

《使用経験》

99m Tc-MAAによる肺血流スキャンニングの臨床経験

筆 本 由 幸*

はじめに

Taplin¹⁾, Wagner および飯尾²⁾らによって開発された 131 I-MAAによる肺血流スキャンニング法は、シンチスキャナー、シンチカメラなどの一般病院への普及とともに、一般臨床検査法としての地位を確立している。肺塞栓症の診断のために開発されたこの方法も、肺気腫をはじめ慢性閉塞性肺疾患や肺癌や心疾患に広く応用される様になるにつれ、肺局所の血流低下を的確に把握するためには、焦点性の良いコリメーターの使用、多面スキャンの実施^{3), 4)}などが要求され、かつ検査の所要時間の短縮も考慮しなければならなくなつた。

この様な諸条件を満足させる手段としては、カウント数の増加、すなわち RI 投与量の増加が必要であるが、従来より使用されている 131 I では半減期が8.04日と比較的の永く、全身被曝線量の増加や甲状腺への影響なども無視できない。

しかし、近年盛んに使用された短半減期の核種である 99m Tc⁻⁵⁾でラベルした 99m Tc-MAA⁶⁾、 99m Tc-水酸化鉄コロイド^{7), 8)}などの導入は、これらの要求を満して余りあるものと考えられる。

われわれは 99m Tc-MAAを使用する機会に恵まれたので、その経験を報告する。

方 法

99m Tc-MAAの調製は、第一ラジオアイソト

* 大阪府立成人病センター

受付：49年6月10日

別刷請求先：大阪市東成区中道1-3-3（〒531）

大阪府立成人病センター

筆 本 由 幸

研究所製テクネ MA A キットを使用した。その方法を簡単に述べると、凍結された大凝集人血清アルブミン、塩化第一スズを含む酢酸緩衝液をゆっくり(10~20分間)と室温にもどし液化させる。別にミルキングにより用意した 99m TcO₄⁻ (10~20 mCi) を加えそのままよく振盪、混和し、しばらく放置(10~15分間)すると 99m Tc-MAAが調製される。上記の様に調製した 99m Tc-MAAを1~1.5 mCiずつ投与しシンチグラムを撮影した。

投与方法は患者を5分間以上仰臥位にし、肺循環状態が安定するのを待って静注し、約1~3分後よりスキャンを開始した。

使用したスキャナーは島津製5吋対向型スキャナーSCC150Wで焦点距離15cmの高解像タイプのLK15-15-B ハニコーンコリメーターを使用し、スキャン速度は400cm/分で、所要時間は10分以内であった。

スキャンに際してコリメーターの焦点を上部は前腋窩線、下部は後腋窩線に合わせ、同時に二方向のシンチグラムを作製した。

症例に示したシンチグラムは、胸部レ線像と同じくすべて背部よりのものである。

症 例 (Table 1)

1973年12月より1974年1月の間に当院に入院中の28例を対象とした。疾患別では肺結核14例、慢性閉塞性肺疾患5例、膿胸3例、悪性腫瘍(転移性のものも含む)3例、その他3例である。正常の肺血流分布を示したのは軽症肺結核4例と自然気胸再膨張後の1例、計5例のみであった。

