74. SPECT画像の画質に影響を及ぼす因子の定量的評価

A Quantitative evaluation of factors that might influence the SPECT image quality

いわき市立総合警城共立病院

○ 今野広一
(Kouichi Konno)
佐藤知好
(Tomoyoshi Sato)

四ノ宮 勉
(Tsutomu Shinomiya)

【目的】 SPECT画像に影響を与える因子の定量的評価を試みるため、SPECT装置の性能試験条件の中で述べられている、画質変動要因の中から11種類の因子を取り上げ、SPECTファントムによる4項目の測定結果に影響を与える因子およびその寄与率について直交配列表を用いた分散分析の手法により検討した。

【方法】 今回取り上げた因子は表1に示すように、A)角度サンプリング、B)収集時間(カウント)、C)直線サンプリング間隔、D)エネルギーウィンド幅、E)検出器回転半径、F)コリメータの種類、G)前処理フィルターの種類、H)前処理フィルターの遮断周波数、I)画像再構成の種類、J)吸収補正の有無、K)スライスサンプリング幅の11種類の因子について、臨床使用範囲に限定した2水準の条件変化を行い、以下の4項目の測定に影響を与える因子について調べた。

1) 空間分解能(図1A)は、Hot spot像のProfileカーブからFWHMを求めた。コントラストの測定は(図1B)、Cold spot像から求めた。3) 精度の測定(図1C)は、脳ファントム画像の関心領域における変動係数を式5から求めた。4) 再現性(図1D)は、スタティック像の中心部と辺縁部の関心領域の比率を基準に、SPECT像の同様の位置での変化量を式8から求めた。

【結果および考察】 11種類の因子を2水準系L32直交配列表に交互作用も含めた割付を行い合計32回の実験で求めた4項目の測定結果を表2に示す。この結果を分散分析表にして、F検定を行い有意差を認められた因子について寄与率(最適水準条件)を表3にまと

めて示す。この結果、1) 空間分解能に影響を与える因子及び寄与率は、C)35.9%を最高に、D×F)2.8%まで6種類の因子と1組の交互作用に有意差が認められ、寄与率の合計が82%であった。2) コントラストに影響を与える因子及び寄与率は、C)25.9%を最高に、E)1.3%まで9種類の因子に有意差が認められ、寄与率の合計が87%であった。3) 精度に影響を与える因子及び寄与率は、H)14.0%を最高に、B×H)6.4%まで5種類の因子と1組の交互作用に有意差が認められ、寄与率の合計が53%であった。4) 再現性に影響を与える因子及び寄与率は、J)69.6%を最高に、D)1.8%まで4種類の因子に有意差が認められ、寄与率の合計が85%であった。今回のように画質に影響を与える種々の因子が考えられる場合、それらの因子の影響度を定量的に検討するには、直交配列表を用いた分散分析の手法が有効と思われる。

表1 因子と水準条件

因子	水準	第1水準	第2水準
A 角度サンプリング	2	A1: 6.4Proj/360°	A2: 12.8Proj/360°
B 収集時間(カウント)	2	B1: 50秒/1フレーム (Max 60 kcps/Pixel)	B2: 2.5秒/1フレーム (Max 30 kcps/Pixel)
C 直線サンプリング間隔	2	C1: 1.28matrix	C2: 6.4matrix
D エネルギーウィンド幅	2	D1: 2.0%	D2: サブトラクション法 ¹⁾
E 検出器回転半径	2	E1: 2.0cm	E2: 2.5cm
F コリメータの種類	2	F1: 高分解能コリメータ (低エネルギー用)	F2: 標準コリメータ (低エネルギー用)
G 前処理フィルターの種類	2	G1: ハニングフィルター	G2: パワースフィルター
H 前処理フィルターの遮断周波数	2	H1: 0.7-fn	H2: 0.5-fn
I 画像再構成の種類	2	I1: Ramp	I2: ワーク (Sorenson法 ²⁾ μ=0.12)
J 吸収補正の有無	2	J1: 吸収補正なし	J2: 吸収補正あり
K スライスサンプリング幅	2	K1: 5.4mm/slice	K2: 10.8mm/slice

