

心電図同期心筋 SPECT 壁運動解析ソフトウェア HFV (Heart Function View) を用いた心機能解析と QGS (Quantitative gated SPECT) との相関について

○小西 友梨¹⁾、國金 大和²⁾、池口 雅紹²⁾、坂野 啓一²⁾、天野 雅史²⁾、藤田 明彦²⁾、増井 悠太²⁾、大塚 秀樹³⁾、佐田 政隆⁴⁾、岩瀬 俊⁴⁾、大谷 環樹⁵⁾、湊 侑磨¹⁾

1) 徳島大学医学部保健学科放射線技術科学専攻、2) 徳島大学病院放射線部、
3) 徳島大学大学院画像情報医学分野、4) 徳島大学病院循環器内科、
5) 徳島大学大学院保健科学教育部保健学専攻

【目的】 心電図同期心筋 SPECT 壁運動解析ソフトウェアである HFV を用いて負荷および安静心筋血流シンチグラフィを解析し、各種評価指標を求めるとともに、従来から用いられている QGS 解析結果との比較検討を行い、両者の関連性について検討すること。

【方法】 2012年3月～10月の期間に徳島大学病院で^{99m}Tc-Tetrofosmin (^{99m}Tc-TF) を用いて負荷・安静心筋血流シンチグラフィを行った患者21名(男15名、女6名。年齢46歳～85歳)を対象とした。

なお、SPECT 診断上で虚血陰性であった患者は10/21名(男7名、女3名)であった。

EDV・ESV・EF について QGS 結果と比較し、相関係数 r および p 値を求めた。その際、負荷・安静それぞれの患者群のデータにおける正規性の検定を5%の危険率で行い、正規分布しているデータにおいてはピアソンの相関係数の検定を、正規分布していないデータにおいてはスピアマンの順位相関係数の検定を用いて統計学的な解析を行った。横軸に QGS、縦軸に HFV の数値をとったグラフを算出し、プロットしたデータにおいて近似直線を示した。

Peak Phase・Phase SD・Bandwidth につき既に論文で発表されている正常値と比較した。正常値は(正常値の平均値 Mean) ± (標準偏差 SD) を用いた。

【結果・考察】 EF の負荷を除くと相関係数は0.9以上であり、極めて強い相関があった。EF の負荷においても相関係数および p 値が他と比べて小さな値を示したものの、相関係数が0.7以上で p 値も0.01より小さな値を示したことから強い相関があるといえる。さらに、近似直線の傾きは0.9を超えており、 y 切片は7.0以下であったため、 $y = x$ の直線に近似しているといえる。

よって、SPECT 所見の異常の有無によらず、QGS と HFV は高い相関を示すことがわかった。また、全てのデータにおいて負荷よりも安静の方が高い相関を示した。

