

## 척추측만증 환자에서 수술전후 폐기능의 변화

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

석세일 · 이춘성 · 윤강섭

서울대학교 의과대학 내과학교실

심 영 수

=Abstract=

### Changes of Pulmonary Function after Surgical Correction in Scoliosis

Se Il Suk, M.D., Choon Seong Lee, M.D. and Gang Sup Yoon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

Young Soo Sim, M.D.

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

This study was performed by the necessity of objective information upon change of pulmonary function after surgical correction of spinal deformity in scoliotic patients. It is relatively well known that deformity of spinal curvature affects the pulmonary functions, especially lung volume or vital capacity, due to restriction of the thoracic cage. It is carried out the comparative study between preoperative and postoperative pulmonary functions in thirty two cases of thoracic scoliosis, all who were treated with Harrington instrumentation and posterior fusion at Department of Orthopedic Surgery, Seoul National University Hospital from 1969 to 1983. The age distribution of patients was from 6 years to 21 years and female was more involved two times than male. Following observations were obtained:

Following observations were obtained:

1. Pre-and postoperative angle of scoliosis were 77.5° and 39.2° with correction rate of 48.2%.
2. Preoperative vital capacity was 64.2% and postoperative value was 74.8%, 2 years and 2 months after operation in average.
3. Postoperative vital capacity was significantly increased compared to preoperative value in patients with scoliosis ( $p < 0.05$ ).
4. There was no definite pattern of obstructive pulmonary disease in patients with scoliotic deformity.

**Key Words:** Scoliosis, Pulmonary function test.

### I. 서 론

척추 측만증 환자, 특히 흉추부의 측만변형이 있는 환자에서 폐기능의 저하에 관하여는<sup>1)</sup> Hippocrates가 처음 기술한 이래 이에 대한 많은 연구가 시행되었으며 이러한 심폐기능의 저하에 관한 생리학적인 의의 및 병리학적인 변화의 철저한 이해는 척추 측만증 환자의 치료에 있어서 필수적인 것이 되었다. 과거의 척추 측만증 치료는 변형의 정도와 진

행속도(rate of progression of deformity)에 의해 주로 결정되었을 뿐 심폐기능의 교정에 대해서는 별다른 생각을 기울이지 못하였고 이러한 심폐기능에 관한 지식은 많은 연구에도 불구하고 매우 단편적인 것이었다. 특히 폐기능 검사는 척추변형이 있는 환자의 술전 위험도를 결정해 줄 뿐 아니라 술후 합병증을 예방하는데 도움을 줄 수 있어 이의 시행은 척추 측만증 환자의 치료에 있어서 기본적인이라 할 수 있겠다. 폐기능 검사는 제한성(restrictive) 폐질환과 폐쇄성(obstructive) 폐질환에 있어서 각기 다

른 양상을 나타내게 되는데 척추 측만증 환자는 대부분 제한성 폐질환의 특성을 지니게 된다. 이러한 폐기능 검사에서 척추 측만증 환자에 대해 중요한 의의를 갖는 것으로는 폐용적(lung volume), 그 중에서도 폐활량(vital capacity)의 변화인데 이는 폐활량의 예상 정상치(predicted normal value)에 대한 환자의 실제 측정치의 비교로서 알 수 있다.

최근 척추 측만증 환자의 비수술적 및 수술적 치료의 발달은 이러한 폐기능의 변화에 대해 많은 관심을 기울이게 하였으며 이 병의 치료방법 및 예후를 결정하는데 있어서 폐기능 검사는 매우 중요한 의미를 내포하게 되었다. 척추 측만증 환자의 수술 전, 후 폐기능의 변화에 관하여는 Westgate와 Moe<sup>17)</sup>, Gazioglu<sup>18)</sup> 등, Makley<sup>19)</sup>에 의해 측정 보고되었으나 우리나라에서는 아직 발표되고 있지 않다. 이러한 점에 착안하여 저자들은 수술후 폐기능 특히 폐활량이 증가하는지 또는 감소하는지 혹은 변화가 없는지의 여부를 알기 위하여 본원에서 척추 측만증으로 수술적 치료를 받고 폐기능의 원격추시가 가능하였던 32례의 환자들을 대상으로 수술전 후 폐기능의 변화를 조사 비교하였으며 이의 통계 처리를 실시하였다.

