

¹³NH₃ダイナミック法による局所心筋血流量測定

関 宏恭*, 安達 昌宏**, 高野 徹***
九沢 豊**, 坂本 滋**, 竹越 襄****

〔目的〕

冠動脈バイパス手術(CABG)を施行した患者の術前後の心筋虚血状態を定量的に評価するため、PETを用いた心筋血流測定法を確立し、心筋代謝と合わせた客観的な評価法を試みた。

〔対象と方法〕

対象はCABGを実施した虚血性心疾患患者9名(男性6名、女性3名、平均年齢68.1±7.0歳、平均バイパス枝数2.2±0.6枝)である。術前1週間以内および術後1カ月目にPETを施行。PETは同日に心筋血流量(rMBF)と心筋FDG摂取率(rFUI)測定を行なった。rMBF測定では¹³NH₃ 350~370MBqをボーラス静注直後から6秒19フレーム+300秒1フレームのダイナミックPETデータ収集を開始(所要時間6分54秒)。得られた20フレームのダイナミック画像から、左房または左室内腔に設定したROIで入力関数を、中隔、前壁、側壁および後壁のROIから心筋の時間放射能曲線(TAC)を得た。これらの経時的データに対して次式のようなマイクロスフェアモデルを適用しrMBFを算出した。

$$rMBF = \frac{100 \cdot C_m(T)}{d^{*注} \cdot \int_0^T Ca(t) dt}$$

ただし、C_mは心筋局所放射能濃度、Caは入力関数である。ここでTをどれくらいにとるかが問題となるが、心筋初回循環の通過時間以内であれば心筋に分配されたトレーサの全ての量が心筋組織(実質+血管)内に存在すると仮定し(Mullaniら、Yoshidaら)、静注後約30秒を採用した。一方、rFUIはTamakiらの方法に従い本研究会で発表した方法で算出した。PETで得られたrMBF、rFUI、rFUI/rMBFをCABG術前後で比較し、加えてDSAの左室造影(LVG)から求めた左室駆出率(EF)、壁運動機能(% shortening法)との比較も行なった。

〔結果〕

図1~4にそれぞれ、術前後のrMBFの変化、同じくrFUIの変化、同じくrFUI/rMBFの変化、及びEFの変化を示す。rFUI/rMBFは術後低下し、EFは術後増加しており壁運動は改善した。図5は術前後のrFUI/rMBFの関係をプロットしたも

のであり両者の間に相関がみられた。図6は術前のrFUI/rMBFと壁運動改善度との比較であるが、両者の間に正の相関がみられ、術前、rFUI/rMBFが高い症例ほど術後の壁運動改善が大きいことが示された。なお、術後のrFUI/rMBFと壁運動改善度の間には有意な相関は認めなかった。図7は虚血性心疾患の1例が自然経過でたどるであろうMBFとFUIの関係を示した仮説図である。図8、9はそれぞれ術前後に実測した両パラメーターをプロットしたものである。以上の図は(図6、7を除き)、バイパス対象になった部位か否かを問わず、方法で示した心筋内4部位のデータすべてを9症例分使用してある。

〔考察〕

¹³NH₃と¹⁸FDGを用いた心筋血流代謝評価では、従来画像による視覚評価が中心であった。とくに前者の場合、投与早期の心筋組織からの逆拡散が無視できず、定量的なrMBFが難しい。しかし、本法では簡単な仮定をおけば文献的に妥当なrMBF値を算出することができた。rMBFとrFUIの2つの数値が与えられることにより患者のPET検査時期におけるひとつの状態をグラフにプロットすることが可能となる。これを治療行為をほさんで複数回、あるいは治療に平行したフォローアップとして行うことにより、患者の虚血状態の変化をグラフとして「力学的」に捉えることができる。図7に仮説に対して、実測ではグラフの曲線下の面積内に様々な状態がプロットされた。術後各状態点は仮説曲線上を血流正方向にたどるのではなく、垂直下方(代謝負方向)に変位するものが多かった。この原因についてはさらに検討を続けたい。

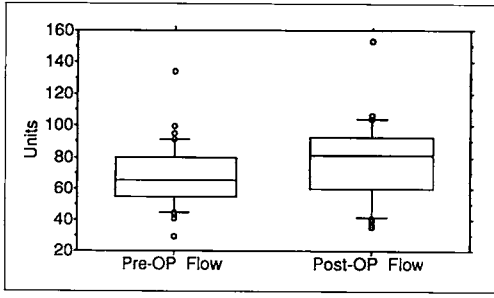
〔文献〕

Mullani, N. A., et al: Myocardial perfusion with Rubidium-82. I. Measurement of extraction fraction and flow with external detectors. J Nucl Med 24: 898-906, 1983