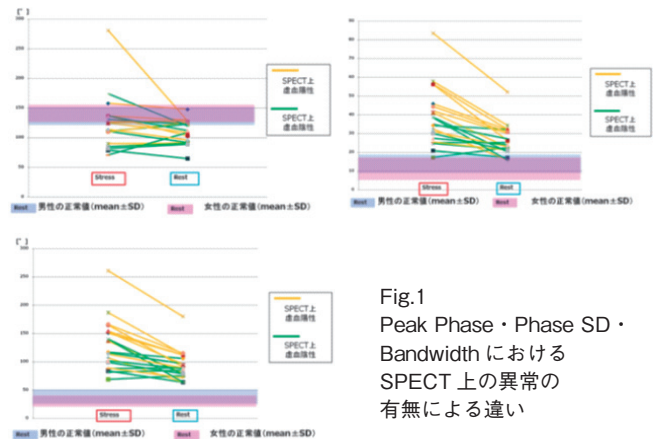


Fig.1 Peak Phase・Phase SD・Bandwidth における SPECT 上の異常の有無による違い

位相解析の結果から、負荷・安静ともに位相が正常であったのは1/21名のみであった。

虚血がある場合は位相が分散するのではないかと(予想)としていたが、結果として、虚血の有無に関わらず位相は分散することがわかった。

負荷の方が安静に比べ高値を示すデータが多かったことから、安静に比べ負荷時は以下の2つの特性があるといえる。

- ① 収縮時相の頻度が最も多い位相は大きい。
(収縮開始位相が後方にずれて遅くなる。)
- ② 収縮位相の幅は広く、全体的にばらつく。

SPECT 診断上では集積低下、fill-in もなく正常であっても、実際には収縮位相の異常がみられ、正常の範囲に収まっていないことを知ることができた。つまり、HFV の位相解析を行うことで左室同期不全の有無や程度を検出・評価可能であるといえる。

【結論】 従来から用いられている QGS は高い再現性があるといわれているが、EDV, ESV, EF については HFV と QGS は高い相関があった。よって、HFV も高い再現性があるといえ、実臨床でも用いることが可能である。

【参考文献】

- 1) Ernest V. Garcia, PhD, Tracy L. Faber, PhD, C. David Cooke, MSEE, Russell D. Folks, BS, Ji Chen, PhD, and Cesar Santana, MD, PhD: "The increasing role of quantification in clinical nuclear cardiology: The Emory approach", Journal of Nuclear Cardiology, Vol.14, No.4, pp.420-432, 2007.

Table.1 EDV・ESV・EF における検定結果

| | | 検定の種類 | 相関係数:r | p値 | 近似直線の傾き:a | y切片 |
|-----|--------|-------|--------|----------------|-----------|------|
| EDV | Stress | スピアマン | 0.925 | 0.00003545 | 0.934 | 6.49 |
| | Rest | スピアマン | 0.994 | 0.00000869 | 0.955 | 4.49 |
| ESV | Stress | スピアマン | 0.928 | 0.00003328 | 0.902 | 1.97 |
| | Rest | スピアマン | 0.941 | 0.00002578 | 0.967 | 1.90 |
| EF | Stress | スピアマン | 0.733 | 0.00104324 | 0.915 | 6.67 |
| | Rest | ピアソン | 0.951 | 0.000000000036 | 0.961 | 1.43 |

心筋 SPECT 評価における視覚的スコア解析と解析ソフトを用いた自動スコア解析の比較

○湊 侑磨¹⁾、小西 友梨¹⁾、國金 大和²⁾、池口 雅紹²⁾、坂野啓一²⁾、天野 雅史²⁾、藤田 明彦²⁾、増井 悠太²⁾、佐田 政隆³⁾、岩瀬 俊³⁾、大塚 秀樹⁴⁾、大谷 環樹⁵⁾

1) 徳島大学医学部保健学科放射線技術科学専攻、2) 徳島大学病院放射線部、3) 徳島大学病院循環器内科、4) 徳島大学大学院画像情報医学分野、5) 徳島大学大学院保健科学教育部保健学専攻

【背景】近年、様々な心筋 SPECT 解析ソフトウェアが開発され、それらの処理結果の特徴を踏まえて読影に活かしている。現在、徳島大学病院では心筋集積解析ソフトウェア・QPS (Quantitative Perfusion SPECT) を用いて、視覚的にスコアの評価をしているが、最近、日本人の標準データベースが搭載された心筋シンチグラフィ解析ソフトウェア・HSV (Heart Score View 日本メジフィジックス社製)が開発され、このソフトを徳島大学病院で読影に活かそうと考えている。しかし、徳島大学病院での使用経験が少なく、実臨床で使用する前には従来から用いられている QPS と HSV の相関や診断精度などの基礎的な検討が不可欠であると考えた。

【目的】心筋 SPECT 評価における視覚的スコア解析と解析ソフト (HSV : Heart Score View) を用いた自動スコア解析の比較し、診断精度や関連性の検討を目的とする。

