

■ 特集 -2 心筋血流量の定量解析

血流予備能定量化の臨床的意義

Role of absolute coronary flow reserve for the management of coronary artery disease

松尾仁司

Hitoshi Matsuo, MD

岐阜ハートセンター 循環器内科
Department of Cardiology, Gifu Heart Center

血管造影を基準に行うカテーテル治療が薬物療法と比較して予後を改善しないという報告がある一方で、部分冠血流予備量比 (FFR) に基づいたカテーテル治療が予後を改善することが報告され、ガイドラインにおいても虚血に基づいた治療適応の決定が推奨されている。本稿では心筋血流予備能定量化の意義に関して FFR と対比してその重要性について概説する。

冠動脈血流予備能 (CFR) と部分冠血流予備能 (FFR) の概念

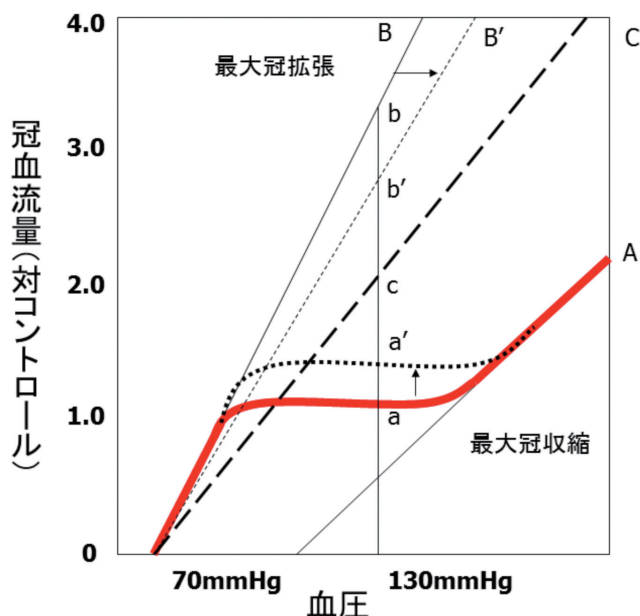
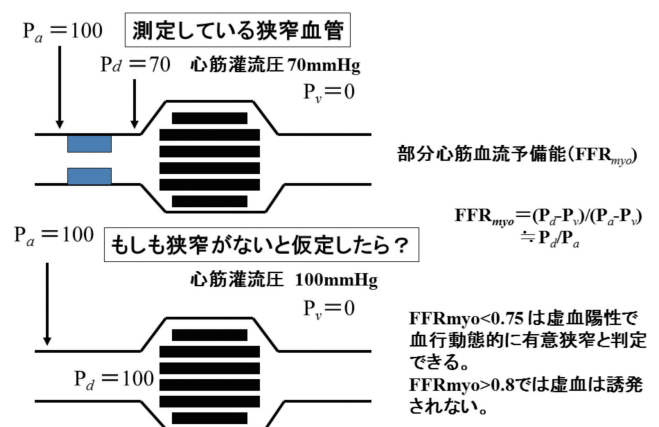


図1 冠灌流圧と冠動脈血流との関係

- A: 安静時での冠血流—冠灌流圧関係。血圧 70-130mmHg は自己調節機能で一定の血流量が維持されている。安静時冠血流が増加するとこの間の曲線は a から a' に移動する。
- B: 正常血管の最大冠拡張時の冠血流—冠灌流圧関係。冠血管抵抗が大となった場合には B から B' に変化する。
- C: 有意冠動脈狭窄が存在する場合の最大冠拡張時の冠血流—冠灌流圧関係。Absolute CFR は正常血管が b/a に対し、狭窄部では c/a と低下する。FFR_{myo} は c/b と考えられる。

冠動脈血流は生理的範囲内では一定にコントロールされているが、運動負荷や薬剤負荷により前細動脈以遠の抵抗血管の拡張により冠血流が増加することが知られている。図1は冠内圧—冠血流関係を示している。冠血流予備能は安静時に比較して最大冠拡張時に何倍増やすことができるかということを示している。この冠血流予備能は冠動脈狭窄が進行し 50% 狭窄以上になると低下することが、動物実験で示されている。しかし臨床の現場においては血管造影や IVUS で評価する解剖学的狭窄度と冠動脈血流予備能との乖離は多くの論文や総説により報告されている^[1, 2]。図2に冠血流予備能 (CFR) と解剖学的狭窄度を図説しているが、CFR の低下は局所的狭窄のみによりもたらされるのではなく (図3 A2)、びまん性病変の存在のみによっても (図3 A4) 十分に低下する。局所病変とびまん性病変が混在した状況では、リモデリングという過程が存在することにより、解剖学的にはびまん性病変+高度狭窄であっても心筋血流予備能が維持されている症例も認められることも示されている (図3 A6)。臨

