기관지 천식 환자에서의 환기 및 관류 주사*

가톨릭대학 의학부 내과학교실

김관형 · 윤석중 · 권순석 · 김영균
한기돈 · 문화식 · 송정섭 · 박성학

= Abstract =

Ventilation-perfusion Lung Scintigraphy in Patients with Bronchial Asthma

Kwan Hyoung Kim, M.D., Seok Joong Yoon, M.D., Soon Seog Kwon, M.D., Young Kyoon Kim, M.D.
Ki Don Han, M.D., Hwa Sik Moon, M.D., Jung Sup Song, M.D. and Sung Hak Park, M.D.

Department of Internal Medicine, Catholic University Medical College, Seoul, Korea

Bronchial asthma is characterized by reversible airway obstruction and uneven ventilation. Uneven ventilation and abnormal gas exchange occur before other abnormalities of lung function become apparent. But the relationships between arterial blood gases or pulmonary functions and findings of the ventilation-perfusion lung scintigraphy in patients with bronchial asthma were not certain.

We observed the patterns of ventilation and perfusion distribution by using ^{99m}Tc -phytate radioaerosol and ^{99m}Tc -MAA, and their relationships to arterial blood gases and spirometric indices in 50 patients (16 women and 34 men) with bronchial asthma. the results were as follows;

1) The uneven distribution of ventilation were inversely correlated with vital capacity (VC, $r = -0.489$, $p < 0.01$), forced vital capacity (FVC, $r = -0.451$, $p < 0.01$), FEV_1 ($r = -0.545$, $p < 0.01$), FEV_1/FVC ($r = -0.411$, $p < 0.02$), and relatively well correlated with PaCO_2 ($r = 0.445$, $p < 0.02$).

2) The central deposition of radioaerosol in ventilation scan were also inversely correlated with VC ($r = -0.695$, $p < 0.001$), FVC ($r = -0.722$, $p < 0.001$), FEV_1 ($r = -0.753$, $p < 0.001$), FEV_1/FVC ($r = -0.490$, $p < 0.01$), and relatively well correlated with PaCO_2 ($r = 0.473$, $p < 0.01$).

3) The uneven distribution of perfusion were also inversely correlated with VC ($r = -0.343$, $p < 0.05$), FVC ($r = -0.380$, $p < 0.05$), FEV_1 ($r = -0.434$, $p < 0.01$), FEV_1/FVC ($r = -0.478$, $p < 0.01$), but not correlated with arterial blood gases.

4) The spirometric index mostly well correlated with abnormal ventilation was the FEV_1 .

5) Ventilation defects matched with perfusion defects.

6) The uneven distribution of ventilation and perfusion showed a tendency to increase during the asthmatic attack but to decrease during the recovery in 3 patients.

7. During the recovery, the deposition of radioaerosol disclosed a "dendritic" appearance rather than central deposition in the ventilation scan.

Our data suggest that the ventilation and perfusion lung scintigraphy may be useful tests for the diagnosis and the evaluation of therapeutic response in patients with bronchial asthma, especially during asymptomatic period.

*본 논문은 1990년도 가톨릭중앙의료원 학술연구보조비로 이루어진 것임.

서 론

기관지 천식은 가역성 기도 수축을 특징으로 하는 질환이지만, 급성 기관지 천식 발작시 나타나는 가스 교환 장애는, 기관지 수축 자체 뿐만 아니라 말초 기도의 점막 부종 또는 점액에 의한 기도 폐쇄(mucus plugging)에 의해 야기되는 환기-관류 불균형(inequality)도 관여하는 것으로 알려져 있다^{1,2)}. 그러나 호흡 곤란이나 천명등의 임상 증상과 관련있는 주기도 폐쇄를 반영하는 폐기능 검사(FEV₁, PEFR, SG_{aw} 등)와, 불균일한 말초 기도 폐쇄와 관련되어 나타나는 가스 교환 장애를 반영하는 환기-관류 불균형 사이의 상관관계는 아직 불명확하다³⁻⁵⁾. 또한 기관지 천식 환자에서의 환기 분포 및 가스 교환 장애는 다른 폐기능 장애가 나타나기 전에 발생할 수 있을 뿐 아니라⁶⁾, 급성 천식 발작의 임상 증상이 사라지고 폐기능 검사 소견이 거의 정상으로 회복된 후에도 환기-관류 불균형은 계속 지속될 수 있기 때문에⁷⁾, 임상 경과에 따른 환기-관류 분포 상태를 연구하는 것은, 임상적으로 진단뿐만 아니라 치료후 예후 판정에도 도움이 될 것으로 생각된다. 따라서 저자들은 기관지 천식 환자에서의 임상 경과에 따른 환기 및 관류 분포의 변화와, 폐기능 및 동맥혈 가스와의 상관관계를 관찰하고자 본 연구를 시작하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