以下臨床例を呈する。

Table 1

No	症例	年齢・性	診断	シンチグラムの所見
1	M. H.	21 男	肺 結 核	ほとんど正常
2	S. O.	36 女	"	左全肺野の血流欠損
3	I. S.	21 女	"	右上肺野の血流欠損
4	H. O.	71 男	"	同 上
5	T. K.	28 男	"	左上肺野の血流欠損, 左中下肺野の血流減少
6	M. S.	45 女	"	左全肺野の血流欠損, 右上肺野の血流減少
7	S. O.	57 男	"	右上肺野の血流欠損
8	T. Y.	44 男	"	同 上
9	M. W.	56 女	"	同 上
10	A. M.	24 男	"	同 上, 右下肺野の血流減少
11	K. Y.	28 女	"	右上肺野の血流欠損
12	T. N.	20 女	"	ほとんど正常
13	T. I.	36 女	"	同 上
14	K. I.	23 女	"	同 上
15	K. M.	42 女	慢性閉塞性肺疾患	右下肺野の血流欠損
16	Y. K.	58 男	"	両下肺野の血流欠損
17	M. M.	54 女	"	右上中肺野の血流欠損, 左上下肺野の血流減少
18	K. N.	68 男	"	右上肺野の血流欠損, 左中肺野の血流減少
19	N. M.	49 男	"	左下肺野の血流欠損, 左上中肺野の血流減少
20	M. A.	32 男	膿 胸	左全肺野の血流欠損
21	H. A.	72 男	"	右上下肺野の血流欠損
22	T. T.	38 男	"	右上肺野に線状血流欠損, 左上肺野に多発性血流欠損
23	H. T.	64 男	肺 癌	右上肺野の血流欠損, 左上肺野の血流減少
24	K. Y.	65 男	"	左全肺野の血流欠損
25	S. I.	42 女	胃癌 肺転移	右下肺野の血流減少, 全肺野に多数の小血流欠損
26	M. S.	42 男	非定型抗酸菌症	右上肺野の血流欠損
27	Y. Y.	61 男	自然 気 胸	ほとんど正常
28	M. T.	62 男	脳軟化, 糖尿病	左全肺野の血流減少

症例 1 21歳 男 (Fig.1)

1年位前に肺結核を発見、入院し化学療法を受けていた。シンチグラム撮影時には病巣は左上野に径2.5cmの結核腫となっていた。シンチグラムは正常に近く、病巣部に一致した血流減少はなかった。

症例 6 45歳 女 (Fig.2)

16年前に肺結核を発病し、化学療法を受け一度は治癒状態になっていたが、再発したので入院加療を続けていた。左上野の空洞が縮少せず、排菌が止まらないので、9ヶ月前に胸郭成形術を施行

した。レ線所見では右上野に陳旧性結核病巣が、また左上野に胸郭成形術により圧迫された縮少空洞が認められた。シンチグラムでは右上野に血流減少が軽度あるのみで右肺の変化は少ないが、左肺は手術のために肺動脈が圧迫閉塞状態に近く、中肺野に僅かに血流残存を認めるのみである。

症例18 68歳 男 (Fig.3)

20年前より気管支喘息の診断で治療を受けていたが、喘息と呼吸困難が増強したので入院した。レ線所見では右上野に陳旧性結核病巣が、また右下野に肺囊胞に近いまでに気腫化した所がある。シンチグラムではレ線所見に一致した右肺の血流

