

## 求められる核医学画像 - 適切な画像表示とは？ -

座長 青森労災病院 中央放射線部 伊原 靖(Ihara Yasushi)

### 【座長集約】

今回のテクニカルミーティングは、核医学検査の標準化推進とそれ以降を考えるべく、核医学画像作成の最適な出力について東北大学病院 佐藤先生並びに青森県立中央病院 澤田先生にご検討いただきました。

佐藤先生からは主に脳血流SPECTの補正と出力について検討をいただき、ファントム撮影後の視覚評価では、吸収補正Chang法のみの場合表示下限は10%まで削減可能であり、CTAC+分解能補正ありでは表示下限0%で表示すべき、それぞれ散乱線補正を追加した場合も表示下限は0%が適当であることが示されました。

澤田先生からは県内施設でのRI検査画像出力形式の状況を問うアンケート集計の結果と、検査全般について自施設での表示条件を医師の意見を照らし合わせた検討をいただきました。アンケート

結果からはPACS出力画像は施設によらずほぼ同画像内容の出力がなされていること、医用高精細モニター使用での診断施設が殆どであったことが示されました。また、表示上限および下限、表示カラー、スケール形状 (linear, square) マスク処理とトランケーション処理を用いた基準決定について各種検査それぞれに検討を行っていただきました。

両先生との質疑より、自施設の装置より出力される画像の把握と、それを基にした診断につながる画像作成に向けたさらなる推敲の必要性を感じます。診断に求められる核医学画像を各施設で得たあかつきには、施設間差や不利益のない一律な検査が実現できるものと信じます。今回の両先生の検討が皆様の日常診療の一助、並びに標準化・統一化につながることを願いつつ、以下に両演者の抄録を掲示いたします。

## 脳血流 SPECT の補正と出力

東北大学病院診療技術部 放射線部門 佐藤 光(Sato Hikaru)

### 【はじめに】

核医学画像の出力方法はもともと施設に委ねたものになっており、その統一化に向けて2008年核医学画像の定量化・標準化ワーキンググループが発足し、4つの検査について基準が作成された。しかし今も施設全てがこの基準通りに出力しているわけではないのが現状である。基準として報告された出力方法を今一度確認すると共に、脳血流シンチの出力方法に関してワーキンググループの報告に追加する形で検討したので報告する。

### 1. TI心筋血流シンチ 推奨条件

補正なしの場合 画像のカットレベル  
upper100% lower10~20%

CTによる減弱補正ありの場合散乱補正は必須、  
upper100% lower0%

カットレベルlower0%では内腔やBGが描出されているため心筋が見づらいが、15%では散乱線成分が削られ見やすくなっている。CTによる散乱補正を行っている場合は既に散乱成分は大きくカットされているためさらなるlowerのカット

