

《ノート》

回転型ガンマ・カメラを用いた、⁶⁷Ga-citrateによる 腫瘍イメージの emission computed tomography

—悪性リンパ腫における病変部の検出について—

Emission Computed Tomography, Using Rotating Gamma Camera,
of Tumor Image with ⁶⁷Ga-citrate
—Detection of Involved Lesions in Malignant Lymphoma—

福永 仁夫* 向井 孝夫* 藤田 透* 滋野 長平*
森田 陸司* 鳥塚 菁爾*

Masao FUKUNAGA, Takao MUKAI, Toru FUJITA, Chohei SHIGENO,
Rikushi MORITA and Kanji TORIZUKA

Department of Radiology and Nuclear Medicine, Kyoto University Hospital

I. はじめに

X線 computed tomography (CT) に対して、体内に投与された RI から発する放射線を測定する emission CT (ECT) は、1963年 Kuhl らにより初めて、その装置が開発された¹⁾。その後、X線 CT の急速な技術の進歩は、ECT の開発に大きな影響を与え、現在では 2, 3 の機器が市販されている^{2~4)}。特に、シングル・フォトン ECT は ^{99m}Tc などのガンマ線がトレーサーとして用いられるために、漸次、臨床利用がなされるようになった。つまり、肝、肺血流、心筋や腎シンチグラフィでの欠損部の検出に威力を発揮することが報告されている^{5~8)}。ところが、⁶⁷Ga-citrate などの病変部を陽性描出するシンチグラフィの場合には、ECT の臨床応用に関しては未だ報告が少ない。そこで、

今回著者らは悪性リンパ腫について深部リンパ節や脾の病変の検出に、ECT を施行し、その有用性を検討したので報告する。

II. 対象と方法

組織学的に確診された 5 例の悪性リンパ腫を対象に用いた。全例 non-Hodgkin's lymphoma であり、その内訳は 1 例は lymphocytic type, 4 例は diffuse histiocytic type であった。

表在性および深在性リンパ節や脾などの involvement の有無を知るため、⁶⁷Ga-citrate を用いた腫瘍シンチグラフィを行い、PHO/CON (RI 前額面多面断層装置) を使用したイメージと ECT イメージとを比較した。

⁶⁷Ga-citrate 2 mCi を静注後、72時間目に PHO/CON にて全身イメージを撮像し、胸部および腹部の ⁶⁷Ga の異常集積部について引き続き ECT を施行した。

Key words: Emission Computed Tomography, ⁶⁷Ga-citrate, Malignant Lymphoma, PHO/CON, Rotating Gamma Camera

* 京都大学放射線・核医学科

受付：56年2月10日

最終稿受付：56年3月31日

別刷請求先：京都市左京区聖護院川原町 54 (番 606)

京都大学附属病院放射線・核医学科

福永 仁夫

ECT は中 energy コリメータを装着した検出器回転型ガンマ・カメラ(Maxi-Camera 400T, GE社)を使用し、電算機は PDP11/60 (DEC社) を用いた⁹。データ収集および表示には核医学用データ処理ソフトの GAMMA-11 (DEC社) を利用し、我々の作成した ECT 再構成プログラム (FORTRAN) と結合させた¹⁰。データ収集は臥位の患者の関心部位に検出器を照準し、体軸の周囲を64方向、約6度ずつ、ステップ状に一回転させた。測定時間は各方向当たり20秒で、一回転に約22分を要した。

ECT の再構成は重畳積分法によって行い、補正関数は Chesler のフィルターを使用した^{11,12}。なお、吸収補正是 Sorenson らの提案した方法にて各投影データを補正した¹³。これらの方針により、 64×64 の大きさの ECT 像を 1 slice ずつ、順次再生して disc 上に格納し全 slice に亘って transaxial イメージを得た。画像表示は、 64×64 を 128×128 に内挿した CRT に 16 level のカラーで表示した。transaxial ECT の再構成時間は 1 slice (1.2 cm巾) につき 25 秒で、frontal および sagittal section は transaxial ECT のデータから約 2~3 分で得られた。この場合の slice 間隔も 1.2 cm であった。

