

# Technegas 환기스캔과 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA Aerosol 스캔의 비교

서울대학교 의과대학 내과학교실

최윤호 · 김상은 · 이동수 · 정준기  
이 명 철 · 김 건 열 · 고 창 순

충북대학교 의과대학 내과학교실

공 성 수

= Abstract =

## Comparison of Lung Ventilation Scan Using Technegas and $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA Aerosol

Yoon Ho Choi, M.D., Sang Eun Kim, M.D., Dong Soo Lee, M.D., June-Key Chung, M.D.  
Myung Chul Lee, M.D., Keun Youl Kim, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea*

Sung Soo Koong, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chungbuk National University, Chungbuk, Korea*

Pulmonary embolism demands rapid and accurate diagnosis. And ventilation imaging has greatly improved the diagnostic accuracy of pulmonary embolism in addition to perfusion imaging. Agents currently used include xenon-133, krypton-81m and technetium-99m radioaerosols. However radioactive gases are compromised by availability and cost for krypton-81m, radiation dose, gamma energy and non-physiologic behaviour for xenon-133. Radioaerosols of technetium-99m compounds are rapidly cleared from the lung after inhalation, and their relative low efficiency (specific radioactivity) and wide distribution of particle sizes make them also suboptimum.

A new ventilation agent, Technegas is a suspension of structured graphite ellipsoids with diameter below 20nm, labelled with  $^{99m}\text{Tc}$  in a carrier gas of Argon.

This report describes the authors' clinical experience with Technegas. This is the first reported clinical study of this agent in Korea. A comparison of Technegas and  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol was performed in 12 patients with various pulmonary diseases such as COPD, pulmonary tuberculosis and pleural effusion. All patients were studied with  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol inhalation and Technegas ventilation. In both studies image quality was assessed (1) semiquantitatively by scoring bronchial and gastric activity, (2) subjectively by direct visual comparison of peripheral lung images and (3) quantitatively by computing the peripheral penetration index(PI) for each lungs.

The bronchial activities were seen in 7 out of 12 cases with  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol and in 5/12 with Technegas. The gastric activities were seen in 5/12 and 1/12 cases respectively. The average values of PI were 61.26% with  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol and 69.20% with Technegas ( $p > 0.05$ ). Using  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol, COPD patients showed deposition in the central airways with poor visualization of the peripheral areas of the lungs. In Technegas studies these phenomena were less prominent, and the examination is well tolerated by patients and requires only a minimum of patient cooperation.

With superiority of easy availability and handling, better physical characteristics and favorable image quality, Technegas is a promising agent for lung ventilation scanning.

서 론

대상 및 방법

폐색전증(Pulmonary embolism)은 내과적 응급처치를 요하는 질환으로 신속하고 정확한 진단이 필수적인데, 비관혈적 검사방법으로 방사성동위원소를 이용한 페스캔방법이 많이 이용되고 있다. 특히 폐환기스캔(lung ventilation scan)은 폐전색증 진단에 있어 페스캔의 진단적 가치를 크게 향상시켜 왔음이 잘 알려져 있다<sup>1,2)</sup>. 폐환기스캔에 이용되는 방사성가스(radioactive gas)는 <sup>133</sup>Xenon과 <sup>127</sup>Xenon, 그리고 <sup>81</sup>Krypton등이 있다. <sup>133</sup>Xe은 에너지가 낮아 영상의 질이 떨어지며 방사능 피폭이 많고 값이 비싸다. <sup>81</sup>Kr은 영상은 좋지만 사이코트론에서 생산되므로 가격이 비싸고 구입이 어려운 단점이 있다. <sup>127</sup>Xe 역시 가격이 비싸 널리 이용되지 못하고 있다. 이같은 방사성가스의 단점을 극복하기 위하여 Taplin등<sup>3)</sup>이 제안한 방사성연무(radioaerosol)를 이용한 폐환기스캔은 <sup>99m</sup>Tc-DTPA와 <sup>113m</sup>Indium 화합물등 여러가지가 개발되어 이용되었다. 그러나 방사성연무는 대부분이 흡입후 폐에서 빨리 제거되고, 입자의 크기와 크고 균일하지 않으며, carrier gas (대개 공기)내에서의 비방사능(specific radioactivity)이 낮다는 또다른 단점이 있다. 특히 이들은 가스와 달리 크기가 큰 입자들로서 만성폐색성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 환자에서는 중심부기도(central airways)에 많이 침착되고, 폐주변부(peripheral areas of the the lungs)로는 침투가 잘 안되는 문제점이 있다<sup>4-6)</sup>.

