

^{201}Tl 心筋シンチにおけるコリメータの種類と収集角度の違いによる心筋描出についての検討

多根総合病院 医療技術部 放射線診断部門

坪山 義人 脇田 季胤 濱澤 良将 松尾 良一

要 旨

心筋 ^{201}Tl シンチは安静時の心筋血流評価のみならず, 運動や各種薬剤を使用した負荷検査により冠血流予備能の異常を簡便かつ非侵襲的に評価できるという特長を有し, 定量評価にも適し冠動脈疾患の診断には有用な検査である. 当院で使用可能な3種類のコリメータと二検出器型ガンマカメラを使用し, 検出器角度をL型 76° にした 180° データ収集と検出器角度を 180° 対向で 360° データ収集でファントム実験を行い, コリメータと収集角度の違いによる心筋ファントムの描出の違いを検討した. 結果心臓専用コリメータの感度が高く臨床上想定されうる時間内では一番安定したプロファイルカーブとなった. 検出器角度は 180° 対向で 360° データ収集を行なう方がより安定したプロファイルカーブを得ることができた. 検査時間の短縮が必要で 76° 近接収集で 180° データ収集を行う場合にはアーチファクトは避けられず, そのことを認識した読影が必要である.

Key words : 心筋 SPECT ; 収集角度 ; コリメータ

はじめに

二検出器ガンマカメラを用いて心筋 SPECT 検査を実施する際, 検出器配置角度 180° 対向として 360° データ収集する方法がエミッションによる深部情報を利用する SPECT の性質上一般的とされている. 一方, 検査時間短縮の目的もあり, 角度可変型二検出器ガンマカメラではL型 76° の検出器配置角度で 104° のデータ収集を行い, 心臓を中心とした左前 180° のみのデータ

で画像再構成を行う方法も利用されている.

今回, 当院で使用可能な心臓専用コリメータ (Cardio High Sensitivity; 以下 CS), 低エネルギー用高分解能コリメータ (Low Energy High Resolution; 以下 HR), 低中エネルギー汎用コリメータ (Low Medium General Purpose; 以下 LM) の3種類のコリメータを使用し, 76° と 180° の検出器角度 (図1) での心筋描出能の違いを検討したので報告する.

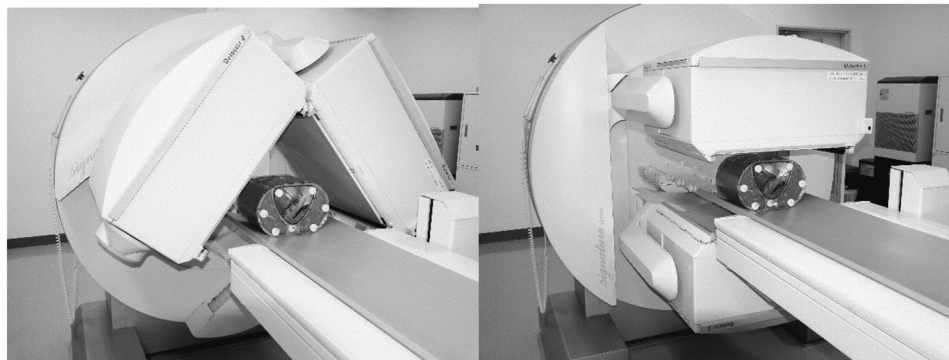


図1 検出器角度 76° と検出器角度 180°

方 法

使用機器はガンマカメラが Siemens 社製 E.CAM signature, コリメータは CS, HR, LM の3種類を用い, 胸部心臓ファントムとして京都科学社製RH-2型 (図2), 処理装置はe-soft バージョン6.7を使用した. 解析ソフトはプロミネンスプロセッサ¹⁾を用いた.

ファントム内²⁰¹Tlの濃度は, 心筋部分を成人投与量の4% 胸部の濃度を0.4%として作成し, 模擬欠損なしで評価した.

収集は以下の4方法で行った.

