척추 측만증에서의 폐환기 기능 평가*

서울의대 내과학교실

김 우 성 · 김 건 열 · 한 용 철

정형외과학교실

석 세 일

= Abstract =

Ventilatory Lung Function in Scoliosis

Woo Sung Kim, M.D., Keun Youl Kim, M.D. and Yong Chol Han, M.D.

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

Se Il Suk, M.D., Ph. D.

Department of Orthopedic Surgery

This study analyzed the preoperative ventilatory lung function of 86 subjects of scoliosis and also compared pre- and postoperatively, in 28 subjects.

The results are summarized as follows;

- 1) The ventilatory lung function test of 86 subjects with scoliosis showed only the reduction in % predicted FVC and free of expiratory flow limitation.
- 2) Major angle of scoliosis was significantly correlated with % predicted FVC, especially in subjects with idiopathic thoracic or paralytic scoliosis.
- 3) The mean of % predicted FVC was reduced even in the group of angle of scoliosis less than 61 degrees.
- 4) The effect of significant kyphosis on % predicted FVC didn't seem to be additive to that of scoliosis.
- 5) The angle of scoliosis and % predicted FVC were varied with the etiology and type of curve of scoliosis.
- 6) The postoperative % predicted FVC was improved or stationary in 25/28 subjects(89.3%).

서 론

척추측만증은 척추의 外側굴곡(lateral curvature)과 회전(rotation)에 의해서 체격의 변형을 가져 올 뿐만 아니라 특히 흉추부 측만증의 경우 흉곽변형에 의해

제한성의 폐기능저하를 유발한다¹⁾. 또한 척추측만증은 연령증가에 따라 그 굴곡이 진행되어²⁾ 심폐부전을 일으키며³⁾ 조기사망의 한 원인이 될 수도 있다⁴⁾.

한편 청소년기에서의 척추측만증의 발현빈도는 Cobb 각도 10도이상, 20도이상 그리고 30도이상인 1,000명당 각각 20명, 5명 그리고 2명정도의 발현빈도를 보이고⁵⁾ 그 측만굴곡의 정도가 자각적인 호흡곤란과 상관관계를 보이므로¹⁾ 척추측만증 환자에서의 폐기능검사는 척추측만증의 정도 및 예후판정에 중요하다고 할 수 있다. 척추측만증 환자는 자각적으로 증상이 없을

* 본 연구는 1984년도 서울대학교병원 임상연구비보조로 이루어진 것임.

* 본 논문의 요지는 1984년도 제36차 대한내과학회 추계학술대회 석상에서 발표하였음.

Table 1. Age and Sex Distributions in 86 Patients with Scoliosis

Age(years) Sex	9~10	11~15	16~20	21~25	26~32	Total
Male	1	17	13	8	1	40
Female	2	17	21	4	2	46
Total	3	34	34	12	3	86

때도 폐기능점사상 이상을 보일 수 있고^{6~8)} 임상적 의미가 있는 20도이상의 Cobb 각의 환자군에서는 대부분에서 폐기능점사상 이상이 있다는 점⁹⁾, 그리고 勞作性 호흡곤란은 대개 Cobb 각 100도이상에서 나타난다는 점등을 고려하면 폐기능점사는 그 시점에서의 환자상태를 파악하고 교정수술후의 합병증의 예측 및 수술후 교정효과판정, 나아가서는 환자의 전체적 예후를 판정하는데 도움을 주는 검사소견이라 할 수 있다.

지금까지의 척추측만증환자에서의 폐기능점사에 대한 연구는 주로 外側굴곡의 척도인 Cobb 각과의 상관관계를 중심으로 특발성 혹은 마비성 척추측만증환자를 대상으로 시행되어 왔다^{6~9, 10, 11)}.