Burch등<sup>7,8)</sup>은 Technegas라는 새로운 폐환기스캔용 물질을 개발하여 기존의 방사성가스나 방사성연무의 단점을 극복하려는 노력을 하고 있으며, 최근에는 Technegas의 임상적 이용에 관한 많은 연구결과가 보고되고 있다<sup>9-14)</sup>.

저자들은 국내에서는 처음으로 새로운 폐환기스캔 물질인 Technegas의 임상적 유용성을 알아보기 위하여 현재 서울대학교병원에서 시행하고 있는 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 페스캔과 Technegas 환기스캔의 두가지 방법으로 폐질환 환자들에 있어서 페스캔 영상의 질적평가와 penetration index(PI)<sup>15-17)</sup>를 이용한 방사성의약품의 폐주변부로의 침투정도를 비교 분석하였다.

1989년 11월부터 1990년 3월 사이에 서울대학교병원에 폐질환을 주소로 입원한 환자중 임의로 선정된 12명을 연구대상으로 하였다. 남자가 10명, 여자가 2명으로 연령은 22세부터 74세까지이며 평균 49.5세였다. 대상 환자들은 만성폐색성폐질환(COPD) 4예, 폐결핵 2예, 흉막삼출환자 2예를 포함하여 각종 폐질환 환자들로 이들의 임상진단명은 Table 1과 같다. 환자들은 입원후 Technegas 스캔과 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 스캔 두 가지를 모두 시행하였는데 8명은 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 스캔을 먼저 시행하였고, 4명은 Technegas 스캔을 먼저 시행하였으며, 두 검사 사이의 간격은 평균 2.8일이었다.

<sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 스캔은 30 mCi의 <sup>99m</sup>Tc-DTPA 4 ml를 양압분무기를 이용하여 aerosol로 만들어 환자가 mouthpiece를 통하여 10분간 호흡하여 흡입한 후 6면(전면, 후면, 좌·우 측면, 좌·우 후사위면)에서 한면당 40만 계수(count)로 영상을 취하였다.

Technegas 스캔은 Technegas generator (Tetley Technologies Ltd., Sydney, Australia)를 이용하였는데 graphite crucible안에 10mCi의 sodium pertechnetate를 넣고 argon 가스 속에서 2500°C로 15초간 가열하여 생기는 증기와 argon 가스와의 혼합물을 mouth-

Table 1. Clinical Diagnoses of Patients Studied

Patient No.	Sex	Age	Diagnosis
1	M	70	COPD*
2	F	43	Bronchiectasis, Mild Degree
3	M	57	Diffuse Interstitial Lung Disease
4	F	50	COPD
5	M	74	COPD
6	M	61	COPD
7	M	22	Pleural Effusion, Loculated
8	M	41	Pleural Effusion
9	M	41	Pulmonary Tbc., Far Advanced
10	M	25	Congenital Bronchogenic Cyst
11	M	57	Pulmonary Infarction
12	M	53	Pulmonary Tbc., Moderate

