

ファンビームコリメータを用いた脳スペクトの画像評価 — 現在使用中の平行コリメータと比較して —

吉崎 敏明 滝 健次

徳島赤十字病院 放射線科

要 旨

現在当院では、脳スペクト（シングルフォトンエミッションCT）に平行コリメータ L.E.H.R-Parallel（低エネルギー高分解能平行）を使用しているが、画像の高分解能化を図るためにファンビームコリメータ L.E.S.H.R-Fanbeam（低エネルギー超高分解能ファンビーム）を用い、ECT 用脳ファントムおよび JIS SPECT Phantom による基礎的検討および臨床例での評価を行った。スペクト画像の分解能においては、脳ファントム形状の解剖学的な部位・位置関係に近い分解能が得られた。このことにより脳スペクトには、ファンビームコリメータを使用する事が望ましいと考えられる。また、更なる分解能向上による画質の改善のためには、前処理フィルターや吸収補正などの関係を更に検討していく必要があると思われる。

キーワード：脳スペクト，ファンビームコリメータ，平行コリメータ，画像の分解能

はじめに

コリメータとは、特定の方向から飛来した γ 線のみを通過させるためのもので、鉛やタンゲステンのように γ 線の遮蔽能力の高い金属材質を用い、形状としては20~40mm程度の厚さの板に多数の孔を開けたものである。検出器の面に対し垂直に入射する γ 線だけを通過させるような孔の構造のものが平行型であり、体軸に対して焦点を持つように孔の方向に傾斜をつけた構造のものをファンビーム型という¹⁾。

ファンビームコリメータは平行コリメータと比べると、そのファンビーム角度によって実質的に有効視野が狭くなる反面、拡大効果により空間分解能が改善されるという特徴をもっている。

臨床でのより良い脳スペクト検査を行うには、まず基礎的実験によりその装置の性能を知ることが重要と思われる。そこで今回、今まで保有しながらも使用経験がなかったファンビームコリメータ LESH-R-Fanbeam の性能評価を行い、現在脳スペクトに使用している平行コリメータと比較して、その有用性について検討を行った。

使用機器

東芝製ガンマカメラ：GCA9300DA/I

演算（画像）処理装置：GMS-5500DA/I

コリメーター：L.E.S.H.R-Fanbeam

：L.E.H.R-Parallel

ファントム：JIS SPECT Phantom（性能評価ファントム）＜安西総業＞

：円柱ファントム＜京都科学＞

：ECT 用脳ファントム（脳梗塞模擬ファントム）＜京都科学＞

ウルトラテクネカウ

ルーチンの脳スペクトの撮影条件

収集マトリックス：64×64

収集モード：1ステップ6度の360度収集，1ステップ30秒

再構成：FBP法（フィルタードバックプロジェクション法）

前処理フィルター：Butterworth

遮断周波数0.25 [cycle/pixel]

次数8

吸収補正：Chang

吸収係数0.15 [1/cm]

再構成フィルター：Ramp

使用薬剤：^{99m}Tc-ECD（ニューロライト）

方 法

① ファンビームコリメータを装着して、JIS SPECT Phantom に^{99m}Tcを入れて撮影しファンビームコリメータに最適な Butterworth フィルターの遮断周波数の検討を行った。

遮断周波数を低くすると画像は平滑化されボケが大きくなるが、遮断周波数を高くするとシャープさは増加するが統計雑音も増大する特徴がある²⁾。

遮断周波数の違いによるファントムの分解能の変化の様子を図1に示す。

ファントム内の陽性描出の円の径は15mm, 12mm, 10mm, 8 mm, 6 mm, 4 mmである。

視覚的に判断して遮断周波数は0.25が最適だと思われた。

② 次に JIS SPECT Phantom を使って Chang の吸収補正の吸収係数値の検討を行った。遮断周波数を0.25に固定し、吸収係数値を変化させた(図2)。視覚的には0.12もしくは0.10が良好だと思われた。

③ ②と同じ検討を円柱ファントムでも行ってみた。Spectの投影データは通常の核医学画像と同じように、深部からの γ 線は吸収を受け収集カウントが低下する。このようなデータを再構成すると被検体深部のSPECTカウントは周辺部に比較して低下する²⁾。そこで、吸収の補正をするわけで、その代表的な例が

