

ルックアップテーブル (LUT) が陽性 SPECT 像の検出能に及ぼす影響

市川 肇 寺部 充昭 花田 悠一

豊橋市民病院 放射線技術室

Evaluation of the Influence that Look Up Table (LUTs) Gives to Detectability in Positive SPECT Images

Hajime ICHIKAWA, Mitsuaki TERABE and Yuuichi HANATA

Department of Radiology, Toyohashi Municipal Hospital

(article received : February 20, 2009)

Key words : Look up table (LUT), Detectability, Positive images, Single photon emission computed tomography (SPECT), Color display

1. 緒 言

Single photon emission computed tomography (SPECT) 像はプラナー像に比べ病変検出能が高く¹⁾, 脳血流シンチグラフィや心筋シンチグラフィにおいては必須の撮像方法であり, 病変を陽性像で描出する腫瘍シンチグラフィにおいても SPECT 像の有用性は高い²⁾. 近年では解剖学的情報を持つ computed tomography (CT) および magnetic resonance imaging (MRI) との融合画像を用いることにより, 診断能の向上が期待され臨床利用されている³⁾.

また, 脳血流シンチグラフィおよび心筋シンチグラフィではカラー表示により視覚的に病変を検出しやすくなるが, 使用する look up table (LUT) により画像の印象が異なるのも事実であり⁴⁻⁵⁾, 標準化が進められている⁶⁻⁷⁾.

一方, 腫瘍 SPECT 像やその maximum intensity projection (MIP) 像および融合画像においてもカラー表示が用いられているが, 特定の LUT は用いられておらず⁸⁻¹⁰⁾, その検討も少ないのが現状である.

今回, LUT が陽性 SPECT 像の検出能に及ぼす影響について検討したので報告する.

2. 方 法

2-1. 使用機器

ガンマカメラは, 2 検出器型 SPECT 装置 e.cam (シーメンス旭メディテック社製), 画像処理装置は, e.soft ver. 5.5 (シーメンス旭メディテック社製), コリメータは, 低エネルギー用高分解能型 (LEHR) を使用した. 画像表示モニターは, Graphic series G810 (ViewSonic 社製), 画像評価ファントムは, JS-10 型 SPECT 性能評価ファントム (京都科学社製) を使用した.

2-2. 試 料

用いた試料は, ファントムの中心から 60 mm の位置に 90° 間隔で配置した 7, 10, 15 mmφ の陽性 SPECT 像である. これらは事前実験¹¹⁾の結果, 角度サンプリング数の不足により, グレースケール反転表示で視覚評価を行ったとき信号があるかないか分からない, いわゆる 50% 確信度となる信号である. 試料の内訳はフィルタ逆投影 (FBP) 法および ordered subsets-expectation maximization (OS-EM) 法で 7 mmφ 2 個, 10 mmφ 3 個, 15 mmφ 2 個の合計 14 個である.

なお, 試料の角度サンプリング数はロッドサイズ, 収集ピクセルサイズおよび画像再構成法毎に異なる.

2-3. 評価方法

視覚評価者は診療放射線技師 8 名 (経験年数 9.8 ± 12.6 年) で, LUT は Warm Metal, Hot Body, Auxctq, Hot Metal, Spectrum, Rainbow, グレースケールとこれらの反転を使用した. 画像表示モニターを用いてグレースケール反転表示を基準画像とし, ⑤ある, ④おそらくある, ③分らない, ②おそらくない, ①ないの 5 段階評価で行った¹²⁾.

また, 評価画像のセカンダリキャプチャをビットマップ形式で保存し, Photoshop (アドビシステムズ社製) にてロッドとバックグラウンドの RGB の各カラーチャンネル値を測定し, ロッドとバックグラウンドの差の絶対値およびその合計で評価した.

