

3D-OSEM法によるSISCOMの評価

国立病院機構 西新潟中央病院 ○西片 純基(Nishikata Junki)

【目的】

当院では、てんかん発作時と発作間欠期にそれぞれ脳血流シンチグラフィー (^{99m}Tc -ECD)を行い、その差分をMRI画像に重ねる Subtraction Ictal SPECT CO-registered to MRI(SISCOM)を行っている。SISCOM はてんかん発作時における血流増加量を Z-score (cut off=2.0) で表示し、てんかん焦点の同定に有益な解析方法である。現在、SISCOMに用いる画像データは filtered back projection(FBP)法で再構成をしている。他に画像再構成の方法として、コリメータ開口補正を組み込んだ逐次近似法である three dimensional ordered subsets expectation maximization(3D-OSEM)法がある。3D-OSEM 法は FBP 法と比較し、空間分解能と signal-noise ratio(SNR)が優れている。このことから脳血流シンチグラフィーを3D-OSEM 法で画像再構成をし、SISCOM を行うことで解析結果が向上することが期待できる。てんかん発作時と発作間欠期における脳血流シンチグラフィーをFBP法と3D-OSEM法それぞれの画像再構成データを用いてSISCOMを行い、解析結果を比較、検討することを目的とする。

【方法】

1.MRI

撮影対象は患者49名(男性23名、女性26名 平均年齢 15.1 ± 14.6 歳)。撮影機器は Signa HDx 1.5 T (GE)。プロトコールは3DT1強調画像。撮影パラメータは TR:8.2 ms、TE:4.2 ms、スライス厚1.4 mm、マトリクスサイズ:256×256、フリップ角:12°。

2.SPECT

1)画像収集

撮影対象はMRIと同じ。撮影機器は Symbia S (Siemens)、撮影条件は FANBEAM コリメータ、収集エネルギー:140 keV±20%、マトリクスサイズ:128×128、収集拡大率:1.45倍、ピクセルサイズ:3.3 mm、収集角度:4度、収集方法:連続反復回転(4周)、回転軌道:円形軌道、撮影時間:2.5 min×4repeat×2 cycle (20 min)、View 数:90 View。

2)画像再構成

①FBP 法

前処理フィルタ:ButterWorth フィルタ (cutoff:0.4 c/p ,order:8)、再構成フィルタ:Ramp フィルタ、吸収補正: Chang 法 (μ 値:0.08)、散乱補正:無し。

②3D-OSEM 法

Subset:10、Iteration:10、再構成フィルタ:ガウシアンフィルタ (FWHM:8 mm)、吸収補正:Chang 法 (μ 値:0.08)、散乱補正:無し。

①、②それぞれでSISCOMを行い、解析結果を比較、検討した。

【結果】

Fig.1~3に患者3名の FBP 法、3D-OSEM 法のそれぞれ再構成データを用いたSISCOMの解析結果を示す。患者1の前頭葉において、FBP法での再構成データは、有意な血流増加域を示すピクセルが長く繋がっているが、3D-OSEM法での再構成データでは、断続的になっている。また視床の血流増加域において、FBP法での再構成データは Z-score が約5.0であったが、3D-OSEM法での再構成データは約3.0に減少した(Fig.1)。同様に患者2の視床の血流増加域においても、FBP法での再構成データに比べ、3D-OSEM法での再構成データの方が Z-score が約1.0程度低かった(Fig.2)。患者3において、FBP法での再構成データに比べ3D-OSEM法での再構成データでは、有意な血流増加域を示すピクセルが大幅に減少した。

