

原 著

^{99m}Tc-tetrofosminによる胆嚢の高集積が
心筋SPECT画像に及ぼす影響と改善法についての検討久野晴丘・浦辺 好・廣木昭則・阿部一之・吉開友則¹⁾論文受付
1999年 3 月 29日論文受理
2000年 5 月 19日

Code No. 523

佐賀医科大学医学部附属病院放射線部
1)佐賀医科大学医学部附属病院放射線科

緒 言

^{99m}Tc心筋血流製剤は、²⁰¹TlClに比べ物理学的半減期が短く低被曝のため大量投与が可能であり、またガンマカメラによる検出に適したエネルギーであるなどの理由により近年多用されている¹⁾。この製剤は、お

もに肝胆道系および尿路系から排泄されるため、排泄経路である肝胆道系へ集積する²⁾。それが目的部位である心臓に近い場合、SPECT(single photon emission computed tomography)再構成画像にartifactsを生じ、このartifactsはカウントの低下を招き、画質を劣化さ

Interference from High Gall Bladder Uptake in Technetium-99mTetrofosmin Myocardial Perfusion SPECT Imaging and Improvement

HARUTAKA HISANO, KONOMU URABE, AKINORI HIROKI, KAZUYUKI ABE, and TOMONORI YOSHIKAI¹⁾Department of Radiology, Saga Medical School
1)Department of Radiology, Saga Medical School

Received March 29, 1999; Revision accepted May 19, 2000; Code No. 523

Summary

The purpose of this study was to estimate the influence of high gall bladder uptake in Technetium-99m myocardial SPECT imaging and to establish improvements of artifacts for better image quality and quantitiveness. In the phantom studies, artifactual defects were observed in the posterior, inferior, and anterior walls when the myocardium/gall bladder radioactive ratio increased (more than 1:1) and they were markedly demonstrated when the ratio increased further (more than 1:2). Marked artifactual defects were also observed when setting gall bladder activity in the myocardial reconstruction area. Although relative activity in myocardial SPECT images increased when the gall bladder was masked, counts in defect areas yielded by artifact did not increase, indicating that quantitiveness was not improved. Masking of gall bladder activity on the projection data was necessary for improvement of image quality and quantity. We examined countermeasures for promoting bile excretion and the "right lateral bending position" in the clinical studies. Radioactivity was decreased 60.2% in the gall bladder and 49.7% in the hepatic bile duct by excreting bile. These counts were increased 50.91% in the apex and 43.55% in the inferior wall by the right lateral bending position. We concluded that we could obtain more accurate image quality and quantitiveness by either promoting bile excretion or using the right lateral bending position.

Key words: Technetium-99m myocardial SPECT (single photon emission computed tomography), Gall bladder activity, Artifactual defects, Bile excretion, Right lateral bending position

別刷資料請求先：〒849-0937 佐賀市鍋島 5-1-1
佐賀医科大学医学部附属病院 放射線部 久野晴丘 宛

せるため診断能低下の要因となる³⁾。

これらの改善策として今井ら⁴⁾は、^{99m}Tc-MIBI [hexakis(2-methoxy isobutyl isonitrile)]の心筋以外の高集積をprojection dataより削除することを試み、約半数でartifactsが解消したが、高集積が心臓と同じ高さにあった場合は削除できないと報告した。また小林ら⁵⁾はECT(emission computed tomography)ベット軸を15度右側へ傾ける体位(vanishing liver position)によって、^{123I}-MIBGの肝臓への高集積を再構成範囲から除外することを試み、肝隣接部の心筋カウント低下は消失したと報告した。しかし^{99m}Tc-tetrofosmin使用時の胆嚢への高集積が原因となって出現するartifactsの状態について検討し、画質改善法について報告した論文は見当たらない。そこで著者らはファントム実験および臨床データによるartifactsの状態および画質改善法について検討したので報告する。

1. 方法

1-1 ファントム実験

1-1-1 胆嚢模擬線源の放射エネルギーの変化による検討

心筋ファントム(RH-2型;株式会社京都科学社製)の右肺野下部に胆嚢模擬線源(胆嚢部)を配置できるよう改造をFig. 1a, bに示すように加えた。^{99m}Tc水溶液を心筋部(内容量187ml)に30MBq満たし、また胆嚢部(内容量2ml)には心筋部との放射能比(心筋部:胆嚢部)が1:0, 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:3となるように(蒸留水のみ), 15, 30, 45, 60および90MBq満たし、この6種類の条件下でSPECT画像を得た。SPECT施行時、胆嚢部を再構成範囲内に含まれる位置に配置した(Fig. 1c)。その際、肺野部は木チップ、縦隔部は蒸留水で満たした。使用装置はSPECT装置(ZLC-75 DIGITRAC ORBITER; シーメンス社製、低エネルギー高分解能平行多孔型コリメータ)およびデータ処理装置(SCINTIPAC 7000; 株式会社島津製作所製)を用い、撮像条件はRAO 45度からLPO 45度の180度を5.625度ごと32方向、1方向当たり15秒、64×64マトリクスとした。前処理フィルタはButterworth(order 8, cut off 0.25cycle/pixel)、再構成フィルタにはShepp & Loganを用いた。なお、吸収補正および散乱線補正は行わなかった。

