

3. PET/MRIにおける技術開発の動向と臨床応用における最新展開

野上 宗伸 神戸大学医学部附属病院放射線部

PET/MRI一体型装置は、本邦では2012年に薬事承認され、¹⁸F-fluorodeoxyglucose (以下、FDG)による悪性腫瘍の病期診断および転移・再発診断を目的として保険適用となった。PET/CTの場合とは異なり、PET/MRIの普及は緩徐であるが、この10年間でさまざまな技術開発が行われたとともに、PET/CTとは異なるPET/MRIの特長を生かした臨床応用方法も多く発表されている。

本稿では、これらの最近の情勢を踏まえ、技術開発の動向と臨床応用における最新展開を述べる。

高速撮像法の発達とスループットの向上

PET/MRIが臨床的に利用され始めた当初、PET/CTと比べてスループットに乏しい点が欠点の一つとして挙げられた。これは、全身と局所の両者共に撮像するためであり、そのためには単純にPET/CTのほぼ倍の時間を要する。

近年、PETおよびMRI共に高速撮像法が発達し、スループットの問題も解決への道が開けている。PETにおいては、新しい逐次近似画像再構成法であるBayesian penalized likelihood reconstruction (以下、BPL。“Q.Clear”：GE社)を用いて、撮像時間が短くカウントの低いデータであっても、定量性を担保しつつノイズ低減を行うことができる。また、MRIにおいても近年、画像収集の過程をランダムに間引き高速撮像を行い、間引かれる前の基データを推測して画像再構成を行う圧縮センシング法が開発され、画質の劣化なく撮像時間を短縮することができる(図1)。これらの高速撮像法の発達により、全身と局所を撮像しつつPET/CTと同等のスループットを担保することが可能となった。

深層学習によるMRI減弱補正法の改善とPET/CTに対する利点

もう一つのPET/MRIの欠点として挙

げられたのが、CTによる減弱補正を行うことができない点であった。MRIを用いて偽のCTを作成し、減弱補正マップとする方法が一般的に行われているが、通常のMR撮像法では骨を分離して描出することが困難であるため、骨の減弱係数が存在せず、定量性に劣っていた。動きが少なく比較的単純な骨構造である頭部では、骨を含む減弱補正マップの作成は実用化されているが、軀幹部ではいまだ再現性のある骨の減弱補正法は商品化されていない。

近年の深層学習の発達は、比較的容易にMRI/CT変換を達成可能とし、深層学習を用いない場合と比して、よりCTに近い画像をMRI単独で生成することができるようになった。このため、以前と比較してMRIによる減弱補正はCTによる減弱補正に近づいており、PETの定量性が向上している(図2)。

MRI減弱補正の利点は、PETと同時に収集するために位置ズレが少ない点であり、PET/CTでしばしば見られる横隔膜面の位置ズレによる減弱補正不良(いわゆるバナナアーチファクト)を回避可能である。また、PET/CTでは減弱補正用CTの再撮影には追加の被ばくを要するが、PET/MRIでは何度減弱補正用MRIを行っても被ばくはゼロであり、利点と考えられる。