

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 9 日現在

機関番号：22101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25461837

研究課題名(和文) センチネルリンパ節シンチグラフィにおける SPECT 画像の補正に関する研究

研究課題名(英文) Study of image correction for sentinel lymph nodes single photon emission computed tomography

研究代表者

對間 博之 (TSUSHIMA, Hiroyuki)

茨城県立医療大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：60615483

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：センチネルリンパ節(SLN)シンチグラフィの画像補正の効果や画像収集法の標準化を行うために、多層構造を有するSLN評価ファントムを開発し、各種画像補正の効果について評価を行った。散乱補正を行うことでコントラストは改善したが、低放射線量領域において信号を見落とす可能性が高まるため、推奨できない結果となった。減弱補正でコントラストの明らかな改善はみられなかったが、カウントは増加することから減弱補正は有効であった。空間分解能補正については、補正によりコントラストが高くなった。特に低放射線量信号についての検出能が大きく改善された。ただし、補正の更新回数を大きくするほど、偽画像が増える結果となった。

研究成果の概要(英文)：Multilayered phantom was developed which can be used to study the effect of image correction and standardization of imaging protocols for sentinel lymph nodes scintigraphy and evaluated various effect of imaging parameter and correction. Contrast is improved by scatter correction. However, since one cannot rule out the possibility of false-negatives in the low-count range, it could not be determined whether scatter correction should be recommended. Attenuation correction, although the contrast does not change, the count is increased. Therefore, we recommend attenuation correction. Contrast was higher with spatial resolution correction than without correction for sentinel lymph nodes. The effect was particularly large in the visualization of low-uptake sentinel lymph nodes. However, with increasing update time, false positives were occurred on image.

研究分野：放射線技術学

キーワード：sentinel lymph node SPECT 散乱補正 減弱補正 空間分解能補正

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2010年4月より、乳がんおよび悪性黒色腫にてセンチネルリンパ節 (SLN) 生検が保険適用となった。放射性同位元素を用いた検出法 (核医学法) においても撮像に関する保険点数も収載され、乳がんや悪性黒色腫の標準的な手技となった。しかし、SLN シンチグラフィにおいては、放射性医薬品の投与量、投与から撮像や手術までのスケジュール、撮像方法などが施設によって大きく異なっている。2011年度に行った学術調査 (日本放射線技術学会核医学分科会実施) の結果では、特に、撮像法 (使用コリメータ、収集時間、各種画像補正法) の施設間差が大きかった。また、国内では SPECT 撮像を追加する施設も多くなってきていることから、これまでのプラナー像に加え、SPECT 像の検討を行う必要があった。さらに、SPECT/CT を有する施設も増加してきており、CT 画像を用いた様々な画像補正法が新たに提唱されている。しかしながら、最も重要な SPECT の収集、画像補正法の違いによる SLN 検出の精度について定量的な検討を行った報告は十分とは言えず、SPECT (SPECT/CT) の収集や画像補正法について検証が必要であった。

2. 研究の目的

本研究では SLN 評価用ファントムを作成し、SPECT の撮像法、特に各種画像補正 (散乱補正、減弱補正、空間分解能補正) に関する定量的な評価を行うことで、SLN シンチグラフィにおける SPECT の標準的な撮像法の確立を目的としている。

3. 研究の方法

(1) SLN 評価ファントムの作成

SPECT 画像の評価に必要なリンパ節の位置 (深さ) を考慮したファントムが必要であるが市販品としては存在しないため、SPECT 画像に対する散乱、減弱補正の評価を行うことができない。そこで、SPECT 画像の定量的な評価実験を可能にするために、市販の X 線 CT 用ファントムを改良した SLN 評価ファントムを作成した。

(2) SPECT の至適収集条件の確立

各種画像補正法に関する検証を行う前に、SLN 評価ファントムを用いて、使用装置 (コリメータ) および撮像条件 (エネルギー設定など) による SLN の検出精度に関する評価を行った。