## II. 조사대상 및 조사방법

### 1. 조사 대상

1969년부터 1983년까지 본원에서 척추염증, 종양,

외상 등을 제외한 척추 측만증으로 수술적 치료를 받았던 환자는 188례이었다. 이중 수술전후 폐기능의 원격추시가 불가능하였거나 소실된 환자 79례와 요추부 측만증 환자 18례, 후만증이 심했던 환자 8례, 6세 이하의 환자 7례, 폐질환이 있었던 환자 20례 및 수술후 1년이하의 환자 24례를 제외한 32례의 흉추 및 흉요추부 척추 측만증 환자들을 대상으로 수술전, 후 폐기능의 변화를 분석하였다. 조사대상으로 삼았던 32례의 환자들은 모두 Harrington 기기사용술 및 척추 후방 융합술로 치료받았으며 이들의 수술후 추시기간은 1년에서부터 4년 7개월까지로 평균 2년 2개월이었다.

### 2. 조사 방법

척추 측만증으로 수술적 치료를 시행할 환자는 모두 술전 폐기능 검사를 실시하여 술후 추시기간 중의 폐기능 검사와 비교하였다. 저자들은 computer system을 도입한 Hewlett-Packard 회사 제품의 47804 A Pulmonary Calculating System을 사용하여 각 환자의 폐기능 검사를 실시하였으며 이 중에서 노력성 폐활량(forced vital capacity, F.V.C), 1초당 강제 호기량(Forced Expiratory Volume in a second, F.E.V<sub>1</sub>), 1초당 강제 호기량과 노력성 폐활량의 비(F.E.V<sub>1</sub>/F.V.C.) 및 폐활량 50%에서의 최대 호기 속도(Maximum Expiratory mid-Flow, M.E.F 50%)의 수술전, 후 비교를 시도하였다. 노력성 폐활량(F.V.C.)이란 제한성 폐질환(restrictive

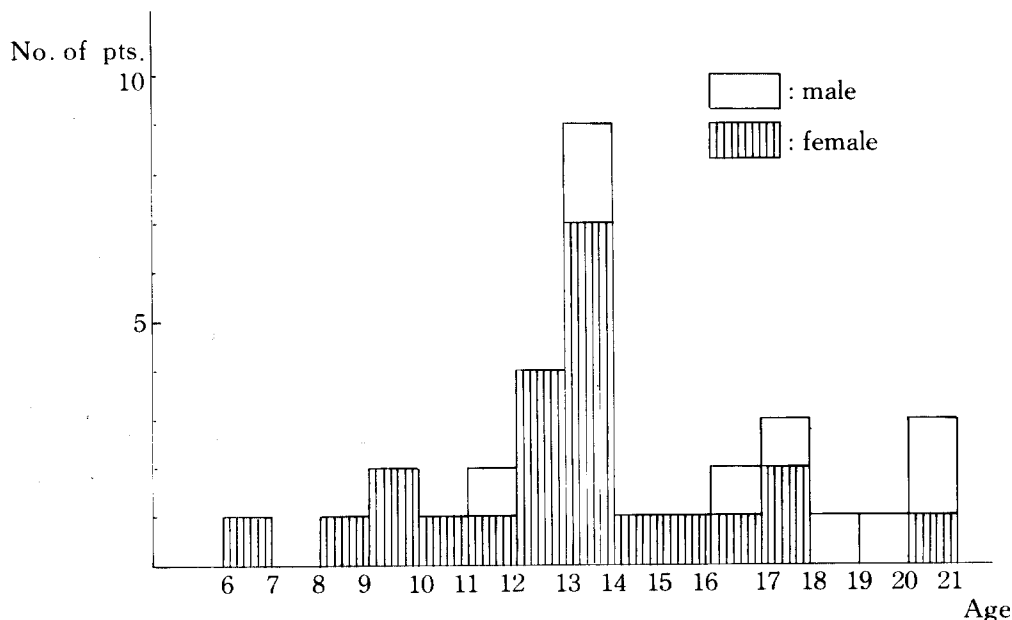


Fig. 1. Age and sex distribution of the patients.

