복잡진폐증에서 CO확산능의 변화

가톨릭대학 의학부 성모병원 직업병과

김영준 · 김경아 · 임현우 · 임 영 · 윤임중

= Abstract =

Changes of the Carbon Monoxide Diffusing Capacity in Complicated Pneumoconiosis

Young Zun Kim, M.D., Kyoung Ah Kim, M.D., Hyeon Woo Yim, M.D.

Young Lim, M.D. and Im Goung Yun, M.D.

Department of Occupational Disease, Catholic University Medical College, Seoul, Korea

In order to assess the changes of CO diffusing capacity in complicated pneumoconiosis, pulmonary function tests were carried out. The tests include vital capacity, forced expiratory volume in one second, residual volume, total lung capacity and CO diffusing capacity. Control group was 38 healthy male persons and experimental group was divided into category A (13 cases), category B (24 cases) and category C (21 cases) according to the international classification of radiographs of pneumoconiosis.

The results were as follows:

- 1) Vital capacity, forced expiratory volume in one second and CO diffusing capacity were significantly decreased in all experimental group compared with the control.
- 2) CO diffusing capacity was also significantly reduced in category C than in category A and B.
- 3) Although vital capacity expressed in percentage of the predicted value was more than 80%, CO diffusing capacity was significantly decreased in the experimental group compared with the control.
- 4) Percentage of CO diffusing capacity to the predicted value was significantly decreased in all experimental group whose forced expiratory volume in one second was more than 70% of predicted value.

서 론

호흡곤란은 진폐증 환자에서 가장 흔히 경험하는 자각 증상중의 하나로 이에 대한 객관적이고 정확한 판단이 산업보건 분야에서 대단히 중요시되는 이유는 호흡곤란과 노동력 상실정도는 매우 밀접한 관계가 있기 때문이다. 폐질환에 의한 호흡곤란 정도의 객관적인 판단은 일반적으로 폐기능 검사소견에 의존하는 바 우리나라에서도 직업성 진폐증에 있어 노동력 상실의 정도는 주로 폐기능 검사 소견에 따라 판단되고 그 정도에 따라 장애보상을 지급하고 있다¹⁾.

폐기능 검사는 그 목적하는 바에 따라 폐활량, 안정시 폐활량, 일초량, 최대 호기속도(maximal expiratory flow rate), 기도저항(airway resistance), 비통기성(specific airway conductance), 기류용량곡선(flow-volume curve), 폐쇄용적(closing volume), compliance, volume of isoflow등을 선택검사한다. 그러나 이들 검사항목들은 대부분 환기기능 상태를 파악하는데 이용되며 진폐증에서와 같이 광범위한 섬유화를 동반하는 폐질환에서는 폐기종을 흔히 동반하고 이러한 경우는 환기기능 뿐만 아니라 CO확산능에도 큰 영향을 미친다²⁾.

지금까지 진폐증의 폐기능에 대한 보고는 대부분 환기기능에 한정되었으며 확산능에 대한 보고는 대단히 드

물고 더욱이 복잡진폐증을 대상으로 한 CO확산능에 대한 보고는 아직까지 우리나라에서 보고된 바 없다.

저자들은 복잡진폐증 환자에서 음영의 크기에 따른 CO확산능의 변화를 알아보고자 본 연구를 시도하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

대조군은 심폐질환의 과거력이 없고 현재 폐질환과 관련된 호흡기 증세도 없으며 이학적 검사와 흉부 X-선상 진상 이상 소견이 없는 30세 이상의 건강한 남자 38명을 대상으로 하였다.

실험군은 1988년 8월부터 1989년 7월까지 성모병원 직업병과에 입원 또는 통원중인 환자중 복잡진폐증 남자 환자 58명을 대상으로 하였다. 검사대상이 된 환자들은 최소한 6개월 이상의 입원가료를 받은 환자들이었으며 요양기간중 반복검사된 흉부 X-선사진상 폐결핵이 합병되었거나 기흉을 동반한 예, 그리고 객담 도말검사와 객담 또는 위액 배양검사상 폐결핵이 합병되었거나 객담의 그람염색에서 폐감염이 동반된 것으로 진단된 예는 모두 제외하였다.

대음영은 흉부 X-선사진에 의한 진폐증의 국제분류법³⁾에 따라 음영의 직경이 10 mm보다 크고 50 mm보다 작은 음영은 category A, category A보다 크고 우폐상엽의 크기보다 작은 것은 category B, category B보다 큰 음영은 category C로 구분하였다.