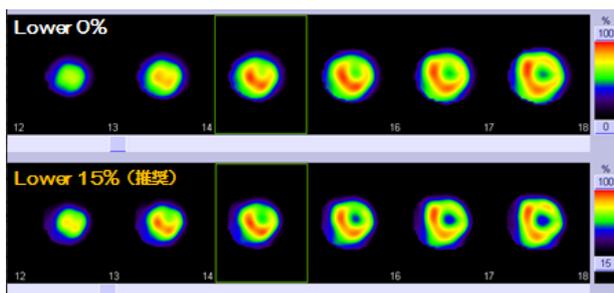


Fig.1 TI 負荷心筋シンチ(NC)カットレベルでの比較

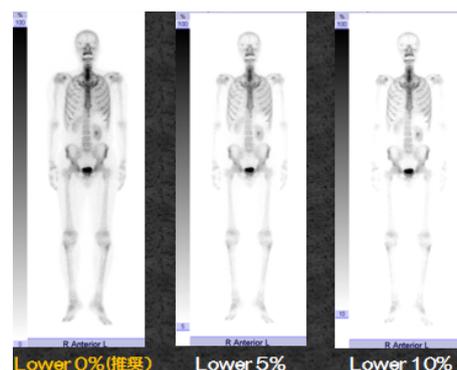


Fig.2 骨シンチ(wholebody)カットレベルでの比較

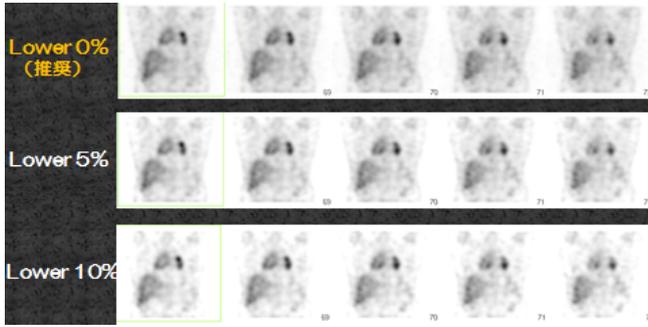


Fig.3 ガリウムシンチ(SPECT、SC+)カットレベルでの比較

は行わない方がよい(Fig.1)。

## 2.骨シンチ(Wholebody) 推奨条件

画像のカットレベル upper100% lower0%

カットレベルのlowerを高くすると肝心な骨も見えにくくなり、ハレーションを起こしたような画像になってしまう。

また、99mTcリン酸化合物はしばしば骨以外の腫瘍や種々の病変に集積することがあり、軟部組織への集積が診断に有用な場合もある。したがってlowerカットレベルは0%が推奨とされている(Fig.2)。

### 3-1.ガリウムシンチ(SPECT)

推奨条件 補正なし

画像のカットレベル upper100% lower0~10%

散乱補正あり upper100% lower0%

ガリウムシンチでは複数のエネルギーピークが存在することで散乱線が多く検出されるため、散乱補正を可能なら実施する。その際は93keV,185keVにそれぞれ±10%のメインウィンドウと上下に7%のサブウィンドウを設定する。散乱補正ありの場合、画像のカットレベルlowerを高くすると体輪郭が見づらくなる上、病変部も集積が少なからずカットされてしまうため、病変部の過小評価につながってしまう。したがってlower0%が推奨されている(Fig.3)。

### 3-2.ガリウムシンチ(SPECT/CT Fusion)

推奨条件は報告されていないが、近年はSPECT/CTを撮像しFusion画像を出力する機会も多

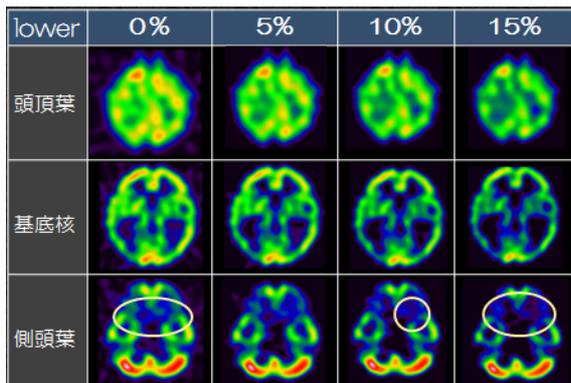


Fig.5 lower カットレベルでの比較(NC)

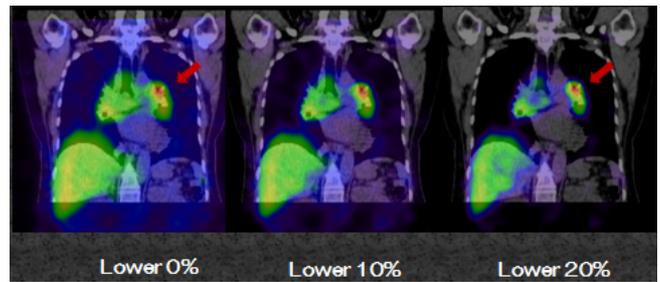


Fig.4 SPECT/CT Fusion カットレベルでの比較

くなった。その際の出力に関して、病変部を見やすくするには画像のlowerカットレベルをある程度高く設定した方がBG部分を除去できるため病変部が強調された画像となり、診断に有用と思われる(Fig.4)。

### 4.脳血流シンチ(99mTc)

推奨条件 減弱補正 Chang法 散乱補正なし

カットレベルupper100% lower0%

定量化ワーキンググループではこの推奨条件時の出力の報告のみとなっているため、今回は他の補正を使用した場合の出力方法についても検討した。おおよそTc-ECD脳血流シンチの推奨撮像条件に従ってファントム撮像を行った。

・5種類の補正画像

- ①NC
- ②ChangAC
- ③CTAC
- ④ChangAC+SC
- ⑤CTAC+SC

上記に関して、視覚評価により適切なカットレベルを検討した。

補正なしの画像では、lowerカットレベル0%でBGが目立つ画像となり、5%ではBG部分がカットされ見やすくなった。また、散乱線によるノイズ成分がカットされ灰白質とそれ以外のコントラストが強まった印象になった。10%では側頭葉領域の低血流域が削られコントラストが大きくなり、15%カットでは全体的に暗く、側頭葉などでは重

