資 料

SPECT 装置の回転軸ずれおよびイメージ
サイズ変動に関する日常試験†

日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学イメージング規格化専門委員会*

113 東京都文京区本駒込 2-28-45

Key Words: single photon emission computed tomography, routine check-up,
rotational axis shift, image size variation, phantom

1. はじめに

SPECT は現在、核医学にとって欠くことのできない検査の一つであり、今後さらにその重要度を増すものと思われる。しかし SPECT イメージは装置の性能の影響を受けやすい。われわれが各施設で行ったファントムを用いた試験でも、この事実を明らかに物語っている。SPECT 画質は施設によって大きな差があり、とくにシンチカメラ視野の感度不均一性と回転軸ずれが大きな影響を与えていると考えられた。SPECT に関する性能試験については当委員会より *Radioisotopes*

Vol. 33, No. 3 に「Single Photon Emission Computed Tomography 装置の性能試験条件」としてすでに公表されているが、SPECT 画質の施設間での大きな差は核医学診断の信頼性と普及に少なからず悪影響を及ぼすものと考えられるので、問題点を絞って再度、検討を加えた。今回は、SPECT 画質に影響を与える種々の因子のうち、回転軸ずれおよびイメージサイズ変動に関する日常的な試験の、より簡便な方法を提案する。本案は松平委員を中心に第36回～45回委員会（昭和62年1月20日～平成元年9月20日）において検討審議され作成されたものである。

2. 試験項目

性能試験は、一般につきのような段階に分けて行う。

- (1) シンチカメラ視野中心とイメージマトリックス中心の一致度およびイメージサイズの試験
- (2) サイノグラムによる試験
- (3) ファントム試験

まず視野中心とイメージマトリックス中心が一致しているか否かを試験する。この試験は定期的に行うものとする。イメージサイズ試験も定期的に行う。イメージサイズ試験は2個およびそれ以上の検出器を有する SPECT 装置にとって重要であり、各検出器によるイメージサイズは同一であることが肝要である。本試験で誤差が生じた時は調整を行う。その後サイノグラム試験を行う。視野中心とイメージマトリックス中心が一致していても、機械的回転中心の不正確さが存在する場合、サイノグラムでその誤差が示されるであろう。機械的回転中心誤差は一般に一定と考えられるので、ソフトウェアでその回転軸ずれの shift 補正を行った後、再構成することを勧める。この補正の組み込まれた再構成プログラムが望ましい。最後にファントム

* 核医学イメージング規格化専門委員会

委員長	久田 欣一	金沢大学医学部
委員	有水 昇	千葉大学医学部
	石井 勝己	北里大学医学部
	岡野 真治	元理化学研究所
	小山田日吉丸	癌研究会附属病院
	川上 憲司	東京慈恵会医科大学
	佐々木康人	群馬大学医学部
	鈴木 豊	東海大学医学部
	土器屋卓志	国立東京第二病院
	西川 潤一	東京大学医学部
	松平 正道	金沢大学医学部附属病院
	松本 徹	放射線医学総合研究所
	向井 孝夫	京都医療技術短期大学
	油井 信春	千葉県がんセンター
オブザーバー	中沢 圭治	北里大学病院
	橋本 広信	東京慈恵会医科大学病院
	福喜多博義	国立がんセンター

† Concrete Plan for Routine Check-up of Rotational Axis Shift and Image Size Variation in SPECT System. Subcommittee for Standardization of Radionuclide Imaging, Medical and Pharmaceutical Committee: Japan Radioisotope Association: 28-45, Honkomagome 2-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113.

試験を実施する。このファントム試験は装置間、施設間のイメージ画質の相違を知るためにも有用である。

3. 試験方法

3・1 シンチカメラ 視野中心とイメージマトリックス中心の一致度およびイメージサイズ試験

3・1・1 測定法

コリメータを取り外した検出器を上向きにして、その中心および中心点を含むX、Y軸上の任意の4点(合計5点)に点線源を置きデータ処理装置に収集する。X、Y軸上の4点は、それぞれ中心点から等距離で中心視野 CFOV (有効視野 UFOV $\times 0.75$)程度の位置が適当である。線源を置く5点は定期的試験ごとに同一点とする。検出器表面上の5点の位置に印を付けておくべきである(図1)。5点の位置の収集は1個の線源で順次行ってもよい。収集マトリックスは128 $\times$ 128または256 $\times$ 256とする。

なお、5点の位置は3・1・3で述べる評価法の図3に示すような display 用格子状交点に一致するような箇所とすると非常に便利である。

3・1・2 線源

図2に示すように、底に1mm ϕ 程度のピンホールを開けた鉛容器に、 ^{57}Co または $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を入れて線源とする。線源の放射能は約3.7MBq(100 μCi)でよい。線源容器の取り扱いに当たっては、シンチレータに衝撃を与えないよう注意する。

3・1・3 評価法

つぎの(a)および(b)による方法で評価する。両方の評価法が困難な場合は、どちらか一つの方法で行う。一般に(b)のような肉眼的観察法によっても充分評価できる。

(a) 点像の重心座標を求める方法

点像を中心とした7 $\times$ 7マトリックス程度のピクセ

図2 点線源の作製例

ル番地およびピクセルカウントより計算する。たとえば128 $\times$ 128マトリックスイメージの場合、点像の重心が $X=64.5$, $Y=64.5$ であれば、シンチカメラ視野中心とイメージマトリックス中心は一致しており、電気的回転中心も正確であるといえる。