\* COPD : chronic obstructive pulmonary disease

piece를 통하여 환자가 1~3회 깊게 흡입한 후 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 스캔과 같은 방법으로 6면에서 영상을 취하였다. 두가지 방법으로 시행한 폐스캔 영상의 질적 평가는 폐 이외 부위의 방사능(extrapulmonary hyperactivity), 즉 기관지 방사능(bronchial activity)과 위 방사능(gastric activity)을 반정량적(semiquantitative)으로 등급을 매겼다. 기관지(또는 위)방사능(bronchial 또는 gastric activity)이 없으면 grade 0, 폐 방사능(lung activity)보다 적으면 grade 1, 폐 방사능과 같은 정도면 grade 2, 폐 방사능 보다 많으면 grade 3으로 평가하였다. 또 주관적인 방법으로 저자들이 두가지 스캔 영상을 같이 놓고 동시에 보면서 폐 주변부 영상의 질(quality)을 비교하였다. 방사성입자의 폐 주변부로의 침투 정도를 비교하기 위하여 폐 후면 영상에서 penetration index를 계산하여 정량적 평가를 하였다. 한개의 폐를 중심부(central) 및 주변부(peripheral)ROI(region of interest)로 구분하였는데 Fig. 1과 같이 한쪽폐의 최대폭을 가로로 하고 최대높이를 세로로 하는 직사각형을 그린 후 최대 폭 및 최대높이의 1/2을 각각 가로와 세로로 하는 작은 직사각형을 폐 중심부에 그려 중심부 ROI로 하였으며, 큰 직사각형에서 작은 직

사각형을 제외한 부분을 주변부 ROI로 정하였다. 각 ROI에서 pixel 수와 방사능 계수(count수)를 구하여 아래 식과 같이 주변부 ROI의 pixel당 평균 계수를 중심부 ROI의 pixel당 평균 계수로 나눈 값을 penetration

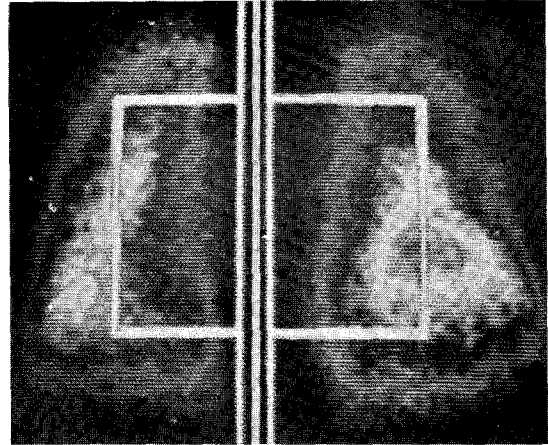


Fig. 1. Delineation of ROIs on posterior lung image. Each lung is divided into central and peripheral ROIs for penetration index which is defined as the ratio of average counts per pixel of peripheral to central zone.

Table 2. Image Quality Assessment by Semiquantitative Scoring of Extrapulmonary Hyperactivity and Comparison of Peripheral Lung Images

Patient No.	Extrapulmonary Hyperactivity*				Peripheral Images	
	Technegas		99mTc-DTPA Aerosol		Technegas	DTPA Aerosol
	Bronchial	Gastric	Bronchial	Gastric		
1	1	0	2	0	>	
2	0	0	1	2	=	
3	1	0	1	1	>	
4	2	1	0	1	<	
5	0	0	1	0	>	
6	2	0	2	0	<	
7	0	0	0	0	>	
8	0	0	1	3	>	
9	1	0	0	0	=	
10	0	0	0	0	<	
11	0	0	1	3	>	
12	0	0	0	0	=	
Total	7	1	9	10	6 : 3	

\* Extrapulmonary Hyperactivity

0 : no bronchial (or gastric) activity

1 : bronchial (or gastric) activity less than lung intensity

2 : bronchial (or gastric) activity similar to lung intensity

3 : bronchial (or gastric) activity more than lung intensity

index(PI)로 하였다.  $PI=PA/CA$

(PI: peripheral penetration index, PA: mean activity per pixel of peripheral lung, CA: mean activity per pixel of central lung)

페스캔 영상에서 위 방사능(gastric activity)을 보여 좌측 폐 방사능의 밑부분과 겹치는 5예의 환자에서는 좌측 폐를 제외시키고, 우측 폐에서만 penetration index를 구하였다. 12명의 환자에서 5개의 좌측 폐를 제외한 총 19개의 폐를 대상으로 컴퓨터를 이용하여 Technegas 스캔과  $^{99m}Tc$ -DTPA aerosol 스캔 영상의 PI를 구하고 각각의 평균을 paired t-test로 비교분석하였다.