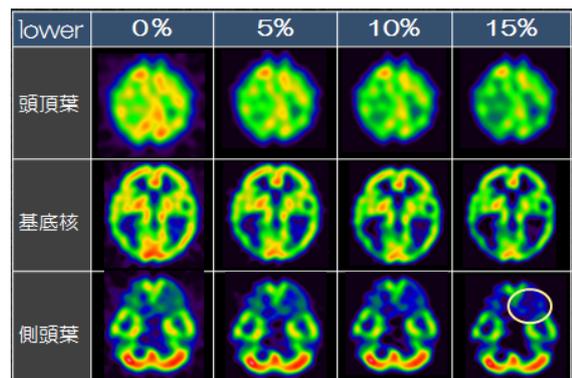


Fig.6 lower カットレベルでの比較(ChangAC)

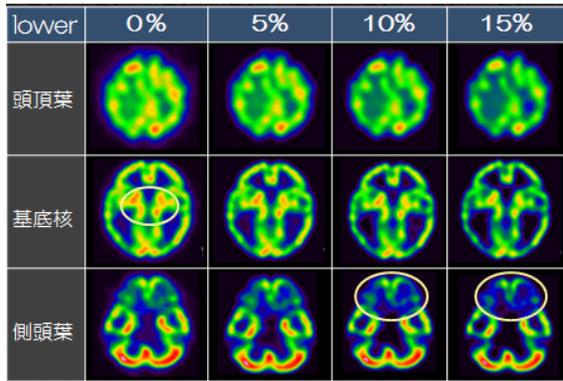


Fig.7 lower カットレベルでの比較(CTAC)

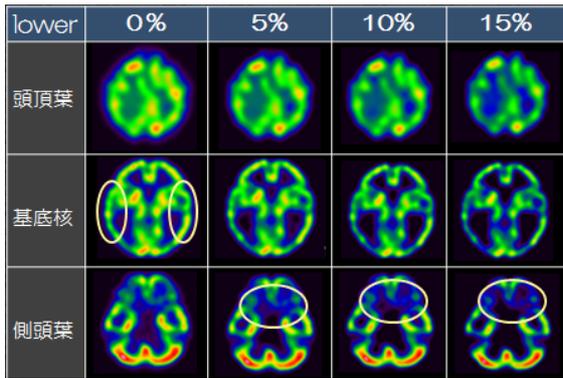


Fig.9 lower カットレベルでの比較(CTAC+SC)

度血流低下しているかのように見えた (Fig.5)。

Changで減弱補正をかけた画像では、カウントが全体的に持ちあがり、視床付近など深部も血流良好に見えた。lowerカットレベル0%ではBGが少し目立って見え、5%ではNCの時同様にBG部分がカットされ見やすくなった。10%では脳の輪郭・実質部分が少し削られたくらいで大きく変化はなかった。15%では側頭葉部分などで脳実質が一部識別できず、実質の削られ方が目立つ (Fig.6)。

CTで減弱補正をかけた画像では、もともと再構成の際OSEM法を用いているためBGのアーチファクトは目立たないが、カウントの持ちあがり方が大きく、側頭葉内側など深部の補正が強めに見えた。そのためChangAC時と比べて内側以外で補正が弱く見えた。lowerカットレベル0%、5%で血流域に問題があるようには見えず、10%カットしたものでは脳実質、側頭葉部分で血流低下域があるように見えた。15%では側頭葉実質部が欠損して見え、全体的に血流が低下しているような画像になった (Fig.7)。

ChangACに散乱補正を加えた画像では、ChangACのみの時に比べノイズ成分がある程度カットされているため、lowerカットレベル0%でも脳実質とそれ以外とのコントラストが少し強めに見えた。5%ではBG部分がカットされたが、既に側頭葉などで軽度血流低下しているように見えた。10%、15%とカット

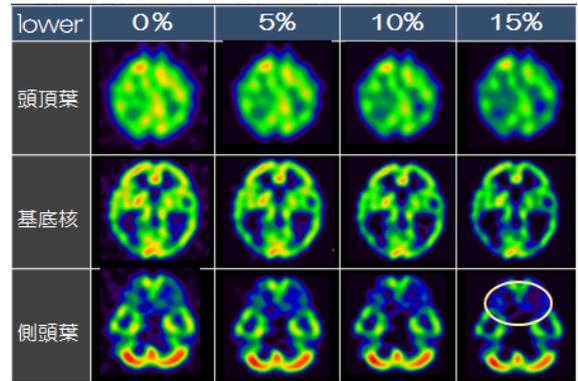


Fig.8 lower カットレベルでの比較(ChangAC+SC)