lung disease)에서의 폐기능 저하를 알기 위한 지표인데 척추 측만증 환자에서는 주로 폐용적의 변화, 즉 제한성의 폐기능 저하를 보이므로 이것이 가장 중요한 척도라 할 수 있다. 1초당 강제호기량(F.E.V.)은 1초 이내에 환자가 배출할 수 있는 최대한의 용량을 나타내는데 정상인에서는 폐활량의 80%를 1초내에 배출한다. 그러나 폐활량이 매우 적은 사람에게 있어서 1초당 강제호기량은 그 자체로서는 의미가 없고 1초당 강제호기량과 노력성 폐활량의 비(F.E.V./F.V.C.)가 의미를 갖게 된다. 최대호기유량 50%(M.E.F 50%)는 폐활량 50%에서의 최대 호기속도를 나타내는 지표가 된다<sup>4,14)</sup>, 이러한 1초당 강제호기량, 1초당 강제호기량과 노력성 폐활량의 비 및 최대호기유량 50% 등은 폐쇄성 폐질환(obstructive lung disease)에서의 폐기능 저하를 나타내는 지표로서 척추 측만증 환자에서는 장기간 지속된 심한 측만 변형이나 다른 폐질환이 있는 경우를 제외하고는 위의 폐쇄성 변화를 나타내지 않는 것이 보통이다. 폐기능 검사에서 실제 측정치의 직접비교는 검사 당시의 나이나 신장 등의 차이로 인해 정확한 비교가 될 수 없으므로 이의 객관적인 비교가 필요하다. 이러한 생각에서 출발된 예상정상치는 폐기능의 변화에 대한 객관적인 비교를 가능케 하여주므로 개개의 환자에 있어서 예상정상치의 산출은 매우 중요한 의의를 지니게 된다. 예상정상치는 정상인의 경우 직립상태의 신장을 기준으로 하면 산출할 수 있지만 척추 측만증 환자의 경우에는 척추변형으로 인해 직립상태의 신장을 실제 신장으로 보기 어려우므로 이의 객관적인 산출 근거가 중요한 요소라 할 수 있다. 그러므로 가장 단순하고 정확한 폐기능 검사 방법은 척추 측만증 환자의 교정신장(corrected height)을 계산하는 것이다. 이러한 교정신장을 구하는 방법으로는 여러가지가 있으나<sup>1,6,18)</sup> 저자들은 arm span을 사용하였으며 arm span을 사용하지 않은 술전 폐기능 검사치는 Lindh와 Bjure<sup>15)</sup>의 방법을 도입하여 만곡의 정도에 따른 교정신장을 구하고 이를 근거로 예상정상치를 산출하였다.

### III. 결 과

#### 1. 연령 및 성별분포

대상 환자들의 연령 분포는 Fig. 1과 같이 6세 4개월부터 20세 11개월까지였으며 이중 10세~15세까지의 환자가 17명(53.1%)으로 가장 많았다.

성별 분포는 전체 환자중 여성환자가 21명(65.6%)으로 남성에 비해 많았으며 남녀의 비는 약 1:

2였다.

#### 2. 질병 분류

전체 환자 32례중 특발성 측만성 환자가 22례로 68.8%를 점유하였으며 선천성 측만증 환자가 5례 신경근육성 측만증 환자가 3례, 그리고 신경섬유종을 동반한 경우가 2례였다(Table 1).

#### 3. 수술전후 만곡도 정도(Cobb's angle)

술전 만곡의 정도는 최하 41°에서 최고 144°로 평균 77.5°였으며 이중 60~80° 사이의 환자가 14례(43.8%)로 가장 많았다. 술후에는 만곡의 정도가 20~40° 사이의 환자가 19례(59.4%)로 가장 많았으며 평균 39.2°(최하 21°, 최고 79°)로 약 48.2%의 술후 교정율을 나타내었다(Fig. 2, Table 2).