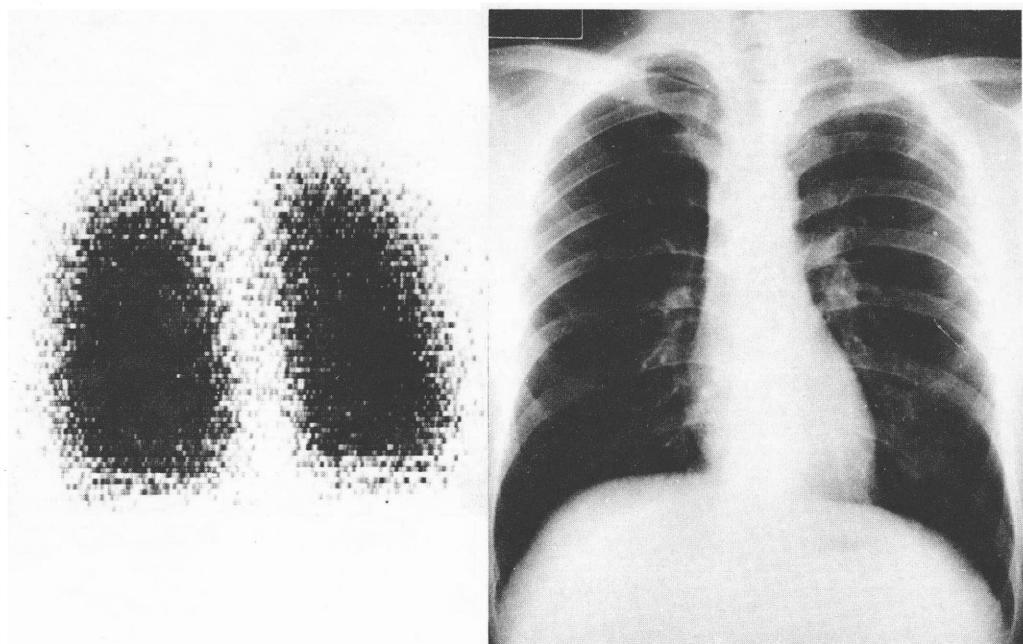


Fig. 1 症例 1

欠損がある他にレ線所見では見い出しえなかつた左肺の葉間に一致した血流減少を認める。側面スキャンは行わなかつたが、前後のシンチグラムより fissure sign と思われる。

症例22 38歳 男 (Fig.4)

16年前に肺結核を発病したが化学療法と右上葉切除術および胸郭成形術を受け、ほとんど治癒状態となり社会復帰していたところ、6ヶ月前突然左胸痛、呼吸困難が起り、自然気胸の診断で治療を受けたが、発熱、咳嗽、咳痰が増悪したので入院した。レ線所見では右肺は胸郭成形術を受けているが著変なく、左肺は荒蕪肺となり膿胸腔が認められた。シンチグラムで右中下葉の葉間部の血流減少があり、左肺の血流は膿胸腔に一致した血流欠損の他、レ線所見で考えられる状態よりも良好な肺血流が残っているのが認められる。

症例24 65歳 男 (Fig.5)

2ヶ月前より血痰、咳嗽があり、近医で気管支喘息の診断のもとに加療を受けていたが、呼吸困難が増強したので入院した。胸部レ線所見では左

胸腔全体に液貯溜を認めたので、胸腔穿刺を行つたところ血性胸水で、細胞診にて扁平上皮癌の診断を確定した。シンチグラムでは左肺全体に血流欠損を認める。

副作用

^{99m}Tc-MAA の投与後、特別な症状を訴えた症例はなかつた。すなわち¹³¹I-MAA で検討されているのと同じく、機械的肺動脈閉塞によると考えられる症状、抗原性に関する症状、発熱物質の混入などによる症状の発生は認めていない。