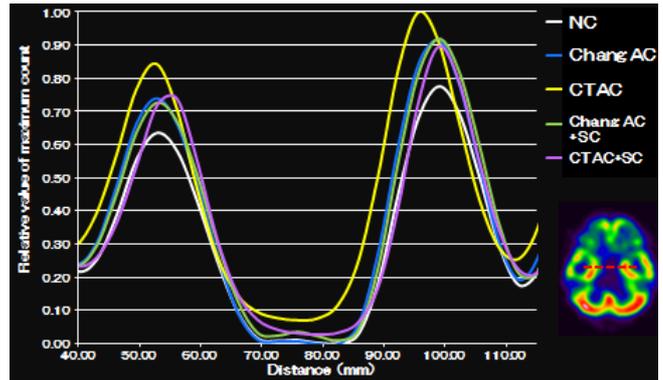


Fig.10 側頭葉内側部でのプロフィールカーブ

するに従って血流低下域が増えていくようになり、15%カットした画像では側頭葉レベルで重度血流低下があるかのような画像になった (Fig.8)。

CTACに散乱補正を加えた画像では、lowerカットレベル0%をはじめ内側部分のカウントが大きく持ちあがった分、散乱補正による外側部分のノイズカットが目立って見えた。5%、10%とカットするにつれて側頭葉レベルで軽度血流低下域が広がるような画像になり、15%では同部に重度の血流低下がみられるような画像になった (Fig.9)。

補正による画像の差は側頭葉内側で顕著に見られたため、側頭葉でプロフィールカーブを作成し、比較した。補正の強さの度合いは

$CTAC > ChangAC \geq CTAC+SC \approx ChangAC+SC > NC$  となった (Fig.10)。また、当院医師による視覚評価を行い、補正毎に出力しても良いカットレベルを検討した。血流低下して見える度合いから3段階の評価とた。

結果から、血流低下が全く無いとされたChang ACのlowerカットレベル0%、5%、10%、CTACのlower0%の4画像が出力して良いと判定された。可能ならばこの2つの補正を使用するのが望ましく、その他の補正を使用する場合は画像のlowerカットレベルは0%とするのが良いと思われた。

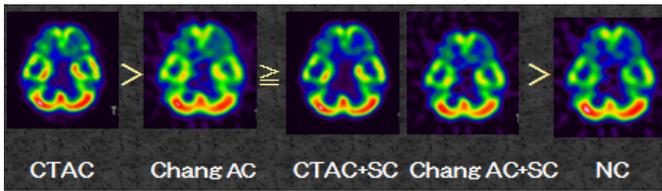


Fig.11 補正による画像・補正強度の違い

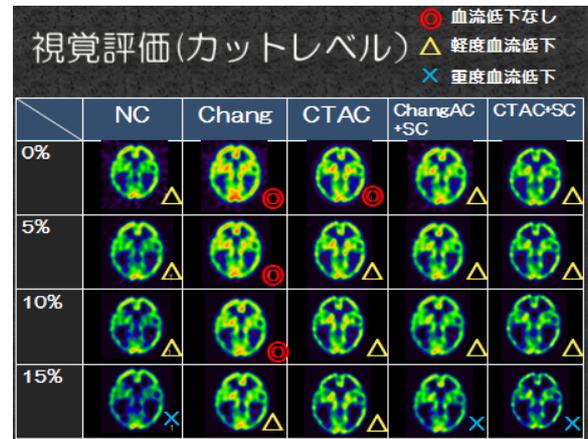


Fig.12 補正とlowerカットレベルを変えた際の視覚評価

### 【まとめ】

各検査でのカットレベル

- 99mTc脳血流シンチでは基本的にlower0%、Chang法使用時は10%までカット可能
- Tl心筋シンチでは補正なし時lower10~20%、散乱補正あり時0%

- 骨シンチ(Wholebody)ではlower0%
- ガリウムシンチ(SPECT)ではlower0%、CTとのFusion時は適宜lowerカット

### 【参考文献・図書】

- 1) 日本核医学技術学会核医学画像の定量化・基準化のための調査研究ワーキンググループ:臨床に役立つ基準画像の収集・処理・表示・出力のポイント(核医学技術学会, 28(1),13-66,2008
- 2) 放射線技術学会:初学者のための核医学実験入門(2016)

