

《原 著》

 ^{99m}Tc -テクネガスの基礎的検討と臨床応用

川上 憲司* 岩村 昇* 後藤 英介* 森 豊*
 阿部 達之* 平沢 之規** 石田 博英** 島田 孝夫***
 富永 滋****

要旨 ^{99m}Tc -テクネガスの体内挙動および臨床応用について、正常ボランティア 3 名および種々肺疾患例 10 例を対象として検討した。血液中の放射能は、2 時間後において吸入量の 0.2%/l 血液であった。尿中放射能は 24 時間後においても吸入量の 4.96% であった。肺における ^{99m}Tc -テクネガスの生物学的半減期は 135 時間であり、肺のイメージは 24 時間後においても安定していた。肺の被曝量は 0.004 Gy/37 MBq (1 mCi) であった。

肺疾患例における ^{99m}Tc -テクネガスの分布は ^{81m}Kr 分布に類似していたが、換気障害は ^{99m}Tc -テクネガスにおいて鋭敏に検出された。エロゾル検査との比較では ^{99m}Tc -テクネガスがより末梢まで分布しエロゾル検査と ^{99m}Tc -テクネガス検査は相補的關係にあった。以上の結果より ^{99m}Tc -テクネガスは換気検査にとって安全かつ有用な核種といえる。

I. はじめに

呼吸器核医学における換気検査には従来 ^{133}Xe ガスや ^{81m}Kr ガスが使われている。また、 ^{99m}Tc -エロゾルを換気検査の代用とする場合もある。いずれの放射性医薬品も、それぞれの特徴をもっているが、 ^{133}Xe 、 ^{81m}Kr の場合、入手に予約を必要とし、緊急検査に間に合わないことがしばしばである。一方、エロゾル吸入シンチグラフィは、その分布が粒子サイズに大きく影響を受け、実際の換気を見ているとはいえない。今回、われわれはテクネガス発生装置 (Technegas) より得られた ^{99m}Tc -テクネガスの肺内分布、血中濃度、尿中排泄率などについて基礎的検討をし、臨床応用の可能性について報告する。

* 東京慈恵会医科大学放射線医学教室

** 同 放射線科

*** 同 第三内科

**** 順天堂大学浦安病院内科

受付：2 年 3 月 19 日

最終稿受付：2 年 6 月 12 日

別刷請求先：東京都港区西新橋 3-25-8 (☎ 105)

東京慈恵会医科大学放射線医学教室

川 上 憲 司

II. 対象・方法

対象は健康人 (男性) ボランティア 3 名、種々肺疾患例 10 名の計 13 名とした。

健康ボランティアは、非喫煙者で、生化学検査、肺機能検査、血液ガス所見、および胸部エックス線写真のいずれも正常範囲にあった。疾患例は、肺気腫 3 例、慢性気管支炎 2 例、肺炎 2 例、気管支喘息、肺結核術後例、肺塞栓症各 1 例である。肺機能検査を Table 1 に示す。

^{99m}Tc -テクネガス発生装置は Technegas generator (テトリー テクノロジー社 / オーストラリア) を用いた。本装置によって生成されるテクネガスは、 ^{99m}Tc の付着した超微粒子による気体で、その直径は、およそ 0.005 ミクロンである。

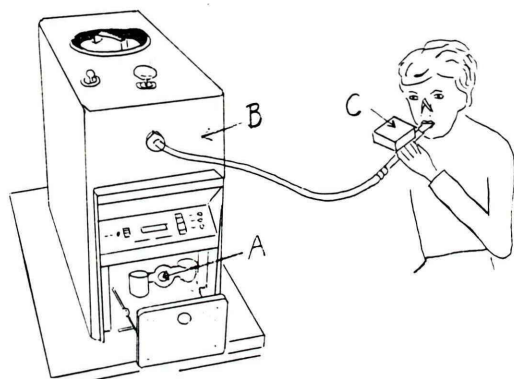
Figure 1 にテクネガス発生装置部のシェーマを示す。装置は、 ^{99m}Tc 注射液を入れる炭素製のつぼ (A) と、発生したテクネガスを収容するチェンバー (容量 6 l (B))、および吸入用チューブから成る。なお、チェンバー内の酸素は、炭素のつぼで発生した炭素原子と化合して炭酸ガスとなるため、チェンバー内をアルゴンガスで置換しておく、る