이미 임상적으로 기관지 천식 진단을 받고 치료중에 있던 환자중, 급성 기관지 천식 발작으로 입원한 50명(남자 34명, 여자 16명)을 대상으로 하였다. 임상병력상 만성 폐쇄성 폐질환이 의심되거나, 흉부방사선 사진상 단순한 과팽창(overinflation)외에 기관지 천식과 관련없는 비정상적인 소견을 보인 경우, 고열이 있는 경우, 심혈관계 혹은 전신 질환이 의심되는 경우 및 환기 및 관류 주사 소견상 폐혈전증이 의심될 정도의 심한 환기-관류 부적합(mismatch)의 소견을 보인 경우는 연구 대상에서 제외시켰다.

2. 방 법

1) 동맥혈 가스 분석, 폐기능 검사, 환기 및 관류 주사

모든 환자는, 급성 천식 발작 상태에서 산소 투여 없이 동맥혈 가스 분석을 실시한 후, 이어서 바로 폐기능 검사를 시행하는 것을 원칙으로 하였으며, 폐기능 검사를 시행할 수 없을 정도로 임상 증상이 심한 경우엔, 일단 임상 증상이 호전된 다음, 폐기능 검사 직전에 산소 투여 없이 동맥혈 가스 분석을 실시한 후, 폐기능 검사를 시행하였다. 환기 및 관류 주사는, 가능한 폐기능 검사와 같은 날에 시행하는 것을 원칙으로 하였으나, 같은 날 시행할 수 없었던 경우에는 입원일로부터 가능한 빠른 시일내에 시행하였다. 또한 환기 및 관류 주사 각각에 대해서도 같은 날 검사하는 것을 원칙으로 하였으나, 같은 날 시행하지 못한 경우엔 양일에 걸쳐 시행하였으며, 사정에 따라 환기 및 관류 주사 중 한가지만을 시행한 경우도 있었다. 환자 중 3명은 급성 천식 발작 상태 및 치료후 임상 증상이 안정된 상태에서, 각각 환기 및 관류 주사를 시행하여 비교하였으며, 1명은 환기 주사만을 각각 시행하여 비교하였다. 환기 주사는 Barc nebulizer (Bombei, India)를 이용하여, 앉은 자세에서 ^{99m}Tc-phytate를 부착시킨 방사성 연무질을 5분간 흡입시킨 후 시행하였으며, 관류 주사는 ^{99m}Tc-MAA를 정맥 주사하여 시행하였다. 환기 주사와 관류 주사를 같은 날 시행한 경우에는 먼저 환기 주사를 실시하고 적어도 4시간 경과후에 관류 주사를 실시하였다.

2) 환기 및 관류 주사 소견의 판정

환기 주사 소견은, ^{99m}Tc-phytate 연무질에 의한 기도내 침착(airway deposition) 양상에 따라 중앙부 침착(central deposition) 정도와 환기 분포 불균등(uneven distribution) 정도를 관찰하였으며, ^{99m}Tc-phytate 연무질의 중앙부 침착 정도와 환기 및 관류 분포의 불균등 정도는, 육안적으로 그 영역이 전 폐야의 50% 이상이면 3점, 50% 미만에서 25%까지를 2점, 25% 미만인 경우를 1점, 전혀 없는 경우엔 0점으로 하여 비교하였다.

3) 통계 및 분석

동맥혈 가스 소견 및 폐기능 검사 소견과 환기 및 관류 조사 소견과의 상관 관계를 분석하여, p값 0.05 이하에서 의미있는 상관관계로 보았다. 또한 4명에서는 임상

경과에 따른 환기 및 관류 주사 소견을 비교하였다.