## 画像表示について

青森県立中央病院 放射線部 澤田 聖史(Sawada Satoshi)

### 【背景・目的】

2008年日本核医学技術学会「核医学画像の定量化・基準化のための調査研究WG」より、「臨床に役立つ基準画像の収集・処理・表示・出力のポイント」<sup>1)</sup>が発表された。この報告は核医学検査の多くの基礎的検討に引用・参照されてきた。しかし、このWG報告から約10年が経ち、核医学検査を取り巻く環境が変化してきた。新しい薬剤が薬事承認され、CT撮影が可能な機種が広く普及した。この2008年のWG報告で、核医学検査の標準化を目指すのは限界と考えた日本核医学技術学会は、診断に耐えうる「ボトムライン」決定に向けた検証を行うことを目的とした標準化委員会を結成した。第37回日本核医学技術学会総会学術大会にて、標準化委員会の各WGより報告があり、画像表示については「各施設における臨床条件で表示し、視覚評価を行う。」といった内容であった。今回は、当院における各検査の画像表示の「臨床条件」の基準を確認することを目的とする。

### 【方法】

青森県内の核医学検査実施施設に核医学検査の画像出力に関するアンケートを実施し、県内

の状況を把握する。アンケートの結果と2008年のWG報告を基に以下の各検査の画像を作成した。

- 脳血流SPECT
- 心筋血流SPECT
- 骨シンチ 全身像
- 骨シンチ SPECT/MIP
- ドパミントランスポーターシンチ SPECT
- 心交感神経シンチ 正面像(H/M比測定)

当院青森県立中央病院放射線部部長渋谷剛一医師に作成した画像が診断に足りうる画像か判断していただき、「臨床条件」を探った。

今回の核医学検査に関するアンケート内容を以下に示す。

- 1.画像配信形式について
- 2.他院紹介時の書き出しについて
- 3.脳血流SPECT・骨シンチの画像配信順について
- 4.画像処理・画像診断に用いるモニターについて
- 5.画像処理・画像診断時の部屋の明るさについて
- 6.各核医学検査のWindowの基準について

### 【使用機器】

- GE社製 OPTIMA NM/CT 640
- Xeleris3.1

【結果・考察】

アンケートの回答を以下に示す。回答数12施設。  
質問文は【方法】を参照。

- 1.PACS配信 12施設(100%)
- 2.CD-R/DVD-R書き出し 11施設(91%)
  - 不明(他モダリティはCD-R書き出し)1施設(9%)
- 3.(脳血流SPECT)
  - ECD検査時
    - ①PATLAK
    - ②SPECT3軸
    - ③定量解析Axial像(3軸作成:3施設)
    - ④外部ソフトの解析結果
  - (骨シンチ)
    - ①全身像
    - ②SPECT (3軸:4施設 Axialのみ:2施設 CT-Fusion:2施設) ※Static:4施設
    - ③MIP:5施設
    - ④外部ソフトの解析結果
- 4.(画像処理)
  - ・汎用モニター :6施設(50%)
  - ・汎用モニターで画像処理し検像端末(高精細モニター)で配信 :4施設(33%)
  - ・高精細モニター :2施設(17%)
  - (診断)
    - ・高精細モニター :9施設(74%)
    - ・遠隔読影 :2施設(17%)
    - ・診察室の汎用モニター :1施設(9%)
- 5.(画像処理)
  - ・蛍光灯全灯 :11施設(91%)
  - ・LED灯全灯 :1施設(9%)
  - (診断)
    - ・蛍光灯全灯 :5施設(46%)
    - ・LED灯全灯 :1施設(9%)
    - ・蛍光灯半灯・調光可 :1施設(9%)
    - ・蛍光灯調光可 :2施設(18%)
    - ・遠隔読影 :2施設(18%)

当院使用の汎用モニター(NEC社製Multisync™ LCD1990SXi)と医用高精細モニター(EIZO社 RadiForce™ GX240)の違いをTable 1に示す。

高精細モニターを使用して画像処理を行う場合、の利点を以下に示す。

  - ・輝度が安定し、蛍光灯全灯の環境下でも見え方の差異が少ない。
  - ・ピクセル等倍でのキャプチャ画像になるため、補間処理が少なく意図しない画像の変化が少ない。

Table 1 モニターの比較

	汎用モニター	高精細モニター
輝度	270 Cd/m <sup>2</sup>	推奨 400 Cd/m <sup>2</sup>
コントラスト比	600:1	1200:1
画素ピッチ	0.294 mm	0.270 mm
DICOM Part14	非対応	対応