2. 방 법

CO확산능의 측정은 Diffusion-Residual장치 (일본 Sanwa사)를 이용하였는 바 이는 Krogh와 Krogh⁴⁾의 호흡정지방법(breathholding maneuver)을 변형시킨 것으로 Foster⁵⁾의 혼합가스 (0.3% CO, 10% He, 21% O₂와 N₂)를 흡입시켜 측정하는 일회호흡법(single breath method)을 이용하였다.

측정방법은 미국흉곽협회⁶⁾의 표준기법(Recommendations for a standard technique)을 따라 실시하였다. 즉 피검자에게 검사방법을 자세히 설명한 다음 좌위에서 약 10분간 안정을 취한 후 최대한 호식을 시켜 잔기량 수준에서 혼합가스를 최대한 빨리 흡입시키면서 10초동안 호흡을 정지시킨다. 그다음 빨리 호식시켜 처음에 배출된 750~1,000 cc의 가스는 버리고 나머지 폐포

가스를 채취하여 CO와 He 가스를 분석하였다. CO확산능은 2회 측정하여 그 평균치를 이용하였고 2회 측정의 시간간격은 피검자의 폐내에 남아 있는 혼합가스가 배출되는데 필요한 최소한의 시간인 4분보다 많은 5분 후에 두번째 검사를 실시하였다. CO확산능은 폐포가스 중에 있는 CO와 He 가스를 분석하여 다음과 같은 공식에 의하여 산출하였다.

$$DLCO = \frac{V_A \times 60}{(P_B - 47) \times t} \times \ln \frac{F_A CO_0}{F_A CO}$$

DLCO: diffusing capacity for carbon monoxide(ml/min/mmHg)

V_A: alveolar volume(STPD)

60: correction from seconds to minutes

P_B: barometric pressure (mmHg)

47: water vapor pressure (PH₂O)

t: breathholding time (second)

ln: natural logarithm

F_ACO₀: fraction of CO in alveolar gas before diffusion

F_ACO: fraction of CO in alveolar gas at the end of diffusion

폐포용량(V_A)은 Ogilvie등⁷⁾의 고전적 방법을 이용하여 측정시의 흡기량과 별도로 측정한 잔기량을 합한 다음 STPD(standard temperature and pressure dry)로 환산하여 표시하였다. 호흡정지시간(t)은 혼합가스를 흡입하기 시작한 시간부터 호기를 시작할 때까지의 10초를 취하였다.

FACO는 CO확산능 측정시 널리 이용되는 다음 공식을 사용하였다.

$$F_A CO_0 = F_i CO \times \frac{F_A He}{F_i He}$$

F_iCO: concentration of inhaled carbon monoxide

F_AHe: final concentration of helium

F_iHe: initial concentration of helium

본 연구에서 사용한 DLCO 및 DLCO/V_A의 예측치는 다음 공식을 인용하여 산출하였다⁸⁾.

$$DLCO = (27.88 - 0.243 \times \text{age}) \times BSA$$

$$DLCO/V_A = 9.05 - 0.056 \times \text{age}$$

결 과

대조군과 실험군의 연령 및 신체적 특성은 Table 1과 같다. 즉 대조군의 평균 연령은 40.8 ± 7.0 세였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 53.2 ± 6.9 세, 55.5 ± 5.7 세, 58.4 ± 8.5 세로 대조군에 비하여 높았다. 신장은 대조군이 166.8 ± 6.2 cm였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 162.5 ± 5.5 cm, 164.3 ± 5.6 cm, 163.0 ± 5.0 cm로 각 군간이 유사하였다. 체중은

대조군의 65.3 ± 6.2 Kg에 비하여 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 58.5 ± 4.0 Kg, 57.2 ± 8.1 Kg, 55.6 ± 7.5 Kg으로 대조군에 비하여 적은 경향을 보였다.

대조군과 실험군의 환기기능 및 확산능은 Table 2에서 보는 바와 같다. 즉 폐활량 예측치에 대한 실측치의 비율(이하 폐활량비로 약함)은 대조군이 $104.5 \pm 11.9\%$ 였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 $95.7 \pm 19.0\%$, $82.4 \pm 19.5\%$, $73.1 \pm 16.9\%$ 로 대조군에 비하여 category B와 C군이, 그리고 category A군에 비하

Table 1. Physical Characteristics of the Subjects

Item	Group Control (Mean $\pm$ S.D.)	Experimental (Mean $\pm$ S.D.)		
		Category A	Category B	Category C
No. of subjects	38	13	24	21
Age (yrs)	40.8 ± 7.0	53.2 ± 6.9	55.5 ± 5.7	58.4 ± 8.5
Height (cm)	166.8 ± 6.2	162.5 ± 5.5	164.3 ± 5.6	163.0 ± 5.0
Weight (Kg)	65.3 ± 6.2	58.5 ± 4.0	57.2 ± 8.1	55.6 ± 7.5