### 결 과

페스캔 영상의 질적평가 결과를 Table 2에 나타내었다. 12명의 환자중 기관지 방사능을 나타낸 경우는  $^{99m}Tc$ -DTPA aerosol 스캔시 7예, Technegas 스캔시 5예

였으며, 등급(grade)을 합한 점수는 각각의 스캔방법에서 9점과 7점이었다. 또한 위 방사능(gastric activity)을 나타낸 경우는 전자가 5예(총10점)후자가 1예(1점)으로 Technegas 스캔이  $^{99m}Tc$ -DTPA aerosol 스캔보다 위 방사능이 나오는 경우가 훨씬 적었다.

폐 주변부 영상의 질(quality)을 비교 하였을때 6예는

Table 3. Comparison of Peripheral Penetration Indices (%) Between Technegas and  $^{99m}Tc$ -DTPA Aerosol

Patient	Lung	Technegas	DTPA Aerosol
1	Lt	85.76	68.17
	Rt	76.15	27.73
2	Rt	79.64	66.71
	Rt	63.11	57.24
4	Rt	69.24	61.12
	Lt	45.78	40.05
6	Rt	65.38	63.87
	Lt	90.04	98.10
7	Rt	79.14	80.11
	Lt	80.79	60.09
8	Rt	62.54	47.72
	Lt	64.77	66.74
9	Rt	67.26	51.49
	Rt	67.82	84.47
10	Lt	68.64	72.46
	Rt	50.96	56.61
11	Rt	58.55	56.14
	Lt	51.49	48.19
12	Rt	87.66	56.98
	Average*	69.20	61.26