【方法】2011年8月29日～2012年9月13日までに徳島大学病院で¹²³I-BMIPP と²⁰¹TlCl を用いて2核種同時収集を行った患者20名(男:11名、女:9名)を対象とした。核医学の経験豊富な放射線技師が、パソコン上で生データを原画像として再構成処理を行い、放射線技術科学専攻学生が ROI の設定を行なった。心尖部設定はレインボーカラーで表示される SPECT 画像の青色と緑色の境目に設定を行い、心基部設定については、緑色と黄色の境目に設定し、スコアの確認を行なった。検討項目は、¹²³I-BMIPP、²⁰¹TlCl、Mismatch の3項目について検討を行なった。検討方法は、HSV のスコアから QPS のスコアの差を求め、その差について極座標表示を17セグメント・冠動脈領域・心尖部を除く外層・中層・内層の3層ごとに分けてグラフの作成を行なった。

【結果・考察】グラフは、HSV のスコアから QPS のスコアの差を取り、(HSV-QPS > 0) : ■、(HSV-QPS = 0) : ■、(HSV-QPS < 0) : ■で表示した。

極座標表示を17セグメント・冠動脈領域・心尖部を除く外層・中層・内層の3層ごとに分けた3方法とも、自動解析の方が視覚解析よりスコアを過大評価していた。また、心尖部側から心基部側にかけて過大評

価する割合が高くなり、外層はどの項目においても自動解析が30～50%程度過大評価していた。しかし、冠動脈領域ごとに分けた方法において RCA 領域が²⁰¹TlCl、¹²³I-BMIPP で全体の20～30%程度過小評価していた。HSV の自動スコア解析の再現性は高いが、あらかじめ入力された閾値に従って点数化されるため、視覚的評価では可能な、腹部や胸壁の吸収による集積低下や対象となる心臓の位置や形状を考慮できないことが、心基部側の集積を自動解析が過大評価した原因であると考えられた。

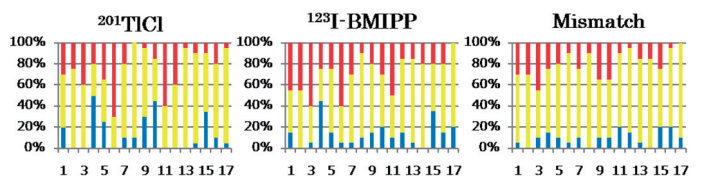


Fig.1 セグメント

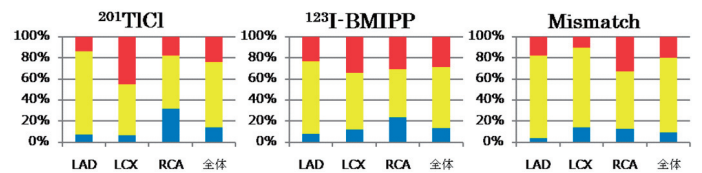


Fig.2 冠動脈領域

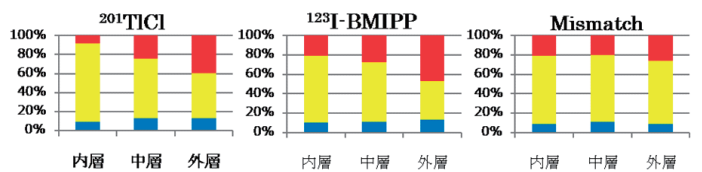


Fig.3 層

【結論】自動解析の方が視覚解析よりスコアを過大評価し、心尖部側から心基部側にかけて過大評価する割合が高くなった。そのため、日常診療で解析ソフトを用いたスコア解析を行う際、心基部側を過大評価する特徴を理解し、視覚的評価と合わせて補助的に用いることが望ましいと考えられた。また、自動解析には、先に示したような特徴を有するが、画像診断専門医の経験による差がなくヒューマンエラーが生じないため、長期的な患者の経過観察において非常に有用であると考えられた。