Table 1 Data of pulmonary function test and diagnosis of subjects

No.	Name	Sex	Age	FEV (ml)	%VC (%)	FEV _{1.0} %	Diagnosis
1.	U.S.	♀	63	800	32.5	85.0	Tbc (old)
2.	O.N.	♂	40	5,050	123.7	91.5	Chronic bronchitis
3.	F.T.	♂	66	2,150	64.4	55.8	Emphysema
4.	Y.S.	♂	61	2,980	87.4	84.5	Chronic bronchitis
5.	A.A.	♂	67	2,040	61.8	47.0	Emphysema
6.	F.S.	♂	31	4,210	101.9	61.0	Asthma
7.	T.G.	♂	79	2,520	87.1	77.8	Pneumonia
8.	N.H.	♀	48	2,360	94.4	83.4	Pneumonia
9.	M.I.	♂	67	1,320	42.1	33.3	Emphysema
10.	Y.T.	♂	51	2,630	91.0	85.3	Pulmonary embolism

FEV: Forced expiratory volume

%VC: %Vital capacity

FEV_{1.0}: Forced expiratory volume in one secondFig. 1 ^{99m}Tc-Technegas generator.

A: Crucible

B: ^{99m}Tc-technegas chamberC: Filter for trapping exhaled ^{99m}Tc-technegas

つぼ内に約 296 MBq (8 mCi)/0.1 ml の ^{99m}Tc 注射液を注入し、るつぼの温度を 2,500°C とすると、炭素製るつぼの表面の炭素が微粒子となり、この炭素粒子に ^{99m}Tc が標識される。^{99m}Tc 注射液は、ウルトラテクネカウ（第一ラジオアイソトープ研究所）の溶出液を用いた。

被験者を座位とし、背面よりシンチカメラを指向、テクネガス発生装置より 1 m のチューブを介してテクネガスを吸入させた。吸入方法は最大呼出位より最大吸気位まで吸入させ、シンチカメラに連結したモニター上で、イメージおよびカウントを観察しながら、2 呼吸または 3 呼吸、吸入

させた。なお、^{99m}Tc-テクネガスは呼気時に呼出されるので、吸入後、最大呼気位で 5-10 秒間の息ごらえを行い、肺胞沈着量を増加させた。呼出時に呼出されたテクネガスは、1 方向弁を介してフィルター (Fig. 1, C) に吸着した。

健常ボランティアでは、吸入後 10 分、1 時間、2 時間、4 時間および 24 時間に全身像を撮像した。この間、疾患例同様に肺の撮像も行った。また、血液中放射能濃度、尿中排泄放射能を経時的に測定した。さらに、全身像をもとに、体内被曝線量を MIRD 法により算出した。

疾患例では、肺のプラナーイメージを、吸入後 10 分、1 時間、2 時間、4 時間および 24 時間において撮像した。撮像方向は、後面、前面、左右後斜位を原則としたが、左右側面も適宜加え、一部の症例では SPECT も追加した。プラナーイメージは、後面像のカウントを 50 万カウントとし、他の撮像体位では、後面像と同一時間で撮像した。

疾患例においては、¹³³Xe ガス、または ^{81m}Kr ガスによる換気検査と ^{99m}Tc-MAA による肺血流シンチグラフィを連続して行い、^{99m}Tc-テクネガス・イメージと対比した。¹³³Xe ガス検査では、背面よりシンチカメラを指向し、¹³³Xe (370 MBq (10 mCi)) ガスを閉鎖回路で 3-5 分間吸入させたあと、室内空気により、7 分間の洗い出しを行った。イメージは、30 秒毎に撮像した。

^{81m}Kr ガス検査は、⁸¹Rb-^{81m}Kr ジェネレータ

(370 MBq (10 mCi)) より ^{81m}Kr ガスを抽出し、持続吸入法によって、背面、前面、両後斜位の4方向より撮像した。 ^{99m}Tc -MAA (185 MBq (5 mCi)) は、坐位で注射し、 ^{99m}Tc -テクネガス検査と同体位で撮像した。コリメータは、 ^{99m}Tc に対しては、低エネルギー汎用コリメータを、 ^{81m}Kr に対しては、中エネルギーコリメータを使用した。