따라서 저자들은 폐환기기능의 대표적 기준척도인 폐활량(Forced Vital Capacity, 이하 FVC), 일초시폐활량(Forced Expiratory Volume in one second, 이하 FEV_{1.0}) 및 MEF₅₀(Maximal Expiratory Flow at 50% Vital Capacity)를 측정하여, 첫째로 합병증이 없는 수술전 척추측만증환자의 폐기능에 영향을 주는 기계적인자들에 대한 분석을 하고, 둘째로는 1년이상 경과후의 수술前·後 폐환기기능의 변화를 살펴보고자 연구조사를 시행하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1970년부터 1983년까지 서울대학교병원 정형외과에 입원하여 척추측만증교정수술을 받은 152명의 척추측만증 환자중에서 다음과 같은 기준에 해당되는 86명의 환자를 조사대상으로 하였다(Table 1).

- 1) Cobb 각에 상관없이 척추측만이 흉추부 혹은 흉요추부에 있는 경우.
- 2) 폐환기기능점사를 협조적으로 시행할 수 있는 대상(예를 들어 8세미만, 뇌성마비등 환자는 제외했음).
- 3) 勞作性호흡곤란 이외의 심폐증상, 흡연력, 호흡기계통질환의 과거력 및 심장질환이 없는 경우.
- 4) 흉부X선상 활동성 폐질환이 없는 경우.

한편 수술전후 폐기능점사의 비교는 1983년부터 1984년 6월까지 수술후 최소 1년이상 경과후에 폐기능점사의 추시가 가능하였던 28명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

척추측만증의 굴곡의 정도를 보기 위하여 立位에서 촬영한 척추 X선검사에서 Cobb 각을 측정했으며¹²⁾ 원인에 따라 특발성, 선천성, 마비성 및 기타군으로 구분하였으며¹³⁾ 굴곡의 양상에 따라 6내지 7번째 흉추에서 1내지 2번째 요추에 걸쳐 굴곡이 있고 굴곡의 정점이 11내지 12번째 흉추인 굴곡을 흉요추부굴곡(thoracolumbar curve)으로 구분하였고 5내지 6번째 흉추에서 11내지 12번째 흉추에 걸쳐 굴곡이 있고 그 정점이 8내지 9번째 흉추에 있는 굴곡을 흉추부굴곡(thoracic curve)으로 하였다¹³⁾. 척추후굴(kyphosis)은 측면 X선점사상 40도이상의 각도가 흉추부에 있을 때로 정의하였다¹³⁾.

기립신장은 실측치에서 Lindh 등¹⁴⁾이 기술한 방법에 준하여 Cobb 각에 따라 교정하였고 교정 신장치를 Knudson 등에 의한¹⁵⁾ 공식에 대입하여 폐환기기능점사의 예측 정상치를 구하였다.

폐기능점사는 1978년까지는 Collins Spirometer (13.5 L)를 사용하였고 1979년 이후는 Hewlett-Packard사의 Computer Pulmonary Calculator System (HP 47804)을 사용하여 立位에서 시행되었다.

수술후 폐기능의 예측 정상치는 指極間長(armspan)을 사용하여 얻어진 교정신장치를 상술한 공식에 대입하여 구하였다¹⁶⁾.

통계처리는 t test와 paired t test를 사용하였다.

결 과

1. 척추측만증의 수술전 폐환기기능

조사대상군의 평균신장은 148.3 ± 14.2 cm 이었고 Cobb 각에 의한 교정평균신장은 154.6 ± 13.7 cm 이었다($122.5 \sim 181.5$ cm).

