

■ 特集-2 半導体ガンマカメラは虚血性心疾患の診療を変えるか

# 半導体 SPECT 装置「GE Discovery NM 530c」の Strong point はなにか？

Usefulness of gamma-camera RI machine in the diagnosis of ischemic heart disease

後藤賢治

Kenji Goto

福山循環器病院 循環器内科

Department of cardiology, Fukuyama Cardiovascular Hospital

2011年、当院は心臓専用機半導体ガンマカメラ装置を国内一号機として導入した。特筆すべき特徴は、①ピンホールコリメーター（Alcyone technology）と②半導体技術（電子情報が直接電気信号に変更されるため、時間・空間分解能が向上〔感度は3-4倍、空間分解能は2倍〕による、「被曝低減」と「時間短縮」である。当院では、従来の20分撮像を5分に短縮し、その条件下で低被曝への挑戦を行ってきた。

初期のプロトコルであるが、Adenosine 0.12mg/kg/minの負荷でTc（テトロフォスミン）を負荷時370MBq、安静時740MBq使用していた（Tc〔通常量〕、図1）。腹部臓器によるアーチファクトが問題となったが、①負荷直後のソーダ水摂取で胃を膨満させ、腹部臓器と心臓の距離を保つ②45分待つことにより胆のうからWashoutされるのを待つことで解決された（のちにさらに待つほうがいいことがわかり現在はソーダ水を用いず、60分後に撮像している）。Tcを使用した際のトレーサー量であるが、以前の報告<sup>[1]</sup>を参考に、当院ではストレス：3MBq/kg、レスト：

9MBq/kgを現在のプロトコルとしている（Tc〔低投与量〕、図1）。特に低被曝に寄与するプロトコルとして、「2日法」を紹介したい。カテーテルで中等度狭窄を認めた場合、午後から安静Tc低投与量を撮像する（3MBq/kg）。夕方よりカフェインを厳格に制限し、翌日退院前にストレス像を撮像する（3MBq/kg）。結果は後日外来で説明する。この方法であれば入院期間を延長することなく厳格なカフェイン制限のもと低投与量で検査可能である。たとえば50kgの症例であれば、負荷+安静を合わせても300MBq（通常の検査であれば1110MBq）と1/3-1/4程度のトレーサー量で検査が終了する。

得られる画像の特徴として、短軸SPECT画像の6時方向（下壁）の集積低下があげられる。横隔膜によるAttenuationの影響が大きいものと推測される。「後下壁虚血の偽陽性」に対する解決策としてSupineとProne（Supineの直後に3分間Non-Gate収集）の組み合わせが有用であった<sup>[2]</sup>。つまり、後下壁虚血がSupineとProneの双方で陽性であれば陽性的中率は69%であった。逆にともに陰性所見であれば陰性的中率は98%と高率であった。どちらか一方だけが陽性的の場合、有病率は約15%であった（図2）。Area Under Curve（AUC）はSupine vs. Prone vs. Supine&Prone