1. 3種類のコリメータ (CS, HR, LM) を使用し, L型76° 非円形軌道自動近接収集 (180° 再構成) で

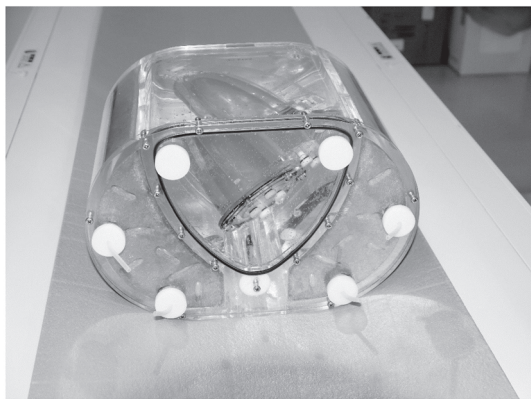


図2 京都科学社製 RH-2型胸部心臓ファントム

2. 3種類のコリメータ (CS, HR, LM) を使用し, 180° 対向非円形軌道自動近接収集 (360° 再構成) で収集を行った. 0° を始点とする360° (36step) である. 以下, 対向180° 近接収集とする.
3. コリメータ CS を使用して, ファントムの上部に厚さ約5センチのバスタオルを置き, L型76° 非円形軌道自動近接収集 (180° 再構成) と180° 対向非円形軌道自動近接収集 (360° 再構成) の収集を行った. それぞれ step and shoot 15sec / view, 36step Matrix 64×64, ZOOM1.45 で収集した.
4. コリメータ CS 使用で, 180° 対向非円形軌道自動近接収集 (360° 再構成) で15sec / view と20sec / view の収集を行った. (36step Matrix 64×64, ZOOM1.45)

処理方法は以下のものを用いた.

前処理フィルタ BW フィルタ : 0.6cycles / pixel

画像再構成法 FBP

再構成フィルタ Ramp

解析は心筋ファントムの短軸像における心筋中央部の3画像を用いて評価した. 短軸像全てのスライスをカウント表示させたプロファイルカーブでは心尖部はカウントが高く心基部はカウントが低いのである (図3). 3スライスの平均カウントプロファイルカー