3. 結 果

3-1. ロッドサイズ毎の検出能

ロッドサイズ 10 mm ϕ と 15 mm ϕ は各 LUT で

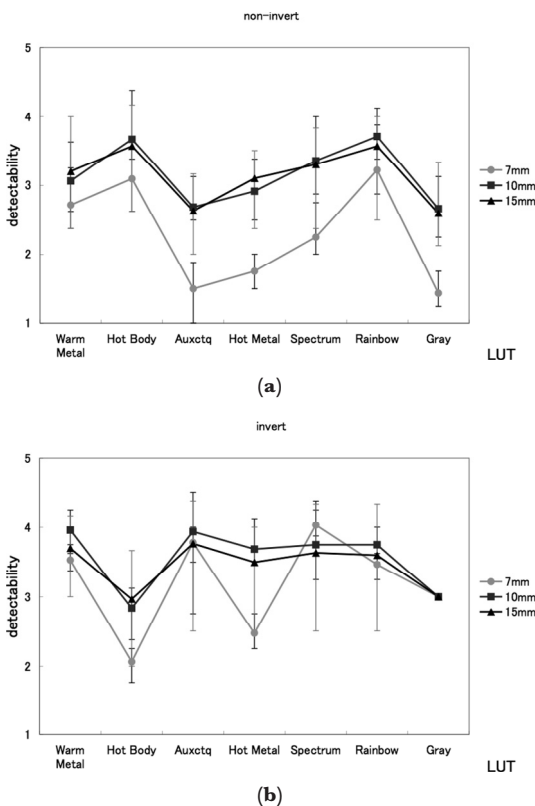


Fig. 1 ロッドサイズ毎の検出能. (a) 非反転表示. (b) 反転表示.

同等の結果を示し, 7 mm ϕ では低値を示す傾向であった. 非反転表示では 7 mm ϕ のロッドはグレースケール反転表示と比べ, 同等以下であった. 一方, 反転表示の Hot Body, Hot Metal では 7 mm ϕ のロッドの検出能が他のロッドと比べて顕著に低値を示したが, 他の LUT では同等の結果であった. 最も良好な結果を示したのは, 非反転表示では Hot Body (3.5 ± 1.27) で, 反転表示では Acxctq (3.9 ± 1.45) であった (Fig. 1).

3-2. 画像再構成法毎の検出能

非反転表示では FBP 法では検出能は低下傾向であったが, OS-EM 法では Hot Body (3.8 ± 1.65) と Rainbow (3.8 ± 1.65) で検出能の上昇を認めた. 反転表示では FBP 法および OS-EM 法ともに Hot Body 以外で検出能の上昇を認め, Acxctq (FBP 法: 3.7 ± 1.76 , OS-EM 法: 4.2 ± 1.77) で最も良好な値を示した. FBP 法に比べ OS-EM 法は非反転表示および反転表示でより検出能の上昇を示した (Fig. 2).

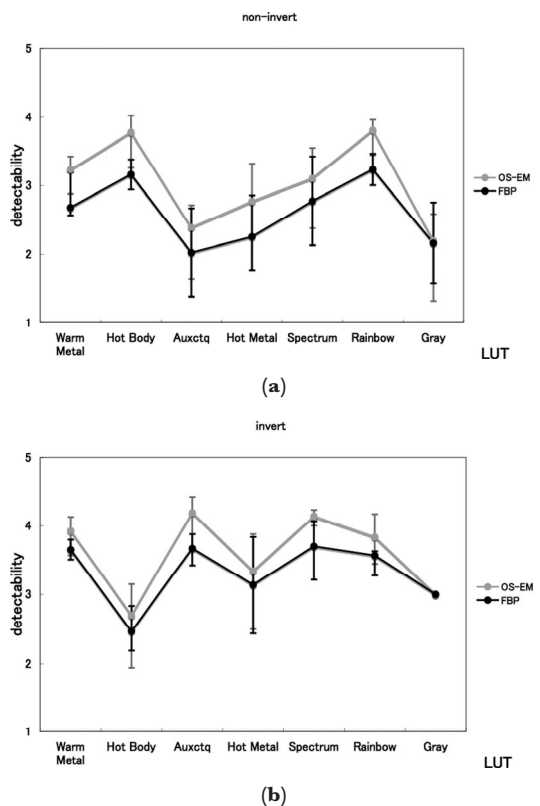


Fig. 2 画像再構成法毎の検出能. (a) 非反転表示. (b) 反転表示.