○井上 直¹⁾、湯浅 将生²⁾、国金 大和²⁾、音見 暢一³⁾、高尾 正一郎⁴⁾、岩瀬 俊⁵⁾、佐田 政隆⁵⁾、能勢隼人⁷⁾、大谷 環樹⁸⁾、大塚 秀樹⁶⁾

1) 徳島大学医学部保健学科放射線技術科学専攻、2) 徳島大学病院診療支援部、

3) 徳島大学病院放射線診断科徳島大学大学院 HBS 研究部、4) 診療放射線技術学、5) 循環器内科学、

6) 画像情報医学、7) 麻植協同病院放射線科、8) 徳島大学大学院保健科学教育部保健学専攻

【背景】冠動脈 CT は冠動脈の形態評価に優れ、核医学検査の一つである心筋シンチグラフィでは形態画像では得られない心筋の機能評価が可能である。従来は冠動脈 CT などの形態画像と心筋血流シンチグラフィを視覚的に対比しながら責任血管の類推等を行っていた。近年撮像装置・画像解析ソフトの進歩により冠動脈 CT と心筋シンチグラフィの融合画像作成が可能となり、形態と機能を同時に同一画面で評価することが可能となった。徳島大学病院でも 320 列 CT を用いて冠動脈 CT 検査が施行できるようになり、心筋解析ソフトウェアも導入されたため、融合画像作成が可能となり、症例を重ねている。そこで、心筋血流シンチグラフィと冠動脈 CT の融合画像の精度や得られる所見に関する評価が必要と考え、今回の検討を行うことを考案した。

【目的】冠動脈 CT と心筋血流 SPECT の融合画像を作成し、冠動脈 CT における狭窄部位と SPECT 像での集積低下部位が一致するかどうかを比較し、融合画像がどのような点において有用であるのか検討すること。

【方法】冠動脈 CT および心筋血流シンチグラフィを行った患者 11 名を対象とした。冠動脈 CT/SPECT 融合画像を 3 次元画像解析ソフト SYNAPSE VINCENT を用いて作成し、SPECT での有意な集積低下部位と融合画像での血流低下部位が一致しているか核医学専門医による読影実験を行った。対象とした患者 11 名について、それぞれ冠動脈 15 セグメントごとに SPECT の Rest、Stress で有意な集積低下がある場合は + を、集積低下がない場合は - を付け、+ を付けた有意な集積低下がある部位と融合画像での血流低下部位が一致していれば○とした。

【結果】Fig.1 は冠動脈 15 セグメントごとの集積低下の有無を示したもので、Stress、Rest 共に集積低下が認められたものを赤、Stress のみ集積低下が認められたものを黄、Rest のみ集積低下が認められたものを緑、

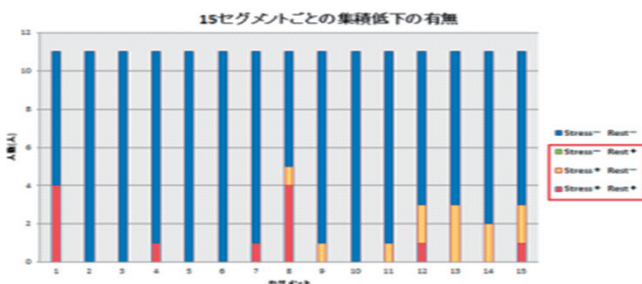


Fig.1 冠動脈 15 セグメントごとの集積低下の有無

Stress、Rest 共に集積低下がなかったものを青で表示してある。Fig.1 から、全体的に集積低下の割合は低いことがわかる。この中でも赤で囲った少なくとも一方に集積低下が認められたものについて、各セグメントごとに SPECT での集積低下部位と融合画像での集積低下部位が一致するかどうかを検討した。