#### 4. 수술전후 폐기능의 변화

술전 노력성 폐활량(F.V.C.)은 예상 정상치에 비해 64.2%로 나타나 경한 제한성 폐기능의 저하를 보여주었고 술후 노력성 폐활량은 74.8%로 향상되었다. 즉 수술후 약 10.6%의 폐활량이 증가( $p < 0.05$ )하는 것은 척추 측만증 환자에서 척추의 변형으로 인한 폐기능의 저하, 특히 폐용적 및 폐활량 등의 저하와 같은 제한성 폐질환의 양상으로부터 술후 회복되거나 혹은 악화됨을 막아주는 것을 나타내는 것으로 생각된다. 또한 Table 3에서와 같이 1초당 강제호기량(F.E.V.), 1초당 강제호기량

Table 1. Classification of scoliosis

Classification	No. of patients
Idiopathic	22
Congenital	5
Neuromuscular	3
neuropathic	2
myopathic	1
Neurofibromatosis	2
Total	32

Table 2. Preoperative and postoperative degrees of scoliosis

Cobb's angle	Pre-op.	Cobb's angle	Post-op.
>80°	8 (25%)	>60°	2 (6%)
<80°	24 (75%)	<60°	30 (94%)
Mean angle of scoliosis	77.5°		39.2°
Correction rate			48.2%

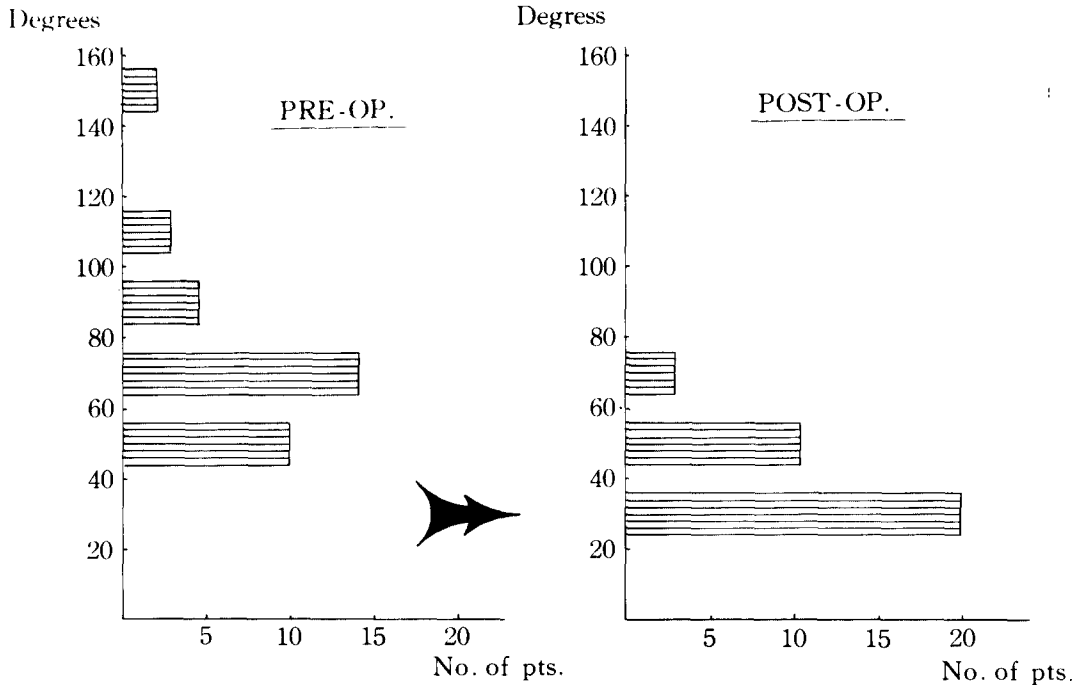


Fig. 2. Preoperative and postoperative degrees of scoliosis.

Table 3. Pre- and Postoperative pulmonary function in scoliosis

P.F.T	F.V.C in percent	F.E.V1 in percent	F.E.V1/F.V.C. in percent	M.E.F 50% in percent
Pre-op. value	64.2	73.7	89.6	73.8
Post-op. value	74.8	68.3	88.1	74.5
Post-operative increase*	10.6**	- 5.4	- 1.5	0.7

\* : Increase in the percentage of the predicted normal value after operation.