Table 2. Ventilatory Functions and CO Diffusing Capacity

Parameters	Group Control (Mean $\pm$ S.D.)	Experimental (Mean $\pm$ S.D.)		
		Category A	Category B	Category C
No. of subjects	38	13	24	21
(ml)	4027.6 ± 589.4	3374.6 ± 745.5	2902.1 ± 731.1	2501.9 ± 547.6
VC (% pred)	$104.5 \pm 11.9^* (a)$	$95.7 \pm 19.0 (ab)$	$82.4 \pm 19.5 (bc)$	$73.1 \pm 16.9 (c)$
FEV _{1.0} (ml)	3330.5 ± 575.0	2203.1 ± 823.7	1532.9 ± 717.8	1111.9 ± 403.5
FVC (ml)	3933.2 ± 587.5	3311.5 ± 744.8	2809.5 ± 743.3	2354.0 ± 514.7
FEV _{1.0} /FVC(%)	$84.6 \pm 5.4 (a)$	$65.0 \pm 13.9 (b)$	$53.0 \pm 15.9 (c)$	$46.7 \pm 9.2 (c)$
RV (ml)	1678.6 ± 324.2	1960.0 ± 586.8	2305.4 ± 629.6	2471.0 ± 579.8
TLC (ml)	5735.9 ± 766.5	5334.6 ± 772.3	5207.5 ± 852.6	4985.2 ± 587.6
RV/TLC (%)	$29.2 \pm 3.7 (a)$	$36.7 \pm 9.7 (b)$	$44.3 \pm 9.6 (bc)$	$49.6 \pm 10.1 (c)$
(ml/min/mmHg)	30.7 ± 7.2	18.4 ± 5.3	17.2 ± 5.5	11.4 ± 2.7
DLCO (% pred)	$99.0 \pm 19.1 (a)$	$76.7 \pm 17.9 (b)$	$72.9 \pm 18.6 (b)$	$53.6 \pm 13.9 (c)$
(ml/min/mmHg/L)	6.6 ± 1.1	4.4 ± 1.6	4.3 ± 1.3	3.1 ± 0.9
DLCO/VA (% pred)	$97.5 \pm 16.5 (a)$	$73.7 \pm 25.2 (b)$	$69.7 \pm 20.3 (b)$	$53.7 \pm 16.2 (c)$

* The results of multiple comparison tests : Means with the same letter are not significantly different at 0.05 level.

VC : vital capacity

FEV_{1.0} : forced expiratory volume in one second

FVC : forced vital capacity

RV : residual volume

TLC : total lung capacity

DLCO : diffusing capacity for carbon monoxide

VA : alveolar volume

% pred : percentage of the predicted value

Table 3. Changes of the CO Diffusing Capacity According to the Age

Age (yrs)	Group Parameters	Control (Mean $\pm$ S.D.)	Experimental (Mean $\pm$ S.D.)		
			Category A	Category B	Category C
30 – 39	No. of cases	9	1		1
	(ml/min/mmHg)	34.4 $\pm$ 7.5	28.0		11.6
	DLCO (% pred)	100.7 $\pm$ 19.5	86.9		35.3
40 – 49	No. of cases	21	1	4	1
	(ml/min/mmHg)	27.1 $\pm$ 5.6	24.3	20.7 $\pm$ 7.2	8.6
	DLCO (% pred)	92.7 $\pm$ 14.6	86.9	76.0 $\pm$ 23.7	39.5
50 – 59	No. of cases	6	8	15	11
	(ml/min/mmHg)	28.7 $\pm$ 3.2	16.9 $\pm$ 4.7	17.5 $\pm$ 4.8	10.9 $\pm$ 2.9
	DLCO (% pred)	116.4 $\pm$ 14.0	70.5 $\pm$ 18.8	73.2 $\pm$ 16.9	47.9 $\pm$ 11.7
60 <	No. of cases	2	3	5	8
	(ml/min/mmHg)	29.0 $\pm$ 1.9	17.4 $\pm$ 4.0	13.5 $\pm$ 5.0	12.3 $\pm$ 2.6
	DLCO (% pred)	134.0 $\pm$ 15.1	86.5 $\pm$ 17.0	69.5 $\pm$ 23.3	65.6 $\pm$ 7.8

Table 4. Changes of the CO Diffusing Capacity in Cases More Than 80% of VC (% pred)

