

3. 領域別手術支援画像作成のテクニック ——求められる画像を提供するためのノウハウ

2) 循環器領域

鷲塚 冬記 / 菅野 麻美 / 川島 潤之 / 久保圭一郎

東邦大学医療センター大森病院中央放射線部

循環器領域における外科治療およびカテーテル治療は、近年、低侵襲化と高精度化が著しく進んでいる。特に、経カテーテル大動脈弁置換術 (transcatheter aortic valve implantation : TAVI) や経カテーテル僧帽弁修復術 (transcatheter edge-to-edge repair : TEER) に代表される構造的な心疾患インターベンションの普及に伴い、術前画像の重要性は一段と高まっている^{1)~4)}。

弁膜症診療において、重症度判定の第一選択は現在も心エコーであり、血行動態評価の中心を担う。一方で、弁輪形状、石灰化分布、周囲構造との立体的関係、さらにはアクセスルートを含む包括的な解剖学的評価においては、心臓CTが大きな役割を果たす。すなわち、機能で重症度を評価し、形態で治療戦略を決定するという役割分担が明確になっている^{1)~4)}。

手術支援画像に求められるのは、単に形態を描出した三次元画像ではない。術者がデバイス選択、留置位置、想定されるリスクを具体的に判断できる情報を、過不足なく提示することが重要である。そのため、診療放射線技師には、撮影技術だけでなく、対象疾患の病態、計測項目の意義、デバイス特性、合併症機序まで理解した上で画像を作成する姿勢が求められる。

本稿では、循環器領域における手術支援画像作成の実際について、特にTAVI術前CTを中心に概説する。撮影戦略、造影法、弁輪計測、大動脈弁複合体評価、石灰化評価、合併症リスク予測、透視角度計画、アクセスルート評価に至るまで、

臨床医が必要とする情報をどのように抽出し、提示するかを整理する。

循環器診療における CTの位置づけと TAVI術前CTの意義

循環器診療における画像診断は、単一のモダリティで完結するものではない。心エコー、MRI、CT、核医学はそれぞれ異なる特性を有し、評価対象や臨床目的に応じて相補的に用いられる。なかでも、前述のように心エコーは血行動態評価の中心を担い、MRIは心機能や心筋性状評価に優れる。一方、CTは高い空間分解能を生かし、心血管構造を三次元的かつ再現性高く評価できる点に優れる^{1)~4)}。

近年の心臓CTは、時間分解能、空間分解能の向上に加え、逐次近似再構成やdeep learning reconstructionの導入によって、低線量かつ高画質な撮影が可能となった。その結果、冠動脈評価にとどまらず、大動脈疾患、構造的な心疾患、術前シミュレーションを含む幅広い循環器診療へと適応が拡大している^{3), 4)}。

なかでもTAVI術前CTは、手技成功と合併症回避のために欠かせない検査である。評価対象は、弁輪にとどまらず、大動脈弁尖、Valsalva洞、洞管移行部 (sinotubular junction : STJ)、冠動脈口高、膜性中隔、左室流出路 (left ventricular outflow tract : LVOT)、さらに、大動脈、腸骨動脈、大腿動脈

を含むアクセスルートまで多岐にわたる (図1)。これらを包括的に評価することで、デバイス選択、留置戦略、アプローチルートの決定、合併症リスクの予測が可能となる^{3)~6)}。

大動脈弁輪は、多くの症例で楕円形を呈するため、単一径のみでは実態を十分に反映できない。そのため、面積や周囲長に基づく評価が重視される。また、石灰化の量と分布、冠動脈口との位置関係、STJやValsalva洞の形態は、弁輪破裂、冠動脈閉塞、弁周囲逆流 (paravalvular leak : PVL)、房室ブロックなどの主要合併症と密接に関連する。したがって、TAVI術前CTは、解剖学的評価とリスク評価を統合し、治療戦略の立案を支える検査としてきわめて重要である^{5)~8)}。

撮影戦略

1. 撮影プロトコルの考え方

弁膜症CT、特にTAVI術前CTでは、心臓領域とアクセスルートを含む大血管領域の双方を評価する必要がある。このうち、心臓領域では拍動の影響を受けやすいため、正確な形態評価や計測には心電図同期撮影が不可欠である。一方、アクセスルート評価では、広範囲を安定して描出することが求められる。したがって、心臓部で必要な画質を確保しつつ、アクセスルートに必要な範囲を過不足なく撮影できるよう、目的に応じたプロトコル設計が必要となる^{3), 4)}。