

# 心筋血流 SPECT におけるコリメータ変更時の 収集条件(ピクセルサイズ)の検討

○佐内 弘恭<sup>1)</sup>、甲谷 理温<sup>1)</sup>、三村 浩朗<sup>1)</sup>、友光 達志<sup>2)</sup>、柳元 真一<sup>1)</sup>

1)川崎医科大学附属病院 中央放射線部、2)川崎医療短期大学 放射線技術科

【背景】当院における心筋血流シンチグラフィは、放射性薬品には<sup>201</sup>Tl-Cl を、コリメータは低エネルギー用高分解能型(LEHR)を装着してSPECT収集を行っている。現在、<sup>99m</sup>Tc 製剤による心電図同期 SPECT の導入を検討しているため、感度の向上および2核種における同一コリメータの使用を目的として、低中エネルギー用汎用型(LMEGP)コリメータの使用を検討している。

【目的】LMEGP コリメータを用いた<sup>201</sup>Tl-Cl による心筋血流 SPECT 像を評価することを目的として、虚血部描出能について LEHR コリメータとの比較を行い、装着時の収集条件(ピクセルサイズ)について検討した。

【方法】SPECT 装置は E-CAM(東芝メディカルシステムズ)、ファントムには<sup>201</sup>Tl-Cl 溶液(約0.07Bq/ml)を封入した EMIT ファントム(タイセイメディカル)を使用した。EMIT ファントムは、心筋血流 SPECT の標準化を目的に開発されたファントムで、虚血部を模擬したアクリルの突起があり、90度ごとに突起の位置を変更して評価することができる(Fig.1)。そこで、前壁と後壁に虚血病変(虚血部の広がり異なるインサータの A 部を使用)がある場合を想定し、2種類のコリメータを使用して収集を行った。収集条件は、LEHR ではピクセルサイズ 6.62 mm、LMEGP は 4.8、5.39、6.62 mm に設定した。なお、ピクセルサイズ以外の条件は一定で収集を行った。再構成条件は、butter-

worth filter の cut off 周波数を撮影条件ごとに変更(LEHR-6.62 mm : 0.41、LMEGP-4.8 mm : 0.40、LMEGP-5.39 mm : 0.38、LMEGP-6.62 mm : 0.36 cycles/cm)し、その他は一定とした。そして、各収集条件における short axis 像を DRIP(富士フイルム RI ファーマ)で読み込み、180度分のプロファイルカーブを作成した。次に、プロファイルカーブにおける、max count の 65% 以下の面積を算出し、真値との誤差を求めた。そして、LEHR 使用時を基準に比較し、虚血部描出能の評価を行った。有意差検定には paired t-test を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】LMEGP-4.80 mm は、虚血部サイズ 10 mm において、虚血部の部位が前壁、後壁のいずれにある場合でも LEHR との間に虚血部面積の誤差に有意差が認められた。LMEGP-5.39 mm では、検討したすべての条件下において、LEHR との間に有意差は認められなかった。一方、LMEGP-6.62 mm は、虚血部が前壁の場合、すべての虚血部サイズにおいて、LEHR との間に有意差が認められた。また、虚血部が後壁の場合、虚血部サイズ 10 mm と 15 mm において、LEHR との間に有意差が認められた(Fig.2-A, B)。

