□ 원 저 □

건강한 대학생에서 앙와위때의 폐환기기능 성적

전남대학교 의과대학 내과학교실

최인선 · 김영철 · 김정일 · 양재범

이 신 석 · 박 재 희 · 박 경 옥

= Abstract =

Spirometry on Supine position in Young Healthy Students

In Seon Choi, M.D., Yung Chul Kim, M.D., Jung Il Kim, M.D., Jae Bum Yang, M.D.

Sin Seok Lee, M.D., Jae Hee Park, M.D. and Kyung Ok Park, M.D.

Department of Internal Medicine, Chonnam University, Medical School, Chonnam, Korea

The pulmonary functions on sitting and supine positions were measured in 31 young healthy students for the induction of the regression equation of predicted value on sitting position from the measured value on supine position.

The results were as follows:

1) The spirometric values were progressively decreased from sitting position to just after supine position and to one hour after supine position.

2) The decrease of forced expiratory flow rate was greater than that of the forced vital capacity.

3) FEV_1 (sitting) = $0.7234FEV_1$ (supine) + 34.8489

FVC (sitting) = $0.7471FVC$ (supine) + 26.7993

FEV_1/FVC (sitting) = $0.6826FEV_1/FVC$ (supine) + 33.6447

$\dot{V}_{max50\%}$ (sitting) = $0.8834\dot{V}_{max\%}$ (supine) + 30.6086

서 론

폐환기기능은 흔히 좌위에서 측정하여 대표치로 이용하는데, 입위¹⁾ 또는 앙와위^{2,3)}로 체위를 변화시켰을 때는 그 성적에 상당한 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 정상인들을 대상으로 좌위에서 폐환기기능을 측정하여 성별, 연령, 신장 등을 변수로 한 추정정상치를 위한 회귀방정식을 구한 논문들은 저자들 교실의 이전 논문들^{4,5)}을 비롯하여 국내외⁶⁻⁹⁾에 많이 있으나 앙와위에서 폐환기기능측정을 해야 하는 경우들에서 필요한 추정정상치에 관한 연구는 없는 것으로 보인다.

앙와위로 했을 때 폐기능은 중력의 영향으로 내려가 있던 횡격막이 누우면 상부로 밀리기 때문에 주로 호기

예비량(expiratory reserve volume, ERV)이 감소되지만¹⁰⁾ 폐혈액량의 증가로 인해 폐탄성반도의 감소¹¹⁾, 소기도폐색^{3,12)}을 초래할 수도 있으므로 앙와위에서의 정상폐기능 성적은 앙와위로 취한 후 시간에 따라 폐혈액량의 증가정도에 의하여 차이가 있을 것이고, 따라서 앙와위에서 정상폐기능을 측정하는 것은 사실상 곤란한 것으로 보인다.

이에 저자들은 앙와위에서의 정상치를 직접 측정하는 대신으로 앙와위에서의 환자의 폐기능을 좌위에서의 추정치로 바꾸어 평가할 수 있도록 하기 위해 건강한 사람에서 좌위와 앙와위에서의 폐환기기능성적 변화를 관찰하였으며, 앙와위성적으로부터 좌위성적을 추정하는 회귀방정식을 구하여 보고한다.

대상 및 방법

대상은 1989년 3월부터 6월까지 전남대학교 의과대학 학생으로서 전남대학병원 호흡기내과에 임상실습을 나온 건강한 남녀 31명이었으며, 이들의 신체적 특성은 Table 1과 같았다.