解析法はFig. 2aに示すように、SPECT画像のvertical long axial imageの5カ所(前壁心基部側; ROI 1, 前壁心尖部側; ROI 2, 心尖部; ROI 3, 下壁; ROI 4, 後壁; ROI 5)にROI(4×4pixel)を設定し、心筋部と胆嚢部の放射能比1:0と他の5種類の放射能比のカウントの比較を放射能比1:0の心尖部カウントに対する相対カウントとした。さらにshort axial imageでのcircumferential profile curve(以下, CPR)および2D

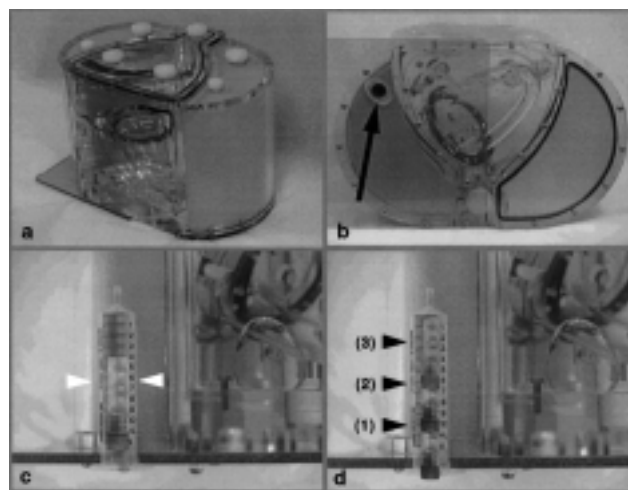


Fig. 1 (a)General appearance of myocardial phantom. (b)Entrance for sham gall bladder (arrow). (c)Position of sham gall bladder in radioactivity-altering studies(arrowhead). (d)Various positions of sham gall bladder in radioactivity studies (arrowhead).

polar mapを作成した。

カウント低下率2D polar mapは次式によって求めた。

$$\text{カウント低下率} = (A - B) / A \times 100 (\%)$$

A: 胆嚢部放射能なしの場合の心筋の1pixel当たりのカウント

B: 胆嚢部放射能ありの場合の心筋の1pixel当たりのカウント

なお、撮像は6回行い、この6回の撮像によって得られた画像のカウントは、初めに行ったカウントになるようにそれぞれ減衰補正を行った。

1-1-2 胆嚢部の位置の変化による検討

心筋部と胆嚢部の放射能比1:1.5のファントムを用意した。Fig. 1dに示すように、(1)胆嚢部上縁を心筋部下縁より2cm足側、(2)胆嚢部上縁と心筋部下縁が接する0cm、(3)胆嚢部上縁を心筋部下縁より2cm頭側、の3種類に配置させ、方法1-1-1と同一条件下でSPECT画像を得た。このSPECT画像から同様に相対カウント、CPR、2D polar mapおよびカウント低下率2D polar mapを求めた。なお、撮像は3回行い、得られた画像のカウントは、方法1-1-1と同様に減衰補正を行った。

1-2 画質改善の対策

1-2-1 マスク処理

胆嚢部上縁が心筋部下縁より頭側に位置するような状態、すなわち再構成範囲内に胆嚢が含まれる場合において臨床例およびファントム実験で再構成後の

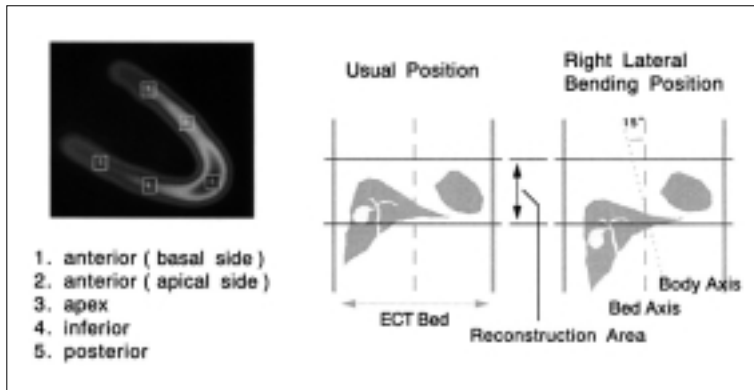


Fig. 2 (a) ROI positions.
(b) Patient positioning for myocardial SPECT.
Comparison of positions of myocardium and hepatobiliary system between the usual position and right lateral bending position.

