

□ 원      저 □

## 기류 제한에 영향을 미치는 허탈성 기도의 분석

부산대학교 의과대학 내과학교실, 동아대학교 의과대학 내과학교실\*

김 윤 성 · 박 병 규 · 이 경 인 · 손 석 만

이 효 진 · 이 민 기 · 손 춘 희\* · 박 순 규

= Abstract =

**The detection of collapsible airways contributing to airflow limitation**

**Yun Seong Kim, M.D., Byung Gyu Park, M.D., Kyong In Lee, M.D.,**

**Seok Man Son, M.D., Hyo Jin Lee, M.D., Min Ki Lee, M.D.,**

**Choon Hee Son, M.D.\*, and Soon Kew Park, M.D.**

*Department of Internal Medicine, Pusan National University and Dong-A University\**

*College of Medicine, Pusan, Korea*

**Background :** The detection of collapsible airways has important therapeutic implications in chronic airway disease and bronchial asthma. The distinction of a purely collapsible airways disease from that of asthma is important because the treatment of the former may include the use of pursed lip breathing or nasal positive pressure ventilation whereas in the latter, pharmacologic approaches are used. One form of irreversible airflow limitation is collapsible airways, which has been shown to be a component of asthma or to emphysema, it can be assessed by the volume difference between what exits the lung as determined by a spirometer and the volume compressed as measured by the plethysmography.

**Method :** To investigate whether volume difference between slow and forced vital capacity(SVC-FVC) by spirometry may be used as a surrogate index of airway collapse, we examined pulmonary function parameters before and after bronchodilator agent inhalation by spirometry and body plethysmography in 20 cases of patients with evidence of airflow limitation(chronic obstructive

pulmonary disease 12 cases, stable bronchial asthma 7 cases, combined chronic obstructive pulmonary disease with asthma 1 case) and 20 cases of normal subjects without evidence of airflow limitation referred to the Pusan National University Hospital pulmonary function laboratory from January 1995 to July 1995 prospectively.

**Results :**

1) Average and standard deviation of age, height, weight of patients with airflow limitation was  $58.3 \pm 7.24$ (yr),  $166 \pm 8.0$ (cm),  $59.0 \pm 9.9$ (kg) and those of normal subjects was  $56.3 \pm 12.47$ (yr),  $165.9 \pm 6.9$ (cm),  $64.4 \pm 10.4$ (kg), respectively. The differences of physical characteristics of both group were not significant statistically and male to female ratio was 14:6 in both groups.

2) The difference between slow vital capacity and forced vital capacity was  $395 \pm 317$ ml in patients group and  $154 \pm 176$ ml in normal group and there was statistically significance between two groups( $p < 0.05$ ). Sensitivity and specificity were most higher when the cut-off value was 208ml.

3) After bronchodilator inhalation, reversible airway obstructions were shown in 16 cases of patients group, 7 cases of control group( $p < 0.05$ ) by spirometry or body plethysmography and the differences of slow vital capacity and forced vital capacity in bronchodilator response group and nonresponse group were  $300.4 \pm 306$ ml,  $144.7 \pm 180$ ml and this difference was statistically significant.

4) The difference between slow vital capacity and forced vital capacity before bronchodilator inhalation was correlated with airway resistance before bronchodilator( $r=0.307$   $p=0.05$ ), and the difference between slow vital capacity and forced vital capacity after bronchodilator was correlated with difference between slow vital capacity and forced vital capacity( $r=0.559$   $p=0.0002$ ), thracic gas volume( $r=0.488$   $p=0.002$ ) before bronchodilator and airway resistance( $r=0.583$   $p=0.0001$ ), thoracic gas volume( $r=0.375$   $p=0.0170$ ) after bronchodilator, respectively.

5) The difference between slow vital capacity and forced vital capacity in smokers and nonsmokers was  $267.5 \pm 303$ ml,  $277.5 \pm 276$ ml, respectively and this difference did not reach statistical significance( $p > 0.05$ ).

**Conclusion :** The difference between slow vital capacity and forced vital capacity by spirometry may be useful for the detection of collapsible airway and may help decision making of therapeutic plans.

---

**Key Words :** Chronic airway disease, Spirometry, Plethysmography, Bronchodilators

## 서 론

만성 폐쇄성 폐질환과 기관지 천식<sup>1)</sup>은 만성적인 폐기능 장애의 주요 원인들로서, 만성 폐쇄성 폐질환은 흡연인구의 증가와 노령인구의 증가등<sup>2)</sup>으로 우리나라에서도 환자가 급격히 늘어나고 있으며, 기관지 천식도 산업 사회의 발달과 생활 양식의 변화등<sup>3,4)</sup>으로 증가하는 추세이다.

기관지 천식 또는 폐기종에 의한 기류폐쇄의 요인중 하나로 고려되는 허탈성 기도(collapsible airways)의 분석은 치료적인 중성을 가지고 있다.

허탈성 기도는 폐자체에 의한 비가역적인 기류폐쇄의 한 형태로, 노력성 폐활량 수기시 흉부 가스 압박에 의한 기도 압박으로 조기에 기도폐쇄를 일으켜, 기류 제한에 영향을 미치는 기도를 의미하며, 폐의 과팽창없이 기류제한이 있는 환자는 기도 허탈의 가능성이 있으며, 기류 제한에 영향을 미치는 허탈성 기도는 폐활량계(spirometry)에 의해 측정되는 용적(volume)과 체적 기록법(body plethysmography)에 의해 측정되는 가스 압축(gas compression)에 의한 용적과의 차이를 비교함으로써 접근할 수 있다<sup>5)</sup>.

