

## VI ITのベネフィット&amp;ポテンシャル

2. 血管造影画像をベースとした  
機能的虚血評価 (QFR解析) の有用性江守 裕紀 / 赤阪 隆史  
和歌山県立医科大学循環器内科

冠動脈狭窄病変の評価・治療において、解剖学的な評価だけでなく機能的な虚血評価の有無が重要となる。現在、機能的な虚血評価法として、心筋血流予備量比 (fractional flow reserve : FFR) がゴールドスタンダードであり、FFRガイド下の血行再建による患者の転帰や費用対効果は冠動脈造影に基づいた血行再建と比べて優れていることが示されている<sup>1)</sup>。しかし、FFRを計測するに当たり、冠動脈内への圧センサ付きガイドワイヤの挿入や最大充血を得るための血管拡張薬 (ATPや塩酸パバペリンなど) の投与が必要であり、FFRの普及率はまだ低いのが現状である。

quantitative flow ratio (QFR) は、少なくとも25°以上離れた角度で撮影された2方向の冠動脈造影 (以下、CAG) 画像より解析血管を三次元構築し、thrombolysis in myocardial infarction (以下、TIMI) frame count (造影剤が解析対象血管の近位部から遠位部まで満たされるフレーム数) から最大充血時の冠血流速度を推定、加味することで、FFR値を算出する新しい心筋虚血診断ツールである<sup>2), 3)</sup>。QFRの最大の利点は、冠動脈狭窄病変内への圧センサ付きガイドワイヤの挿入や最大充血を得るための血管拡張薬の投与の必要性がないことである。

本稿では、非侵襲的な機能的虚血評価法であるQFRについて解説する。

## QFRの原理

2014年にTuらによって報告された第1世代QFR (FFR<sub>QCA</sub>) 解析の原理には、computational fluid dynamics (以下、CFD) が採用されたが、解析血管だけでなくすべての側枝血管の再構築が必要であり、解析に時間を要した (解析時間>10分)<sup>2)</sup>。さらに、解析には最大充血時に撮影されたCAG画像が必要であった。2016年にTuらによって報告された第2世代QFR解析には、CFDとは異なった独自のアルゴリズムが搭載されたQAngio XA 3Dという解析ソフトウェアが使用されており<sup>3)</sup>、解析時間の短縮と安静時のCAG画像のみでの解析が可能になった。2方向のCAG画像より三次元構築した解析血管を6mmごとの細かなセグメントに分割し、各セグメントでの圧損失が、TIMI frame countより得られた血流と3D-QCAより得られたジオメトリから、ベルヌーイの法則式に基づいてQFR値が計算される。

## QFR解析の実際 (図1)

QFRの解析は、Medis medical imaging systems社製の解析ソフトウェアである“QAngio XA 3D” (ニプロ社販売) を用いて行う。当院でのQFR解析における実際の手順を以下に記載する。

・step1: 解析対象血管がきれいに描出される25°以上離れた2方向のCAG画

像を撮影し、データを転送する。転送された2方向のCAGの拡張末期の静止画を選択する。CAG画像の転送時間は1画像あたり5秒程度と短時間である。

- ・step2: 選択した2方向の画像の位置情報を一致させるために、1, 2か所の解剖学的なランドマーク (例えば、分岐部など) を選択する。
- ・step3: 解析対象血管の近位部 (●) と遠位部 (○) を選択すると、瞬時に対象血管がオートトレースされる。側枝との重なりなどが原因でオートトレースが間違っている場合は、マニュアルで修正を行う。
- ・step4: 瞬時に解析対象血管の3D-QCAの血管モデルが構築される。
- ・step5: TIMI frame count解析を行う。
- ・step6: 瞬時にQFRの最終解析データが算出される。

図1の症例の解析時間 (CAG画像が転送されてからQFR解析終了まで) は3分30秒と短時間であり、QFR値は0.69で、FFR値は0.70であった。

## QFRの臨床データ

現在、使用されている第2世代QFRにおいて、Tuらは以下の異なる3つの血流モデルを用いて、QFR計測におけるTIMI frame countおよび最大充血の必要性について検討した<sup>3)</sup>。

- ① fQFR (fixed-flow QFR) : frame count解析が不要である。