

《原 著》

脳腫瘍の⁶⁷Gaスキャン —^{99m}Tcスキャンとの対比—

秋 貞 雅 祥* 宮 前 達 也**

はじめに

脳腫瘍のスクリーニングにおける RI 検査の適応は Moore の ¹³¹I Sodium diiodofluorescein DIF¹⁾ の先駆的業績以来、他臓器のスキャンに比し遙かに広範囲である。現在その放射性医薬品として汎用されているものは ^{99m}TcO₄ であり、かつこれに限られているといつても過言ではない。

その原因は universal scanning agent としての ^{99m}Tc と、脳に特異的とされる血液脳閂門 blood brain barrier (以下 b.b.b. と略す) との優れた組合せが他核種の開発をそれ程必要としないこともあった。本研究は腫瘍親和性核種としての ⁶⁷Ga-citrate と ^{99m}TcO₄ の両核種を用いた combined technique を脳腫瘍に用い、その意義について考慮を試みた。

対象および方法

三井記念病院放射線科における脳スキャンのうち ^{99m}TcO₄ および ⁶⁷Ga-citrate の両核種を相ついで用いた症例は22例あり、これに東京大学医学部放射線科で施行した3例 (症例 No. 4, 6, 9) を加えると25例になる。その年齢、性、疾患別分類および ^{99m}TcO₄、⁶⁷Ga-citrate スキャンの結果を表1に示した。

1) ^{99m}TcO₄ 脳スキャンの方法

*三井記念病院 放射線科

**埼玉医科大学 放射線科

受付：49年11月11日

別刷請求先：東京都千代田区神田和泉町1 (〒101)

三井記念病院放射線科

秋 貞 雅 祥

^{99m}TcO₄ 投与約30分前に過塩素酸カリ 200mg (小児) 又は 400mg (成人) を経口投与し、脳脈絡叢、甲状腺、唾液腺、胃壁からの分泌をおさえる。^{99m}TcO₄ (ダイナボット社) 5～10mCi (200 μCi/kg) 静注後約30分後から前面および後面スキャンおよび左右両側面の4方向スキャンを行う。東芝5インチ対向スキャナー (RDA 107-5), 85孔コリメータ、焦点距離11cm、走査間隔4 mm、走査速度66cm/分、isotope range 140KeV±10% である。

必要に応じて東芝シンチカメラ (GOA 101) を用い、頭頂像なども追加した。

^{99m}TcO₄ スキャンは原則として所謂早期スキャン (early scan) であるが、対向スキャナによる4スキャンならびに時に追加するカメラ像には ^{99m}TcO₄ 投与後3時間に及ぶこともあり所謂遅延スキャン (delayed scan) も含みうる。

2) ⁶⁷Ga-citrate 脳スキャンの方法

^{99m}TcO₄ スキャン終了後比較的早い時期に carrier free の ⁶⁷Ga-citrate (オランダ Philips, Duper社製、第一ラジオアイソトープ研究所扱い) 1.5～3.0mCi を静注した後、30分、24時間、場合によっては48、72時間後も繰返しスキャンを行った。^{99m}TcO₄ と異なる条件のみを記す。80KeV 以上の積分スキャン、⁶⁷Ga-citrate ではコントラストをあげるため、打点調整のカットオフ機構を濃度調整に合わせて利用し、一般にバックグラウンド計数を約3割以下カットし更に濃度調整でコントラストをつけた。斯る機器の小改造により最大濃度1.5～2.0、バックグラウンド濃度0.3～0.4程度になるようにした。

Table 1 Comparative Evaluation of ^{67}Ga and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ Brain Scintigraphy

No.	Patient		Diagnosis	Brain Scintigraphy			Evaluation of ^{67}Ga image in Comparison with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ Image Group**		
	Sex	Yrs.		Abnormal Uptake* of	^{67}Ga	$^{99\text{m}}\text{Tc}$			
1 S.T.	M	7 M	Abscess with Ventriculitis	marked	marked		Localization of the lesions was more accurately confirmed by ^{67}Ga images.		
2 N.T.	M	16	Abscess	moderate	moderate		same localisation both in ^{67}Ga and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ images		
3 Y.K.	F	42	Metastatic Breast Carcinoma	moderate	absent		Lesion of the right hemisphere was confirmed only by ^{67}Ga images.		
4 T.S.	M	50	Metastatic Adenocarcinoma Primary unknown	moderate	marked				
5 Y.N.	M	43	Metastatic Rectal Carcinoma	moderate	marked				
6 R.N.	M	35	Parasagittal Meningioma	marked	moderate		more intense uptake in ^{67}Ga images		
7 I.T.	F	38	Clivus Meningioma	moderate	moderate		wider extension in ^{67}Ga images		
8 I.K.	M	25	Parasagittal Meningioma	marked	moderate				
9 S.F.	M	71	Meningosarcoma	marked	marked		both in early and delayed images, more intense uptake in ^{67}Ga images		
10 Z.O.	F	22	Acoustic Neurinoma	faintly visible	marked				
11 M.H.	F	48	Increased Intracranial Pressure, Benign Nature	moderate	faintly visible				
12 S.F.	F	38	Pituitary Adenoma (Chromophobe)	absent	absent				
13 K.A.	F	30	Meningitis	absent	absent				
14 K.U.	F	30	Increased Intracranial Pressure, Benign Nature	moderate	faintly visible				
15 K.O.	F	60	Recurrent Episodic Palsy of Cranial N. III & IV, Recurrent Scotoma on Both Sides	faintly visible	faintly visible				

16 H. F.	F	60	Metastatic Lung Carcinoma	faintly visible	marked		II
17 T. O.	F	51	Astrocytoma (Grade II)	faintly visible	absent		I
18 T. M.	F	58	Metastatic Adenocarcinoma	slightly visible	moderate		II
19 Y. S.	M	64	Metastatic Lung Carcinoma	slightly visible	moderate		II
20 C. A.	F	8	von Recklinghausen's Dis.	absent	absent		IV
21 I. N.	M	25	Falx Meningioma	absent	absent		IV
22 A. H.	F	27	Metastatic Choriocarcinoma	slightly visible	slightly visible		III
23 S. O.	F	48	Metastatic Lung Carcinoma	marked	moderate		I
24 I. S.	F	39	Oligodendro-Glioma of Corpus Callosum	moderate	faintly visible		I
25 S. I.	F	30	Glioma, Fronto-Occipital	marked	slightly visible		I

* Uptake of the radioactive pharmaceuticals was classified into the following five categories: absent, faintly visible, slightly visible, moderate, and marked.