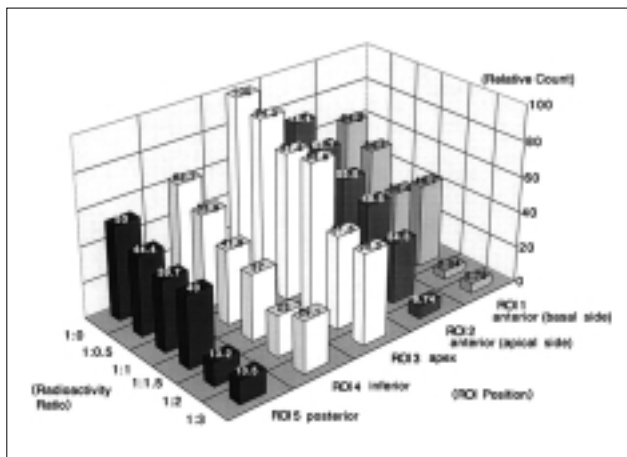


Fig. 3 Myocardial relative count at five ROIs for various myocardium/gall bladder radioactivity ratios. Myocardial count at ROI 3 (apex) is 100% under the condition that the myocardium/gall bladder radioactivity ratio is 1:0.

SPECT画像のtransaxial imageで胆嚢部を除外するためにマスク処理を行い、そのshort axial imageのCPRを作成した。

1-2-2 前処置による胆汁排泄

肝胆道系に疾患を認めない臨床例20例に対し、 ^{99m}Tc -tetrofosmin 740MBqを静注し、1時間後に撮像を開始した。20例中の10例(平均年齢 63 ± 13 歳、男性6例、女性4例)には絶食状態で ^{99m}Tc -tetrofosmin 740MBqを静注し、その直後に牛乳200mlを加えた食事を摂取する前処置を行い、残りの10例(平均年齢 67 ± 14 歳、男性5例、女性5例)は特別な処置は行わなかった。これらのprojection dataの正面像の上縦隔、心臓、肝右葉上部、胆嚢、肝内胆管の5カ所にfree ROIを設定し、上縦隔に対する各臓器の1pixel当

たりのカウント比を求めた。

1-2-3 撮像体位

ECTベット上で被検者の上半身の体軸を右側へ15度傾け、胆嚢などの高集積部を心筋再構成範囲内から除外する体位「right lateral bending position」でFig. 2bに示すようにして通常体位に続いて撮像した。対象は再構成範囲内に高集積部を含まない群8例(平均年齢 66 ± 11 歳、男性5例、女性3例)と含む群8例(平均年齢 62 ± 14 歳、男性4例、女性4例)の計16例である。方法1-1-1と同様に心筋5カ所と縦隔1カ所にROI(6×6 pixel)を設定し、心筋と縦隔の1pixel当たりのカウント比からカウント改善率を次式により算出した。

$$\text{カウント改善率} = (a - b) / b \times 100 (\%)$$

a: 「right lateral bending position」の場合の心筋の1pixel当たりのカウント/縦隔の1pixel当たりのカウント

b: usual position の場合の心筋の1pixel当たりのカウント/縦隔の1pixel当たりのカウント

なお、方法1-2-1、1-2-2および1-2-3において臨床例は安静時で検討を行った。統計処理は、方法1-2-2および1-2-3についてt検定(等分散を仮定した独立2標本による検定)を用い、危険率5%以下を有意差ありとした。

2. 結果

2-1 ファントム実験

2-1-1 胆嚢模擬線源の放射能の変化による検討

SPECT画像のvertical long axial imageの各ROIのカウントを算出し、放射能比1:0の心尖部ROI値を100%としてノーマライズし相対カウントとしたものをFig. 3に示した。放射能比1:1.5では下壁(ROI 4)が最も低く37%であった。放射能比1:2では前壁心基部側(ROI 1)で、放射能比1:3ではROI 1および前壁心尖部側(ROI 2)で10%未満になった。

放射能比が大きくなるに従い、相対カウントは減少し、1:2以上では心尖部(ROI 3)を除き極端に減少した。short axial imageでのCPRをFig. 4aに示した。放射能比1:2以上における相対カウントは他に比べて、中隔壁を除いて全域で低下し、特に前壁および下後壁での低下は大であった。2D polar mapをFig. 5aに示した。放射能比1:0では平均値201countsであった。これに対して放射能比1:1では144counts、放射

能比1:2では66countsと、それぞれ29%および69%低下した。

SPECT画像をFig. 6aに示した。心筋部と胆嚢部の放射能比1:0.5では後壁にわずかなカウント低下を認めた。このカウント低下は放射能比1:1では下後壁全域および前壁心基部側まで拡大した。下後壁のカウント低下は放射能比が増加するごとに著しくなった。放射能比1:2以上では前壁および下後壁に欠損を認め、放射能比1:3では側壁もカウントが低下し、欠損を認めた。

2-1-2 胆嚢部の位置の変化による検討

SPECT画像のvertical long axial imageにおいて結果2-1-1と同様に相対カウントを算出し、Fig. 7に示した。位置(2)では前壁心尖部側(ROI 2)が最も低く、38.5%であった。前壁および下後壁での相対カウントの低下が目立った。位置(3)では下壁(ROI 4)が最も低く、23.3%と著明であった。

short axial imageにおいてのCPRをFig. 4bに示した。位置(2)、位置(3)ともに下壁にカウント低下が認められた。Fig. 5bの2D polar mapでは、放射能比1:0の平均値201countsに対し、位置(1)で160counts、位置(2)で117counts、位置(3)で107countsとそれぞれ20%、41%および46%の低下を認めた。

