

기관지확장증의 환기역학

경북대학교 의과대학 내과학교실

김 연 재 · 박 재 용 · 정 태 훈

= Abstract =

Ventilatory Dynamics in Bronchiectasis

Yeon Jae Kim, M.D., Jae Yong Park, M.D. and Tae Hoon Jung, M.D.

Department of Internal Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Taegu, Korea

Background: Bronchiectasis is a irreversible disease, a lot of cases of which are associated with chronic bronchitis, pulmonary emphysema and bronchial asthma due to chronic recurrent pulmonary infection. Therefore, pulmonary functions in bronchiectasis may also vary with associated diseases or involved segments.

Methods: For the evaluation of ventilatory dynamics in bronchiectasis with respect to the pathoanatomic types of bronchiectasis and the degree of dyspnea, a total of 93 cases comprising 45 cases of tubular, 30 saccular and 18 mixed type of bronchiectasis whose clinical diagnosis was confirmed by bronchography were analyzed retrospectively. They were also divided into two groups: those with Hugh-Jones dyspnea grade 1 & 2 (group I) and those with Hugh-Jones dyspnea grade 3 & 4 (group II). Pulmonary functions tested in this study were analyses of curves of forced expiratory volume and flow-volume, and determinations of maximal voluntary ventilation and closing volumes.

Results: The results were as follows;

- 1) The vital capacity and parameters reflecting expiratory flow rate except PEF were significantly reduced in saccular and mixed type than that in tubular type of bronchiectasis.
- 2) In saccular and mixed type, the maximal voluntary ventilation tended to decrease while CV/VC tended to increase.
- 3) As the degree of dyspnea became serious, the involved segments were progressively increased. In contrast, ventilatory functions were significantly reduced in proportion to the severity of dyspnea.

Conclusion: These findings suggest that in bronchiectasis, there be obstructive ventilatory impairment combined with mild restrictive ventilatory impairment, which becomes more prominent in saccular and mixed type and also as the degree of dyspnea progresses.

Key Words: Bronchiectasis, Ventilatory dynamics

서 론

기관지확장증의 병태생리는 아직까지 확실하게 밝혀진 것은 없으나 주위 폐실질의 허탈로 인한 기도의 견인, 염증으로 인한 기관지벽의 약화 그리고 분비물의 저류에 의한 기관지벽의 팽창 등으로 설명하고 있다^{1,2)}. 즉

잡은 염증으로 인한 기관지벽의 약화는 말초기관지 및 세소기관지의 소실을 초래하고 이로 인해 다양한 폐허탈이 따라오며 궁극적으로 기관지의 확장이 일어나는데 이는 낭종형에서 더 심하다. 그리고 기도 분비물을 효과적으로 배출시키는 기침의 억제, 섬모층의 손상 및 기도벽 곡으로 인한 청소능의 저하로 분비물의 저류, 반복되는 세균감염 등의 악순환이 초래되어 많은 예에서 만성기관

Table 1. Physical Characteristics and Number of the Involved Segments According to Type of Bronchiectasis

	Tubular (n=45)	Saccular (n=30)	Mixed (n=18)
Age (yr)	32.0 ± 10.58	41.7 ± 15.51*	36.1 ± 13.38
Height (cm)	163.0 ± 8.37	161.2 ± 8.59	160.2 ± 6.69
Weight (kg)	55.4 ± 8.48	53.2 ± 6.74	52.1 ± 11.67
BSA (M ²)	1.59 ± 0.112	1.56 ± 0.234	1.54 ± 0.343
Segment involved	4.7 ± 2.87	6.9 ± 4.80*	7.8 ± 4.63*

Values are mean ± S.D.

* p < 0.05, compared with tubular.

지염^{3,4)} 및 기관지천식등^{5,6)} 이 동반된다. 그리고 폐실질은 폐포가 완전히 소실되어 섬유조직으로 대체되기도 하고 과팽창을 일으키거나 심지어는 폐기종성 변화를 일으키는 경우도 있으므로^{1,2)} 이와같이 다양한 병리해부학적 혹은 기능적 장애의 동반 및 심한 정도에 따라 폐기능의 양상도 다양하리라 생각된다. 기관지확장증의 환기장애에 대한 연구는 외국에서는 다소 보고되고 있으나⁷⁻¹²⁾ 그 대다수가 호흡계를 이용한 연구이고, 근년에 많이 사용되고 있는 기류-용량곡선의 분석이나 폐쇄량(closing volume)을 측정하여 관찰한 것은 매우 드물며 더우기 우리나라에서는 아직 이 방면에 관한 업적이 없는 듯하다.

저자들은 기관지확장증에서 기관지확장의 형태 및 호흡곤란의 정도에 따른, 세소기도의 기능을 포함한 환기역학의 차이를 알아보기 위하여 노력성호기곡선 및 기류-용량 곡선을 분석하고 폐쇄량을 비교 검토하여 그 성적을 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 대 상

1985년 1월부터 1991년 12월까지 기관지조영술에 의해 기관지확장증으로 확진된 93예를 대상으로 하였다. 기관지조영술사진에 의한 기관지확장의 해부학적 형태에 따라 원통형(tubular), 낭종형(saccular) 및 혼합형(mixed)으로 나누었고 예수는 각각 45, 30, 18예이었으며 이들의 연령, 신체적조건 및 침범된 소엽(segment)의 수는 Table 1과 같다. 연령은 낭종형에서 원통형에 비해 유의하게 많았으나 키, 몸무게 및 체표면적에는 차이가 없었다. 그리고 침범된 폐소엽의 수의 평균은 원통형, 낭종형 및 혼합형에서 각각 4.7, 6.9, 7.8개로 낭종

Table 2. Dyspnea Grade by Hugh-Jones

Grade 1	Is patient's breath as good as that of other men of his own age and build at work, on walking, and on climbing hills or stairs?
Grade 2	Is patients able to walk with normal men of own age and build on the level but unable to keep up on hills or stairs?
Grade 3	Is patient unable to keep up with normal men on the level, but able to walk about a mile or more at his own speed?
Grade 4	Is patient unable to walk more than about 50 yards on the level without a rest?
Grade 5	Is patient breathless on talking or undressing, or unable to leave his house because of breathlessness?