** In Group I, better informations of the brain tumor could be obtained in ^{67}Ga than in $^{99\text{m}}\text{Tc}$ images.

In Group II, better informations could be obtained in $^{99\text{m}}\text{Tc}$ than in ^{67}Ga images.

Group III, ^{67}Ga scans similar to $^{99\text{m}}\text{Tc}$ scans

Group IV, negative both in ^{67}Ga and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ scans

東京大学医学部放射線科におけるスキャンで当院と異なる点のみを記載する。過塩素酸カリの前投与は行っていない。 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$, 3 mCi, Nuclear Chicago Pho/Dott Scan, コリメーター19孔, 焦点距離 6.8cm, 間隔 4 mm, 走査速度 90cm/min, ^{67}Ga -citrate 1~2 mCi, 93KeV \pm 10%, カメラは Nuclear Chicago Pho Gamma IIIを用いた。

3) $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$, ^{67}Ga -citrate スキャンの比較

脳病巣の異常なとりこみは、 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ では頭皮の血管床, 各静脈洞, 鼻咽腔粘膜, 頭蓋底, 後頭蓋窩等のとりこみと肉眼的に比較することにより, ^{67}Ga -citrate では頭蓋骨, 涙腺, 咽頭部粘膜等との対比から, 異常とりこみなし (absent), 痕跡的ないし軽度のとりこみ (faintly visible or slightly visible), 中等度のとりこみ (moderate

uptake) および著明なとりこみ (marked uptake) に分類し, これをもとに $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{67}Ga スキャンを対比しその情報の多少により各症例を次の I~IV 群に分けた。すなわち

I 群: ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ともに異常なとりこみがあるが, ^{67}Ga の方が $^{99\text{m}}\text{Tc}$ より情報が大である。すなわち target-to-non target ratio の面から $^{67}\text{Ga} > ^{99\text{m}}\text{Tc}$ であるか又は手術所見上, ^{67}Ga による病巣の局在が $^{99\text{m}}\text{Tc}$ よりより正確であった例などを含む。

II 群: ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ともに異常なとりこみがあるが I 群とは逆に $^{99\text{m}}\text{Tc} > ^{67}\text{Ga}$

III 群: $^{67}\text{Ga} = ^{99\text{m}}\text{Tc}$

IV 群: ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ともに異常なとりこみがない。 ^{67}Ga スキャンは $^{99\text{m}}\text{Tc}$ スキャンに比し技術的

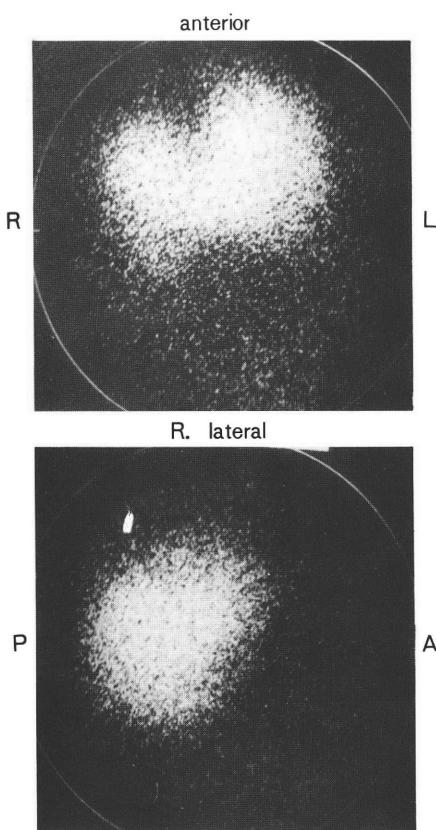


Fig. 1 Case No. 1 Abscess with Ventriculitis (Group I)

Fig. 1 a RI ventriculograms show two ovoid areas of increased activity with the configuration of the ventricles. Left ventricle is more widened than right ventricle.

にも煩雑でありかつスキャンの解像力も一般的に⁶⁷Gaの方が劣る。Ⅲ群では⁶⁷Ga=^{99m}Tcであるから両スキャンを回顧的にみると^{99m}Tcスキャンのみでよかったということになる。

すなわち⁶⁷Ga, ^{99m}Tcの比較でⅠ群では⁶⁷Gaが^{99m}Tcに比し優れているのに対し、Ⅱ+Ⅲ群は^{99m}Tcの方が⁶⁷Gaより優れているということになる。