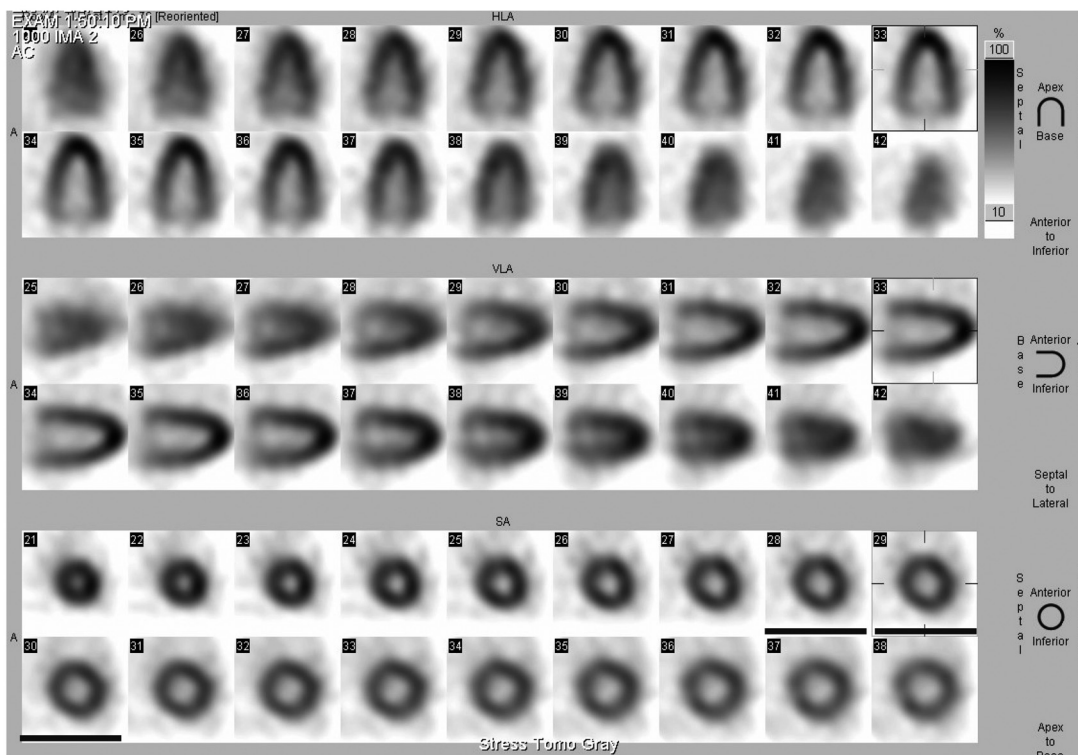
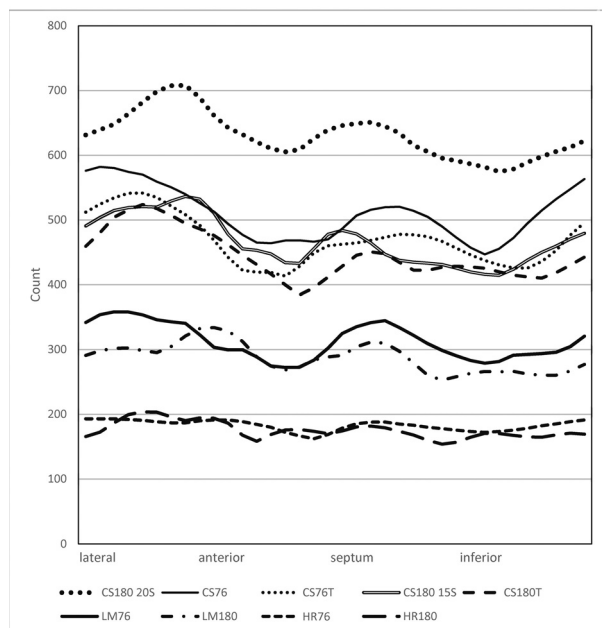


図3 短軸像の中央部 (下線) の3画像を選択



CS180 20S：コリメータ CS 対向 180°近接收集(20sec / view)
 CS76：コリメータ CS L型 76°近接收集
 CS76T：コリメータ CS L型 76°近接收集 (バスタオル有)
 CS180 15S：コリメータ CS 対向 180°近接收集(15sec / view)
 CS180T：コリメータ CS 対向 180°近接收集 (バスタオル有)
 LM76：コリメータ LM L型 76°近接收集
 LM180：コリメータ LM 対向 180°近接收集
 HR76：コリメータ HR L型 76°近接收集
 HR180：コリメータ HR 対向 180°近接收集

図4 プロファイルカーブ

ブはプロミネンスプロセッサ¹⁾で作成した。はじめに各収集方法全てをカウント表示させたプロファイルカーブを作成した(図4)。側壁から反時計回りにプロットし中央が中隔側となる uptake 表示となっている。尚、プロファイルの値はソフトの都合上、10°毎(36セグメントに分割)に計算している。

結 果

各収集方法全てをカウント表示させたプロファイルカーブは同じ収集時間において CS, LM, HR の順にカウントが高く CS は LM に比べて1.5倍程度、HR に比べて2.5倍から3倍感度が高い(図4)。

次にプロファイルカーブを比較するため最高カウントを100%として表示したプロファイルカーブを作成した。(図5-図10)

コリメータ CS の L型76°近接收集のプロファイルカーブでは前壁よりの中隔の低下が認められ、短軸画像上では下壁から側壁にかけて濃度の低下がみられる。対向180°近接收集のプロファイルカーブでは1時方向と8時方向にカウントの上昇する箇所がある。短軸画像上では1時方向と8時方向の濃度が上昇する箇所がみ

