

# 弁膜症診断における造影剤容量の検討

1)石心会川崎幸病院  
2)東京ベイ・浦安市川医療センター

石田和史<sup>1)</sup>、小島基揮<sup>2)</sup>

心臓の弁膜症診断において、CT画像の進歩により詳細な解剖学的評価と3次元視覚化による洞察が可能となった。しかし、弁膜症や他の心臓疾患を持つ患者の造影CTでは、造影剤の到達時間の変動により、適切なタイミングでの撮影と良好な造影能の獲得が困難な場合もある。本研究では、256列CTを用いた大動脈・心臓同時撮影において、弁疾患や心疾患による造影剤到達時間の遅延を考慮した撮影方法を報告する。結果として、造影剤の注入量を患者の体重と心臓弁膜症の重症度に応じて調整することで、到達時間に関係なく安定した造影能を獲得することが可能となった。

In diagnosing cardiac valve disease, advancements in CT imaging have allowed for detailed anatomical evaluations and three-dimensional insights. However, achieving appropriate imaging timing and satisfactory contrast enhancement can be challenging in patients with valvular heart diseases due to variable contrast arrival times. This study introduces an imaging method that accounts for these delays, utilizing a 256-slice CT for simultaneous aorta and heart imaging. By tailoring the amount of contrast agent injected according to the patient's weight and the severity of their cardiac valve disease, we were able to achieve consistent contrast enhancement, regardless of the contrast arrival time.

## はじめに・目的

弁膜症は全世界的に増加傾向にあり、深刻な健康問題となっている。これらの疾患の診断と管理には、正確な弁の形態と機能の評価が不可欠で、これまで心エコーが主要な画像診断法として利用されてきた。しかし、近年のCT技術の進歩に伴い、弁膜症の診断においてCTも重要な役割を果たすようになってきている。

CTは、弁の詳細な解剖学的評価、カルシウム量の定量化、および周囲の解剖学的構造の描出に優れている。さらに、3次元の視覚化により、より深い洞察を提供

する。これらの特性は、特に手術や経皮的介入の術前計画において優れた臨床的意義を持っている<sup>1)</sup>。

しかし、CTにはその有用性にもかかわらず一部の技術的な課題がある。中でも、造影剤を使用する際に適切なタイミングで撮影を行い、適切な造影能を得ることが挙げられ、血流動態が複雑な弁膜症の患者の撮影では、これが困難となる。この問題は弁膜症診断の画像提出において重要な課題となっている。

我々は3rdECTISで、「弁疾患により造影剤到達時間の遅延が考えられる患者を対象とした256列CTを用いた大動脈・心臓同時撮影について」というテーマで発表した。その際に我々が提唱した注入方

法には現在若干の変更が加えられており、**図1**にそのプロトコルを示す。このコンセプトはRad fan19(1)に示されているが、Test bolusのタイミング視認性向上のため、初回の注入を10mgI/kg・sec15秒注入から16mgI/kg・sec10秒注入へと変更した。

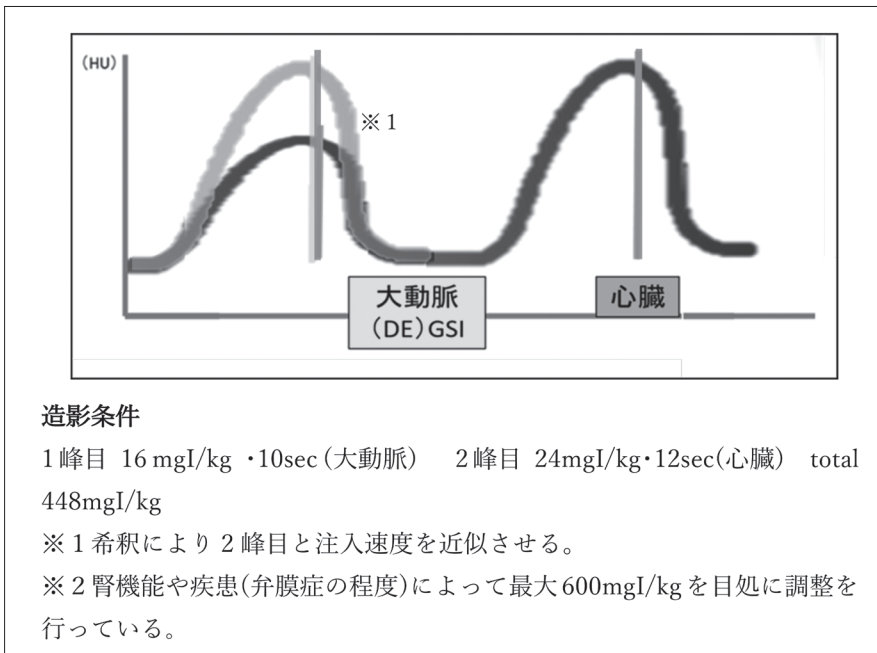
適切なタイミングの取得方法については3rdECTISで報告した通り上記方法で良好なタイミングを得ることができるが、弁膜症や心臓疾患による心機能低下症例における造影能の変化を補正し良好な造影能を得るには更に造影剤量の調整も必須となる。