Table 2. Relationships of the Angle of Scoliosis and Ventilatory Lung Function

Angle	Number of cases	FVC, % Predicted	FEV ₁ /FVC(%)	MEF ₅₀ /FVC
30~ 60	34	75.1±18.2	86.0±9.28	1.44±0.55
61~ 90	28	67.9±10.8*	83.4±8.89	1.17±0.37
91~150	24	56.9±16.9 ⁺	89.2±6.20	1.38±0.34
Total	86	67.2±17.8	86.0±8.80	1.34±0.47
*p>0.05 ⁺ p<0.05				

Table 3. Relationships among Etiology of Scoliosis, Major Angle and % Predicted FVC

Etiology	Number	Major Angle	FVC, % Pred.
Idiopathic	44	72.2±18.6	69.1±15.7
Congenital(Osteogenic)	22	65.5±22.3	70.3±20.1
Poliomyelitis	14	101.4±29.1*	59.8±17.8 ⁺
Associated with Neurofibromatosis	5	—	—
Marfan's syndrome	1	—	—
*p<0.005 ⁺ p>0.05			

Cobb 각은 30도에서 150도의 범위를 보였으며(평균 76.1±25.0도) Cobb 각에 따라 3군으로 나눈 폐환기기능검사성적중 폐활량의 변화는 Cobb 각 30~60도 군에서 75.1%, 61~90도 군에서 67.9%, 91~150도 군에서 56.9%로 30~60도군과 61~90도 군은 통계상 유의한 차이가 없었지만(p>0.05) 91~150도군은 61~90도 군보다 유의한 폐활량의 감소를 보여(p<0.05) Cobb 각 정도에 따라 폐활량의 감소정도를 보였다(상관계수 r=-0.50, p<0.025, Table 2). 한편 폐쇄성 폐질환의 지표로 쓰이는 FEV_{1.0}/FVC 및 MEF₅₀/FVC 측정치는 3군 모두에서 정상범위였으며, FEV_{1.0}/FVC의 경우 70%미만인 경우가 30~60도 군에서 2예, 61~90도 군에서 3예, 총 5예(5.8%) 뿐이었고 60%미만인 예는 없었다.

척추측만의 穹隆部(convexity)의 좌·우에 따른 비교에서 우측 굴퓁부인 예가 53예, 좌측굴퓁부인 예가 33예로서 척추측만의 주각도(major angle)는 74.2±23.9도 및 78.3±26.2도로서 차이가 없었고(p>0.1) 폐활량도 67.0±14.7% 및 68.8±21.0%로서 차이가 없었다(p>0.1).

조사대상 척추측만증환자중에서 척추후굴(kyphosis)이 병존하는 17예는 척추측만만 있는 69예와 비교하여 측만각이 전자에서 77.6±25.1도, 후자에서 68.2±22.8도로서 차이가 없었고(p>0.1) 폐활량도 66.4±17.1%

및 72.7±17.7%로서 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.1).

다음으로 척추측만곡선의 척추상 위치에 따른 분류에서 척추측만각은 흉요추부 곡선군에서 85.9±28.9도로서 흉추부 곡선군의 70.8±20.5도 및 이중구조곡선(double structural curve)의 65.0±16.1도보다 높았지만(p<0.01 및 p<0.05) 폐활량은 흉요추부 곡선군에서 69.3±19.2%로서 흉추부 곡선군의 66.1±17.2% 및 이중구조곡선군의 69.2±10.3%와 차이가 없었다(p>0.1 및 p>0.1).

원인에 따른 분류는 특발성원인이 44예, 선천성이 22예, 소아마비성이 14예, 신경섬유증중에 관련된 예가 5예 그리고 Marfan 증후군이 1예였는데 소아마비성 척추측만군에서 특발성 및 선천성군과 비교하여 측만각은 컸고(각각의 p<0.005) 폐활량은 마비성군에서 감소경향은 있었지만 통계상 유의한 차이는 없었다(각각의 p>0.05, Table 3).

따라서 원인 및 측만곡선 형태별로 분류하여 특발성 흉추부측만군 27예에서는 측만각과 폐활량의 상관관계가 높았고(r=-0.59, Fig. 1) 측만각은 73.3±16.3도로서 특발성 흉요추부측만군의 74.6±23.8도와 차이가 없었으며(p>0.1), 폐활량도 66.6±16.1%로서 특발성 흉요추부측만군의 75.3±15.8% 보다 감소경향을 보였지만 통계적 차이는 없었다(p>0.05). 특발성 흉요추

Fig. 1. Percent of predicted FVC versus major angle in 27 subjects with idiopathic thoracic scoliosis.