図2 プレッシュワイヤーを用いた部分心筋血流予備能 (FFR_{myo}) の概念図

FFR は理想的正常導管血管の何%の血液供給能力を有するかを示す指標である。

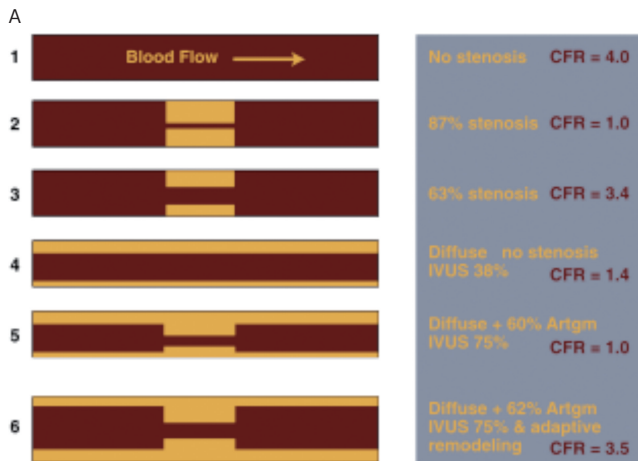


図3 冠動脈狭窄度とCFRの関係

Aに種々の冠動脈狭窄およびプラーク分布とCFRの関係を示す。

CFRと解剖学的狭窄度は一致しない。このなかで虚血陽性はA2、A4、A5であり、stent治療適応となるのはA2とA5のみである。A1とA4の違い、A2、A6とA5のCFRの違いを解剖学的狭窄度からは判定不可能である。(文献^[1]より引用)

床現場ではこのような局所的病変とびまん性病変が混在している症例がほとんどであり、心筋虚血が生じるかどうか、そしてステント留置によりどこまで改善するかに関して血管造影やIVUSから判断することは、きわめて困難である。予後予測に関してはDoppler wire、PET、Doppler echoからCFRが2.0以上であれば心血管事故が発生する確率がきわめて低いことも報告されている。

一方、FFRの概念図を図2に示すが、FFRはセンサーと大動脈圧の間の血管抵抗がない理想的な血管であった場合の何%の最大冠血流供給能力を有しているかを示している。FFRはその多くのエビデンスから、いずれの指標も心筋虚血の指標として有用な指標であると示されている。FFRはカテーテル検査室内では評価できる最も簡便かつ信頼性のある指標といえる。

FFRとCFRの関連

FFRとCFRは散布図では、必ずしも良好な相関関係はない。この理由はFFRが導管血管部位の血管病変を評価する指標であるのに対して、CFRは導管血管案のみでなく微小循環の影響も表現している指標である点で説明されている(図4)。すなわちFFRが0.8以上であるのにCFRが2.0未満の症例は微小循環障害が強い症例といえるし、FFRが0.8以下であっても

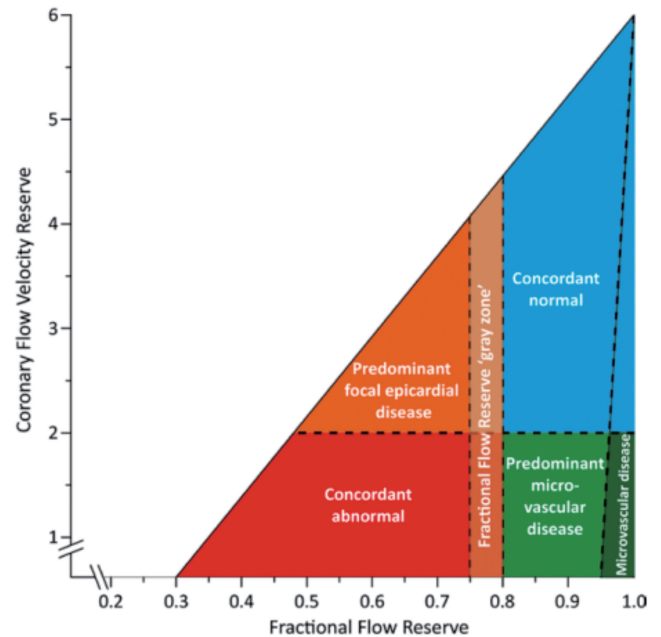


図4 CFRとFFRの関係の概念図

CFRとFFRの判定が相違を示す病変の解釈を示す。CFR>2.0 FFR<0.8(オレンジ色)は微小循環が保たれた局所病変を示し、CFR<2.0 FFR>0.8(緑色)は導管血管病変より微小循環に障害がメインである病変を示す。(文献^[3]から引用)

CFRが2.0以上の症例は微小循環が十分に保たれている局所病変であると推察されている。このようにFFRとCFRの乖離症例の予後はいまだ不明であり、今後の臨床研究結果を待ちたい。

まとめ

FFRが全盛の時代であるが、CFRおよび心筋血流量の絶対定量は患者の予後を表現する最も大切な指標であり、その正確な評価を追求することは大変重要である。

〈参考文献〉

- [1] Gould KL. Does Coronary Flow Trump Coronary Anatomy? J Am Coll Cardiol Img 2009;2:1009-23.
- [2] Gould KL, Johnson N, Bateman TM, Beanlands RS, Bengel FM, Bober R, et al. Anatomic Versus Physiologic Assessment of Coronary Artery Disease. JACC 2013; 62: 1639-53.
- [3] Van de Hoef TP, van Lavieren MA, Damman P, Delewi P, Piek MA, Chamuleau SAJ, et al. Physiological Basis and Long-Term Clinical Outcome of Discordance Between Fractional Flow Reserve and Coronary Flow Velocity Reserve in Coronary Stenoses of Intermediate Severity. Circ Cardiovasc Interv 2014;7:301-11.