SPECT画像をFig. 6bに示した。位置(1)では、前壁および下後壁ともに若干のカウント低下が認められた。位置(2)では、心尖部を除く全域にカウント低下を認めた。位置(3)では、前壁および後壁にカウント低下を認め、下壁には欠損像を認めた。特に前壁に比べ下後壁のカウント低下は大であった。

2-2 画質改善の対策

2-2-1 マスク処理

再構成後のSPECT画像においてマスク処理前後のファントム、臨床画像およびCPRをFig. 8に示した。マスク処理で心筋画像の相対濃度の上昇は認められたが、下壁のカウント低下の改善は認められなかった。

2-2-2 前処置による胆汁排泄

前処置による胆汁排泄効果をFig. 9に示した。上縦隔に対する各臓器の1pixel当たりのカウント比は、前処置を行った群は前処置を行わなかった群に比べ、肝右葉上部では2.84±0.76から2.22±0.39と21.8%(p<0.05)減少し、肝内胆管では7.64±2.25から3.84±0.64へ49.7%(p<0.01)有意に減少した。特に胆嚢においては14.57±4.05から5.80±2.33へ60.2%(p<0.01)と大きく減少した。

2-2-3 撮像体位

「right lateral bending position」による心筋のカウント改善率をFig. 10に、またFig. 11に臨症例2例の

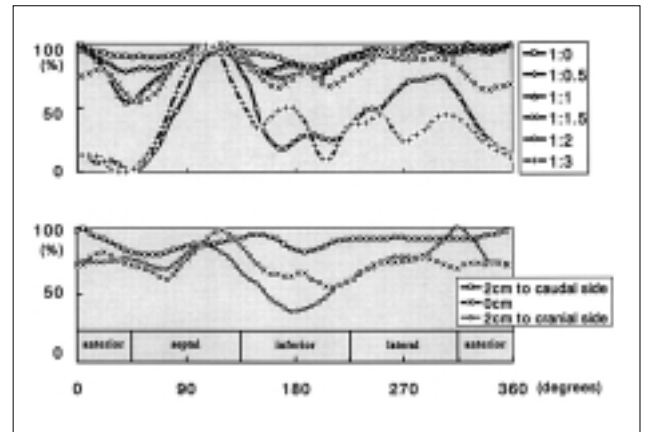


Fig. 4 (a) Circumferential profile curve of short axial image for various gall bladder radioactivities. (b) Circumferential profile curve of short axial image for various gall bladder positions.

SPECT画像を示した。再構成範囲内に高集積部を含む群の心筋カウント改善率は、前壁心基部側(ROI 1)で22.34±6.64%、前壁心尖部側(ROI 2)で28.26±8.34%、心尖部(ROI 3)で50.91±30.00%、下壁(ROI 4)で43.55±25.68%、後壁(ROI 5)で26.54±14.50%ですべての領域において有意に改善を認めた(p<0.01)。

3. 考察

心筋血流製剤として²⁰¹TlClは広く用いられ、すでにその有用性についても確立されている。しかし、放出光子エネルギーが70~80keVと低いため吸収、散乱の影響を受けやすく、深部病変の検出に不向きである。また、長半減期および高価であるという理由により大量投与ができず、また十分な光子数が得られないのが欠点である⁶⁾。一方、^{99m}Tc製剤は²⁰¹TlClにみられる欠点は少ないものの、肝胆道系へ高い集積を示す。特に胆嚢への集積は高く、SPECT画像にartifactsを出現させる⁷⁾。

^{99m}Tcによる著者らの実験でも、心筋部と胆嚢部の放射能比が大きくなるに従いartifactsが増加した(Fig. 3, 4a, 5a, 6a)。また再構成範囲内に胆嚢部を配置したときには、前壁および後壁にカウントの低下を、下壁には欠損像をおのおの認めた(Fig. 7, 4b, 5b, 6b)。

この現象は、再構成範囲内に肝臓や胆嚢の高集積部が存在すると、再構成フィルタのアンダーシュートの影響(cold pixel halo現象)で下壁においてカウント低下を招く⁸⁾。放射能比が大きくなるとその現象も広範囲に及び、カウント低下が拡大したものと考えられる。また放射能比1:2以上で全体的にカウントが低下した原因として、本実験に使用したデータ処理装置は16ビット機で、うち7ビットをprojection data収集