III. 結 果

(1) ^{67}Ga -citrate の異常集積の検出に関する、PHO/CON と ECT の成績の比較。

表在性リンパ節(頸下部、頸部、鎖骨上窩部、腋窩部、およびそ経部)、深部リンパ節(縦隔部、肺

門部および傍大動脈部)および脾への ^{67}Ga -citrate の異常集積の検出の成績を Table 1 に示す。表在性リンパ節(頸下部 5 頸部 2、鎖骨上窩部 3 腋窩部 2 およびそ経部 3)の計 15 個所の異常集積の検出に関しては、PHO/CON および ECT 共に同等の検出成績を示した。一方、深在性リンパ節や脾の異常集積の検出に関しては、縦隔部および肺門部(8 個所)や脾(1 個所)の病変では同等の診断率を示したが、傍大動脈部では PHO/CON では 2 個所に対して、ECT では 3 個所の病変部を検出することが可能であった。結局、全病変部における PHO/CON および ECT の検出成績の比較では、ECT では 27 個所を検出できたのに対し、PHO/CON では 26 個所であり、両者共に同等の検出率を示した。

(2) 症例。

以下、代表的な症例を呈示する。

① 症例 1. M. T. 61歳. 男. diffuse histiocytic type.

i) PHO/CON による ^{67}Ga -citrate イメージ。

体前面から 6, 8, 10 cm および体後面から 6, 8, 10 cm の frontal section のイメージを Fig. 1, 2 に示す。左鎖骨上窩部、両そ経部および左季肋部(脾)に極めて強い ^{67}Ga -citrate の異常集積を認める。

ii) ECT による ^{67}Ga -citrate イメージ。上腹部の serial transaxial および frontal section を Fig. 3, 4 に示す。transaxial section では左季肋部(脾)の異常集積の解剖学的位置がより明瞭に認識できた。frontal section では、この上腹部への ^{67}Ga の集

Table 1 Summary of comparative study of detectability of involved lesion using PHO/CON and ECT in patients with malignant lymphoma

	Submandibular	Cervical	Supra-clavicular	Axillary	Inguinal
PHO/CON	5	2	3	2	3
ECT	5	2	3	2	3
	Mediastinal & Hilar	Para-aortic	Spleen	Total	
PHO/CON	8	2	1	26	
ECT	8	3	1	27	



Fig. 1 PHO/CON image of 6 to 10 cm from anterior surface in case 1. (left: 6 cm, middle: 8 cm, right: 10 cm).

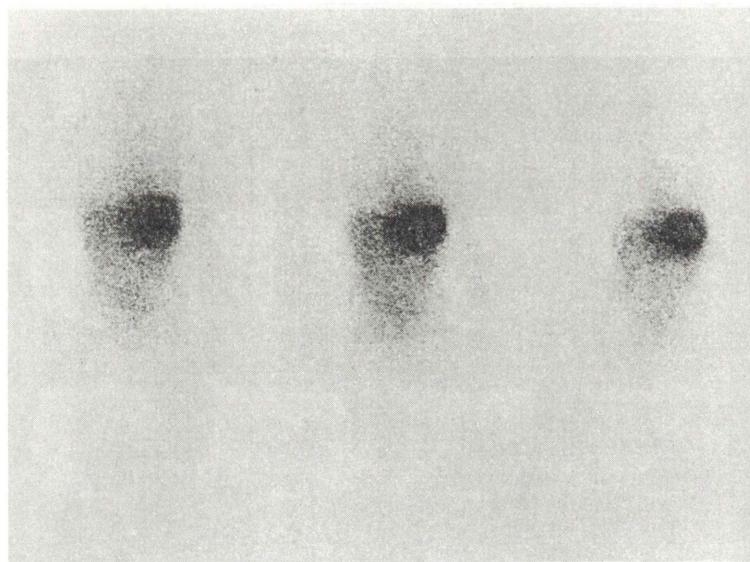


Fig. 2 PHO/CON image of 6 to 10 cm from posterior surface in case 1. (left: 6 cm, middle: 8 cm, right: 10 cm).