Table 3. Physical Characteristics and Number of the Involved Segments by Dyspnea Grade

	Group I (n=58)	Group II (n=35)
Age (yr)	33.8±11.71	38.7±15.08
Height (cm)	163.1± 6.92	160.4± 9.34
Weight (kg)	56.1± 7.19	50.6± 9.77**
BSA (M ²)	1.59± 0.107	1.54± 0.116*
Segments involved	3.8± 2.09	8.9± 4.31***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

형 및 혼합형에서 원통형보다 유의하게 많았으나 낭종형과 혼합형사이에는 뚜렷한 차이가 없었다.

그리고 호흡곤란의 지표로는 Table 2와 같이 Hugh-Jones¹³⁾의 기준을 사용하였는데 grade 1, 2를 I군, grade 3, 4를 II군으로 나누었으며 grade 5는 대상에서 제외하였다. 예수는 Table 3과 같이 I, II군에서 각각 58, 35예이었고 연령과 키는 차이가 없었으나 호흡곤란

의 정도가 심한 II군에서 몸무게 및 체표면적이 I군에 비해서 유의하게 낮았으며 침범된 소엽의 수의 평균치도 각각 3.8개 및 8.9개로 II군에서 유의하게 많았다.

2. 방 법

1) 폐활량, 노력성호기곡선 및 기류-용량곡선

모든 검사는 미국 Gould 회사제의 Computerized Pulmonary Function Analyzer (1000 IV형)를 사용하였으며 노력성호기곡선 및 기류-용량곡선을 기록 분석한 구체적인 방법은 앞서 저자의 교실에서 상세히 기술한 바와 같다^{14,15}. 즉 피검자로 하여금 식후 2시간이 지난 뒤 최소한 30분간의 안정을 취하게 한 후 좌위에서 실내공기를 최대한으로 전폐기량(TLC) 수준까지 흡입토록 한 다음, 되도록 빨리, 그리고 최대한으로 잔기량수준까지 완전히 호출시키면서 노력성호기곡선을 3회 반복 기록하여, 그 가운데서 피검자의 협조가 가장 잘된 곡선에서 노력성폐활량(FVC), 노력성폐활량의 1초치(FEV₁) 및 최대중간호기류속도(FEF 25~75%)를 구하였다. 기류-용량곡선 역시 피검자로 하여금 실내공기를 전폐기량수준까지 흡입시킨 다음, 노력성호기곡선을 그럴때와 같은 요령으로 잔기량수준까지 완전히 호출하는 동안에 호기류속도는 X축에, 호기량은 Y축에 기록하는 조작을 3회 반복하여, 그 가운데서 가장 잘 그려진 곡선으로부터 최고호기류속도(PEF)와 FVC의 75, 50 및 25%수준에서의 최대호기류속도 즉 FEF 25%, FEF 50% 및 FEF 75%를 구하였다. 그리고 모든 계측치는 추정정상치에 대한 백분율로 표시하였는데 여기에서 추

정정상치를 구하는 회귀방정식은 저자들의 교실에서 유도한 흡연자 및 비흡연자의 것을 사용하였다^{14,15}. 한편 이들 지표와 FEF 25~75%의 계측치에 대한 용량 교정치(volume-adjusted value)는 각각의 실측치를 FVC로 나누어서 구하였다.

2) 폐쇄량(CV)

Anthonisen 등¹⁶의 단회호흡질소법(single breath nitrogen method)으로 측정하였고 그 성적은 저자들의 교실에서 유도한 회귀방정식¹⁷을 사용하여 추정정상치에 대한 백분율로 표시하였으며 CV의 폐활량(VC)에 대한 비, 즉 CV/VC를 산출하였다.

3) 통계 처리

기관지확장증의 형태 즉 원통형, 낭종형 및 혼합형 사이의 통계검정은 일원분산분석(one-way analysis of variance)을 사용하였고, 호흡곤란의 정도로 나눈 I군과 II군 사이에서는 student t검정 및 Mann-Whitney 검정을 사용하였으며 통계학적 유의성은 p<0.05(유의수준)를 기준으로 하였다.

결 과

기관지확장증의 형태에 따른 폐활량 및 노력성호기곡선에서 구한 여러 지표의 계측치의 추정정상치에 대한 백분율의 성적은 Table 4와 같다. 원통형에서는 소기도 기능을 반영하는 FEF 25~75%를 제외한 VC, FVC, FEV₁, 및 FEV₁/FVC%의 성적이 모두 정상범위에 있었으나 낭종형 및 혼합형에서는 이들 계측치가 모두 원

Table 4. Comparisons of Vital Capacity, Parameters Derived from Forced Expiratory Volume Curve and Maximal Voluntary Ventilation According to Type of Bronchiectasis

	Tubular (n=45)	Saccular* (n=30)	Mixed* (n=18)
VC	89.2 ± 15.43	73.0 ± 16.65	75.8 ± 18.69
FVC	101.6 ± 21.47	83.1 ± 21.99	85.8 ± 24.25
FEV ₁	101.4 ± 24.88	73.3 ± 26.28	71.0 ± 30.58
FEV ₁ /FVC%	95.1 ± 12.49	84.4 ± 18.15	77.9 ± 23.50
FEF _{25-75%}	69.2 ± 25.74	41.1 ± 28.91	39.0 ± 33.94
MVV	88.1 ± 22.97@	75.9 ± 20.20#	73.8 ± 14.03\$

In this and subsequent tables, values are mean ± S.D., expressed as a percentage of the predicted.

VC = vital capacity, FVC = forced vital capacity, FEV₁ = forced expiratory volume in one second.

FEV₁/FVC% = percentage forced expiratory volume in one second, FEF_{25-75%} = maximal mid-expiratory flow, MVV = maximum voluntary ventilation, @ n=20, # n=9, \$ n=8.

