

—短 報—

3次元再構成アルゴリズム Astonish™ による 画質改善の検討

佐々木貴裕¹⁾ 三好 永哲¹⁾ 石澤 正道²⁾
 小沼 弘²⁾ 林 敬眞²⁾ 古谷 政行²⁾
 河合 伸幸²⁾ 青山 亨²⁾ 毛塚 尚志²⁾
 奥野 光男²⁾

1) (株)日立メディコ

2) 日本大学医学部附属板橋病院 中央放射線部

Study of Image Quality Improvement Using Astonish™ Reconstruction

Takahiro SASAKI¹⁾, Hisanori MIYOSHI¹⁾, Masamichi ISHIZAWA²⁾,
 Hiroshi ONUMA²⁾, Keishin HAYASHI²⁾, Masayuki FURUYA²⁾,
 Nobuyuki KAWAI²⁾, Tohru AOYAMA²⁾, Naoshi KEDZUKA²⁾
 and Mitsuo OKUNO²⁾

1) Hitachi Medical Corporation

2) Department of Radiology, Nihon University Itabashi Hospital

(article received : Nov 22, 2007)

Key words : SPECT, Astonish, Resolution Recovery, FBP, NEMA

緒 言

これまで、核医学画像の画質改善を目的として吸収補正や散乱線補正等、様々な方法が試みられてきた。現在、各社が取り組んでいるのが分解能補正である。ガンマカメラでは、被写体とコリメータとの距離により空間分解能が劣化する。その劣化を補正することで画質の向上が可能となる。

2005年 Philips 社独自の3次元再構成アルゴリズム Astonish™ がリリースされた。Astonish™ は空間分解能の向上、コントラストの向上、SN比の改善を可能とした新しいアルゴリズムである。

本稿では、Astonish™ の画質改善効果を検証するために、SPECT空間分解能および濃度直線性について従来法の FBP と比較検討を行ったので報告する。

1. 方 法

1-1. Astonish™ の原理

ここで、Astonish™ の原理について簡単に説明する (Fig. 1)。Astonish™ は逐次近似法 3D-OSEM に様々な補正を組み込んでいる。まず撮像されたデータはフィルタによる適切なノイズ低

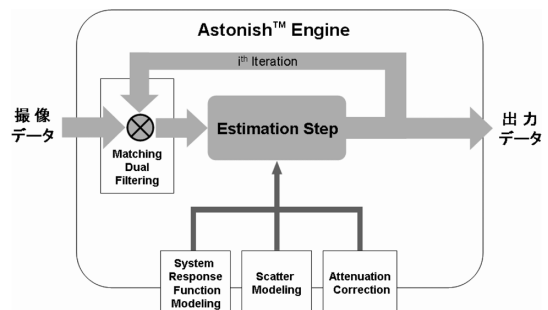


Fig. 1 Astonish™ 原理図

減が行われ、続いてコリメータ開口補正を含む各種補正が行われる。そして、これらを繰り返すことで鮮明な画像が再構成される。

Astonish™の特徴はフィルタ処理にある。通常、Iteration 回数を増していくと空間分解能が向上すると共にノイズ成分も増加する。しかし、Astonish™では Matching Dual Filtering という独自のフィルタ処理により、Iteration 回数増加に伴うノイズの増加を抑えることを可能としている。

1-2. 使用機器

使用装置は、Philips 社製ガンマカメラ FORTE JETstream™ および解析ワークステーション JETStream Workspace™である。

ファントムは、SPECT 空間分解能測定に毛細管 (内径 1 mm)、濃度直線性測定に 6 つのロッドを有する円柱ファントムを用いた。

1-3. 測定方法

1-3-1. SPECT 空間分解能 (散乱体なし)

測定は NEMA 規格 NU 1-2001 に準じて行った¹⁾。Fig. 2 に示す位置に点線源を配置し、核種は Tc-99m (520 MBq/ml)、ピクセルサイズ 2.13 mm、ステップ数 128 steps、収集カウント 25 kcounts/step、エネルギーウィンドウ幅 15%、回転半径 15 cm とした。コリメータは LEHR および Philips 社独自のロングボアコリメータ VXGP

