

SPECT による小病変の濃度測定

中嶋 憲一, 利波 紀久, 久田 欣一

要 旨

SPECT により小病変の集積濃度を測定するために基礎的検討を行った。病変の大きさや測定法の違いにより生ずる誤差について検討した。空気中の小病変では、病変を含む全スライスの測定値を加算することにより、システムの FWHM の大きさまで評価できる。また、バックグラウンドと真の病変の体積で補正することにより、測定精度が向上することが示された。

はじめに

Single photon emission computed tomography (SPECT) を用いた小病変の検出においては、その検出限界と同時に、アイソトープの集積量を定量することが重要である。筆者らはすでに、小病変の検出能について報告しているが¹⁾、特に小病変では集積カウント、Target/Background (T/B) 比を過小評価することが問題となった。この報告では、特にその過小評価が病変の濃度の測定法によって異なることを示す。

方 法

1. 空気中での小病変集積濃度の測定

球形のプラスチックファントム（直径 2.8, 1.9, 1.5, 1.2, 0.8, 0.4 cm の 6 種類）に 55 $\mu\text{Ci/ml}$ の Tc-99m を入れ、SPECT 装置のカメラの回転中心においた。

SPECT データの収集条件は、1 方向 20 秒 72 方向であり、回転半径は 22 cm にした。投影データに前処理として 9 点荷重スムージング後、Shepp&

Logan のフィルターによる逆投影を行い画像再構成を行った。

集積カウントの計算は、次の 3 種類の方法より行った。(1) 横断プロフィール曲線より陽性像の中心部のピクセル（画素）カウントを求める。(2) 1 スライスのカウントを十分大きな関心領域を設定して求め、真の 1 スライスの体積で除して画素あたりのカウントを求める。(3) 陽性像を含む全てのスライスについて、(2) と同様にカウントを求め、加算して真の体積で割り、1 画素の平均カウントを求める。

以上の方法で求めたカウントを、予め既知の放射能で SPECT より計算しておいた SPECT 値と放射能の関係を用いて、 $\mu\text{Ci/ml}$ に換算した。

2. シミュレーションによる濃度の測定法の比較

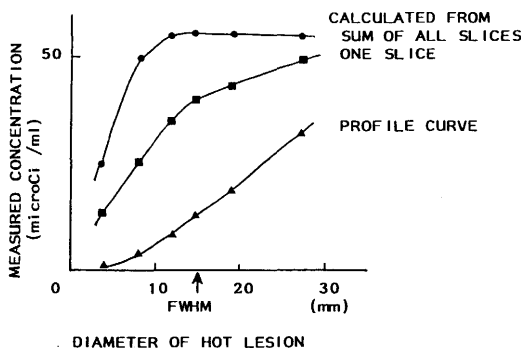


Fig. 1 Effect of the size of hot lesion on the measurement of target concentration in air. The concentration of the target was calculated from a maximum count in a profile curve (\blacktriangle), mean concentration in a slice (\blacksquare), and sum of counts in all slices in which the hot lesion was included (\bullet).

Measurement of concentration in small hot lesion using SPECT

Kenichi Nakajima, Norihisa Tonami, Kinichi Hisada

Department of Nuclear Medicine, Kanazawa University School of Medicine
金沢大学医学部核医学科 〒920 金沢市宝町 13-1

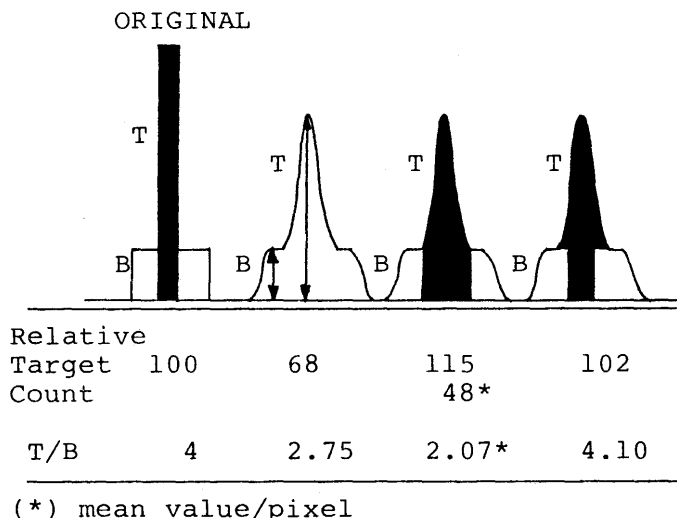


Fig. 2 Three methods for the measurement of concentration in hot lesion. The hot lesion (6 pixels in diameter) and background (T/B=4) are simulated using a computer. The FWHM of the detector system was assumed to be 6 pixels. Black areas correspond to the measured counts.