・高コントラスト比で画像の濃淡がはっきりしている。

高精細モニターで検像しPACS配信を行う場合、補間がかかった画像を見ていることになるため、画像の最終確認は必ず行うこと。

6.各検査のWindowの基準について(カラースケール名はXeleris3.1に準ずる。)

・脳血流SPECT

2008年WG報告:Upper 100%/Lower 0%

アンケート結果:8施設の回答

Upper 100%/Lower 0% : 4施設

Upper 100%/Lower 10%カット : 2施設

Upper 100%/Lower 5%カット : 1施設

Upper 110%/Lower 10%カット : 1施設

作成した画像:Upper 100%/Lower 0% カラー  
スケールの変更

階調の変更(カラースケール表示では不向きではあるが、検証のため作成した。)

SPECT定量画像についても、カラースケールを変更したものを作成した。

(渋谷医師の回答)

カラースケールはRainbowを使用し、階調はLinear(Fig.1)。

Rainbowが一番見慣れている。Linear階調・下凸Square階調  $\gamma = 0.1$ であれば、十分診断可能であった。

上凸log階調は虚血部位を見逃す恐れがある。

SPECT定量画像は、カラースケールはPET(Fig.2)。現在作成しているスケールが一番慣れている。

CBF値のUpperは、80ml/100mg/minとする。

・心筋血流SPECT

2008年WG報告:下凸Square表示

Upper 100%~110%/Lower 10%~20%カット

虚血、Viabilityの正しい評価ができるように調整する。右室・バックグラウンドの情報を削り過ぎないこと。

アンケート結果:8施設の回答

Upper 100%/Lower 0% : 3施設

Upper 100%/Lower 10%カット : 5施設

作成した画像:心臓を中心としたマスク処理を行う。

Upper 100%/Lower 0%~20%カット カラー  
スケールの変更 階調の変更  
(渋谷医師の回答)