積を脾への異常集積と腸管内への ^{67}Ga の排泄とに
区別することが可能であった。

② 症例2. O. H. 52歳. 男. lymphocytic type.

i) PHO/CON による ^{67}Ga -citrate イメージ。
体前面から 6, 8, 10cm および体後面から 6, 8,
10 cm の frontal section のイメージを Fig. 5, 6 に

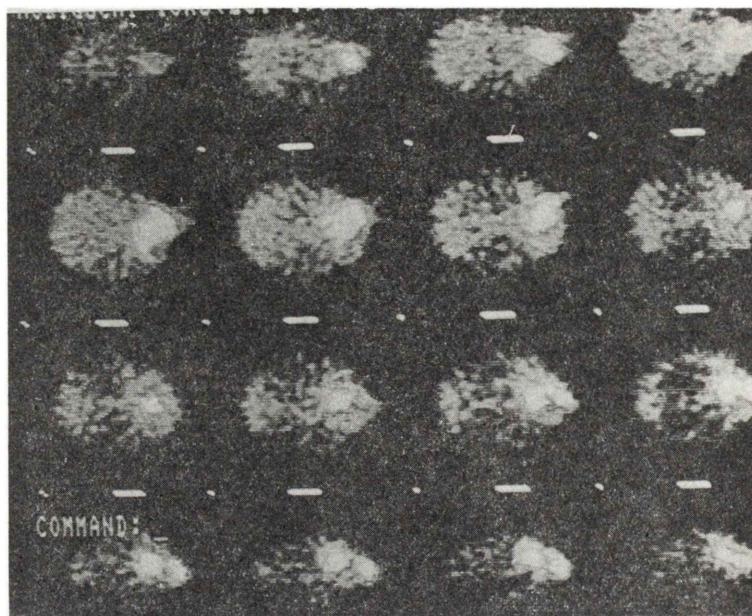


Fig. 3 Serial transaxial ECT sections of upper abdomen in case 1 proceed from the most upper to the most lower with 1.2 cm plane separations.
left upper section: the most upper section
right lower section: the most lower section

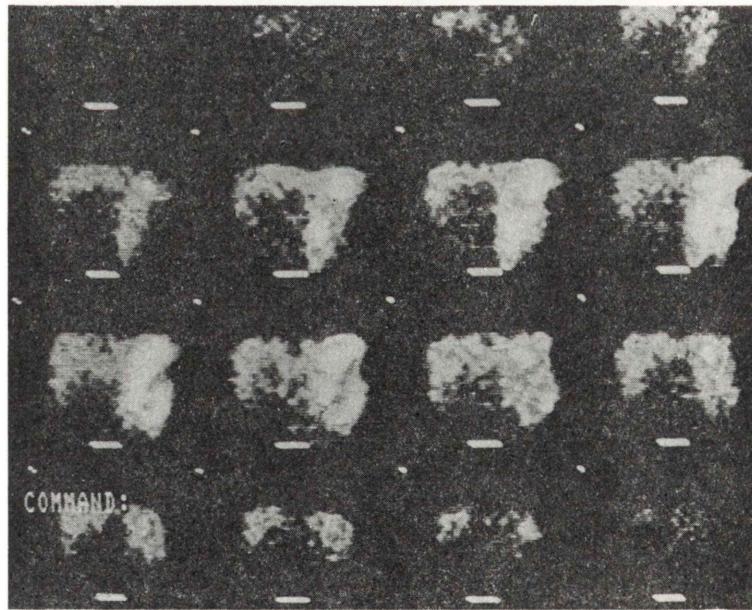


Fig. 4 Serial frontal ECT sections of upper abdomen in case 1 proceed from the most anterior to the most posterior with 1.2 cm plane separations.
left upper section: the most anterior section
right lower section: the most posterior section

