

■ 心臓核医学技術

短時間収集

Nuclear Cardiology Technology – A Short Time Acquisition –

高橋康幸¹ 宮川正男² 西山香子² 石村隼人² 望月輝一²
 Yasuyuki Takahashi¹ Masao Miyagawa² Yoshiko Nishiyama²
 Hayato Ishimura² Teruhito Mochizuki²

群馬県立県民健康科学大学¹ 愛媛大学²
 Gunma Prefectural College of Health Sciences¹ Ehime University²

ガンマカメラの仕組みは、提唱者の名前から Anger 型と呼ばれています。心筋 SPECT では平行ホールコリメータを通過したガンマ線がシンチレータ NaI (Tl) に入射し、そこで相互作用により発生した閃光が光電子増倍管等で増幅され信号系統等を経て画像化されます。

GE Healthcare 社からリリースされた心臓専用半導体検出器 SPECT 装置 Discovery NM 530c (以下、DNM530c; 図 1)¹⁾ は、ガンマ線の検出に用いられているシンチレータ NaI (Tl) に代わり、半導体のテルル化亜鉛カドミウム (cadmium-zinc-telluride; 以下、CZT) が採用されています。

CZT 検出器 (モジュール) の特徴ですが、大きさ

は 40 × 40 × 10mm で、このモジュールに CZT が 1 投影方向あたり 4 個 1 組で用いられています。5.0mm 厚 1 枚で 9.5mm 厚の NaI (Tl) とほぼ同じ検出効率を得られます。テクネチウムの場合、 γ 線 1 個で Anger 型検出器の NaI (Tl) と光電子増倍管組み合わせによる電子数は約 700 個得られるのに対し、半導体 1 モジュールでは約 33,000 個の電子に直接変換されます。

Anger 型ガンマカメラでは、心電図同期心筋 SPECT の撮像時間に 15 ~ 20 分を要しますが、この装置では上記の半導体の特徴に加え、検出器および画像再構成法も以下のように異なるため、5 分程度で画質の精度が確保²⁾ できます。

- ① 19 個のマルチピンホールコリメータで同時に撮像するためカメラが回転する時間が不要になった
 - ② 3D Volume 収集により少ない (19 個) 投影データ数で再構成に必要な情報が得られる
 - ③ ピンホール (集束) コリメータは、Volume データのみならず感度を補う
- 検出器には、マルチピンホールコリメータが備えら



図 1 Discovery NM 530c の外観

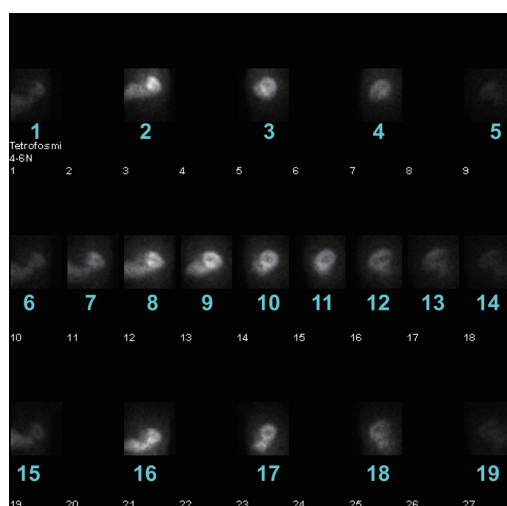
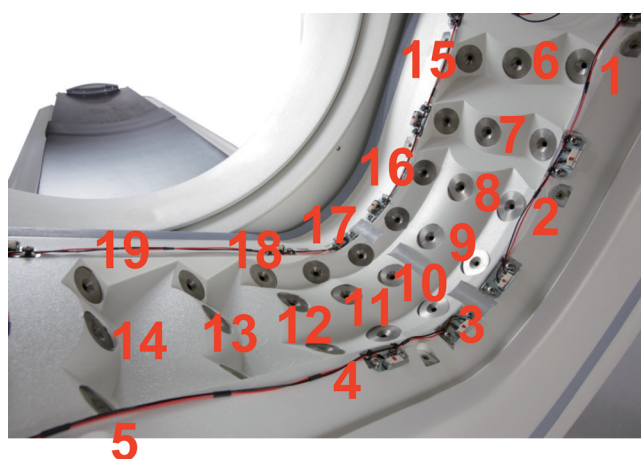