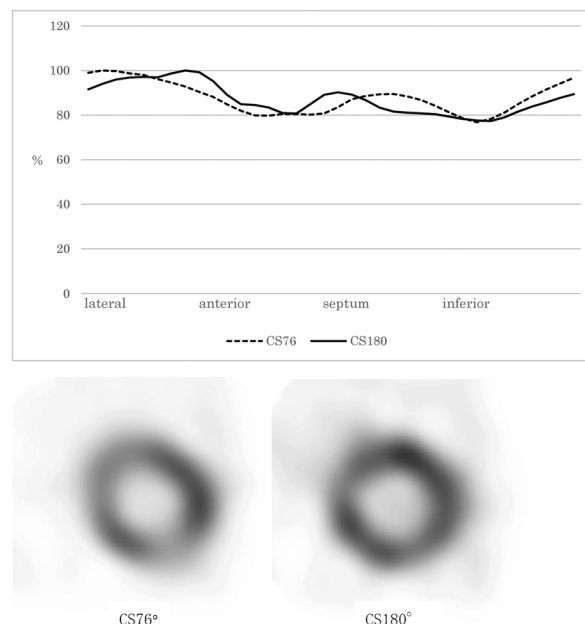


図5 CS76°とCS180°の短軸像とプロファイルカーブ

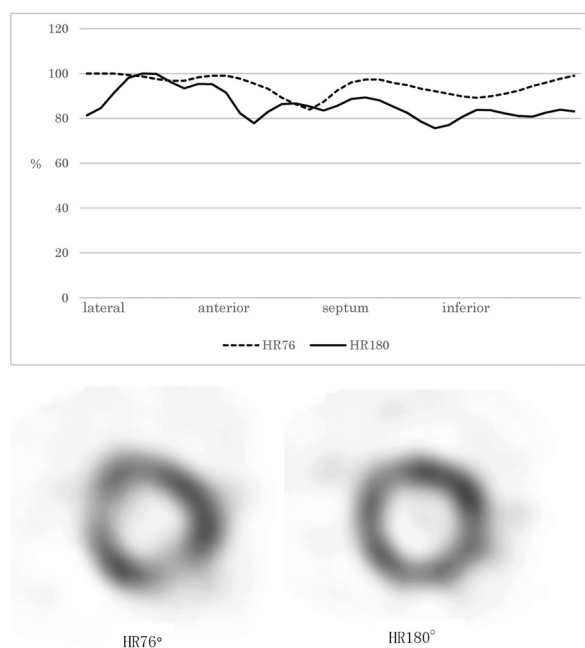


図6 HR76°とHR180°の短軸像とプロファイルカーブ

られるがそれ以外は安定した濃度である(図5)。

コリメータ HR の L型76°近接收集のプロファイルカーブでは中隔に低下している部分があるが安定したプロファイルカーブである。短軸画像上では5時方向と10時方向に濃度低下が強く不均一な画像となっている。対向180°近接收集のプロファイルカーブは前壁と中隔の間と中隔から後壁にかけて低下した部分があり、短軸画像上でもプロファイルカーブと同様の箇所濃度低下がみられ、全体的に不均一な画像となっている(図6)。