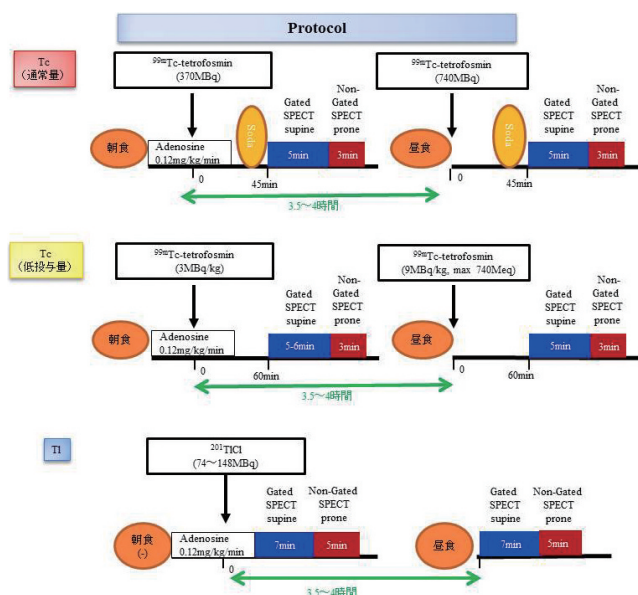


図1 当院での3つのプロトコル

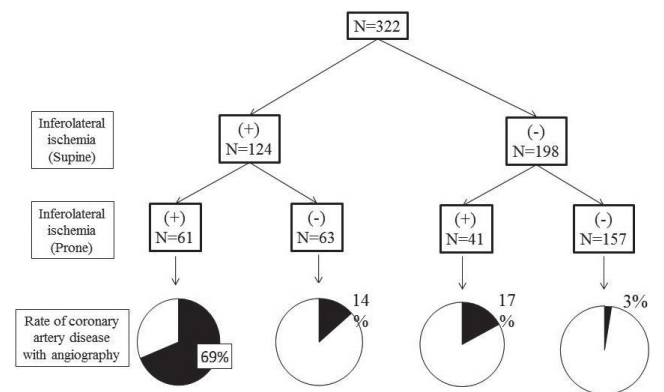


図2 後下壁のSupineとProneを組み合わせた診断性能

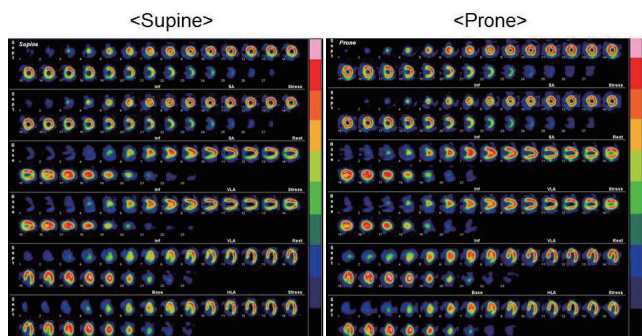


図 3A 上段：ストレス、下段：レスト。Supine では下壁虚血。Prone では虚血 (-)。Discrepancy がある場合、「虚血あり (低確率)」と判定している。

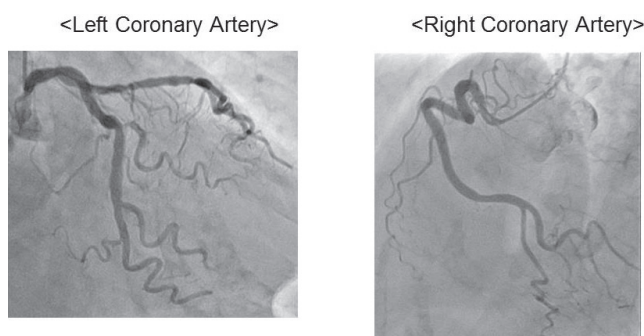


図 3B 冠動脈造影で有意狭窄 (-)

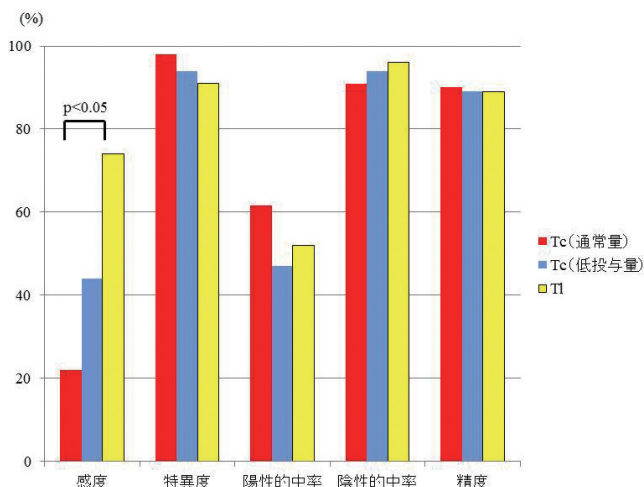


図 4 有意に感度が Tc 通常量で低く、Tl で高い。

で 0.77 vs. 0.79 vs. 0.80 であった。多変量解析で後下壁梗塞の既往がある場合診断能が低下することが示されているので、この点は注意する必要がある (odds ratio = 3.45、95% confidence interval [CI] 1.62-7.37、 $p < 0.001$ )。現在当院では Routine で Stress、Rest とともに Supine と Prone 画像を収集し、後下壁虚血の診断をしている。3分間の Prone ポジションであるので、術直後や高度認知機能低下がない限り問題なく検査可能である。シンチで虚血がない場合の年間心事故率が 0.6%であるので、シンチ検査には高い陽性・陰性的中率が求められる<sup>[3]</sup>。特異度と陽性的中率が改善する