Chan등<sup>5)</sup>은 폐활량과 노력성 폐활량의 차이가 큰 환자에서 폐활량계에 의한 용적과 체적 기록법에 의한 용적을 측정하여 차이가 있는 것을 발견하였으며, 근래 들어서 체적 기록법이 널리 이용되고 있지만, 비용과 노력 및 체적 기록법을 시행할 수 없는 경우에, 폐활량계에 의한 폐활량(slow vital capacity, SVC)과 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)사이의 용적 차이를 측정함으로써 이것이 기도 허탈의 지표로 유용한지를 알아보기 위해 저자들은 기관지 확장제 투여전후에 폐활량계 검사지표와 체적 기록법 검사지표를 측정하여 다음과 같은 성적을 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

1995년 1월부터 7월까지 부산대학교 병원에서 폐기능 검사를 시행받은 외래 및 입원환자중 40명을 대상으로 하였으며, 기류 폐쇄가 있는 환자 20명(만성 폐쇄성 폐질환 환자 12명, 안정시의 기관지 천식 환자 7명, 만성 폐쇄성 폐질환과 기관지 천식이 병합된 환자 1명)과 기류 폐쇄의 소견을 보이지 않는 대조군 20명으로 구분하였다.

대조군은 면담상에서, 호흡곤란, 기침, 객담, 객혈 등 호흡기 증상이 전혀 없고, 폐결핵, 기관지염, 기관지 천식, 기관지 확장증, 폐암 등 호흡기 질환력이 없으며, 흉부 방사선 촬영상 폐결핵 잔흔 등의 폐병변이 없이 술전 검사 또는 폐기능에 영향을 미치는 약제 사용전 폐기능 검사를 시행받은 건강한 20명을 대상으로 하였다.

### 2. 연구 방법

폐기능 검사는 Sensormedics사의 2200형(미국)으로 SVC, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEF<sub>25-75%</sub>를 측정하였고, Sensormedics사의 6200형 autobox DL(미국)으로 기도 저항(Raw), 기도 전도도(SGaw), 흉부 가스 용적(TGV)을 측정하였으며, fenoterol hydrobromide(Berotec<sup>®</sup>) 2 puff(0.2mg/puff) 흡입 10분후 체적 기록법으로, 15분후 폐활량계로 같은 폐기능 검사지표를 측정하였다. 기계의 용적 보정(calibration)을 먼저 시행한후, 검사를 시행하기전에 신장과 체중을 측정하였으며, 의자에 앉은 자세에서 코를 집게로 막은 상태로 mouthpiece를 통해 숨을 쉬게 하면서 폐기능 검사를 시행하였다<sup>6)</sup>. 모든 피검자는 폐기능 검사를 위하여, 적어도 4시간전에 흡입성 또는 경구 기관지 확장제 투여를 중단하였다.

ATS(American Thoracic Society) 표준방법<sup>7)</sup>에 따라서, 폐활량계에 의한 계측치들은 노력성 폐활량 수기를 시행하여 수용가능 기준에 맞는 적어도 3회이상의 노력성 호기곡선을 얻었으며, FVC와 일초간 노력성 호기량(FEV<sub>1</sub>)의 합이 가장 큰 노력성 호기곡선으로부터 검사성적의 대표치를 선택하였고, 체적 기록법을 통한 계측치들은 3회 시행후 평균치를 구하였다. SVC는 최대흡기후 호기되는 공기의 최대량(L)을 측정하였으며, FVC는 최대흡기후 가능한 한 빠르고 세게 내쉬게하여 얻은 최대 호기량(L)으로 하였다.

Backextrapolated volume이 FVC의 10%이상인 경우는 부적합한 결과로 판단되어 재시행하였다.

기관지 확장제 투여후의 가역성 판정은 아래와 같이 정의하였다. 즉, FEV<sub>1</sub> ≥15%증가, FVC ≥15%증가, FEF<sub>25-75%</sub> ≥20%증가, SGaw ≥40%증가, TGV ≥10%감소증 하나 이상의 기준에 합당할때 개선이 있다고 판단하였다<sup>8)</sup>.

통계 처리는 SPSS/PC<sup>+</sup> 통계 package를 이용하여, 각각의 대상자에서 반복하여 얻은 성적과 표준편차로 부터  $\chi^2$ -test를 이용하여, 두 군의 차이를 비교하였으며 Fisher의 정확 확률검증에 의해 상관계수를 구하였고, 환자군과 대조군 사이의 SVC-FVC의 분별치는 각 군의 95%신뢰구간을 구하고 그 교차점으로 하였으며, p값이 0.05미만일때 유의한 것으로 하였다.

## 결 과

기류 폐쇄가 있는 환자의 평균 연령은 58.3±7.24(세), 신장은 166±8.0(cm), 체중은 59.0±9.9(kg)이었으며, 정상인의 평균 연령은 56.3±12.47(세), 신장은 165.9±6.9(cm), 체중은 64.4±10.4(kg)으로 양군사이에 유의한 차이는 없었으며(p>0.05), 남녀비는 각각 14:6이었다(Table 1).

Table 1. Physical characteristics of subjects

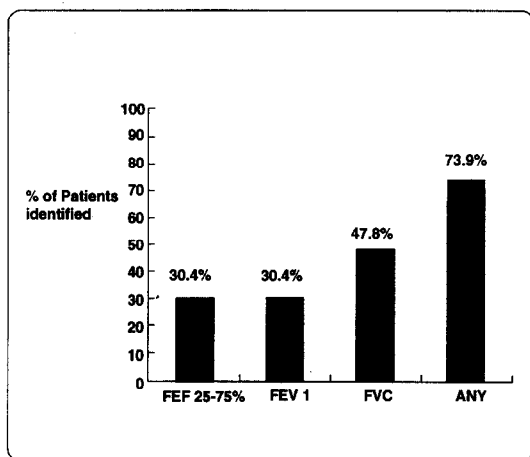
	Normal subjects (n=20)	Airway obstruction (n=20)
Age(years)	56.3±12.47 (26~71)	58.3±7.24 (42~67)
Male : Female	14 : 6	14 : 6
Height (cm)	165.9±6.9 (152~175)	166±8.0 (152~180)
Weight (kg)	64.4±10.4 (48~85)	59.0±9.9 (44~76)