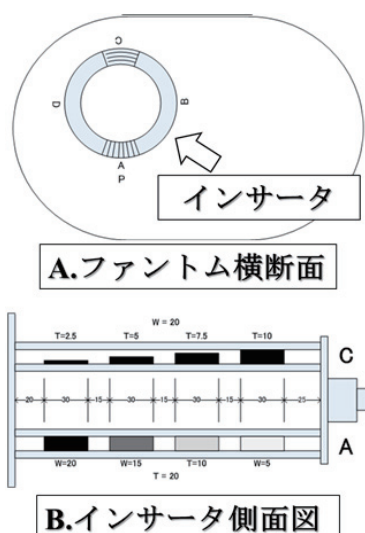


Fig.1 EMIT ファントムの概要

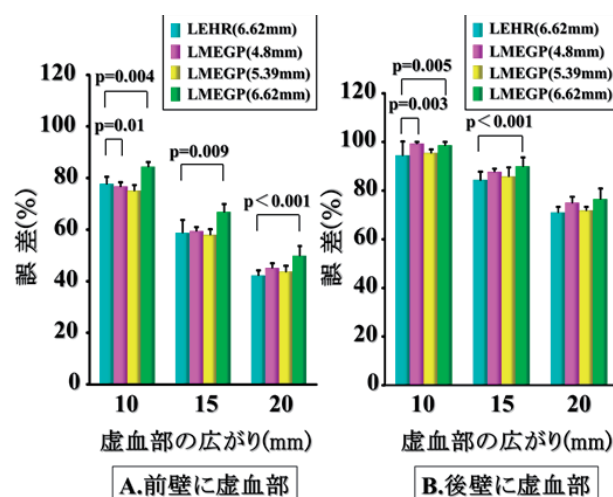


Fig.2 収集条件と虚血部面積の誤差の関係

【結語】LMEGP コリメータを用いた EMIT ファントムでの虚血部描出能の評価では、LEHR に最も近い結果を示したピクセルサイズは 5.39 mm であった。

これにより、2核種(<sup>201</sup>Tl、<sup>99m</sup>Tc)の検査に同一コリメータ(LMEGP)の使用が可能なが示唆された。

## ICD 装着患者を想定したペースメーカーのリード線による心筋 SPECT 画像への影響について

○石村 隼人<sup>1)</sup>、小島 明彦<sup>1)</sup>、西山 光<sup>1)</sup>、末国 宏<sup>1)</sup>、大西 恭平<sup>1)</sup>、神野 仁寿<sup>1)</sup>、長岡 三樹矢<sup>1)</sup>、高橋 康幸<sup>3)</sup>、吉本 政弘<sup>1)</sup>、望月 輝一<sup>2)</sup>

1) 愛媛大学医学部附属病院 診療支援部 診療放射線技術部門、2) 愛媛大学医学部附属病院 放射線科、3) 群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部

【背景】半導体検出器を搭載した心臓専用 SPECT 装置の Discovery NM530c：GE 社製（以降は D530c とする）は、従来のアンガー型 SPECT 装置の Infinia3：GE 社製とは異なる機構・収集方法を用いた SPECT 装置であり、感度が約 4 倍、空間分解能が約 2 倍程度、Infinia3 より優れている。Infinia3 において、ペースメーカーのリード線程度の散乱体は心筋 SPECT 画像には影響がないと考えられてきた。しかし、D530c は Infinia3 よりも感度・分解能ともに向上しているため、ICD 装着患者の心筋血流シンチ検査において、心筋 SPECT 画像の画質が Infinia3 とは異なる可能性があるものとする。

【目的】D530c において、心筋ファントムを用いて ICD 装着患者を想定したペースメーカーリード線の SPECT 画像への影響について検討する。

【方法】リード線あり・なしのパターンにて心筋ファントム（RH-2 型：京都科学社製）を作成し、Infinia3（360° 収集と 180° 収集）、D530c にて SPECT 収集を行う。Infinia3 の収集条件は、収集時間は 45sec/view（心筋部分が 120count ± 10% 程度）、ステップ数は 6°、半径 23 cm の円軌道収集、64 × 64 マトリックス、スライス厚は 6.8 mm、FBP 再構成。D530c は、収集時間は 10min、70 × 70 マトリックス、スライス厚は 4 mm、3D-OSEM 再構成（Iteration 40）。心筋ファントムには、心筋部分に <sup>99m</sup>Tc 核種を使用し右心室と心筋内腔には散乱体として水を封入した。心筋部分には心筋摂取率 2% を想定して封入した（740MBq × 0.02 ÷ 180 ml = 0.082MBq/ml）。SPECT 画像データを再構成して ShortAxial 画像（以降は SA 画像とする）を作成。解析に使用する SA 画像は、心尖部から約 6 cm の画像とした。検討項目(1)として、SPECT 装置または収集方法の違いによる SPECT 画像の画質の変化を確認するため、収集方法の違う SA 画像を用いてサーカムフレニシャルカーブ解析にて比較検討する。検討項目(2)として、D530c において収集時間による SPECT 画像の画質変化と解析データの変化を確認するため、リストモード収集データを用いて収集時間を変更して SPECT 画像を再構成して、QGS/QPS ソフトウェアを用いて解析し比較検討する。