III. 結 果

1) 血液中放射能濃度

Figure 2 は、健常ボランティア3名における血液中放射能濃度(肺への吸入量を 37 MBq (1 mCi))とした場合の % 吸入 Dose/l) 時間的推移を示す。

投与後、早期から血液中に放射能が検出され、徐々に上昇し、4時間後に最高値(0.218% 吸入 Dose/l) となり、24時間後においても、ほぼ同程度の放射能濃度であった。肺への吸入量は、 ^{99m}Tc -テクネガス吸入後の肺内カウントと既知量の ^{99m}Tc -MAA 静注後の肺内カウントから求めた。

2) 尿中排泄放射能

尿中放射能も投与後早期から認められ、血中放射能濃度を反映した尿中排泄が観察された。尿中排泄放射能の累積量は、吸入後24時間までで 1.38 MBq (0.037 mCi) (4.96% Dose) であった。

(Fig. 3)

3) 体内分布および肺からの放射能消失半減時間

全身像により、 ^{99m}Tc -テクネガス投与後初期の体内分布を見ると、肺への分布は全身分布の 91-95% であり、4時間後でも 88-92% の範囲にあった。また、肺よりの放射能消失半減時間は、生物学的半減時間で 135 時間、有効半減時間で 5.75 時間であり、肺での高い滞留性が認められた。

4) 健常人における肺内分布

健常人における ^{99m}Tc -テクネガスの肺内分布は、下肺野にやや多く分布し、生理的なガス分布を反映していた。また、中枢気道における沈着は認められなかった。

5) 被曝線量

全身像において、各臓器に関心領域を設定し、

カウント/ピクセルを求め、MIRD 法によって各臓器における被曝線量(線量当量)を算定した。肺を標的臓器とした場合、0.004 Gy/37 MBq (1 mCi) と計算された。

6) 疾患例における肺内分布

Figure 4 は喘息症例における ^{99m}Tc -テクネガス吸入分布、 ^{81m}Kr による換気分布、 ^{99m}Tc -DTPA エロゾル吸入分布を示す。換気分布では、特に異

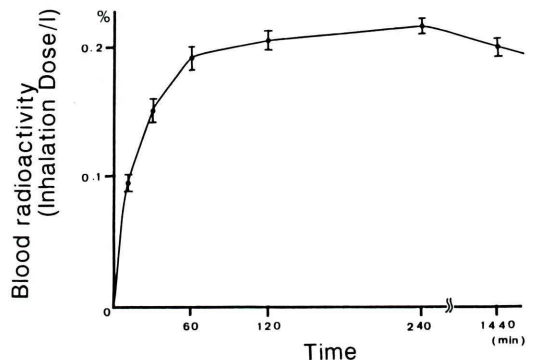


Fig. 2 Blood radioactivity of ^{99m}Tc in 3 normal volunteers, expressed by % of inhalation dose/l.

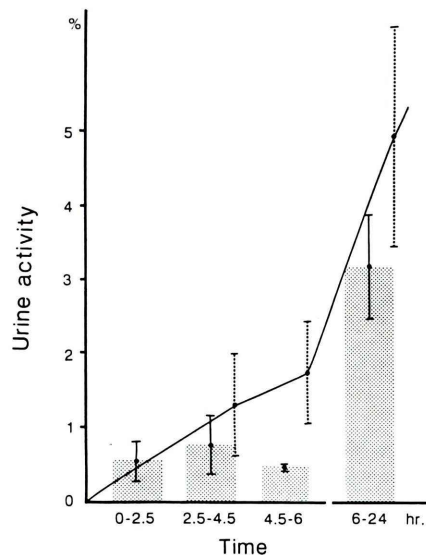


Fig. 3 Urine activity in 3 normal volunteers, expressed by % of inhalation dose. Line graph shows cumulative activity in urine. Shaded bar graph shows urine activity in each time interval.

