

25

シンチレーションカメラシステムの評価
—低濃度差被写体—

日立中研

○植田 健, 高見勝己

日立メディコ

石松健二

シンチグラムの解像度に関して、バーの幅と、それを見分けるに必要な R I 投与量 a (mCi/cm^2) と撮影時間 T (min) との積 aT (情報密度に比例) との関係を表わす特性曲線は、検出器およびコリメータの解像度と感度によって決定される。

今回は、(1) R I 分布が低濃度差である被写体に対する特性曲線を理論的に検討した。(2) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ のイメージングにおいて、被写体のコントラスト、シンチグラムに要求される解像度、および画像の情報密度の3因子のいずれか2因子を指定したときに、検出器の固有解像度に応じて、最適なコリメータを選定した。(3) 固有解像度および検出効率の変化に対する特性曲線の挙動を吟味した。高エネルギー核種 ^{131}I に対する性能についても、同様に検討した。

結果: (1) 被写体の濃度差が低下するほど、同一の情報密度で測定されたシンチグラムの解像度は劣化する。劣化の程度は、情報密度にやや依存するが、たとえば $aT = 10^{-3}$ に対しては、コントラストが100%から33%あるいは17%に低下すると、解像度はそれぞれ1.4倍、2.0倍に悪化する。この劣化を補償しようとするならば、情報密度をそれぞれ8倍、40倍に増加することが必要となる。

(2) 情報密度が減少するにしたがい、高感度(低解像度)コリメータが適するようになり、被写体の濃度差が減少するほど、この傾向は強まる。コリメータ表面から10 cmの深さにある $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 被写体を想定し、検出器固有解像度2.0 mm、コリメータは上記深さに対する解像度半値幅が5, 7, 10 mmの3種(これらは日立ガンマビューの性能を模擬している)の条件では、コントラストが100, 33, および17%の各被写体に対して、 $aT = 10^{-3}$ では、それぞれ5, 5, 7 mmのコリメータが最適、 $aT = 2 \times 10^{-4}$ では、それぞれ5, 7, 10 mmのコリメータが最適となる。

(3) シンチレーター厚9 mm、固有解像度2.0 mmの装置は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 被写体の6 mmを見分ける場合の感度はシンチレーター厚12.7 mmでは固有解像力2.1 mmの装置に、14 mmを見る場合には2.3 mmの装置に相当する。 ^{131}I 被写体の6および14 mmを見分ける感度は、シンチレーター厚12.7 mmの、それぞれ2.5および3.5 mm($^{99\text{m}}\text{Tc}$ に換算した解像度)の装置に相当する。これらの結果は被写体の濃度差にはほとんど影響されない。

26

待合せサンプリング方式ガンマカメラの高計数率特性と解像力の評価

放医研

○田中栄一 野原功全 村山秀雄

待合せサンプリング方式のガンマカメラ¹⁾では、各信号の電流パルスは時間幅 t_c に短縮されたのち、前後のパルスとそれぞれ t_c および $t_c + t_r$ 離れている場合に限り積分され、サンプリングされて検出される。ここに t_r はサンプリングに要する時間である。積分は通常充分長い時間 (t_w) 行われるが、つぎのパルスが検出された場合には、そのパルスによってただちに積分を停止してサンプリングされる。いま、サンプリングされたパルスから位置計算するのに要する時間を t_d ($< t_w + t_r$) とすると、この系の計数率特性は次式で近似的に与えられる。

$$n_0 = \frac{fn e^{-(2t_c + t_r)n}}{1 + fn(t_d - t_c - t_r)[e^{-(t_c + t_r)n} - e^{-(t_w + t_d - t_c)n}]}$$

ここに、 n は入力計数率、 f はパルスがエネルギーウィンドウに入る割合である。

解像力は入力計数率の増加とともにしだいに劣化するが、その原因には観測されるパルスの積分時間の短縮による成分 (R_m) と、それ以前に到来したすべてのパルス電流の統計変動による成分 (R_p) があり、それぞれ次式で表わされる。

$$R_m = \left[\frac{1 + nT - e^{-t_c/T}}{(1 + nT)(1 - e^{-t_c/T})} \right]^{1/2}$$

$$R_p = \left[\frac{nT e^{-t_c/T} (1 + nT + nTe^{-t_c/T})}{(1 + nT)(1 - e^{-t_c/T})} \right]^{1/2}$$

ここに、 R_m , R_p は標準偏差であらわした解像幅の劣化度で、総合解像力の劣化度 R は、 $R = (R_m^2 + R_p^2)^{1/2}$ と与えられる。

たとえば、 $t_c = 0.125$, $t_r = 0.1$, $t_w = 0.75$, $t_d = 0.6 \mu\text{s}$, $f = 0.5$ のとき、測定される最高計数率は約420 kcps (入力2500 kcps) に達し、総合解像力の劣化度は入力計数率100, 200, 500, 1000, 2000 kcpsにたいし、それぞれ、3.8, 7.3, 17.3, 25.6%である。

以上の結果は、アンガー型ガンマカメラの高計数率特性の1つの限界を示すもので、現在のガンマカメラの高計数率特性の大幅な改善の可能性を示している。

1) E Tanaka: Development of gamma-camera technology — A possibility of high speed gamma camera, proc. 1-st Asia and Oceania Congress of Nuclear Medicine, Sydney, Sept. 6-10 1976.