결 과

동맥혈 가스 분석 및 폐기능 검사 소견과 환기 및 관류 주사 소견은 Table 1과 같다. 환기 주사에서는, 환기 분포의 불균등 정도가 심할수록, PaO_2 가 낮은 경향을 보였으나 통계적 의의는 없었으며, PaCO_2 는 증가하는 경향을 보였고($r=0.445$, $p<0.02$), $\text{VC}(r=-0.489$, $p<0.01$), $\text{FVC}(r=-0.451$, $p<0.01$), $\text{FEV}_1(r=-0.545$, $p<0.01$) 및 $\text{FEV}_1/\text{FVC}(r=-0.411$, $p<0.02$)가 감소하는 양상을 나타냈다(Fig. 1). 또한 ^{99m}

Tc-phytate 연무질의 중앙부 침착이 많을수록, PaCO_2 는 증가하였으나($r=0.473$, $p<0.01$), PaCO_2 와는 상관관계가 없었고, $\text{VC}(r=-0.695$, $p<0.001$), $\text{FVC}(r=-0.722$, $p<0.001$), $\text{FEV}_1(r=-0.753$, $p<0.001$), $\text{FEV}_1/\text{FVC}(r=-0.490$, $p<0.01$)가 현저히 감소하는 양상을 보였다(Fig. 2). 관류 주사에서는, 관류 분포의 불균등 정도가 심할수록 $\text{VC}(r=-0.343$, $p<0.05$), $\text{FVC}(r=-0.380$, $p<0.05$), $\text{FEV}_1(r=-0.434$, $p<0.01$) 및 $\text{FEV}_1/\text{FVC}(r=-0.476$, $p<0.01$)가 감소하는 경향을 보였으나(Fig. 3), 동맥혈 가스 분석 및 환기 주사 소견과는 유의있는 상관관계가 없었다. 임상 경과에 따른 환기-관류 주사 소견의 변화를

Fig. 1. Correlations among ABGA, PFT and uneven distribution of ventilation.
ABGA: arterial blood gas analysis
PFT: pulmonary function test

Table 1. Arterial Blood Gas Analysis, Puimmonary Function Test and Findings of Ventilation-perfusion Lung Scan in Patients with Bronchial Asthma

Case No.	Sex	Age	PaO ₂ mmHg	PaCO ₂ mmHg	VC *****	FVC *****	FEV1 %	FEV1/FVC *****	UDV ***	CDR score	UDP ***
1	M	29	60	35	69	69	35	51	2	2	3
2	M	29	72	35	75	64		88	3	3	0.5
3	M	30	58	36	95	95	106	88	1.5	0	2
4	M	29	67	40		50	33	53	3	2	2
5	M	30	86	38	98	98	111	90	0	0	0
6	M	41	27	52	69	69	50	53			1
7	M	72	78	52	50	46	21	45	3	3	
8	M	72							2	2	
9	F	33	55	45	33	33	20	61	3	3	
10	M	26			123	123	78	63	3	0	
11	M	53			111	114	91	79	1	1	
12	M	44	72	43					2	1	1
13	F	71	62	43	56	54	29	53			3
14	M	19	77	34	38	39	78	30			1
15	F	70	64	43	98	98	69	97	2	3	0.5
16	M	28	80	40	83	83	42	51			2
17	F	70	67	40	90	90	99	77	3	0	1
18	M	25	76	46	45	86	71	77	3	1	1
19	M	59	119	45	67	61	45	54			3
20	F	35	31	47	88	88	88	78	1	0	2
21	M	69	68	40	44	46	20	43	3	3	2
22	M	69	68	40	44	46	20	43	2.5	3	1
23	F	48			62	63	36	58	3	3	1
24	F	47	63	39							0
25	F	78	57	49	59	59	43	48	3	3	2
26	M	61	59	38	37	37	16	44	2	3	3
27	M	36	63	40	48	48	25	53	3	3	2
28	M	36							1	1	0.5
29	M	61	72	41	86	86	89	75	1	1	2
30	M	44	70	45	48	50	20	41	1	2	3
31	M	66	56	38	76	76	51	56			3
32	F	64	59	50	61	61	23	38	3	3	
33	F	56	62	43							2.5
34	M	45	58	59	52	50	30	61	3	3	3
35	M	79			53	56	24	43			3
36	M	70	74	37	36	37	17	45	3	2	1
37	M	68	34	45	48	56	24	43			
38	F	64	80	36							3
39	M	57	72	35					2	2	
40	F	41	122	29	80	80	99	78	0.5	1	1
41	M	58	64	47					3	3	
42	F	57	77	37	87	85	41	48	1	0	1
43	F	71	56	51	47	47	29	62	2.5	3	1
44	F	67	58	49	50	50	48	35	3	3	
45	F	66	77	56							3
46	M	46	67	39	50	50	28	57			3
47	M	54	72	37	73	61	45		1	0	1
48	M	66	78	35					2	0	
49	M	78	123	45	31	31	53	26			3
50	M	56	88	40	66	66	29	44			2