Group Parameters	Control (Mean $\pm$ S.D.)	Experimental (Mean $\pm$ S.D.)		
		Category A	Category B	Category C
No. of cases	38	11	14	7
(ml)	4027.6 $\pm$ 589.3	3502.9 $\pm$ 691.8	3358.6 $\pm$ 585.4	3061.4 $\pm$ 293.2
VC (% pred)	100.5 $\pm$ 11.9	100.5 $\pm$ 16.2	95.7 $\pm$ 12.7	90.8 $\pm$ 11.7
(ml/min/mmHg)	30.7 $\pm$ 7.2	17.7 $\pm$ 4.9	18.0 $\pm$ 6.6	10.8 $\pm$ 2.0
DLCO (% pred)	99.0 $\pm$ 19.1* (a)	74.8 $\pm$ 18.9 (b)	76.7 $\pm$ 20.7 (b)	53.8 $\pm$ 12.6 (c)

*The results of the multiple comparison tests : Means with the same letter are not significantly different at 0.05 level.

여는 category C군이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

노력성폐활량에 대한 일초량의 비율(이하 일초율로 약함)은 대조군이 $84.6 \pm 5.4\%$ 였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 $65.0 \pm 13.9\%$, $53.0 \pm 15.9\%$, $46.7 \pm 9.2\%$ 로 대조군에 비하여 category A, B 및 C군이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 전폐용량에 대한 잔기량의 비율(이하 잔기율로 약함)은 대조군이 $29.2 \pm 3.7\%$ 였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 $36.7 \pm 9.7\%$, $44.3 \pm 9.6\%$, $49.6 \pm 10.1\%$ 로 대조군에 비하여 category A, B 및 C군 모두가, 그리고 category A군에 비하여는 category C군이 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).

한편 CO확산능의 예측치에 대한 실측치의 비율(이하 CO확산능비로 약함)은 대조군이 $99.0 \pm 19.1\%$ 였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 $76.7 \pm 17.9\%$,

$72.9 \pm 18.6\%$, $53.6 \pm 13.9\%$ 로 대조군에 비하여 category A, B 및 C군 모두가, 그리고 category A와 B군에 비하여는 category C군이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 폐포용량에 대한 CO확산능의 예측치에 대한 실측치의 비율(폐포용량에 대한 CO확산능비)은 대조군이 $97.5 \pm 16.5\%$ 였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 $73.7 \pm 25.2\%$, $69.7 \pm 20.3\%$, $53.7 \pm 16.2\%$ 로 대조군에 비하여 category A, B 및 C군 모두가, 그리고 category A와 B군에 비하여는 category C군이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 연령에 따른 각 군의 CO확산능은 Table 3에서 보여주는 바 각 군 사이에 일정한 경향을 보여주지 않았다.

Table 4는 대조군과 각 실험군에서 폐활량비가 80% 이상인 대상자에서 CO확산능의 변화를 보여준다. 즉 폐활량비는 대조군의 경우 $100.5 \pm 11.9\%$ 였고 실험군의

Table 5. Changes of the CO Diffusing Capacity in Cases More Than 70% of FEV_{1.0}/FVC(%)

Parameters	Group Control (Mean ± S.D.)	Experimental (Mean ± S.D.)			
		Category A	Category B	Category C	Total
No. of cases	38	5	4	1	10
FEV _{1.0} (ml)	3330.5±575.0	3010.0±522.2	2122 ±303.6	2400.0	2594.0±592.5
FVC (ml)	3933.2±587.5	3934.2±703.3	2902 ±506.8	3279.0	3456.1±756.3
FEV _{1.0} /FVC (%)	84.6±5.4	76.8±5.6	73.5±3.8	73.2	75.1±4.7
(ml/min/mmHg)	30.7±7.2	19.2±5.2	18.7±2.3	9.1	18.0±4.9
DLCO (% pred)	99.0±19.1* (a)	80.6±20.2	74.8±8.7	62.8	75.9±154.0 (b)

* Means with the same letter are not significantly different at 0.05 level.