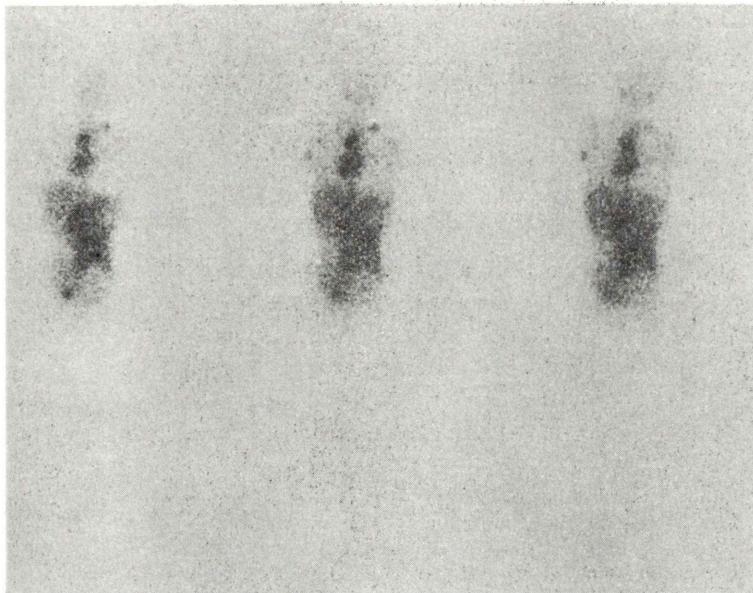


Fig. 5 PHO/CON image of 6 to 10 cm from anterior surface in case 2. (left: 6 cm, middle: 8 cm, right: 10 cm).

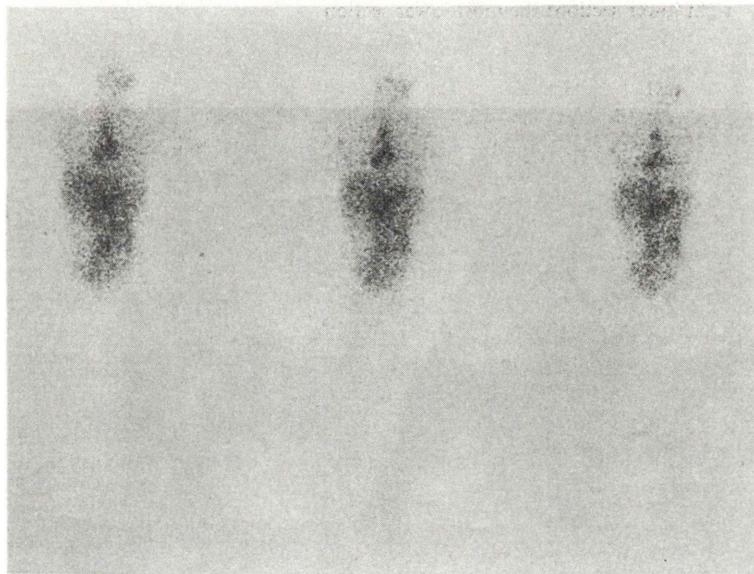


Fig. 6 PHO/CON image of 6 to 10 cm from posterior surface in case 2. (left: 6 cm, middle: 8 cm, right: 0 cm).

示す。両頸下部、右鎖骨上窩部、右腋窩部、右そ経部、縦隔部、肺門部および腹部に極めて強い ^{67}Ga の異常集積を認めた。しかし、腹部への異常集積

が腸管への ^{67}Ga の排泄によるものか、傍大動脈リンパ節への ^{67}Ga の異常集積によるものかの診断は困難であった。

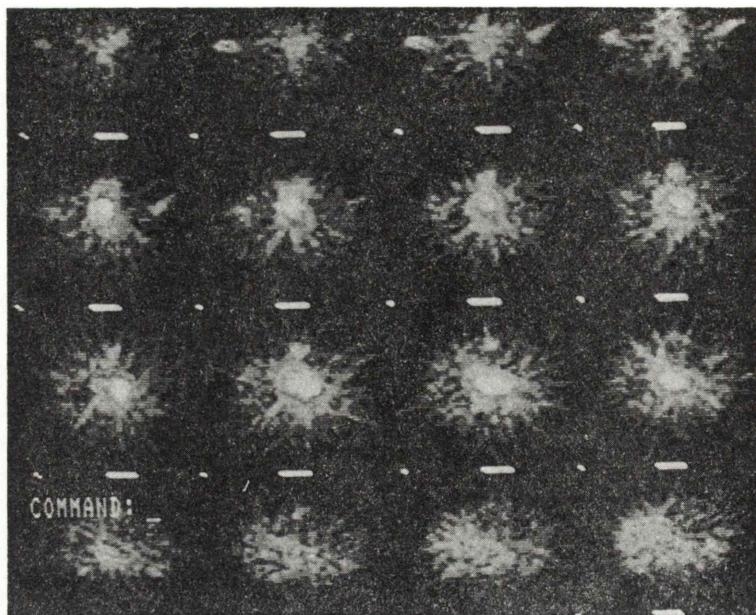


Fig. 7 Serial transaxial ECT sections of chest in case 2 proceed from the most upper to the most lower with 1.2 cm plane separations.
left upper section: the most upper section
right lower section: the most lower section