방법은 식사후 적어도 한시간 이상 지난 상태에서 저자들 교실에서 이전에 발표한 것과 같은 방법^{4,5)}으로 좌위에서 3회 이상 노력성 폐활량수기법(FVC maneuver)에 의한 최대호기류용적곡선을 얻었으며, American Thoracic Society (ATS) 기준¹³⁾에 들어맞는 3개 이상의 곡선 중에서 Intermountain Thoracic Society (ITS) 기준¹⁴⁾에 의해 가장 좋은 성적을 대표치로 선택하였다. 양와위로 바꾼 후 바로 똑같은 방법에 의해 성적을 얻었고 계속 누워 있는 상태에서 1시간후 다시 성적을 얻었다. 성적의 표현은 저자들 교실의 추정정상치를 위한 회귀방정식^{4,5)}을 이용하여 예상치의 백분율로 표현하였고, 추정 정상치를 위한 검사는 미국 Gould사의 1000 IU pulmonary Function Laboratory를 이용한데 비해 본 연구는 일본 Minato의 Autospiro AS 500을 이용하였기 때문에 두가지 기계로 동시에 측정했던 성적으로부터 구한 보정계수로 보정하였다.

기관지확장제에 의한 폐기능의 변화가 기류속도의 증가를 주로 하는 경우(flow responder)와 폐활량의 증가를 주로 하는 경우(volume responder)가 있는 것으로 보고한 Pare 등¹⁵⁾의 방법에 따라 좌위로부터 양와위로의 체위변화에 의한 폐기능의 저하가 기류속도의 저하를 주로 하는지 폐활량의 저하를 주로 하는지 보기 위하여 체위변화후의 FEV1과 FVC의 변화폭비율(Δ FEV1/ Δ FVC)을 계산하였으며, FEV1/FVC 비율의 기초성적에 대한 백분율변화($\% \Delta$ FEV1/FVC)를 보는 방법¹⁶⁾으로도 해보았다.

Table 1. Characteristics of Subjects

	Male	Female
No. of Subjects	21	10
Age	25.0 $\pm$ 1.8	24.1 $\pm$ 0.7
Height	170.1 $\pm$ 3.9	159.0 $\pm$ 5.5
	mean $\pm$ SD	

성적의 통계적 처리는 paired t test와 Pearson's correlation에 의하였으며, 유의성은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

양와위에서의 폐기능성적은 좌위때 FEV1 99.7 $\pm$ 9.6%에 비해 양와위 직후 93.1 $\pm$ 9.4%로 유의하게 저하되었으며 ($p < 0.001$), 양와위 1시간 후에는 89.7 $\pm$ 11.1%로서 양와위 직후에 비해서도 유의하게 저하되었다 ($p < 0.001$). FVC와 $\dot{V}_{max50\%}$ 도 마찬가지로 좌위에 비해 양와위 직후에, 양와위 직후보다 1시간 후에 더 현저하게 저하되었을 뿐 아니라 FEV1/FVC 비율도 유의한 저하를 보였다(Table 2).

Table 2. Lung Function Measurement (Mean $\pm$ SD) at Sitting and Supine Position

	Sitting	Supine	
		0 Time	1 Hour
FEV1	99.7 $\pm$ 9.6	93.1 $\pm$ 9.4***	89.7 $\pm$ 11.1***
FVC	94.0 $\pm$ 9.9	92.5 $\pm$ 10.4*	90.0 $\pm$ 11.6***
FEV1/FVC	93.9 $\pm$ 4.4	89.2 $\pm$ 4.8***	88.3 $\pm$ 4.4**
$\dot{V}_{max50\%}$	113.8 $\pm$ 20.9	100.3 $\pm$ 20.0***	94.2 $\pm$ 18.8**

* Data except FEV1/FVC were expressed as percent of predicted value.

Significance : Supine 0 time ; vs Sitting.

Supine 1 hour ; vs Supine 0 time.

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

*** $p < 0.001$

Fig. 1. Percent fall of lung function measurements after change of body position from sitting to supine in 31 subjects.

Fig. 2. Pattern of lung function decrement after change of body position from Sitting to Supine.