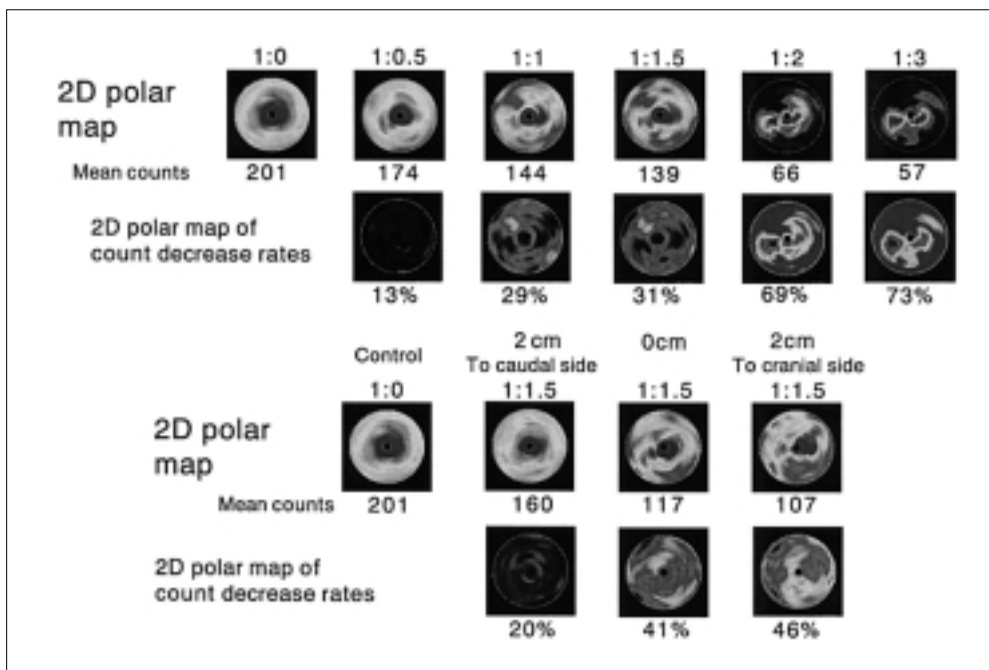


Fig. 5 (a) Two-dimensional polar maps of counts and count decrease rates for various gall bladder radioactivities.
 (b) Two-dimensional polar maps of counts and count decrease rates for various gall bladder positions.

a
b

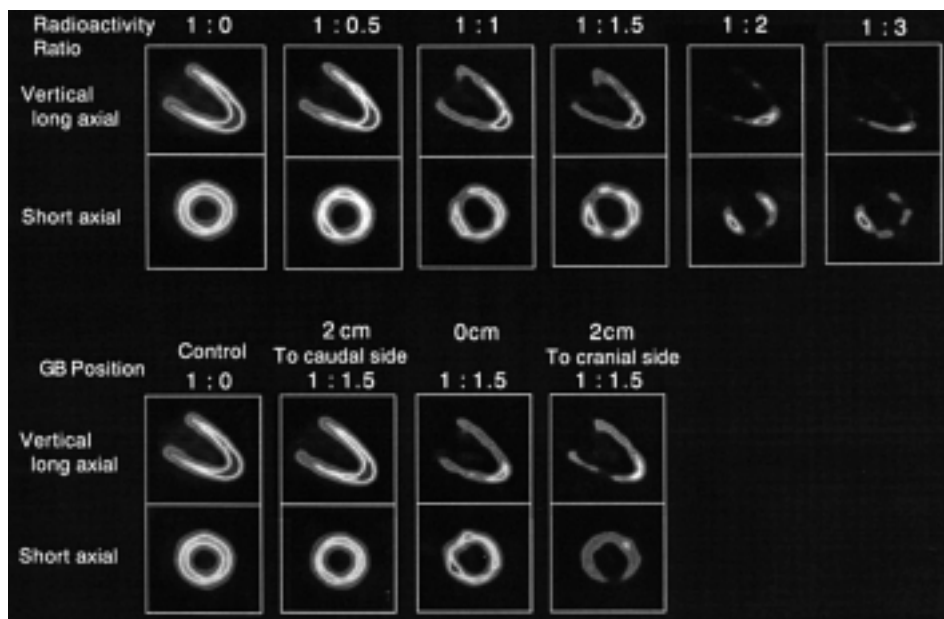


Fig. 6 (a) Artifacts due to various gall bladder radioactivities.
 (b) Artifacts due to various gall bladder positions.

a
b

に割り当てている．この割り当てられた7ビットでは1pixel当たり128 countsが最高カウントとなる．本実験では胆嚢のカウントが128countsを超え、オーバーフローを起こした．その際、胆嚢のカウントが最高カウントとして128counts/pixelで正規化されたため心筋のカウントが心筋/胆嚢比で相対的に低下し、発生した

と推測される．

cold pixel halo現象の改善法として、久保ら⁹⁾は前処理フィルタ(Butterworth filter)の次数を低くし、フィルタサイズを小さくすることによりスムージング効果で改善が得られたが、不完全投影データでは改善できなかったと報告している．

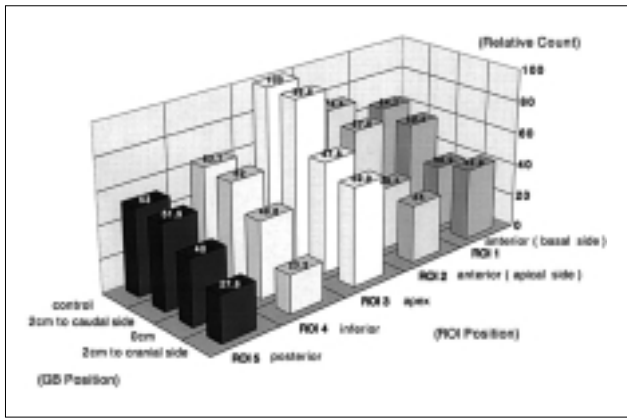


Fig. 7 Myocardial relative count at five ROIs for various gall bladder positions. Myocardial count at ROI 3 (apex) is 100% under the condition that the myocardium/gall bladder radioactivity ratio is 1:0.

