

複数核種による核医学イメージング

異なるエネルギーウィンドウにおける crosstalk の影響

河端 佳子 川本 孝志 関本 繁
中嶋 憲一* 高山 輝彦**

要 旨

2核種による検査が同日に施行された場合に、ある核種からのエネルギーが他核種のエネルギーウィンドウに及ぼす影響について検討した。甲状腺について ^{201}Tl の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に対する影響は6%で僅かであったが、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の ^{201}Tl に対する影響は21~40%と大きな値を示した。また、 ^{67}Ga の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に対する影響は14~24%で無視できなかった。異なる核種間の crosstalk の割合をあらかじめ知っておくことは画像の読影や摂取率の算出に際し重要であると考えられた。

はじめに

現在、甲状腺用核種として ^{123}I , ^{131}I のほか ^{201}Tl や $^{99\text{m}}\text{Tc}$ が使用されており、また心臓については心筋血流用に ^{201}Tl が、心プール用に $^{99\text{m}}\text{Tc}$ が使用されている。これらの検査は同日に行われることもあり、ある核種についての画像や摂取率の算出にあたっては、前検査の異なる核種からの γ 線の影響を無視できない。そこで、2核種を同時に使用した際の γ 線計数に及ぼす相互の影響のうち (1) ^{123}I , ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の互いに及ぼす影響、(2) ^{67}Ga の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に及ぼす影響、の2項目について検討した。

方 法

使用した核種と撮像条件を Table 1 に示す。 ^{201}Tl は心筋の場合 3 mCi, 甲状腺の場合 2 mCi を

静注し、10 分後に撮像開始した。 ^{123}I -IMP は 3 mCi 静注後 30 分に、 ^{67}Ga は 3 mCi 静注後 48 時間に、また $^{99\text{m}}\text{Tc}$ は 4 mCi 静注後 20 分に撮像開始した。コリメータは、 ^{123}I の場合には中エネルギー用 (ME) コリメータと低エネルギー汎用 (LEAP) コリメータの2種類について検討した。ガンマカメラは東芝製 GCA-401-5, コンピューターは GMS-55 A を使用した。

2核種間の crosstalk の割合 (A) は次式により求めた。

$$A=B/C \quad (1)$$

ここで、

A : 核種 1 の核種 2 のウィンドウにおける crosstalk の割合

B : 核種 2 のウィンドウにおける核種 1 のカウント数

C : 核種 1 のウィンドウにおける核種 1 のカウント数である。

Table 1. Data acquisition condition

Radionuclide	collimator	energy window
^{201}Tl	LEAP	80 KeV, 25% 167 KeV, 25%
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	SLANT	141 KeV, 20%
^{123}I	ME, LEAP	159 KeV, 20%
^{67}Ga	ME	93 KeV, 20% 185 KeV, 20%

Radionuclide imaging with multiple radionuclides: Effect of the crosstalk in different energy windows
Keiko Kawabata, Takashi Kawamoto, Shigeru Sakimoto, Kenichi Nakajima, Teruhiko Takayama

Kaga general hospital and *Department of Nuclear Medicine, Kanazawa University and **The School of Allied Medical Professions, Kanazawa University

公立加賀中央病院 〒922 加賀市大聖寺八間道 65, *金沢大学核医学教室 〒920 金沢市宝町 13-1, **金沢大学医療技術短期大学 〒920 金沢市小立野 5 丁目 11-8

結 果

(1) ^{123}I , ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の互いに及ぼす影響

(a) 関心領域 (ROI) が胸部全体の場合

Fig. 1 に ^{201}Tl , ^{123}I (ME), ^{123}I (LEAP) を異なるエネルギーウィンドウで撮像した時の胸部前面像を示す。 ^{201}Tl (80 KeV) の場合には、心筋と肝臓が明瞭に描画されており、肺野、甲状腺もかすかながら認められたが、 ^{123}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl (167 KeV) のウィンドウではほとんど描画されなかった。 ^{123}I (ME コリメータ) の場合には、 ^{123}I -IMP が生理的に肺に集積するため $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl (167 KeV) のウィンドウで肺野がよく描画されたが、 ^{201}Tl (80 KeV) のウィンドウでは肺野はほとんど描画されなかった。また、LEAP コリメータの場合も同様であったが、ME コリメータの場合に比べ肝臓がより明瞭に描画された。