図 2 Discovery NM 530c のマルチピンホールコリメータと 19 方向の投影データ

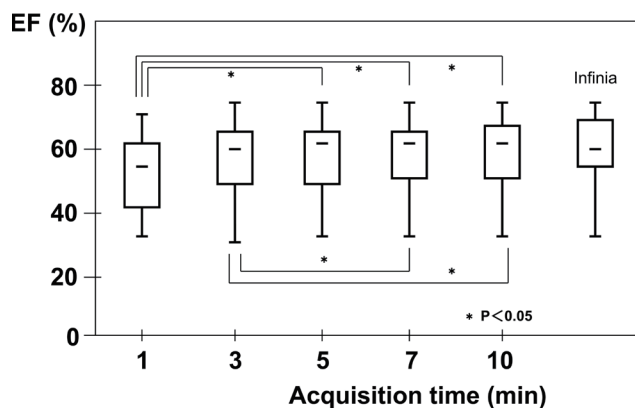


図3 ^{99m}Tc -tetrofosmin による撮像時間別 EF の比較

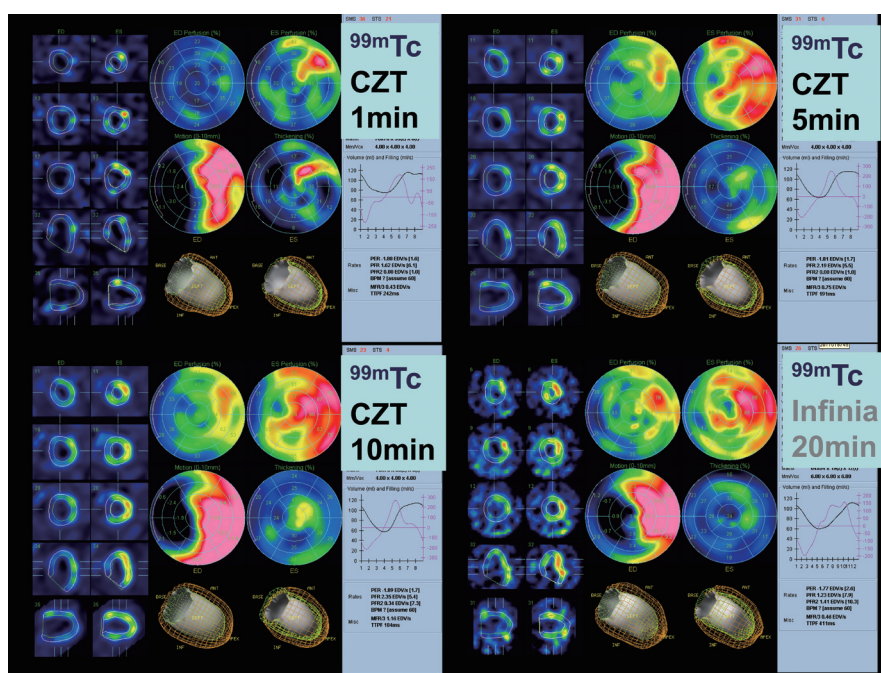


図4 ^{99m}Tc -tetrofosmin による撮像時間別の QGS 結果画面

れ、RAO45°からLPO45°までの範囲で心臓を上方から眺める角度に5個、中央に9個、下方から眺める角度に5個の計19個が配列されます。図2左では21個のピンホール孔がみられますが、用いられているのは数字を付した19個です。投影データは、検出器が移動することなく19方向から得ることができ(図2右)、画像はこのデータによる逐次近似法の3-D iterative Bayesian reconstruction algorithmにより偏長楕円体に収束するAlcyone technologyにより再構成されます。

これらの特徴以外にも本装置には、一度収集した投影データをいろいろな条件に変更して再編成できるリスター機能が搭載されています。例えば10分間撮像した心電図同期心筋SPECT(QGS)の20症例(男性

17名、女性3名、年齢 66.2 ± 9.7 歳)について、リスター機能により1、3、5、7、10分間のデータを抽出後、それぞれを再構成しEjection Fraction(EF)を比較しました(図3)。これにより収集時間を変更した再現性の比較ができ、結果は5分以降で安定かつ有意差のないことが判りました³⁾。なお、これらの症例はDNM530c収集直後に、Anger型装置Infiniaで20分間QGSを収集しEFを比較しましたが、DNM530cの5分以降でほぼ同じ値でした³⁾。