### 1. 정상인과 환자군의 SVC-FVC의 비교

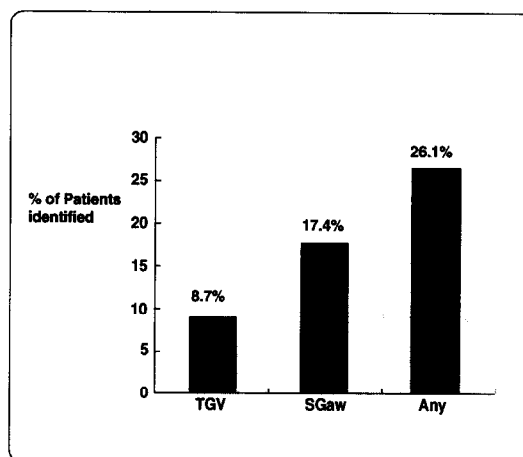
안정시 폐활량계를 이용하여 SVC-FVC를 측정하였을때 환자군은 395±317ml, 정상인은 154±176ml로 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), 기관지 확장제 투여후에는 각각 300±335ml, 203±181ml로 유의한 차이는 없었다.

### 2. 기관지 확장제 투여후의 폐활량 측정법 지표들의 변화

기관지 확장제 투여전후에 폐활량계와 체적 기록법에 의한 폐활량 측정법 지표들의 변화는 Table 2,3에 나타내었다. 환자군의 기도 폐쇄 정도를 exercise limitation에 따른 분류<sup>9)</sup>로 경증군(FEV<sub>1</sub>이 2~3 L/s), 중등증군(FEV<sub>1</sub>이 1~2 L/s), 중증군(FEV<sub>1</sub>이 1L/s이하)으로 나누었을때, 경증군은 5명, 중등증군은 12명, 중증군은 3명이었으며, 기관지 확장제 투여전의 SVC-FVC는 각각 266±215ml, 486±335ml, 770±587ml였으며, 기관지 확장제 투여후에는 각각 225±207ml, 277±247ml, 526±367ml로 감소하였다. 기관지 확장제 투여후에 가역성 기도 폐쇄를 보인 경우는 환자군에서 16명, 대조군에서 7명이었으며 (p<0.05), 1개 이상의 폐활량계 지표(spirometric parameter)로 17명(73.9%)에서 가역성을 나타내었고, 그중 FEF<sub>25-75%</sub>의 증가는 7명, FEV<sub>1</sub>의 증가는 7명, FVC의 증가는 11명이었다(Fig. 1).



**Figure 1.** Recognition rates for spirometric parameters in demonstrating improvement after bronchodilators in 17 patients. The percentage of patients identified as reversible by each parameter is shown. "Any" refers to the percentage of patients identified as reversible by at least one spirometric parameters.



**Figure 2.** Recognition rates of reversibility for plethysmographic parameters in the 6 subjects who failed to demonstrate improvement in spirometric parameters after bronchodilators. The percentage of patients identified as reversible by each plethysmographic parameter is shown. "Any" refers to the percentage of patients identified as reversible by at least one plethysmographic parameters.

**Table 2-1.** Comparisons of spirometric results in normal subjects and patients with airway obstruction before bronchodilator inhalation

	SVC(L)	% of Normal predictive value	FVC(L)	% of Normal predictive value	FEV <sub>1</sub> (L)	% of Normal predictive value
Normal subjects (n=20)	3.54 ± 0.80	92.1 ± 11.1	3.39 ± 0.76	88.4 ± 12.5	2.86 ± 0.69	102.5 ± 20.1
Airway obstruction (n=20)	2.97 ± 0.85	78.3 ± 34.5	2.58 ± 0.86	68.8 ± 33.7	1.80 ± 0.86	64.4 ± 29.7
p value	0.034		0.003		0.001	

Values are mean ± S. D.

**Table 2-2.** Comparisons of spirometric results in normal subjects and patients with airway obstruction after bronchodilator inhalation

	SVC(L)	% of Normal predictive value	FVC(L)	% of Normal predictive value	FEV <sub>1</sub> (L)	% of Normal predictive value
Normal subjects (n=20)	3.80 ± 0.82	98.4 ± 14.5	3.59 ± 0.84	93.4 ± 15.7	3.04 ± 0.6	109 ± 22.7
Airway obstruction (n=20)	3.28 ± 0.80	86.3 ± 41.8	2.98 ± 0.90	78.6 ± 35.4	1.94 ± 0.96	71.0 ± 47.9
p value	0.05		0.03		0.001	

Values are Mean ± S. D.

SVC: slow vital capacity, FVC: forced vital capacity

**Table 3-1.** Comparisons of body plethysmographic results in normal subjects and patients with airway obstruction before bronchodilator inhalation

	Raw (cmH <sub>2</sub> O/L/sec)	SGaw (L/S/cmH <sub>2</sub> O)	TGV (L)
Normal subjects (n=20)	1.43 ± 0.58	0.21 ± 0.09	4.09 ± 0.76
Airway obstruction (n=20)	3.16 ± 2.25	0.13 ± 0.11	5.48 ± 2.16
p value	0.0032	0.012	0.014

Values are mean ± S.D.

**Table 3-2.** Comparisons of body plethysmographic results in normal subjects and patients with airway obstruction after bronchodilator inhalation

	Raw (cmH <sub>2</sub> O/L/sec)	SGaw(L/S/cmH <sub>2</sub> O)	TGV (L)
Normal subjects (n=20)	1.27 ± 0.45	0.24 ± 0.07	3.99 ± 0.76
Airway obstruction (n=20)	2.66 ± 1.98	0.15 ± 0.10	4.72 ± 1.50
p value	0.006	0.003	0.06

Values are mean ± S.D.

