

2. 核医学装置の技術革新がもたらす循環器画像診断のCutting edge

1) PET/MRIによる 循環器画像診断の現状と将来展望

喜古 崇豊*¹/片平 正隆*¹/遠藤圭一郎*¹/山國 遼*²
福島 賢慈*²/伊藤 浩*²/竹石 恭知*¹

*1 福島県立医科大学循環器内科学講座 *2 福島県立医科大学放射線医学講座

PET/MRI装置は、MRI装置の中にPET装置を組み込んだハイブリッド型の画像診断装置であり、PET検査とMRI検査を同時に行うことが可能である。腫瘍分野や脳血管疾患の領域のみならず、循環器領域においてもPET検査、MRI検査共にさまざまな心疾患の診断や予後評価に用いられ、臨床応用は多岐にわたる。PET/MRI装置の最大の利点は、時間的・空間的一致性による精度の高いフュージョン画像が得られることで、病態評価や治療効果判定に有用である。さらに、PET、MRIそれぞれが得意とする分子・代謝イメージングや、マルチパラメトリックによる心筋性状の定量評価を組み合わせることで、病理に迫る非侵襲的画像診断としての期待が大きい。

PET/MRI装置の概説

PETによる細胞の活動・代謝の評価と、MRIによる形態学的・機能的評価という2つの異なる検査は、心疾患だけでなく、全身のあらゆる疾患に応用されてきた。従来は、PET/CTとMRIは別々に撮像されているため、ワークステーション上でフュージョン画像を得ることができても、異なるモダリティの撮像位置を完全に一致させることは困難であった。また、検査日が異なる場合も多く、炎症や原疾患の進行によって患者の組織は常に変化しているため、両者の画像を時間的に一致させることも困難である。

PET/MRI装置は、PET装置とMRI装置をガントリ内で一体化させている機種と、セパレートされている機種に大別される。当院に導入されているシーメンス社の「Biograph mMR」は、avalanche photodiodes (APDs) を用いることにより、PET検出器への磁場による影響と設置スペースの問題点をクリアし、MRI装置とPET装置を1つのガントリに統合した一体型装置である¹⁾。MRI受信コイルとPET検出器が同心円上に設置されているため、磁気共鳴信号(MRI)とγ線(PET)の情報を同時に取得することが可能である。したがって、ガントリ一体型のPET/MRI装置では、PET検査とMRI検査の同時収集により、画像情報の時間的・空間的な完全な一致が可能となり、解剖学的情報と機能的情報を重ね合わせた良好なフュージョン画像を得ることができる。実臨床では、がんや脳疾患のより正確な診断に有用とされ、治療方針の決定などへ臨床応用されてきた。

心疾患において、心筋症の診断や鑑別、予後評価として、PET検査、MRI検査はそれぞれ確立された検査である。具体的には、PET検査による炎症などの代謝や心筋血流評価は有用とされており、MRIによる心機能評価、遅延造影(late gadolinium enhancement: LGE)の有無やストレイン評価なども臨床的に応用されている。炎症や血管の閉塞など、急性の要素が多い心臓の分野においては、数日の検査の違いによって、

形態的にも組織学的にも状態が大きく変わる可能性があり、PET/MRI装置の利点である空間的・時間的な一貫性、および良好なフュージョン画像が得られる意義は大きい。

撮像方法

PET/MRIの撮像は、基本的にはPETのプロトコールに準じて事前準備を行い、PETの収集中にMRIのパラメータを収集する。PET/CTとの違いとして減弱補正の方法が挙げられる。PET/CTでは、得られたCT値を基に患者自身の μ マップを作成することが可能であるが、MRIから得られる組織の信号値は相対値であるため、そのままでは μ マップを作成できない。したがって、一般的にはDixon法を用いて μ マップを作成している²⁾。Dixon法にてin phaseおよびout of phaseの画像を得ることで、水画像と脂肪画像を作成し、これらの4種類の画像を用いて、空気、肺、脂肪組織、軟部組織にセグメンテーションしたマップを作成する。しかし、最も減弱に影響を与える骨の情報を得ることができないのが欠点である。このように減弱補正の撮像を最初に行い、PETとMRIの撮像を同時に開始する。

また、PET/MRI検査では、PETの収集に影響が出るため、free-breathによるPET収集が基本であるが、シネMRIなど形態学的評価の撮像方法ではbreath-holdがゴールドスタンダードのた