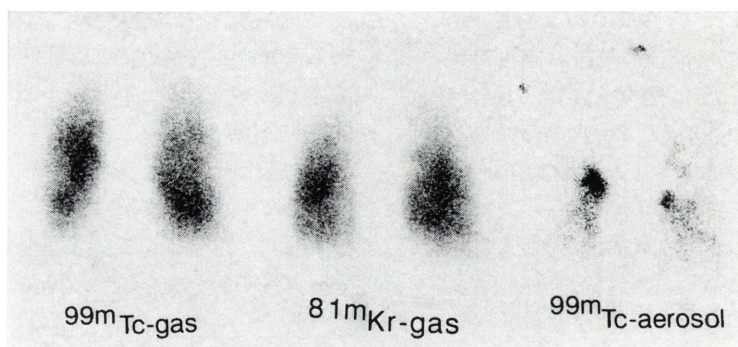


Fig. 4 Bronchial asthma. (Posterior view)

On ^{81}mKr gas image, the tracer distributed diffusely in both lungs. However, aerosols were deposited in central airways prominently as shown on $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -aerosol image. On $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -technegas image, there were small defects along the lateral aspect of the left lung and in both lower lung fields.

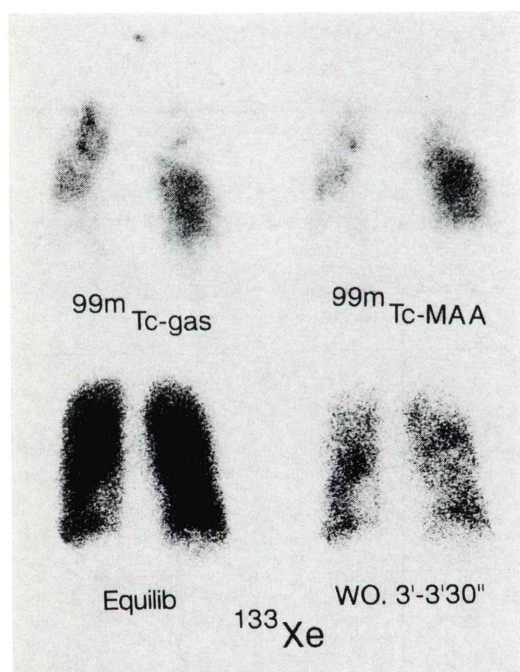


Fig. 5 Emphysema. (Posterior view) In ^{133}Xe study, the tracer was retained in the left lower, the right middle and the right lower lung fields, suggesting ventilatory disturbance in these areas. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA image showed markedly low perfusion in the left lung, particularly in the lower lung field, and in the right upper lung field. The distribution of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ technegas matches to that of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA, with several hot spots in the left upper lung field.

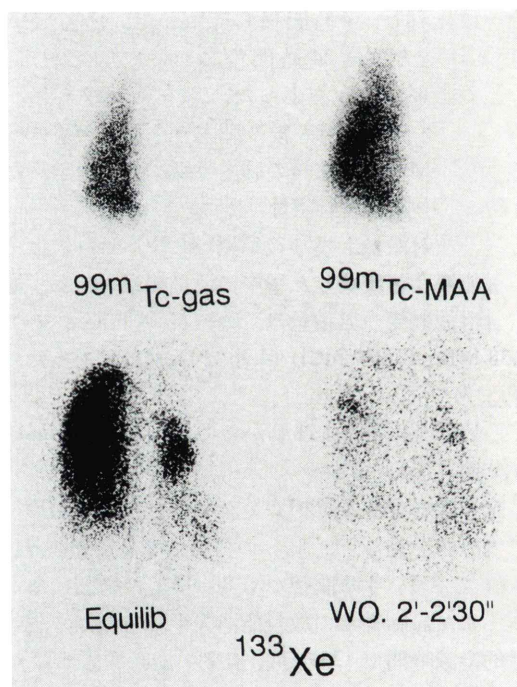


Fig. 6 Postlobectomy of the right lung. (Posterior view) In ^{133}Xe inhalation study, washout of ^{133}Xe gas was delayed in the left upper and postoperative right lung. Perfusion was absent in the right lung. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ technegas was also absent in the right lung. In the left lung, the distribution of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ technegas was slightly decreased in the upper lung field.