**Table 4.** Detection of reversible airway obstruction by spirometry or body plethysmography

	No.	Normal subjects	Airway obstruction
Identified by spirometry	17 / 23 (73.9%)	5 / 7 (71.4%)	12 / 16 (75%)
Identified by body plethysmography	18 / 23 (78.3%)	5 / 7 (71.4%)	13 / 16 (81.3%)
p value	NS	NS	NS

NS : not significant

1개 이상의 체적 기록법 지표(plethysmographic parameter)로 18명에서 가역성을 나타내었고, 그중 기도 전도도(SGaw)의 증가는 13명, TGV의 감소는 9명이었다(Table 4). 가역성 기도 폐쇄를 보인 23명중, 12명은 폐활량계 지표 및 체적 기록법 지표에서 가역성을 보였으며, 5명은 폐활량계 지표에서, 6명은 체적 기록법 지표에서만 가역성이 증명되었다.

폐활량계 지표에 의해 가역성이 증명되지 않았던 6명에서 체적 기록법 지표(plethysmographic parameter)에 의해 가역성이 증명

되었는데, 그중 기도전도도의 증가로 4명, TGV 감소로 2명에서 가역성이 증명되었다(Fig. 2).

### 3. SVC-FVC와 폐활량 측정법 지표와의 관계

기관지 확장제 투여전의 SVC-FVC는 기도 저항(Raw)과 연관이 있었으며 ( $r=0.307$ ,  $p=0.045$ )(Fig. 3), 기관지 확장제 투여후의 SVC-FVC( $r=0.599$ ,  $p=0.002$ )(Fig. 4),

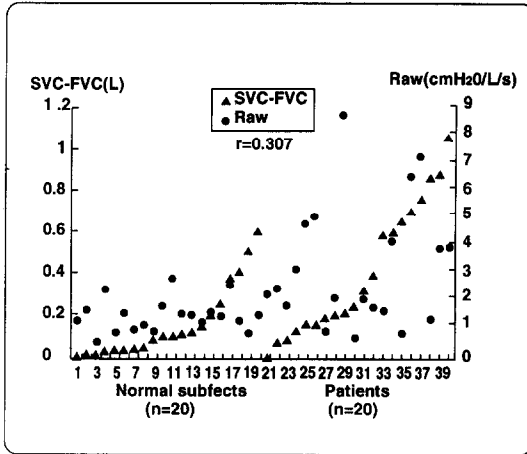


Figure 3. Relationship between SVC-FVC and Raw in Normal subjects and patients before bronchodilator inhalation

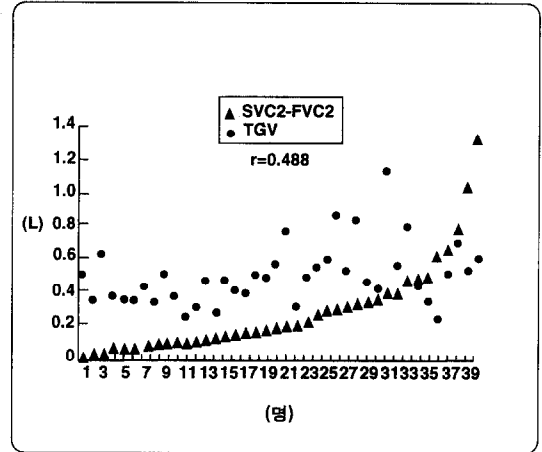


Figure 5. Relationship between SVC2-FVC2 and TGV in 40 subjects

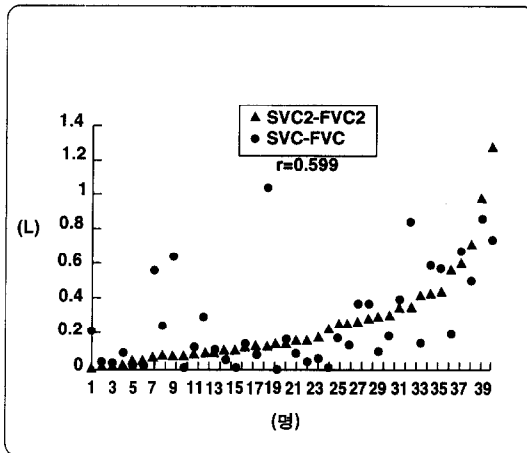


Figure 4. Changes and relationship of SVC-FVC before and after bronchodilator inhalation(SVC2-FVC2)

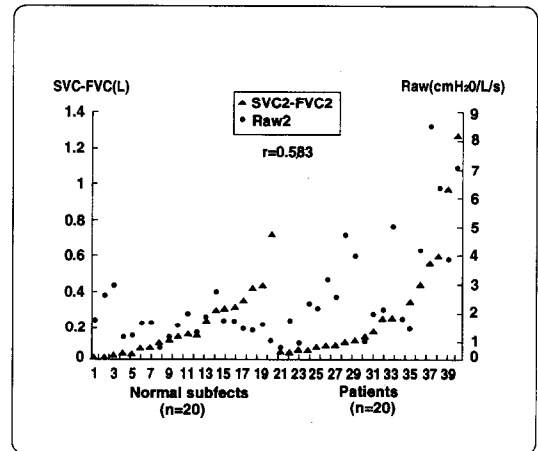


Figure 6. Relationship between SVC2-FVC2 and Raw2 in normal subjects and patients

TGV( $r=0.488$ ,  $p=0.0014$ )(Fig. 5), 기관지 확장제 투여후의 Raw( $r=0.583$ ,  $p=0.0001$ )(Fig. 6)와 연관이 있는 것으로 보아, 허탈성 기도는 기도 폐쇄에 의한 저항증가와 관련된다는 것을 알 수 있었다.