Table 6. Changes of the CO Diffusing Capacity in Cases Less Than 35% of RV/TLV(%)

Parameters	Group Control (Mean ± S.D.)	Experimental (Mean ± S.D.)			
		Category A	Category B	Category C	Total
No. of cases	38	7	3	1	11
RV (ml)	1678.6±324.2	1544.3±255.9	1723.3±466.9	1600.0	1598.2±299.4
TLC (ml)	5735.9±766.5	5168.6±833.6	5693.3±1348.1	5150.0	5310.0±917.1
RV/TLC (%)	29.2±3.7	30.1±4.1	30.1±1.1	31.1	30.2±3.2
(ml/min/mmHg)	30.7±7.2	19.8±4.6	19.2±10.1	9.1	18.7±6.6
DLCO (% pred)	99.0±19.1* (a)	83.4±16.7	72.7±22.7	62.8	78.6±17.9 (b)

* Means with the same letter are not significantly different at 0.05 level.

category A, B 및 C군은 각각 100.5±16.2%, 95.7±12.7%, 90.8±11.7%였다. 그러나 CO확산능비는 대조군이 99.0±19.1%였고 category A, B 및 C군은 각각 74.8±18.9%, 76.7±20.7%, 53.8±12.6%로 대조군에 비하여 category A와 B 및 C군 모두가, 그리고 category A, B군에 비하여는 category C군이 유의하게 감소하였다(p<0.05).

Table 5는 대조군과 각 실험군에서 일초율이 70% 이상인 대상자에서 CO확산능의 변화를 보여준다. 즉 일초율은 대조군의 경우 84.6±5.4%였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 76.8±5.6%, 73.5±3.8%, 73.2%였고 실험군전체의 일초율은 75.1±4.7%로 대조군과 실험군 각군 그리고 실험군전체 사이에는 유의한 변화를 보이지 않았다. 한편 CO확산능비는 대조군이 99.0±19.1%였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 80.6±20.2%, 74.8±8.7%, 62.8%로 대조군과 실험군 각군 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 실험군전체의 CO확산능비는 75.9±15.4%로 대조

군에 비하여 유의하게 감소하였다(p<0.05).

Table 6은 대조군과 각 실험군에서 잔기율이 35%이하인 대상자에서 CO확산능의 변화를 보여준다. 즉 대조군의 잔기율은 29.2±3.7%였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 30.1±4.1%, 30.1±1.1%, 31.1% 그리고 실험군전체는 30.2±3.2%로 유사한 값을 보였다. 한편 CO확산능비는 대조군이 99.0±19.1%였고 실험군의 category A, B 및 C군은 각각 83.4±16.7%, 72.7±22.7%, 62.8%로 각군에서 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 아니었다. 그러나 실험군전체의 CO확산능비는 78.6±17.9%로 대조군에 비하여 유의한 감소를 보였다(p<0.05).

고 안

흉부X-선사진상 진폐성 음영은 전술한 바와 같이 음영의 모양과 크기에 따라 소음영과 대음영으로 구별하고, 소음영은 다시 규칙성 음영(p,q 또는 r형)과 불규칙

성 음영(s, t 또는 u형)으로, 그리고 대음영은 A, B 또는 C형으로 구분한다³⁾.

대음영을 보이는 진폐증은 복잡진폐증(complicated pneumoconiosis) 또는 진행성 괴상성 섬유화(progressive massive fibrosis)라고도 불리우는데 대음영 형성 이전에 대하여는 두가지 의견이 있다. 즉 초기에는 서로 분리되었던 섬유화 병소들이 말초기관지의 폐쇄성 변화로 인하여 서로 융합하여 대음영이 형성된다는 융합설⁹⁾과 항원 항체 반응에 의한다는 면역학설¹⁰⁾이 있는데 일반적으로 후자가 좀더 넓은 호응을 얻고 있는 상태이다.

진폐성 음영이 소음영이든 또는 대음영이든 간에 폐질실에 광범위하게 형성된 섬유화는 폐의 환기기능, 확산능 그리고 관류장애를 빈번히 유발한다는 것은 널리 알려진 사실이다^{11,12)}. 그런데 폐기능 장애를 평가하는데 흔히 이용되는 환기기능 검사법은 비교적 오래전부터 사용되어 왔으나 피검자의 적극적인 협조와 검사자의 숙달된 기술을 필요로 하기 때문에 동일한 피검자의 환기기능 검사결과가 적지 않은 차이를 보이는 예가 드물지 않다.

한편 CO확산능은 유육종, 폐공피증, 미만성 전이성 폐암, 미만성 침윤성 폐질환등에서 초기에 발생하는 폐포 모세혈관 차단외의 진단에 도움을 주고 가스분포 불균형, 단락(shunt), 환기부족 등으로 인한 확산장애를 평가할 수 있는데 그 방법이 비교적 간편하고 반복검사가 가능하여 임상에서 뿐 아니라 직업성 폐질환의 역학조사 시에도 이용된다.

CO확산능 측정방법은 크게 일회호흡법(single breath method)⁸⁾과 항상상태법(steady state method)¹³⁾으로 구별되는데 일회호흡법은 간편하고 안전하며 재현성이 높은 잇점^{14,15)}이 있어 항상상태법보다 많이 이용된다. 본 연구에서 일회호흡법으로 CO확산능을 측정한 것은 앞서 지적한 잇점 때문이었다.