常を認めないが、 ^{99m}Tc -テクネガスでは、左中肺野に軽度の欠損を認める。右肺における分布も ^{81m}Kr 換気分布に比してやや不均一である。エロゾル吸入シンチグラムでは左肺に中枢性の沈着を、また、右肺では中枢性沈着と末梢部での不均等分布を認める。 ^{99m}Tc -テクネガス分布は、このような閉塞性肺疾患においても換気分布に近い分布を示していた。

Figure 5 は、肺気腫症例における、 ^{99m}Tc -テクネガス検査、 ^{133}Xe ガス換気検査の結果を示す。 ^{133}Xe ガス検査では、両肺野、特に左下肺野、右上下肺野に洗い出し遅延を認める。 ^{99m}Tc -MAA 肺血流シンチグラムでは、左肺への血流が低下し、右上肺への分布も低下している。 ^{99m}Tc -テクネガス分布は肺血流分布と同様、左下肺野、右上肺野、右下肺外側部において吸入低下が見られ、左肺野

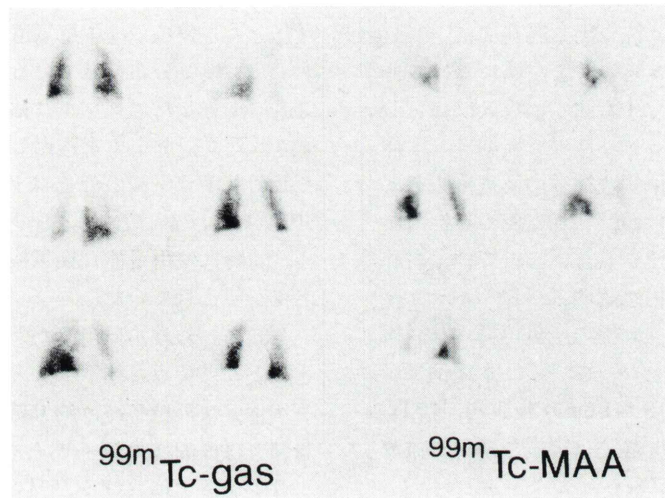


Fig. 7 Chronic bronchitis.

Distribution of ^{99m}Tc technegas was mottled in both lungs, particularly in the right lung on lateral view. There were small perfusion defects in both lungs, particularly on the right, which was similar to the ^{99m}Tc -technegas distribution.

Table 2 Evaluation of ^{99m}Tc -technegas in comparison with other radionuclide studies.

The degree of the utility of ^{99m}Tc -technegas was classified using four grades: poor, fair, good and excellent

Case No.	Other radionuclide study performed with ^{99m}Tc -technegas				Results of ^{99m}Tc -Technegas
	^{81m}Kr	^{133}Xe	^{99m}Tc -aerosol	^{99m}Tc -MAA	
1		○		○	Fair
2		○		○	Good
3		○		○	Good
4	○			○	Excellent
5		○		○	Excellent
6	○		○	○	Good
7		○		○	Good
8	○		○	○	Good
9	○			○	Excellent
10	○			○	Good

における分布も不均一である。 ^{133}Xe の洗い出し遅延部にほぼ一致した分布をとっているが、換気低下部の形状はテクネガス検査において、より明瞭となっている。

Figure 6 は、肺結核に対する胸郭形成手術後の症例である。 ^{133}Xe ガス検査では、左肺における洗い出しは上肺において軽度遅延している。また、右肺の肺容量は、著しく低下し、洗い出しも遅延し、ほとんど機能していないと考えられる。 $^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$ は、右肺へほとんど分布していない。左上肺野の欠損は ^{133}Xe 洗い出し遅延部に一致している。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガスでは、左肺における分布は上肺野で軽度低下し、右肺への吸入はほとんど認められない。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガス検査は、本症例における左肺および術側残存肺の換気機能をよく表している。Fig. 7 は慢性気管支炎の症例である。 $^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$ 肺血流シンチグラムでは、右肺における斑状の多発欠損を認める。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガス吸入分布においても同様の所見が得られ、換気血流の均衡した欠損となっている。本症例では、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガス 37 MBq (1 mCi) 吸入後、 $^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$ 185 MBq (5 mCi) 静注によって換気と血流検査を相次いで行った。

Table 2 は、10 症例における結果を示す。○印は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガスと同時にに行った他の核医学検査を示す。10 例中 9 例において有用な情報が得られた。

$^{81\text{m}}\text{Kr}$ との比較では、微粒子であるため、換気障害部位が強調されて描出された。 ^{133}Xe との比較では多方向像が得られ、換気障害部位が明瞭に描出された。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -エロゾル沈着部位末梢の換気動態が評価でき、相補的關係にあった。 $^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$ 血流シンチグラフィとの対比では、換気、血流ミスマッチの評価に有用であった。