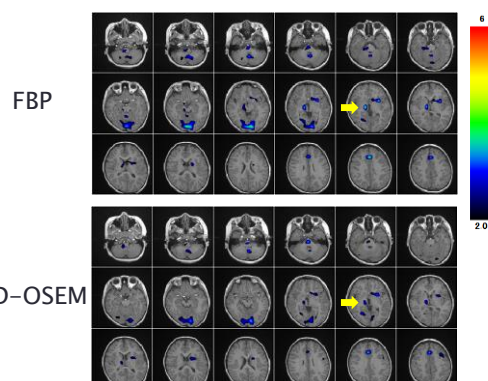


Fig.1 各画像再構成法によるSISCOM患者1

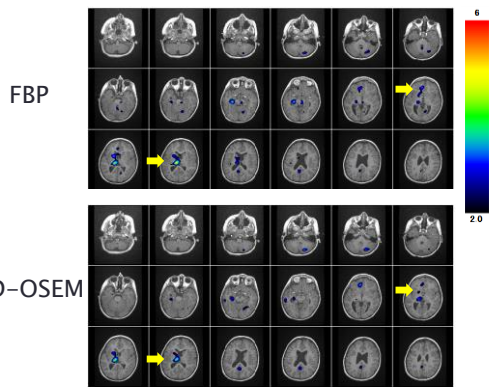


Fig.2 各画像再構成法による SISCOM 患者 2

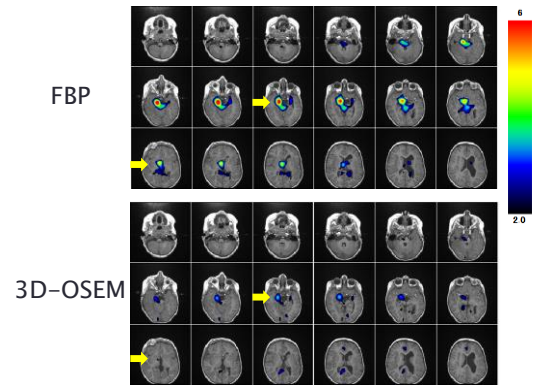


Fig.3 各画像再構成法による SISCOM 患者 3

FBP 法での再構成データは視床付近に血流増加域が見られているが、3D-OSEM 法での再構成データではほとんど見られなかった。更に視床下部過誤腫周辺では、FBP 法での再構成データでは Z-score が約 6.0 であったが、3D-OSEM 法での再構成データでは 3.0 となった (Fig.3)。患者全体では、3D-OSEM 法で再構成データを SISCOM に用いることで 49 名全員 Z-score が低下し、有意差が得られた。さらに 49 名中 42 名の血流増加域を示すピクセルが減少し、有意差が得られた。

【考察】

3D-OSEM 法での再構成データで SISCOM を行うと Z-score が低下した原因として、負のピクセルが無くなったことが挙げられる。FBP 法は、再構成フィルタが Ramp フィルタのため負のピクセルが存在する。そのため全ピクセルのカウントの平均値が低下し、血流増加を示すピクセルのカウントが相対的に高くなり、Z-score が大きくなる。Z-score が 3 より大きいものは、母集団の 0.1% 程度であり、統計的に $Z\ score > 3.0$ は外れ値とされることが一般的である。Fig.2、Fig.4 で示すように FBP 法での再構成データを用いた SISCOM では Z-score が約 5.0、6.0 を示していたが、これは過剰な値であると考えられる。3D-OSEM 法での再構成データを SISCOM で用いることで、過剰な Z-score が改善できた。3D-OSEM 法での再構成データで SISCOM を行うと、血流増加部位が有意に減少した理由は、負のピクセルが無くなったことと空間分解能の向上が大きく影響したからだと思われる。上記の通り、負のピクセルが存在すると血流増加を示すピクセルのカウントの Z-score の値が高くなる。その結果 Cut off 値である 2.0 以上になり、有意な血流増加域として現れる。空間分解能の劣る FBP 法は HOT SPOT が周囲のピクセルに及ぼす影響が大きい。それに対して 3D-OSEM は空間分解能補正により、部分容積効果が小さくなり、血流増加の大きい高カウントのピクセルが周囲のピクセルに与える影響が減少した。Fig.3 において FBP 法での再構成データを用いた SISCOM は、側脳室内に血流増加域を示してしまっている。これは視床下部過誤腫周辺に特に高い血流増加が見られたため、体軸方向の広い範囲に影響したためである。3D-OSEM 法での再構成データを用いた結果では、側脳室に血流増加域は見られなかった。これらのことより、3D-OSEM 法での再構成データを用いることで血流増加域が減少したことは、解析結果が向上したと考えられる。

【まとめ】

本研究では、これまで国内で報告されていなかった 3D-OSEM 法での再構成データが SISCOM にどのように影響するかを評価することができた。結果として Z-score と有意な血流増加域分布が改善し、3D-OSEM 法での再構成データを SISCOM に用いることの有用性を導くことができた。

【参考文献・図書】

- 1) Hogan RE, Kaiboriboon K, Osman M. Composite SISCOM image in mesial temporal lobe epilepsy: technique and illustration of regions of hyperperfusion. Nucl Med Commun 2004; 25:539-545.
- 2) Van paesschen W. Ictal Spect. Epilepsia 2004; 45:35-40.
- 3) Brambilla M, Cannillo B, Dominietto M, Leva L, Secco C, Inglese E. Characterization of ordered-subsets expectation maximization with 3D post reconstruction Gauss filtering and comparison with filtered backprojection in 99mTc SPECT. Ann Nucl Med 2005; 19:75-82.
- 4) Sinan Ben Mahmoud, vLouis Maillard, Sylvain Poussier, Laurent Koessler, Mohamed Safa El Khawaja, Marie H Laurens. Hervé Vespignani, Gilles Karcher, Pierre Y. Marie. Localization of temporal epilepsy foci by subtraction ictal perfusion single photon emission computed tomography is enhanced when using 3D-OSEM iterative reconstruction. Nucl Med 2009; 30: 846-853.