폐활량은 연령, 신장 그리고 성별에 따라 큰 차이를 보이기 때문에^{16,17)} 실측치보다도 예측치에 대한 실측치의 백분율(폐활량비)로 폐활량의 상태를 평가하고 기도의 폐쇄성 여부를 판단하는 일초량의 측정도 실측된 일초량보다는 노력성폐활량에 대한 일초량의 백분율(일초율)이 일반적으로 널리 이용되며, 폐기종의 진단에 큰 도움을 주는 잔기량도 전폐용량에 대한 잔기량의 백분율(잔기율)이 흔히 이용된다. 본 연구의 대상자중 대조군의 연령에 비하여 실험군에서 연령이 높았는데 이는 주지하

는 바와 같이 대표적인 만성질환인 진폐증중에서도 더욱 진행된 복잡진폐증만을 대상으로 한 것이 중요한 원인이었을 것으로 사료된다.

Cho등¹⁸⁾과 윤등¹⁹⁾은 1984년도 현재 우리나라 탄광의 작업환경을 근거로 근로자의 5%가 의사진폐증(category 0/1)에 이환되기까지는 평균 9.2년이 소요되는 것으로 보고한 바 있다. 진폐증의 발생은 의사진폐증으로부터 시작되어 점차 진행하여 중국에는 category C에 이르게 되는 바 그러기까지는 오랜 시일을 요하게 되고 따라서 복잡진폐증 환자들은 단순진폐증 환자들에 비하여 일반적으로 연령이 많음을 경험한다.

폐기능에 영향을 미치는 신장은 대조군과 실험군에서 유사하였고 체중은 대조군보다 실험군에서 그리고 실험군중에서도 진폐성 음영의 크기가 클수록 감소하는 경향을 보였다. 이는 실험군의 대상이 된 환자들이 과거 오랫동안 중근 작업에 종사하였을 뿐 아니라 만성적이고 소모성인 진폐증에 이환된 것이 중요한 원인이었을 것으로 사료된다. 선술한 바와 같이 폐활량은 생리적인 조건에 들면 연령, 신장, 성별, 체중 또는 체표면적 등에 따라 차이를 보이는 바 이 차이를 표준화시키기 위한 것이 폐활량에 대한 예측치공식이고 이에 대한 공식은 여러 종류가 있으며 보고자에 따라 차이를 보이는데^{20,21)} 본 연구에서는 그중에서도 비교적 널리 이용되는 Baldwin등¹⁶⁾의 공식으로 예측치를 산출하였다.

한편 폐활량은 폐질질의 섬유증식, 늑골골절, 늑막삼출액 또는 늑막유착, 폐염, 폐기종, 폐암 등과 같이 기도의 폐쇄성 및 제한성 변화와 그에 따른 기도저항의 증가, 폐조직의 탄력성 저하 또는 폐용량 등에 따라 큰 차이를 보인다. 본 연구에서 폐활량 비는 대조군에 비하여 category B와 C군 그리고 category A군에 비하여는 category C군에서 유의하게 감소하였는데 이는 광범위한 진폐성 섬유화에 기인한 기도의 폐쇄성변화와 폐조직의 탄력성 감소등이 주요한 원인이 되었을 것으로 사료된다. 다만 대조군과 category A군, category A와 B군, 그리고 category B와 C군사이에 유의한 변화가 없었던 것은 각 두군 사이의 음영의 크기가 현저하지 않은 예가 포함된 것과 대상자수가 불충분하였던 것 등이 원인이 되었을 것으로 추측된다.

일초율은 category B와 C군 간을 제외한 각군 간에서 유의한 차이를 보였는 바 이는 진폐성 대음영에 의한 기도의 폐쇄성 변화에 기인한 것으로 사료된다. 진폐성

변화가 비교적 초기일 때에는 세기관지에 폐쇄성 변화를 유발하나 진폐증이 진행될수록 비교적 큰 기관지에도 폐쇄성 변화가 발생하는 바 이러한 변화가 일초율에 큰 영향을 미쳤을 것이다. 진폐증 환자에서 폐활량이나 일초량을 측정하여 보고한 예는 적지 않은데 이들은 대부분 본 연구결과와 유사하다^{8,22)}.

