

^{99m}Tc心筋血流製剤による薬剤負荷時心筋血流増加率測定： ¹⁵O-water PETとの比較

樋口 隆弘 ^{*,***}	滝 淳一 ^{***}	田川 庄督 ^{**}
吉田 尚弘 ^{**}	荒木 勉 ^{**}	土谷 武嗣 ^{**}
池田 正寿 ^{**}	名村 正伸 ^{**}	久慈 一英 ^{***}
中嶋 憲一 ^{***}	利波 紀久 ^{***}	

【目的】

通常の負荷・安静心筋血流SPECT検査は、負荷時と安静時の相対的血流分布の差を比較するものであり、真の心筋血流量の変化を反映してはいない。真の局所の心筋血流量の変化を計測できれば、虚血性心疾患の診断精度の向上や微小循環障害の診断が可能となり、臨床にも有用と考えられる。^{99m}Tc心筋血流検査において、^{99m}Tc心筋血流製剤の投与時のアンジオグラフィとSPECTを施行し、負荷時心筋血流増加率算出する方法を考案した。¹⁵O-water PETで算出されるcoronary flow reserve (CFR) をリファレンスとして基礎的検討を行った。

【方法】

10名の虚血性心疾患患者を対象に、ATP負荷・安静心筋血流SPECT検査とATP負荷・安静¹⁵O-water PET心筋血流検査とを行った。ATP負荷・安静心筋血流SPECT検査では、^{99m}Tc血流製剤投与時に、正面からの90秒間のアンジオグラフィと40分後の15分間のSPECTを撮像した。撮像には高分解能コリメータを用いた2検出型ガンマカメラを用いた。解析には、最も心臓の描出面積が広い体軸断層スライスから、中隔、心尖、側壁、後壁に設定したROIをもちいた。負荷時心筋血流増加率(MBF-IR)は、次の式で算出した。 $MBF-IR = Cm(h) SBb / Cmb(h) SBh$ (J Nucl Med 2001; 42: 1457-1463) (b = 安静時, h = 負荷時, Cm = 心筋カウント

及びSB = 左室ROIの時間放射能曲線のカーブ下面積)。ATP負荷・安静¹⁵O-water PET心筋血流検査では、¹⁵O-water投与時のダイナミック撮像を行った。心室のROIと心筋に設定したROIとの時間-放射能曲線から、1コンパートメントモデルを用いて、局所平均血流値を求めた。負荷時の平均血流を安静時の平均血流で割り、CFRを算出した。局所のMBF-IRとCFRとの関係をみた。

【結果】

MBF-IRをy軸、CFRをx軸としたグラフを作成すると、CFRの増加に伴いMBF-IRも増加を示したが、CFRが高い領域ではMBF-IRはプラトーとなった。MBF-IR (y) とCFR (x) との関係は、薬剤の摂取率で用いられるモデル式で次式のようにフィッティングされた。 $y = 1.40x (1 - \exp(-1.78/x))$, $r = 0.84$, $p < 0.0001$ 。また、 $CFR < 2.5$ のデータ部分を用いると、 $y = 0.6x + 0.6$, $r = 0.75$, $p < 0.0001$ と有意な直線関係を示した。

【結論】

^{99m}Tc心筋血流製剤を用いて、アンジオグラフィとSPECTから負荷時心筋血流の増加を反映する指標を算出することが可能である。CFR < 2.5の範囲において、MBF-IRはCFRと直線関係を示し、CFRを反映した値を示している。CFRが大きくなると、MBF-IRはプラトーとなった。高血流域での^{99m}Tc心筋血流製剤のtracer retentionが低下することを反映したものと推測される。

*金沢循環器病院 PET画像診断センター

**金沢循環器病院 循環器内科

***金沢大学大学院医学系研究科 バイオトレーサ診療学

MBF-IR算出理論

$Mc = k_1 I \cdot (F / CO) \cdot EF \quad \text{--- (1)}$
 $CO = I \int_0^{\infty} k_2 c(t) dt \quad \text{--- (2) Stewart-Hamiltonの式}$
 $Mc = k_1 I \cdot (F / CO) \cdot EF \cdot I \int_0^{\infty} k_2 c(t) dt$
 $Mc = k_1 k_2 EF \cdot F \cdot \int_0^{\infty} c(t) dt \quad \text{--- (3)}$

$MBF-IR = \frac{F_s}{F_r} \cdot \frac{EF_r \cdot Mc_s \cdot \int_0^{\infty} c_r(t) dt}{EF_s \cdot Mc_r \cdot \int_0^{\infty} c_s(t) dt}$
 $r = \text{rest}, s = \text{ATP stress}$

$Mc =$ 局所心筋カウント, $EF =$ 摂取率, $I =$ 総投与量,
 $F =$ 心筋血流量, $CO =$ 心拍出量, $k_2 c(t) =$ 左室内腔カウント

▲図1

MBF-IR算出理論

$MBF-IR = \frac{EF_r \cdot Mc_s \cdot \int_0^{\infty} c_r(t) dt}{EF_s \cdot Mc_r \cdot \int_0^{\infty} c_s(t) dt}$
 $EF_r/EF_s = 1$ と仮定すると
 $= \frac{Mc_s \cdot \int_0^{\infty} c_r(t) dt}{Mc_r \cdot \int_0^{\infty} c_s(t) dt}$

測定事項

▲図2

ATP負荷/安静Tc-99m心筋血流検査プロトコール

▲図3

MBF-IR算出データ解析方法

Gamma fitting for LV time activity curve

1. RI angiography (First pass study) 1s/frame
2. SPECT: Transaxial imageで4セグメントのROIを設定。(完全欠損の部位は解析から除いた。)

▲図4

Water-PET ATP負荷/安静心筋プロトコール

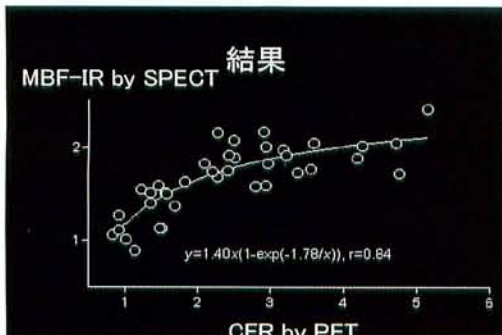
▲図5

Water-PET CFRの計測方法

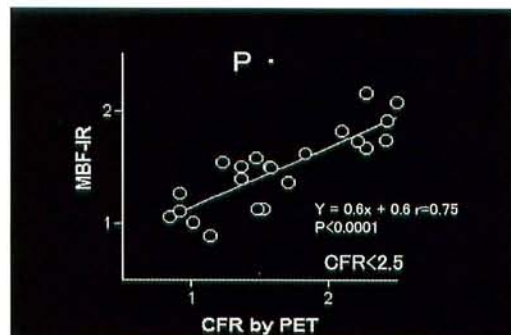
• 左室ROI内の時間放射能曲線= $C_{LV}(t)$ と心筋ROI部の時間放射線曲線= $C_{myo}(t)$ を次の1コンパートメントモデル式でフィッティングしてMBFを算出。
 $C_{myo}(t) = \alpha \cdot MBF \cdot C_{LV}(t) \cdot \exp[-(MBF/\rho + \lambda) \cdot t] + V_a \cdot C_{LV}(t)$
Y. Yamamoto, Circulation vol86, No1, 1992

• CFR=負荷時MBF/安静時MBF

▲図6



▲図7



▲図8