Fig. 2. Percent of predicted FVC vs. major angle in subjects with scoliosis associated with poliomyelitis.

(○: thoracic, ●: thoracolumbar)

부측만군 12예에서 폐활량의 평균은 75.3%로 감소되었지만 측만각과 폐활량의 상관관계는 없었다.

선천성 척추측만군 22예는 흉추부곡선이 13예, 흉요추부곡선이 7예, 이중 구조곡선이 2예로서 특발성 척추측만군과 측만각 및 폐활량이 유의한 차이가 없었지만(각각의 $p > 0.1$, Table 3) 선천성 측만군내에서 측만각과 폐활량의 상관관계는 없었다. 마비성 척추측만군 14예는 12예가 흉요추부곡선으로서 측만각과 폐활량이 비교적 높은 상관관계를 보였다($r = -0.60$, Fig. 2).

2. 척추측만증의 수술전후 폐환기기능의 비교

조사대상자 28명의 평균연령은 수술전 14세, 수술후

Table 4. Pre- and Postoperative Comparison of Characteristics and Ventilatory Lung Function Test of 28 Subjects

	Preop.	Postop.	
Age(years)	14	17	
Angle(degrees)	78.3±25.2	37.8±15.3	
Height(cm)	151	157	
FVC(L)	2.10±0.80	2.48±0.61	p>0.05
FVC, % Pred.	67.1±13.7	71.8±11.3	
PF, % Pred.	66.3±24.0	75.3±15.7	p>0.05
FEV ₁ /FVC(%)	89.4±6.4	88.6±8.0	
MEF ₅₀ /FVC	1.45±0.41	1.45±0.40	
MEF ₇₅ /FVC	0.75±0.25	0.67±0.28	

Table 5. Pattern of Changes in FVC, % Predicted

Preop.	Postop.	
Normal, 11	Normal	9(82%)
	Aggravated	2(18%)
<80%, 17	Improved	7(41%)
	Stationary	9(53%)
	Aggravated	1(6%)

17세였으며(Table 4) 남녀비는 1:1.2였다.

원인별로는 특발성원인이 16예, 선천성이 7예, 소아마비성이 3예, 신경섬유종증과 관련된 예가 2예였고 측만곡선 형태별로는 흉추부곡선이 16예, 흉요추부곡선이 10예, 그리고 이중구조곡선이 2예였다.

수술전후 폐환기기능의 변화는 폐활량측정치의 평균이 2.1 liter에서 2.48 liter로 상승의 경향을 보였지만 통계적 유의성이 없었고($p > 0.05$), 연령, 성별 및 신장에 의한 예상치에 대한 폐활량의 백분율도 67.1%에서 71.8%로 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.1$, Table 4). 호기량의 지표들중에서는 FEV₁/FVC 및 MEF₅₀/FVC 측정치가 수술전후에 정상범위를 유지했고 MEF₇₅/FVC 측정치도 수술전후 차이가 없었으며($p > 0.1$), 최고호기속도(peak flow, % predicted)만이 66.3%에서 75.3%로 상승경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다($p > 0.05$, Table 4).

수술전 폐활량이 80% 이상이었던 11예중 9예에서 폐활량이 정상범위내로 유지되었고 2예에서 악화되었으며, 폐활량이 80%미만이었던 17예 중에서는 7예에서

10%이상 증가되었으며 9예에서 변화폭이 $\pm 10\%$ 였고 1예에서 10%이상 폐활량이 감소되어 전체적으로 28예 중 25예(89.3%)에서 수술후 폐활량이 향상 내지는 유지되었다(Table 5).