【結果】検討項目(1)においては、D530c の SA 画像にて、リード線部分と同一部位にカウント低下が見られ、

サーカムフレニシャルカーブ解析においても、約 10% 程度のカウント低下が見られた（Fig.1, 2）。

検討項目(2)においては、臨床の収集時間 5min での SA 画像でもカウント低下が確認できる SPECT 画像が得られ、心電図同期を想定した 18.75sec（5min ÷ 16bin）の収集時間において QGS/QPS ソフトウェアによる解析が可能な画質が得られた。

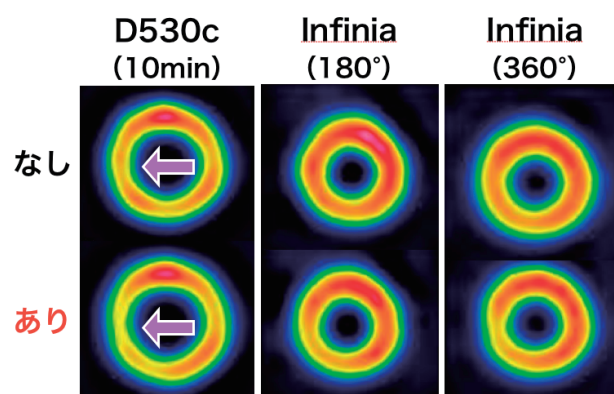


Fig.1

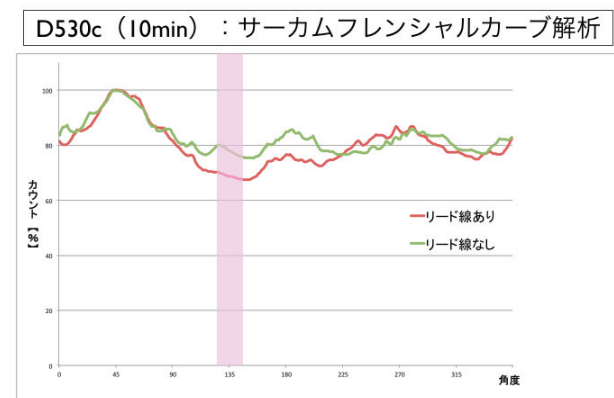


Fig.2

【考察】D530c において、感度・分解能が良かったためにリード線の影響を受けた心筋 SPECT 画像を収集できたものとする。しかし、今回の検討は、心筋のみにしか RI を封入していないことや、心筋外集積等の影響がないものであること、心臓自身の動きや呼吸によるリード線の動きを考慮していないことが再現できていないものである。

【結語】心筋ファントムを用いて ICD 装着患者を想定したペースメーカーリード線の SPECT 画像への影響について検討し報告した。

# <sup>123</sup>I-MIBG 心縦隔比算出における半自動化ソフトの検証 —岡山県多施設共同研究—

○長谷川 大輔<sup>1)</sup>、松友 紀和<sup>2)</sup>、甲谷 理温<sup>3)</sup>、見村 正章<sup>4)</sup>、古谷 洋晃<sup>5)</sup>、杉野 修一<sup>6)</sup>、  
北村 光博<sup>7)</sup>、鎌野 心<sup>8)</sup>、葛尾 有多子<sup>9)</sup>

1) 岡山済生会総合病院、2) 倉敷中央病院、3) 川崎医科大学附属病院、4) 岡山大学病院、5) 岡山労災病院、  
6) 岡山旭東病院、7) 津山中央病院、8) 国立病院機構岡山医療センター、9) 岡山中央病院