\*\* : Significantly different from pre-op. value ( $p < 0.05$ )

과 노력성 폐활량의 비(F.E.V<sub>1</sub>/F.V.C.) 및 최대호기유량 50%(M.E.F 50%) 등이 술전에서 모두 70% 이상을 보여주고 있는 것은 조사 대상에서 폐쇄성 폐질환의 양상이 나타나지 않음을 시사해 주고 있다. 특히 폐쇄성 폐질환의 여부를 나타내는 가장 중요한 지표인 1초당 강제호기량과 노력성 폐활량의 비가 최하 71.8%에서 최고 100%로 평균 89.6%였으며 이중 80% 이하인 경우는 3례(9%)에 불과하였다. 폐쇄성 폐질환의 지표가 되는 1초당 강제호기량, 1초당 강제호기량과 노력성 폐활량의 비 및 최대호기유량 50% 등은 Table 3에서와 같이 수술전, 후에 의미있는 변화를 보여주지 못하였다.

#### IV. 고 찰

척추 측만증 및 이의 수술적 교정이 폐기능에 미치는 효과에 대해서는 이미 많은 연구가 시행되어져 왔다<sup>2, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17</sup>. 이러한 척추 측만증 환

자에서 폐기능에 영향을 미치는 중요한 요소는 변형된 척추로 인해 야기되는 폐용적(lung volum)의 감소이다. 따라서 척추 측만증 환자의 폐기능을 향상시키기 위해서는 폐혈관의 비가역성 손상이 발생하기 전에 흉곽의 변형으로 인한 폐실질(lung parenchyme)의 압박을 제거하여 주어야 한다. 즉 변형된 흉곽의 교정(correction of deformed thorax)과 척추의 수술적 고정(surgical stabilization of spine)이 측만증 수술의 목적이 되어야 한다. 척추 측만증 환자에서 술후 폐기능의 변화에 관하여는 크게 2가지의 다른 견해가 발표되고 있다. 그 중에서 비교적 널리 인정되어지고 있는 견해는 만곡의 정도가 클수록 폐기능은 점차 저하되며, 이러한 환자의 수술적 교정 및 척추고정은 최소한 폐기능의 악화를 막을 수 있고 혹은 실질적으로 어느 정도의 폐기능을 향상시킬 수 있다고 하는 것이다. 그러나 일부의 학자들은 척추 측만변형의 수술적 교정 및 척추 고정은 폐기능에 별다른 영향을 미치지 않으

며 오히려 감소시키는 경향이 있다고도 말하고 있다.

Gazioglu<sup>1)</sup> 등은 33례의 특발성 척추 측만증 환자의 수술 후 폐기능의 변화를 보고하면서 척추 측만증 환자에서 발견되는 가장 중요한 병리학적 변화는 폐용적, 특히 폐활량의 감소라 하였으며 이들은 Harrington 기기 사용술 및 척추 후방 융합술로 치료하여 폐활량 및 총 폐용량(total lung capacity)이 18% 이상 증가하였다고 발표하였다. Lindh와 Bjure는 87례의 특발성 측만증 환자와 5례의 신경근육성 측만증 환자를 Harrington 기기 사용술 및 척추 후방 융합술로 치료하여 63례에서 수술 18개월 이후에 평균 10%의 폐용적이 증가한다고 보고 하였다. 저자들의 보고에서 수술 1년 이후에 평균 10.6%의 폐활량이 증가하는 것은 위의 Gazioglu 및 Lindh와 Bjure 등의 보고와 일치하였다. Kumano와 Tsuyama는 Harrington 기기 사용술 및 척추 후방 융합술을 사용하여 치료한 20례의 척추 측만증 환자의 결과를 보고하였다. 그들은 수술 후 추시기간이 2년 이상, 술전 만곡의 정도가 90° 이하(Cobb's angle) 그리고 만곡의 교정율이 30% 이상인 환자에서 뚜렷한 폐기능의 향상을 볼 수 있었다고 하였으며, Dwyer 기제술을 사용하여 전방 융합술을 시행한 11례의 환자에서는 추시기간 2년 이상에서 뚜렷한 폐기능의 호전을 볼 수 없었다고 하였다. 그리고 이들은 수술 석고붕대고정의 기간을 단축하고 비교적 흉곽 운동이 자유로운 플라스틱 코르셋(plastic corset)의 사용이 수술 후 폐기능의 향상에 영향을 미칠 수 있다고 생각하였다.