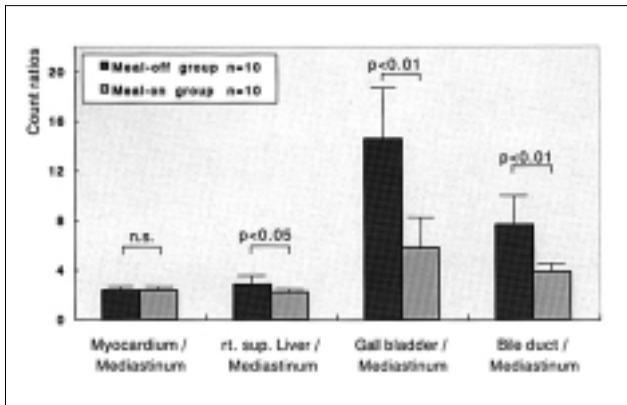


Fig. 9 Effect of promotion of bile excretion on count ratios of myocardium, superior right lobe of liver, gall bladder, and hepatic bile duct to mediastinum. Comparison between meal-off and meal-on studies.

また寺田¹⁰⁾は、再構成フィルタのRamp, Shepp & Logan, Cheslerについて比較したが、カウント低下領域には、ほとんど変化はみられなかったと報告している。すなわちフィルタ操作によってある程度の改善はみられるが、抜本的な改善法とは考えられない。

また大西ら³⁾は、TEW処理を行っても、cold pixel haloの影響が強い下壁や中隔のカウント上昇は認められず、肝臓からの散乱線が多い環境では過補正となる傾向がみられた。そして現在の吸収補正法は均一吸収体を想定しているため、輪郭抽出の精度によっても大きく左右され、現吸収補正法の限界を報告している。そこでNuytsら¹¹⁾は、正確な吸収補正によってほとんどartifactsが除去できたと報告している。このことから散乱線補正および吸収補正についてもフィルタ操作と同様、除去の抜本的な改善策とは考えられない。再

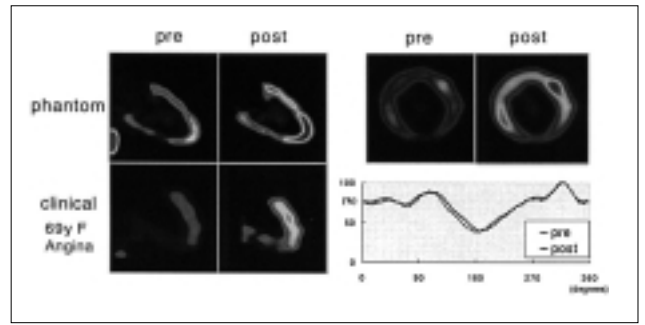


Fig. 8 Effect of masking at post-reconstruction image on phantom and clinical studies. Circumferential profile analysis of short axial images on pre-masking and post-masking.

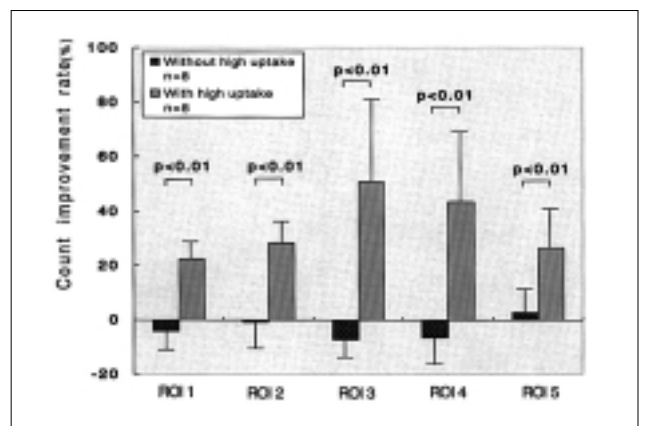


Fig. 10 Improvement rates of myocardial counts on right lateral bending position with and without high uptake in reconstruction area in clinical studies.

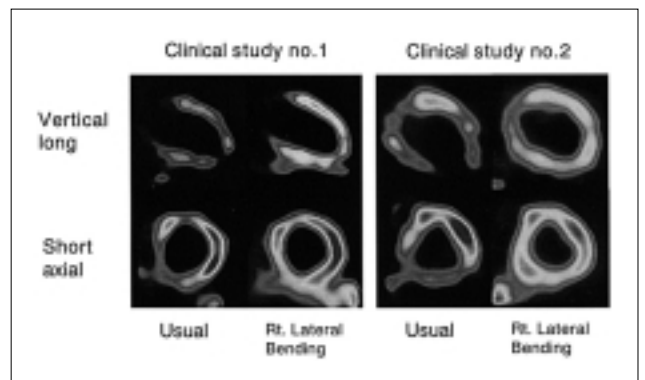


Fig. 11 Effect of right lateral bending position in clinical studies. Comparison of SPECT images between the usual position and right lateral bending position.