カラースケールはGEカラーを使用し、Upper 100%/Lower 0%、階調はLinearを使用する(Fig.3)。

GEカラーについて最初は不慣れであった。Rainbowでも診断可能。

Lower10%カット、下凸Square階調も虚血の診断は可能だが、バックグラウンドを削り過ぎている印象がある。

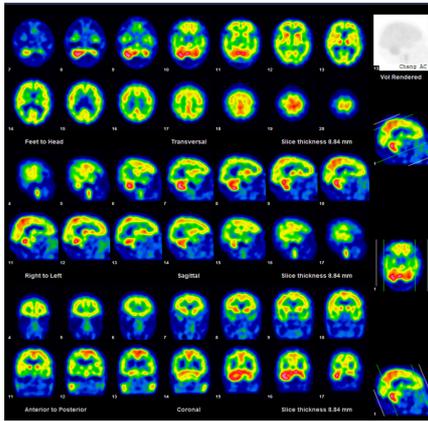


Fig.1 脳血流 SPECT

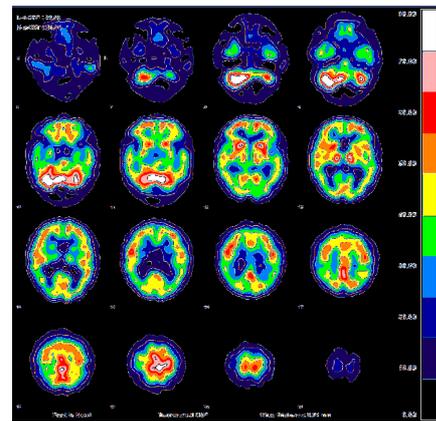


Fig.2 脳血流 SPECT 定量

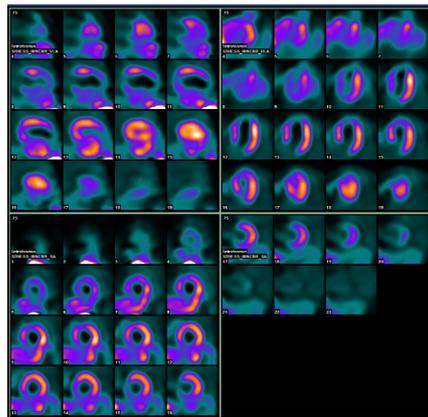


Fig.3 心筋血流 SPECT

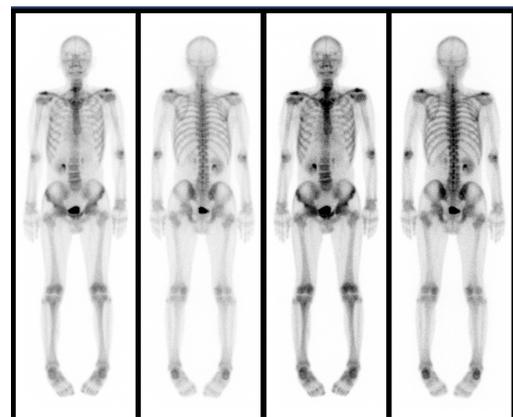


Fig.4 骨シンチ全身像

#### ・骨シンチ全身像

2008年WG報告：後面像の正常胸椎でトランケーション処理を行う。

Upper100%/Lower0%とメリハリがついた2画像目をUpper70%や上凸logで作成する。

アンケート結果：12施設の回答

Upper 100%/Lower 0% : 7施設

Upper 技師が適宜調整/Lower 0% : 4施設

技師が適宜調整したWindow : 5施設

作成した画像：正常脊椎でトランケーション処理を行う。

1画像目：Upper 100%/Lower 0%、技師（核医学従事歴6年）が適宜調整を加える。

2画像目：Upper 70%/Lower 0%、技師（核医学従事歴6年）が適宜調整を加える。

上凸log階調

（渋谷医師の回答）

技師が調整を加えた画像が一番わかりやすい（Fig.4）。Upper100%、Upper70%、上凸log階調は比較的濃く感じた。

#### ・骨シンチ SPECT

2008年WG報告：Linear階調のUpper 100%/Lower 5%～10%カット

下凸Square階調のUpper 100%/Lower 0%

SPECTに加えMIPも作成すると診断の一助として有用である。

アンケート結果：10施設の回答

Upper 100%/Lower 0% : 2施設

Upper 適宜技師が調整/Lower 0% : 8施設

作成した画像：正常脊椎でトランケーション処理を行う（Fig.5）。

MIPも同様に後面像でトランケーション処理を行う。

Upper 100%～200%/Lower 0%  
（渋谷医師の回答）

Upper 120%～140%程度（Fig.6）が正常肋骨の集積が薄くなり過ぎず判別しやすい。MIPも同程度で良い（Fig.7）。脊椎の辺縁の集積を鑑別するため、100%よりは高い方が良い。

骨シンチ Beautiful Bone Scanの画像（Fig.8）も渋谷医師に確認頂いた。

Beautiful Bone Scanのようにトランケーション処理を行う脊椎に高集積が必ずある場合は、どうしても技師自身での調整を加えた画像が診断医の求める画像となった。

トランケーション処理を行う場合、ROIの設定場所だけでWindowを決めてしまうのではなく、数回ROIの設定をし、その平均値を選ぶなど、技師による調整は必要不可欠と考える。