(3) SPECT の各種画像補正法に関する検証
標準的な収集条件で撮像されたデータを基に、散乱補正 (マルチウィンドウ法)、減弱補正 (Chang 法)、空間分解能補正 (collimator distance response) の影響を検証する。さらに、CT 画像による散乱補正 (effective scatter source estimation

法、ESSE 法)、減弱補正 (CT based attenuation correction、CTAC) の精度に関しても評価した。

4. 研究成果

(1) SLN 評価ファントムの作成

二重構造になっている既存の X 線 CT 評価用のファントムを改造し、SLN 評価ファントムの作成を試みた。内部には、放射性核種を封入できる線源容器とそれを取り付ける支持板を配置できる構造となっている。線源容器は 6、7.5、9.5、12 mm の 4 つの大きさが選択できる。支持板は表面より深さ 15 mm ~ 35 mm まで 5 mm 間隔で線源を着脱できるようになっている。また、線源容器と支持板の組み合わせを多層に配置できる構造になっているため、様々な位置や放射エネルギーの評価が同時に行えるファントムを作成することができた。

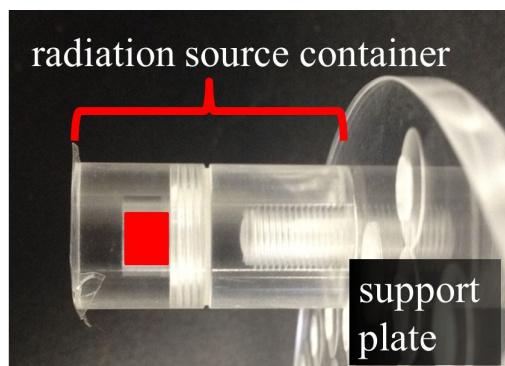


Fig.1 Support plate and radiation source container.

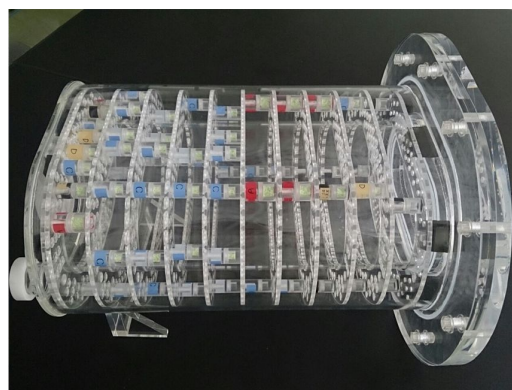


Fig.2 Side view of the SLN phantom

(2) SPECT の至適収集条件の確立

使用装置 (コリメータ) については、投与部位からのアーチファクトを抑制するために、低エネルギー用コリメータよりも中低エネルギーコリメータが有効であることを明らかにした。また、収集エネルギーの設定を高エネルギー側にオフセットすることで散乱線成分が抑制でき、コントラストの改善が見られた。

(3) SPECT の各種画像補正法に関する検証
 各種画像補正のうち散乱補正については、Multi Energy Window 法に比べ、CT 画像を用いた補正がよりコントラストが改善し、有効であったが、カウントの低下をきたし、低放射エネルギーの信号については、信号を見落とす可能性が高まるため、推奨できない結果となった (Table)。減弱補正によるコントラストの改善はなかったが、2 倍以上のカウントの増加がみられた (Fig.3)。

また、Chang 法に比べ CT 画像による減弱補正が有効であった。空間分解能補正については、特に低放射エネルギー信号についての検出能が大きく改善された。ただし、投与部位近傍では補正によりコントラストが低下する現象もみられた。

さらに、補正の更新回数を大きくするほど、コントラストは改善するが偽画像が増える結果となった (Fig.4)。

Table Decrease of back ground count by scatter correction.