#### 4. 기관지 확장제 투여후 RAO이 증명된

#### 군과 증명되지 않은 군의 SVC-FVC의 비교

환자군에서 가역성이 증명된 경우, SVC-FVC의 평균및 표준편차는  $0.42 \pm 0.33$ (L)였으며, 가역성이 증명되지 않은 경우에는  $0.295 \pm 0.25$ (L)였으며, 정상군에서는 각각  $0.257 \pm 0.21$ (L),  $0.098 \pm 0.134$ (L)였다. 전체적으로RAO

이 있는 사람과 없는 사람의 평균 및 표준편차는 각각  $0.370 \pm 0.31(L)$ ,  $0.145 \pm 0.18(L)$ 으로 유의한 차이가 있었으며( $p=0.006$ ), 이것은 가역성 기도 폐쇄가 있을수록 SVC-FVC의 차이가 크다는 것을 보여주었다(Table 5).

## 5. 흡연자의 비흡연자의 SVC-FVC의 비교

각군에서 흡연자와 비흡연자는 각각 14명과 6명으로 동일하였으며, 전체 실험군에서 흡연자(28명)와 비흡연자(12명)의 SVC-FVC는 각각  $267.5 \pm 303ml$ ,  $277.5 \pm 276ml$ 로 통계적 유의성은 없었다( $p>0.05$ ).

## 고 찰

1951년 Gaensler<sup>10)</sup>에 의해 보급되기 시작한 노력성 폐활량 측정법은 검사방법이 비교적 용이하고, 정확한 방법으로 재현성이 높으며, 1979년에 ATS<sup>11)</sup>가 표준화된 검사방법을 제시함에 따라 폐활량계에 의한 폐환기 기능 검사는 현재 임상에서 호흡기능에 관한 평가 방법으로서 유용하게 이용되고 있다.

폐자체에 의한 기류 제한은 가역적인 또는 비가역적인 기류 질환이거나 양자의 혼합된 형태일 수 있다<sup>5)</sup>. 비가역성 기류 폐쇄의 한 형태는 허탈성 기도이며, 그것은 염증에 의한 기관지 천식 또는 기류지지 구조물의 소실로

로 인한 기관지천식 또는 기류지지 구조물의 소실로 인한 폐기종 또는 양자의 혼합된 형태에서 기류 폐쇄의 요인으로 고려될 수 있다<sup>5)</sup>.

순수한 허탈성 기도 질환과 기관지 천식에 의한 허탈성 기도 질환의 구분은 전자는 pursed lip breathing이나 nasal positive pressure ventilation으로 치료하며, 후자는 약물요법이 사용된다는 점에서 치료적인 중요성을 가지고 있다.

유의한 폐포 가스 압박(alveolar gas compression)은 여러가지 요인에 의하는 바, 첫째로는 폐쇄성 폐질환, 둘째로는 근력, 셋째는 흉곽내에서 압축될수 있는 가스의 용적, 네째로는 흉곽내에서 보다 잘 압축될수 있는 가스(breathing helium 또는 높은 고도)등이다.

가스 압박은 최대호기수기동안 작용하는 근력(muscular effort)에 의해서도 영향을 받으므로 정상인에서도 어느정도의 압박을 발견할수 있지만 무시할만한 수준이다<sup>5)</sup>.

그러나, 기류 폐쇄가 있는 환자에서는 주어진 유속에서 생성되는 압력이 크기 때문에 가스 압박이 생기기 쉽고, 잔기량의 증가로 압박 가능한 가스의 양도 증가하게 된다<sup>12, 13)</sup>.

호흡기계의 역학에 작용하는 가스 압박의 효과는 폐활량계와 좁은관에 의해 연결된 pump로 구성된 간단한 기계적 모델로 설명될수 있다(Fig. 7)<sup>14)</sup>.

**Table 5.** Differences in SVC-FVC(L) between shown reversible airway obstruction (RAO) and not shown reversible airway obstruction after bronchodilator inhalation

	Reversible AW obstruction	No reversible AW obstruction	p value
Normal	$0.257 \pm 0.21$ (n=7)	$0.098 \pm 0.134$ (n=13)	$p < 0.05$
Patients	$0.42 \pm 0.33$ (n=16)	$0.295 \pm 0.25$ (n=4)	$p < 0.05$
Total	$0.370 \pm 0.31$	$0.145 \pm 0.18$	$p < 0.05$

Values are mean  $\pm$  S.D



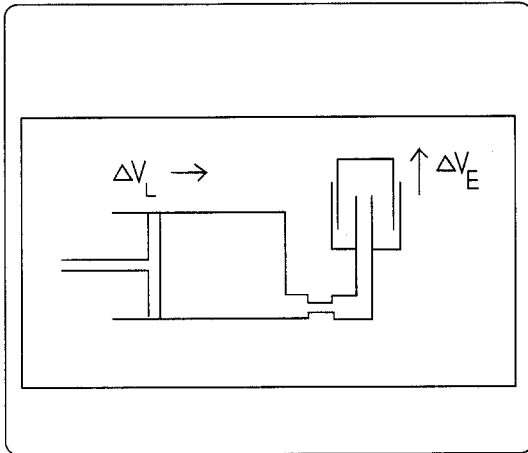


Figure 7. Lung model consisting of a pump connected via a constricted tube to a spirometer.  $\Delta V_L$  represents change in lung volume (plethysmographic volume) and  $\Delta V_E$  represents exhaled volume.