以下に、診断医に選んでいただいた骨シンチ

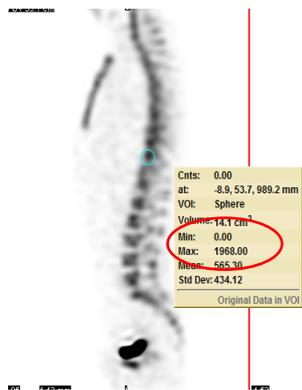


Fig.5 トランケーション処理

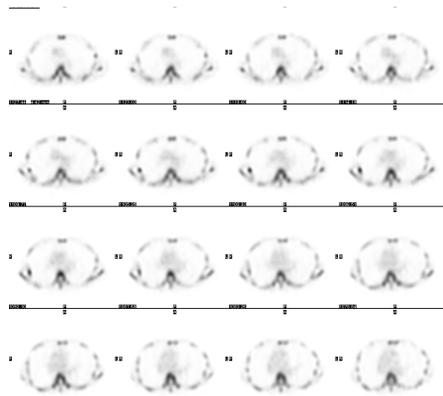


Fig.6 骨シンチSPECT Axial像

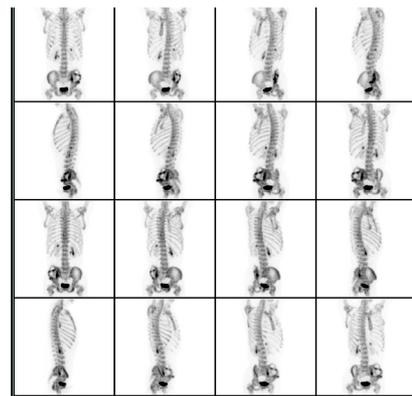


Fig.7 骨シンチSPECT MIP像

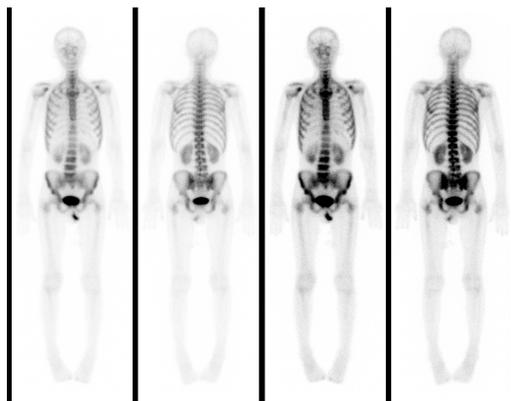


Fig.8 Beautiful Bone Scan

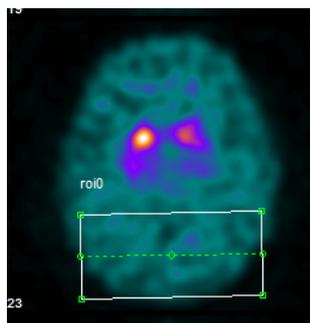


Fig.9 ROI設定

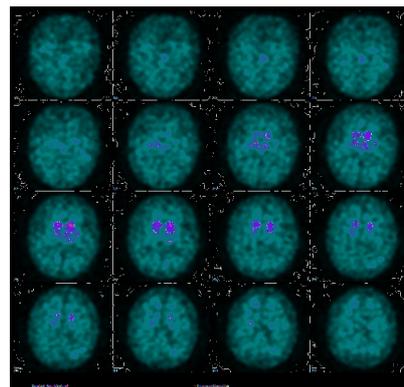


Fig.10 ROI加算 Axial 像

の全身像のUpperを決める際に注意した点を述べる。

- 濃い方: 四肢の集積を目立たせる。胸骨や後面像脊椎を多少濃く表現する。
- 薄い方: 濃い方につぶれた高集積部位を目立たせる。病変部と正常集積部位の集積の違いが分かるようにする。

• ドパミントランスポーターシンチ SPECT

アンケート結果: 5施設の回答

Upper 100%/Lower 0% : 5施設

作成した画像: 線条体が高集積しているスライスで線条体以外の脳内でROIを取り、そのカウントをUpperに上乗せした値をUpperとする (Fig.9)。

(渋谷医師の回答)

ROIカウント加算像 (Fig.10) が診断しやすい。外部ソフトの解析結果に近い印象がある。

Upper 100%/Lower 0% は、線条体集積低下例もあたかも集積があるように見えてしまうので良いとは言えない。

• 心交感神経MIBG H/M比

アンケート結果: 8施設の回答

Upper 100%/Lower 0% : 4施設

Upper 適宜技師の調整/Lower 0% : 2施設

Upperをトランケーション処理 : 2施設

作成した画像: 心臓にROIを取り、トランケーション処理を行う。

Upper 100%/Lower 0%

(渋谷医師の回答)

トランケーション処理 (Fig.11) を行ったものが見やすい。生理的集積がUpperだった場合、心臓の集積が過小評価される恐れもある。心臓集積低下例 (Fig.12) では、肺や肝の集積がつぶれてしまうが、十分診断可能である。

【結語】

当院における各検査の臨床条件を確認できた。各施設における臨床条件の一助となることを願う。

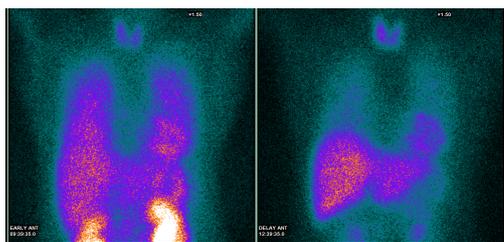


Fig.11 トランケーション処理後

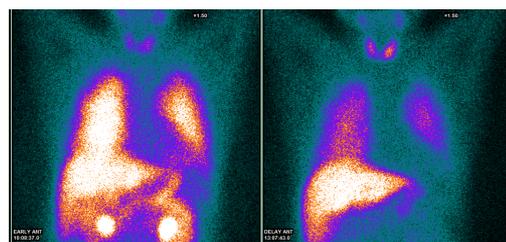


Fig.12 集積低下例