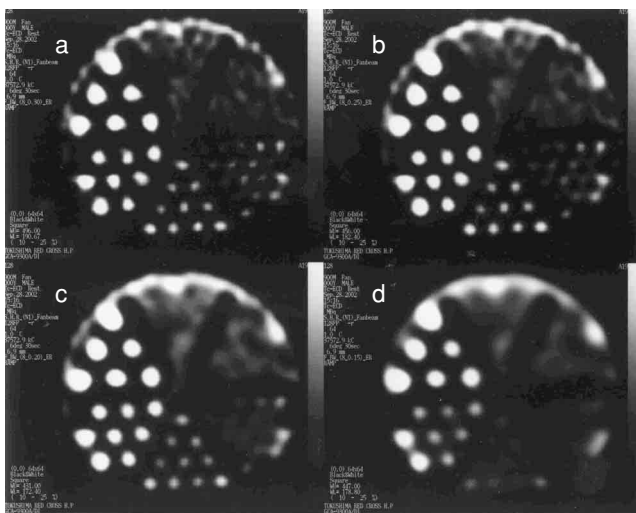


図1 JIS SPECT Phantom を用いた遮断周波数の検討
a: Butterworth (遮断周波数0.30) b: Butterworth (遮断周波数0.25)
c: Butterworth (遮断周波数0.20) d: Butterworth (遮断周波数0.15)

Chang 法である。吸収係数値の違いによる中心部(深部)の変化の様子を図3に示す。円柱ファントムでもやはり視覚的には、0.12が全体的に均一で最適だと思われた。

③ 同じ条件でプロファイルカーブを書かせて検討を行った(図4)。

吸収係数値0.20, 0.15は辺縁部に比べて中央部(深部)が持ち上がっており過補正である。逆に0.10では辺縁部に比べて中央部が下がっており補正不足となっている。プロファイルカーブにおいても0.12が一番均一で最適だと思われた。

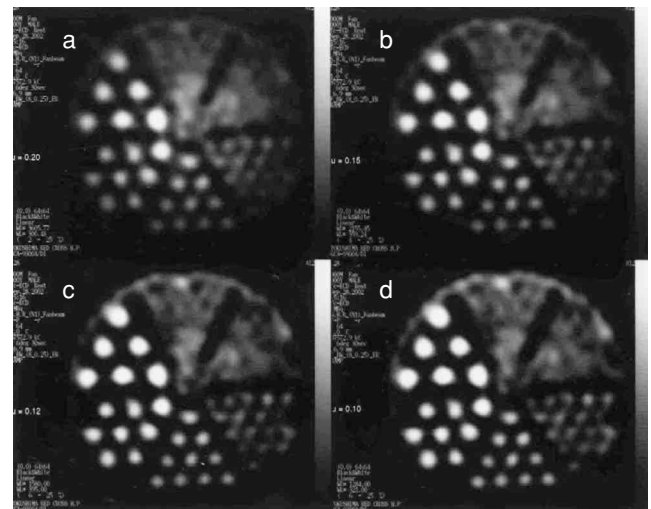


図2 JIS SPECT Phantom による吸収係数値の検討(遮断周波数0.25に固定)

a: 吸収係数値0.20 b: 吸収係数値0.15
c: 吸収係数値0.12 d: 吸収係数値0.10

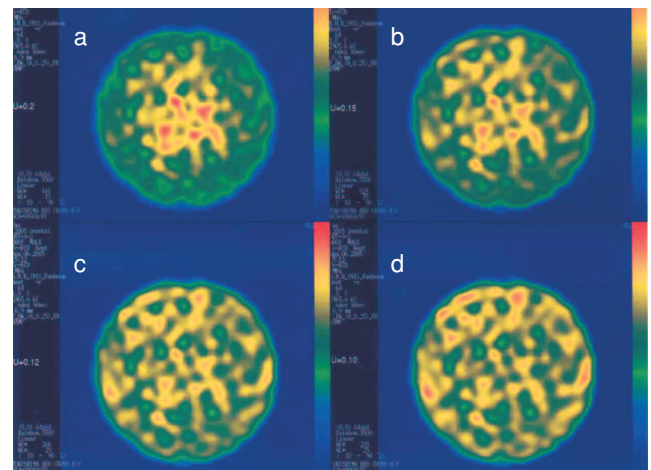


図3 円柱ファントムを用いた吸収係数値の検討(遮断周波数0.25に固定)

a: 吸収係数値0.20 b: 吸収係数値0.15
c: 吸収係数値0.12 d: 吸収係数値0.10

結 果

① 以上のことを踏まえて、従来の条件でのパラレルスペクト画像と今回検討した条件でのファンビームスペクト画像の比較を行うため ECT 用脳ファントムにて画像評価を行った (図 5)。従来パラレルスペクト