잔기율은 일반적으로 35% 이하를 정상으로 간주하는 바^{17,23)} 본 연구에서 대조군의 잔기율은 정상범위에 속하였으나 실험군 각군에서 모두 35%보다 많았고 진폐성 대음영이 클수록 증가하였다. 임상에서 폐기종의 진단은 일반적으로 흉부X-선사진 소견과 잔기량 측정에 의존된다. 그런데 진폐증에서 임상적으로 진단된 폐기종보다는 정도의 차이는 있으나 부검소견상에서 훨씬 많은 폐기종이 진단된다^{24,25)}. 본 연구에서도 진폐증 특히 복잡진폐증에서 폐기종이 빈발하고 음영의 크기가 클수록 폐기종의 정도가 심하였는데 이는 실측된 전폐용량이 예측치에 비하여 적었던 예는 극히 소수였던 것으로 미루어 보아 대음영에 의한 기도의 폐쇄성 변화와 그에 따른 변화가 잔기량을 증가시킨 것이 큰 원인이었을 것으로 사료된다^{2,26)}.

CO확산능은 폐포내 공기와 혈장내의 산소 또는 일산화탄소의 분압차이, 조직의 두께, 가스확산에 관여하는 폐포표면적 그리고 폐조직의 성상 등과 같이 확산율에 영향을 미치는 요인과 폐포벽으로부터 모세혈관내 적혈구까지의 거리 등에 큰 영향을 받는다²⁷⁾. CO확산능비 그리고 폐포용량에 대한 CO확산능비는 category A와 B군 간을 제외한 각 군 사이에 모두 유의한 변화를 보였다. 이는 앞서 지적한 바와 같이 CO확산능에 영향을 미치는 요인 즉 폐포와 혈장내의 가스분압 차이, 폐포막의 비후 그리고 확산에 관여하는 폐포 표면적의 감소 등이 큰 원인이었을 것으로 사료된다. CO확산능은 일반적으로 연령이 증가할수록 감소하는데^{28,29)} 본 연구에서는 연령 증가에 따른 변화를 보이지 않았는 바 각 군의 대상자 수가 불충분하였던 것이 원인 중의 하나였을 것이다.

한편 폐활량비가 80% 이상으로 정상범위내에 속하는 예만의 CO확산능비는 대조군에 비하여 실험군 각군 그리고 category A와 B군에 비하여는 category C군이 유의하게 감소하였는 바 이는 복잡진폐증 환자의 폐기능 검사에 있어서 폐활량보다도 CO확산능이 보다 민감한 반응을 보인 것으로 풀이된다.

현과 이동³⁰⁾은 단순진폐증을 대상으로 CO확산능을 측정한 바 소음영의 크기와 폐결핵 합병여부에 따라 CO확산능은 유의하게 감소하였다고 보고한 바 있다. 따라서 폐질환의 진단이나 치료경과 관찰을 위하여 폐기능 검사가 필요할 경우 또는 진폐증 환자에서와 같이 폐기능 장애정도에 따라 장애보상이 결정되는 경우에는 폐기능 검사 항목에 CO확산능을 포함시키는 것이 바람직할 것이다.

결 론

복잡진폐증 환자에 있어 CO확산능의 상태를 알아보고자 건강한 성인남자 38명을 대조군으로 하고 흉부X-선사진상 대음영의 크기에 따라 category A 13명, category B 24명, category C 21명 등 모두 58명의 복잡진폐증 남자환자를 실험군으로 하여 폐활량, 일초량, 잔기량, 전폐용량 및 CO확산능을 측정하고 이를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 폐활량, 일초량, 잔기량 그리고 CO확산능은 대조군에 비하여 실험군의 category A, B 및 C군에서 유의하게 감소하였다.

2) CO확산능은 실험군의 category A와 B군에 비하여 category C군에서 유의하게 감소하였다.

3) 폐활량 예측치에 대한 실측치의 비(폐활량비)가 80% 이상인 경우에도 CO확산능은 대조군에 비하여 실험군에서 유의하게 감소하였다.

4) 일초율이 70% 이상인 경우 CO확산능은 대조군에 비하여 각 실험군을 합한 실험군전체에서 유의하게 감소하였다.

이상의 결과로 보아 복잡진폐증의 폐기능 상태를 파악하고자 할 때에는 CO확산능을 포함하여 측정하는 것이 도움이 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 산업안전보건법 : 서울, 노동부, 1981
- 2) Lyons JP, Ryder JP, Campbell H, Gough J: Pulmonary disability in coal workers' pneumoconiosis. Brit Med J 18:713, 1972
- 3) ILO-U/C: Guidelines for the use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. ILO Geneva 1980

