



Title	S P E C T 画像の画質向上に関する研究
Author(s)	高橋, 康幸
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45379
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	たか はし やす ゆき 高 橋 康 幸
博士の専攻分野の名称	博 士 (保健学)
学 位 記 番 号	第 1 8 5 6 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科保健学専攻
学 位 論 文 名	SPECT 画像の画質向上に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 村瀬 研也 (副査) 教 授 井上 修 教 授 上甲 剛

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

SPECT 画像の画質に関し、均一性や分解能など定量性を向上させるため、投影数に関する検討や透過型 CT (TCT) などで得られた減弱係数マップを用いて補正する方法について検討した。

〔方法ならびに成績〕

I FBP 法において分解能を向上させるため、X 線 CT のオフセット・ディテクタ方式を SPECT に応用した。この原理は逆投影時に 1/2 pixel ずつづらして再構成することから、検出器の効率が向上し高分解能が得られる。SPECT では 1/2 投影角度ずつづらす方法 (オフセット再構成) とした。臨床例において、従来の再構成では心室中隔などのカウントが低い対向位置の投影データが影響し側壁にカウント低下を認める場合があった。しかし本法によりその現象が改善され、また見かけ上の投影数が増加することから心室中隔および心内腔の描出性が向上した。

II 逐次近似法の ML-EM と OS-EM において、その最適逐回数 を ROC 解析により比較検討し、さらに OS-EM におけるサンプリング数が SPECT 像にどの程度影響するか評価した。ROC 分析の方法は、信号の内部の信号と信号の周囲の信号をできるだけ少ない逐回数により適切に識別できる条件を求めたところ繰り返し回数 10、サブセット 5 が良好であった。サンプリング数の影響については、臨床例において SPECT 像の再構成カウントがほぼ同じになるサンプリング数 120、60、30 のそれぞれ 30、60、120 カウント/方向により比較したが、有意差は認められなかった。よって、ガンマカメラの移動時間も考慮するとサンプリング数を減少させ検査時間を短縮させる実用的な画像再構成法と思われた。

III 減弱係数マップを用いて SPECT 像を補正する方法に関し、 ^{99m}Tc 外部 γ 線源による方法と X 線 CT 画像による方法について検討した。

外部 γ 線源による方法では、次の 4 項目について検討した。まず第 1 項として、有効視野外の投影データで構成されるトランケーションについて検討した。トランケーションがない TCT データが持つ性質(1)プロジェクションデータの積分値が、どの投影角度においても一定である、(2)SPECT 像の重心は、どの投影角度からみても固定される、これらの点に着目し、加えて SPECT から求めた体輪郭からそれらの両端と有効視野の左端および右端を通る楕円近似で 1 次の外挿を行い、先の TCT データの 2 つの性質を使った二次関数により二次の外挿を行い、トランケーション部の補間を行う方法を検討した。臨床例による評価では、体輪郭や肺野など画像の周囲にトランケーションが発生

していても心筋部にトランケーションがない場合は良好に補間できた。次に第2項として、PETの減弱補正に用いられているセグメント法をSPECTに応用した。セグメントの分類は、(a)TCT画像データにおける体輪郭部を全て水とみなす(すべて一定値)セグメント1、(b)体輪郭部を水と肺野の2値化と見なすセグメント2、(c)体輪郭部を水と肺野と背骨の3値化と見なすセグメント3による。臨床例では、1および2セグメントでは十分な補正が得られなかったが、3セグメントによる減弱補正の効果はオリジナルTCTマップによる減弱補正と類似していた。また、TCTの収集時間はセグメント処理を用いることで約1/3に短縮できた。第3項では、外部 γ 線源とSPECTのトレーサーがTcの同一核種の場合において、TCTとECTを同時収集し、その後ECTのみ収集したデータをサブトラクションし減弱マップを作成する方法を評価した。ファントム実験では従来のTCTのみ収集し補正した画像と同等の評価が得られた。また、第4項としてTCT(Tc)/ECT(Tl)の同時収集では1検出器がTCTに用いられるため検査の効率が低下する。よって、その検出器に含まれるECTデータを有効利用し、パラレルコリメータのECTに加算した。臨床例では、ファンビームコリメータの有効視野内において計数効率及び描出能が向上した。

なお、X線CT画像によりSPECT像の減弱補正については、X線CT画像の重ね合わせのずれが減弱補正に及ぼす影響を評価した。臨床例では、画像間の重ね合わせの精度や呼吸動態が減弱マップに影響することが確認できたが、TCTの被曝の問題や検査の効率から考慮すると、ルーチン検査におけるCT画像を本法へ導入する必要性が示唆された。

〔総括〕

本研究はSPECT画像における画質の向上について7項目を研究した。それぞれの項目には理想の条件が存在するが、臨床では撮像時間の制約などの問題がある。本報告のファントム実験などから、あらかじめ収集条件や画像再構成方法を明確に示し検査を行う必要があると考えられた。

論文審査の結果の要旨

申請論文は、SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) 画像の画質に関し、均一性や分解能など定量性を向上させるため、投影数に関する検討や透過型CT (Transmission Computed Tomography、以下TCT) など得られた減弱係数マップを用いて γ 線の減弱を補正する方法について検討したものである。

投影数に関する検討では、フィルタ補正逆投影法にX線CTで用いられているオフセット・ディテクタ方式を応用し、SPECT画像の分解能が向上することを見出している。また、逐次近似法の一つであるOS-EM (Ordered Subsets-Expectation Maximization) 法では、その最適逐次回数をファントム実験とROC (Receiver Operating Characteristic) 解析により比較検討し、サンプリング数を従来の投影数より減少しても良好な画像が得られることを見出している。

SPECT画像の減弱補正に関する検討では、ファンビームコリメータと ^{99m}Tc 外部 γ 線源により得られる減弱係数マップに発生するトランケーションアーチファクトを、有効視野外の投影データを二次関数を用いて外挿してトランケーション部を補正する方法を提案し、ファントム実験や臨床データを用いてその有効性を明らかにしている。また、PET (Positron Emission Tomography) の減弱補正に用いられているセグメント法のSPECTへの応用、外部 γ 線源とSPECTのトレーサーが同一核種の場合のサブトラクション減弱係数マップの作成法、またTCT検出器に含まれるSPECTデータを有効利用して画質を向上させる方法等を提案し、ファントム実験や臨床データを用いてそれらの有効性を明らかにしている。さらに、X線CT画像を用いた減弱補正法の有用性についても明らかにしている。

以上のように、本研究はSPECT画像の画質向上に関して有用な方法およびデータを提供し得た点で、学位の授与に値するものと考えられる。