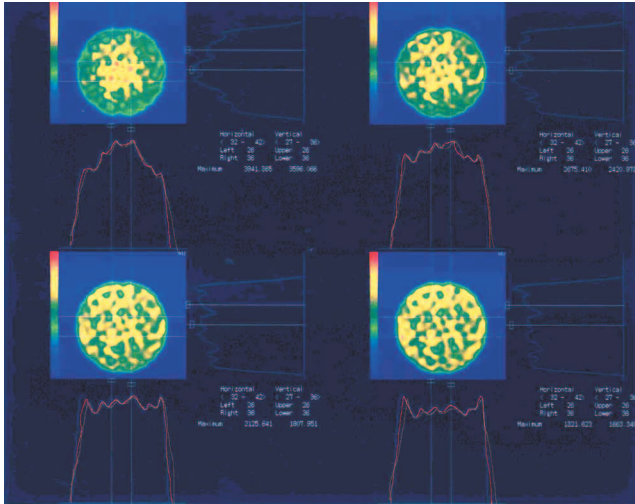


図 4 円柱ファントム プロファイルカーブによる吸収係数値の検討

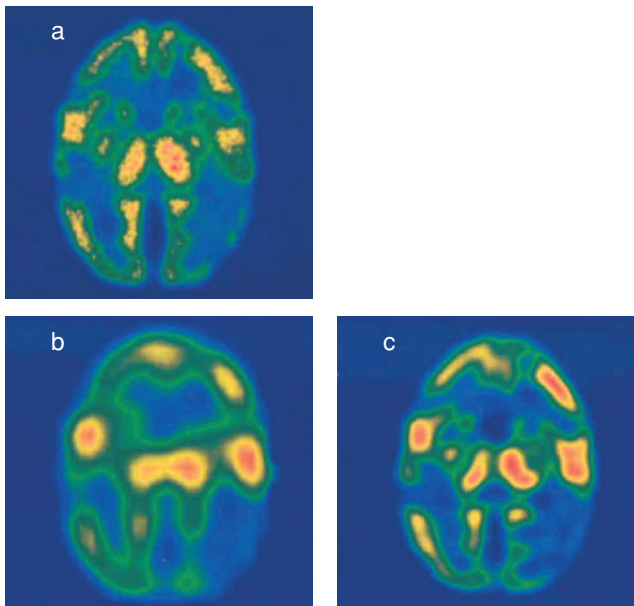


図 5 ECT 用脳ファントムによる画質評価
 (a) プラナー画像
 (b) パラレルスペクト画像 Butterworth (遮断周波数 0.25) 吸収係数=0.15
 (c) ファンビームスペクト画像 Butterworth (遮断周波数 0.25) 吸収係数=0.12

画像 (b) と比較して、今回ファンビームスペクト画像 (c) では明らかに分解能に優れ、よりプラナー画像 (a) に近づいた画像が得られた。

② 1 例だけですが同一患者様におけるパラレル画像とファンビーム画像の比較をした。複数の技師で検討したが、ファンビームコリメータのほうが分解能が高く、良い画像であるということになった。図 6 に脳スペクト Axial 画像での比較を示す。