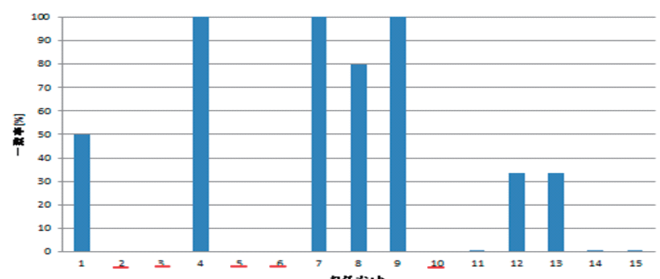


Fig.2 各セグメントごとの集積低下部位と融合画像での血流低下部位との一致率

Fig.2 は各セグメントごとの集積低下部位と融合画像での血流低下部位との一致率を示したものである。一致率を見ると、右冠動脈領域である #4 の一致率は 100% であるのに対し、左冠動脈回旋枝領域である #14 や #15 の一致率は 0% であった。これは読影上責任血管同定が困難な分水嶺領域であるが、融合画像により視覚的評価が容易かつ正確にできた。

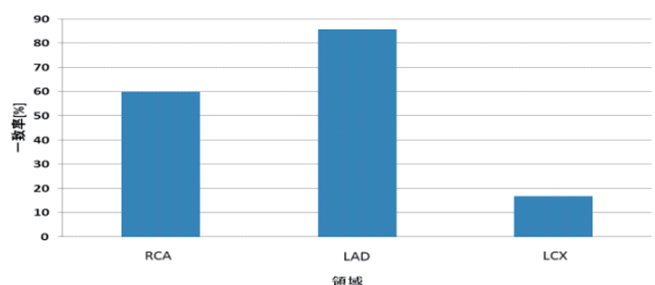


Fig.3 各領域ごとの集積低下部位と融合画像での血流低下部位との一致率

Fig.3 は各領域ごとの集積低下部位と融合画像での血流低下部位との一致率を示したものである。一致率を見ると、左冠動脈回旋枝の領域の一致率が低かった。以上から、今回の研究において、右冠動脈と左冠動脈回旋枝の分水嶺においては右冠動脈領域の一致率が高かったといえる。

【結論】冠動脈 CT/心筋シンチグラフィ融合画像は冠動脈バイパス術後例と分水嶺領域の責任血管同定に有用であった。

○内部 拓、宮井 将宏、矢田 伸広、原元 益夫、小松 明夫、山本 泰司
島根大学医学部附属病院

【背景】体内に投与された RI から放出される γ 線は体内臓器にて減弱し、検出される計数値が低下する。これを補正する方法として、CT を用いた computed tomography attenuation correction (CTAC) 法がある。しかし、本邦では心臓専用 CZT 半導体 SPECT 装置における CTAC 法を用いた報告がないのが現状である。

【目的】心臓専用 CZT 半導体 SPECT 装置 (CZT-SPECT) における CTAC 法の効果について、従来のアンガー型 SPECT 装置 (NaI-SPECT) と比較した。

【方法】ファントムの左室心筋部 (容積 125 ml) に $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 水溶液 0.6 MBq/ml 封入し、CZT-SPECT で収集した。次に、同ファントムを NaI-SPECT で収集し、CT を撮影した。得られた両装置の収集データに CTAC 法を用いて画像再構成し、PolarMap (4walls, 17segments) を用いたスコア値で評価した。

【使用機器、機材】CZT-SPECT : Discovery NM 530c (GE Healthcare)、NaI-SPECT : Discovery NM/CT 670 pro (GE Healthcare)、画像処理装置 : Xeleris Ver. 3.0 (GE Healthcare)、ファントム : 心臓肝臓ファントム (京都科学)、核種 : $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 0.6 MBq/ml

【撮影、収集、再構成条件】CZT-SPECT は Multi-Pinhole を用いて 180° 収集し、MAP-EM 法、Iterations 60, Butterworth 0.37 cycles/cm で再構成した。NaI-SPECT は LEHR を用いて 90° (L 型) で 180° 収集し、OS-EM 法、Iterations 2 (SI : 20)、Butterworth 0.50 cycles/cm で再構成した。

