し、必要なデータを抽出、呈示できる方法が開発されるにおよび急速に普及しつつある。現在その専用解析ソフトとして商業ベースでQGS (Germano)やEC Tool box (Garcia)がある。我々は1996年より独自に“p-FAST” (perfusion-function assessment for gated SPECT) の開発を行ってきた(図1)。その目的の第一は商業ベースの方法(ソフトウェア)そのままに本当に臨床的に正しいデータが得られるか、G-SPECT法の信頼性を追究しかつ限界を明らかにすることである。G-SPECT法は他のモダリティにない多くの可能性を持っており、著者の施設ではPC対応ソフトウェアにすることにより、より高い操作性・汎用性・経済性、将来性をめざした(図2)。また、本法の最大の利点である心筋血流と心機能の同時評価は臨床的にも極めて重要なテーマとなっている(図3)。

2. p-FASTと心プール法、左室造影法(LVG)との比較、再現性

p-FASTでは左室駆出率(LVEF)、心室容積(LVEDV, LVESV)の算出に加え、心筋血流・心動態3次元同時表示、任意方向の動画表示、心筋血流、収縮能、などに関する定量表示を可能にした(図4)。著者の施設では、安静時は^{99m}Tc-tetrofosmin 740MBqもしくは^{99m}Tc-sestamibi 600MBq、運動負荷時は^{99m}Tc-tetrofosmin 296MBqを用い、ECG8分割の同期法、Butterworthフィルター(0.24cycle/pixel, power factor 8)を使用し、三検出器による360度収集(東芝GCA9300A/DI)、64×64のデータ収集、filtered backprojection法でSPECT像を得ている。なお、p-FASTではFourier高次解析を用いて時間-容積曲線を得て各種指標を算出している。

LVEF, LVEDV, LVESVを用いた本法の再現性は検

者間誤差6%未満、検者内再現性も良好であった。本法は心プール法(n=91)とはLVEF $r=0.891$, LVG(n=54)とはLVEDV $r=0.845$, LVESV $r=0.902$ と良好な相関を示した(図5)。図6左(A)は正常例のED, ES血流マップと局所EF(%)と収縮期壁厚(mm)表示の数値データの例である。また、図6右(B)は前壁中隔梗塞例のED, ES血流マップ(上段)と局所EF(%)と収縮期壁厚(mm)表示(下段)の例である。梗塞部位に一致した灌流欠損が収縮期により著明となり局所収縮能の低下が明らかである。これは局所EFの低下や収縮期壁厚の低値としても表現されている。また、局所EFでは下壁領域における壁運動の低下も認められた。

3. p-FASTの運動負荷法への応用

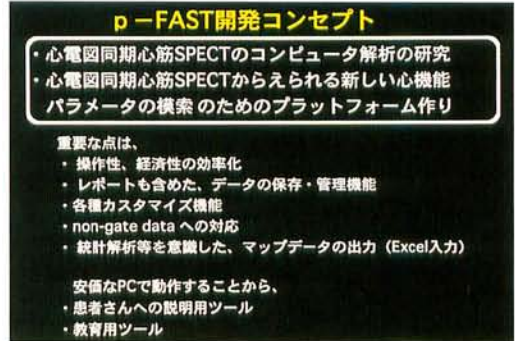
著者の施設では、運動負荷時^{99m}Tc-tetrofosmin G-SPECTをルーチンに施行し、p-FASTによる心機能解析を診断に利用している。図7は81歳、急性心不全例で、眼科手術の際発症し、精査治療目的に当方へ転科となった。病歴上冠動脈疾患が強く疑われ、運動負荷時^{99m}Tc-tetrofosmin G-SPECTを施行した。運動負荷時、中隔、下壁、後側壁の高度な血流低下と全周的な壁運動低下が観察され、これらの安静時での改善(LVEF 45→56%)、運動負荷時一過性左室内腔拡大の出現が時間-容積曲線や3次元画像により明瞭に示されている。このような負荷法への応用により、心筋虚血の心機能への影響や重症病変・予後不良例の検出に有用と考えられる。

4. p-FASTの急性心筋梗塞例における経時的評価への応用

急性心筋梗塞例にp-FASTを応用し、経時的心筋血流・心機能同時評価の意義を検討した。対象は急性期(平均1週間)と回復期(平均3週間)に安静時G-SPECTを施行し得た急性心筋梗塞連続48例で、p-FASTにてLVEF, LVEDV, LVESV, SVとその経時的変化率を算出した。症例をLVEFが5%以上改善群(Group 1)、変化5%未満の不変群(Group 2)、5%以上



