

IV 異分野とのクロストーク

3. 核医学とMRI

— PET/MRIの普及に向けて

板垣 孝治 京都大学医学部附属病院放射線部

三宅可奈江 京都大学大学院医学研究科放射線医学講座 (画像診断学・核医学)

大野 和子 京都医療科学大学医療科学部

PET/MRI装置は2013年4月に保険適用となっているが、いまだに一部の大学病院や専門病院にしか普及していない。診療報酬単独では装置の運用が困難なことが大きな障害となっているが、同一装置で撮像したMRIとPETの融合画像は、そのほかの検査画像では得られない、解剖学的に正確な局在診断を可能としている。また、造影PET/MRIにおいて、腫瘍の質的診断や病期診断能の向上に寄与することや、腫瘍以外の心臓や脳神経領域の疾患においても病変を指摘する精度の高さが明らかとなっている。

本稿は、より多くの放射線科関係者がPET/MRI装置の有効性を認識し、適切な普及に向けて関係者と協議することを期待して、その基本と臨床的な有効性を紹介する。

PET/MRI装置の概要

PET/MRI装置とは、PET装置とMRI装置が一体となった装置である。組織の代謝情報や生体分子結合能の情報を有するPET画像と、高いコントラスト分解能により詳細な組織形態情報を有するMR画像を同時収集することで、新たなイメージングバイオマーカーの創出が期待される。

PET装置は消滅放射線をリング状に配列した検出器で同時計測することで集積分布を画像化する装置であり、検出器部は γ 線を光信号に変換するシンチレータと、光を電気信号に変換する光センサから成る。光センサに光電子増倍

管 (photomultiplier tube : PMT) を用いた場合、検出器をMRIガントリ内に配置すると、光電子の正常な増幅効果が得られない。そのため、現在商用化されているPET/MRI装置の検出器には、磁場に耐性のある半導体光センサが利用されている。PET検出器は、MRI装置のbody coilとgradient coilの間に配置されている。このような、MRIガントリ内にPET検出器を組み込んだPET/MRI装置を、統合型PET/MRI装置 (integrated type) と呼ぶ。PET/CT装置はPET撮像部とCT撮影部が分かれているため、2つの画像取得タイミングに時間差があるが、この統合型PET/MRI装置では、PET画像とMR画像の同時収集が可能であり、融合画像も両者のズレはないことが特徴の一つである。各ベンダーのPET/MRI装置のスペックを表1に示す。

PET/MRI検査の保険適用

^{18}F -FDGを用いる場合は、てんかん、血管炎の診断または悪性腫瘍 (早期胃がんを除き、悪性リンパ腫を含む) の病期診断もしくは転移・再発の診断を目的とする場合にPET/CT検査の保険適用となる。一方で、 ^{18}F -フルオロデオキシグルコース (FDG) PET/MRI検査の保険適用は、心疾患または悪性腫瘍の診断を目的とする場合となっている。悪性腫瘍は、脳、頭頸部、縦隔、胸膜、乳腺、直腸、泌尿器、卵巣、子宮、骨軟部組織、造血器の悪性腫瘍、および悪

性黒色腫が対象であり、肺、肝臓、胆嚢・胆道系、脾臓、胃からS状結腸までの消化管は保険適用外となっている。心疾患は2024 (令和6) 年度診療報酬改定より保険適用となり、心サルコイドーシスにおける炎症部位の診断が必要とされる場合のことを指す。また、PET/CT検査と同様に、 ^{18}F 標識フルシクロビン (fluciclovine) PET検査とアミロイドPET検査もPET/MRI検査の保険適用である。

PET画像再構成におけるMR画像の役割

PET画像の再構成を行う際には、減弱補正が必要不可欠である。PET/CT装置では、CT画像から線減弱係数を算出し減弱補正を行っているが、MR画像には光子の吸収に関する情報がないため、独自の方法で減弱補正用マップを作成する。ここでは、当院に導入されているPET/MRI装置 (GEヘルスケア社製「SIGNA PET/MR」) の減弱補正の工程について述べるが、基本的な工程はどのベンダーも同じである。まず、PET収集範囲と同じ範囲の2-point Dixon 3-dimensional (3D) T1-weighted gradient echo (GRE) 法により、水画像、脂肪画像、in-phase画像、out-of-phase画像を同時に取得する。得られた画像により、撮像領域を4つの組織 (空気、水、脂肪、肺や腸管などの体内の空気) にセグメンテーションし、それぞれの組織に対して対応する減弱補正係