結果

⁶⁷Ga-citrateスキャン正常像の経時的変化

静注30分後においては^{99m}TcO₄程ではないが頭皮血管、各静脈洞のプールスキャンが認められ

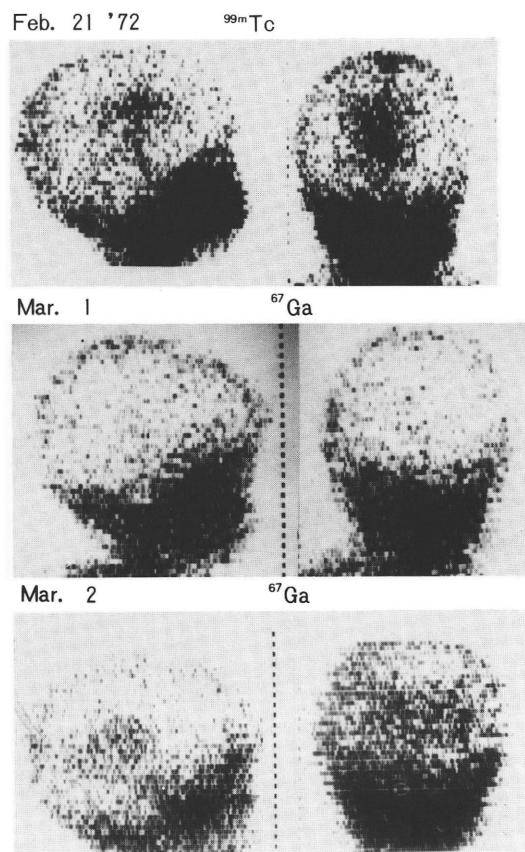


Fig. 1 b top : brain scan with ^{99m}TcO₄, large areas of increased activity mainly in the right hemisphere adjacent to the midline and extending downwards with ill-defined margins.

middle : ⁶⁷Ga-citrate scan, 30 minutes after injection, absence of abnormal activity

bottom : These figures are not identical with top-figures. Large areas of increased activity are similar to the ventricles. The outlines are blurred. ventriculitis with abscess formation

る。24時間後でも上矢状洞、静脈洞交会、横静脈洞、S状静脈洞などが認められることがある。この時期では、頭蓋骨、鼻咽頭粘膜、眼窩(涙腺)へのとりこみが明瞭になる。

検査対象の⁶⁷Ga-citrateスキャンおよび^{99m}TcO₄スキャンの比較

対象とした脳内病変25例中病理組織確認群は22例であり、その内訳は転移性脳腫瘍8例(症例

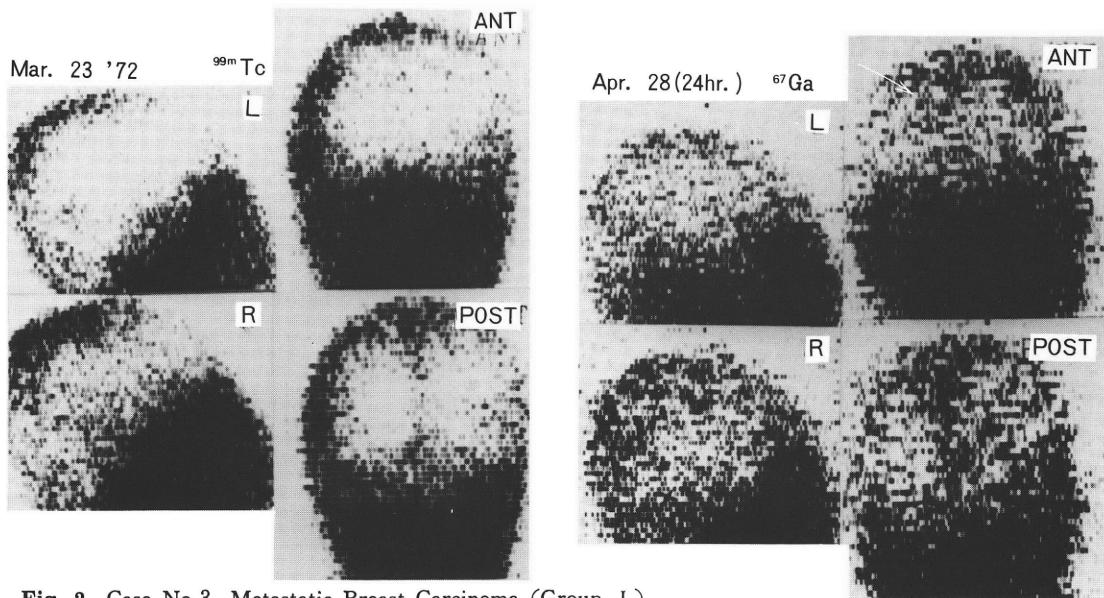


Fig. 2 Case No. 3 Metastatic Breast Carcinoma (Group I)
positive scan with ⁶⁷Ga-citrate to the right of the midline (→), however, no abnormal uptake with ^{99m}TcO₄ at the corresponding site in the anterior view

No. 3, 4, 5, 16, 18, 19, 22, 23, 原発巣は乳腺、直腸、肺、悪性絨毛上皮腫であり原発不明の腺癌 2 例を含む), 髄膜腫 4 例 (症例 6, 7, 8, 21 で傍矢状領域、斜台、前頭部、および大脳錐にあった), 髄膜肉腫 1 例 (症例 No. 9), 脳膜瘍 2 例 (症例 No. 1, 2), 聴神経鞘腫 2 例 (症例 No. 10, 20), 嫌色素性下垂体腫瘍 1 例 (症例 No. 12), 星状細胞腫 II 度 1 例 (症例 No. 17), 乏突起神経膠腫 1 例 (症例 No. 24), 神経膠腫 (症例 No. 25) 1 例、および髄膜炎 (症例 No. 13) 1 例である。

組織未確認の 3 例は良性頭蓋内圧亢進症 (症例 No. 11、および No. 14) (髄血乳頭、脳血管の偏位等の異常所見を認めながら年余の経過観察で髄血乳頭および臨床症状の改善をみている。), 他の 1 例 (症例 No. 15) は第 3 および 4 脳神経の繰返す麻痺と両側の暗点を示した。

I 群すなわち ⁶⁷Ga-citrate スキャンが ^{99m}TcO₄ スキャンより優位と考えられる例は脳膜瘍、髄膜腫、転移性脳腫瘍、良性頭蓋内圧亢進症、星状細胞腫等の 12 例がこれに属し、II 群は 6 例で転移性脳腫瘍、聴神経鞘腫であった。III 群は 3 例で脳膜瘍、転移性脳腫瘍および繰返す第 3 および 4 脳神

