

8. 心臓MRIの撮像技術と臨床応用

松田 洋平 新東京病院放射線科

心臓MRIの現状

心臓MRIはCTと異なり被ばくがなく、カテーテルなどと比較すると低侵襲かつ得られる情報も多い。しかし、検査時間の長さや検査担当者のスキル、検査内容に関する医師の理解不足など問題点も多く、導入には敷居が高いのも事実である。2015年に250例の心臓MRI検査を当院にて施行したが、おのおの疾患に応じた撮像方法を選択している(MR画像はすべてフィリップス社製「Achieva 1.5T」で撮像)。基本プロトコールとされるシネMRIや遅延造影(late gadolinium enhancement: LGE)MRIが中心であるが、シネMRIは局所心筋運動や弁膜症の有無を視覚的に評価可能であり、LGE MRIは心筋梗塞部位や心筋症の線維化領域の描出に優れ、心筋梗塞においては造影心筋の深達度により残存心筋バイアビリティ評価も可能とされている。さらに最近では、そのほかにもさまざまなシーケンスでの撮像が可能となり診断や研究に利用されている。

心臓MRIの基本

1. シネMRI

シネMRIは、その名前どおり心臓の動きをコマ送りのようにとらえる撮像である。形態評価・弁疾患評価に優れ、心機能計測も可能である。シネMRIはsteady state free precession (SSFP)

法により、造影剤を使用せずに血液の状態を高信号に描出可能で、心筋と内腔間でコントラストの良い画像が得られる。心電図同期を用い、1心拍中16~40frameの画像を動画表示し、心筋壁運動や弁疾患評価を行う。心臓の形態は個人差が大きく、適当に撮像すると撮像方向の再現性が失われるため、基準となる3断面を基本とすることに注意する。この基準3断面は左室を軸にして考えられており、①僧帽弁と心尖部を結ぶラインを垂直に撮像し左室を輪切りに評価する左室短軸像(short axis: SA)、②左室、左房、右室、右房を同時に評価する四腔長軸像(4chamber: 4ch)、③左室と左房の評価する左室二腔長軸像(2chamber: 2ch)がある。この撮像により、心筋の形態、動きの評価が見落としなく可能となり、僧帽弁や三尖弁、右房室腔も描出できる。この基準3断面が、さまざまな疾患に対する撮像法における左室心筋評価の基本軸となるため、まずは身につけるべきものである。さらに、肥大型心筋症(hypertrophic cardiomyopathy: HCM)における左室流出路狭窄例(HOCM)は、大動脈弁と僧帽弁および心尖部を結ぶことにより、三腔長軸像(3chamber: 3ch)を撮像し、狭窄を評価することが有用である。MRIを用いた心機能計測は、主にSAで基部から心尖部までの画像を使用し、専用の解析ツールにより心内膜と心外膜をトレースする。現在では、ほぼ自動化され多少の手動補正でトレース可能である。HCMや心尖部の心筋梗塞による壁運動

低下症例では心尖部のトレースは困難となることがあるが、4chや2chを利用して計測することにより正確に評価できるようになる。解析項目には心駆出率(EF)、拡張末期容積(EDV)、収縮末期容積(ESV)、心筋重量などがある。心臓MRIによる心機能測定は、造影剤やカテーテルなどの左室内腔への負荷がなく左室心筋を正確に計測でき、現在最も正確な心機能計測とも考えられている(図1)。

2. LGE MRI

LGE MRIはガドリニウム造影剤を使用した撮像法である。ガドリニウムは細胞外液に分布する特性を持ち、正常心筋では造影剤が早期に分布、その後素早くwashoutされるが、心筋障害や線維化細胞は毛細血管の血流が乏しく造影剤がwashoutされにくいので停滞する。そのため、造影平衡相で撮像すると、すでに造影剤がwashoutされた正常細胞は低信号、心筋障害や線維化細胞ではwashoutされず高信号(造影)に描出される。LGE MRIは正常部と病変部間に造影コントラストが得られることを利用している。inversion recovery法を用い、正常心筋が信号強度0(null point)となる時間に撮像することにより病変部と正常部の相違を強調する画像とすることができる。当院では造影剤注入から10分前後にLGE撮像を行っており、体重や体格、心拍数、心機能などを考慮し撮像開始時間を調整している。基本的に呼吸停止下で撮像を行うが、息止め不良な症例や不整脈症例は撮像が困