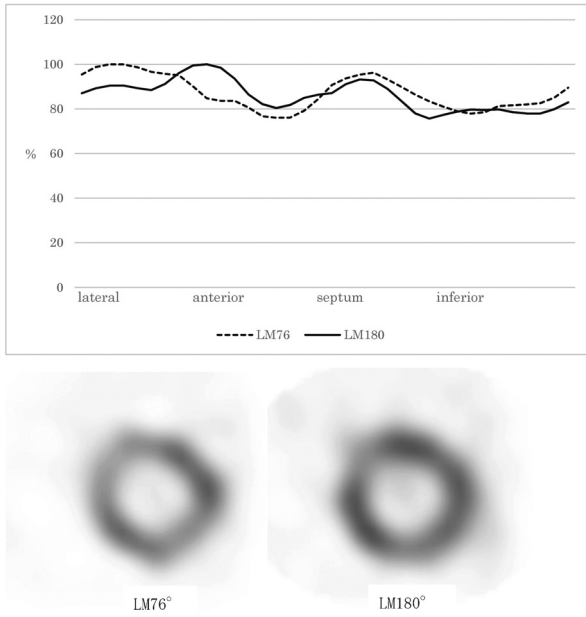


図7 LM76°とLM180°の短軸像とプロフィールカーブ

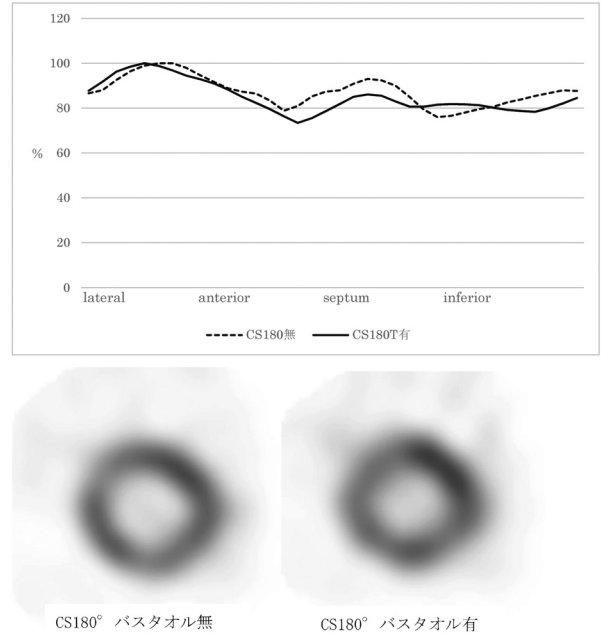


図9 CS180°バスタオル無とCS180°バスタオル有の短軸像とプロフィールカーブ

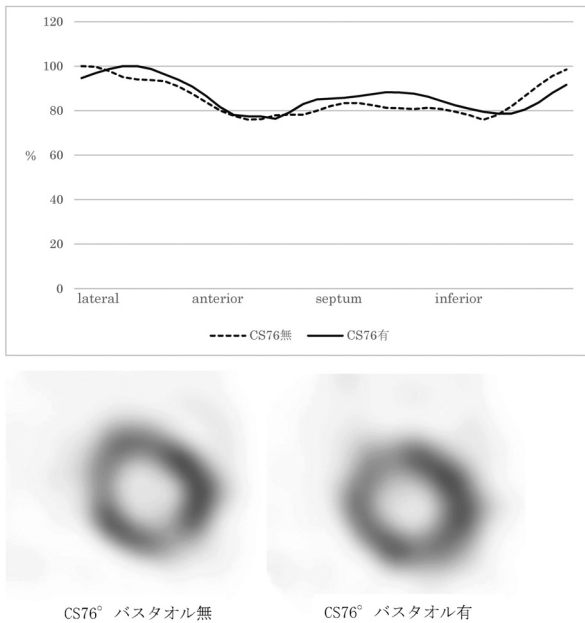


図8 CS76°バスタオル無とCS76°バスタオル有の短軸像とプロフィールカーブ

コリメータ LM の L 型 76° 近接収集のプロファイルカーブでは前壁から中隔にかけて低下し後壁でも低下している。短軸画像上も前壁と中隔の間と 5 時方向に濃度低下がみられる。対向 180° 近接収集のプロファイルカーブは前壁と中隔の間に低下している部分があり中隔から下壁にかけても低下している部分がある。短軸画像上でもプロファイルカーブと同様の箇所に濃度低下がみられる(図7)。バスタオルを置いた場合には CS76° 近接収集では安定したプロファイルカーブとなった(図8)。一方、対向 180° 近接収集ではバスタオル無