Distance from injection site.	BG (SC-)	BG (SC+)	Decrease (%)
30mm	999	22	97.8% down
70mm	809	315	61.0% down

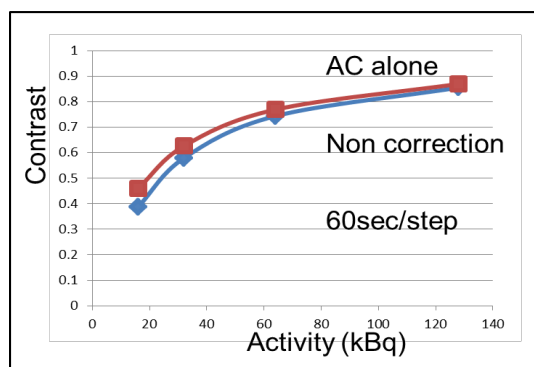


Fig.3 Corrective effect of attenuation correction.

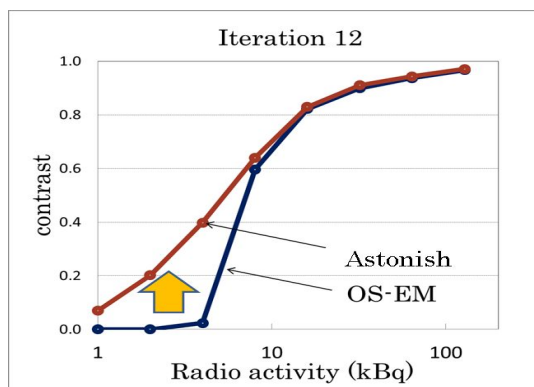


Fig.4 Corrective effect of spatial resolution correction

以上の研究成果より、センチネルリンパ節シンチグラフィにおける SPECT 画像について、評価用のファントムを使用し、評価することで、各種画像処理の効果について定量的に評価することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

Hiroto YONEYAMA, Hiroyuki TSUSHIMA, Masato KOBAYASHI, Masahisa ONOGUCHI, Kenichi NAKAJIMA, Seigo KINUYA
 Improved detection of sentinel lymph nodes in SPECT/CT images acquired using a low-medium-energy-general-purpose (LMEGP) collimator
 Clinical Nuclear Medicine、査読有 2014 ; 39(1):e1-6 .
 DOI: 10.1097/RLU.0b013e31828da362

Hiroto YONEYAMA, Hiroyuki TSUSHIMA, Masahisa ONOGUCHI, Takahiro KONISHI, Kenichi NAKAJIMA, Seigo KINUYA
 Elimination of scattered gamma rays from injection sites using upper offset energy windows in sentinel lymph node scintigraphy.
 Nucl Med Commun.、査読有、2015 ;36(5):438-44.
 DOI: 10.1097/MNM.0000000000000281

Hiroto YONEYAMA, Hiroyuki TSUSHIMA, Masahisa ONOGUCHI, Takahiro KONISHI, Kenichi NAKAJIMA, Shinro MATSUO, Daiki KAYANO, Hiroshi WAKABAYASHI, Anri INAKI, Seigo KINUYA.
 Optimization of attenuation and scatter corrections in sentinel lymph node scintigraphy using SPECT/CT systems.
 Ann Nucl Med.、査読有 2015 ;29(3):248-55.
 DOI: 10.1007/s12149-014-0939-1

〔学会発表〕(計 13 件)

Hiroto YONEYAMA, Hiroyuki TSUSHIMA, Takahiro KONISHI, Hironori KOJIMA, Shigeto MATSUYAMA, Minoru TOBISAKA, Masato KOBAYASHI, Masahisa ONOGUCHI
 Improved detection of sentinel lymph nodes in SPECT/CT images acquired using a low- to medium-energy-general-purpose collimator and optimal image processing
 3rd congress of the Asian Society of Nuclear Medicine Technology, 2013 年 10 月、(Taipei, TAIWAN)

對間 博之

核医学検査技術の標準化を有効利用する。
- NM から MI へ向けて -
第 29 回日本診療放射線技師学会大会、2013
年 10 月、(島根県、松江市)

Hiroyuki TSUSHIMA、Hiroto YONEYAMA、
Takashi YAMANAGA
Development of a body phantom for
sentinel lymph node SPECT in patients
with breast cancer.
The 11th WFNMB Congress 2014 年 8 月、
(Cancún、MEXICO)