UDV : uneven distribution of ventilation

CDR : central deposition of radioaerosol

UDP : uneven distribution of perfusion

Blank : Data not gained

관찰한 3명에서는, 치료 후 임상 증상이 호전되면서, 환기 및 관류 분포의 불균등 정도와 ^{99m}Tc -phytate 연무질의 중앙부 침착 정도가, 급성 천식 발작시보다 현저히 감소되는 경향을 보였고, 환기 주사만을 비교한 1예는 별 변화가 없었다(Fig. 4). 또한 환기 주사 소견상, 급성 천식 발작시엔 방사성 연무질이 주로 폐 중앙부에 침착하는 양상을 보였고(Fig. 5), 임상 증상이 호전되면서 중앙부 침착이 없어지고, 균등한 환기 분포와 함께 수지상의 방사성 연무질 침착 양상을 나타내었다(Fig. 6). 관류 주사 소견에서도, 급성 천식 발작시엔 양측 폐야 전반에 걸쳐 다발성 관류 장애 부위가 나타났으나(Fig. 7), 임상 증상이 호전된 후에는 관류장애 부위가 거의

소실되는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 8).

고 찰

급성 천식 발작시엔, 호흡곤란 및 천명과 함께 심한 폐기능 감소를 나타내는 경우가 대부분이지만, 천식 증상이 없음에도 불구하고 폐기능이 상당히 감소되어 있는 경우가 있는데, 이는 증상이 없는 상태에서도 말초 기도 내에는 지속적인 기류 폐쇄가 존재함을 의미한다³⁾. 또한 기관지 천식 환자에서는 폐기능의 감소나 임상 증상이 심하지 않아도, 동맥혈 가스에는 심한 변화를 가져올 수 있으며, 환기 분포 및 가스 교환 장애는 다른 폐기능

Fig. 2. Correlations among ABGA, PFT and central deposition of radioaerosol in ventilation scan
ABGA: arterial blood gas analysis
PFT: pulmonary function test

Fig. 3. Correlation between PFT and uneven distribution of perfusion
ABGA: arterial blood gas analysis
PFT: pulmonary function test

Fig. 4. Comparisons of ventilation and perfusion lung scans in the clinical course of 4 patients with acute asthmatic attack.

장애가 나타나기 전에 발생할 수 있으므로^{6~9)}, 기관지 천식의 병태 생리를 연구하는데, 동맥혈 가스 및 폐기능 검사 소견과 환기 및 관류 분포 상태와의 상관관계를 이해하는 것은, 중요한 의미를 지닌다고 할 수 있겠다.

환기 및 관류 분포 상태를 측정하는 방법으로는, Wagner등⁴⁾이, 동맥 삽관을 통한 직접적인 심박출량 측정등의 관혈적인 방법을 통하지 않고, 비관혈적인 말초 정맥혈 채취만으로 혼합 정맥혈의 가스 상태를 분석함으

Fig. 5. A ventilation lung scan during acute asthmatic attack, showed diffuse central depositions of radioaerosol.

Fig. 7. A perfusion lung scan during acute asthmatic attack, showed multiple areas of perfusion defect.

Fig. 6. A ventilation lung scan during recovery, showed disappearance of previous central depositions of radioaerosol.

Fig. 8. A perfusion lung scan during recovery, showed disappearance of previous perfusion defects.

로써, 환기-관류 불균형 정도를 측정할 수 있는 multiple inert gas elimination technique을 개발한 이래, 현재까지 널리 이용되고 있으나, 최근에는 방사성 물질을 사용한 환기 및 관류 주사가 보다 간편한 방법으로 보편화되어 있다^{11~16)}. 특히 환기 주사의 경우, ^{113}Xe 가스나 $^{81\text{m}}\text{Kr}$ 가스등이 주로 이용되었으나, 최근에는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 을 부착시킨 방사성 연무질을 이용한 환기 주사가 개발되어^{11~13)}, 실제 임상에 응용해 본 결과, ^{113}Xe 가스에 비해 대기도 폐쇄 및 확장 부위를 증명할 수 있는 장점이 있고¹²⁾, $^{81\text{m}}\text{Kr}$ 가스보다 폐첨부와 폐기저부의 침윤이 더 잘되는 것으로 밝혀졌다¹⁷⁾. 본 연구에서는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -phytate를 흡입시킨 환기 주사를 이용하였다.