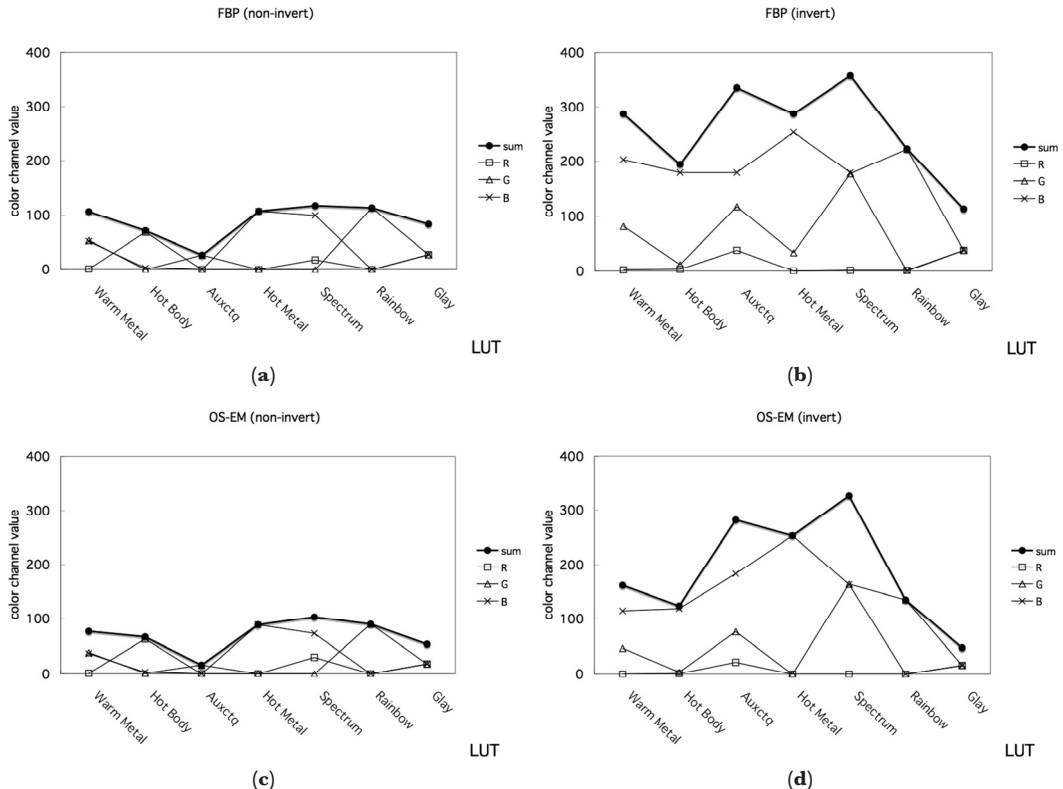


Fig. 3 RGB 各カラーチャンネル値の差およびその合計. (a) FBP 法 非反転表示. (b) FBP 法 反転表示. (c) OS-EM 法 非反転表示. (d) OS-EM 法 反転表示.

3-3. ロッドとバックグラウンドの RGB 各カラーチャンネル値の差およびその合計

非反転表示よりも反転表示で、OS-EM 法よりも FBP 法で高値を示し、視覚評価結果とほぼ相似の結果を示した。ここで注意すべき点は、反転表示では Rainbow 以外のバックグラウンドはほぼ白色であるため、差が少ない程そのカラーチャンネル値が高いことを意味する (Fig. 3)。

4. 考 察

非反転表示での LUT による検出能の影響はロッドサイズに関わらず同様の傾向を示したが、7 mmφ のロッドではカラー表示により検出能の低下を招く可能性が示唆された。この傾向は OS-EM 法よりも FBP 法で顕著であった。一方、反転表示ではロッドサイズ 10 mmφ 以上と 7 mmφ で若干の相違が見られた。特に Spectrum では 7 mmφ の検出能が高く、小病変の検出に期待できると考えるが、Hot Body, Hot Metal では検出能

の低下を招いた。10 mm 未満の病変の検出を目的とした場合、より慎重な LUT の選択が必要で、反転表示が有用である。

心筋 SPECT および脳血流 SPECT 等の病変陰性像で用いられる Hot Metal, Spectrum¹⁰⁾ の非反転表示では 50% 確信度で描出される陽性像の検出能は低下する。また、カラー表示により FBP 法で見られるストリークアーチファクトの軽減により検出能の上昇を期待したが認めなかった。