CT 撮影条件は、管電圧 120 kV、管電流 20 mA、再構成関数 soft, adaptive statistical iterative reconstruction (GE Healthcare) 40% とした。

【結果】Table 1, 2 に PolarMap (4walls) の結果を示す。CZT-SPECT では中隔の補正効果が高く、NaI-SPECT では前壁、中隔、後壁が同等に高い補正効果を示した。また、両装置ともに側壁の補正効果が低くなった。Fig. 1, 2 に PolarMap (17segments) の結果を示す。横軸をセグメント、縦軸を相対値と CTAC の有無による変化率にて表す。両装置ともに心基部、中央部で補正効果が高く、segment 17 で最も低くなった。両装置で心基部より心尖部の補正効果が低くなったのは、心筋部と検出器の距離が近いこと、吸収体が少ないことが考えられる。

【結語】CZT-SPECT の収集データに対して、CTAC 法を適用することで、NaI-SPECT と同部位で補正効果が得られた。

Table 1 CZT-SPECT における PolarMap (4walls)

| | anterior | septum | inferior | lateral |
|---------------------|----------|--------|----------|---------|
| CTAC (-) (%) | 61 | 53 | 62 | 61 |
| CTAC (+) (%) | 85 | 77 | 84 | 74 |
| CTAC (+) / CTAC (-) | 1.393 | 1.452 | 1.355 | 1.213 |

Table 2 NaI-SPECT における PolarMap (4walls)

| | anterior | septum | inferior | lateral |
|---------------------|----------|--------|----------|---------|
| CTAC (-) (%) | 57 | 57 | 62 | 63 |
| CTAC (+) (%) | 75 | 74 | 81 | 75 |
| CTAC (+) / CTAC (-) | 1.316 | 1.298 | 1.306 | 1.190 |

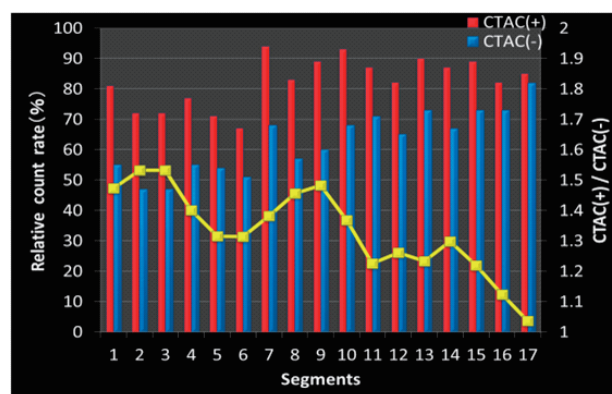


Fig.1 CZT-SPECT における PolarMap (17segments)

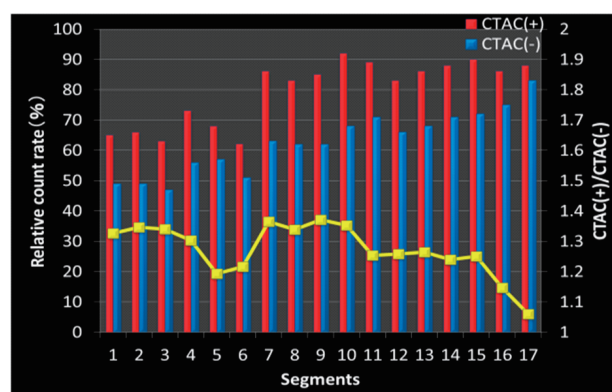


Fig.2 NaI-SPECT における PolarMap (17segments)