* p < 0.05, compared with tubular, except #.

통형의 그것에 비해 뚜렷하게 저하되었으며 VC는 낭종형 및 혼합형에서 각각 73.0±16.65% 및 75.8±18.69%, 그리고 각각 73.3±26.28% 및 71.0±30.58%로서 추정정상치의 80%이하였다. FEF 25~75%는 41.1±28.91% 및 39.0±33.9%로서 매우 감소하였으나 이들 계측치가 낭종형과 혼합형사이에는 뚜렷한 차이가 없었다. 한편 최대환기량은 추정정상치의 백분율에 대한 평균이 혼합형에서 원통형에 비하여 저명한 감소를 보였으나 원통형과 낭종형 및 낭종형과 혼합형사이에는 뚜렷한 차이가 없었다. 그리고 호흡곤란의 정도에 따른 폐활량 및 노력성호기곡선에서 구한 여러 계측치의 추정정상치에 대한 백분율의 평균은 Table 5와 같다. 폐활량 및 노력성 폐활량은 I군에서는 각각 89.9±14.74% 및 104.2±19.74%로서 모두 정상범위였으나 II군에서는 이들 성적이 70.1±15.70% 및 78.5±20.29%로서 다같이 추정 정상치의 80% 이하였

으며 또한 I군에 비해서도 뚜렷이 감소되어 있었다 (p<0.001). 한편 FEV₁의 성적은 I군에서는 103.5±20.24%, II군에서는 65.7±26.79%로서 노력성 호기곡선에서 구한 계측치 가운데 차이가 가장 현저하였다. 그밖에 FEV₁/FVC% 및 FEF 25~75%의 성적도 모두 II군에서는 I군에 비해서 유의하게 감소되어 있었다. 그러나 FEV₁/FVC%의 성적은 I군에서는 96.1±11.27%, II군에서는 78.8±20.45%로서 모두 70% 이상이었는 데 반하여 FEF 25~75%의 평균은 I군에서는 70.8±26.29%, II군에서는 34.0±25.54%에 불과하였고 또한 개인차가 심하였다. 최대환기량은 호흡곤란의 정도가 심한 II군의 성적이 66.3±13.10%로서 호흡곤란의 정도가 경한 I군의 89.5±20.44%에 비해서 유의하게 낮았다. 그리고 기관지확장증의 형태에 따른 기류-용량곡선에서 구한 여러 계측치의 추정정상치에 대한 백분율의 성적은 Table 6과 같다. FEF 25%, FEF 50% 및 FEF 75%는 원통형에서 각각 77.7±23.45%, 67.3±22.87%, 53.8±24.01%이고 낭종형에서는 52.8±28.16%, 39.1±27.55%, 30.4±26.28%, 그리고 혼합형에서 50.4±33.93%, 37.9±33.44%, 29.8±34.66%로 낭종형 및 혼합형에서 원통형보다 유의하게 감소하였으나 낭종형과 혼합형 사이에는 뚜렷하지는 않았다. PEF의 성적은 원통형, 낭종형 및 혼합형에서 각각 86.2±22.52%, 68.1±23.32%, 74.4±27.83%로 낭종형에서 원통형보다 뚜렷하게 감소하였으나 낭종형과 혼합형 및 원통형과 혼합형사이에는 유의한 차이가 없었다. 한편 CV/VC의 성적은 원통형, 낭종형 및 혼합형에서 각각 120±25.65%, 169.8±78.87%, 130.2±41.37%로 병변의 범위가 클수록 증가하는 경향이었

Table 5. Comparisons of Vital Capacity, Parameters Derived from Forced Expiratory Volume Curve and Maximal Voluntary Ventilation Between Group I and II in Patients with Bronchiectasis

	Group I (n=58)	Group II (n=35)
VC	89.9±14.74	70.1±15.70***
FVC	104.2±19.74	78.5±20.29***
FEV1	103.5±20.24	65.7±26.79***
FEV1/FVC %	96.1±11.27	78.8±20.45***
FEF25-75%	70.8±26.29	34.0±25.54***
MVV	89.5±20.44@	66.3±13.10**,#

@ n=25, # n=12, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

Table 6. Comparisons of Parameters Derived from Flow-Volume Curve and Ratio of Closing Volume to Vital Capacity According to Type of Bronchiectasis

	Tubular (n=44)	Saccular (n=29)	Mixed (n=18)
PEF	86.2 ± 22.52	68.1 ± 23.32*	74.4 ± 27.83
FEF25%	77.7 ± 23.45	52.8 ± 28.16*	50.4 ± 33.93*
FEF50%	67.3 ± 22.87	39.1 ± 27.55*	37.9 ± 33.44*
FEF75%	53.8 ± 24.01	30.4 ± 26.28*	29.8 ± 34.66*
CV/VC	120.0 ± 25.65@	169.8 ± 78.87#	130.2 ± 41.37\$

PEF = peak expiratory flow.

FEF25, 50, 75% = forced expiratory flow at 25, 50, 75% of forced vital capacity, @ n=6, # n=11, \$ n=6.

* p < 0.05, compared with tubular.

며 개인차가 심하였다.

호흡곤란의 정도에 따른 기류-용량곡선에서 구한 여러가지 계측치의 추정정상치에 대한 백분율의 평균은 Table 7과 같다. 모든 계측치는 II군에서 I군에 비하여 유의하게 낮았으며 I군 및 II군에서의 PEF의 성적이 각각 $88.4 \pm 22.14\%$ 및 $64.9 \pm 22.26\%$ 였던 것을 제외하면 모든 계측치의 평균이 다 같이 I군에서는 80% 미만이었고 II군에서는 50% 미만이었다. 그리고 CV/VC의 성적은 I군 및 II군에서 각각 $137.4 \pm 27.69\%$, $155.6 \pm 98.59\%$ 으로 호흡곤란의 정도가 심할수록 증가하는 경향이였다. 한편 호기류속도를 나타내는 여러 계측치 가운데 FVC의 영향을 받는 지표들의 용량교정치는 Table 8와 같다. 즉 FEF 25~75%, FEF 50% 및 FEF 75%의 평균은 용량교정 이전과 마찬가지로 낭종형과 혼합형에서 원통형보다 유의하게 감소하였으나 낭종형과 혼합형 사이에는 저명한 차이가 없었으며, FEF 25%는 용량교정 이전과 달리 원통형과 혼합형 사이에 뚜렷한 차이가 있었다. 그리고 PEF/FVC는 용량교정 이전과

는 달리 세 그룹간에 유의한 차이가 없었다.