- 1) 臨床時の収集条件(64Proj/360°, 12.8matrix, 50秒/1フレーム、高分解能コリメータ使用)から考慮したカウント数。
2) 同時収集法によりホットスポット(P)、コンプトン領域(S)の画像を収集し、画像減算処理(P-0.6S)を行った画像を生成データとした。
3) fn: ナイキスト周波数 1.85cycles/cm(12.8matrix, 1.6mm線径), 0.92cycles/cm(64matrix, 1.6mm線径)
ハニングフィルター選択時 H1: (1.39cycles/cm; 12.8matrix), 0.84cycles/cm(6matrix)
パワースフィルター選択時 H1: (0.84cycles/cm; 12.8matrix), 0.32cycles/cm(6matrix)
H2: (0.92cycles/cm; 12.8matrix), 0.46cycles/cm(6matrix)
H2: (0.84cycles/cm; 12.8matrix), 0.23cycles/cm(6matrix)

SPECT装置: Starcam3000XR/T (GE社製)
ファントム: SPECTファントムJSP型 (京都科学)
* : ECT用断片ファントムB-10型 ()
使用状態: ***Tc

表2 L32 (2¹¹)

因子	水準	第1水準	第2水準
A 角度サンプリング	2	A1: 6.4Proj/360°	A2: 12.8Proj/360°
B 収集時間(カウント)	2	B1: 50秒/1フレーム (Max 60 kcps/Pixel)	B2: 2.5秒/1フレーム (Max 30 kcps/Pixel)
C 直線サンプリング間隔	2	C1: 1.28matrix	C2: 6.4matrix
D エネルギーウィンド幅	2	D1: 2.0%	D2: サブトラクション法 ¹⁾
E 検出器回転半径	2	E1: 2.0cm	E2: 2.5cm
F コリメータの種類	2	F1: 高分解能コリメータ (低エネルギー用)	F2: 標準コリメータ (低エネルギー用)
G 前処理フィルターの種類	2	G1: ハニングフィルター	G2: パワースフィルター
H 前処理フィルターの遮断周波数	2	H1: 0.7-fn	H2: 0.5-fn
I 画像再構成の種類	2	I1: Ramp	I2: ワーク (Sorenson法 ²⁾ μ=0.12)
J 吸収補正の有無	2	J1: 吸収補正なし	J2: 吸収補正あり
K スライスサンプリング幅	2	K1: 5.4mm/slice	K2: 10.8mm/slice

表3

因子	空間分解能	コントラスト	精度	再現性
A 角度サンプリング	5.00 *	3.9 (A2)	6.82 *	7.0 (A1)
B 収集時間	82.92 **	35.9 (C1)	6.71 *	6.8 (C2)
C 直線サンプリング間隔	32.39 **	13.7 (D2)	35.39 **	12.8 (D2)
D エネルギーウィンド幅	28.23 **	4.57 *	1.3 (E1)	3.2 (F1)
E 検出器回転半径	28.23 **	5.53 **	7.54 *	2.4 (G2)
F コリメータの種類	28.23 **	11.0 (F1)	5.98 *	7.1 (G1)
G 前処理フィルターの種類	23.40 **	9.8 (H1)	12.03 **	14.0 (H1)
H 前処理フィルターの遮断周波数	23.40 **	14.98 **	5.2 (H1)	23.30 **
I 画像再構成の種類	23.40 **	23.30 **	8.3 (I2)	60.23 **
J 吸収補正の有無	12.05 **	5.1 (K2)	2.2 (J1)	69.6 (J2)
K スライスサンプリング幅	7.31 *	2.8 (D2F1)	11.56 **	12.6 (K2)
D × F	12.05 **	5.1 (K2)	11.56 **	12.6 (K2)
B × H	12.05 **	5.1 (K2)	11.56 **	12.6 (K2)
総平均	12.7	10.9	6.32 *	6.4 (B1D2)
標準偏差	100.0	100.0	100.0	100.0

** 有意水準 1% * 有意水準 5%