^{99m}Tc-MAA の経時的安定性及び粒子の大きさについて

第一ラジオアイソトープ研究所製テクネ MAA キットの安定性および粒子の大きさを調べるために次の様な実験を行つた。

ペーパークロマト用濾紙（東洋濾紙 No51）の末端から2cm のところに^{99m}Tc-MAA をスポットし、75% メタノールにて約3時間展開し、展開さ

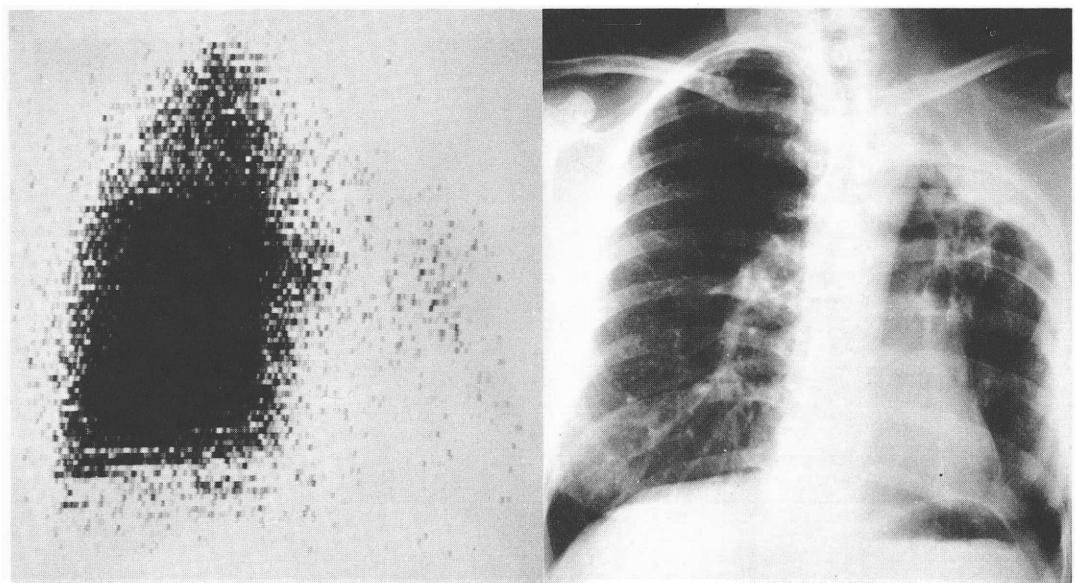


Fig. 2 症例 6

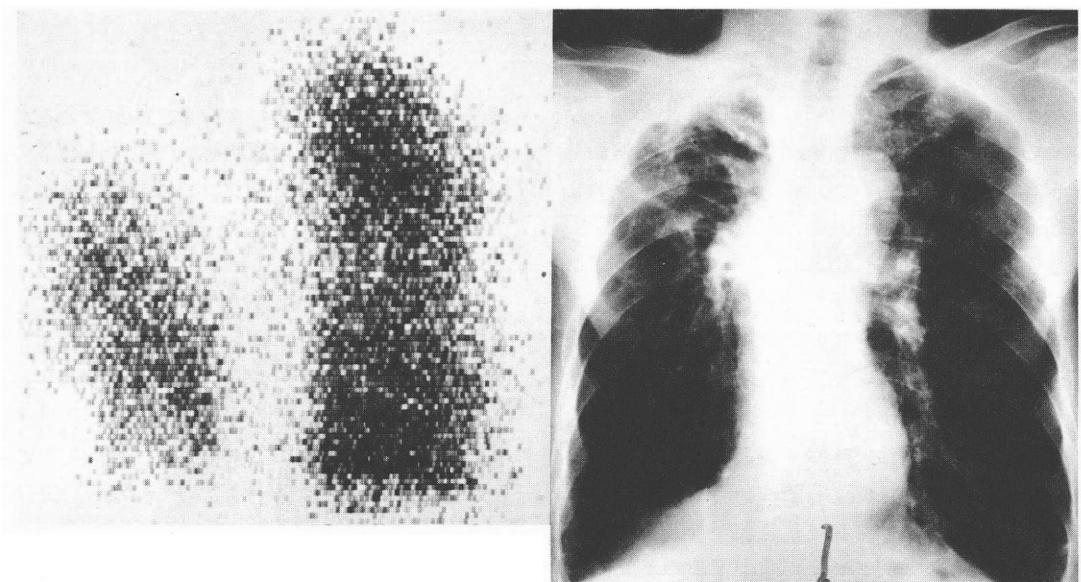


Fig. 3 症例 18

れた部分を濾紙切断法で放射活性を測定し、全放射活性に対する原点部分の割合をもっての安定性を判定した。 ^{99m}Tc -MAAは調製後6時間まではほとんどfreeの $^{99m}\text{TcO}_4^-$ は認められず、経時的に安定であった(Fig. 6, Fig. 7)。

粒子の大きさについては顕微鏡写真を撮り粒子の径を測定したところ、10~60 μ の粒子が約95%であった(Table 2)。

^{99m}Tc -MAAと ^{131}I -MAAとの比較(Fig. 8)