이 모델에서 피스톤은 폐표면의 움직임과 비슷하고 좁은관은 기류에 저항이 있는 기도를 나타내며, 실린더의 압력은 폐포압 또는  $\Delta V_L$ 과 유사하다. 서서히 호기하는 동안 유속은 떨어지고 등온 조건(isothermal condition)에서 폐활량계에 의해 기록되는 용적의 변화는 피스톤의 움직임과 같은 것이다. 그러나 노력성 호기동안 폐활량계의 의해 기록되는 용적변화는 실린더내의 가스 압박에 비례해서 피스톤의 움직임보다 뒤쳐지게 되고, 이것은 사람의 폐에서도 비슷하게 존재한다. 노력성 호기동안, 대기압으로부터 높은 압력으로 폐포가스는 압박되고, 기류가 없어도 폐포 가스 용적은 작아지게 된다. 구강에서 측정된 용적의 변화는 용적 변이(displacement)만을 측정하므로 기류 저항이 증가하거나, 호기속도 감소, 폐용적이 증가된 경우에는 압박과 변이를 같이 포함하는 체적 기록법과의 차이가 넓어지게 된다<sup>15)</sup>.

정상인에서는 노력성호기의 시작과 함께 거의 동시에 높은 유속으로 폐포 가스 용적이 빠르게 감소되므로 폐포 가스 압박은 매우 적은 양이라고 생각되며, 기도 저항이 증

가하면 호기 유속이 감소되며, 많은양의 폐포가스가 압박되기 쉽다. 폐용적에서 흉부 가스 압박때문에 최대 노력(maximal effort)은 FEV<sub>1</sub>을 감소시키므로 최근에, Stoller등<sup>16)</sup>은 초기에 최대호기노력후 가능한한 길게 이완하는 수정된 호기법(modified expiratory technique)이 기류 폐쇄가 있는 환자에서 노력성 폐활량과 노력성 호기시간(forced expiratory time)을 증가시키고, ATS end-of-test spirometric criteria에 더 잘 부합된다고 주장하였으나, PEFr가 감소된 준최대노력(submaximal effort)을 나타내는 폐활량계 수기에 의한 측정치들은 본연구에서는 포함시키지 않았고<sup>17)</sup>, ATS 노력성 폐활량 기준<sup>8)</sup>에 의해 시행하였다.

Slow 또는 partial maneuver(SVC)동안에는 흉부 가스 압박은 감소하고 기류의 양과 측정용적은 증가하게 된다. 반면 최대호기 유량곡선에 의한 방법에서는 기류 압박및 허탈이 증가하고, FVC도 낮게 측정된다. 기류 폐쇄가 심할수록 폐포 가스 압박은 증가하므로, SVC-FVC도 증가하게 된다. 따라서 단순 폐활량계 결과(simple spirometric results)에 의해 얻어지는 SVC-FVC의 차이는 기류 허탈의 지표로서 유용할수 있으며, 기류 폐쇄가 심할수록 폐포 가스 압박에 의해 SVC-FVC도 증가하게 되므로, 기류 허탈이 기류 폐쇄의 중요한 요소인 환자의 인식및 증명은 중요한 치료적인 함축성을 가지고 있다<sup>5,18)</sup>.

기관지 확장제 반응의 기준에는 여러가지가 있으나<sup>19)</sup> 본연구에서는 각 지표들의 향상은 상기 연구 방법에서 정의하였다.

기관지 확장제 사용전 SVC-FVC의 차이는, 폐활량계나 체적 기록법으로 개선이 증명된군에서 개선이 증명되지 않았던 군보다 큰 것으로 나타났으며, 이로 미루어 기류 폐쇄가 증가할수록 SVC-FVC가 증가한다고 볼수 있다. 한번의 치료후 즉각적인 양성반응은 가역성을 의미하지만, 음성반응이 비가역성을 의미하지는 않는다. 가역성 기도폐쇄(reversible

airway obstruction)를 가진 많은 환자들이 흡입성 베타-작용물질( $\beta$ -agonist)에 의해 폐활량계에 의해 개선을 보여주었으나, 상당수는 진정한 가역성(true reversibility)이 있음에도 불구하고, 폐활량계적인 가역성(spirometric reversibility)을 보여주지 못하였는데, 그 이유로는 첫째로 "hidden asthma"의 가능성이 있어 가역성이 전신적인 스테로이드 사용후에만 드러날 수 있고, 둘째로 수일만에 걸친 수회의 폐활량계 검사가 가역성을 나타내기 위해 필요할 수 있고, 셋째는 기관지 확장제 사용후 용적-관련(volume-related) 또는 노력비의존성변화(non-effort dependent change)가 주가 되어 폐활량계에 의해 나타나지 않을 수 있으므로, 이러한 세가지 점으로 폐활량계 타나지 않을 수 있으므로, 이러한 세가지 점으로 폐활량계 반응이 없음에도 불구하고 기관지 확장제 치료후 주관적인 호전과 관련이 있는 것으로 보여진다.

기관지 확장제 반응의 결과를 토의할때 중요한 점은 가역성 기도 폐쇄가 기관지와 세기관지에 국한되지 않고, 말초 기도, 호흡세기관지와 폐포관에도 작용한다는 것이다<sup>20,21)</sup>. Fenoterol은 미주신경에 의한 기관지 수축(vagal induced bronchospasm) 및 histamine에 의한 폐포관 수축도 감소 시킴으로 기관지 확장효과를 나타낸다<sup>22)</sup>.

폐활량계에 호전을 보이지 않는 경우 용적-관련 지표들(volume-related parameters)이 개선을 보이는 경우는 여러요인의 가능성이 있다. 용적-관련 체적기록법 지표들은 폐활량계의 노력성 수기 처럼 노력과 연관되지 않아 최대노력이 일관되게 되지 않는 환자에서는 더 믿을만 하다.

더우기 기류 허탈 또는 폐 탄성반도(lung elastic recoil)의 소실에 의한 압박 또는 심한 폐쇄에서는 노력성 수기 동안 기관지 확장제 반응을 은폐할 수 있다.