안정 상태에 있는 기관지 천식 환자들의 지역적인 환기 분포를 관찰해보면, 정상적인 환기 분포를 보이는 경우, 일부만 비정상적인 환기 분포를 보이는 경우, 거의 전역에 비정상적인 환기 분포를 보이는 경우 등 다양한 소견을 나타내는데, 비정상적인 환기 분포는, 폐기저부에 가장 많고, 다음으로 폐첨부, 폐중부 순으로 나타난다. 그리고 환기장애와 폐기능 검사와는 서로 밀접한 관계가 있으며, 특히 최대 중간 호기 속도(maximal mid-expiratory flow rate: MERF)와 높은 상관관계를 보인다. 또한 지역적인 환기 장애는 천식 증상이 소실된 후에도 지속적으로 남아 있을 수 있으나, 그 지역으로의 폐혈류량은 그다지 감소하지 않기 때문에, 부분적인 환

기-관류 불균형이 발생하게 되고, 결국 그 부위의 환기/관류 비가 감소함으로써 가스 교환 장애가 나타나게 되며, 이러한 현상은 천식 증상이 없어진 후에도 지속된다고 한다^{14,18,19}). 저산소증이 있음에도 불구하고 폐혈류에 큰 영향을 주지 않는 것은, 어떤 화학 매개물질의 분비로 인해 저산소증에 의한 폐혈관 수축이 방해를 받을 가능성을 암시한다¹⁷). Vernon등²⁰)은 기관지 천식 환자에서 krypton-technesium 폐 주사를 이용하여 환기 및 관류 상태와 폐기능 및 동맥혈 가스와의 상관관계를 관찰한 결과, 거의 모든 환자에서 다발성 환기 및 관류 장애의 소견을 관찰할 수 있었으며, 특히 환기 장애의 정도는 노력성 폐기능 검사와 좋은 상관관계가 있었다. 또한 대부분이 환기-관류 불균형 소견을 나타내었는데, 환기-관류 불균형의 정도는 동맥혈 저산소증과 역상관관계를 보였다²¹).

또한 Multiple inert gas elimination method를 이용하여, 증상이 없는 기관지 천식 환자와 증상이 있는 기관지 천식 환자에서의 환기 및 관류 분포를 관찰해보면, shunt가 없음에도 불구하고, 두 환자군 모두에서 환기/관류 비가 정상인 경우와 환기/관류비가 낮은 경우의 두 가지 양상을 나타내는데, 이로 미루어 보아 환기 분포에 부행 환기(collateral ventilation)가 중요한 영향을 미치는 것으로 추측할 수 있다⁴). 본 연구에서도 폐기능과 환기 분포의 불균형 정도와의 유의있는 역상관관계를 보였으며, 특히 FEV₁과의 상관관계가 높았다(Fig. 1). 한편 관류 분포의 불균등 정도와 폐기능과도 다소 역상관관계를 보였는데(Fig. 3), 이는 관류 장애로 인한 기도 조직의 저산소증이 기도 염증을 악화시킴으로써, 기도 점막의 부종이나 점액 분비를 촉진 시킨 때문으로 생각된다. 그러나 환기 분포의 불균등 정도와 관류 분포의 불균등 정도와는 유의있는 상관관계를 보이지 않았기 때문에, 종전의 보고들과 마찬가지로 환기 및 관류 장애가 일치하지 않음을 알 수 있었다. 가스 교환 장애를 반영하는 동맥혈 가스 소견과 환기 및 관류 분포의 불균등 정도와의 상관관계에서는, PaO₂가 더 밀접한 상관관계를 보였는데(Fig. 1-a, Fig. 3-a), 이는 급성 천식 발작시의 가스 교환 장애를 반영하는 지표로서, PaCO₂가 더 민감함을 암시하는 간접적인 소견이라고 생각된다.