(b) 点像の位置を観察して評価する方法

図3に示すように同心円あるいは格子状のディスプレイが可能なソフトウェアがあれば、点像を重ねて観察し、位置のずれの程度を判定する。(ちなみに、図3(b)の格子は格子状ROIプログラムを利用したものである)。ディスプレイ中心の交点は検出器中心の点線源像に一致させる。同心円上の4か所の点線源の位置は、最初の実験で、格子状ディスプレイ等の交点と一致するような箇所を検出器表面上に決定し印を付けておく。以後、定期的検査においては、この定められた位置に線源を置き撮像した結果がディスプレイ交点と一致しているなら、中心およびイメージサイズは変動していないということが確認できる。

3・2 サイノグラム試験

前項3・1の試験を行った後にサイノグラムを求める。サイノグラムにより機械的回転中心の誤差をも含めたSPECTシステムの回転中心精度を評価できる。

サイノグラムは、視野の適当な位置に置かれた点線源または線状線源のSPECTシステムによる360度方向のデータから得られる。線源の位置は通常、X方向に対して有効視野半径の1/2、Y方向に対して中心付近が適当であろう。

SPECTシステムには一般にサイノグラムを求めるソフトウェアが備えられている。このソフトウェアを用いるこ

図1 点線源の位置

(a)

(b)

図3 観察による評価法

- (a) 2検出器 (DETECTOR A, DETECTOR B) 対向型 SPECT 装置の測定例。同図左は2検出器とも、点線源像の位置に誤差を生じている。gain, off-setにより正しい位置に調整する (右)。
- (b) 角型検出器の測定例。ROI プログラムの格子状ディスプレイを利用している。

図6 一般用分解能テストパターン

図7 ファントムによる測定例

- a: 格子状パターン
b: 均等性
c: 解像力パターン

ロックの中間（分解能用ブロックの固定位置によって底部）で均等性を評価する。データ収集は、ファントムに ^{99m}Tc 111 MBq (3 mCi) の水溶液を封入し、投影数 60-64 方向、1 方向 30 秒で行う。図 7 は当ファントムによる測定例である。

収集マトリックス 64×64 あるいは 128×128 のいずれの SPECT イメージにおいても、0.5 ピクセル程度以

内の回転中心誤差であれば画質劣化を検出することは困難であろうが、1 ピクセル程度以上の回転中心誤差が存在するなら画質劣化を評価することが可能であろう。とくに、格子状パターンで画質劣化が認識され易い。図 8 は回転中心に誤差を生じた時の画質劣化の例である。この SPECT の収集マトリックスは 64×64 および 128×128 であり、そのピクセルサイズは約 6 mm および 3 mm である。回転中心誤差が増加するに従い、格子状イメージの中心部の画質が劣化し、直線性も低下している。なお、このファントムでは格子線源幅 (11 mm) の整数倍に近い回転中心誤差において、一見、格子状イメージの画質劣化が認められないかのように観察されるが、ファントムと SPECT 画像に mis-match が発生している。図例では本来 5 本であるべき格子が 4 本あるいは 3 本しか認められない。ファントムイメージによる性能評価に当たっては注意深い観察が必要である。

ファントムのみの試験によっても SPECT 画質の評価は可能であるが、このためには基準となる SPECT イメージと比較観察する必要がある。したがって、基準となる良好な SPECT イメージが必要であり、その装置が正確に性能調整された状態でのファントム SPECT イメージを再構成し、保管しておくべきである。

4. 試験期間

性能の変動しやすい装置では 1-2 週間ごとに 1 回以上、変動の少ない安定した装置では 1-2 か月ごとに 1 回以上の試験を推奨する。SPECT 装置の性能変化の程度は設置時やオーバーホール後の短期間ごとの試験でおおむね把握できる。

文 献

- 1) 日本アイソトープ協会医学・薬学部核医学イメージング規格化専門委員会: 核医学イメージングの規格化に関する勧告 (1987年第2次改定), *Radioisotopes*, **37**, 108-116, 170-178 (1988)
- 2) 同 上: SPECT 像表示の規格化に関する勧告, *ibid.*, **35**, 446-448 (1986)
- 3) 同 上: Single Photon Emission Computed Tomography 装置の性能試験条件, *ibid.*, **33**, 162-169 (1984)
- 4) 同 上: シンチカメラ性能の定期点検に関する勧告, *ibid.*, **30**, 420-423 (1981)
- 5) 日本アイソトープ協会医学・薬学部核医学開

図 8 (58頁の写真) 回転軸ずれが SPECT 画質に及ぼす影響

- a: 収集マトリックス 64×64 , 軸ずれ 1 ピクセル以上で劣化が認められる。
- b: 収集マトリックス 64×64 , 軸ずれ 0.5 ピクセルにおいても劣化がわずかに認められる。
- c: 収集マトリックス 64×64 , 軸ずれ 2 ピクセルでは一見, 良好な格子パターンに見えるが, 格子の数が 4 本しか認められない(本来は 5 本)。軸ずれ 3 ピクセルでは観察される格子の数は 3 本である。
- d: 収集マトリックス 128×128 , 軸ずれ 1 ピクセル以上で劣化が認められる。
- e: 収集マトリックス 128×128 , 軸ずれ 2 ピクセルで劣化している。

発専門委員会核医学イメージング規格化小委員会:
会: アンガー型シンチレーションカメラの性能
試験条件, *ibid.*, **26**, 743-746 (1977)

- 6) 日本放射線技術学会放射性同位元素検査技術委員会:
RI 対外測定装置の性能検査法, 日本放射線技術学会雑誌, **34**, 634-660 (1979)
- 7) Standards for Performance Measurements of

Scintillation Cameras: NEMA Standard Publication No. NU 1-80, National Electrical Manufacturers Association, Washington (1980)

- 8) 日本工業規格「単光子放出体コンピュータ断層装置用ファントム」: JIS Z 4922, 日本規格協会, 東京 (1989)