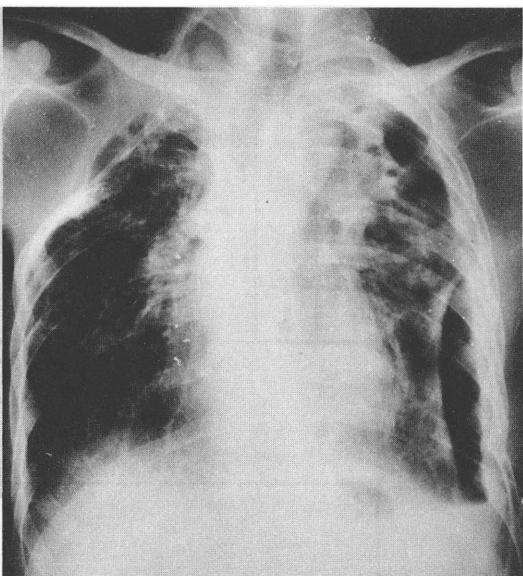
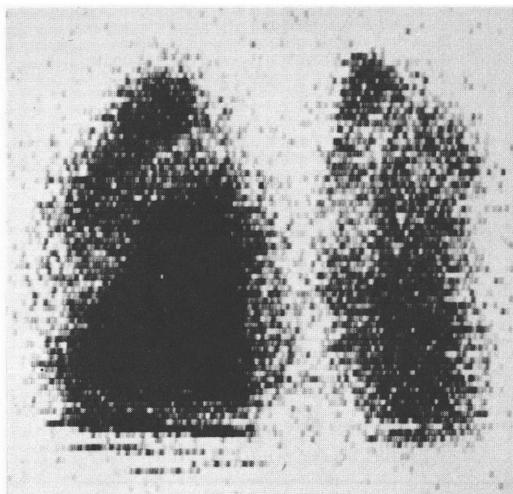