構成時にartifactsが発生することから、不均一吸収体での吸収散乱補正を加えた逐次近似再構成が必要である。

今回、再構成後のtransaxial imageで高集積の胆嚢部

をマスク処理しoblique imageを作成して、相対濃度は改善されたがCPRによるとカウンターの改善は全くみられなかった。このことは、再構成画像にすでにcold pixel halo現象が出現しているため、その後の処理では効果がないことを示唆している。マスク処理はprojection dataにおいて行うことに意味を持つが、高集積部が再構成範囲内に含まれる場合は、不可能である。

著者らの実験では、肝臓に比べて心筋から遠い距離に位置する胆嚢からでもartifactsが出現した。一般的にRI静注後に時間が経過すれば、 ^{99m}Tc は肝臓から洗い出され胆嚢へ集積する。福本ら¹²⁾は、安静時には肝臓のカウントは静注後10分で、また胆嚢のカウントは30分で各々最高に達し、胆嚢は心筋の32.4倍、肝臓の8.5倍(肝臓は心筋の3.8倍)と高い放射能集積を示し、また停滞時間も長いと報告している。一方、久保ら²⁾は、胆嚢が90分では心筋の8.5倍、肝臓の4.9倍(肝臓は心筋の1.8倍)であったと報告している。これらのことは時間経過に伴い胆嚢の放射能が低下することを意味しているが、artifactsを生じさせない程度まで胆嚢の放射能を低下させるにはかなりの時間を要する。

その間、放射能は心筋自体からも洗い出され、また物理学的半減期による減衰もあるので画質の劣化を引き起こす。このことからartifacts軽減には早期に胆嚢からの排泄を促進させることがきわめて重要となる。著者らは、絶食状態でRIを静注し、その直後に牛乳200mlを加えた食事を摂取させることにより肝臓からの洗い出しと胆嚢からの排泄を促進させる方法を試みたところ、その効果は顕著であり、artifacts軽減に有効であった。しかし腸管へと排泄された場合の影響⁷⁾や十二指腸から胃へ逆流した場合の影響¹³⁾が報告されている。このような再構成範囲外の消化管への高集積に対しては、projection dataでマスク処理により削除すれば効果が得られるが、散乱成分は残っている。ところで肝臓や胆嚢のような高集積部が心筋と同じ高さにある場合はマスク処理で削除できない¹⁴⁾ので、船橋ら¹⁴⁾や高橋ら¹⁵⁾は、projection dataで心筋の最大カウンターの110%の設定値ですべてのprojection dataを平坦化し、再構成を行う方法(pixel truncation法)によりartifactsが除去できると報告している。しかしこの方法は、projection dataに修正を加えるので、設定値によっては画質の歪み、均一性の変化が生じ、定量性が低下する¹⁶⁾。

小林ら⁵⁾は、 ^{123}I -MIBG心筋SPECT時の肝臓の高集積

を再構成範囲内から除外するため、ECTベッド軸を15度右側へ傾ける体位(vanishing liver position)について、ファントム実験で検討し、肝臓の影響によるartifactsを改善できたと報告している。

しかし、ECTベッドを傾けると、ベッドと検出器との干渉を避けるため検出器回転半径を大きくしなければならない。また床固定式ベッドの場合はベッドの傾斜は不可能である。そこで、著者らはECTベッドを通常どおり使用し、被検者自身の上半身の体軸を右側へ屈曲させた体位「right lateral bending position」で撮像を行った。この体位は最大15度まで可能であった。

この方法により検出器回転半径を大きくすることなく、再構成範囲内から直接胆嚢を外すことができ、最もartifactsを生じやすい下壁で $43.55 \pm 25.68\%$ 、心尖部で $50.91 \pm 30.00\%$ のカウント改善を認めた。呈示した臨床画像からも分かるように、この方法で著明にカウントが改善した。改善法としては簡便かつ有効であると思われた。また再構成範囲内に胆嚢を含まない症例では負の改善率を示し、施行してはならないと思われ、通常体位と「right lateral bending position」の使い分けが必要であることが示唆された。

4. 結 語

今回、著者らはファントム実験と臨床例において、胆嚢からのartifactsの出現状態を明らかにし、その改善法について検討した。マスク処理はすでにcold pixel halo現象が出現している再構成画像に施行しても無意味であり、projection dataにおいて行うことが必要と思われた。