그러나 최근 Wagner등²²)에 의하면, 임상적으로 비교적 안정된 상태이긴 하지만, 만성적으로 천식 증상을 나타내는 기관지 천식 환자들을 대상으로 multiple inert

gas elimination technique을 이용하여 환기 및 관류 분포를 관찰한 결과, 종전의 보고들과는 달리 모든 환자들이 다 환기-관류 부적합 소견을 나타내지는 않았으며, 환기-관류 부적합이 나타난 경우엔 주로 환기/관류 비가 감소된 부위가 생기기 때문이었고, 이러한 현상들은 환자마다 시간 경과에 따라 다르게 나타났다. 한편 Roca등⁷)은 급성 천식 발작으로 입원한 환자들을 대상으로, 입원중 치료 경과에 따른 폐기능 검사, 비관혈적 multiple inert gas elimination test, 및 동맥혈 가스의 변화를 관찰하여, 급성 천식 발작의 회복중에 폐 가스 교환 상태 및 최대 호기 속도(maximal expiratory flow rate: MEFR)와의 상관관계와, 시간 경과에 따른 환기-관류 불균형의 정도를 분석한 결과, 입원중 기도내의 기류 장애와 가스 교환장애 사이에는 직접적인 상관관계가 없음을 알았다. 즉 FEV₁의 회복이나 증상의 호전은 퇴원 당시에 이미 나타났으나, 실제로 가스 교환과 MEFR 사이에 유의있는 역상관관계를 보인 것은, 급성 천식 발작에 의한 생리적 변화가 거의 정상으로 회복되는 시기인 퇴원 후 3~4주째였다. 따라서 천식 환자의 급성 발작이나 회복시에 나타나는 가스 교환 장애는 단순한 기류 장애 때문만은 아닌 것으로 생각된다. 결론적으로 기류 속도로 표현되는 폐기능 검사는 주로 대기도의 성상을 반영하며, 가스 교환 상태는 점액에 의한 폐쇄나 기관지 벽의 부종등에 의해 말초 기도 폐쇄와 관련이 있음을 추정할 수 있다. 마찬가지로 기관지 천식 환자에서 전체 기도 저항은 정상 범위로 회복되더라도 환기 분포의 불균등은 지속될 수 있으며, 이는 입에서 측정되는 기도 저항에는 영향을 미치지 않을 정도의 기류 폐쇄가 하부 기도내에 잠재하고 있음을 의미한다²³). 그러나 본 연구에서는, 천식 발작시에 동맥혈 가스 분석과 폐기능 검사를 즉시 시행하지 못하고, 폐기능 검사를 시행할 수 있을 정도로 임상증상이 호전된 다음에 다시 동맥혈 가스 분석 및 폐기능 검사를 시행한 환자가 다수 있었던 관계로, 임상 경과에 따른 가스 교환 장애 및 폐기능과의 상호관계의 변화는 관찰하지 못했으나, 일부 환자에서 임상 증상이 호전되면서 환기 및 관류 분포의 불균등 정도가 감소하는 소견은 볼 수 있었다(Fig. 4). 한편 천식 발작 시에 나타났던, 양측 폐야 전반에 걸친 다발성 환기 및 관류 장애 부위가(Fig. 5, Fig. 7), 임상 증상이 호전됨에 따라 거의 소실되는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 6, Fig. 8).

^{99m}Tc -sodium pertechnetate 연무질 주사를 이용하여, 기관지 천식 환자에서의 Terbutaline 흡입 및 전신 투여에 따른 폐기능 반응을 관찰해보면, Terbutaline 투여시에, 흡입한 연무질이 보다 말초 부위의 소기도쪽으로 퍼져나가면서 폐 중앙부의 침착(central deposition)이 점차로 적어지는 양상을 보이는데, 이는 대기도의 확장을 의미하며, 이러한 연무질 분포의 양상은 여러 폐기능 검사 소견과 높은 상관관계를 보이고, 특히 소기도 보다는 대기도의 성상을 반영하는 폐기능 검사와 상관관계가 높은 것을 알 수 있다^{12,13,20,24}). 한편 Dolovich 등²⁵)은 ^{131}I 를 부착시킨 연무질(^{131}I -labeled aerosol)을 흡입시켜, 폐 중앙부 침착(central deposit) 및 폐 말초부 침착(peripheral deposit)을 관찰하여, 연무질 침윤지수(aerosol penetration index)를 비교해본 결과, 정상인이 가장 높았고 흡연자, 만성 폐쇄성 폐질환자 순으로 감소하였다. 따라서 연무질 침윤 지수는 말초 소기도 폐색을 조기 진단하는데 훌륭한 지수로 이용될 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 급성 천식 발작시엔 방사성 연무질이 주로 폐 중앙부에 침착하는 양상을 보였고(Fig. 5), 임상증상이 호전되면서 중앙부 침착이 사라지고, 수지 모양의 침착 양상을 보이면서 비교적 균등한 환기 분포를 나타내는 것을 관찰할 수 있었으며(Fig. 6), 방사성 연무질의 폐 중앙부 침착이 심할수록 PaCO_2 가 증가하면서, 폐기능의 감소가 현저하였는데, 특히 노력성 호기량(FVC, FEV_1)이 현저히 감소하는 소견을 보였다(Fig. 2-c, Fig. 2-d).