【背景】<sup>123</sup>I-MIBG 検査は定量指標として心縦隔比 (H/M 比) や洗い出し率 (WR) が用いられている。しかし、関心領域 (ROI) の設定法や定量指標の計算法に術者、施設間差が認められるため、標準化が課題となっているが、smartMIBG の登場により、術者、施設間の定量指標の変動が小さくなる可能性がある。

【目的】岡山県内9施設において H/M 比、WR について従来の方法と smartMIBG を使用した方法を比較し、smartMIBG の有用性について検討を行った。

【方法】共通のデータ (Fig.1) を各施設に配布し、H/M 比、WR を1) 施設ごとルーチン業務で行っている方法 (従来法) 2) smartMIBG を用いた方法で算出した。

各症例で算出した H/M 比、WR を従来法と smartMIBG 法で箱ヒゲ図を用いて比較した。

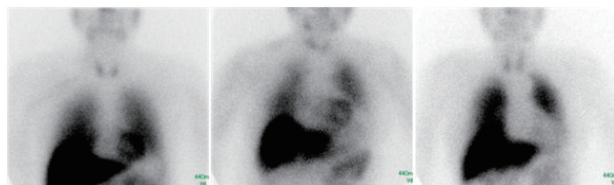


Fig.1 左から集積あり、軽度集積、集積なし

【結果・考察】H/M 比については、smartMIBG を使用した場合、従来法に比べ術者間差が小さくなり、その傾向は集積ありの場合に顕著であった (Fig.2, 3, 4)。集積がある場合には、心臓 ROI の形状が多角形やフリーハンドの施設が多く、ROI 内に肺や肝臓が入り数値に影響を与える可能性がある。smartMIBG では円形で固定なため心臓と肺や肝臓の境界での術者による差が小さくなったと考えられる。

WR については、いずれの症例でも smartMIBG の使用によって変動が非常に小さくなった (Fig.5)。従来法では、各施設で WR の計算式、時間減衰補正、バックグラウンド補正の有無にばらつきがある。smartMIBG を使用し WR の計算方法を統一することによって、施設間の差が小さくなったと考えられる。