고 안

Bergofsky 등^{1,3)}은 척추측만증에 의한 흉곽변형이 폐용적을 감소시키고 탄성저항(elastic resistance)을 증가시키므로 work of breathing의 증가에 의한 호흡용량의 감소를 일으키고 폐포저호흡과 폐환기관류장애 및 폐확장장애에 의하여, 저산소혈증을 유발하며, 이는 연령의 증가와 더불어 과탄산혈증 및 폐용적감소에 따른 폐혈관압박으로 생긴 폐동맥고혈압 때문에 심폐부전을 일으킨다고 하였다.

척추측만증환자는 연령 및 굴곡의 증가에 따라 호흡곤란등의 증상을 대개 20 내지 30대에 보이며 사망원인의 80%가 폐성심으로 40대에 사망을 하게 되어 사망율은 일반인의 2배가 된다고 하였다⁴⁾. 따라서 척추측만증환자의 현상태, 진행 및 치료에 대한 반응등의 추적에 폐기능이 중요하고 이중 임상적 유용성이 있는 검사가 폐환기기능검사법 및 동맥혈가스분석법이라고 할 수 있다.

척추측만증환자의 폐기능소전은 전폐용량의 감소, 이중에서 잔기량에 비해 폐활량이 주로 감소하는 것으로 되어 있으며 흡기량의 감소에 따라 호기의 FVC는 감소하지만 호기속도는 폐용적감소에 따른 감소만 있을 뿐인 것으로 되어 있다¹¹⁾.

폐용적감소의 기전에 대하여는 Ting 등¹⁷⁾이 폐 및 흉벽의 압력—용적곡선으로 조사하여 전체 호흡계통(respiratory system)의 탄성(compliance)의 감소가 주로 흉벽탄성의 감소에 의한 것으로 설명한 바 있고 Caro 등¹⁸⁾은 7~15세의 소아연령인 척추측만증환자에서는 폐의 탄성만이 감소하며 이는 말초기도의 폐쇄에 기인하는 것으로서 흉벽탄성의 감소는 척추측만증의 후기합병증으로 설명한 바 있다. 최근 Cooper 등⁸⁾은 13~18세의 환자군에서 폐용적의 감소가 폐의 압력—용적곡선의 이동을 동반하며, 양압(positive pressure)에 의한 기계적호흡으로 기능적잔기폐기용적(functional residual capacity)에서의 흡기시 최고기도압이 감소되므로 흡기능력감소의 최소한 일부는 흉벽의 기계적결합(mechanical coupling)의 이상때문이라고 한 바 있다.

척추측만증환자는 척추의 이상굴곡으로 인해 기립신

장의 감소를 가져오며 이는 폐환기기능점사기대치의 감소를 일으키므로 폐활량분율의 감소를 과소평가하게 된다. 따라서 저자들은 수술전 척추측만증환자의 신장은 Cobb 각에 의해 교정을 한¹⁴⁾ 신장치를 사용하고 수술후 신장은 指極間長을¹⁶⁾ 사용하였으며, 이 두 방법은 Linderholm에 의해 일치됨이 증명된 바 있다¹⁹⁾.

척추측만증도의 척도인 Cobb 각에 따라서 60도이상 시 거의 항상 폐활량이 감소하고 90도이상일 때는 폐활량의 감소율이 더욱 높아져 호흡기증상 및 합병증을 유발하는 것으로 되어 있고²⁰⁾ 30~60도군에서도 폐활량이 감소될 수 있는 것으로 되어있는 데^{7,14,21)} 이는 저자들의 결과와도 일치한다(Table 2).

한편 FEV₁/FVC 및 MEF₅₀/FVC의 측정치는 각각 80%, 0.7²²⁾ 이상을 보여 흉부변형에도 불구하고 폐활량에 해당하는 환기량은 정상이라는 他^{1,23)} 보고와 일치되었다.