Fig. 4 症例 22

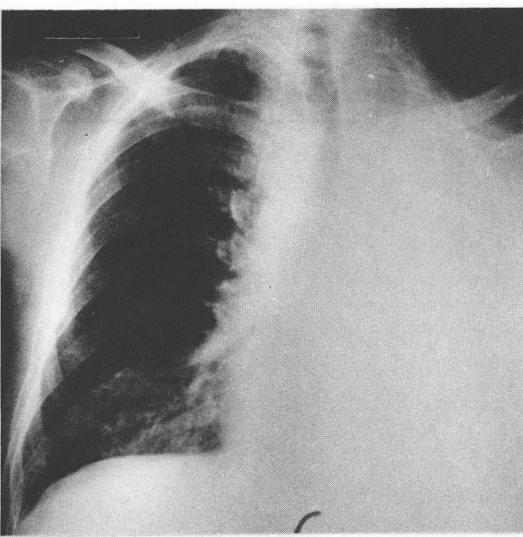
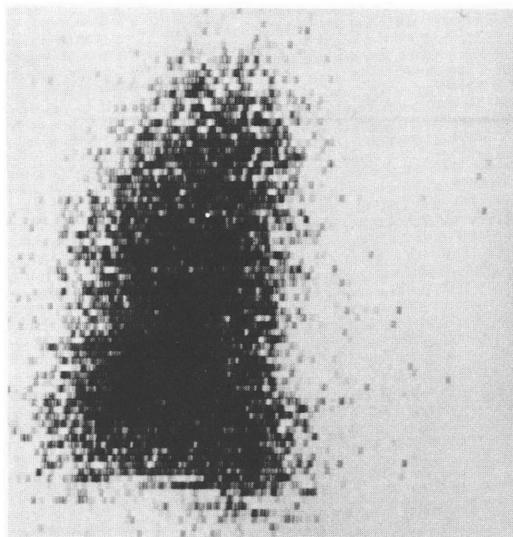
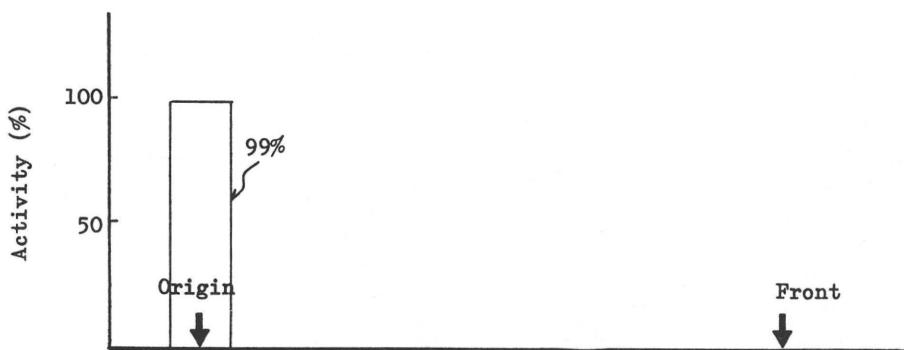
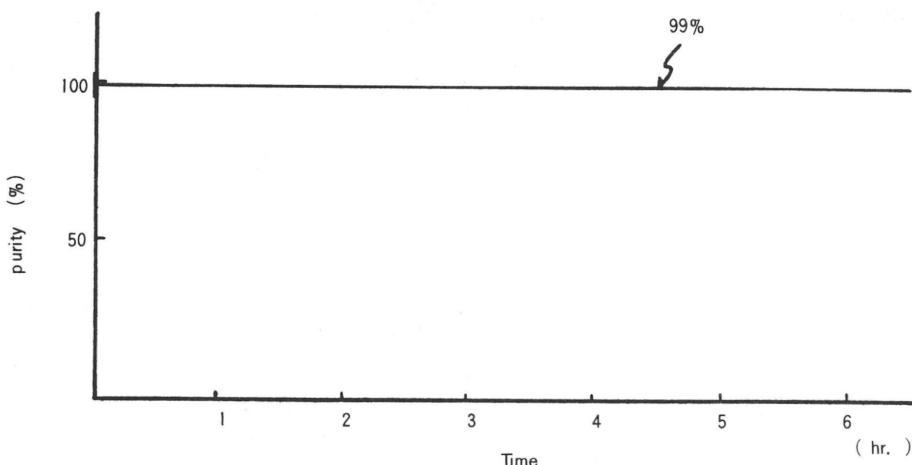
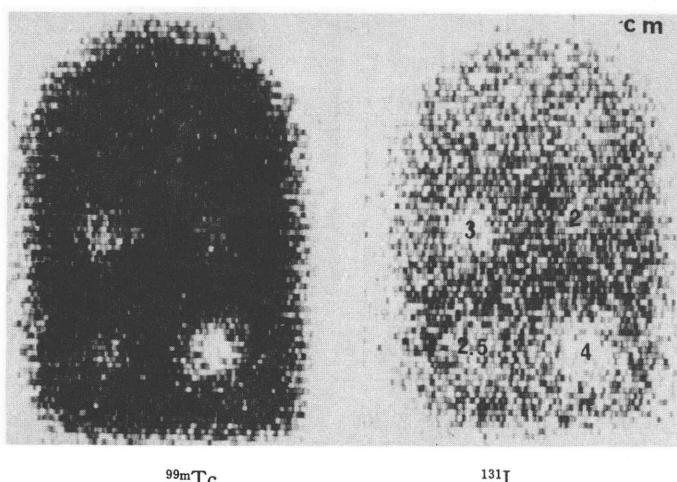


Fig. 5 症例 24

われわれは臨床例において通常 $^{131}\text{I-MAA}$ 200 μCi , $^{99m}\text{Tc-MAA}$ 1mCiを使用し肺血流スキャンニングを行っている。両者の比較検討を行うためにレバースライスファントムを用い、 ^{99m}Tc , ^{131}I の溶液を臨床使用量の10%, 50%, 100%に調製し

て、臨床検査時と同一のスキャン条件にて、スキャン速度を100cm/分, 200cm/分, 300cm/分, 400 cm/分と4段階に変えてスキャンし、フォトシンチグラムを作製した。解像度を中心にファントムの2cm 径の欠損まで判別できる場合を良好、3cm

Fig. 6 $^{99m}\text{Tc-MAA}$ の放射化学的純度Fig. 7 $^{99m}\text{Tc-MAA}$ の安定性Fig. 8 ^{99m}Tc と ^{131}I の比較の一例

いづれも 50% 溶液 (^{99m}Tc 500 μCi , ^{131}I 100 μCi) で ^{99m}Tc は 400 cm/分, ^{131}I は 200 cm/分でスキャンした。