결론적으로 환기 및 관류 주사 소견은 폐기능과 밀접한 관계가 있으며, 폐기능 검사를 포함한 임상증상이나 동맥혈 가스 소견이 정상으로회복된 경우에도 환기 및 관류 분포에 이상이 있을 수 있으므로, 기관지 천식의 진단이나 치료에 대한 반응 및 예후 판정에 환기 및 관류 주사가 이용될 수 있을 것으로 생각되며, 향후 좀더 많은 환자를 대상으로 자세한 분석이 필요할 것으로 사료되는 바이다.

결 론

급성 기관지 천식 발작을 주소로 입원한 50명(남자: 34명, 여자: 16명)을 대상으로, ^{99m}Tc -phytate 환기 주사와 ^{99m}Tc -MAA 관류 주사를 실시하여, 임상 경과에 따른 환기 및 관류 분포의 변화와, 동맥혈 및 폐기능 검

사와의 상관관계를 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 환기 분포의 불균등 정도는 $\text{VC}(r=-0.487, p<0.01)$, $\text{FVC}(r=-0.451, p<0.01)$, $\text{FEV}_1(r=-0.545, p<0.01)$, $\text{FEV}_1/\text{FVC}(r=-0.411, p<0.02)$ 등의 폐기능 검사와 역상관관계가 있었고, 동맥혈 가스 중 PaCO_2 와 다소 상관관계가 있었다($r=0.445, p<0.02$).

2) 환기 주사 소견상, 방사성 연무질의 폐 중앙부 침착 정도는 $\text{VC}(r=-0.695, p<0.001)$, $\text{FVC}(r=-0.722, p<0.001)$, $\text{FEV}_1(r=-0.753, p<0.001)$, $\text{FEV}_1/\text{FVC}(r=-0.490, p<0.01)$ 등의 폐기능 검사와 역상관관계가 있었으며, PaCO_2 와도 다소 상관관계가 있었다($r=0.473, p<0.01$).

3) 관류 분포의 불균등 정도는 $\text{VC}(r=-0.343, p<0.05)$, $\text{FVC}(r=-0.380, p<0.05)$, $\text{FEV}_1(r=-0.434, p<0.01)$, $\text{FEV}_1/\text{FVC}(r=-0.478, p<0.01)$ 등의 폐기능 검사와 역상관관계를 보였으나, 동맥혈 가스와의 상관관계가 없었다.

4) 환기 장애와 가장 밀접한 상관관계를 가지는 폐기능 검사는 FEV_1 이었다.

5) 거의 모든 환자에서 환기 장애 부위와 관류 장애 부위는 서로 일치하였다.

6) 일부 환자에서, 급성 천식 발작시엔 환기 및 관류 분포가 심한 불균등 소견을 보이다가, 치료후 회복기엔 보다 균등해지는 소견을 관찰할 수 있었다.

7) 일부 환자에서 환기 주사 소견상, 급성 천식 발작시엔 방사성 연무질이 주로 폐 중앙부에 침착되는 양상을 보였으나, 치료후 회복기엔 수지상으로 침착되는 소견을 관찰할 수 있었다.

결론적으로 환기 및 관류 분포는 폐기능 및 가스 교환과 상관관계가 있으며, 특히 기관지 천식 환자에서 임상증상이 소실된 후에도 환기 주사 소견상 수지상의 침착양상이 나타나는 것으로 보아, 환기 및 관류 주사는 기관지 천식의 진단뿐만 아니라 치료에 대한 반응 및 예후 판정에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Rubinfeld AR, Wagner PD, West JB: Gas exchange during acute experimental canine asthma. Am Rev