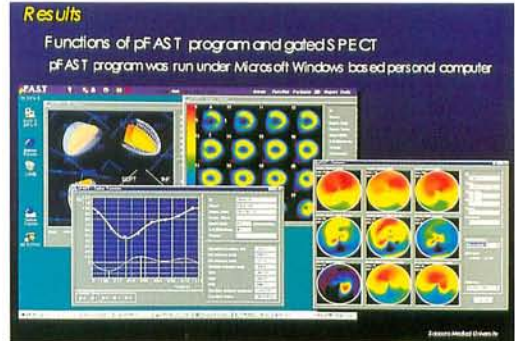
▲ 図 1



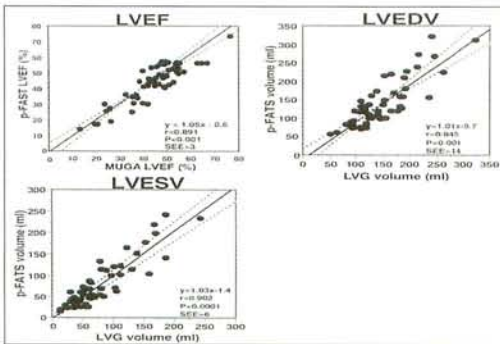
▲ 図 2



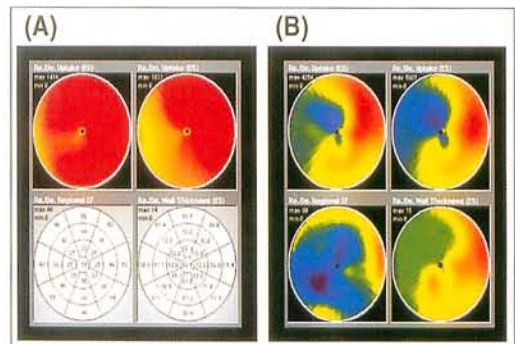
▲ 図 3



▲ 図 4



▲ 図 5



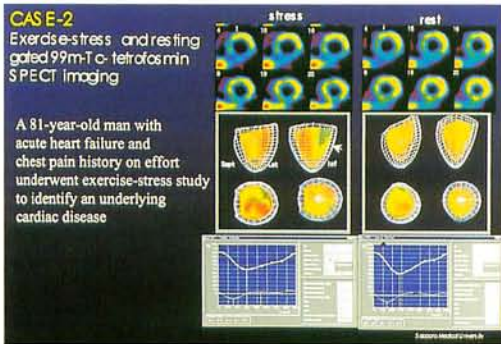
▲ 図 6

悪化群(Group 3)に分け、さらにLVEDVが10%以上増加したremodeling群についてもLVEDV, LVESV, SVの変化率を算出した。また、左室25領域における%uptake低下度の自動スコア化(0-19%=3, 20-49%=2, 50-79%=1, 80-100%=0)を行い、回復期における変化率を算出し比較した。図8, 9に示すように、LVEF改善群ではLVEDV, LVESV共に低下するが、LVESV低下がより大であり、その結果SVとEFの増加が得られた。また各血流スコアも改善傾向を示した。一方、LVEF低下群ではLVEDVに変化はないものの、LVESVが増大した結果、SVとEFは低下し、またEDに比しES血流スコアも増悪し心機能の低下が示唆された。非改善群ではこれらの指標に大きな変化を認めなかった。左室remodeling群

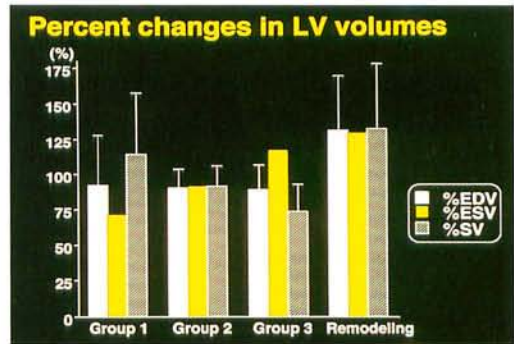
では、LVEDV, ESVとも増大しSVを維持したが、やはりEDに比しES血流スコアも増悪し心機能の低下が明らかであった。このように、基本的には心機能と心筋血流は密接な関係があり、両者の同時評価は病態生理を理解する上で重要と思われる。

5. 結語

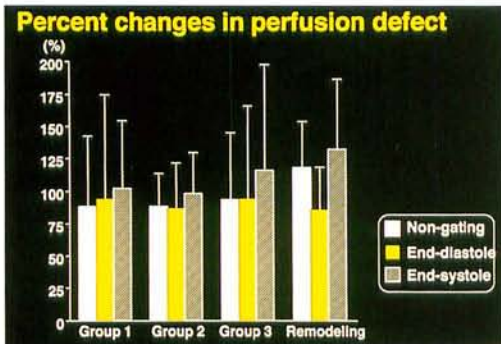
G-SPECT法の定量的解析や2次元, 3次元表示法を簡便な方法で可能にしたp-FASTにより、本法が本来有する3次元的デジタル情報を心筋血流と心機能の両面より同時に評価することが可能となった。このような技術の進歩は心臓核医学の可能性を高めるばかりでなく、経済性向上や病態生理明瞭上貢献できるものと期待される。



▲ 7



▲ 8



▲ 9