経麻痺である。^{99m}TcO₄ スキャン以上の情報が得られない、II + III 群は 9 例になる。

IV 群は髄膜腫、聴神経鞘腫 (症例 No. 20)、下垂体腫瘍および髄膜炎である。

そこで各種疾患別に見ると転移性脳腫瘍 8 例中 I 群に所属するものは 2 例 (原発、肺および乳腺)、II + III 群は 6 例 (原発不明の腺癌、直腸、肺、悪性絨毛上皮腫) であるが、⁶⁷Ga-citrate のとりこみからみると転移性脳腫瘍の半数は著明なとりこみがあり、残りの半数も僅かながらとりこまれている。

髄膜腫又は髄膜肉腫 5 例中 I 群は 4 例に及び、II + III 群は 1 例もなく、大脳錐髄膜腫の 1 例のみが IV 群であった。

脳膜瘍の 2 例については何れも ⁶⁷Ga-citrate のとりこみはよかったです。

⁶⁷Ga-citrate スキャン陽性例は髄膜腫に見る様にすでに早期スキャンで著明をとりこみを呈する場合もあるが一般的には 24 時間以後から 2 ~ 3 日後の方が target-to-non target ratio が増加していく。

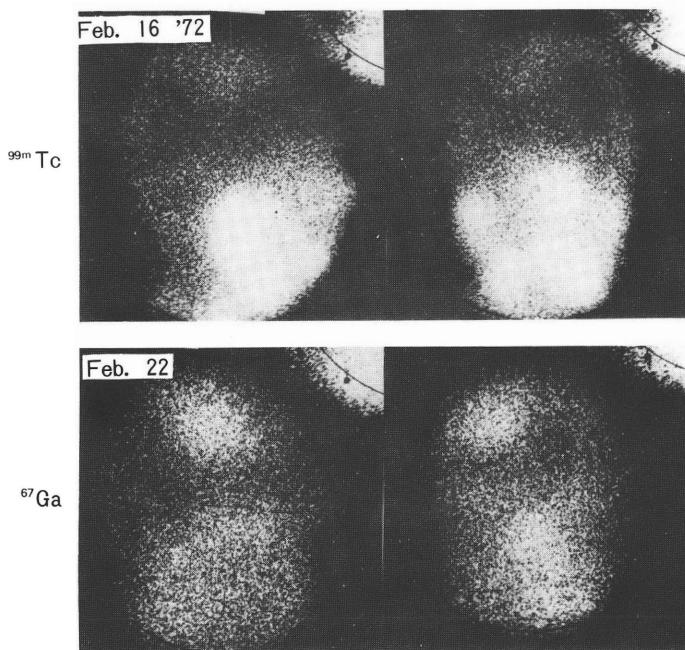
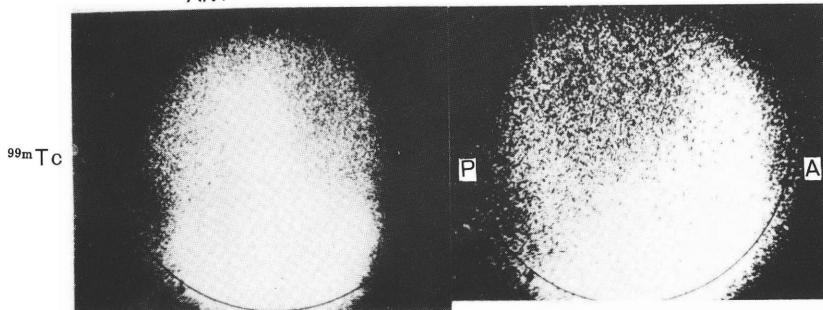


Fig. 3 Case No. 6 Parasagittal Meningioma (Group I)

a large area of increased activity adjacent to the peripheral activity located in the right parasagittal area, Target-to-non target ratio of ^{67}Ga -citerate is higher than of $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$.

ANT



ANT

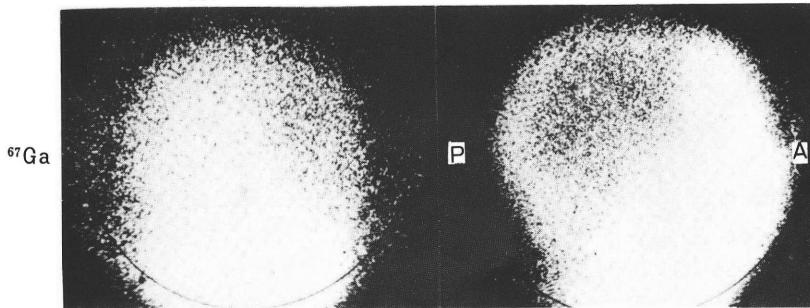


Fig. 4 Case No. 9 Meningosarcoma (Group I)

large area of increased activity in the frontal area both in ^{67}Ga and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ scans, more prominent ^{67}Ga uptake than $^{99\text{m}}\text{Tc}$