호흡곤란의 정도에 따른 기류속도의 용량교정치의 성적은 Table 9와 같다. 호흡곤란의 정도가 심한 II군에서는 대기도 내지 전기도의 기능을 반영하는 지표인 PEF의 평균은 용량교정을 하기 전에는 I군에 비하여 유의하게 낮았으나, 용량교정으로써 양군 사이에 이러한 차이가 없어졌으며, FEF 25~75%/FVC, FEF 25%/FVC, FEF 50%/FVC 및 FEF 75%/FVC의 평균은 용량교정에 관계없이 모두 II군에서 I군에 비하여 유의하게 낮았다.

고 찰

기관지확장증에서 폐활량(VC)은 병변의 침범범위가 경한 경우는 대체로 정상이나 범위가 넓을수록 감소하며 감소의 기전은 만성적인 재담저류 및 기관지경련이 기류의 이동을 방해하거나 반복적인 폐기관지의 감염 등으로 인한 주위폐실질의 섬유화 및 흉막 유착때문일 것으로

Table 7. Comparisons of Parameters Derived from Flow-Volume Curve and Ratio of Closing Volume to Vital Capacity Between Group I and II in Patients with Bronchiectasis

	Group I (n=57)	Group II (n=34)
FEF	88.4 ± 22.14	$64.9 \pm 22.26^{***}$
FEF25%	79.2 ± 23.00	$45.4 \pm 27.06^{***}$
FEF50%	67.8 ± 23.63	$32.9 \pm 25.85^{***}$
FEF75%	54.2 ± 27.81	$25.6 \pm 22.74^{***}$
CV/VC	$137.4 \pm 27.69@$	$155.6 \pm 98.59\#$

@ n=12, # n=10, *** p < 0.001.

Table 9. Comparisons of Volume-Adjusted Flow Parameters Derived from Forced Expiratory Volume and Flow-Volume Curves Between Group I and II in Patients with Bronchiectasis

	Group I (n=57)	Group II (n=34)
FEF25-75%/FVC	0.88 ± 0.370	$0.53 \pm 0.339^{***}$
FEV25%/FVC	1.60 ± 0.407	$1.18 \pm 0.632^{***}$
FEF50%/FVC	1.03 ± 0.391	$0.63 \pm 0.399^{***}$
FEF75%/FVC	0.45 ± 0.282	$0.27 \pm 0.212^{***}$
FEF/FVC	1.92 ± 0.359	1.87 ± 0.621

Values are expressed in liter/sec/liter.

*** p < 0.001.

Table 8. Comparisons of Volume-Adjusted Flow Parameters Derived from Forced Expiratory Volume and Flow-Volume Curves According to Type of Bronchiectasis

	Tubular (n=45)	Saccular (n=29)	Mixed (n=18)
FEF 25-75%/FVC	0.86 ± 0.324	$0.59 \pm 0.336^*$	$0.58 \pm 0.518^*$
FEF 25%/FVC	1.55 ± 0.416	$1.33 \pm 0.569^*$	$1.21 \pm 0.747^*$
FEF50%/FVC	1.02 ± 0.339	$0.70 \pm 0.370^*$	$0.69 \pm 0.597^*$
FEF75%/FVC	0.46 ± 0.240	$0.29 \pm 0.204^*$	$0.30 \pm 0.358^*$
PEF/FVC	1.89 ± 0.336	1.92 ± 0.566	1.90 ± 0.489

Values are expressed in liter/sec/liter.

* p < 0.05, compared with tubular.

생각된다⁷⁾. 폐활량의 성적은 각 보고자^{7~12)}마다 차이가 있으며 이는 대상환자들의 병변의 범위 및 이환기간 등이 다르기 때문일 것으로 추측된다. 그리고 Cherniack과 Carton¹⁰⁾은 기관지확장증의 형태에 따른 VC는 원통형 및 낭종형 다같이 침범범위가 넓을수록 각각 감소하였다고 한다. 저자들의 관찰에서는 낭종형 및 혼합형에서 침범된 폐구역수가 각각 6.9개, 7.8개로 원통형에 비해서 유의하게 많았고 역시 VC 및 FVC의 차이도 낭종형 및 혼합형에서 원통형에 비해 저명하게 증가되었으나 침범범위의 유의한 차이가 없는 낭종형 및 혼합형 사이에는 뚜렷하지는 않았다. 그리고 호흡곤란이 비교적 경한 I군에서는 VC 및 FVC는 대체로 추정정상치의 90% 이상으로써 정상범위였으나 호흡곤란의 정도가 심한 II군에서는 추정정상치의 80% 이하로 감소되어 있었다. 이러한 성적은 Cherniack 및 Carton¹⁰⁾의 성적과 일치한다.

기관지확장증에서 기도폐쇄의 기전은 과다한 분비물에 의한 기관지의 plugging, 점막부종, 기관지경련 및 왜곡 그리고 이환된 기관지의 유연성 (pliability)의 증가로 기도의 과다한 동적압박(dynamic compression) 때문인 것으로¹¹⁾ 생각되나 Fraser 등¹⁸⁾은 투시영화촬영술 (cine-fluorography) 및 압력계 (manometry)를 이용하여 기도의 동역학 (dynamics)을 연구하여 기관지확장증의 기도폐쇄는 만성폐쇄성폐질환의 그것과 유사하다고 하였고, 이는 특히 정맥류형 및 낭종형에서 저명하다고 하였다.

