



特集2

医療情報の利活用で
実現する

核医学 DX

4. 核医学検査における撮像と画質

相良 裕亮 / 稲木 杏吏 国立がん研究センター先端医療開発センター機能診断開発分野
永井 優一 国立がん研究センター東病院放射線技術部

核医学検査は、体内から放出された γ 線を計測することにより、生体の機能や代謝を反映した分子イメージングの中心的手法として期待されている。さらに、得られた核医学画像は病期診断や治療効果判定に利用され、近年では画像バイオマーカーとして扱われるようになった。しかし、この核医学画像は、撮像方法や画像再構成条件によって画質や定量性が影響を受けるといえる問題がある。画像診断でよく用いられている standardized uptake value (SUV) は、放射性薬剤の集積程度を半定量的な評価指標として示すことが可能であるが、その定量性は生物学的要因や技術的要因に左右される。近年では、これらの問題を解決するために、多施設研究における標準化や調和化を図るべく、繰り返し性と再現性の精度に関する研究が進められている。また、従来、核医学検査は、実投与量や帳簿管理記録などを紙ベースにより運用することが主となっていたが、近年ではアプリケーションソフトウェアの開発が進み、アナログ的な管理環境から脱却したフルデジタル化へ移行しつつある。

本稿では、デジタル化の技術革新がもたらす核医学検査における撮像技術と画質や定量性について、本邦の現状と国際動向を含めて紹介する。

核医学装置の性能向上

従来、ガンマカメラ装置は、撮像方法の主流として Anger 方式が用いられている。Anger 方式は、シンチレータと複数本の光電子増倍管が組み合わさっており、 γ 線の位置やエネルギーを測定する仕組みとなっている。近年ではシンチレータに代わり、半導体検出器である cadmium-zinc-telluride (CZT) 検出器搭載型ガンマカメラが開発され、臨床的有用性が報告されている。CZT 検出器搭載型ガンマカメラは、心臓専用機の臨床応用へ向けた開発から始まったが、現在では全身用の半導体検出器搭載型 SPECT/CT 装置も開発され、製品化されている。従来の NaI シンチレーション検出器搭載の装置と比較して、CZT 検出器はピクセル型であるため、ピクセルサイズが固有分解能とほぼ一致し、Anger 方式より空間分解能の向上が期待できる。加えて、CZT 検出器は、 γ 線を直接電気信号に変換させることが可能なため、従来機よりもエネルギー分解能が大幅に向上している。

PET 装置は、光検出素子である光電子増倍管からシリコン光電子増倍管を搭載した半導体型 PET 装置へ移行されつつある。光電子増倍管と比較したシリコン光電子増倍管の利点は、小型かつ軽量であり、高い耐久性を維持しながら光検出効率も高く、時間分解能に優れている。時間分解能の向上は、高い信号雑音比を得ることが可能となるため、

体格が大きい被検者において利得が大きい。さらに、シリコン光電子増倍管は磁場による影響も受けないという利点があるため、PET/MR 装置にも利用されている。国内の乳房や頭部専用 PET 装置には、設計の都合上、軽量かつコンパクトな検出器が求められるため、半導体検出器が搭載されている。また、海外では、体軸方向の約 2 m の撮像視野を有した PET/CT 装置が開発され、一部の施設で臨床応用されている。従来の PET/CT 装置性能よりも高感度かつ高分解能な画像が得られ、全身の dynamic 撮像も可能となっている。

撮像技術

前述のように、近年は半導体検出器が搭載された核医学撮像装置が普及しつつあるが、撮像方法も新たな撮像技術が検討されている。近年では、赤外線自動近接連続回転収集法 (continuous mode) と呼ばれる新たな撮像方法が臨床機に実装され、低投与量かつ短時間撮像の実現化に関する研究が進められている。これは、一定速度で停止せずに移動するよう検出器に指示し、連続的にカウントを収集してデータをフレーミングする撮像技術である。従来の step & shoot 収集法に比して、検出器が被検者に赤外線自動近接し、移動中も常にデータ収集しているため、短時間での SPECT 収集が可能となっている (図1)。

現在の PET 装置は、3D 収集が主流であり、1 bed の収集後に寝台を移動さ