現在、造影剤の量はほぼ経験に基づいて調整されており、適切な造影剤の量に

について具体的に検討した報告は見当たらない。そのため、これらの調整方法につ

いて詳細に検討する必要がある。本研究では、臨床で撮影された事例を

検証し、造影が適切に行われているかを確認する。その結果から、造影剤の調整の妥当性を検討することを目的としている。



## 方法

本研究の対象者は、GE社製のRevolution CT Apexを用いて撮影が行われ、造影剤量の決定には、事前に行われた心エコーのデータを利用した。このデータに基づき、A弁、M弁、T弁の中で最も重症な弁の閉鎖不全の程度に応じて補正を行った。具体的には、Trivialは+0kg、Mildは+5kg、Modulateは+10kg、Severeは+15kgの補正を行った<sup>3)</sup>。

例を挙げると、体重60kgの患者で、A弁の逆流がModerate、M弁がSevere、T弁がMildだった場合、最も重症度が高いM弁のSevereを基に体重補正は+15kgとなり、結果的には75kgを基に注入量を計算

図1 TBT応用 2峰性間歇注入プロトコル

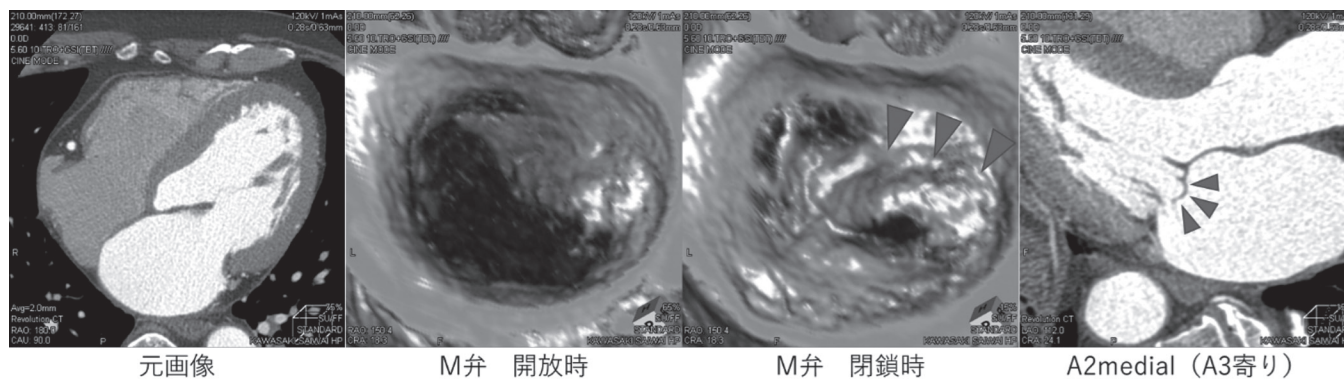


図2 到達時間 31.8秒の症例 M弁の逸脱状況動きなど詳細な評価が可能

→巻頭カラー参照

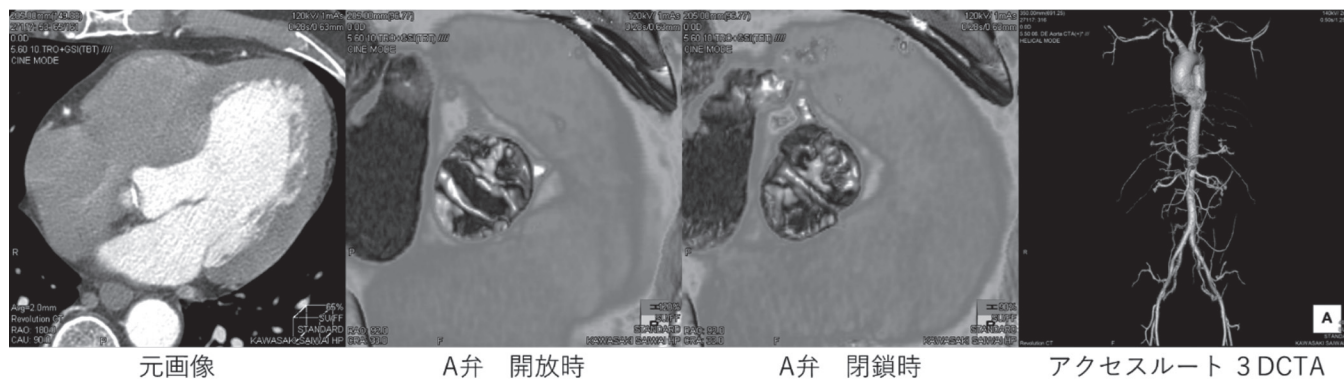


図3 到達時間 7.3秒の症例 A弁2尖弁 TAVIも踏まえアクセスルートを作成

→巻頭カラー参照

する。図1で示した注入法に従うと、1峰目は75kg×16mgI/kg・secの10秒注入、2峰目は75kg×24mgI/kg・secの12秒注入で、Totalのヨード量は560mgI/kgとなる。この注入法では体重が軽いほど造影剤の注入量が増えるが、上限は600mgIを超えないように調整した。また、この方法は腎機能に問題のない患者を対象とした。

上記撮影方法で撮影された当院で心臓血管外科と循環器の術前・術後検査として行われた1年間の撮影データを振り返り、画像の造影能や到達時間について評価を行った。

ここで示す造影能とは心臓撮影データの上行大動脈(冠動脈直上)5点の平均値であり、到達時間は造影剤がピークを迎えた時間と造影剤の注入時間の差から求めた。

## 結果および考察

対象とした検査を振り返った結果、平均造影能は460.99、標準偏差は67.44となり、良好なコントロールが得られた。全症例における到達時間の平均は15.6秒で、撮影が困難とされる到達時間が20秒を超える患者は全体の16.6%に上っ