【まとめ】smartMIBG の使用により H/M 比・WR の術者間 (施設間) のばらつきは減少した。

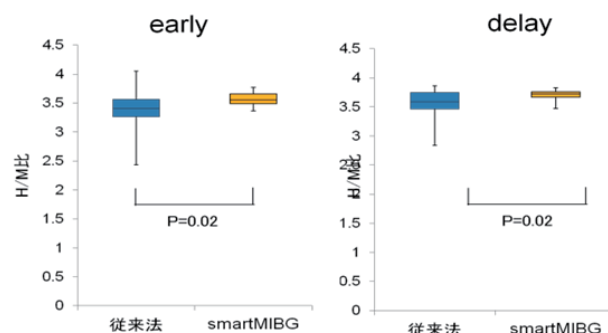


Fig.2 H/M 比 集積あり

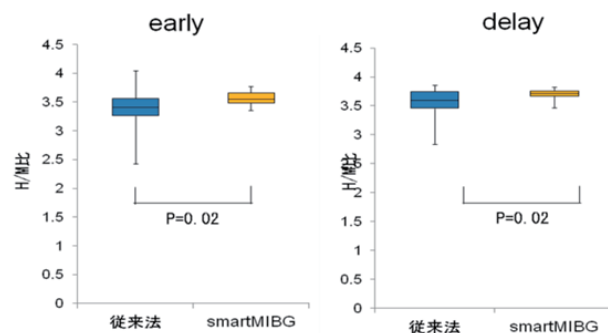


Fig.3 H/M 比 軽度集積

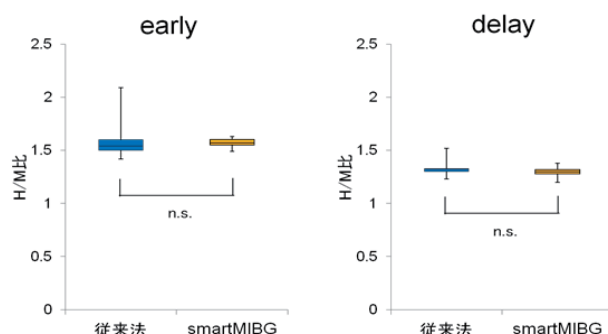


Fig.4 H/M 比 集積なし

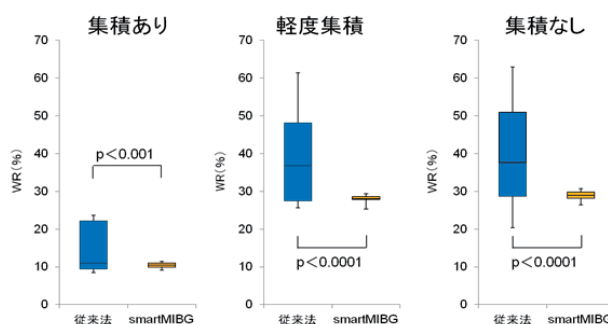


Fig.5 washout rate



## 多焦点ファンビームコリメータを用いた 心電図同期 SPECT の基礎的検討

○原本 泰博、田中丸 芳樹、高橋 輝幸、大久保 磨紀、平川 英美、宮本 裕子、富中 宗久  
広島赤十字原爆病院 中央放射線科

【背景】当院が導入した SymbiaT6 には多焦点ファンビームコリメータを用い心筋 SPECT の短時間収集を可能にした IQSPECT システム (以下 IQSPECT) が搭載されている。しかし、これまで従来の LEHR コリメータを用いた心筋 SPECT (以下従来法) と IQSPECT で心電図同期 SPECT を行った場合の違いについて検討していなかった。

【目的】IQSPECT と従来法で収集時間、再構成条件がどのように QGS 解析結果に影響を与えるか検討する。

【方法】心筋動態ファントムを用い、水 1500 ml に  $^{99m}\text{Tc}$  を体重 60 kg で心筋集積率 2% となるように 165MBq 封入。

心筋動態ファントムの心拍数は 60BPM に設定し、RR 間隔の分割数を 12 分割、matrix128×128 で IQSPECT と従来法で心電図同期 SPECT を収集した。IQSPECT は収集時間を 1view 当たり 10 秒から 60 秒で変化させ、収集時間が QGS 解析結果に与える影響を評価した。従来法では心臓の平均 ROI カウントが 1view100 カウントとなるように収集した。IQSPECT の 1view10 秒の投影データと従来法で、再構成条件を変化させた場合の、QGS の解析結果 (EDV、ESV、EF) について評価した。IQSPECT の画像再構成は位置分解能補正を組み込んだ逐次近似再構成法 (以下 Flash3D) で行い、Iteration を上限の 30 で固定し、Subset を 1～8 まで変化させ再構成を行った。従来法では Flash3D と Filtered Back Projection 法 (以下 FBP) で画像再構成を行った。Flash3D は Subset を 10 で固定し、Iteration を 2～20 まで変化させ再構成を行った。FBP では Butterworth Filter の Cutoff 周波数を 0.4、0.45cycles/cm で再構成を行った。

使用機器は京都科学社製の心筋動態ファントム HD 型、シーメンス社製シンビア T6 を使用した。心筋動態ファントム HD 型の仕様は左心室内容量：実容積 74 ml、左心室拡張末期容積 (EDV)：実容積 143 ml、左心室収縮末期容積 (ESV)：実容積 107 ml、駆出率 (EF)：25% (設定値) である。

【結果】IQSPECT で収集時間を変化させた場合の結果を Fig.1 に示す。EDV、ESV、EF 共に実容積に比べ測定値が低い値となったが、横軸の 1view 当たりの収集時間を 10 秒から 60 秒まで変化させても、EDV、ESV、EF の値に大きな変化はなく、IQSPECT は短時間収集で良いことが確認できた。