IV. 考 察

肺の換気・血流検査は、肺塞栓症の診断には安全で感度の高い検査として不可欠であるが^{1,2)}、閉塞性肺疾患^{3,4)}、肺線維症^{5,6)}の早期診断や術前術後の肺機能評価^{7,8)}、腫瘍性病変の機能評価⁹⁻¹¹⁾

などにも有用な情報を与える。換気検査には、従来より ^{133}Xe ガス、 $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ガス、あるいは $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -エロゾル吸入シンチグラフィが用いられている。 ^{133}Xe は半減期が長く、検査は閉鎖回路で行う必要があり、さらにエネルギーが 80 KeV と低く、通常後面像のみの検査に限られている。

一方、 $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ガスは、 ^{81}Rb - $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ジェネレータより抽出されるが、 ^{81}Rb の半減期が 4 時間と短いため、常時使用できるとは限らない。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -エロゾルは、粒子径によってその分布が大きく左右され、大きい粒子は中枢気道への沈着が増加し、必ずしも換気分布を見ているとは言えない。また、気道に沈着したエロゾルは粘液線毛運動により排泄されたり、肺上皮を透過して血中へクリアされるため、エロゾルの分布は比較的早く変化し、SPECT には適さない。このような欠点を補うため、随時に使用可能な換気検査用放射性医薬品の出現が望まれていた。

今回われわれが使用した $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガスは、このような欠点を補うものと考えられる。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガスの粒子径は約 0.005 ミクロンであり¹²⁾、紫煙とほぼ同様の粒子サイズである。今回の健常ボランティアにおける $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガスの肺内分布は、生理的なガス分布を示しており、大気道への沈着は認められなかった。Strong ら¹³⁾ は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガスの粒子径を screen diffusion battery 法で測定し、0.14 ミクロンと報告しており、この粒子サイズのエロゾルが、むしろ肺末梢領域まで到達する理由となっているという。疾患例では、Fig. 4 の喘息例に見られる如く、エロゾル (2 $\mu\phi$) では中枢気道に沈着し、末梢への吸入が見られていないが、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -テクネガスは十分に肺胞まで分布していた。しかし、 $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ガスと比較した場合、左中肺野、両下肺への分布が低下しており、また、高度の閉塞性変化のある場合には、気道への沈着も認められたことは、粒子としての性状を表している。

肺内沈着率に対する息ごらえの効果は、16 次気管支までの沈着に対しては少ないが¹⁴⁾、末梢気道への沈着率は、息ごらえ時間とともに指数関数的

に増加するといわれ¹⁵⁾、 ^{99m}Tc -テクネガスのような超微粒子では、息ごらえの効果がさらに大きくなる。

換気・血流検査を同時期に行う場合、最初に吸入した ^{99m}Tc -テクネガスの量が 37 MBq (1 mCi) 程度と少ないので、換気検査の直後に 185 MBq (5 mCi) の ^{99m}Tc -MAA を静注することによって、換気(^{99m}Tc -テクネガス)検査時の放射能の影響のほとんどない血流イメージを得ることができた。Burch ら¹²⁾ も、肺塞栓症の症例を対象として同様の手法で換気・血流を評価しているが、 ^{99m}Tc -テクネガスの影響なく血流を評価し得たと報告している。しかし、コンピュータによるサブトラクションイメージの作成はさらに、換気の影響を軽減すると思われる。 ^{99m}Tc -テクネガスの肺からの半減時間は生物学的半減時間が 135 時間と長く、1 度吸入させておけば十分に時間をおいたあても撮像可能と考えられる。したがって、多方向からの撮像や SPECT が可能であり、病変の局在をより明瞭に評価しうる。

血液中放射能濃度は、1 時間以降ほぼプラトーに達しており、肺内に沈着した ^{99m}Tc -テクネガス由来の ^{99m}Tc が徐々に血液中に出現していることを示している。しかし、その量は、0.2%Dose/l 程度であり、バックグラウンドへの影響はほとんどないと考えられる。甲状腺への放射能集積、および尿中への放射能排泄挙動と併せて考えると、血中放射能は $^{99m}\text{Tc O}_4^-$ と考えられる。肺への吸入量は、 ^{99m}Tc -MAA 静注法によるカウント数から求めると、約 37 MBq (1 mCi) であった。すなわち、るつぼに入れた放射能 296 MBq (8 mCi) の 1/8 程度が、健常人では 2 ないし 3 回の呼吸によって吸入されたことになる。したがって、肺に沈着した ^{99m}Tc -テクネガス成分の内、 $^{99m}\text{Tc O}_4^-$ として肺上皮より透過し、血液中にクリアされた放射能が血中放射能で、それが腎を介して尿中に排泄されたと考えられる。

