

■ 特集 -4 半導体ガンマカメラの現場から：画像の収集と評価

半導体検出器 D-SPECT の初期使用経験

Initial experience of D-SPECT

井口信雄

Iguchi Nobuo

公益財団法人日本心臓血圧研究振興会附属 榊原記念病院 循環器内科
Sakakibara Heart Institute Department of Cardiology

はじめに

現在広く用いられている SPECT 検出器は 1950 年代に開発されたもので、検出器の性能や再構成技術は格段の進歩を遂げているが、シンチレーション光を介して変換するという基本的なしくみに大きな変化は見られていなかった。

Spectrum Dynamics 社が心臓用半導体検出器として開発した D-SPECT は、日本では 2012 年 3 月に 1 号機が当院に導入され、現在は日本バイオセンサーズがその販売メンテナンスを行っている。実際の臨床においてその画像がもたらしたインパクトは大きい。

半導体検出器 D-SPECT のしくみ

半導体素子によりガンマ線を直接デジタル変換してしまうものが半導体検出器であり、これによって、驚異的な感度、空間分解能の改善が得られた。

カメラは図 1 のように L 字型のガントリーの中に 9 つの独立した検出器が設置され、この検出器がそれぞれ回旋して撮像する仕組みとなっている¹⁾。はじめに Pre-scan が行われ、心臓の位置を確認した後に本 Scan が始まるが、はじめに収集時間を設定する方法と目標カウントを設定する方法のいずれかを選択することが可能である。

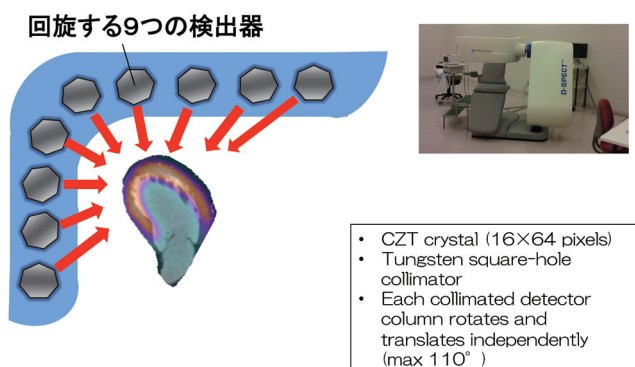


図 1 D-SPECT の構造

D-SPECT による画像

²⁰¹TlCI 負荷心筋血流 SPECT

従来型よりも短時間の撮像で、よりシャープな画像を描出できており、感度が極めて優れている。当院では、負荷心筋 SPECT の血流トレーサーとして基本的には²⁰¹TlCI が用いられてきたが、男性では横隔膜による下壁の減弱アーチファクトが見られることがよく経験された。しかしこの D-SPECT の場合、upright にて撮像するため、横隔膜による減弱アーチファクトが起こりにくい。また女性の場合、乳房による減弱アーチファクトが前側壁に生じることが多いが、D-SPECT 像では見られにくい。しかし一方で心尖部よりの下側壁において軽度の集積が見られ、このことが特徴の一つであると理解しておく必要がある。また空間分解能の改善により部分容積効果の影響も最小限となり、より形態に忠実な画像が作成される。

^{99m}Tc-MIBI 負荷心筋血流 SPECT

当院では、現在^{99m}Tc-MIBI を用いた負荷心筋血流 SPECT を安静時撮像を先行させて行っているが、安静時像、負荷像ともに非常に高い画質で描出されている。感度も極めて高いため、撮像時間は短い十分なデータ量が収集されている²⁾。なお薬物負荷では運動よりも肝集積が問題となることがまれにあり、とくに仰臥位の場合にはその傾向が強くなるため、D-SPECT であっても注意が必要である。

2 核種同時心筋 SPECT

D-SPECT の優れた特徴として、高感度、高分解能に加えて高いエネルギー分解能がある³⁾。これまで Energy peak が近い^{99m}Tc と¹²³I を用いた 2 核種同時心筋 SPECT は困難とされてきたが、われわれの施設でのファントム実験においても十分な分離が可能であることが証明されたため、臨床応用を行っている(図 2)。血流トレーサーとして^{99m}Tc-MIBI を用いることにより、より鮮明な画像作成と有効実効線量の低下に

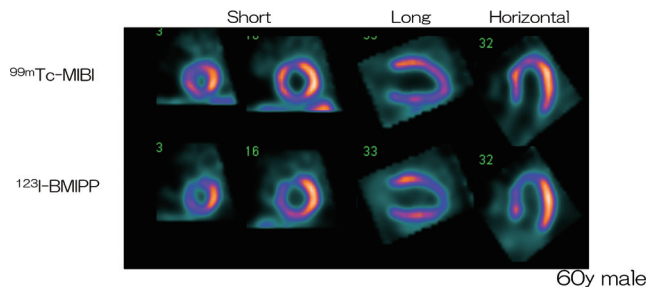


図2 ^{99m}Tc -MIBI / ^{123}I -BMIPP による安静時2核種同時心筋 SPECT

よる被ばくの低減が期待される。

今後の展望

高い感度による撮像時間の短縮や放射性物質投与量の減少による放射線被ばくの低減、高い空間分解能による形態評価としての有用性やアーチファクトの低減、さらに高いエネルギー分解能による ^{99m}Tc 製剤と ^{123}I 製剤を用いた2核種同時心筋 SPECT の実現などがもたらされた。さらに期待されるものとして Dynamic perfusion SPECT による心筋血流予備能の計測が挙げられる。感度が高いため短時間でのデータ収集が可能となったため、血流トレーサーを静注して連続的に撮像することにより局所の time-intensity curve を描くことが可能となり、安静時と血管拡張後の変化の比から心筋血流予備能の計測が可能であることが報告された⁴⁾。今後の可能性が大いに期待されるところである。

まとめ

新しい半導体検出器 D-SPECT は、これまでの核医学検出器の常識を覆すものであり、高い画質を保ちながらアーチファクトや被ばくを低減できる。さらに Dynamic perfusion SPECT 像は今後の新しい展開を予見させる。

〈参考文献〉

- 1) Gambhir SS, Berman DS, Ziffer J, Nagler M, Sandler M, Patton J, Hutton B, Sharir T, Haim SB. A novel high-sensitivity rapid-acquisition single-photon cardiac imaging camera. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*. 2009;50:635-643
- 2) Sharir T, Ben-Haim S, Merzon K, Prochorov V, Dickman D, Berman DS. High-speed myocardial perfusion imaging initial clinical comparison with conventional dual detector anger camera imaging. *JACC. Cardiovascular imaging*. 2008;1:156-163
- 3) Erlandsson K, Kacperski K, van Gramberg D, Hutton BF. Performance evaluation of d-spect: A novel spect system for nuclear cardiology. *Physics in medicine and biology*. 2009;54:2635-2649
- 4) Ben-Haim S, Murthy VL, Breault C, Allie R, Sitek A, Roth N, Fantony J, Moore SC, Park MA, Kijewski M, Haroon A, Slomka P, Erlandsson K, Baavour R, Zilberstien Y, Bomanji J, Di Carli MF. Quantification of myocardial perfusion reserve using dynamic spect imaging in humans: A feasibility study. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*. 2013;54:873-879