IQSPECT と従来法で Flash3D の Subset を変化さ

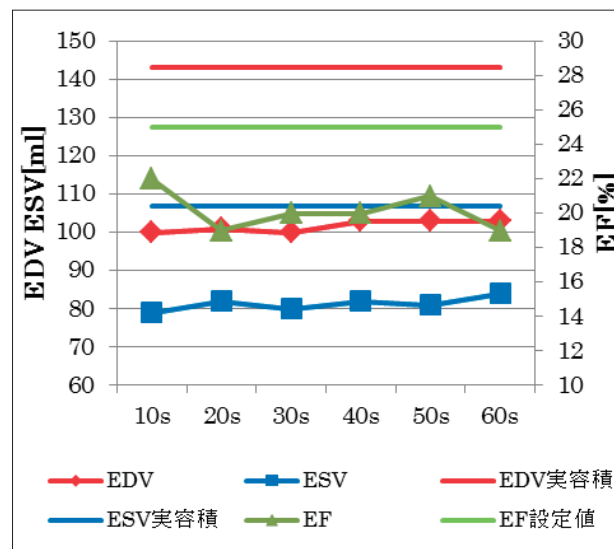


Fig.1 収集時間を変化させた場合の評価

せた場合では、EDV と ESV は Subset を増やす事で IQSPECT、従来法ともに、測定値が実容積に近づいた。EDV では従来法の方がより実容積に近い値となった。ESV では、IQSPECT は Subset を大きくすると実容積に近い値となったが、従来法では Subset を 6 より大きくすると測定値が実容積よりも大きくなった。また、IQSPECT のメーカー推奨の再構成条件、Iteration30、Subset1 では EDV、ESV の値は実容積よりも過小評価となり不十分な結果となった。IQSPECT と FBP で再構成した従来法を比較すると、EDV、ESV の値は IQSPECT で Subset を大きくすると、IQSPECT と従来法で同等の結果となった。EF に関しては、IQSPECT で Subset を大きくすると値が設定値に比べ小さくなり、メーカー推奨条件で再構成する方が良い結果となった。

【考察】IQSPECT は専用の多焦点ファンビームコリメータを使用する事で、短時間での SPECT 収集を可能としている。収集時間を増やしても EDV、ESV、EF の値に大きく変化が無かった事から、短時間収集で良いことが確認できた。IQSPECT はメーカー推奨条件で再構成すると、EDV、ESV の値は実容積に比べ過小評価となり、EF ではメーカー推奨条件で再構成する方が実容積に近く、更新回数を増やすと過小評価となる結果となった。この結果を踏まえ今後は、エコー、心カテなどの他のモダリティの結果と IQSPECT の結果を比較し、適切な再構成条件を検討する必要がある。

# 多焦点ファンビームコリメータ使用心筋 SPECT における<sup>99m</sup>Tc 標識心筋血流製剤による肝集積の影響

○見田 秀次、中本 健太  
県立広島病院

【目的】今回、多焦点ファンビームコリメータを使用し<sup>99m</sup>Tc 標識心筋血流製剤を使用した心筋血流 SPECT において、肝臓の集積が SPECT 再構成画像に及ぼす影響について検討を行った。

## 【使用機器・収集処理条件】

ガンマカメラ：SymbiaT16 (siemens 製)  
ファントム：心臓肝臓ファントム RH2 型 (京都科学社製)  
画像処理装置：SyngoMI VA60A  
解析ソフト：Prominence Processor  
使用核種：<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>  
L 型 76 度設定 208 度収集  
回転半径：28 cm (円軌道)  
Matrix：128 × 128 ZOOM：1.0 (4.8 mm/pixel)  
収集条件：15sec/view × 17views  
Flash3D (OSCGM)  
Subsets 3 Iterations 10  
散乱補正・減弱補正 (-)  
前処理・後処理フィルター (-)