径までのを普通、それ以下のものを不十分の三つに分けると¹³¹Iでは10%溶液で100cm/分の場合のみが普通で、他の速度は劣り、50%溶液では200cm/分および300cm/分が良好で残る2つの速度は普通であった。100%溶液では100cm/分が普通で他は良好であった。一方^{99m}Tcの溶液では10%溶液で400cm/分が普通で他の速度は良好であり、50%溶液では300cm/分が普通、400cm/分が良好、他は劣っていた。100%溶液ではフォトン量が過剰で、今回使用した記録方法では限界を越え使用不能であった。その一例を示すとFig. 8のように、50%溶液のRIを使用し^{99m}Tcでは400cm/分、¹³¹Iでは200cm/分である。

考 察

胸部疾患を対象とする大阪府立羽曳野病院においても、これまで¹³¹I-MAAによる肺血流スキャンをルーチン化して行っているが、今回^{99m}Tc-MAAを使用して両者の長所短所について比較検討を加えた。結論的にいえば、^{99m}Tc-と¹³¹I-の標識核種の長所短所としてこれまでに報告された問題点につきるが、^{99m}Tc-MAAの使用中に経験した問題点に関して考察を加える。

(1) 検査時間の短縮

¹³¹I-MAAでは被検者の被曝量の点から通常300μCi以下の投与量であるが、^{99m}Tc-MAAでは1~1.5mCiである。従って肺の単位容積当たりのフォトン数の増加が大である。一方、¹³¹Iと^{99m}Tcのエネルギーピークの相違により同一のコリメーターを使用する場合には計数率は低エネルギー核種の方が多くなる。以上のような理由によりシンチスキャナーの場合、400cm/分以上の高速度でも統計誤差の少ない良いシンチグラムが得られる。臨床例では14時×14寸の大角版のスキャンを要する時間は10分以内であり、さらに14寸×12寸に側面像を撮影したとしても全所要時間20分以内に、対向型スキャナーを使用する場合には4方向のシンチグラムの作製は可能である。シンチカメラの場合にはさらに短時間で撮影が可能となる。従って一

Table 2 ^{99m}Tc-MAAの粒子分布

粒子の大きさ	分 布
10μ 以下	5.1%
10μ~60μ	94.5%
60μ~150μ	0.4%
150μ 以上	—

回のスキャン時間の短縮は多方向のシンチグラムの作製を容易にするばかりでなく、局所肺血流低下を発見するためにも有効な手段となり、診断上必要な情報量を多くし、大きな手助けとなる。

(2) 解像力の向上

(1)とほとんど同じ理由ではあるが、計数率の増加は焦点型コリメーターで多孔のものが使用できるようになる。多少感度を犠牲にしても高解像力のコリメーターを使用できるので、スキャンスピードを遅くした場合には良好なシンチグラムが得られる。^{99m}Tc-MAAと¹³¹I-MAAとの比較で述べたように、臨床使用量の同一濃度の溶液の場合には^{99m}Tc-MAAでは¹³¹I-MAAより2倍のスピードでスキャンした場合でも解像力では秀れている(Fig 8)。しかし高解像力のコリメーターを使用した場合、得られるシンチグラムは断層像に近くなるので、肺のように大きな臓器では小さな変化を見逃す危険性が増加するので、多方向のシンチグラムが必要となる。対向型シンチスキャナーを使用する場合には、4方向のシンチグラムも容易に、かつ短時間で可能となる。一方シンチカメラの場合には解像力の向上が望みがたいので、短時間に撮影できる長所を生かし、多方向のシンチグラムを作製するとともに、データー処理により対応できるであろう。

(3) 被曝量の減少

¹³¹Iは半減期8.04日であるが、¹³¹I-MAAになった時、¹³¹Iの80%以上が48時間以内に体外に排泄されるので、被曝量も少なくなり、300μCi投与で肺に対して約1rad、全身に対して約0.1radで