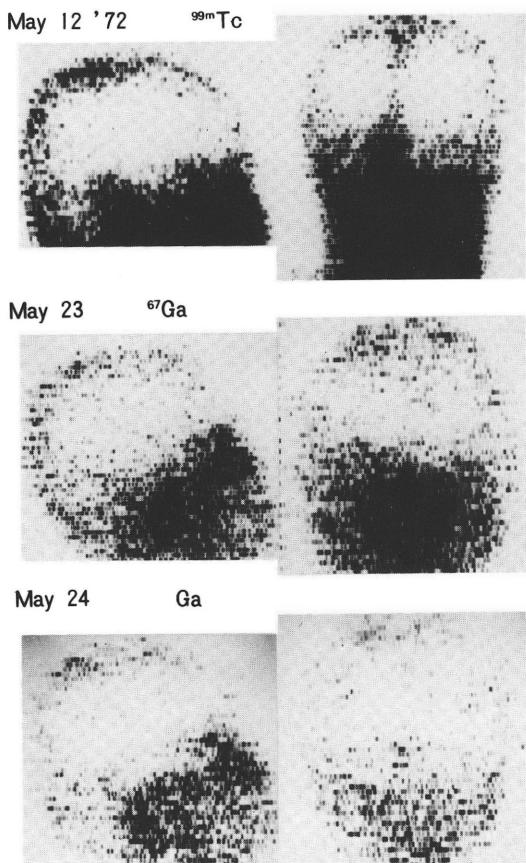


Fig. 5 Case No. 10 Acoustic Neurinoma (Group II)
A : ^{99m}TcO₄ scan, marked uptake just right lateral of the midline and at the lower part of the sigmoid sinus. B and C : faintly visible uptake of ⁶⁷Ga-citrate both in early (May 23) and delayed (May 24) scans

症 例

症例 1 (症例 No. 1) 脳室炎を合併した脳膿瘍 (I 群) 7ヶ月男児

鉗子分娩時既に頭囲 37cm, 脳水腫の診断で脳室腹膜腔シャント施行, その後発熱と四肢痙攣発作を繰り返し, シャントの閉塞, 脳膿瘍を疑われる。腹壁に膿瘍および瘻孔を形成する。脳室穿刺で少なくとも 1 ケの膿瘍壁を貫通し側脳室に達し黄濁色の膿汁を捉じた髄液を約 80ml 排液後 ¹³¹I HSA 50 μ Ci を注入後の脳室シンチグラムを行った (図 1a)。

カメラによる 3 分間の追跡イメージでは殆んど変化を認めない。

^{99m}TcO₄ 4 mCi 静注後の右側面像および後面像のスキャンならびに ⁶⁷Ga-citrate 静注後 30 分および 24 時間後のスキャンを比較した (図 1b)。

^{99m}TcO₄ ならびに ⁶⁷Ga-citrate (24 時間) ともに著明な hot area を呈する。⁶⁷Ga 30 分では殆んど hot area としては認めにくい。^{99m}Tc と ⁶⁷Ga の異常とりこみの形および部位を比較すると明に後者の方が広範かつ複雑であり, 図 1a の脳室シンチグラムにより類似していると考えられる。

⁶⁷Ga 24 時間スキャンではドーナツサインが疑われるかも知れない。⁶⁷Ga 30 分から 24 時間になるにつれ頭皮血管床のカウントの推移と膿瘍のカウントの推移が相反して行く状態がわかる。手術所見で ⁶⁷Ga スキャンの方が膿瘍ならびに脳室炎の局在をより忠実に表現したことがわかった。

症例 2 (症例 No. 3) 乳癌の脳転移 (I 群) 42歳女性 (図 2)

^{99m}TcO₄ では左側頭部に境界の余り明瞭でない異常集積が疑われる。この時期で臨床的には右半球への転移が疑われているが ^{99m}TcO₄ スキャンでは明らかな異常は指摘し得ない。

約 1 ヶ月後の ⁶⁷Ga-citrate 24 時間スキャンでは前面像で右半球の異常なとりこみが疑われ同側の開頭でそれを確認した。

症例 3 (症例 No. 6) 旁矢状領域髄膜腫 (I 群) 35歳男性 左半身麻痺と左肢の強度の萎縮 (図 3)

^{99m}TcO₄ スキャンより ⁶⁷Ga-citrate スキャンの方が遙かに顕著な異常なとりこみを右旁矢状領域に認めた。^{99m}Tc, ⁶⁷Ga ともにカメラ像である (図 3)。⁶⁷Ga-citrate においては注射後 30 分から著明な hot area を認め target-to-non target ratio は時間の経過につれ増加した。

症例 4 (症例 No. 9) 髄膜肉腫 (I 群) 71歳男性 (図 4)

頭痛と右前頭部膨隆あり。カメラによる ^{99m}Tc と ⁶⁷Ga スキャンは前頭部に極めて著明な hot area が認められその程度はむしろ ⁶⁷Ga により強い。⁶⁷Ga-citrate の hot area は注射後 30 分から強

く、しかも4日目において尚著明であった。

症例5 (症例No.10) 両側聴神経鞘腫 (II群)

22歳台湾女性 (図5)

臨床的ならびにX線学的に典型的両側性聴神経鞘腫、小脳橋角部に相当する円形、境界鮮明な側面像ではS状洞の下端、後面像では正中線すぐ右よりに異常集積が認められるが $^{99m}\text{TcO}_4$ に比し ^{67}Ga -citrate スキャンでは痕跡的に認められる程度である。頭皮静脈洞は ^{67}Ga 、30分後ではかなり認められるが、24時間では殆んど認められなくなつた。

考 按

$^{68}\text{Gallium}$ は Germanium ($t^{1/2} 250$ 日) からサイクロトロンで製造され positron emitter (エネルギー 511KeV, $t^{1/2} 68$ 分) として種々の化合物が考えられる。Shealyら²⁾ (1964) は実験的ならびに35人の脳腫瘍患者についての臨床報告をしており将来期待しうる核種と考えた。然しながら頭蓋内病変のスキャンには ^{74}As を主とした陽電子スキャンは広く臨場上に応用されるには到らず、 ^{131}I -HSA や ^{203}Hg の時代を経て Harper (1964) の ^{99m}Tc -pertechnetate, Stern (1967) の ^{113m}In -DTPA の時代に移行する。一方サイクロトロン製造の ^{67}Ga -citrate は Edwards と Hayes³⁾ (1969) 以来腫瘍親和性核種として現在広く使用されるに到つた。

^{67}Ga -citrate 脳スキャン:

脳スキャンへの ^{67}Ga -citrate の報告は多くはない。最初の報告は Trapp ら⁴⁾ (1971) の多形性膠芽腫の1例報告である。Heller⁵⁾ (1972) は7例の脳腫瘍、2例の脳血管性病変2例に ^{67}Ga -citrate, $^{99m}\text{TcO}_4$ を使用し悪性(肺癌の脳転移および星状細胞腫III度)では ^{67}Ga , ^{99m}Tc ともに陽性であるが良性(三叉神経鞘腫、星細胞腫I度、硬膜下血腫、脳出血)では ^{67}Ga スキャン陰性であるとしている。

Jones ら⁶⁾ (1972) によれば ^{99m}Tc , ^{67}Ga 併用の脳腫瘍21例中 ^{99m}Tc 陽性19例、 ^{67}Ga 陽性19例でボジキン病、髓膜腫、脳室上衣腫、多形性膠芽腫等では ^{99m}Tc より ^{67}Ga のとりこみが明瞭であり、

^{67}Ga 陰性例は発育の緩徐な脳腫瘍であるとしている。

Henkin ら (1973)⁷⁾ の2例の報告はボジキン病と肺癌脳転移で、特にボジキン病では ^{99m}Tc 陰性、 ^{67}Ga 陽性で放射線治療により ^{67}Ga 陰性となつた。

Waxman ら⁸⁾ (1973) によれば脳腫瘍28例、脳梗塞23例に ^{99m}Tc , ^{67}Ga の比較スキャンを行い、 $^{67}\text{Ga} > ^{99m}\text{Tc}$ (脳腫瘍9例、うち4例は ^{99m}Tc 陰性であった。脳梗塞0), $^{67}\text{Ga} = ^{99m}\text{Tc}$ (脳腫瘍17例、脳梗塞1例), $^{67}\text{Ga} < ^{99m}\text{Tc}$ (脳腫瘍2例、脳梗塞1例), $^{67}\text{Ga} \ll ^{99m}\text{Tc}$ (脳腫瘍0、脳梗塞4例), ^{67}Ga 陰性、 ^{99m}Tc 陽性 (脳腫瘍0、脳梗塞17例)、すなわち ^{67}Ga は脳腫瘍脳と梗塞の鑑別診断となりうると報告した。

一方Reba ら⁹⁾ (1974) は脳血管障害12例に ^{67}Ga -citrate スキャンを追加し全例陽性であり、Waxman らとは逆に脳腫瘍、脳血管障害の鑑別に ^{67}Ga -citrate が役立たないと述べている。

Combined scanning:

2核種を略同時期に併用して比較する combined scanning に際しては同一患者で同一時期での比較が必要とされる。流動的な疾患の経過に際しては(特に脳膠瘍の如く従来のドーナツサインは中心部の壊死を伴う脳腫瘍にも起こりうるし、より重要な診断基準は脳シンチグラムの時間的変化だとされる^{10), 11)}、長期間隔をおいた2つのスキャンを比較することは意味がない。

2核種を同時に使用する double isotope technique においても、2核種のエネルギー差から生ずるスキャンを厳密に比較することは困難である。今各々の target-to-non target ratio が最も高い時点でのスキャンを比較した場合、 ^{67}Ga -citrate は $^{99m}\text{TcO}_4$ スキャンに比すると、 ^{113m}In , ^{99m}Tc の比較¹²⁾ と同様にエネルギーの面からのみ見ても解像力は低くそのために辺縁はぼける。この傾向はスキャナーに比しカメラにおいて特に顕著である。出来あがったスキャンについて tumor-to-non tumor ratio を比較する以前に、スキャン時に、打点記録の場合は打点係数を、写真記録ではコントラス

ト強調を適当に選ぶことが好ましい¹³⁾。本研究においては、打点調整のカットオフ機構、濃度調整の電気回路を若干改造し ^{99m}Tc, ⁶⁷Ga スキャンとともに最大濃度 1.5~2.0, バックグラウンド濃度 0.3~0.4 程度にした写真記録での比較を行った。

脳スキャンに影響を与える生物学的諸要素

脳スキャンに及ぼす生体側の諸要素には、1) 病巣の位置と大きさの他に 2) 血管透過性、3) 腫瘍周辺浮腫、4) 腫瘍の血液貯留の大きさ、4) 胞飲作用 (pinocytosis)、5) 細胞外腔 (extracellular space)、6) 細胞代謝 (cellular metabolism) 等が考えられる¹⁴⁾。これらと密接な関係がある b.b.b. は形態学的にはその局在は血管周囲の星状膠細胞の原形質突起が毛細血管内皮細胞と基底膜とを包むところとされている^{15), 16)}。脳の疾病や損傷によって、脳組織のイオンや分子に対する選択性が機造的に又は代謝的に障害され、その結果 b.b.b. の破綻した部位に RI の異常なとりこみを示す。すなわち ¹³¹I-HSA や ²⁰³Hg-クロールメロドリン又は ^{99m}TcO₄, ^{113m}In-DTPA などの諸核種がほぼ同一の機構で、かつ又その原疾患の如何を問わず (腫瘍であろうと梗塞であろうと), b.b.b. の破綻部位を通して血中の RI は脳内へ移行し異常なとりこみを示す。b.b.b. のない非神経膠細胞性腫瘍においては上記の異常集積の機構はあってはまらない。症例 No. 6, 7, 8, 9, の髄膜腫、髄膜肉腫又は No. 10 の聴神経鞘腫、又は No. 3, 4, 5, 16, 18, 19, 23, の転移性脳腫に RI の異常なとりこみが顕著であったことは中枢神経系 (b.b.b. の存在する部位での) ではなく脳以外の体組織 (たとえば筋肉の様な) へのとりこみと同程度¹⁷⁾と考えれば理解がしやすい。腫瘍内の RI 集積の殆んどを占めるのは細胞外腔 (extracellular space) と考えられている。非神経膠細胞性腫瘍、たとえば髄膜腫のように豊富な髄膜脳吻合があつてもこれが著明な RI 集積の主原因と考えない方がよいとされる。

