2. 心血管カテーテル治療における最近のトピックス

山口 淳一／大槻 尚男／小暮 智仁 東京女子医科大学循環器内科

循環器領域のカテーテルインターベンションは，デバイスと画像診断技術の進歩により，その適応を拡大してきた。直視下で行う外科手術とは異なり，画像情報によるナビゲートが必須であり，デジタル画像（digital radiography：DR）システムへの習熟が治療成績に直結すると言っても過言ではない。現在は，フラットパネルディテクタ（FPD）を用いたデジタル撮影が主流であり，高い空間分解能と画像処理技術により，細い側副血行路やガイドワイヤ，ステントの視認性が向上した。透視画像の保存，ステント強調，撮影画像のネットワーク共有なども日常診療を支える。すなわち，DR画像は，単なる記録画像から，治療判断に直結する解析データへと役割を広げている。近年は，画像から血管形態を定量化し，さらには血流の生理学的意義を推定するプラットフォームへと発展している。

本稿では，循環器領域の最近のトピックとして，冠動脈造影に基づく機能的虚血評価としてのfunctional coronary angiography（FCA）の技術および新たな臨床エビデンスと，近年日本に導入された右室流出路機能不全に対する経カテーテル肺動脈弁留置術（transcatheter pulmonary valve implantation：TPVI）について概説する。

Functional coronary angiography（FCA）の技術と新たな臨床エビデンス

冠動脈造影で観察される狭窄率は，必ずしも心筋虚血の程度を反映しない。びまん性病変，連続病変，血管径の個体差などにより，視覚的狭窄度のみでは経皮的冠動脈インターベンション（PCI）の適応を過大・過小評価する可能性がある。プレッシャーワイヤで測定する冠血流予備量比（fractional flow reserve：FFR）は，最大充血下での遠位冠動脈圧と大動脈圧の比に基づく生理学的指標であり，一般に，0.80以下を血行再建の判断基準とする。FAME 2などの臨床試験を通じ，機能評価に基づく血行再建の有効性が確立された[1]。一方，FFR測定には，冠動脈内への専用ワイヤ挿入や最大充血薬投与が必要である。instantaneous wave-Free Ratio（iFR：フィリップス社），Resting Full-cycle Ratio（RFR：アボット社），Diastolic hyperemia-Free Ratio（DFR：ボストンサイエンティフィック社）などのnon-hyperemic pressure ratio（NHPR）は薬剤投与を省略できるものの，ワイヤ挿入は必要となる。より簡便な評価法として，冠動脈CTから算出するFFR-CTとともに，通常の冠動脈造影画像からFFR相当値を推定するFCAが開発されてきた。

1. FCAの技術的進歩

FCAは，造影画像から得られる冠動脈の形態情報に血流モデルなどを組み合わせ，専用プレッシャーワイヤを使用せずに病変の機能的重症度を推定する手法である。代表的なシステムにはquantitative flow ratio（QFR），FFRangio，vessel FFR（vFFR）などがある。QFRやvFFRでは，複数方向の造影画像から血管を再構成し，幾何学的情報と血流モデルを用いて圧較差を推定する。FFRangioは，複数の冠動脈造影画像から冠動脈ツリーを再構築して機能評価を行う（**図1**）。近年は，自動輪郭抽出や解析工程の短縮も進み，カテーテル室内での意思決定に組み込みやすくなった。

さらに，人工知能（AI）を利用して，冠動脈造影画像から直接FFRを推定する「AutocathFFR」（MedHub-AI社開発，テルモ社販売）などのアプローチも登場した。従来の三次元再構成や計算流体力学を前提とする手法とは異なり，解析の自動化・迅速化が期待される。ただし，アルゴリズムや入力画像，解析可能な病変には製品ごとの差がある。精度検証試験でワイヤFFRとの一致を示すことと，実際にその値を用いて治療した際の患者予後が良好であることは，区別して評価する必要がある。

2. ALL-RISE試験：ワイヤベースの評価に対する非劣性報告

2026年に報告されたALL-RISE試験は，FCAが臨床的な治療方針決定に使用できるかを検証した重要なランダム化試験である[2]。中等度冠動脈狭窄を有する1930例を，FFRangioによる評価群とプレッシャーワイヤによる生理学的評価群に割り付けた。主要評価項目は，1年時点の死亡，心筋梗塞，予定外の臨床的適応に基づく血行再建の複合で

〈0913-8919/26/￥300/論文/JCOPY〉