【方法】以下の 2 つの方法を用い収集を行った。

- ①心-肝距離を -1.5 cm とし、<sup>99m</sup>Tc の心 / 肝濃度比が 1 : 0 (コントロール)、1 : 1、1 : 2、1 : 3 となるように収集。
  - ②心 / 肝濃度比を 1 : 1 とし、心-肝距離が 2.5 cm、1.5 cm、0 cm、-1.5 cm、-2.5 cm となるように収集。
- 比較対象としてパラレルコリメータ (LEHR) も同様の条件で収集。

【評価方法】垂直長軸断 (VLA) の 5 カ所 (前壁心基部側、前壁心尖部側、心尖部、下壁、後壁) に ROI を設定し、コントロールと他の画像のカウンターの比較をコントロールの心尖部カウンターに対する相対カウンターとした。(Fig.1)

また短軸断 (SA) での circumferential profile curve (以下、CPR) および polar map を作成。カウンター低下率は次式により求めた。

$$\text{カウンター低下率} = (A - B) / A \times 100 (\%)$$

A：(肝臓部放射能なし) 心筋 1 pixel 当たりのカウンター  
B：(肝臓部放射能あり) 心筋 1 pixel 当たりのカウンター

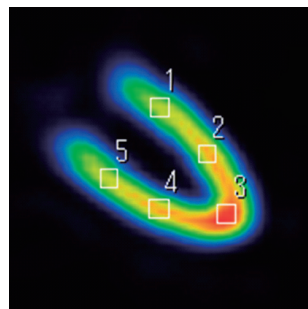


Fig.1

## 【結果】

### 1. 心肝濃度比

心肝濃度比が大きくなるに従い VLA の相対カウンターは減少しカウンター低下率も大きくなった。しかし LEHR に比べ視覚的に大きな変化は見られなかった。

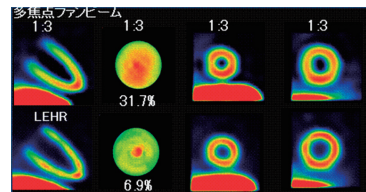


Fig.2 濃度比 1 : 3 画像  
上段 多焦点ファンビーム  
下段 LEHR

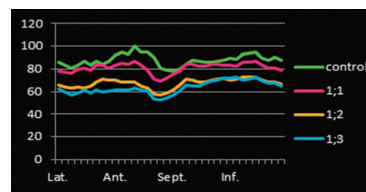


Fig.3 心尖部寄 CPR  
(多焦点ファンビーム)

### 2. 心-肝距離

心-肝距離が大きくなるに従い VLA の相対カウンターは減少しているが、カウンター低下率は若干の減少はあるものの一定の傾向は見られなかった。濃度比と同様に視覚的に大きな変化は見られなかった。

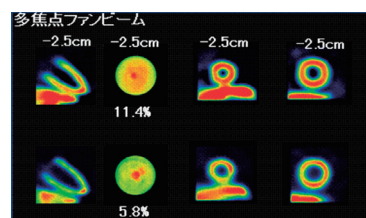


Fig.4 距離 2.5cm 画像  
上段 多焦点ファンビーム  
下段 LEHR

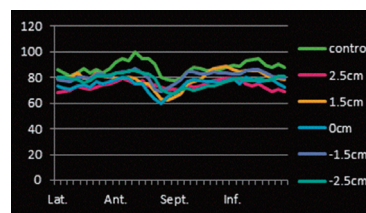


Fig.5 心尖部寄 CPR  
(多焦点ファンビーム)

## 【考察・結語】

結果から、多焦点ファンビームコリメータ使用 SPECT は、<sup>99m</sup>Tc 標識心筋血流製剤使用心筋血流シンチにおいて、LEHR コリメータで収集した画像に比べ肝集積の影響がカウンターの減少で現れるものの、視覚的な影響は少なく有用であることがわかった。

これは、このコリメータには回転半径約 28 cm に sweet-spot がありそれから外れる肝臓は感度が低下しているのではないかと考えられる。

今後は更に、散乱や減弱の影響、欠損の評価も検討していきたい。