- Respir Dis 118:525, 1978
- 2) Rodriguez-Roisin R, Bencowitz HZ, Ziegler MG, Wagner PD: Gas exchange response to bronchodilators after methacholine challenge in dog. *Am Rev Respir Dis* 130:617, 1984
 - 3) McFadden ER, Kiser R, DeGroot WJ: Acute bronchial asthma: Relations between clinical and physiologic manifestations. *N Engl J Med* 288:221, 1973
 - 4) Wagner PD, Dantzker DR, Iacovoni VE, Tomlin WC, West TB: Ventilator-perfusion inequality in asymptomatic asthma. *Am Rev Respir Dis* 118:511, 1978
 - 5) Young IH, Corte P, Schoeffel RE: Pattern and time course of ventilation-perfusion inequality in exercise-induced asthma. *Am Rev Respir Dis* 125:304, 1982
 - 6) Levine G, Housley E, Machead P, Macklem PT: Gas exchange abnormalities in mild bronchitis and asymptomatic asthma. *N Engl J Med* 282:1277, 1970
 - 7) Roca J, Ramis LI, Rodriguez-Roisin R, Ballester E, Montserrat JM, Wagner PD: Serial relationships between ventilation-perfusion inequality and spirometry in acute severe asthma requiring hospitalization. *Am Rev Respir Dis* 137:1055, 1988
 - 8) McFadden ER, Lyons HA: Arterial-blood gas tension in asthma. *N Engl J Med* 278:1027, 1968
 - 9) Tai E, Read J: Blood-gas tension in bronchial asthma. *Lancet* 1:644, 1967
 - 10) Wagner PD, Smith CM, Davies NJH, McEvoy RD, Gale GE: Estimation of ventilation-perfusion inequality by inert gas elimination without arterial sampling. *J Appl Physiol* 59:376, 1985
 - 11) Poe ND: Relation between pulmonary deposition of radioaerosol and ventilation. *J Nuclear Medicine* 18:606, 1977
 - 12) Chopra SK, Talpin GV, Tashikin DP, Trevor E, Elam D: Imaging sites of obstruction and measuring function response to therapy in asthma. *J Nuclear Medicine* 18:606, 1977
 - 13) Talpin GV, Chopra SK: Lung perfusion-inhalation scintigraphy in obstructive airway disease and pulmonary embolism. *Rad Clin North America* 16:491, 1978
 - 14) Bentivoglio LG, Beerel F, Bryan AC, Stewart PB, Rose B, Bates DV: Regional pulmonary function studied with Xenon¹³³ in patients with bronchial asthma. *J Clin Invest* 42:1193, 1963
 - 15) Agnew JE, Bateman JRM, Pavia D, Clarke SW: Radionuclide demonstration of ventilatory abnormalities in mild asthma. *Clinical Science* 66:525, 1984
 - 16) Mishkin F, Wagner HN: Regional abnormalities in pulmonary arterial blood flow during acute asthmatic attack. *Radiology* 88:142, 1967
 - 17) Wanner A, Friedman M, Baier H: Study of the pulmonary circulation in a canine asthma model. *Am Rev Respir Dis* 115:241, 1977
 - 18) Heckscher T, Bass H, Oriol A, Rose B, Anthonisen NR, Bates DV: Regional lung function in patients with bronchial asthma. *J Clin Invest* 47:1063, 1968
 - 19) Ledbetter MK, Bruck E, Farhi LE: Perfusion of the underventilated compartment of the lungs in asthmatic children. *J Clin Invest* 43:2233, 1964
 - 20) Vernon P, Burton GH, Seed WA: Lung scan abnormalities in asthma and their correlation with lung function. *Eur J Nucl Med* 12:16, 1986
 - 21) Freyschuss U, Hedlin GA, Hedenstierna G: Ventilation-perfusion relationships during exercise-induced asthma in children. *Am Rev Respir Dis* 130:888, 1984
 - 22) Wagner PD, Hedenstierna G, Bylin G: Ventilation-perfusion inequality in chronic asthma. *Am Rev Respir Dis* 136:605, 1987
 - 23) MacFadden ER, Lyons HA: Airway resistance and uneven ventilation in bronchial asthma. *J Appl Physiol* 25:365, 1968
 - 24) Mildon A, Leroux M, Hutcheon M, Zamel M: The site of airways obstruction in exercise-induced asthma. *Am Rev Respir Dis* 110:409, 1974
 - 25) Dolovich MB, Sanchis J, Rossman C, Newhouse MT: Aerosol penetrance: a sensitive index of peripheral airways obstruction. *J Appl Physiol* 40:468, 1976