한편 시간폐활량(TVC)은 환기장애의 병형의 감별에 널리 쓰이고 있으며 만성폐쇄성폐질환에서 경과를 관찰하는데도 매우 중요하다^{19,20)}. Cherniack 등⁷⁾에 의하면 49명의 기관지확장증 환자에서 시간폐활량(TVC)은 80%에서 전폐기량의 80% 이하로 감소되어 있었으며 이 가운데 27%는 전폐기량의 50% 이하였다. 보고자^{10,11)}들에 의하면 FEV₁의 추정정상치의 평균은 65% 내외이며 Pande 등¹¹⁾은 병변의 범위가 증가 할수록 유의하게 감소한다고 한다. 저자들의 성적에서 FEV₁은 원통형에 비하여 병변의 범위가 넓은 낭종형 및 혼합형에서 추정정상치의 평균이 각각 73.3%, 71%로써 원통형보다 심하게 감소하였다. 또한 II군에서 추정정상치의 평균이 65.7%로써 I군에 비해 뚜렷이 감소하였으며 이러한 성적은 Pande 등¹¹⁾의 성적과 같은 경향이라고 볼 수 있다. Landau 등¹²⁾은 67명 가운데 17명에서만 FEV₁/FVC%

가 72% 이하라고 하였으며 저자들의 성적에서도 낭종형 및 혼합형에서 원통형에 비해 유의하게 감소하였으나 추정정상치의 평균은 각각 84%, 77%로 정상하계치 또는 그 이하였으며 II군에서 I군에 비해 유의하게 감소하였으나 추정정상치의 평균은 78%로 전체적으로 심한 감소는 없었다. Burrows 등²¹⁾에 의하면 호기류속도가 감소하면 VC도 감소하는 경향이 있으므로 FEV₁/VC%는 호기류의 감소가 심해도 비교적 일정한 상태로 유지되기 때문에 기도폐쇄 정도의 지표로는 FEV₁, FEF 25~75% 및 최대환기량(MVV)보다는 못하다고 하였다.

Fraser 등¹⁸⁾은 낭종형 및 원통형의 확장된 공간내의 압력은 노력성 호기시 증가되어 있으나 그 기전은 각각 다르다고 하였다. 즉 원통형에서는 확장된 공간에 딸린 폐포들의 기능은 정상이기 때문에 압력의 증가는 통과하는 기류를 반영한다고 하였고 낭종형에서는 확장된 공간 자체가 맹낭이기 때문에 압력의 증가는 호기시 기류의 폐쇄 때문이라고 하였다. 한편 Pande 등¹¹⁾은 31명의 기관지확장증환자에서 최대중간호기류속도(maximal mid-expiratory flow rate)의 추정정상치의 평균이 35.6%로 대부분에서 감소되어 있었으며 이는 병변의 범위와 상관관계가 있는 것으로 봐서 기관지확장증에서는 병변의 범위가 심해질수록 전기도의 폐쇄도 심해질 것이라고 하였다. 저자들의 관찰에서 FEF 25~75%의 추정정상치의 평균은 원통형에서 69%이고 낭종형 및 혼합형에서는 각각 41%, 39%로써 병변의 범위 및 형태에 따라 유의한 차이가 있었으며 II군에서 I군에 비하여 저명하게 낮았다. 이러한 성적은 Pande 등¹¹⁾의 견해와 일치한다고 할 수 있다.

기류-용량곡선은 주로 폐의 탄성반동압과 세소기도의 저항, 대기도의 단면적의 영향을 받으며²²⁾ 약제에 대한 반응의 평가^{22,23)} 및 폐질환의 경과²²⁾를 관찰하는데 유용하다. 기류-용량곡선은 그 모양으로써 피검자의 검사에 대한 협조상태²⁴⁾, 기도폐쇄의 부위^{24~26)} 및 환기장애의 병형²⁶⁾등을 알 수 있으므로 널리 이용되고 있다. 한편 폐쇄성폐질환의 진단에 중전에는 TVC, 기속계수(air velocity index) 및 FEF 25~75% 등의 지표가 주로 사용되었으나 근년에는 기류-용량곡선의 분석이 더욱 예민하고 편리한 진단방법으로 알려져 있다. 즉 이 곡선에서 구하는 여러 지표들 가운데 PEF 및 FEF 25%는 FEV₁처럼 주로 대기도기능을 반영하고 FEF 50%는 주로 세소기도기능을 반영하나 중기도내지 대기도기능도