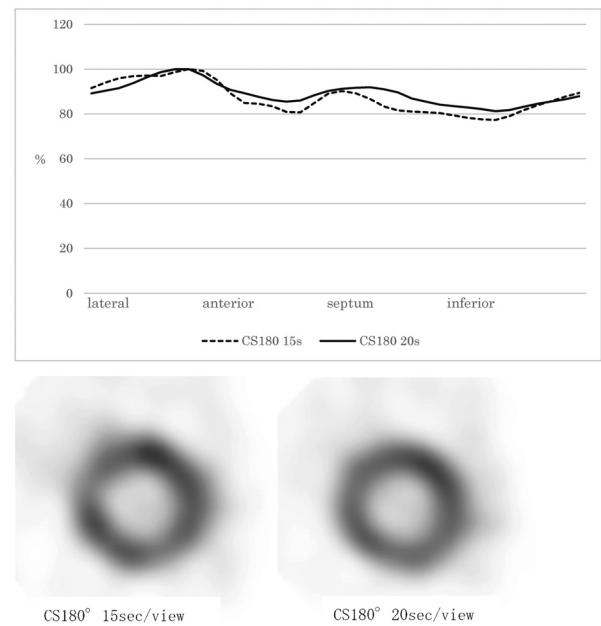


図10 CS180° 15sec / view と CS180° 20sec / view の短軸像とプロフィールカーブ

しの方が安定したプロファイルカーブとなった(図9)。

CS 対向 180° 近接収集で 15sec / view と 20sec / view の収集を比較すると収集時間が長い 20sec / view の方が安定したプロファイルカーブとなった(図10)。

考 察

心筋の異常部位を²⁰¹Tl 心筋シンチで欠損像として診断に用いるとき、左室の長軸を基準とした断面変換を行うが冠動脈支配領域と対比して評価できるという点

で有用である²⁾。

当院では、ガンマカメラ導入当時からメーカーの推奨であるコリメータCSを用いたL型近接76°収集の方法を選択して行ってきた。しかし、L型76°近接収集は前壁中隔が低下するという報告がなされており³⁻⁷⁾、当院でも読影医から指摘され、対向180°近接収集に変更していた。ただ実際にはL型近接76°収集のように180°データ再構成を行う施設が増加しており⁸⁾、また180°データ再構成はカウントの高い部分だけの画像再構成となるため画像がシャープになる⁹⁾という利点があり、再検討をすることとなり今回ファントム実験を行った。今回の実験ではあくまでも臨床で想定される検査時間内で収集を行う事によりコリメータと収集角度による相違を検討した。

今回の検討ではプロファイルカーブを用いた比較をしているが再構成画像も参考にしている。

プロファイルカーブと再構成画像が乖離しているのはコリメータにHRを使用したL型76°近接収集の場合で、プロファイルカーブは比較的安定しているが再構成画像は不均一な画像となっている。またHRは対向180°近接収集でも不均一な画像となっている。図4に示されるようにHRは感度が低くカウント数が少なく、CSやLMと同一の収集条件では画像は不均一になってしまう。

CSとLMの両者は類似したプロファイルカーブ、再構成画像を示す。両者の比較ではCSの方がプロファイルカーブで80%以下となる部分が少なく、また再構成画像でも感度の高いCSでは収集カウントが高くコントラストも得られている。L型76°近接収集と対向180°近接収集の比較では、対向180°近接収集の方が濃度低下の少ない画像となっている。これは近接収集では撮像時に体にあわせて寝台が上下し、かつ架台を左右に移動させながら収集するため、検出器と心筋の距離がばらついたデータとなるが、対向180°近接収集では対向するデータが存在するのに対しL型76°近接収集ではそれがなく距離によるカウント低下や分解能劣化の影響を受けやすいことによると考えられる。L型76°近接収集では対向するデータがないため理論的には不完全な再構成となり歪は増強し、再構成画像上で前壁側カウントに比べ心基部、中隔部のカウント小さくなり、濃度歪やアーチファクトを生み、下壁基部におけるコントラストは低下することとなる⁴⁾⁷⁾¹⁰⁾。L型76°近接収集は心筋短軸像では11時方向や5時方向でカウント低下が生じるアーチファクトが報告されており、今回の結果もそれに合致する¹¹⁻¹⁴⁾。