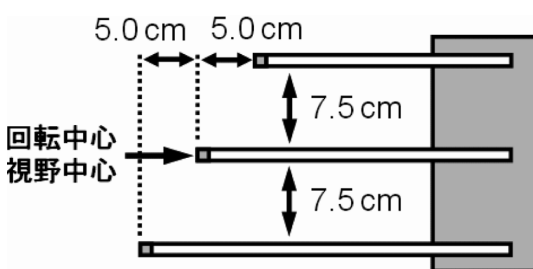
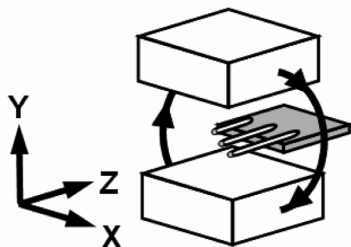


Fig. 2 点線源配置位置



を用いた。VXGP は一般的な LEGP と比較してコリメータが厚く、深さ方向の画質劣化が抑えられる。撮像したデータは従来法の FBP (前処理フィルタなし、再構成フィルタ Ramp) および Astonish™ (Iteration 2, Subset 32) にて再構成を行った。再構成データは 3 つの点線源が同一断面に表示されるようにスライス加算し、その 3 断面画像から中心部および周辺部点線源の X, Y, Z 方向の FWHM を算出した。

1-3-2. 濃度直線性

6 つのロッドにそれぞれ濃度 74, 148, 222, 296, 370, 444 kBq/ml の Tc-99m を封入した²⁾。撮像条件は、ピクセルサイズ 2.13 mm、ステップ数 72、収集時間 10, 20, 30, 60, 90 sec/step を同時収集、エネルギーウィンドウ幅 15%、回転半径 15 cm、コリメータ VXGP とした。撮像したデータはピクセルカウントに応じて FBP (前処理フィルタ Butterworth, Cutoff 0.6~1.4

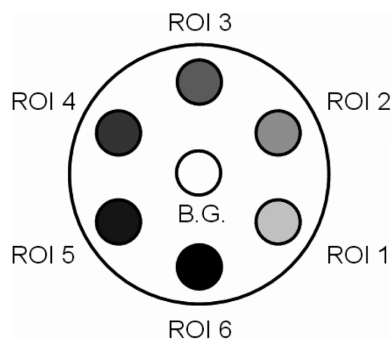
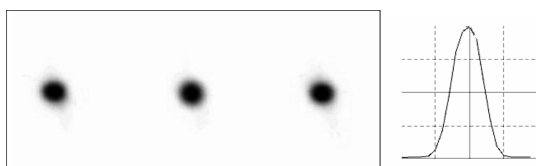
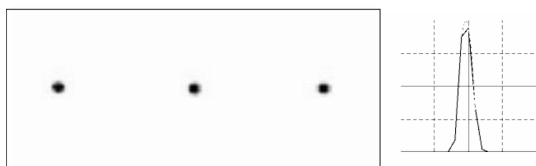


Fig. 3 ROI 設定



(a) FBP



(b) Astonish™

Fig. 4 SPECT 空間分解能測定 (Transverse 像)

cycle/cm, Order 8.0, 再構成フィルタ Ramp) および AstonishTM (Iteration 2~4, Subset 8~18) にて再構成を行った. 6つのロッドおよびバックグラウンドに円形 ROI を設定し (Fig. 3), 444 kBq/ml の ROI カウントを100%として, その他 ROI の 444 kBq/ml の ROI に対する割合を算出した. また, 計算値との相関も併せて算出した.

2. 結 果

2-1. SPECT 空間分解能 (散乱体なし)

Fig. 4 に再構成画像, Table 1 に FWHM 測定結果を示す. FBP では Tangential 方向と Radial 方向の FWHM で約 1 mm の差を生じたが, AstonishTM では Tangential 方向と Radial 方向の差はなかった. また, どの方向においても FBP

Table 1 FWHM 測定結果

		LEHR		VXGP	
		FBP [mm]	Astonish TM [mm]	FBP [mm]	Astonish TM [mm]
中心部点線源	Transaxial (XY 平均)	9.6	4.3	10.4	4.5
	Axial (Z 方向)	10.2	4	10.4	4.3
周辺部点線源	Radial (X 方向)	9.5	4	10.1	4.3
	Tangential (Y 方向)	8	4.1	9.2	4.1
	Axial (Z 方向)	9.3	3.8	9.4	4.4