포함되며 FEF 75%는 세소기도기능을 반영한다고 한다^{22,25,27}). 그러나 이들 지표에 반영되는 대기도 및 세소기도기능은 서로 상관이 있기 때문에 이들 양자를 엄격하게 분리해서 측정하는 것은 어려운 것으로 알려져 있으며 또한 호기류 속도를 반영하는 지표들은 VC의 감소에 의해서도 그 값이 감소한다^{28,29}). 기도폐쇄의 정도와 기류-용량곡선의 관계에 관하여 Bass²²)는 \dot{V}_{max} 50이 기도폐쇄를 가장 예민하게 반영하는 지표가 된다고 하였고 Hyatt³⁰)는 건강인과 폐기종에서 \dot{V}_{max} 50의 차이가 가장 뚜렷하다고 하였으며 Lord 등²⁶)은 최고호기류와 평균호기류(mean flow)가 폐쇄의 정도와 좋은 상관이 있다 하였다. Landau 등¹²)은 기관지확장증에서 호기류제한의 존재 및 중증도를 알아보고 또한 세소기도 및 대기도에 미치는 영향을 알아보고자 기류-용량곡선을 분석하였다. 이들은 \dot{V}_{max} , 상류의 전도도(upstream conductance) 및 호흡수 의존성 폐용압율(frequency dependence of compliance)의 감소와 더불어 기류-용량 곡선이 대부분 횡축을 향하여 볼록해지는 것으로 봐서 기관지확장증에서는 전체적인 세소기도의 폐쇄가 있을 것이라고 하였으며 이는 노력성 호기동안에는 확장된 기관지 및 주기기관의 직경의 저명한 감소가 있다는 Fraser 등¹⁶)의 보고와 일치한다고 하였다. 저자들의 관찰에서 기류-용량 곡선에서의 모든 계측치가 PEF를 제외하면 낭종형 및 혼합형에서 원통형에 비해서 유의하게 감소되었고 낭종형과 혼합형 사이에는 뚜렷한 차이가 없었다. PEF는 낭종형에서 원통형에 비해서 뚜렷한 차이가 있었으나 원통형과 혼합형 및 낭종형과 혼합형 사이에는 유의한 차이가 없었다. 그리고 PEF를 제외한 모든 계측치가 I 군에서 추정정상치의 80% 미만이었으며 II 군에서는 추정정상치의 50% 미만으로 감소되어 있었다. Landau 등¹²)은 전폐기량의 50%에서의 \dot{V}_{max} 가 69명 가운데 46명에서 정상치 이하였으며 (<0.41 L/sec) 이 가운데 14명에서는 0.20 L/sec 이하로 심하게 감소되어 있었다. 저자들의 관찰에서 FEF 50%의 실측치는 원통형에서 3.42 L/sec이고 낭종형 및 혼합형에서 2.0 L/sec 미만으로 감소되어 있었으며 호흡곤란의 정도가 심한 II군에서는 1.60 L/sec로 I 군의 3.44 L/sec보다 뚜렷이 감소되었다. 그리고 FEF 25% 및 FEF 75%도 역시 비슷한 경향의 변화를 보였으며 이러한 성적은 Landau 등¹²)의 견해와 일치하였으며 침범범위가 넓은 낭종형 및 혼합형에서는 폐실질의 파괴에 따른 이차적

변화가 대기도 및 세소기도의 폐쇄를 더욱 심하게 일으키게 되기 때문인 것으로 생각되며 병변의 범위가 넓어질수록, 호흡곤란의 정도가 심할수록 기류-용량 곡선의 모든 계측치들이 비례하여 저하되었다.

한편 기류-용량 곡선에서 구한 호기류속도를 반영하는 지표들의 실측치는 폐용량의 변동에 따라 차이가 있을 수 있으므로^{28,29,31,32}) 이러한 차이를 줄이기 위하여 이들 지표의 실측치를 VC, FVC 또는 TLC로 교정해서 표시하는 것이 바람직하다 하겠다. 즉 Jayamanne 등²⁸)은 이들의 실측치는 용량의존성(volume dependent)이며 교정하기전의 성적의 감소는 기도질환을 의미하는 것이 아닐 수 있을 것이라고 하고 폐용량의 감소가 있는 경우에는 호기류속도를 반영하는 지표의 평가에 있어서 이들의 실측치를 폐용량에 대해서 교정해야만 할 것이라고 하였으며 기관지확장증에서는 기도의 폐쇄와 더불어 제한성환기장애가 동반되므로 더욱 그러할 것으로 생각된다. 저자들의 교실에서는 이미 제한성환기장애가 동반되는 간경변증³³), 승모판협착증³⁴), 고혈압성심장병³⁵) 및 폐결핵³⁶)등에서 용량교정을 하여 기도폐쇄를 더 정확히 평가할 수가 있었다. 저자들의 성적에서 PEF/FVC와 FEF 25%/FVC를 제외한 모든 계측치의 성적은 낭종형 및 혼합형에서 원통형에 비해서 용량교정전과 마찬가지로 유의하게 감소하였으나 PEF/FVC는 용량교정전에는 낭종형과 원통형 사이에서 뚜렷한 차이가 있었으나 교정후에는 세 군사이에 유의한 차이가 없어졌으며 FEF 25%/FVC도 용량교정전에는 원통형에 비하여 낭종형 및 혼합형에서 유의한 차이가 있었으나 교정후에는 낭종형과의 차이는 없어졌다. 그리고 II군에서도 PEF를 제외한 모든 계측치들이 용량교정전과 마찬가지로 I 군에 비하여 유의하게 감소하였으나 PEF/FVC는 용량교정전과는 달리 이러한 차이가 없어졌다. 이러한 사실은 기관지확장증에서는 기도의 폐쇄가 주로 세소기도 및 중기도에 있음을 시사하며 또한 호흡곤란의 정도와도 관계가 있다는 것을 시사한다.

세소기도의 기능장애의 조기 진단에는 여러가지 방법이 이용되고 있으며^{27,37-41}) CV의 계측도 그 가운데 하나이다. Macklem⁴²)에 의하면 CV의 측정은 용압율의 호흡수의존성만큼 예민하게 세소기도의 변화를 반영하고 또한 FEF 25~75%보다 약 2배나 예민하다고 한다. 저자들의 관찰에서 CV의 추정정상치에 대한 백분율의 평균은 증가되어 있었고 호흡곤란의 정도가 경한 I군에서

는 평균이 137.4%이고 호흡곤란의 정도가 심한 II군에서는 평균이 155.6%로 호흡곤란의 정도가 심할수록 증가하는 경향이 있었으며 낭종형 및 혼합형에서도 원통형에 비해 평균이 증가하는 경향이었으나 개인차가 심하였다. 이는 병변의 범위가 증가할수록 VC는 감소했기 때문인 것으로 생각되며 이러한 성적은 기관지확장증에서는 세소기도의 폐쇄가 나타나며 특히 병변의 범위가 클수록 심하다는 것을 시사한다.