すなわち脳の動静脈奇形のプールスキャン¹⁸⁾とは事情を異にし、異常集積の主要因が血液貯留ではなくて space occupying lesion 周辺の浮腫のた

めに起こった b.b.b. の破綻が主要因であろうとされる¹⁹⁾。髄膜腫の異常集積部を手術時又は血管撮影時に予想に反して hypervasculat でないこともあり、斯る例の説明には上記の推論があつてはまる¹³⁾。

⁶⁷Ga-citrate スキャンと ^{99m}TcO₄ スキャンの優劣：

^{99m}TcO₄ による脳スキャンの際、脳をとり巻く血管床が病巣部の検出率を低下させることがある。

^{99m}TcO₄ を用いた脳腫瘍スキャンでは早期スキャンよりも 3~4 時間後の遅延スキャンがよく、又両スキャンを比較することにより脳実質と頭蓋周辺の病変を鑑別する試み²⁰⁾もあるが、^{99m}TcO₄, ^{113m}In-DTPA, ¹⁶⁹Yb-DTPA は ⁶⁷Ga-citrate, ²⁰³Hg 又は ¹⁹⁷Hg-chlormerodrin, ¹³¹I-HSA に比し早期にスキャンを施行しうるし、かつその点が実地診療上便利である。しかしながら早期スキャンの血管床又はバックグラウンドよりとりこみの低い病巣は ^{99m}TcO₄ スキャンでは当然検出されないという欠点がある²¹⁾。

⁶⁷Ga-citrate は投与後スキャンまでの時間が永いため、急な処置を必要とすることの多い脳病巣の検出には、不向きなこともあるが、手術瘢痕の影響も ^{99m}TcO₄ に比し少なくかつ悪性リンパ腫、脳内転移、脳膿瘍等に関しては優れた情報を提供することが多い。脳腫瘍の手術又は放射線治療後の再発等の経過観察には ⁶⁷Ga-citrate が有利とされる。然しながら ⁶⁷Ga, ^{99m}Tc のエネルギー特性から RI イメージとしては ^{99m}Tc の方がよく、かつ実地診療上の使用しやすさからスクリーニングとしては ^{99m}TcO₄、これに対し ⁶⁷Ga-citrate は補助的核種であろう。

脳腫瘍のあるものは投与スキャン間隔が遅れるほど target-to-non target ratio が上昇することがあり、この場合 RI の腫瘍内保持が能動的な過程で行われ病巣からの排泄が遅れる。すなわち細胞外腔 (extracellular space) からの消失速度が緩徐であることに起因すると思われる。^{99m}TcO₄ でも遅延スキャンを、更に症例を選択して ⁶⁷Ga-citrate スキャンを補助的に追加し、かつその時

間的経過を追跡することにより、早期スキャンでは陰性である症例を陽性にして脳スキャンの偽陰性を減少しうる可能性がある。

結 語

脳内病変25例（組織確認22例、未確認3例）について^{99m}TcO₄スキャンおよび⁶⁷Ga-citrateスキャンをほぼ同時期に施行し、両スキャンの比較を行った。

症例は転移性脳腫瘍8例、髄膜腫4例、髄膜肉腫1例、脳膜瘍2例、聴神経鞘腫2例、等からなっている。

病巣への⁶⁷Ga、^{99m}Tcのとりこみの程度を、1.とりこみがない 2.痕跡的ないし軽度のとりこみ 3.中等度のとりこみ 4.著明なとりこみに分類し、同一人について⁶⁷Gaスキャンと^{99m}Tcスキャンを比較しその情報の多少の程度からI群（⁶⁷Gaスキャン>^{99m}Tcスキャン）、II群（^{99m}Tcスキャン>⁶⁷Gaスキャン）、III群（⁶⁷Gaスキャン＝^{99m}Tcスキャン）およびIV群（⁶⁷Ga、^{99m}Tcスキャンともに異常所見なし）に分類してみると、I群には脳膜瘍、転移性脳腫瘍、髄膜腫等が含まれた。

脳スキャンのスクリーニングとしては^{99m}TcO₄が優先するが、髄膜腫、転移性脳腫瘍、腫瘍、又は悪性リンパ腫、術後症例、或いは^{99m}TcO₄陰性の症例等には補助手段として⁶⁷Ga-citrateスキャンを追加することにより、診断適中率を向上しうるものと考える。