我々はこの歪を低減し心筋短軸像では11時方向や5

時方向でカウント低下を少なくするよう円軌道に近い収集方法も検討した。検出器がファントムに近づき過ぎないようにバスタオルを約5センチの厚さに重ねたものをファントムの上に置いて収集し円軌道に近づけた。その結果CS76°近接収集ではプロファイルカーブは80%以下となる部分が減少し、安定したプロファイルカーブになったが、再構成画像では濃度低下の解消には至らなかった。一方、対向180°近接収集ではその効果は少なかった。

CS対向180°近接収集で15sec/viewと20sec/viewの収集を比較した場合、収集時間が長い20sec/viewの方はプロファイルカーブで80%以下になる部分はなくなり安定したプロファイルカーブとなった。再構成画像もより均等な濃度分布となり、今回の実験では最も良好な結果得られた。

今回の実験から対向CS180°近接収集を用いることで安定したプロファイルカーブが得られ、濃度低下の少ない再構成画像が得られた。さらに収集時間を長くすることにより一層安定したプロファイルカーブと再構成画像を得ることが示された。また臨床上で検査時間の短縮を求められCS76°近接収集を選択する場合にはアーチファクトが出現する位置と範囲を念頭において読影する必要がある。バスタオルを置いて収集することでプロファイルカーブの安定とアーチファクトを軽減させる効果は認められるが、それでも対向180°近接収集とは異なることの認識した上での読影は必要である。

おわりに

今回我々が行ったのはファントム実験であり、臨床時では吸収体(骨、肺、右室)などの存在を無視できないため、一概にファントム実験の結果を临床上に反映させるのは問題である。しかし、収集方法によってアーチファクトの発生やカウントが上昇あるいは低下する部位が変わり、そのことを十分に考慮した上での読影が求められる。

文 献

- 1) 前田壽登, 山木範泰, 東 眞: 教育, 研究用核医学データ処理解析ソフトウェアパッケージの開発について. 日放線技会誌, 68 (3): 299-306, 2012
- 2) 岡田淳徳, 他: ²⁰¹TlCl心筋SPECT像の検討(180度と360度データ収集法の濃度均一性の比較). 日放線技会誌, 49 (9): 1601-1608, 1993
- 3) 相川修二, 星野広史, 伴 伸次: 心臓専用コリメータを使用したときの収集角度の違いによる心筋

- SPECT 像の描出についての検討. 北海道放線技誌, 63 : 41-47, 2003
- 4) 西村重敬, 小林秀樹: 心臓核医学コンプリートマニュアル, メジカルビュー社, 東京, 70-71, 2004
 - 5) 高野正幹, 他: 心筋 SPECT における L 型収集の問題点. 北海道放線技誌: 4-6, 2003
 - 6) 遠藤吉宗, 他: 心臓ファントムを用いた180度 SPECT 近接収集法におけるアーチファクト低減の検討. 日放線技会誌, 56 : 1113, 2000
 - 7) 利波紀久, 他: 最新臨床核医学, 改訂第3版, 金原出版, 東京, 177-178, 1999
 - 8) 西村恒彦: 心臓核医学検査, メジカルビュー社, 東京, 52, 2005
 - 9) 西村恒彦: SPECT 画像技術の基礎, 日本放射線技術学会出版委員会, 京都, 87-89, 2001
 - 10) 中野 智, 他: 検出器配置角度が心筋 SPECT 画像に与える影響. 第35回東海循環器核医学研究会, 5-6, 2001
 - 11) 櫻井 実, 他: 心筋 SPECT180度収集 (L 字型) の盲点—他施設で同一ファントムを用いた検討—. 心臓核医学談話会, 23 : 11-14, 2004
 - 12) 櫻井 実: 診断に役立つ SPECT 画像の作り方. ニュータウンカンファレンス, 31 : 9-14, 2006
 - 13) 長澤英二, 他: HeartRisk View 使用開始にあたっての基礎的検討. 福井県核医学研究会, 16 : 5-6, 2009
 - 14) 安藤猛晴, 他: 心臓解析ソフトの機種間差 (20セグメント) についての検討. 日放技会東京会誌, 105 : 20, 2007