\* p > 0.05

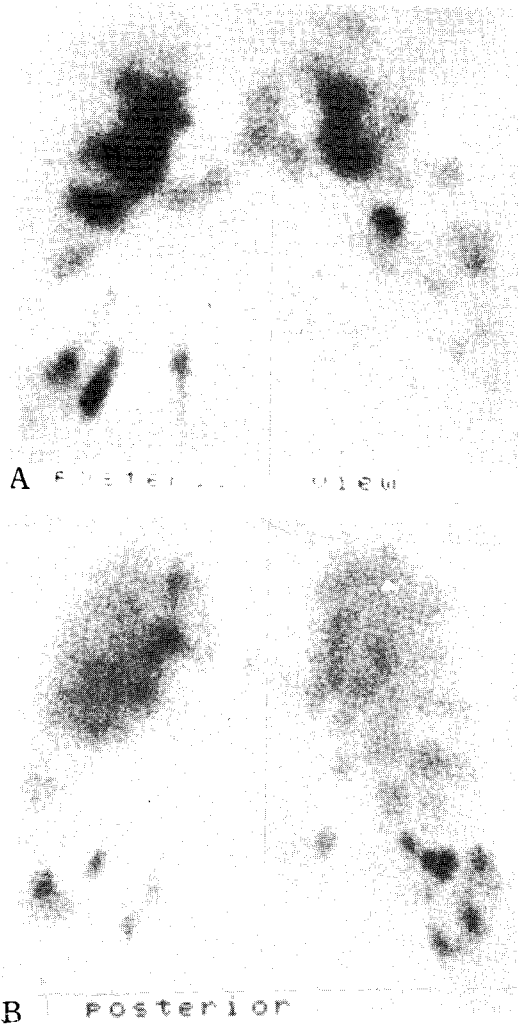
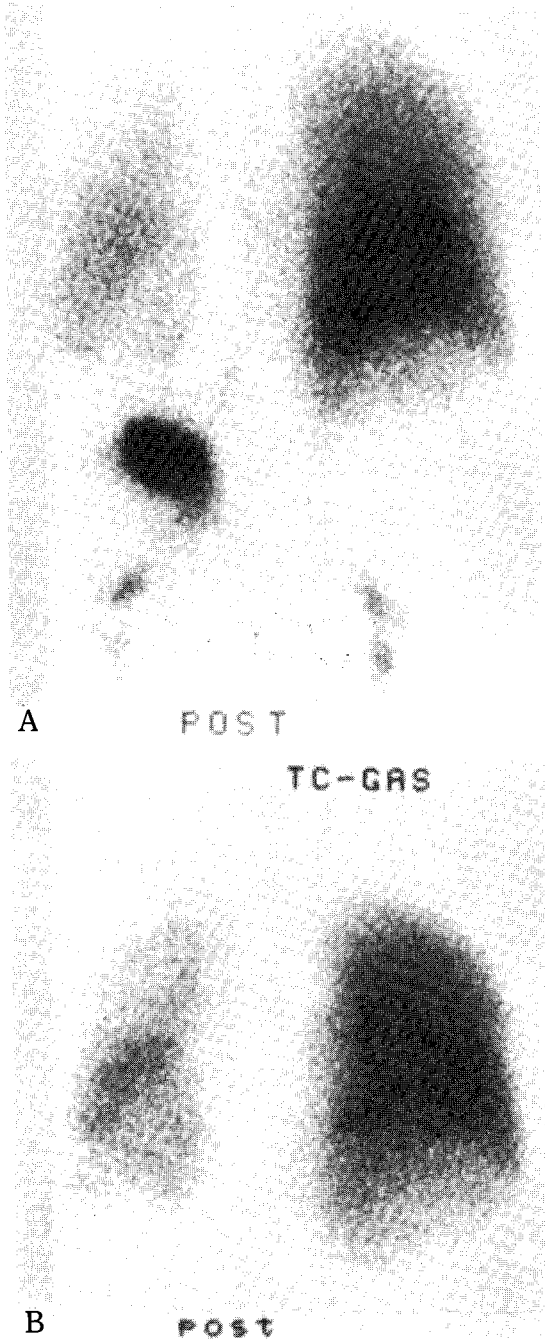


Fig. 2. (A)  $^{99m}Tc$ -DTPA aerosol inhalation scan in patients with COPD showing moderate bronchial activity and marked patchy "hot" uptake in central areas of both lungs. (B) Technegas scan in the same patient showing minimal bronchial activity and less retention in central lung with more peripheral penetration of radioactive agents.



**Fig. 3.** (A)  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol scan in patient with right pleural effusion showing gastric activity more intense than lung activity. Esophagus and both kidneys are also seen. (B) Technegas scan in the same patient showing no extrapulmonary activity with better resolution at the edges of the lungs.

Technegas 스캔 영상이 더 좋았고, 3예는  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔의 영상이 더 좋았으며, 3예는 두가지 영상의 질이 비슷하였다. 다섯개의 좌측 폐를 제외한 총 19개의 폐에서 구한 PI를 Table 3에 나타내었다. 평균 PI는 Technegas 스캔이 69.20%였고,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔은 61.26%로 Technegas 스캔이 높았지만, 통계적으로 유의한 차이는 아니었다( $p > 0.05$ ).

Fig. 2는 호흡곤란을 주소로 내원한 70세 남자로 만성 폐색성 폐질환 환자(Patient 1)의  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔(A)과 Technegas 스캔(B)의 후면상이다.  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔상은 기관지 방사능이 grade 2 정도로 심하며, 폐의 중심부에 방사성 입자가 많이 침착되어 patchy hot uptake를 보이고 상대적으로 폐주변부는 영상화가 잘안되고 있다. 반면 Technegas 스캔상은 기관지 방사능이 훨씬 적게 보이며, 폐중심부의 방사성 입자 침착도 적고 폐주변부가  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔보다 더 잘 보인다. 이 환자의 PI는 Technegas 스캔에서 좌측 폐가 85.76%, 우측 폐가 76.15%이고  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔에서 각각 68.17%, 27.73%로 전자에서 방사성 입자의 폐주변부 침투가 월등하게 잘됨을 알 수 있다.