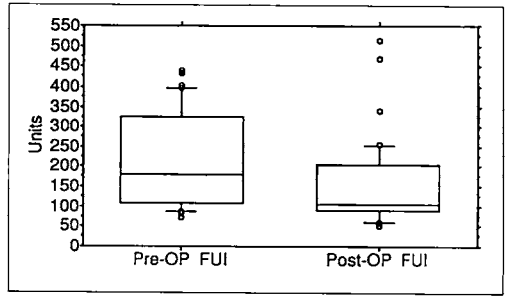
Yoshida, K. et al: Measurement of regional myocardial blood flow in hypertrophic cardiomyopathy: Application of the first-pass flow model using [¹³N]-ammonia and PET. Am J Phys Imag 4: 97-104, 1989.

*金沢循環器病院 放射線科
** 同 心臓血管外科
*** 同 循環器科

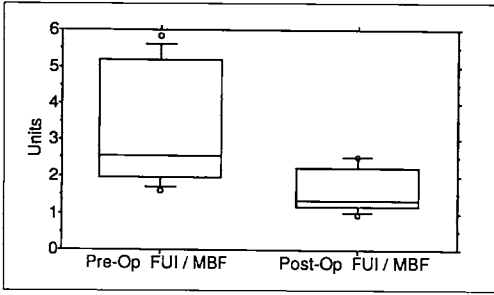
*注) dは心筋密度であり、ここでは1.05g/mlとしている。



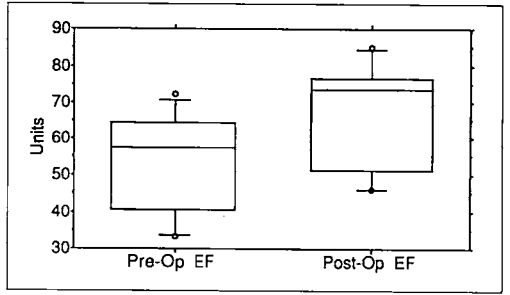
▲ 図 1



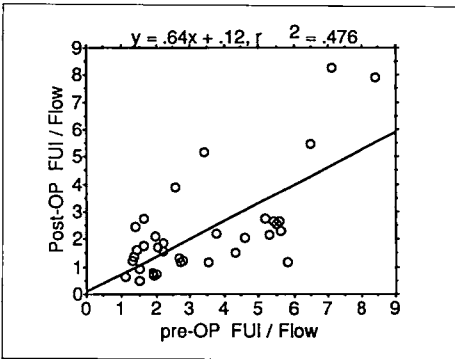
▲ 図 2



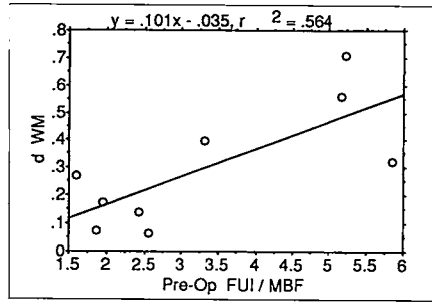
▲ 図 3



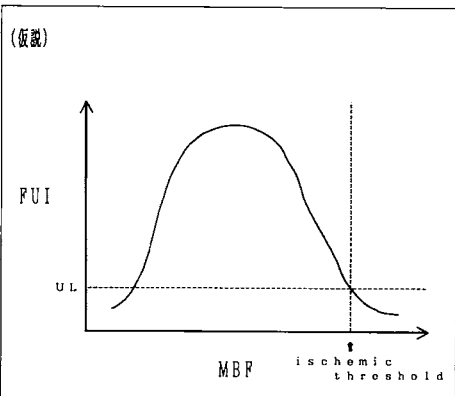
▲ 図 4



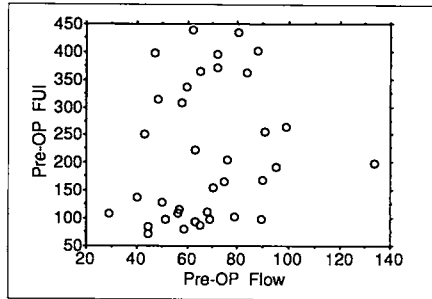
◀ 図 5



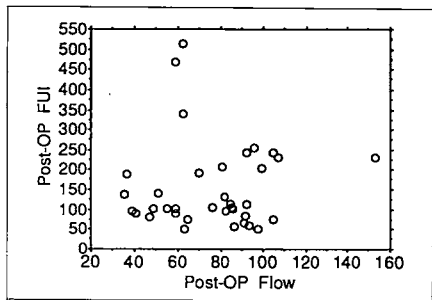
◀ 図 6



◀ 図 7



◀ 図 8



◀ 図 9