Hiroto YONEYAMA、Hiroyuki TSUSHIMA、
Takahiro KONISHI、et al.
Elimination of the scattered gamma rays
from the injection site using an upper
offset energywindow in sentinel lymph
nodes scintigraphy.
The 11th WFNMB Congress 2014 年 8 月、
(Cancún、MEXICO)

Hiroto YONEYAMA、Hiroyuki TSUSHIMA、
Takahiro KONISHI、et al.
Optimization of attenuation correction
and scatter correction in sentinel lymph
nodes scintigraphy using SPECT/CT
systems.
The 11th WFNMB Congress 2014 年 8 月、
(Cancún、MEXICO)

Hiroto YONEYAMA、Hiroyuki TSUSHIMA、
Takahiro KONISHI、et al.
Improved detection of sentinel lymph
nodes in SPECT/CT images acquired using
a lower penetration collimator.
The 11th WFNMB Congress 2014 年 8 月、
(Cancún、MEXICO)

米山 寛人、對間 博之、小西 貴広、
能登 公也、河村 昌明、飛坂 実、松
浦 幸広、小野口 昌久
センチネルリンパ節シンチグラフィの
SPECT/CT 像の減弱・散乱線補正の最適化に
関する検討
第 34 回日本核医学技術学会総会学会大会、
2014 年 11 月、(大阪府、大阪市)

宗像 亜希美、對間 博之、米山 寛
人、山永 隆史、田所 史香、今川 裕
太、小野間 恵乃
乳癌センチネルリンパ節シンチグラフィ
SPECT 用評価ファントムの開発
第 34 回日本核医学技術学会総会学会大会、
2014 年 11 月、(大阪府、大阪市)

岡田 愛花、對間 博之、米山 寛人、
森 麻衣子、山田 美月、小西 貴広、山
永 隆史

乳がんセンチネルリンパ節シンチグラフィ
用評価ファントムを用いた SPECT 画像の空
間分解能補正に関する検討
第 43 回日本放射線技術学会秋季学会大会、
2015 年 10 月、(石川県、金沢市)

森 麻衣子、對間 博之、米山 寛人、
岡田 愛花、山田 美月、小西 貴広、山
永 隆史
乳がんセンチネルリンパ節シンチグラフィ
用評価ファントムを用いた最適な収集時間
の検討
第 43 回日本放射線技術学会秋季学会大会、
2015 年 10 月、(石川県、金沢市)

Hiroyuki TSUSHIMA、Hiroto YONEYAMA、
Takahiro KONISHI、Shinsuke HANAOKA、
Takayuki SHIBUTANI、Masahisa ONOGUCHI
Evaluation of imaging protocols of
sentinel lymph nodes scintigraphy in
patients with breast cancer using a novel
phantom.
The 2nd Japan-China Nuclear Medicine
Exchange Seminar、2015 年 11 月、(東京
都、新宿区)

岡田 愛花、對間 博之、森 麻衣子、
小野間 恵乃、今川 裕太、笠原 智美、
壽原 秀、山田 美月
乳がんセンチネルリンパ節 SPECT 画像の空
間分解能補正における更新回数に関する検
討
第 34 回茨城県診療放射線技師学会大会、
2016 年 3 月、(茨城県、阿見町)

HIROYUKI TSUSHIMA、Ayano ONOMA、Aika
OKADA、Maiko MORI、Hiroki NOSAKA、
HIROTO YONEYAMA
Effect of spatial resolution correction
for sentinel lymph node SPECT images in
axillary with breast cancer. -A
phantom study.
The 6th Annual International ASNMT
Conference、2016 年 11 月、(Kaohsiung、
Taiwan)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

對間 博之 (TSUSHIMA、Hiroyuki)
茨城県立医療大学・保健医療学部・准教
授
研究者番号：60615483

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

塩見 進 (SHIOMI、Susumu)
大阪市立大学・大学院医学研究科・教授
研究者番号：30170848

河邊 讓治 (KAWABE, Joji)
大阪市立大学・大学院医学研究科・准教授
研究者番号： 60295706

(4)研究協力者

山永 隆史 (YAMANAGA, Takashi)

米山 寛人 (YONEYAMA, Hiroto)