Fig. 3은 발열과 호흡곤란을 주소로 내원한 결핵성 폐삼출액 환자(Patient 8)이다.  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔 상에서는 식도 및 위에 방사능이 심하게 나타나고 양측 신장의 방사능이 보이지만 Technegas 스캔에서는 폐의 부위에서 방사능이 전혀 보이지 않으며 폐 가장자리 부위가 잘 그려진다. PI는 Technegas 스캔에서 좌측 폐가 64.77%, 우측 폐가 67.26%이고  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA aerosol 스캔에서 각각 66.74%, 51.49%였다.

## 고 찰

Technegas는  $^{99m}\text{Tc}$ 로 표지된 아주 미세한 탄소구조물이 현탁(suspension)된 것으로 입자의 크기는 20 nm 이하이고, carrier gas로 argon을 사용한다. Technegas는 graphite crucible이라는 조그만 탄소로 된 용기에 0.1 ml 용적의 sodium pertechnetate를 넣고, argon 가스로 채워진 밀폐 공간 안에서 2500°C로 가열하여 생성되는  $^{99m}\text{Tc}$ 로 표지된 graphite의 증기라 할 수 있다. 이렇게 만들어진 미세한 탄소 입자는 흡입시 가스

와 거의 동등한 정도의 침투력으로 폐 심부까지 깊숙히 퍼져 들어가 폐포벽에 침착한다<sup>4,7,18)</sup>. 폐내에서의 Technegas의 유효반감기는 <sup>99m</sup>Tc의 물리적 반감기와 거의 같은 것으로 알려져 있다. 그 제거는 폐내에 흡입된 대기중의 일반적인 입자형 공기 오염물질의 배출과 같은 양상으로 되는데, 폐포-모세혈관막(alveolar capillary membrane)은 통과하지 못하고 폐내 대식세포(macrophage)가 일부 관여한다<sup>4)</sup>.

폐환기스캔의 가장 큰 임상적 유용성 중의 하나가 폐전색증의 진단에 있음은 잘 알려져 있다. Sullivan등<sup>4)</sup>은 50명의 폐전색증이 의심되는 환자에 대한 연구에서 <sup>133</sup>Xe 스캔과 비교하였을 때 Technegas 스캔이 진단적으로 대등하거나 더 우수하다고 하였으며 여러가지 장점들을 기술한 바 있다. 최근에 Rimkus등<sup>18)</sup>도 Technegas의 영상이 <sup>133</sup>Xe과 진단적으로 대등하며 폐의 가장자리 부분에 대한 해상력이 더 좋고 여러방향에서 영상(multiple views)을 얻을 수 있기 때문에 판독자들이 <sup>133</sup>Xe보다 영상의 질(image quality)이 더 우수하다고 느끼게 된다고 하였다. Hilson등<sup>12)</sup>은 <sup>81m</sup>Kr 스캔과 비교하였는데 Technegas의 영상이 <sup>81m</sup>Kr 영상과 진단적으로 대등하며 Technegas가 폐주변부로의 침투가 더 잘 된다고 하였다.

우리나라의 경우 가격이 비싸고 구하기 어려워 폐환기 스캔에 <sup>133</sup>Xe이나 <sup>81m</sup>Kr같은 방사성가스를 사용하는 경우가 거의 없으며, 대신 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol을 많이 사용하고 있다. 이는 과거 Alderson등<sup>6)</sup>이 폐전색증이 의심되는 107명의 환자에서 시행한 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 스캔이 <sup>133</sup>Xe이나 <sup>81m</sup>Kr과 진단적으로 대등하다고 보고한 데에 근거를 두고 있는 것이다.