- 4) Krogh A, Krogh M: On the rate of diffusion of carbonic oxide into lungs of man. *Scand Arch Physiol* **23**:236, 1909
- 5) Foster RE, Cohn JE, Brice WA, Blakemore WS, Riley RL: A modification of the Krogh carbon monoxide breathholding technique for estimating the diffusing capacity of the lung: A comparison with three other methods. *J Clin Invest* **34**:1417, 1955
- 6) American Thoracic Society: Single breath carbon monoxide diffusing capacity (Transfer factor): Recommendations for a standard technique. *Am Rev Resp Dis* **136**:1299, 1987
- 7) Ogilvie CM, Foster RE, Blakemore WS, Morton JW: A standard breathholding technique for the clinical measurement of the diffusing capacity of the lung for carbon monoxide. *J Clin Invest* **36**:1, 1957
- 8) 조규상, 정치경, 이승한: 연령, 체격 및 환기기능이 폐장확산기능에 미치는 영향. *한국의 산업의학* **16**(1): 1, 1977
- 9) 阿部彰, 佐野至雄: じん肺組織の粉じんに関する研究. *労働科学* **40**:373, 1964
- 10) Burrell R: Immunological aspects of coal workers' pneumoconiosis. *Ann NY Acad Sci* **200**:94, 1974
- 11) Gilson JC, Hugh-Jones P: Lung function in coal workers' pneumoconiosis. Medical Research Council. Special Report Series. No. 290, H.M. Stationery Office, 1955
- 12) Heymanns H, Kazmier F, Schild W, Voigt HJ: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Silikose und Kreislauf. *Silikose-Forschung* **48**:47, 1957
- 13) Filley GF, MacIntosh DJ, Wright GW: Carbon monoxide uptake and pulmonary diffusing capacity in normal subjects at rest and during exercise. *J Clin Invest* **33**:530, 1954
- 14) Cotes JE: Test of lung function in current use: Proposals for their standardization. In *Respiratory Function Tests in Pneumoconiosis*, Geneva, ILO:93, 1966
- 15) Thomson ML: Special examination in occupational medicine, Section 1. Pulmonary function. In *Occupational Health Practice*, ed. Schilling, RSF, London, Butterworths:75, 1973
- 16) Baldwin E deF, Courmand A, Richards DW: Pulmonary insufficiency: Physiological classification, clinical methods of analysis, standard values in normal subjects. *Medicine* **27**:243, 1948
- 17) Needham CD, Rogan MC, McDonald I: Normal standards for lung volume, intrapulmonary gas mixing and maximum breathing capacity. *Thorax* **9**:313, 1954
- 18) Cho KS, Yun IG, Lee SH, Kim JM: A study on progression of pneumoconiosis among Korean coal-face workers with special reference to anthracite exposure. Catholic Industrial Medical Center, Catholic Medical College, Seoul, Korea, 1985
- 19) 윤임중, 임영, 김영준: 탄광의 분진상태와 진폐증의 유병율에 대한 역학적 조사'84. *한국의 산업의학* **27**(1):27, 1988
- 20) Morris JF, Koski A, Johnson LC: Spirometric standards for healthy smoking adults. *Am Rev Resp Dis* **103**:57, 1971
- 21) Ferris BG, Anderson DO, Zickmantel R: Prediction values for screening tests of pulmonary function. *Am Rev Resp Dis* **91**:252, 1965
- 22) 구본홍, 정규철: 진폐환자의 심폐기능 장애. *한국의 산업의학* **10**(1):13, 1971
- 23) Ruppel G: Manual of pulmonary function testing. 3rd Ed. The C.V. Mosby Company, 1982
- 24) 김상호, 이수영, 윤임중, 이승한, 조규상, 김영제: 규폐결핵 3례의 임상적 및 병리학적 소견. *한국의 산업의학* **11**(3):1, 1972
- 25) 吉野貞尚: けい肺剖検 100例の 検討. *日本胸剖検床* **33**:16, 1974
- 26) Motley HL, Gordon B: Studies on the respiratory gas exchange in one hundred anthracite coal miners with pulmonary complaints. *Am Rev Tuber Pul Dis* **61**:201, 1950
- 27) 村尾誠, 本間成: 肺-臨床生理學と 肺機能検査法. 東京, 醫齒藥出版株式會社, 1973
- 28) McGrath MW, Thomson ML: The effect of age, body size and lung volume change on alveolar-capillary permeability and diffusing capacity in man. *J Physiol* **146**:572, 1959
- 29) Burrows B, Kasik JE, Niden AH, Barclay WR: Clinical usefulness of the single breath pulmonary diffusing capacity test. *Am Rev Resp Dis* **84**:789, 1961
- 30) 현호섭, 이승한: 진폐증의 폐장확산기능. 가톨릭대학 의학부 논문집 **29**:301, 1976