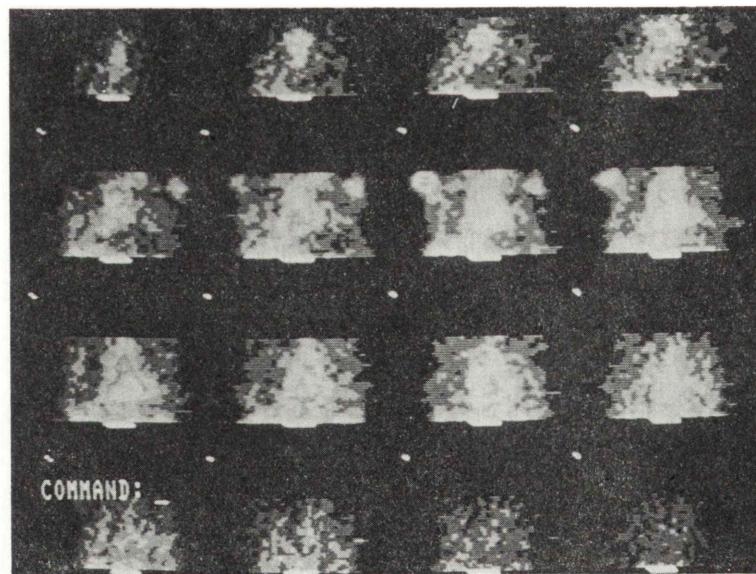


Fig. 8 Serial frontal ECT sections of chest in case 2 proceed from the most anterior to the posterior with 1.2 cm plane separations.
left upper section: the most anterior section
right lower section: the most posterior section

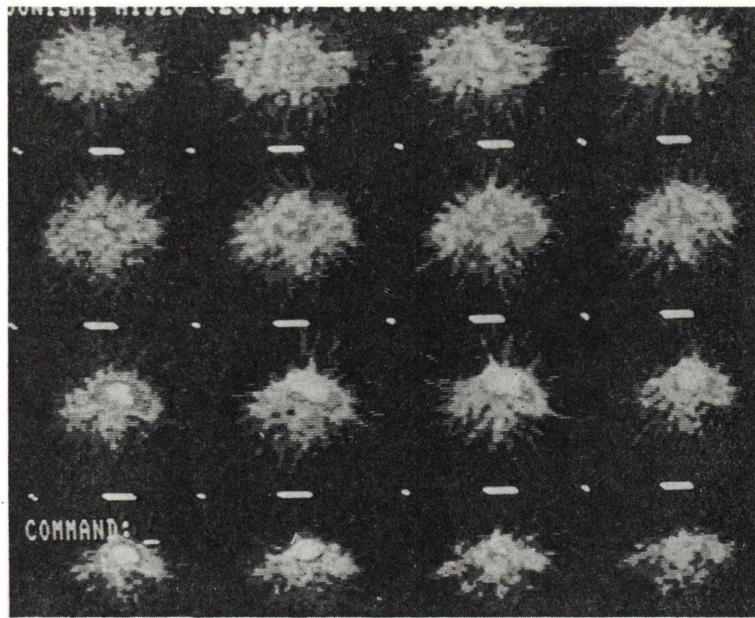


Fig. 9 Serial transaxial ECT sections of upper abdomen in case 2 proceed from the most upper to the most lower with 1.2 cm plane separations.
left upper section: the most upper section
right lower section: the most lower section