척추측만증은 척추의 회전으로 궁륭부쪽은 늑골이 후향이동을 하여 흉곽용적이 증가되고 陷沒(concavity)部는 늑골의 전방이동으로 前後적경이 감소하여 흉곽용적이 감소되므로 흉부 X선상 궁륭부쪽이 투명(lucet)하게 보인다는 점에서 최근 좌우肺의 국소적 환기 및 관류기능에 대하여 많은 조사^{24,25)}가 있어 왔으며, 함몰부쪽은 압박에 의해 늑간근의 회화동이 원인이 되어 기계적결손이 생기고 폐환기관류장애가 생기는 것으로 되어 있다²⁵⁾. 한편 좌·우肺의 용적은 심장중 중격구조물의 영향으로 차이가 나므로 궁륭부의 좌·우에 따른 폐활량을 비교해 보았지만 저자들의 예에서는 차이가 없었다. 척추후굴은 흉추부에서 최소 20도이상일 때 척추측만과 폐기능에 대하여 상승작용이 있는 것으로 알려져 있지만²⁸⁾ 저자들의 예에서는 17예의 척추후굴 40도이상군에서 유의한 차이를 볼 수 없었다. 이는 그 예수가 적었다는 점도 있겠지만 도리어 과도한 척추전만이 병존할 때 폐기능이 더 악화된다는 他²⁶⁾ 보고와도 관계가 있을 것으로 생각된다.

척추측만의 척추상위치에 따라 흉요추부곡선일 경우 특히 특발성일 때 폐활량이 정상이라는 보고²⁾도 있지만 저자들의 예에서는 특발성 흉요추부곡선군에서도 폐활량이 감소되었다(75.3%). 이에 대해서는 더 많은 수의 추시가 필요할 것으로 보인다. 선천성척추측만군은 그 원인이 되는 골병변이 편측 혹은 양측성으로 다양하기 때문에증 폐활량에 미치는 영향이 Cobb 각과는 상관되지 않는 것으로 생각되며, 마비성 척추측만의 경우 횡경막 혹은 늑간근의 마비 및 흉곽성장의 지연

에 의해 폐활량이 더 감소되고 Cobb 각과의 상관관계가 없다는 He^{11,21)} 보고들과 비교해 볼 때 저자들의 예에서는 폐활량은 특발성 혹은 선천성군과 차이가 없었고 Cobb 각만이 차이를 보였으며 Cobb 각과 폐활량의 상관관계가 비교적 좋은 결과를 보여 차이가 있지만 이는 마비부위의 고려가 없었다는 점에서 확실한 비교는 할 수 없었다.

저자들의 예에서 폐환기기능에 영향을 주는 여러 인자에 대한 조사를 해보았으나 폐포가 생후 수년에 5배까지 수의 증가를 보일 수 있고 대개 20세까지 성장이 끝난다는 점과²³⁾ 폐의 압박에 의하여 새로운 폐포의 성장장애 및 기존폐포벽의 퇴화를 보인다는 병리소견²⁷⁾에 비추어 볼 때 척추측만증의 개시(onset) 및 지속시간이 중요하므로 향후 이에 대한 고찰이 필요하리라고 보인다.

수술후 폐기능검사소견에 대하여는 Gucker 등²⁸⁾은 석고붕대 혹은 Milwaukee 보조기를 사용한 예에서 폐활량의 감소를 보고하였으며 그의 Westgate²⁹⁾, Makley 등²¹⁾도 폐기능이 악화된다고 보고한 바 있고 Shannon 등²⁵⁾은 폐환기기능에는 변화가 없다고 하였고 Lindh¹³⁾, Kumano 등³⁰⁾은 특히 Harrington 기구사용술로 폐활량의 향상을 보고하여 아직 결론이 없는 상태이다. 이는 치료방법 및 수술후 폐기능검사를 시행할 때까지의 기간에 따른 영향도 있어서³²⁾ 저자들의 예에서는 Harrington 기구사용술 후에 Risser 석고붕대를 착용하는 기간을 9개월내로 하고 최소 1년 이상의 수술후 경과한 다음에 폐환기기능검사를 시행하였다.