本論文の一部は第12回日本核医学会総会（京都、1972年）で発表した。

脳スキャンニングに関し、三井記念病院放射線科RI室ならびに東大病院放射線科RI診療室技師諸氏に深謝する。

文 献

- 1) Moore G E : Diagnosis and localization of the brain tumors. a clinical and experimental study employing fluorescent and radioactive tracer method. Thomas, Springfield, Ill. 1953, p. 217
- 2) Shealy C N, Aronow S, Brownell G L : Galium-68 as a scanning agent for intracranial lesions. J Nucl Med 5 : 161, 1964
- 3) Edwards C L, Hayes R L : Tumor scanning with ⁶⁷Ga-citrate. J Nucl Med 10 : 103, 1969
- 4) Trapp P, Sieslack R, Goepfert H et al : Erfahrungen über die Galliumszintigraphie in einer Tumorklinik. Strahlentherapie 142 : 539, 1971
- 5) Heller H : Hirnszintigraphie mit ⁶⁷Gallium. Fortschr Röntgenstr 117 : 704, 1972
- 6) Jones AE, Koslow M, Johnston GS, Ommaya A K : ⁶⁷Ga-citrate scintigraphy of brain tumors. Radiology 105 : 693, 1972
- 7) Henkin R E, Quinn J L III, Weinberg P E : Adjunctive brain scanning with ⁶⁷Ga in metastases. Radiology 106 : 595, 1973
- 8) Waxman A D, Lee G, Wolfstein R, Siemsen J K : Differential diagnosis of brain lesions by Gallium scanning. J Nucl Med 14 : 903, 1973
- 9) Reba R C, Poulose K P : Nonspecificity of Gallium accumulation : Gallium-67 concentration in cerebral infarction. Radiology 112 : 639, 1974
- 10) Jordan C E, James A E Jr, Hodges F J : Comparison of the cerebral angiogram and the brain radionuclide image in brain abscess. Radiology 104 : 327, 1972
- 11) Serafini A N, Gilson A J, Smoak W M : Brain scanning in infectious disease, Proc. 1st World Congress of Nuclear Medicine p. 315 October 1974 Tokyo
- 12) O'Mara R E, Subramanian G, McAfee J G, Burger C L : Comparison of ^{113m}In and other short-lived agents for cerebral scanning. J Nucl Med 10 : 18, 1969
- 13) Mishkin F S, Mealey J Jr : Use and interpretation of the brain scan, Thomas, Springfield, Ill. 1969, translated by Ikeda p. 40, p. 6
- 14) Bakay L : Basic aspects of brain tumor localization by radioactive substances. Neurosurg 27 : 239, 1967
- 15) 万年甫：血液脳閥門—その形態学的側面. 科学 42 : 656, 1972
- 16) 神保実, 未吉俊, 竹内一夫, 福田隆, 山崎統四郎：脳腫瘍のスキャンニング—特に False Negative Scan について. 臨放 16 : 425, 1971
- 17) Jackson G L, Corson M L, Baxter J, Blosser N : Radioautographic determination of cellular localization of radioactive mercury (²⁰³Hg) chlormerodrin in brain tumors. New England J Med 277 : 1006, 1967
- 18) Budabin M : Diagnostic value of RIHSA and chlormerodrin ¹⁹⁷Hg brain scanning in intracranial arteriovenous malformations. J Nucl Med 8 : 879, 1967

- 19) Tator C H, Morley T P, Olszewski J : A study of the factors responsible for the accumulation of the radioactive iodinated human serum albumin (RIHSA) by intracranial tumors and other lesions. *J Neurosurg* 22 : 60, 1965
- 20) Bernstein J, Hoffer P G : Use of the delayed brain scan in differentiating calvarial from cere-
- bral lesions. *J Nucl Med* 15 : 681, 1974
- 21) Dichiro G : Anatomy of the brain and basic principles of brain scanning in *Progress in Medical Radioisotope Scanning*, Kniseley, R.M. et al (Eds) Oak Ridge, TID 7673 p. 347, cited by Ref. 13

Summary

Combination Technique with ^{67}Ga -citrate and $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ in the Brain Scintigraphy by the Conventional Rectilinear Scanner

Masayoshi AKISADA

Department of Radiology, Mitsui Memorial Hospital

Tatsuya MIYAMAE

Department of Radiology, Saitama Medical School

^{68}Ga compounds have been evaluated as diagnostic agents for the detection of intracranial lesions but have now not routinely been used for brain scintigraphy, because of its positron emitter property. There have been used to demonstrate ^{67}Ga -citrate localization within a variety of neoplasia as well as in inflammatory lesions. However, its use in the detection of brain tumor have not been widely evaluated. $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ has most widely been used as brain scan agent. In some instances, however, Tc fails to demonstrate lesions which can be diagnosed with other radiopharmaceuticals. In order to compare the merits of Ga with Tc, we have used both agents in 25 patients for brain scanning.

Method and Materials :

Patients were randomly selected to participate in the study. Our series was composed of 25 patients, 22 histologically proven cases and other 3 cases not yet proven.

2 cases of brain abscess, one of them was associated with ventriculitis, 8 cases of metastatic carcinoma, 4 cases of meningioma, one case of meningo-sarcoma, 2 cases of acoustic neurinoma, one case of pituitary chromophobe adenoma, of astrocytoma, of oligodendrogloma, of glioma, and of meningitis respectively.

3 cases, which have not yet been histologically verified, were observed for up to one year following the initial study without any aggravation

of central nervous pathology.

The results were summarized in Table 1.

Tc followed by Ga was injected in each case. Patient received an intravenous dose of 5~10m Ci of Tc and a routine 4 view study was performed on a rectilinear scanner beginning 30 minutes after injection. The patient received an intravenous dose of 1.5~3.0mCi of Ga and the scanning was performed in 30 min., 24 hrs and in some cases in 48 hrs after injection.

Results and Discussion :

Abnormality detected on the Ga and Tc scan was classified into the following 4 categories, : absent, faintly or slightly visible, moderate uptake and marked uptake.

Each patient was classified into the following 4 groups.

Group I : The Ga view outlines the brain lesions more accurately, and hyperconcentrated in comparison with Tc.

Group II : The Tc view outlines more accurately and hyperconcentrated in comparison with Ga.

Group III : Ga scan demonstrates an accumulation which is distributed exactly like that of Tc.

Group IV : negative both in Ga and Tc scan
12 cases with abscess, meningioma, metastatic lesions and benign intracranial increased pressure

were classified into Group I, 6 cases with metastatic lesions and acoustic neurinoma into Group II, 3 cases with abscess and metastatic lesions into Group III, and 4 cases with meningioma, acoustic neurinoma, pituitary adenoma and meningitis into Group IV.

Pragmatically Tc remains the agent for routine screening work. When the scan was

difficult to be interpreted with Tc, the attributes of Ga appear to justify the additional effort especially in the case of meningioma, metastatic lesions, and abscess.

Malignant lymphoma and postoperative assessment of the brain tumor are, as reported before, first choice of Ga scan.