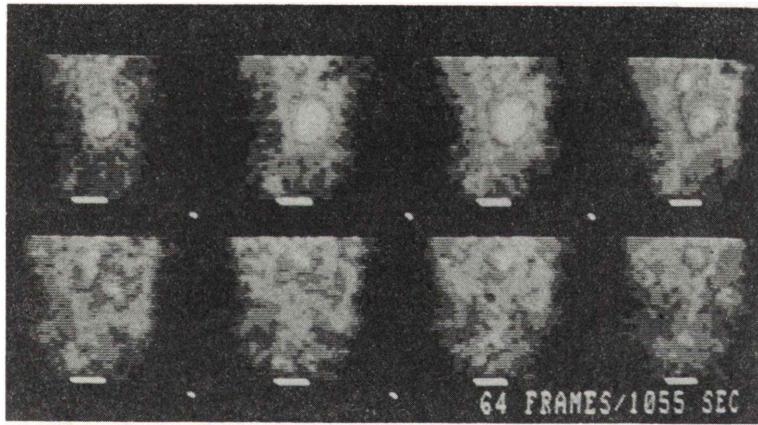


Fig. 10 Serial frontal ECT sections of upper abdomen in case 2 proceed from 9.6 cm depth of anterior surface to the most posterior with 1.2 cm plane separations.
left upper section: 9.6 cm from anterior surface
right lower section: the most posterior section

ii) ECT による ^{67}Ga -citrate イメージ。
胸部の serial transaxial および frontal section を Fig. 7 に示す。 transaxial section では、縦隔部および肺門部への異常集積の解剖学的位置を正確

に知ることができた。frontal section では、PHO/CON とほぼ同様のイメージが得られた。
腹部の serial transaxial および frontal section を Fig. 9, 10 に示す。上腹部から骨盤下部までの

transaxial section では、腹部の⁶⁷Ga の異常集積は 2 個所存在し、共に体正中部で深部に位置することが示された。frontal section でも、体前面から約 10 cm の深さの部位とそれより深い位置の 2 個所に異常集積を認めた。

IV. 考 案

⁶⁷Ga-citrate は、Edwards らにより Hodgkin 病の病変の陽性描画 RI として見い出されて以来、広く臨床に使用され、その有用性および問題点は明らかにされている¹⁴⁾。特に、悪性リンパ腫の病期の決定や治療効果の判定に極めて有用であることが知られている^{15,16)}。ところが、⁶⁷Ga は腸管内へ排泄されるなど非特異的な集積があるため、悪性リンパ腫の場合、縦隔部、肺門部や傍大動脈部などの深部リンパ節や脾の involvement の有無を正確に知ることが重要である。そこで、これらの部位への⁶⁷Ga の異常集積を正しく評価するために、RI 前額面多面断層装置 (PHO/CON) または検出器回転型ガンマ・カメラ (Maxi-Camera 400T) を用いた ECT による腫瘍シンチグラフィを行い、そのイメージを比較した。

PHO/CON は、Anger の原理に基づいて、シンチ・カメラとスキャナーの特性を有効に生かした RI 前額面多面断層装置であり、その原理は、検出器の走査速度と、シンチレーター上の輝点の移動速度と、記録用 CRT の電子ビームの 3 つの要素を同期させることにより、任意の深さの断層像を得ることができる¹⁷⁾。つまり、体の長軸に平行する面の断層像が得られる。一方、ECT は体の長軸に直角な横断面のイメージが得られ、データ処理により transaxial だけでなく frontal および sagittal section をも容易に得ることができる。

今回の著者らの検討では、表在性および深在性リンパ節や脾への⁶⁷Ga の異常集積の検出に関しては、PHO/CON および ECT 共に殆んど同等の診断的価値を有することが認められた。しかし、ECT を用いた方が深部の異常集積をより明確に知ることができ、しかも腸管への⁶⁷Ga の非特異的な集積との鑑別に役立つことが示された。これは、

ECT 再構成のためのデータは関心断層面のみの多方向からの投影像であるのに対して、PHO/CON は関心 slice 以外のいわゆるゴースト・イメージの混入を避けられないことを反映しているのであろう。

従って、routine の⁶⁷Ga による腫瘍シンチグラフィ時に、検出器回転型ガンマ・カメラを使用した ECT を施行することは、何ら被曝線量の増加をきたすことなく、より多くの情報を得ることができ、回転椅子方式よりも負担が少なく、簡便に行える利点が認められるので、回転椅子方式よりは経済性には劣るが、試みる価値のある方法と考えられた。