再構成範囲外に胆嚢が存在しても心筋へ若干の影響を及ぼすので、心筋と肝胆道系の放射能比を小さくするためには胆汁排泄の促進が必要と思われた。次に再構成範囲内に胆嚢などの高集積部が存在する場合には「right lateral bending position」による撮像の併用が有効であると考えられた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本論文作成の際に終始、ご指導・ご校閲を賜りました前久留米大学医学部放射性同位元素施設助教授・梅崎典良先生および佐賀医科大学医学部放射線科教授・工藤 祥先生に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 杉原洋樹: ^{99m}Tc標識心筋灌流イメージング. 心臓核医学の21世紀への展開. pp.83-93, メジカルセンス, 東京, (1999).
- 2) 久保敦司, 中村佳代子, 橋本 順, 他: 新しい心筋イメージング剤^{99m}Tc-PPN1011の第1相臨床試験. 核医学, 29(10), 1165-1176, (1992).
- 3) 大西英雄, 増田一孝, 高田政彦, 他: ^{99m}Tc標識心筋血流製剤を用いた心筋SPECT画像への肝臓からの影響. 核医学, 35(6), 375-383, (1998).
- 4) 今井嘉門, 浅川喜祐, 星野寛倫, 他: MIBI心筋シンチのアーチファクトの原因に関して. 核医学, 32(3), 307-310, (1995).
- 5) 小林秀樹, 寺田慎一郎, 金谷信一, 他: 肝高集積が原因となって出現する¹²³I-MIBG心筋SPECTの下壁欠損像の特徴とその対策 - ファントムを用いた検討 -. 核医学, 31(4), 359-366, (1994).
- 6) 西村恒彦, 延吉正清: ^{99m}Tc-tetrofosminを用いた心筋SPECTの臨床応用 - 全国多施設による共同研究 -. 核医学, 32(9), 1007-1021, (1995).
- 7) 表 英彦, 荒井博史, 高橋典子, 他: テクネシウム心筋血流製剤の胆嚢および消化管集積が心筋SPECTに与える影響について. 日放技学誌, 52(10), 1525, (1996).
- 8) Germano G, Chua T, Kiat H, et al.: A quantitative phantom analysis of artifacts due to hepatic activity in Technetium-99m myocardial perfusion SPECT studies. J Nucl Med, 35, 356-359, (1994).
- 9) 久保直樹, 森田 穰, 荒井博史, 他: 心筋SPECT像における肝高集積によるアーチファクトと実空間フィルタの解析. 日放技学誌, 53(7), 1028, (1997).
- 10) 寺田慎一郎, 柏倉健一, 金谷信一, 他: 三検出器型SPECT装置におけるFalse Positive要因の検討(第3報) - 心筋再構成像における肝の影響について -. 日放技学誌, 50(2), 196, (1994).
- 11) Nuyts J, Dupont T, Van den Maegdenbergh, et al.: A study of liver-heart artifact in emission tomography. J Nucl Med, 36, 133-139, (1995).
- 12) 福本義裕, 鈴木光昭: マイオビューの投与後撮像開始時期の検討. マイオビュー「注射用」, 2-3, (1994).
- 13) Middleton GW and Williams JH: Interference from duodenogastric reflux of ^{99m}Tc radiopharmaceuticals in SPECT myocardial perfusion imaging. Nucl Med Commun, 17(2), 114-118, (1996).
- 14) 船橋正夫, 櫻山和幸, 清水隆一, 他: ^{99m}Tc製剤を用いた心筋SPECTのアーチファクト除去法. 日放技学誌, 53(7), 1004, (1997).
- 15) 高橋康幸, 柚山芳久, 八木誠一: ¹²³I-MIBG心筋シンチグラフィにおける肝臓の影響について. 日核技学誌, 13(3), 215, (1993).
- 16) 福田利雄: 心筋SPECTの基礎と画像処理. 群馬県核医学研究会会誌, 12(1), 31-36, (1997).

図表の説明

- Fig. 1 (a)ファントム概観.
(b)胆嚢模擬線源挿入口(矢印).
(c)胆嚢模擬線源の放射エネルギーの変化(矢頭).
(d)胆嚢模擬線源の位置の変化(矢頭).
- Fig. 2 (a)関心領域の位置.
(b)SPECT撮像体位.
通常体位および「right lateral bending position」における心筋と肝胆道系の位置の比較.
- Fig. 3 心筋・胆嚢放射能比1:0のROI(心尖部)カウントを100%とした場合の心筋・胆嚢放射能比における心筋の各関心領域での相対カウント.
- Fig. 4 (a)胆嚢の放射エネルギーの変化による短軸像のcircumferential profile curve.
(b)胆嚢の位置の変化による短軸像のcircumferential profile curve.
- Fig. 5 (a)胆嚢の放射エネルギーの変化によるカウントおよびカウント低下率の2D polar map.
(b)胆嚢の位置の変化によるカウントおよびカウント低下率の2D polar map.
- Fig. 6 (a)胆嚢模擬線源の放射エネルギーの変化によるアーチファクト.
(b)胆嚢の位置の変化によるアーチファクト.
- Fig. 7 心筋・胆嚢放射能比1:0のROI(心尖部)カウントを100%とした場合の胆嚢の位置における心筋の各関心領域での相対カウント.
- Fig. 8 ファントム実験および臨床例における再構成画像でのマスク処理の効果.
マスク処理前後の短軸像でのcircumferential profile解析.
- Fig. 9 心筋, 肝右葉上部, 胆嚢, 肝内胆管の縦隔に対するカウント比.
食事による前処置の有無における胆汁排泄効果の比較.
- Fig. 10 臨床例における再構成範囲内に高集積を含む場合と含まない場合の「right lateral bending position」による心筋のカウント改善率.
- Fig. 11 臨床画像における「right lateral bending position」の効果.
usual positionと「right lateral bending position」とのSPECT画像の比較.