(b) ROI を心筋のみ、甲状腺のみに限局した場合

Fig. 2 に示すように ^{201}Tl の場合には、80 KeV のウィンドウで心筋、甲状腺が描画されたが、他の核種のウィンドウでは、ほとんど描画されなかった。また、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (スラントホールコリメータ) の場合には ^{123}I ウィンドウ (159 KeV) でも心臓が明

瞭に描画された。

(c) Crosstalk の割合

(1) 式により求めた異なる核種間の crosstalk の値を Table 2 に示す。 ^{201}Tl の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ウィンドウへの影響は、胸部全体の ROI については 14.6%、心筋に限れば 14.4%、甲状腺に限定すれば 6.3% であった。一方 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の ^{201}Tl ウィンドウへの影響は 167 KeV で 21.1%、80 KeV で 39.9% であった。 ^{201}Tl の ^{123}I ウィンドウへの影響については心筋の場合 15.9%、甲状腺の場合には 7.2% の crosstalk がみられた。

(2) ^{67}Ga の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に及ぼす影響

右頸部腫瘍に ^{67}Ga の著明な集積を認めた症例に対して、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ のウィンドウで撮像 (Fig. 3) し、ROI をカメラの視野全体 (whole)、腫瘍部 (mass)、反対側正常部 (cont) に設定して crosstalk を求めた。Table 3 に示すように、 ^{67}Ga の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に対する crosstalk の割合は 14.2%~24% であった。

次に crosstalk による値を減算した補正画像を作成した。Fig. 4 の (A) は ^{67}Ga 撮像後に $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を注射した時の原画、(B) は ^{67}Ga の画像に $^{99\text{m}}\text{Tc}$ のウィンドウへの crosstalk の割合を乗算して求めた像、下段左は (A) の原画から $^{99\text{m}}\text{Tc}$ エネルギーウィンドウの画像を減算した画像、下段右は (A) の

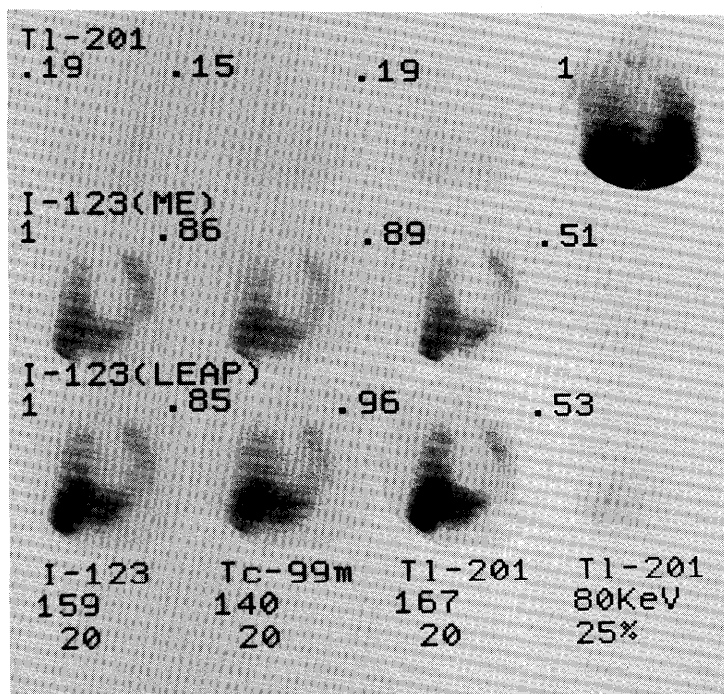


Fig. 1 Chest anterior views with ^{201}Tl and ^{123}I -IMP using medium energy (ME) and low energy (LEAP) collimators. Energy windows were set for ^{123}I (159 KeV, 20%), $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (140 KeV, 20%) and ^{201}Tl (167 KeV, 20% and 80 KeV, 25%) respectively.