저자들의 예에서는 폐활량 및 그 백분율이 통계적으로 유의한 상승을 보이지는 않았지만(Table 4) 28예중 25예(89.3%)에서 폐활량이 향상 내지는 유지되었다는 점을 생각하면 Harrington 기구사용술등의 치료가 최소한 성장 및 연령증가에 따른 굴곡의 심화에 의해 폐기능이 악화되는 것을 막는 효과가 있었다고 볼 수 있다.

한편 호기의 지표인 FEV₁, MEF₆₀등이 FVC에 대한 백분율로 보았을 때 수술前後 호기능력을 평가하는 방법으로 유용하게 사용할 수 있었으며, 최고호기속도에 대해 최근 Cooper 등³¹⁾이 수술후 호흡력의 증가 혹은 work of breathing의 감소로 최고호기속도가 증가된다는 보고를 한것에 비추어 저자들의 예에서는 최고호기속도가 유의한 증가를 보이지는 않았지만 추시가 필요하리라고 여겨진다.

결 론

서울대학교병원 정형외과에서 교정수술을 받은 척추측만증환자 86명의 수술前 폐환기기능검사결과 및 폐환기기능의 수술前·後의 비교(28예)에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 폐활량은 평균 67.2%로서 감소를 보였으며 FEV₁/FVC 및 MEF₆₀/FVC는 정상범위였다.

2) Cobb 각과 폐활량은 상관관계를 보였으며($r = -0.50$, $p < 0.025$), 특히 특발성 흉추부 척추측만증 및 마비성 척추측만증에서 좋은 상관관계를 보였다.

3) 평균폐활량은 Cobb 각 60도以下군에서도 감소를 보였다(75.1%).

4) 중흉부의 좌·우 및 척추후굴에 의한 폐기능의 영향은 없는 것으로 보였다.

5) Cobb 각 및 폐활량은 척추측만증의 원인 및 곡선 형태에 영향을 받았다.

6) 수술후 폐기능은 28예중 25예(89.3%)에서 폐활량이 좋아지거나 변함이 없었다.

REFERENCES

- 1) Bergofsky, E.H.: Respiratory failure in disorders of the thoracic cage. *Am. Rev. Respir. Dis.*, **119**:643-649, 1979.
- 2) Weinstein, S.L., Zavala D.C. and Ponseit, I. V.: Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J. Bone Joint Surg.*, **63A**:702-11, 1981.
- 3) Bergofsky, E.H., Turino, G.M. and Fishman, A.P.: Cardiorespiratory failure in kyphoscoliosis. *Medicine (Baltimore)* **38**:263-317, 1959.
- 4) Nachemson, A.: A long-term follow-up study of nontreated scoliosis. *Acta Orthop. Scand.* **39**:466-76, 1968.
- 5) Kane, W.J.: Prevalence of scoliosis. *Clin. Orthop.* **126**:43, 1977.
- 6) Bjure, J., Grimby, J., Kasalicku, M., Lindh, M. and Nachemson, A.: Respiratory impairment and airway closure in patients with untreated idiopathic scoliosis. *Thorax*, **25**:451-6, 1970.
- 7) Weber, B., Smith, J.P., Briscoe, W.A., Fried-