症例(図4)は、 ^{99m}Tc -tetrofosminによるQGSの結果画面で、中隔、下壁に固定性欠損および高度集積低下が疑われます。DNM530cで10分間収集し、直後にInfiniaで20分間収集も行いました。DNM530cの投影データは収集後にリスター機能で1、5、10分

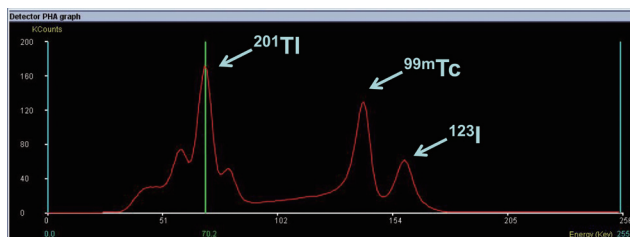


図5 ^{99m}Tc 、 ^{123}I および ^{201}Tl による3核種同時収集のスペクトラム

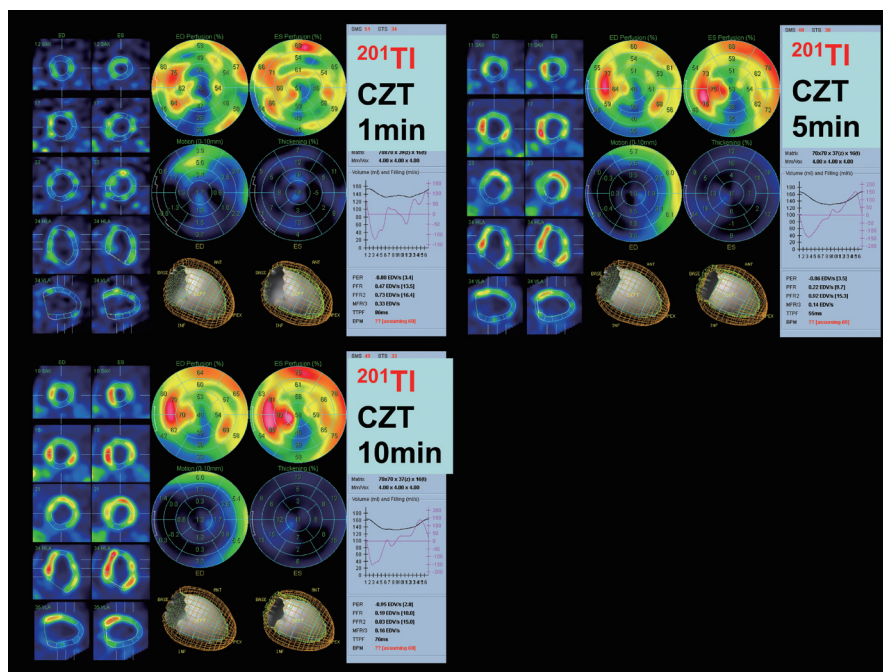


図6 $^{201}\text{TlCIZT}$ による撮像時間別の QGS 結果画面

間画像を作成しました。1分間収集した SPECT 像の画質は劣化し EF も異なっていますが、5分間以降は安定していました。

他の核種の $^{201}\text{TlCIZT}$ についてもこの装置は非常に有効と考えられます。これは半導体検出器の特徴である高いエネルギー分解能と半導体の厚さ 5.0mm に起因するエネルギー特性において、 ^{99m}Tc を 100% とした場合、 ^{201}Tl が 124%、 ^{123}I が 37% (いずれもウインド幅 $\pm 1.0\%$ における測定) と ^{201}Tl が最も高い効率を示しています。図 5 は、同じ線源強度による 3 核種のスペクトラム (コリメータの影響を除く) で、投与量が少ない $^{201}\text{TlCIZT}$ でもエネルギー特性が優れることか

ら安定した QGS の結果をもたらすことが予想されます。症例 (図 6) は、 $^{201}\text{TlCIZT}$ による QGS の結果画面で、心尖部から下壁の集積低下について、5分程度で良好に再現されています。

本装置は、感度が著しく向上していることから、極めて短い時間間隔の Dynamic SPECT も可能になり、今後、心筋血流量の絶対値測定が期待されます。

〈参考文献〉

- 1) Bocher M, et al. Eur J Nucl Med 2010; 37: 1887-1902.
- 2) Takahashi Y, et al. Ann Nucl Med 2013; 1: 11-16.
- 3) Takahashi Y, et al. GE Smart Mail 2013; 105 (in Japanese)