체적 기록법 지표들은 피검자로 하여금 낮은 기류 또는 닫힌 shutter에서 험떡이게

(pant)하므로 가스압박은 거의 없게 된다. 따라서 폐의 탄성반도 소실이나 심한 폐쇄가 있는 환자에서는 체적 기록법이 가역성을 더 잘 보여줄 수 있다고 기대된다. 기관지 확장제에 대한 반응으로 폐활량계의 개선이 없는 환자에서는 용적-관련 체적기록법에 의해 개선을 증명할 수 있으며, 여러번의 검사를 시행하거나 metacholine 유발등의 검사를 고려해 볼 수도 있으며, 현재로서는 한가지 방법만으로 알 수 있는 가장 좋은 검사법은 없는 것으로 보여진다.

Skinner 와 Palmer등<sup>23)</sup>에 의한 연구에 의하면, 기관지 확장반응을 평가하는데 있어서, 기류폐쇄가 있는 환자에서는 FEV<sub>1</sub>이 기도전도도만큼 유용한 지표로 보이나, 정상인에서는 단지 기도전도도만이 차이가 있었다는 보고가 있는데 본연구에서도 정상인중 가역성이 증명된 7명중 FEV<sub>1</sub>으로 가역성이 증명되지 않았던 6명중 5명에서 기도전도도로 가역성이 증명되었으므로 위 연구와 일치하는 소견을 보였으며, 현재로서는 FEV<sub>1</sub>/FVC(%)는 기관지 확장반응 측정의 좋은 지표가 아니라고 알려져 있다<sup>24)</sup>.

본 연구에서 기관지 확장제 투여후 가역성 기도 폐쇄를 보인 경우는 환자군 16명(기관지 천식 환자 8명, 만성 폐쇄성 폐질환자 8명), 정상인 7명이었다. 기관지 확장제 투여후 반응을 보였던 만성 폐쇄성 폐질환자의 경우는 hidden asthma의 가능성이 있을 것으로 생각되며, 정상인중 가역성 기도 폐쇄를 보였던 경우는 기도 폐쇄의 완화보다는 기도 전도도의 증가가 관찰되었으며, 일부는 Fenoterol에 의한 기관지 수축 및 폐포관 수축 감소의 효과가 있을 것으로 추측된다.

Charan등<sup>25)</sup>에 의하면 흡연자에서 FVC의 감소로 SVC-FVC가 증가한다고 하였으며, 폐포가스 압박측정으로 비흡연자와 무증상 흡연자나 경도의 기관지 천식자를 구별할 수 있으므로 경도의 기도 폐쇄에도 유용하게 사용될 수 있다고 하였으나, 본연구에서는 흡연

자와 비흡연자사이의 유의한 차이는 발견할 수 없었다.

허탈성 기도가 비가역적 기류 폐쇄임에도 불구하고, 기관지 확장제 투여후 SVC-FVC의 감소 및 가역성 기도 폐쇄가 있을수록 SVC-FVC의 차이가 큰 것은, 실험군이 순수한 허탈성 기도 질환만을 가지고 있다기 보다는 혼합된 형태의 기도 질환을 공유하였기 때문으로 보여지며, 폐활량계에 의한 SVC-FVC의 측정시 피검자의 신장, 체중, 성, 나이에 따른 차이를 고려하면 SVC-FVC의 SVC에 대한 비율의 변화(  $SVC-FVC/SVC$ )를 사용함으로 좀더 객관적인 결과를 나타낼수 있을것으로 생각되며, 이점은 추후 비교연구가 필요하리라 생각된다.

본 실험에서 저자들은 허탈성 기도의 분석에 기관지 확장제 투여전후의 폐활량계및 체적기록법 검사지표를 이용하였으며, 폐활량계에 의한 SVC-FVC의 측정이 순수한 허탈성 기도 질환의 분석에 유용하게 이용될수 있을것으로 생각되며, 체적 기록법에 의한 압박가스의 양의 직접 측정은 추후 연구가 필요하리라 생각된다.

## 요 약

**연구배경 :** 허탈성 기도의 분석은 만성 기도 질환및 기관지 천식의 치료에 있어서 중요성을 가지고 있다. 순수한 허탈성 기도 질환과 기관지 천식에 의한 허탈성 기도 질환의 감별은, 전자는 pursed lip breathing이나 nasal positive pressure ventilation으로 치료하며, 후자는 약물요법이 사용된다는 점에서 중요하다. 기관지 천식이나 폐기종의 요인으로 고려되는 허탈성 기도는 비가역적인 기류 제한의 한 형태이며, 그것은 폐활량 측정법에 의해 측정되는 용적과 체적 기록법에 의해 측정되는 가스 압박에 의한 용적과의 차이를 비교함으로써 접근할 수 있다.

**방법 :** 폐활량 측정법을 이용하여 폐활량

과 노력성 폐활량(SVC-FVC) 사이의 용적 차이를 측정함으로써, 기도 허탈의 지표로 유용한지를 조사하기 위해, 1995년 1월부터 7월까지, 본원 폐기능 검사실에 내원한 기류 폐쇄가 있는 환자 20명(만성폐쇄성폐질환 12명, 안정시의 기관지천식 7명, 만성폐쇄성폐질환과 기관지천식이 병합된 1명)과, 기류 폐쇄의 소견이 보이지 않는 정상인 20명을 대상으로 폐활량 측정법과 체적 기록법을 이용하여, 기관지 확장제 투여 전후의 폐활량 측정법 검사지표들의 변화를 측정하였다.

### 결과 :

1) 기류 폐쇄가 있는 환자의 평균 연령은  $58.3 \pm 7.24$ (세), 신장은  $166 \pm 8.0$ (cm), 체중은  $59.0 \pm 9.9$ (kg)였으며, 정상인의 평균 연령은  $56.3 \pm 12.47$ (세), 신장은  $165.9 \pm 6.9$ (cm), 체중은  $64.4 \pm 10.4$ (kg)으로 유의한 차이는 없었으며( $p > 0.05$ ), 남녀비는 각각 14:6이었다.