V. 結 論

5 例の悪性リンパ腫患者に⁶⁷Ga-citrate による腫瘍シンチグラフィを施行し、表在性および深在性リンパ節や脾の病変の検出について、PHO/CON (RI 前額面多面断層装置) のイメージと検出器回転型ガンマ・カメラ (Maxi-Camera 400 T) を用いた ECT のイメージとを比較した。病変部の検出率に関しては、両者共に同等の診断的価値を有した。ただ、ECT を用いた方が深部の異常集積をより明確に知ることができ、しかも腸管への⁶⁷Ga の非特異的な集積との鑑別に有用であった。従って、ECT は被曝線量の増大や患者への負担をきたすことなく、より多くの情報を得ることができるので、深部リンパ節や脾への悪性リンパ腫の involvement が考えられる場合には、試みる価値のある方法であることが示された。

文 献

- 1) Kuhl DE, Edwards RQ: Image separation radioisotope scanning. Radiology 80: 653-662, 1963
- 2) Jarritt PH, Ell PJ, Myers MJ, et al: A new transversesection brain imager for single gamma emitters. J Nucl Med 20: 319-327, 1979
- 3) Henriksen L, Lassen NA, Paulson OB, et al: Evaluation of a new multi-crystal ECT system. Radiol Nucl Med Mag 10: 22-24, 1980
- 4) Murphy PH, Thompson WL, Moore ML, et al: Radionuclide computed tomography of the body

- using routine radiopharmaceuticals. 1. System characterization. *J Nucl Med* **20**: 102-107, 1979
- 5) 鳥塚莞爾, 向井孝夫, 石井 靖, 他: RI コンピュータ断層. 治療 **61**: 1207-1212, 1979
 - 6) 鳥塚莞爾, 向井孝夫, 石井 靖, 他: エミッション CT. 臨放 **25**: 1343-1356, 1980
 - 7) 山本和高, 石井 靖, 向井孝夫, 他: 肝シンチグラム—ECT と超音波による総合画像診断—. 臨放 **24**: 889-891, 1979
 - 8) 伊藤 担, 川村寿一, 吉田 修, 他: Emission computed tomography (ECT) による泌尿器科腎疾患の検討. 核医学 **17**: 1167, 1980
 - 9) Mukai T, Minato K, Fujita T, et al: Characteristics of ECT by a rotating gamma camera. 3rd Symposium on Physical and Technical Aspects of Transmission and Emission Computed Tomography, Tokyo, 1980, p. 86
 - 10) 向井孝夫, 小室裕冉, 藤田 透, 他: X 線像および RI 像の Transaxial Tomography の検討. 第6回画像工学コンファレンス論文集, 東京, 1975, p. 65
 - 11) 向井孝夫, 藤田 透, 石井 靖, 他: ミニコンによる RI 断層像の合成. 映像情報 **9**: 21-27, 1977
 - 12) 向井孝夫, 米倉義晴, 鈴木輝康, 他: RI emission CT の再構成. シンポジウム「CT の物理的技術的諸問題」報文集, 東京, 1978, p. 42.
 - 13) Mukai T, Ishii Y, Yonekura Y, et al: Emission CT using rotating gamma camera. 27th Annual Meeting of Society of Nuclear Medicine, Detroit, 1980
 - 14) Edwards CL, Hayes RL: Tumor scanning with ⁶⁷Ga, Research Report ORAU-107, Oak Ridge, Tenn., Medical Division, Oak Ridge Associated Universities, 1968, p. 110
 - 15) Turner DA, Fordham EW, Ali A, et al: Gallium-67 imaging in the managements of Hodgkin's disease and other malignant lymphomas. *Sem Nucl Med* **8**: 205-218, 1978
 - 16) 坂本 力: ⁶⁷Ga-citrate による腫瘍シンチグラフィに関する臨床的研究. 日本医放会誌 **38**: 457-478, 1978
 - 17) Anger HD: Mutiplane tomographic gammaray scanner. IAEA Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy, Salzburg, 1968