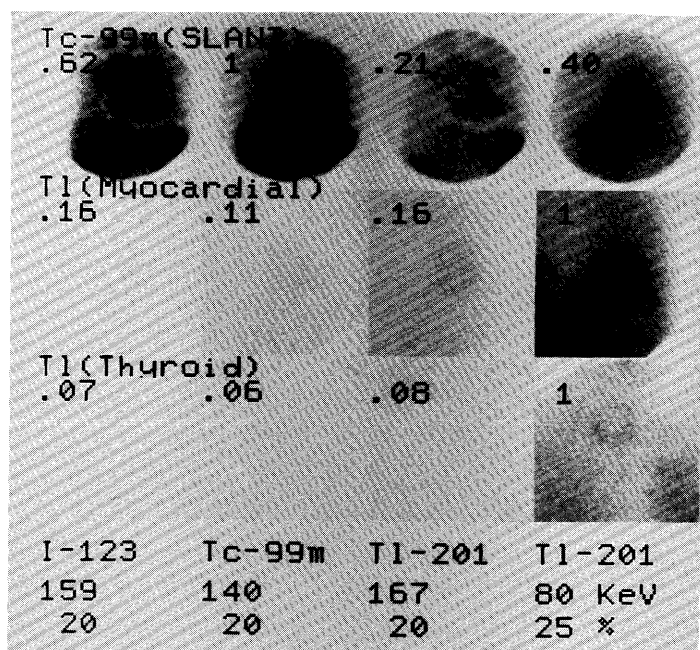


Fig. 2 Upper: blood pool images with ^{99m}Tc - red blood cell.
Middle: myocardial images with ^{201}Tl . Lower: thyroid images with ^{201}Tl . Energy windows were the same as described in Fig. 1.

Table 2. Crosstalk fraction of ^{201}Tl , ^{123}I and ^{99m}Tc in each energy window

Radionuclide	collimator	energy window			
		¹²³ I (159 KeV, 20%)	^{99m} Tc (140KeV, 20%)	²⁰¹ Tl (167 KeV, 20%)	(80 Kev, 25%)
ROI on whole chest					
²⁰¹ Tl	LEAP	0.189	0.146	0.192	1.000
¹²³ I	ME	1.000	0.855	0.888	0.513
¹²³ I	LEAP	1.000	0.847	0.946	0.529
ROI on heart or thyroid					
^{99m} Tc-RBC	Slant	0.619	1.000	0.211	0.399
²⁰¹ Tl (Myocardium)	LEAP	0.159	0.144	0.162	1.000
²⁰¹ Tl (Thyroid)	LEAP	0.072	0.063	0.082	1.000

Table 3. Crosstalk fraction of ^{67}Ga in ^{99m}Tc energy window

ROI	Crosstalk fraction
whole chest	0.222
right neck mass	0.142
contralateral neck	0.240

原画から (B) の画像を減算した画像である。下段の 2 画像はよく合致しており, crosstalk の比率がわかればある程度補正可能であることがわかった。

考 察

(1) ^{123}I , ^{201}Tl , ^{99m}Tc の互いに及ぼす影響

^{201}Tl の ^{99m}Tc に対する crosstalk の割合が甲状腺の場合 6% (胸部全体で 14.6%) であるのに対し, ^{99m}Tc の ^{201}Tl に対する crosstalk の割合は, 167 KeV ウィンドウで 21%, 80 KeV ウィンドウで 40% であったことにより, 日常行われているように ^{201}Tl を先にして ^{99m}Tc を後にすれば影響は少ないが, ^{99m}Tc を先にした場合には ^{201}Tl に対する ^{99m}Tc の影響は無視できないと考えられた。