Table 2 ROI 6 に対する比率 (FBP)

	B.G. [%]	ROI1 [%]	ROI2 [%]	ROI3 [%]	ROI4 [%]	ROI5 [%]	ROI6 [%]	計算値との相関
計算値	0.0	15.3	35.8	52	67.7	84.3	100	—
90 [sec/step]	0.0	16.4	26.9	43.1	71.5	87.5	100	0.9853
60 [sec/step]	0.0	16.2	27.4	43	65.3	87.6	100	0.9877
30 [sec/step]	0.0	13.3	23.9	37.1	61.5	76	100	0.9867
20 [sec/step]	0.0	16.6	27.4	42.8	65.3	88.3	100	0.9865
10 [sec/step]	0.1	14.5	29.6	43.3	70.4	87.7	100	0.99
Ave.	0.0	15.4	27	41.9	66.8	85.4	100	0.9879

Table 3 ROI 6 に対する比率 (AstonishTM)

	B.G. [%]	ROI1 [%]	ROI2 [%]	ROI3 [%]	ROI4 [%]	ROI5 [%]	ROI6 [%]	計算値との相関
計算値	0.0	15.3	35.8	52	67.7	84.3	100	—
90 [sec/step]	0.0	16.6	28.2	44.7	66.3	89	100	0.9891
60 [sec/step]	0.0	15.4	28	44.2	66.1	88.5	100	0.9896
30 [sec/step]	0.0	13.7	29.2	49.5	70.6	88.6	100	0.995
20 [sec/step]	0.0	11.8	25	41.7	64.2	87.8	100	0.9857
10 [sec/step]	0.0	10.6	28.7	41.9	63.1	88	100	0.9888
Ave.	0.0	13.6	27.8	44.4	66.1	88.4	100	0.9906

と比較して Astonish™ では FWHM が半分以下に改善された。

2-2. 濃度直線性

Table 2, 3 に計算値およびそれぞれの収集時間での実測値を示す。FBP, Astonish™ 共に良い相関が得られた。Fig. 5 に FBP, Astonish™ の平均値のグラフを示す。共に計算値の直線にほぼ一致し、良好な直線性が得られた。

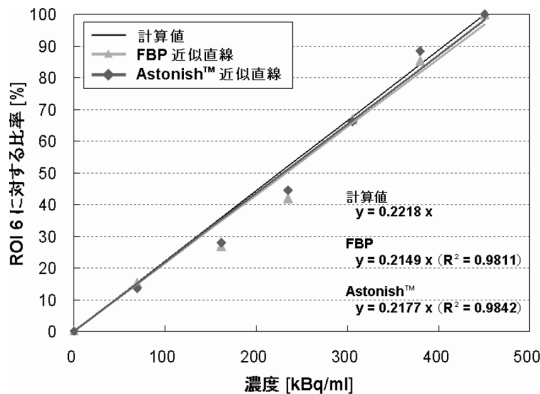


Fig. 5 濃度直線性測定

3. 考 察

3-1. SPECT 空間分解能（散乱体なし）

周辺部の点線源では、各ステップで検出器までの距離が異なるため、ボケの程度も異なる。そのため、FBP では Tangential 方向と Radial 方向で FWHM に差が生じるが、Astonish™ ではその

ボケが補正され FWHM に差が生じていないことが分かる。また、FBP と比較して Astonish™ では FWHM が半分以下に改善されたことで、PET 装置に匹敵する空間分解能が得られた。

3-2. 濃度直線性

Astonish™ においても良好な直線性が得られたことで、臨床的にも有用である可能性が示唆された。

4. 結 論

従来法の FBP と比較して、3次元再構成アルゴリズム Astonish™ では高い空間分解能が得られ、十分な画質改善が期待できた。

濃度直線性においても FBP と同等の良好な結果が得られ、臨床での有用性が期待できた。

今後は、より適切な Astonish™ パラメータの検討、Partial Volume 効果の検証、臨床データによる検討等を行っていく。

引用文献

- 1) National Electrical Manufacturers Association: NEMA NU 1-2001 Performance Measurements of Scintillation Cameras, 2001
- 2) 篠原広行, 尾川浩一, 中川原譲二, 他: 多施設共同ファントム実験による ^{99m}Tc SPECT の散乱・吸収補正の定量性評価. 核医学, **37**: 143-162, 2000