최대환기량(MVV)은 기도와 폐실질, 호흡근 및 폐용액계의 탄성(compliance) 등 호흡기계의 종합적인 평가에 이용되나 이검사는 피검자에게 많은 부담을 주기 때문에 FEV₁으로 간접적으로 최대환기량을 추정하기도 한다⁴³⁾. Aldrich등⁴⁴⁾에 의하면 최대 환기량은 기류의 제한이 없는 경우에는 환기 및 호흡근의 지구력의 좋은 지표이나 기류의 폐쇄가 있는 경우에는 기도전도도(airway conductance)의 변화가 최대환기량에 가장 큰 영향을 미친다고 하였다. Cherniack등⁷⁾은 50명의 기관지확장증환자에서 최대환기량의 추정정상치에 대한 백분율의 평균은 66.6%이고 이 가운데 33명이 80%미만이었고 Pande 등¹¹⁾에서는 31명에서 평균이 41.5%로 심하게 감소되어 있었으며 Cherniack 및 Carton¹⁰⁾에서는 42명의 평균은 70.9%이고 병변의 범위가 증가할수록 감소하였으며 원통형의 47%가 80% 미만이었으나 낭종형에서는 72%가 80%미만으로 낭종형에서 감소가 더 심했다. 그러나 이들은 같은 범위에서는 낭종형 및 혼합형사이의 폐기능의 차이는 저명하지 않았다고 하였다. 저자들의 관찰에서는 추정정상치에 대한 백분율의 평균이 원통형, 낭종형 및 혼합형에서 각각 88.1%, 75.9%, 73.8%로 병변의 범위가 클수록 감소하였으며 호흡곤란의 정도가 심한 II군에서 I군보다 유의하게 감소하였다. 이러한 성적은 Cherniack등⁷⁾과 Pande 등¹¹⁾의 성적과는 다소 차이가 있으나 Cherniack 및 Carton¹⁰⁾의 성적과는 일치한다고 할 수 있으며 기관지확장증에서 최대환기량의 저하는 호흡근의 약화가 어느정도 관여하나 주로 과다한 분비물의 저류, 기관지경련 및 주위폐실질의 파괴에 따른 기류의 폐쇄로 인한 기도전도도(airway conductance)의 감소 때문이며^{7,44)} 최대환기량은 병변이 심할수록 떨어진다. 한편 저자들의 관찰에서는 같은 범위에서는 비교하지 않았으나, 혼합형 및 낭종형에서 침범한 소엽의 수가 유의하게 많고 폐기능도 이와 비례해서 감소하는 것으로 보아 Cherniack 및

Carton¹⁰⁾의 견해와 같이 폐기능의 차이는 확장형태보다는 병변의 범위와 관계가 있을 것으로 추측되었다.

요 약

연구배경 : 기관지 확장증은 비가역적 병변으로 만성적이고 반복적인 폐기관지의 감염으로 인하여 많은 예에서 만성기관지염, 폐기종 및 기관지천식등이 동반되는 경우가 많다. 따라서 이들에서의 폐기능도 동반되는 질환이나 침범범위등에 따라서 다양하리라 생각이 되어 기관지 확장증의 병리해부학적 형태의 차이, 그리고 호흡곤란의 정도에 따른 폐기능의 차이를 조사하였다.

방법 : 1985년 1월부터 1991년 12월까지 경북대학병원에서 기관지 조영술사진에 의해 기관지확장증으로 확진된 93예를 대상으로 폐활량, 최대환기량, 노력성호기곡선 및 기류-용량 곡선에서 측정할 수 있는 각종지표와 closing volume을 구하여 기관지조영술상의 낭종형, 원통형 및 혼합형 등의 기관지확장증의 형태 및 Hugh-Jones의 호흡곤란의 정도에 따른 성적을 비교검토 하였다

결과 :

1) 이환된 폐구역수의 평균은 원통형(tubular), 낭종형(saccular) 및 혼합형(mixed)에서 각각 4.7, 6.9, 7.8개였고 폐활량 및 노력성 호기곡선의 모든 측정치와 PEF를 제외한 호기류속도를 반영하는 측정치는 낭종형 및 혼합형에서 저명하게 감소하였다.

2) MVV는 낭종형 및 혼합형에서 감소하는 경향이었으며 CV/VC는 낭종형 및 혼합형에서 증가하는 경향이 있었다.

3) 호흡곤란의 정도가 심할수록 이환된 폐구역수는 유의하게 증가되었으며 폐환기능은 이와 비례하여 저하하였다.

결론 : 이상의 결과로 기관지확장증에서의 환기기능은 제한성환기 장애와 폐쇄성환기장애가 동반되어 있으며 이는 호흡곤란의 정도가 심할수록, 낭종형 및 혼합형일수록 뚜렷하였다.

REFERENCES

- 1) Thurlbeck WM: Pathology of the lung. p 558, Stuttgart & New York, Thieme Medical Publishers, 1988