본 연구에서는 저자들이 현재 폐환기 스캔으로 쓰고 있는 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 스캔을 Technegas 스캔과 비교하였다. 진단율을 비교한 것은 아니지만, 영상의 질은 Technegas 스캔이 더 우수하였다. 즉 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol 스캔 영상에 비해 폐 이의 부위의 방사능(gastric activity 또는 bronchial activity)이 적었으며, 폐주변부 영상도 더 우수하였다. 또한 통계적으로 의미있는 차이는 아니었지만 Technegas 스캔의 평균 PI가 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol보다 더 높았으며, 각각의 폐에 대한 PI를 비교해 보아도 19개중 13개의 폐에서 Technegas 스캔의 PI가 더 높았다.

비교적 정상 폐기능을 가지고 있고 협조가 잘되는 환

자에서는 방사성가스든 방사성 연무이든 폐환기스캔을 시행하는데 큰 어려움이 없다. 그러나 실제적으로 많은 환자들은 COPD등 각종 폐질환으로 호흡곤란증이 있을 수 있고 그 밖의 다른 여러가지 질병으로 쇠약해진 경우가 많아 환기스캔시 충분한 협조를 얻기 어려울 때가 자주 있다. Xenon의 경우 스캔 영상을 얻는 동안 호흡을 멈추고 있어야 하므로 호흡곤란증이 있는 환자에게는 큰 부담이 되며 촬영할 수 있는 시간이 짧아 여러 각도에서 영상을 얻을 수 없다는 단점이 있다. <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol은 환자가 mouthpiece나 facemask를 통하여 약 10~20분간 흡입하여야 하며, aerosol의 입자크기가 1.0 μm 내외로 비교적 크기 때문에 폐기능이 나쁜 환자에서는 기관 및 기관지 등 중심부 기도에 많이 침착되고 폐 주변부로의 침투가 잘 안돼 폐주변부 영상이 좋지 않을 수 있다<sup>6)</sup>.

Technegas는 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol과 달리 비방사능(specific radioactivity)이 높아 한번 흡입으로 영상을 얻기에 충분히 정도의 방사성 입자가 들어가므로 동력검사(dynamic study)가 가능하고, 촬영하는 동안 호흡을 멈출 필요가 없어 환자의 불편함이 적으며 인공호흡기를 하고 있는 환자에게 적용하는 것도 가능하다. 또한 입자크기가 5~20 nm로 다른 방사성 연무의 백분의 일 정도 밖에 안되어 호흡곤란증으로 빠르고 얇은 호흡을 하는 환자에서도 중심부 기도에 침착이 적고, 주변부까지 깊숙히 침투되어 폐주변부 영상이 좋다.

Technegas의 생물학적 반감기는 6시간 정도로 <sup>99m</sup>Tc-DTPA aerosol의 0.75시간보다 충분히 길며 폐포-모세혈관 막을 통하여 제거되지 않으므로 SPECT등 단층촬영이 가능하고<sup>10)</sup>, 환자를 움직이지 않고 연속하여 폐관류 스캔 및 Technegas 환기스캔을 시행할 수 있어 동일한 부위에 대해 컴퓨터 분석을 하여 비교할 수 있다<sup>4)</sup>. 그 밖에도 Technegas는 <sup>99m</sup>Tc의 장점을 그대로 유지한다. 즉 값이 싸고 구하기 쉬우며 영상을 얻기에 적당한 에너지와 반감기를 가지고 있다.

결론적으로 Technegas는 다루기 쉽고, Xenon과 Krypton 등 방사성가스 및 방사성연무의 물리적 특성의 단점을 보완하고 <sup>99m</sup>Tc의 장점을 지닌 새로운 폐환기스캔용 제재로 영상의 질적 향상을 제공할 것으로 사료된다. 이같은 Technegas의 우수성을 증명하기 위해서는 폐혈관 조영술과의 비교 등 광범위한 연구가 필요하며 향후 지속적인 임상연구 성과가 기대되는 바이다.