た。また、弁膜症の重症度が増すとその割合も増加した。

到達時間が最も遅かった上位5名の時間はそれぞれ27.6、30.3、31.4、31.8、31.8秒であったが、それぞれの造影能は585.5、391.4、400.4、431.4、483.8 HUと良好なコントロールができた。

逆に、到達時間が最も早かった5名はそれぞれ7.3、7.5、7.8、8.1、8.5秒で、それぞれの造影能は352.3、374.6、444.2、474.7、373.2HUとなり、こちらも良好なコントロールが可能であった。

到達時間が最も遅かった症例で31.8秒を記録した臨床画像を図2に示す。このケースでは、僧帽弁形成術の術前評価として僧帽弁の検査が行われた。非常に遅い循環動態にもかかわらず、適切なタイミングでの検査により僧帽弁の性状や動きなどを詳細に評価することが可能であった。

一方、到達時間が最も早かった症例では7.3秒を記録し、その臨床画像を図3に示している。このケースでは、大動脈弁狭窄(AS)の詳細な評価を目的として検査を行った。速い循環動態を示すにもかかわらず、適切なタイミングでの検査により大動脈弁の性状や動きなどを詳細に評価することが可能であった。

本手法を用いることで、様々な循環動

態を呈する弁膜症患者の検査において適切なタイミングでの造影と安定した造影効果を得ることが可能だと確認した。このことから、我々は本手法が弁膜症患者の詳細な評価に貢献できると考えている。

## 結語

3rdECTISでは、造影剤の到達時間の遅延によらず良好な撮影タイミングを得る手法を紹介した。今回の研究では、その注入方法を用いて造影剤の量を患者毎にどのように調整するかを示した。振り返りを通じて、この手法が到達時間に関係なく安定した造影能をコントロールできることが示唆された。

### <文献>

- 1) Victoria D et al: Assessment of mitral valve anatomy and geometry with multislice computed tomography. JACC Cardiovasc Imaging 2(5): 556-565, 2009
- 2) 石田和史: 弁疾患により造影剤到達時間の遅延が考えられる患者を対象とした256列CTを用いた大動脈・心臓同時撮影について. Rad Fan 19(1): 22-25, 2021
- 3) 小島基揮 ほか: 心臓CTの基礎から臨床・読影まで (3)AR手術に必要なCT画像構築の基本のキホン. 日本放射線技師会誌 63(8): 885-890, 2016