- 2) Dunnill MS: Pulmonary pathology. 2nd Ed, p 81, Edinburgh, Churchill Livingstone, 1988
- 3) Mallory TB: The pathogenesis of bronchiectasis. *N Eng J Med* 237:795, 1942
- 4) Sanderson JM, Kennedy CS, Johnson MF, Manley CE: Bronchiectasis results of surgical and conservative management. A review of 393 cases. *Thorax* 29: 407, 1974
- 5) Varpela E, Laitinen LA, Keskinen H, Korhola O: Asthma, allergy and bronchial hyper-reactivity to histamine in patients with bronchiectasis. *Clin Allergy* 8:273, 1978
- 6) Pang J, Chan HS, Sung JY: Prevalence of asthma, atopy, and bronchial hyperactivity in bronchiectasis: a controlled study. *Thorax* 44:948, 1989
- 7) Cherniack NS, Vosti KL, Saxton GA, Lepper MH, Dowling HF: Pulmonary function tests in fifty patients with bronchiectasis. *J Lab & Clin Med* 53: 693, 1959
- 8) Smith GA, Siebens AA, Storey CF: Preoperative and postoperative cardiopulmonary function studies in patients with bronchiectasis. *Am Rev Tuberc* 69: 869, 1954
- 9) Kamenner R, Beclake MR, Goldman H, Mcgregor M: Respiratory function following segmental resection of the lung for bronchiectasis. *Am Rev Tuberc* 77:209, 1958
- 10) Cherniack NS, Carton RW: Factors associated with respiratory insufficiency in bronchiectasis. *Am J Med* 41:562, 1966
- 11) Pande JN, Jain BP, Gupta RG, Guleria JS: Pulmonary ventilation and gas exchange in bronchiectasis. *Thorax* 26:727, 1971
- 12) Landau LI, Phelan PD, Williams HE: Ventilatory mechanics in patients with bronchiectasis starting in childhood. *Thorax* 29:304, 1974
- 13) Hugh-Jones P: A simple standard exercise test and its use for measuring exertion dyspnea. *Br Med J* 12: 65, 1952
- 14) 조동규, 박희명 : 환기역학검사의 추정정상치에 관한 연구. I. 노력성 호기곡선의 분석을 중심으로. 대한의학협회지 23:715, 1980
- 15) 정태훈, 전재은, 이장백, 박희명 : 환기역학검사의 추정정상치에 관한 연구. II. 최대호기류량곡선의 분석을 중심으로. 대한의학협회지 23:985, 1980
- 16) Anthonisen NR, Danson J, Robertson PC, Ross WRD: Airway closure as a function of age. *Resp Physiol* 8:58, 1966
- 17) 이증기, 정태훈, 박희명 : 비흡연 남녀의 closing volume의 추정정상치에 관한 연구. 대한내과학회지 24:641, 1981
- 18) Fraser RG, Macklem PT, Brown WG: Airway dynamics in bronchiectasis. A combined cinefluorographic-manometric study. *Am J Roentgenol* 93:821, 1965
- 19) Burrows B, Earle RH: Course and prognosis of chronic obstructive lung disease, A prospective study of 200 patients. *N Eng J Med* 280:397, 1969
- 20) Sobol BJ, Pak SS, Emirgil C: Relative value of various spirometric tests in the early detection of chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Resp Dis* 107:753, 1973
- 21) Burrows B, Strauss RH, Niden AH: Chronic obstructive lung disease, III. Interrelationships of pulmonary function data. *Am Rev Resp Dis* 91:861, 1965
- 22) Bass H: The flow volume loop, normal standards and abnormality in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 63:171, 1973
- 23) Afschrift M, Clement J, Peeters R, Woestijne KPVD: Maximal expiratory and inspiratory flows in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Resp Dis* 100:147, 1969
- 24) Hyatt RE, Black LF: The flow-volume curve. *Am Rev Resp Dis* 107:191, 1973
- 25) Kryger M, Anthonisen N, Antic R, Bode F: Diagnosis of obstruction of the upper and central airways. *Am J Med* 61:85, 1976
- 26) Lord GP, Gazioglu K, Kaltreider N: The maximum expiratory flow volume in the evaluation of patients with lung disease. *Am J Med* 46:72, 1969
- 27) Takishima T, Sasaki T, Takahahi K, Sasaki H, Nakamura T: Direct writing recorder of the flow volume curve and its clinical application. *Chest* 61: 262, 1972
- 28) Jayamanne DS, Epatin H, Goldring RM: The influence of lung volume on expiratory flow rates in diffuse interstitial lung disease. *Am J Med Scien* 275:329, 1978
- 29) Clement J, Woestijne KP: Variability of maximum expiratory flow volume curves and effort independency. *J Appl Physiol* 31:55, 1971
- 30) Hyatt RE: The interrelationships of pressure, flow and volume during various respiratory maneuvers in normal and emphysematous subjects. *Am Rev Resp Dis* 38:676, 1961

- 31) Zapletal A, Motoyama EK, Woestijne KP, Hunt VR, Bouhuys A: Maximum expiratory flow-volume curves and airway conductance in children and adolescents. *J Appl Physiol* **26**:308, 1969
- 32) 김복원, 노용호, 한성구, 강홍모, 김건열, 한용철 : 폐환기기능검사에 대한 연구. Volume corrected MEF₅₀의 진단적 가치에 대하여. *대한내과학회잡지* **24**:1139, 1981
- 33) 이상채, 정준모 : 간경변증의 환기역학. *대한의학협회지* **27**:451, 1984
- 34) 한경훈, 박희명 : 승모판막증의 환기역학. *대한의학협회지* **26**:833, 1983
- 35) 권창운, 정태훈, 박희명 : 고혈압성심장병환자의 환기역학. *순환기* **18**:613, 1988
- 36) 윤덕구, 정태훈, 박희명 : 폐결핵환자의 환기역학. *결핵 및 호흡기 질환* **33**:216, 1986
- 37) McFadden ER, Lindon DA: A reduction on maximum midexpiratory flow rate. *Am J Med* **52**:725, 1972
- 38) Woolcock AJ, Vencent NJ, Macklem PT: Frequency dependence of compliance as a test for obstruction in the small airways. *J Clin Invest* **48**:1097, 1969
- 39) McCarthy DS, Spencer R, Greene R, Emili JM: Measurement of closing volume as a simple and sensitive test for early detection of small air way disease. *Am J Med* **52**:747, 1972
- 40) Gelb AF, Molony PA, Klein E, Aronstam S: Sensitivity of volume of isoflow in the detection of mild air way obstruction. *Am Rev Resp Dis* **112**:401, 1975
- 41) Dosman J, Bode F, Urbanetti J, Martin R, Macklem PT: The use of helium-oxygen mixture during maximum expiratory flow to demonstrate obstruction on small airways in smokers. *J Clin Invest* **55**:1090, 1975
- 42) Macklem PT: Obstruction in small airways-a challenge to medicine. *Am J Med* **52**:721, 1972
- 43) Recommendation of the section on pulmonary function testing. Committee on pulmonary physiology, American College of Chest Physician: Clinical spirometry. *Dis Chest* **43**:214, 1963
- 44) Aldrich TK, Arora NS, Rochester DF: The influence of airway obstruction and respiratory muscle strength on maximal voluntary ventilation in lung disease. *Am Rev Resp Dis* **126**:195, 1982