心臓専用半導体 SPECT 装置における 心臓ファントムを用いた乳房の SPECT 画像への影響

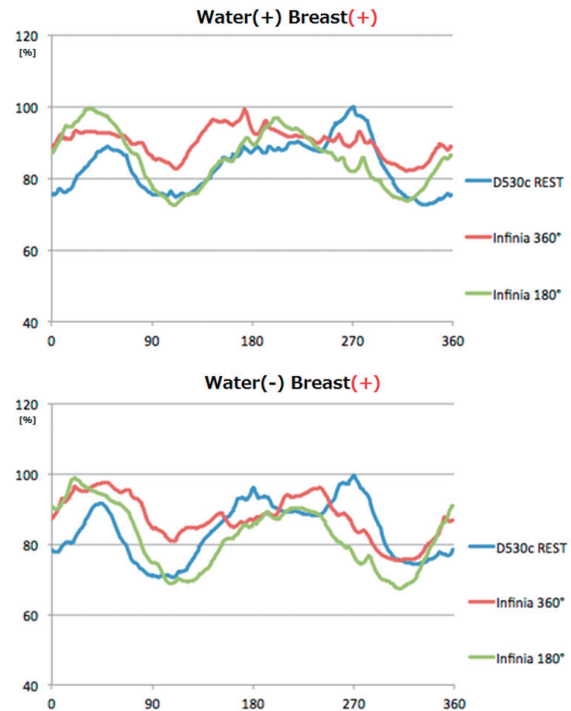
○大西 恭平、石村 隼人、神野 仁寿、末国 宏、小島 明彦、田頭 裕之
愛媛大学医学部附属病院

【背景】従来型の SPECT 装置にて、女性では乳房による減弱により前壁中隔から心尖部でカウント低値となる報告がある。しかし心臓専用半導体 SPECT 装置 (Discovery NM530c : 以降 D530c とする) においては、乳房の吸収によるアーチファクトの報告はあまりなされていない。また臨床の現場においても、乳房の吸収によるアーチファクトが見られない印象を受ける。

【目的】心筋ファントムと乳房ファントムを用いて心臓専用半導体 SPECT 装置における乳房による心筋血流シンチ画像への影響をアンガー型 SPECT 装置 (以降 Infinia 3 とする) と比較し検討する。

【方法】心筋ファントムに乳房ファントムを装着し、左心筋部分に RI を封入する。左心筋部分以外を水で満たした場合 (水あり) と空気で満たした場合 (水なし)、乳房ファントム装着の有無それぞれにおいて、D530c と Infinia 3 (180度・360度) にて SPECT 収集を行う。得られた SPECT 画像より① Bull's eye map 画像にて乳房によるアーチファクトの確認、②サーカムフレシヤルカーブ解析、③プロファイルカーブ解析による前壁と下壁のカウント比 についてそれぞれ比較した。

【結果】①水あり・なしの全ての SPECT 収集方法での Bull's eye map 画像において、カウント低下部位が確認できた。LAD 領域 (Segment : 2, 8, 14)、LCX 領域 (Segment : 5, 6, 11, 12, 16) において低下部位が確認できた。②180° 収集と D530c において同様なカーブが見られた。360° 収集が最も乳房による吸収



の影響が少ない印象を受けた。③前壁と下壁のカウント比に大きな差異は認められなかった。

【考察】①乳房によるカウント低下であると考えられる。今回使用した乳房ファントムは、日本人体型からみると大きいものであったため、大きな変化が見られたと考えられる。②コールドスポットの描出に優れている 180° 収集の特徴が見られと考えられる。また、D530c においても、コントラスト・分解能が良い画質が得られており、同様なカーブが得られたと考えられる。③乳房によるカウント低下部位をプロファイルカーブにて確認できていない可能性があると考えられた。

【結論】全ての SPECT 収集方法での Bull's eye map 画像において、乳房ファントムによるカウント低下部位が確認できた。また、D530c においても乳房によるアーチファクトが確認された。しかし、今回使用された乳房ファントムは、日本人体型からみると大きいものであり、日本人体型にあった検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 中嶋 憲一ら 『心臓核医学から見た日本人における SPECT と心機能の標準データベース』 J Cardiol Jpn Ed 2012; 7: 1-7

