

1. 核医学装置の技術革新が広げる循環器画像診断の可能性

2) 心臓核医学検査における 定量画像の有用性

真鍋 治^{*1} / 納谷 昌直^{*2} / 孫田 恵一^{*3} / 真鍋 徳子^{*1}

*1 自治医科大学附属病院さいたま医療センター放射線科

*2 北海道大学病院循環器内科 *3 北海道大学病院放射線科

核医学検査は、心疾患の機能的評価において重要な役割を果たしている。心筋血流評価のほか、脂肪酸、糖代謝など、他検査では得られない情報を与えてくれる。¹⁸F-FDGを用いたバイアビリティ評価や、心臓サルコイドーシスの存在・活動性評価のほか、さまざまな核種を用いた心筋代謝、交感神経分布評価、ブランクイメーシングなどが報告されているが、特に心筋血流評価に関してはエビデンスも多く、臨床的に広く用いられている。本稿では、心臓核医学検査における定量画像の有用性として、心筋血流定量にフォーカスを絞り記述させていただく。

核医学装置・技術の発展

核医学診断では、放射性同位元素で標識した放射性薬剤を生体内に投与する。PETやSPECT装置で放射線の体外計測を行うことで、投与された薬剤の生体内の分布を分析し、血流や機能を評価することができる。SPECT検査では放射性同位体から放出される γ 線を、PET検査では陽電子が電子と結合して消滅する際に放出する一対の消滅放射線を同時計測することで、体内分布情報を得る。

PET装置の開発が始められた1960年代からおよそ半世紀で、目覚ましい技術革新があった。初期のPET装置では消滅放射線を二次元収集で計測していたが、1980年代から三次元収集の研究が進み、より収集感度の高い画質を得ることができるようになった。また、1990年代の後半から、PETとCTを直列に配置したPET/CTの開発が進んだ。一度の撮像でPETとCTの2つの情報を得ることが可能となり、CTでの吸収補正による撮像時間の短縮や定量性の向上、形態情報と機能情報を精度の高いフュージョン画像で評価することにつながった。time-of-flight (以下、TOF) やpoint spread function (PSF) による画像再構成法の革新も、忘れてはならない技術進展である。

2010年代になると、光電子増倍管の代わりに半導体であるシリコン(以下、

Si)を利用したシリコン光電子増倍素子(以下、SiPM)搭載型PETが臨床的に使われ始めた(図1)。従来機器と比較し、TOF時間分解能の向上による信号対雑音比の改善や、 γ 線の数え落としを低減することができることとされる。これらの性能を生かして、データ収集時間の短縮や、低投与量、低被ばくの撮像が可能になる。これら装置の発展およびソフトウェアの開発により、特にPETによる心筋血流検査に関しては、すでに臨床的に血流量の定量評価が行われている。

SPECTに関しても、高エネルギー分解能と高空間分解能を備えた心臓専用半導体装置が臨床応用され始めた。左前胸部の心臓をターゲットとした検出器は、回転することなくSPECTデータ収集を行うことができるため、画質の向上、検査時間の短縮だけではなく、ダイナミックデータを収集することで、PETと同じように心筋血流量を定量化しようという試みがなされている。

PETによる心筋血流検査

心筋への血流は、心筋外を走行する冠動脈(導管血管)と、心筋内を走行する微小循環(抵抗血管)により賄われるが、心疾患を評価する上で、微小循環障害の評価が重要であるということが認識されてきている。CT angiographyや冠動脈造影で描出される血管は、主に導管血管である冠動脈を示しているが、核医学検査では冠動脈と微小循環