- man, S.A. and King, T.K.C.: Pulmonary function in asymptomatic adolescents with idiopathic scoliosis. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 111:389-97, 1975.
- 8) Cooper, D.M., et al.: Respiratory mechanics in adolescents with idiopathic scoliosis. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 130:16-22, 1984.
 - 9) Brink, K.D.V. and Edmonson, A.S.: The spine. In: Edmonson A.S., Crenshaw A.H., eds., *Campbell's operative orthopaedics*. St. Louis: C.V. Mosby Company, 2009-2072, 1980.
 - 10) Kafer, E.R.: Idiopathic scoliosis: mechanical properties of the respiratory system and the ventilatory response to carbon dioxide. *J. Clin. Invest.* 55:1153-63, 1975.
 - 11) Kafer, E.R.: Respiratory function in paralytic scoliosis. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 110:450-457, 1974.
 - 12) White, A.A., et al.: The clinical biomechanics scoliosis. *Clin. Orthop.* 118:100-111, 1976.
 - 13) Goldstein, L.A. and Waugh, T.R.: Classification and terminology of scoliosis. *Clin. Orthop.* 93:10-22, 1973.
 - 14) Lindh, M. and Bjure, J.: Lung volumes in scoliosis before and after correction by the Harrington instrumentation method. *Acta Orthop. Scand* 46:934-948, 1975.
 - 15) Knudson, R.J., Slatin, R.C., et al.: The maximal expiratory flow-volume curve. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 113:587-600, 1976.
 - 16) 심영수, 조수현 : 척추후측만곡환자의 폐기능에 관한 연구. — I. 指極間長을 사용한 정상신장 예측법 — *최신헌학*, 27(5)67-71, 1984.
 - 17) Ting, E.Y. and Lyons, H.A.: The relation of pressure and volume of the total respiratory system and its components in kyphoscoliosis. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 89:379-386, 1964.
 - 18) Caro, C.G. and Dubois, A.B.: Pulmonary function in kyphoscoliosis. *Thorax*. 16:282-90, 1961.
 - 19) Linderholm, H. and Lindgren, U.: Prediction of spirometric values in patients with scoliosis. *Acta Orthop. Scand.* 49:469, 1978.
 - 20) Whitelaw, W.A.: Disorders of the respiratory pump In: Guenter C.A., Welch, M.H., eds., *Pulmonary Medicine*. Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 224:226, 1982.
 - 21) Makley, J.T.: Pulmonary function in paralytic and non-paralytic scoliosis before and after treatment. *J. Bone Joint Surg.*, 50A:1379-1389, 1968.
 - 22) 김예원, 노용호, 한성구, 강홍모, 김건열, 한용천 : 폐환기 기능검사에 대하여 — volume corrected MEF₅₀의 진단적 가치에 대하여 — *대한내과학회잡지*, 124:1139, 1981.
 - 23) Iozzo, A., Cosentino, P., Ghai, P.C. and Garbagni, R.: Alveolar-arterial gradients and small airways in kyphoscoliosis. *Respiration*, 44:314-320, 1983.
 - 24) Siegler, D. and Zorab, P.A.: The influence of lung volume on gas transfer in scoliosis. *Br. J. Dis. Chest*, 76:44, 1982.
 - 25) Shannon, D.C., Reseborough, E.J. and Kazemi, H.: Ventilation perfusion relationships following correction of kyphoscoliosis. *J.A.M.A.* 217:579-584, 1971.
 - 26) Winter, R.B., et al.: Excessive thoracic lordosis and loss of pulmonary function in patients with idiopathic scoliosis. *J. Bone Joint Surg.*, 57A:972-977, 1975.
 - 27) Reid L.: Pathological changes in the lungs in scoliosis. In: Zorab, P.A., ed., *Scoliosis*, London: Heinemann Medical, 67:86, 1969.
 - 28) Gucker, T.: Changes in vital capacity in scoliosis: preliminary report on effects of treatment. *J. Bone Joint Surg.*, 44A:469-481, 1962.
 - 29) Westgate, H.D. and Moe J.H.: Pulmonary function in kyphoscoliosis before and after correction by Harrington instrumentation method. *J. Bone Joint Surg.*, 51A:935-946, 1969.
 - 30) Kumano, K. and Tsuyama, N.: Pulmonary function before and after surgical correction of scoliosis. *J. Bone Joint Surg.*, 64A:242-248, 1982.