検出能が高値を示した非反転表示の Hot Body, 反転表示の Warm Metal, Auxctq, Spectrum は Green および Blue のカラーチャンネル値が低値を示し、Red のカラーチャンネル値が高値を示した。これはプルキニエ現象¹³⁾と呼ばれ、明るい場所では赤色が見えやすくなるためであると推測する。加えて、今回の視覚評価は部屋の明度と視点の位置を統一して行ったが、実際には検査室と読影室では部屋の明度、画像表示モニタ等の環境が異なり、プルキニエ現象により見えやすい色

が異なることも考慮しなければならないと考える。

最後に今回用いた試料は50%確信度となる信号であるため、視覚評価結果が大きく変化したと考える。本指標により陽性病変の検出能の向上が期待できると考える。

5. 結 語

1) カラー表示は 10 mm 以上の陽性像検出には有用であるが、10 mm 未満の淡い集積に対しては検出能の低下を招く可能性が示唆され、LUT の選択には十分な注意が必要である。

2) カラー表示により OS-EM 法ではより検出能の向上が期待できるが、カラー表示により収集条件を簡略できるという意味ではない。

3) 通常、非反転表示を用いる融合画像では Hot Body が有用であり、SPECT 像や MIP 像では Acxctq, Spectrum の反転表示を追加することで検出能の向上を見込むことができる。

本論文の要旨は放射線技術学会第64回総会学術大会 (2008年, 横浜) において発表した。

6. 謝 辞

本研究を行うにあたり、視覚評価に御協力いただいた豊橋市民病院放射線技術室の諸氏に深く御礼申し上げます。

7. 文 献

- 1) Kotani J, Kawabe J, Higashiyama S, et al: Evaluation of diagnostic abilities of Ga-SPECT for head and neck lesions. *Annu Nucl Med*, **22**: 297-300, 2008
- 2) 福喜多博義, 市原裕紀, 藤埜浩一, 他: 腫瘍核医学技術の新しい展開. *日放技学誌*, **58**(8): 991-1015, 2002
- 3) 渡部浩司: マルチモダリティの画像位置合わせと重ね合わせ. *日放技学誌*, **59**(1): 60-65, 2003
- 4) 両角隆一, 南都伸介, 梶谷定志, 他: 虚血心を核で見える. 初版: pp 12-16, 株式会社永井書店, 大阪, 2003
- 5) 西村重敬, 小林秀樹: 心臓核医学画像コンプリートマニュアル. 第1版第1刷発行: pp 116-117, 株式会社メジカルセンス, 東京, 2004
- 6) 増田安彦, 長木昭男, 川渕安寿, 他: 臨床に役立つ基準画像の収集・処理・表示・出力のポイント. *核医学技術*, **28**(1): 13-66, 2008
- 7) 柳沢正道: 心筋 SPECT における定量化と標準化. *日放技学誌*, **60**(5): 666-675, 2004
- 8) 山下康行, 富口静二, 松田博史: 核医学を変える SPECT/CT. 第1版第1刷発行: pp 66-151, ワイリー・ブラックウェル, 東京, 2008
- 9) 神宮司公二, 竹花一哉, 松田恵雄, 他: 核医学情報における標準化の問題点とIHEの効用と限界. *断層映像研究会雑誌*, **34**(3): 162-171, 2007
- 10) 寺岡悟見, 柳沢正道, 大屋信義, 他: 機器メーカーに対する画像の収集・処理・表示・出力の標準化に関するアンケート調査報告. *核医学技術*, **25**(1): 30-40, 2005
- 11) 市川 肇, 花田悠一, 山田さやか, 他: C-D グラフを応用した視覚評価方法による角度サンプリング数の評価. *核医学技術*, **27**(5): 421-424, 2007
- 12) 大塚昭義, 砂屋敷忠, 小寺吉衛: 実験画像評価初学者のための実験入門. 第1版第1刷発行: pp 65-80, メディカルトリビューン, 東京, 1994
- 13) 磯 博: デジタル画像処理入門—図解コンピュータによる画像処理の基礎知識. pp 37-47, 株式会社産業能率大学出版部, 東京, 1996