撮収率に関しては他核種からの影響が重要であ

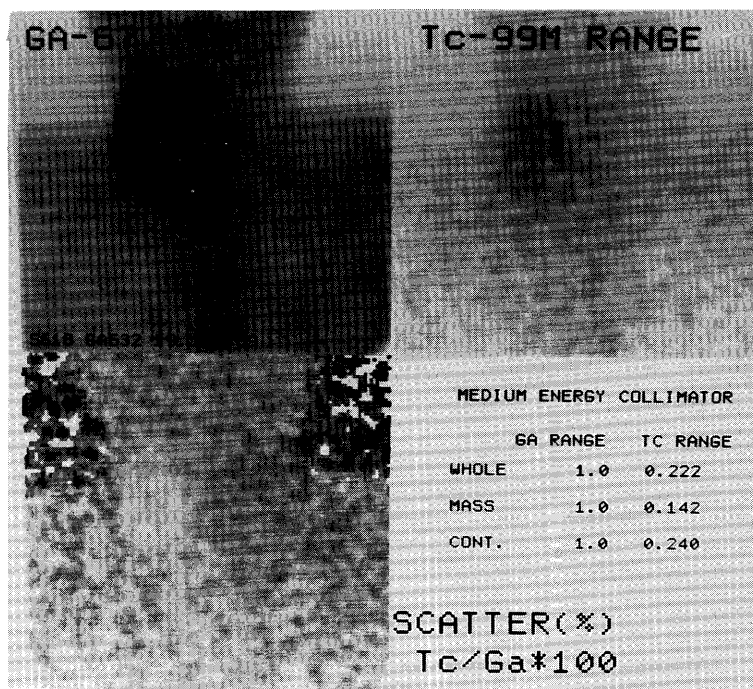


Fig. 3 ^{67}Ga scintigraphy in a patient with right neck tumor. The scintigrams were obtained in the different energy windows for ^{67}Ga (1) and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (2). Parametric image of scatter fraction, i.e. $\text{Tc/Ga} \times 100$, was generated in left lower panel.

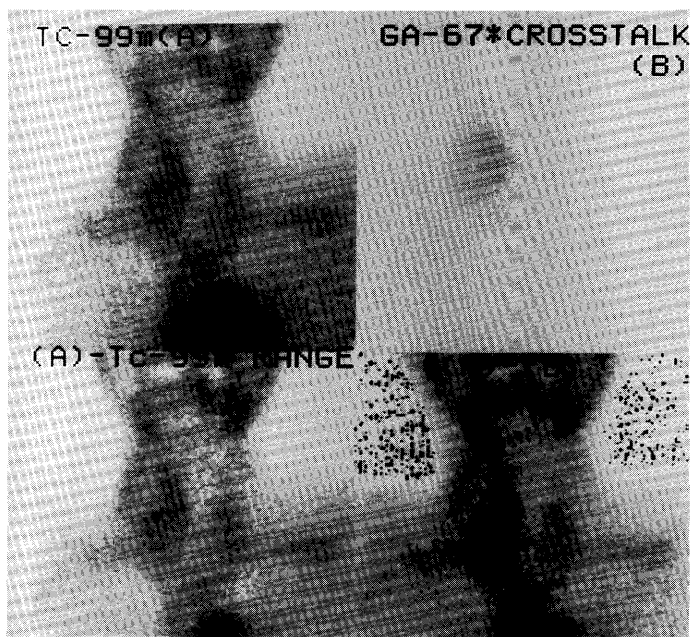


Fig. 4 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ thyroid study just after ^{67}Ga scan which was shown in Fig.3. A (left upper) : Original $^{99\text{m}}\text{Tc}$ image after ^{67}Ga scan in which two radionuclides were administered. B (right upper) : Crosstalk fraction of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ in ^{67}Ga window was multiplied to the image A. C(left lower) : Subtraction of image 2(in Fig.3) from image A. D(right lower) : Subtraction of image 1(in Fig.3) from image A. Images C and D seemed to be in good agreement.

る。甲状腺の ^{201}Tl スキャン後に ^{123}I , 100 μCi を投与して摂取率を測定した場合について試算してみると、3時間の摂取率を10%と仮定すると ^{123}I カウント数は24% 過大評価された。また、 ^{201}Tl スキャン後に $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 4 mCi を投与して摂取率を測定した場合には摂取率が5%と仮定すると $^{99\text{m}}\text{Tc}$ カウント

数は1%過大評価された。したがって、 ^{201}Tl スキャン後に ^{123}I 摂取率を測定する方法は大きな誤差の原因となりうるので注意を要する。

(2) ^{67}Ga の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に及ぼす影響

^{67}Ga の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に対する crosstalk の割合は14% ~24%であり、画像の集積パターンは同様であっ

たが、画質の劣化がみられ、摂取率の測定が必要な場合は、無視できないと考えられた。Crosstalk の割合があらかじめわかっている程度補正が可能だが、crosstalk の比率をかけて作製した画像と散乱線の画像は今回の検討ではほぼ一致したものの厳密には異なるので注意が必要である。

今回は検討しなかったが、 ^{99m}Tc -RBC 心プール後の翌日の ^{201}Tl 心筋スキャンなど臨床で行われる可能性のある他の組み合わせについても影響がある

と予想され、さらに検討が必要である。

以上、多核種を使用する場合にはある核種の減衰後に次の検査を施行するのが理想であるが、臨床では同日に施行される場合も少なからずみられ、また同日でなくても半減期の長い核種の場合は、次の検査に影響を及ぼす。核医学検査の精度を高めるためにはこれら他核種の影響についてあらかじめ知っておくことが重要であろう。