MIRD 法より求めた肺の被曝線量は 0.004 Gy/37 MBq (1 mCi) であったが、Kereiakes ら¹⁶⁾ は、37 MBq (1 mCi) 吸入時に 4,500 mSv と報告して

おり、われわれの結果とほぼ同じであった。ちなみに同量の ^{99m}Tc -MAA による被曝線量は 0.002 Gy/37 MBq (1 mCi) であり、 ^{99m}Tc -MAA 74 MBq (2 mCi) 使用時の被曝量と同等と考えられる。この値は十分安全な数値である。なお、今回 ^{99m}Tc -テクネガス吸入前および吸入後、経時的に自他覚症状、身体所見、血液、生化学データを観察したが、 ^{99m}Tc -テクネガス吸入による影響は認められなかった。これらの点よりテクネガス吸入検査は安全且つ有用と考えられる。

V. ま と め

^{99m}Tc -テクネガス吸入検査について健常ボランティア 3 名、および各種肺疾患 10 例について基礎的、臨床的検討を行った結果

- (1) 自他覚症状、身体所見、血液生化学的臨床検査データに何ら異常を認めなかった。
- (2) 血中放射能濃度は ^{99m}Tc -テクネガス吸入後初期より出現し、2 時間以降 0.2%Dose/l 程度でプラトーとなった。
- (3) 尿中排泄量も血中放射能濃度と同様の経過をとり、24 時間で 4.96%Dose であった。
- (4) 全身分布より見ると、肺への分布は約 95% であり、バックグラウンドは少なかった。
- (5) 肺よりの生物学的半減時間期は、135 時間であり、24 時間後においても、肺のイメージはほとんど変化を見なかった。
- (6) 肺の被曝線量は 0.004 Gy/37 MBq (1 mCi) であった。
- (7) 正常例における肺内 ^{99m}Tc -テクネガス分布は、生理的なガス分布にほぼ一致していた。
- (8) 疾患例における ^{99m}Tc -テクネガスの肺内分布は、 ^{81m}Kr ガス分布に近かった。
- (9) ^{133}Xe ガス換気検査との対比では、洗い出し時間など、定量評価では劣るが、換気障害部位の同定においては ^{99m}Tc -テクネガスが優れていた。
- (10) ^{99m}Tc -エロゾル分布との対比では、 ^{99m}Tc -テクネガスがより末梢まで分布し、換気障害の評価に関して、相補的關係にあった。

以上より ^{99m}Tc -テクネガス吸入検査は有用で且つ安全な換気検査法と言える。

謝辞： ^{99m}Tc -テクネガス発生装置と ^{99m}Tc ジェネレータを提供していただいた、三井物産株式会社、および株式会社第一ラジオアイソトープ研究所に対し、謝意を表します。