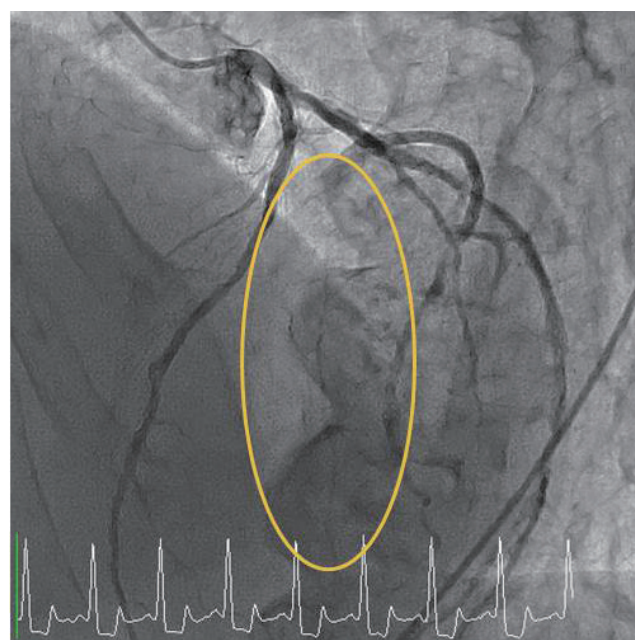


図 5A 冠動脈造影：対角枝慢性完全閉塞

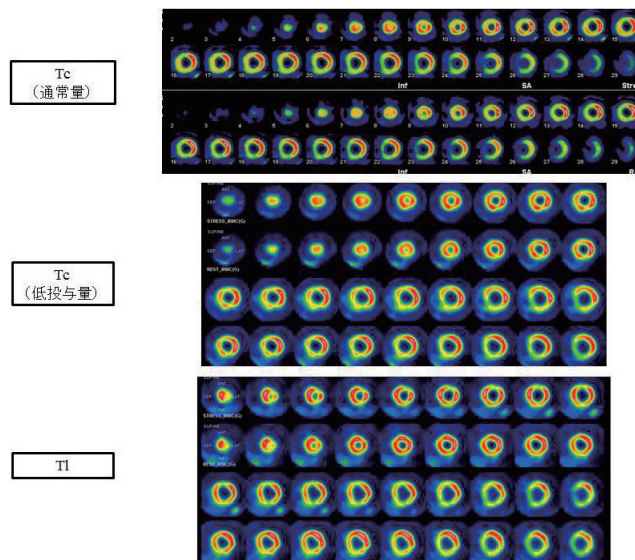


図 5B 時期を違えて 3 回心筋シンチを施行した症例。Tl で最も鮮明に前壁虚血を認める。

「Supine & Prone コンビネーション診断」の臨床的意義は高い (代表例図 3A・B)。

現在の問題として、前壁中隔虚血の感度が低い点があげられる。当院で施行してきた 3 つのプロトコル (図 1) での LAD 領域の虚血診断能を示す。① Tc [通常量] vs. ② Tc [低投与量] vs. ③ Tl で全例薬物負荷での検討である。①→②→③に変更して LAD 領域の感度が 22%→44%→74%、AUC 0.60→0.69→0.83 へ上昇した (図 4)。つまり、Tc 通常量を使用した場合、LAD 領域の虚血が判定しにくい。単施設での Primitive なデータでもあり、今後の検討課題である。

対角枝閉塞同一症例に3つのプロトコルを施行した画像を示す (図 5A・B)。

最後に、このカメラの特徴は感度、空間分解能向上による時間短縮 & 被曝低減である。Supine と Prone の撮像をしても Conventional machine とくらべて収集時間が短時間であることは特筆すべき利点である。カメラのスループットを維持しながらその施設にあったプロトコルを創造できる強みがそこにはある。

#### 〈参考文献〉

- [1] Duvall WL et al. Reduced isotope dose and imaging time with a high-efficiency CZT SPECT camera. J Nucl Cardiol 2011;18:847-57
- [2] Goto K et al. Impact of Combined Supine and Prone Myocardial Perfusion Imaging Using an Ultrafast Cardiac Gamma Camera for Detection of Inferolateral Coronary Artery Disease. Int J Cardiol 2014;174:313-7
- [3] Goldstein JA et al. A randomized controlled trial of multi-slice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. JACC 2007;49:863-71