考 察

脳スペクト画像の高分解能化を図るため、ファンビームコリメータを用い、現在のパラレルコリメー

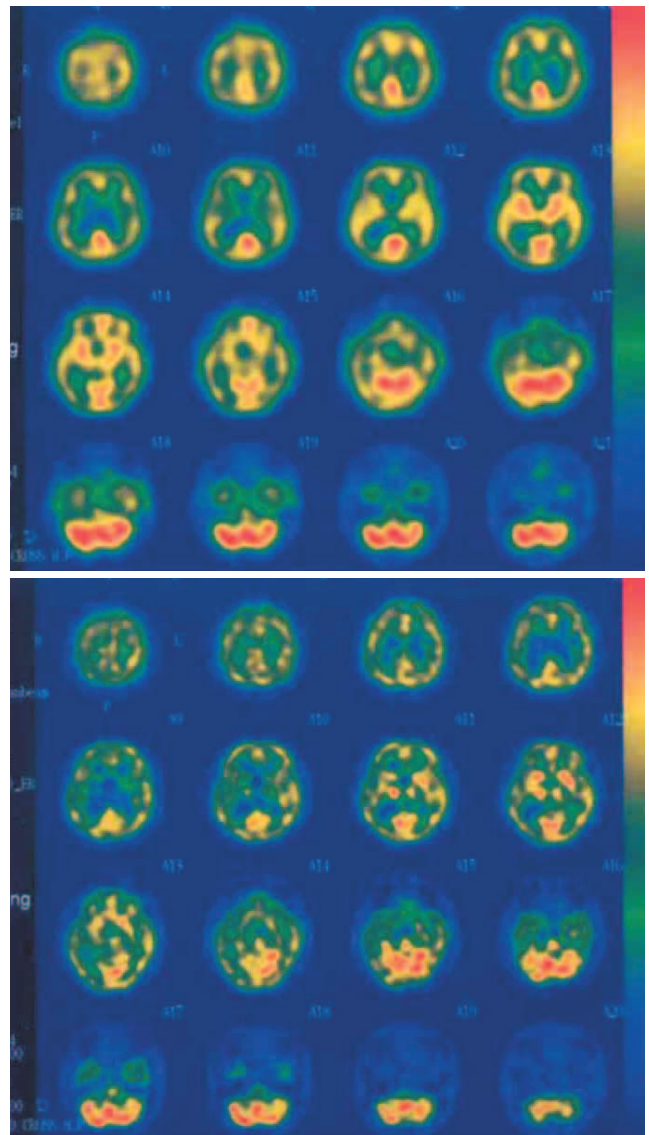


図 6 臨床例でのパラレル (従来・上) とファンビーム (今回・下) の画像比較

ターで得られているスペクト画像と比べ分解能が改善されるのか、改善されるとしたらどの程度であるかを見るためにファントム実験および臨床例での比較を行った。

今回のファントム実験からはファンビームコリメータを用いる場合、Butterworthの遮断周波数は0.25, Changの吸収係数は0.12が最適な条件だと思われた。

この条件より撮影したファンビーム画像は従来のパラレル画像と比べて、プラナー画像より比較すると、脳中央の視床が一つにつながらずに左右に二つに分離できた。ホット部分は丸みを帯びずに角ばった形を表現できている。基底核の小さなホット部分もその形を表現できつつあることなど分解能が良く画質改善の向上が認められた。以上のようにかなりプラナー画像に近づけることができた。プラナー画像は画像再構成の計算過程が入らないため横断面の放射能分布を正確に反映している。また密着した状態で収集したため分解能が良くスペクトにおいては最終的に目標とする画像である⁴⁾。

なお、臨床例においても、ファンビームコリメータを用いることにより従来のパラレルコリメータより分解能が高い良好な画像が得られた。

また、分解能が良くなったため、正確な関心領域 (region of interest: ROI) を取り易くなり、脳血流

の定量性の向上が期待される。

今回はファントム実験で最適な処理条件を検討したが、今後更なる画質改善のために臨床データを用いて前処理フィルタや吸収補正などの関係を検討していく必要があると思われる。

おわりに

脳スペクト撮影には、ファンビームコリメータを使用することにより高分解能でより良い画像に近づけられると考えられた。

文 献

- 1) 久田欣一：最新臨床核医学，P52-54，金原出版株式会社，東京，1999
- 2) (社)日本放射線技術学会核医学分科会 編集：SPECT 画像技術の基礎．日本放射線技術学会出版委員会，京都，2001
- 3) 西村恒彦：SPECT 機能画像—定量化の基礎と実験—，メジカルビュー社，東京，1998
- 4) 秋山義久：ファンビームコリメータによる Single Photon Emission Computed Tomography の検討．日本医放会誌：660-668，1992

Evaluation of Images Yielded from Cerebral SPECT Using a Fan-Beam Collimator — In Comparison with a Parallel Collimator Currently in Use —

Toshiaki YOSHIZAKI, Kenji TAKI

Technician Division of Radiology, Tokushima Red Cross Hospital

Currently at our hospital, we use an L.E.H.R-parallel collimator (low energy, high-resolution parallel collimator) for single photon emission CT (SPECT) of the brain. However, in order to obtain higher resolution images, we carried out a basic examination with an ECT brain phantom and a JIS SPECT phantom as well as clinical cases using an L.E.S.H.R.-fan-beam collimator (low energy super-high resolution fan-beam collimator). The use of this collimator yielded SPECT images with high enough resolution to faithfully delineate the anatomical location and relationship of the brain phantom. This finding indicates that it is desirable to use this fan-beam collimator for brain SPECT. In order to further improve images through better resolution, it seems necessary to review the pre-processing filters, correction for attenuation and so on.

Key words: Brain SPECT, fan beam collimator, parallel collimator, resolving power of images

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 11:130–134, 2006