한편 Gucker<sup>1)</sup>는 21례의 척추 측만증 환자에서 Risser 석고붕대 혹은 Milwaukee 보조기를 사용하여 척추 변형을 교정한 후 척추 후방 융합술을 실시한 결과 신경근육성 측만증 환자에서는 평균 21%, 비신경근육성 측만증 환자에서는 평균 29%의 폐활량이 감소한다고 하였으나 이들의 보고는 Harrington 기제 사용술이 이용되기 이전의 결과임을 감안하여야 할 것이다. Westgate와 Moe<sup>17)</sup>는 74례의 척추 측만증 환자에 대한 Harrington 기기 사용술과 척추 후방 융합술을 실시한 결과, 수술 2년 이후에 약 6%의 폐활량이 감소하였다고 보고하였으며 동맥내 산소 포화상태(arterial oxygen saturation)는 수술 후 약 1.7% 증가한다고 하였다. 또한 이들은 수술 후 폐활량이 소실되는 것은 척추 융합술 후 늑골 운동이 제한되고 만곡 변형의 교정 후 요면부(concave, side) 흉곽 용적이 감소하여 발생한다고 설명하였다. Makley<sup>18)</sup>는 척추 측만증 환자의 수술적 교정 후 뚜렷한 폐기능의 호전은 볼 수 없었다고 하였

으며 수술전에 Halo를 제외한 교정기구(corrected device)를 사용한 경우는 폐기능을 더욱 감소시켰다고 보고하였다.

한편 수술직후 폐활량은 동통, 약물 그리고 체내 대사 변화(metabolic alteration) 등에 의해 대개 10~30%가량 감소하는 것으로 알려져 있으며<sup>11,14)</sup> Westgate와 Moe<sup>17)</sup>는 술전 폐활량이 40% 이상 감소되어 있는 경우 수술 후 합병증이나 호흡부전 등의 위험성이 매우 높다고 말하였다. 따라서 중등도의 폐기능 저하(moderate pulmonary function deterioration)가 의심되는 환자에 있어서는 술전 호흡 물리치료(respiratory physiotherapy)의 시행이 요구되어진다고 할 수 있다.

Shannon<sup>15)</sup> 등은 척추 측만증 환자의 수술적 교정 후 폐의 국소적 환류의 변화(changes of regional perfusion of the lung)에 대해 연구 발표하였는데, 그에 의하면 생리학적 폐사각(physiological pulmonary dead space)은 수술 후 평균 40% 정도 감소함에도 불구하고 술전 만곡의 정도가 65° 이상인 경우에는 수술 후 국소 환류의 호전이 나타나지 않았다고 하였다. 이는 폐실질의 비가역적 변화에 의한 것이므로 척추 측만증 환자의 수술적 교정은 가급적 만곡의 정도가 70°에 이르기 전에 시행하는 것이 바람직하다고 하였다. 저자들의 경우는 수술 전 80° 이하의 만곡을 보인 환자가 전체의 75%(24/32)를 차지하여 대부분 적절한 시기에 수술적 치료를 받은 것으로 나타났으며, 술전 폐기능 검사에서 폐쇄성 폐질환의 양상을 나타내는 경우가 거의 없었던 것은 아마도 심한 변형을 보이기 이전에 수술적 치료를 하였기 때문으로 생각되었다. 이상에서 저자들은 수술 후 폐기능의 향상을 위해서는 만곡의 정도가 심해지기 전에 수술을 시행하여 척추 변형을 교정하고 술전 Risser 석고붕대 등의 제한성 교정기구(correction device of restrictive type)의 사용을 피하며 수술 후 석고붕대고정의 기간을 단축하는 등 흉곽운동을 비교적 자유롭게 하는 시도가 필요할 것으로 사료되었다.

## V. 결 론

저자들은 본원 정형외과에서 수술적 가료를 받고 폐기능의 원격추시가 가능하였던 32례의 척추 측만증 환자들을 대상으로 수술 전, 후 폐기능의 변화를 조사 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 술전 만곡의 정도는 77.5°, 수술 만곡의 정도는 39.2°로 48.2%의 교정율을 보여주었다.
2. 척추 측만증 환자의 술전 폐활량은 64.2%였

으며 술후 평균 2년 2개월에 폐활량은 74.8%였다.