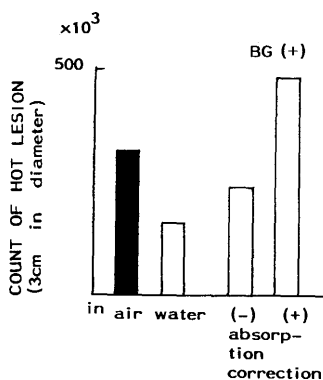


Fig. 3 Measurement of counts in a hot lesion (3cm in diameter) that was located in a center of body phantom. True count of the target was measured in air, and the attenuation was calculated in water. Overestimation of counts after absorption correction was probably due to Compton's scatter from background activity.

直径6画素の病変にアイソトープが集積しており、その T/B 比を4倍とし、検出系の分解能を半値全幅 (FWHM) で6画素と仮定して、簡単なモデルを作成した。このモデルを用いて以下の3方法で target のカウントおよび T/B 比を計算した。(1) 中心部をとるプロフィール曲線を作成し、中心部のピーク値とバックグラウンド (BG) を求める。(2) Target を含む関心領域 (ROI) を視覚的にマニュアルで設定してカウントを求め、同様に周囲に設

定した BG の ROI 内のカウントを求める。(3) Target を含む大きめの ROI をとり、BG を減算する。この値と、画素あたりの BG 値に真の体積をかけた値とを加算して target のカウントとする。すなわち、

真の集積カウント = [(病変を十分に含む ROI 内のカウント) - (同じ ROI の大きさに補正した BG) + (真の病変の大きさの voxel 数 × 1 voxel の BG カウント)]

として、計算した。

3. バックグラウンド内の陽性像における集積濃度の測定

上記1, 2の実験を踏まえて、胴体ファントムの中央においた直径3cmの陽性像において、集積カウントが正しく評価できるか否かを検討した。真のカウントは空気中での測定で求め、さらに水中で吸収を計算した。胴体ファントム中での陽性像のカウントは上記2-(3)の方法で求め、陽性像を含む全スライスを加算した。

結果と考察

1. 空気中での小陽性像の濃度測定

Fig. 1は空気中で測定した陽性像の濃度とその大きさとの関係を示したものである。中心部カウントに基づいて計算すると測定システムの FWHM の2倍の大きさでも60%程度に過小評価がみられ

る。また、1スライスの画像のみから求めた濃度は、システムの FWHM の2倍の大きさならば、90%のカウンtr回復が見られるのに対して、全スライスを加算して求めた濃度は、システムの FWHM の大きさがあれば正確に評価されることが判った。

2. シミュレーションによる濃度の測定法の比較

プロファイル曲線の中心部のカウントを用いてこれを集積濃度とした場合、target のカウントは68%に過小評価され、T/B 比は2.75 (真の T/B=4) であった (Fig. 2)。また視覚的に設定した ROI で求めた総カウントは真の値の1.15倍に計算され、一方 ROI 内のカウントの平均値で求めた T/B 比は2.07倍に過小評価された。(3)の方法で BG を減算後、真の体積で補正を加えたとき、総カウントは真の値の1.02倍でほぼ正確であり、T/B 比も4.10と正しく計算された。

3. バックグラウンド内の陽性像における集積濃度の測定

1, 2の結果をもとに、BGのある条件で集積カウントが正確に評価されるか否かを検討した (Fig. 3)。胴体ファントムの水中では、吸収補正を行わない場合、中心部の3cmの陽性像のカウントは真の値の49%に過小評価される。Tc-99mのBG中にある陽性像は、吸収補正をしないと75%に過小評価されるが、上記の吸収値から補正を行なうと逆に

1.55倍に過大評価となった。これは、target 周囲のバックグラウンドから target へのコンプトン散乱の結果として説明される。

以上より、小病変の集積カウントあるいは濃度を測定する際には target の大きさや T/B 比は重要な因子であるが^{1)~3)}、さらに幾つかの注意が必要であることがわかる。第1に小病変の集積濃度はその病変が含まれる全スライスから求めること、第2に測定の際は BG の値および別の方法で求めた真の病変体積による補正が望ましいこと、第3に正確な吸収補正法が望まれること、最後にコンプトン散乱によるみかけの集積増加は当面のところ補正が難しいが、重要な因子であり、さらに検討が必要である。

文 献

- 1) 中嶋憲一, 久田欣一, 飯田泰治他: Single Photon Emission CT による陽性小病変の検出能: ファントムおよびシミュレーション実験による検討. 核医学 24: 397-405, 1987.
- 2) Jaszczak RJ, Coleman RE, Whitehead FR: Physiologic factors affecting quantitative measurements using camera-based single photon emission computed tomography (SPECT). IEEE Nucl Sci NS-28(1): 69-80, 1981.
- 3) Clarke LP, Leong LL, Serafini AN, et al: Quantitative SPECT imaging: Influence of object size. Nucl Med Commun 7: 363-372, 1986.