文 献

- 1) Biello DR, Mattar AG, McKnight RC, Siegel BA: Ventilation-perfusion studies in suspected pulmonary embolism. *Am J Roentgenol* **133**: 1033, 1979
- 2) McNeil BJ, Holman BL, Adelstein SJ: The scintigraphic definition of pulmonary embolism. *JAMA* **227**: 753, 1974
- 3) Hughes JMB, Amis TC: Regional ventilation distribution—Gas mixing and distribution in the lung—, in *Lung Biology in Health and Diseases* Vol. 25 (ed by Engel LA), pp. 177–220, Dekker, New York, 1986
- 4) Secker-Walker RH: Obstructive pulmonary disease—Pulmonary nuclear medicine—, in *Lung Biology in Health and Disease* (ed by Harold L Atkins). Vol. 23, pp. 109–166, Dekker, New York, 1985
- 5) 河合 隆：核医学検査による間質性肺炎の病態に関する研究. *東京慈恵会医科大学雑誌* 第 **103**: 879–891, 1988
- 6) Eary JF, Fisher MC, Cerqueira MD: Idiopathic pulmonary fibrosis, another cause of ventilation/perfusion mismatch. *Clin Nucl Med* **11**: 396–399, 1986
- 7) Corris PA, Ellis DA, Hawkins T, Gibson GJ: Use of radionuclide scanning in the preoperative estimation of pulmonary function after pneumonectomy. *Thorax* **42**: 285–291, 1987
- 8) Moldofsky PJ, Rubenstein JH, Richer MP, Solin LJ, Gatenby RA, Broder RJ: Quantitative lung scans for prediction of post-radiotherapy pulmonary function. *Clin Nucl Med* **13**: 644–646, 1988
- 9) Narabayashi I, Suematsu T, Suematsu C: Assessment of SPECT ventilation-perfusion imaging in patients with lung cancer. *Eur J Nucl Med* **12**: 329–332, 1986
- 10) Waxman AD: The role of nuclear medicine in pulmonary neoplastic processes. *Seminars in Nucl Med* **16**: 285–295, 1986
- 11) Konietzko N: Nuclear medicine techniques in the management of bronchogenic carcinoma. *Eur J Nucl Med* **13**: S16–S19, 1987
- 12) Burch WM, Sullivan PJ, McLaren CJ: Technegas—a new ventilation agent for lung scanning. *Nucl Med Commun* **7**: 865–871, 1986
- 13) Strong JC, Agnew JE: The particle size distribution of technegas and its influence on regional lung deposition. *Nucl Med Commun* **10**: 425–430, 1989
- 14) Agnew JW: Physical properties and mechanisms of deposition of aerosols. In *aerosols and the lung*. Ed. by Clarke SW, Pavia D: 49–70. Butterworths London 1984
- 15) Gebhart J, Heyder J, Stahlhofen W: Use of aerosols to estimate pulmonary air-space dimensions. *J Appl Physiol* **51**: 465–476, 1981
- 16) Kereiakes JG, Rosenstein M: *Handbook of radiation doses in nuclear medicine and diagnostic X-ray*. Florida: CRC Press, 1980

Summary

Kinetics and Clinical Application of ^{99m}Tc -Technegas

Kenji KAWAKAMI*, Akira IWAMURA*, Eisuke GOTO*, Yutaka MORI*,
Tatsuyuki ABE*, Yukinori HIRASAWA*, Hirohide ISHIDA*,
Takao SHIMADA**, Shigeru TOMINAGA***

**Department of Radiology Jikei University School of Medicine, **The 3rd Department of
Medicine Jikei University School of Medicine ***Department of Medicine Urayasu
hospital Juntendo University School of Medicine*

Biological characteristics and clinical utilization of ^{99m}Tc -technegas were evaluated in three normal volunteers and 10 patients with various pulmonary diseases. ^{99m}Tc -pertechnetate (296 MBq (8 mCi)) was injected in the crucible of ^{99m}Tc -technegas generator, and about 37 MBq (1 mCi) of ^{99m}Tc -technegas was inhaled in the lung by three times of deep inspiration. Blood activity was appeared immediately after inhalation of ^{99m}Tc -technegas and it was 0.2% of the inhaled dose/litter of blood after 2 hours. Urine activity was also increased after inhalation and cumulative dose was 4.96% of the inhaled dose after 24 hours.

The tracer dose to distribution to the lung was about 95% of the total dose in whole body. Biological half time of ^{99m}Tc -technegas in the lung was 135 hours and pulmonary image was stable even after 24 hours. Radiation dose to the

lung was 0.004 Gy/37 MBq (1 mCi).

In patients with pulmonary disease, distribution of ^{99m}Tc -technegas was similar to that of ^{81m}Kr gas, although defect on ^{99m}Tc -technegas image was larger in severe obstructive disease. ^{99m}Tc -technegas study was superior over ^{133}Xe gas study to identify the areas of ventilation abnormality more clearly, although quantitative evaluation was difficult in ^{99m}Tc -technegas study.

On comparative study with ^{99m}Tc -aerosol, ^{99m}Tc -technegas distributed in more peripheral sites and both methods were cooperative for evaluation of ventilatory disturbance. These results suggest that ^{99m}Tc -technegas inhalation study is safe and useful method for ventilation study.

Key words: ^{99m}Tc -technegas ventilation study, ^{133}Xe , ^{81m}Kr , Radiolabelled ultrafine particle.