Table 3 ^{99m}Tc -MAA と ^{131}I -MAA の比較

	^{99m}Tc -MAA		^{131}I -MAA	
	スキャナー	カメラ	スキャナー	カメラ
検査時間	短い 高速度スキャナー が必要	短い	長い	長い
解像度	良い コリメーターによる	やや劣る 多方向撮影で改善	やや良い	劣る
被曝線量	少ない 0.6rad	少ない 0.6rad	多い 1 rad	多い 1 rad
経済性	やや悪い	やや悪い	良い	やや良い
標識	面倒 キット化で改善	面倒 キット化で改善	標識済	標識済

ある。 ^{99m}Tc は γ 線のみであるので、被曝量も少なくなり、1mCi投与で肺に対して0.6 radで全身ではさらに少なくなる。

(4) 標識上の問題

^{131}I -MAA は製品化されて市販されているので直ちに使用可能であるが、 ^{99m}Tc -MAA は使用のつど使用者が標識しなければならない。これまで、 ^{99m}Tc -MAA の各種のキット⁹⁾が発売されているが、製造法は次の2つに大別される。

すなわち、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ をアルブミンに標識してから大凝集アルブミン化する方法と大凝集アルブミンに直接 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ を標識する方法である。

前者は ^{131}I -MAAの製造方法と同様でPHの一定化と加熱振盪を要し、煩雑な操作を要する。これに対して後者はあらかじめ製造された一定条件の大凝集アルブミンを標識するので簡便であるが、触媒に使用した金属イオンの量に問題が残されている。またいずれの場合にも使用者が標識時に被曝する危険性を有していることは否定できない。

(5) 経済性

^{131}I -MAA はすでに放射性医薬品として認めら

れて、常時使用可能な状態で入手可能である。しかし、 ^{99m}Tc -MAA は MAA のキットそのものが高価であるばかりでなく、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ が必要である。 ^{99m}Tc -製剤の使用が高頻度で行われている施設では ^{99m}Tc -MAA に必要な量の $^{99m}\text{TcO}_4^-$ の入手は容易であるばかりでなく、各種の検査設備も充実し、充分に ^{99m}Tc -MAA の長所も生かし得るが、症例も少なく肺血流スキャンの機会の少ない施設ではやはり本製剤の使用には考慮を要するであろう。

おわりに

^{99m}Tc -MAA を臨床に使用し、従前より使用されている ^{131}I -MAA と比較検討を加えるとともに両者の長所短所についての問題点を考察した。

本論文の要旨は第7回近畿核医学研究会で発表した。また、 ^{99m}Tc -MAAの使用経験は著者が大阪府立羽曳野病院在中のものであり、協力していただいた姜臣国医師北野保技師に感謝する。

文 献

- 1) Taplin JP, et al: Suspensions of radioalbumin aggregates for photoscanning the liver, spleen, lung and other organs. J Nucl Med 5 : 259, 1964
- 2) Wagner HN, et al: Regional pulmonary blood flow in man by radioisotope scanning. JAMA 187 : 601, 1964
- 3) Sasahara A, et al: Multiple-view lung scanning. J Nucl Med 9 : 187, 1968
- 4) Mishkin FS: The lateral view in lung scanning as an aid in differential diagnosis. Dis Chest 53 : 543, 1968
- 5) Harper PN: Optimization of a scanning method using ^{99m}Tc. Nucleonics 22 : 50, 1964
- 6) Stern HS, et al: Preparation of Technetium (^{99m}Tc) labelled serum albumin (human). Internat J Appl Radiation and Isotopes 16 : 283, 1965
- 7) Davis MA: ^{99m}Tc-Iron hydroxide aggregates. Evaluation of a new lung-scanning agent. Radiology 95 : 347, 1970
- 8) Lin MS and Winchell HS: Macroaggregation of an albumin-stabilized technetium-Tin (II) colloid. J Nucl Med 13 : 929, 1972
- 9) Chandra R, et al: Clinical evaluation of an instant Kit for preparation of ^{99m}Tc-MAA for lung scanning. J Nucl Med 14 : 702, 1973