2) 환자군의 SVC-FVC는  $395 \pm 317$ ml, 정상군의 SVC-FVC는  $154 \pm 176$ ml로 유의한 차이가 있었으며( $p < 0.05$ ), 두 군의 분별치를 208ml로 했을때 민감도와 특이도가 가장 높았다.

3) 기관지 확장제 투여후, 폐활량 측정법이 나 체적 기록법으로 가역성 기도 폐쇄를 보인 경우는 환자군에서 16명, 대조군에서는 7명이었으며( $p < 0.05$ ), 기관지 확장제 반응군및 비반응군의 SVC-FVC는 각각  $300.4 \pm 306$ ml,  $144.7 \pm 180$ ml로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

4) 기관지 확장제 투여전의 SVC-FVC는, 기도 저항(Raw)과 연관이 있었으며( $r=0.307$   $p=0.05$ ), 기관지 확장제 투여후의 SVC-FVC는, 기관지 확장제 투여전의 SVC-FVC( $r=0.559$   $p=0.0002$ ), TGV( $r=0.488$   $p=0.002$ )및 기관지 확장제 투여후의 기도 저항( $r=0.583$   $p=0.0001$ ), TGV( $r=0.375$   $p=0.0170$ )와 연관이 있었다.

5) 전체 실험군에서 흡연자(28명)와 비흡연자(12명)의 SVC-FVC는 각각  $267.5 \pm 303$ ml,

277.5±276ml이었으며,통계적 유의성은 없었다(p >0.05).

**결론** : 폐활량계에 의한 SVC-FVC측정이 허탈성 기도를 분석하고, 치료방침을 결정하는데 도움을 줄수 있을것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- 1) American Thoracic Society : Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease(COPD) and asthma. Am Rev Respir Dis **136** : 225-43, 1987
- 2) 한용철 : 임상호흡기학. 개정 2판, p226, 서울, 일조각, 1995
- 3) 염호기, 김동순, 이상일, 전병훈 : 한국성인에서의 알레르기질환의 병력과 피부단자시험 양성기준에 관한 연구. 알레르기 **9** : 105, 1989
- 4) 신태순, 이금자, 윤혜선 : 국민학교 아동에서의 알레르기질환에 관한 조사. 알레르기 **10** : 201, 1990
- 5) Chan ED, Irvin CG : The detection of collapsible airways contributing to airflow limitation. Chest **107** : 856, 1995
- 6) Ferris BG : Recommended standardized procedure for pulmonary function testing. Am Rev Respir Dis **118** : 55, 1978
- 7) American Thoracic Society : Standardization of Spirometry-1987 Update. Am Rev Respir Dis **136** : 1285, 1987
- 8) Smith HR : The utility of spirometry in the diagnosis of reversible airways obstruction. Chest **101** : 1577, 1992
- 9) Crapo DD : Chapter 8, Respiratory structure and function, In Bennett JC, Plum F(Ed.) Cecil Textbook of Medicine, 20th Ed., p375, Philadelphia, W.B.Saunders Co, 1996
- 10) Gaensler EA : An instrument for dynamic vital capacity measurements. Science **114** : 444, 1951
- 11) American Thoracic Society : Snowbird workshop on standardization of spirometry. Am Rev Respir Dis **119** : 831, 1979
- 12) Ingram RH, Schilder DP : Effect of gas compression on pulmonary pressure, flow, and volume relationship. J Appl Physiol **21** : 1821, 1966
- 13) Committee on Emphysema : Criteria for the assessment of reversibility in airways obstruction. Chest **65** : 552, 1974
- 14) Ingram RH, Schilder DP : Effect of thoracic gas compression on the flow-volume curve of forced vital capacity. Am Rev Respir Dis **94** : 56, 1966
- 15) Zamel N, Kass I, Fleischli GJ : Relative sensitivity of maximal expiratory flow-volume curves using spirometer versus body plethysmography to detect mild airway obstruction. Am Rev Respir Dis **107** : 861, 1973
- 16) Stoller JK, Basheda S, Laskowski D, Goormastic M, McCarthy M : Trial of standard verses modified expiration to achieve end-of-test spirometry criteria. Am Rev Respir Dis **144** : 275, 1993
- 17) Krowka MJ, Enright PL, Rodarte JR, Hyatt R : Effect of effort on measurement of forced expiratory volume in one second. Am Rev Respir Dis **148** : 275, 1993
- 18) Ramsdell JW, Tisi GM : Determination of bronchodilation in the clinical pulmonary function laboratory. Chest **76** : 622, 1979
- 19) American Thoracic Society : Selection of reference values and interpretative

- strategies. Am Rev Respir Dis **144** : 1202, 1991
- 20) Nadel JA, Colebatch JH, Olsen CR : Location and mechanisms of airway constriction after barium sulfate microembolism. J Appl Physiol **19** : 387, 1964
- 21) Macklem PT, Mead J : Resistance of central and peripheral airways measured by a retrograde catheter. J Appl Physiol **22** : 396, 1967
- 22) Ayres SM, Griesbach SJ, Reimond F, Evans RG : Bronchial component in chronic obstructive lung disease. Am J Med **57** : 183, 1974
- 23) Skinner C, Palmer KN : Changes in specific airways conductance and forced expiratory volume in one second after a bronchodilation in normal subjects and patients with airway obstruction. Thorax **29** : 574, 1974
- 24) Light RW, Conrad SA, George RB : The one best test for evaluating the effects of bronchodilation therapy. Chest **72** : 512, 1977
- 25) Charan NB, Hilderbrandt J, Butler J : Alveolar gas compression in smokers and asthmatics. Am Rev Respir Dis **121** : 291, 1980
-