3. 술후 척추 측만증 환자의 폐활량은 수술전에 비해 의미있는 증가를 보여주었다( $p < 0.05$ ).

4. 척추 측만증 환자에서 뚜렷한 폐쇄성 폐질환의 양상은 볼 수 없었다.

## REFERENCES

- 1) Bjure, J., Grimly, G. and Nachemson, A.: *Correlation of Body Height in Predicting Spirometric Values in Scoliotic Patients. Scandinavian J. Lab. Invest.*, 21:190-192, 1968.
- 2) Gazioglu, K., Goldstein, L.A., Femi- Pearse, D. and Yu, P.N.: *Pulmonary Function in Idiopathic Scoliosis. J. Bone and Joint Surg.*, 50-A:1391-1399, 1968.
- 3) Gucker, T.: *Changes in Vital Capacity in Scoliosis. Preliminary Report on Effects of Treatment. J. Bone and Joint Surg.*, 44-A:469-481, 1962.
- 4) Guenter, C.A. and Welch, M.H.: *Pulmonary Medicine. 2nd Ed.*:99-150, Philadelphia. Toronto, J.B. Lippincott Company, 1982.
- 5) Harrington, P.R.: *Treatment of Scoliosis. Correction and Internal Fixation by Spine Instrumentation. J. Bone and Joint Surg.*, 44-A: 591-610, 1962.
- 6) Hepper, N.G.G., Black, L.F. and Fowler, W. S.: *Relationship of Lung Volume to Height and Arm Span in Normal Subjects and in Patients with Spinal Deformity. Am. Rev. Resp. Dis.*, 91:356-362, 1965.
- 7) James, J.I.P.: *Idiopathic Scoliosis. The Prognosis and Operative Indication Related to Curve Patterns and Age of Onset. J. Bone and Joint Surg.*, 36-B:36-49. 1954.
- 8) James, J.I.P.: *Scoliosis. 2nd Ed.*: 334-343, Edinburgh London and New York, Churchill Livingstone, 1976.
- 9) Johnson, B.E. and Westgate, H.D.: *Methods of Predicting Vital Capacity in Patients with Thoracic Scoliosis. J. Bone and Joint Surg.*, 52-A:1433-1439, 1970.
- 10) Kumano, K. and Tsuyama, N.: *Pulmonary Function before and after Surgical Correction of Scoliosis. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A: 242-248, 1982.
- 11) Lin, H.Y., Nash, C.L., Herndon, C.H. and Anderson, N.B.: *The Effect of Corrective Surgery on Pulmonary Function in Scoliosis. J. Bone and Joint Surg.*, 56-A:1173-1179, 1974.
- 12) Lindh, M. and Bjure, J.: *Lung Volumes in Scoliosis Before and After Correction by the Harrington Instrumentation. Acta. Orthop. Scandinavica*, 46:934-948, 1975.
- 13) Makley, J.T.: *Pulmonary Function in Paralytic and Non-Paralytic Scoliosis before and after Treatment. J. Bone and Joint Surg.*, 50-A :1379-1389, 1968.
- 14) Moe, J.H., Winter, R.B., Bradford, D.S. and Lonstein, J.E.: *Scoliosis and Other Spinal Deformities*:46-50, Philadelphia, W.B. Saunders, 1978.
- 15) Shannon, D.C., Riseborough, E.J. and Kazemi, H.: *Ventilation Perfusion Relationships Following Correction of Kyphoscoliosis. J. Am. Med. Assn.*, 217:579-584, 1971.
- 16) Weinstein, S.L., Zavala, D.C. and Ponseti, I. V.: *Idiopathic Scoliosis. J. Bone and Joint Surg.*, 63-A:702-712, 1981.
- 17) Westgate, H.D. and Moe, J.H.: *Pulmonary Function in Kyphoscoliosis before and after Correction by the Harrington Instrumentation Method. J. Bone and Joint Surg.*, 51-A: 935-946, 1969.
- 18) Zorab, P.A. and Prime, F.J.: *Estimation of Height from Tibial Length. Lancet*, 1:195-196, 1963.