## REFERENCES

- 1) Alderson PO, Rujanevech N, Secker-Walker RH, McKnight REC: *The role of Xe-133 ventilation studies in the scintigraphic detection of pulmonary embolism. Radiology 120:633-640, 1976*
- 2) Neuman RD, Sostman HD, Gottschalk A: *Current status of ventilation-perfusion imaging. Semin Nucl Med 10:198-217, 1980*
- 3) Taplin GV, Poe ND: *A dual lung-scanning technic for evaluation of pulmonary function. Radiology 85: 365-368, 1965*
- 4) Sullivan PJ, Burke WM, Burch WM, Lomas FE: *A clinical comparison of Technegas and Xenon-133 in 50 patients with suspected pulmonary embolus. Chest 94:300-304, 1988*
- 5) Harbert J, Da Rocha AFG: *Textbook of nuclear medicine. 2nd ed. p325, Philadelphia, Lea & Febiger, 1984*
- 6) Alderson PO, Biello DR, Gottschalk A, Hoffer PB, Kroop SA, Lee ME, Ramanna L, Siegel BA, Waxman AD: *Tc-99m-DTPA aerosol and radioactive gases compared as adjuncts to perfusion scintigraphy in patients with suspected pulmonary embolism. Radiology 153:515-521, 1984*
- 7) Bruch WM, Sullivan PJ, McLaren CJ: *Technegas-a new ventilation agent for lung scanning. Nucl Med Commun 7:865-871, 1986*
- 8) Bruch WM, Sullivan PJ, Lomas FE, Evans VA, McLaren CJ, Arnot RN: *Lung ventilation studies with Technetium-99m pseudogas. J Nucl Med 27: 842-846, 1986*
- 9) De Geeter F, Bossuyt A, Jonckheer M: *Comparison of Technegas to 81mKr as ventilation agent. Eur J Nucl Med 15(8):442, 1989(abstract)*
- 10) Lemb M, Oel TH, Sander U: *Ventilation-perfusion lung SPECT in the diagnosis of pulmonary thromboembolism (PTE) using Technegas. Eur J Nucl Med 15(8):442, 1989(abstract)*
- 11) Peltier P, Zair Y, Chetanneau A, Chatal JF: *"Technegas" ventilation study. Eur J Nucl Med 15(8):442, 1989(abstract)*
- 12) Hilson AJW, Pavia D, Diamond PD, Agnew JE: *An ultra-fine 99m-Tc-aerosol (Technegas) for lung ventilation scintigraphy-A comparison with Kr-81m. J Nucl Med 30(5):744, 1989(abstract)*
- 13) Kropp J, Buhr W, Biersack HJ: *Lung inhalation-scintigraphy in newborns. A study with the new tracer Technegas. J Nucl Med 30(5):744, 1989(abstract)*
- 14) Kropp J, Buhr S, Bockisch A, Grunwald F, Ruhlmann J, Hotze A, Biersack HJ: *Inhalation scintigraphy of the lung using the new ultrafine aerosol Technegas. Nuklearmedizin 28:113-120, 1989*
- 15) Mostafa AB, Childs PO, Williams NR, Causer DA: *Regional pulmonary distribution of Krypton-81m gas delivered by different breathing systems. J Nucl Med 26:191-193, 1985*
- 16) Fazio F, Wollmer P, Lavender JP, Barr MM: *Clinical ventilation imaging with In-113m aerosol: A comparison with Kr-81m. J Nucl Med 23:306-314, 1982*
- 17) Kohn H, Klech H, Angelberger P, Striffl A, Zolle I, Kummer F, Mostbeck A: *Dry aerosol of monodisperse millimicrospheres for ventilation imaging: production, delivery system, and clinical results in comparison with 81m-krypton and 127-xenon. Eur J Nucl Med 10:411-416, 1985*
- 18) Rimkus DS, Ashburn WL: *Lung ventilation scanning with a new carbon particle radioaerosol (Technegas). Preliminary patient studies. Clin Nucl Med 15:222-226, 1990*