FR : Flow Responder, VR : Volume Responder.

$$\% \Delta \text{FEV1/FVC} = \frac{\text{FEV1/FVC (Sitting)} - \text{FEV1/FVC (1 hour Supine)}}{\text{FEV1/FVC (Sitting)}}$$

$$\Delta \text{FEV1} / \Delta \text{FVC} = \frac{\text{FEV1 (Sitting)} - \text{FEV1 (1 hour Supine)}}{\text{FVC (Sitting)} - \text{FVC (1 hour Supine)}} \times H \text{ type:}$$

폐기능의 저하정도는 좌위에 대한 백분율변화가 양와위 직후 FVC $-1.6 \pm 4.2\%$, FEV1/FVC $-5.0 \pm 3.8\%$, FEV1 $-6.6 \pm 4.9\%$, $\dot{V}_{\text{max50\%}}$ $-11.4 \pm 11.2\%$ 이었으며, 양와위 1시간 후에는 FVC $-4.4 \pm 6.5\%$, FEV1/FVC $-5.5 \pm 3.6\%$, FEV1 $-10.1 \pm 6.6\%$, $\dot{V}_{\text{max50\%}}$ $-16.7 \pm 11.1\%$ 이었다(Fig. 1).

좌위로부터 양와위로의 체위변화에 의한 폐기능저하의 양상을 보기 위하여 양와위 1시간후의 FEV1과 FVC의 변화폭비율($\Delta \text{FEV1} / \Delta \text{FVC}$)을 보았을 때 비율이 1 이상으로서 FEV1의 변화폭이 FVC 보다 큰 flow responder가 25예로 80.6%를 차지하였으며, FEV1/FVC 비율이 증가된 경우를 flow responder로 보는 방법으로는 30예(96.8%)에서 flow 변화가 volume 변화보다 더 크게 나타났다(Fig. 2).

양와위 1시간후의 FEV1과 좌위에서의 FEV1은 좋은 상관관계에 있었으며($r=0.83$, Fig. 3), FVC, FEV1/FVC, $\dot{V}_{\text{max50\%}}$ 도 모두 좋은 상관관계에 있었다(Table

Fig. 3. One hour supine value of lung function (FEV1) compared to sitting value in 31 normal subjects.

3). 따라서 양와위 1시간후 폐기능성적으로부터 좌위의 폐기능을 추정하는 회귀방정식을 구하였으며 Table 3과 같았다.

Table 3. Prediction Equations for Normal Spirometric Value Using 1 hour Supine Values

Equations	r	SEE
FEV1 = $0.7234 \times \text{FEV1-S*} + 34.8489$	0.83	5.394
FVC = $0.7471 \times \text{FVC-S*} + 26.7993$	0.88	4.813
FEV1/FVC = $0.6826 \times \text{FEV1/FVC-S*} + 33.6447$	0.69	3.206
$\dot{V}_{\text{max50\%}}$ = $0.8834 \times \dot{V}_{\text{max50\%}}\text{-S*} + 30.6086$	0.79	12.945

* One Hour Supine Value

고 안

ATS¹³⁾나 ITS¹⁴⁾는 표준폐활량측정법으로서 좌위나 입위를 추천하고 있고 양와위에 대한 언급은 하고 있지 않으나, 외상 등으로 인해 앓을 수 없고 누워 있어야만 하는 일부 환자들의 폐기능을 정확히 평가하기 위해서는 양와위에서의 추정정상치가 대조를 위해 필요할 것이다. 그러나 양와위에서의 폐기능은 중력의 영향으로 내려가 있던 횡격막이 누울 때 상부로 밀려서 호기에비량이 저하될 뿐 아니라¹⁰⁾ 폐혈액량의 증가로 인해서도 영향을 받기 때문에¹¹⁾ 계속적으로 누워 있는 환자와 같은 정도로 폐혈액양은 갖는 정상대조군의 폐기능성적을 얻어야만 할 것이나 폐혈액량은 양와위로 취한 후의 시간 경과에 의해 영향을 받기 때문에 사실상 대조를 위한 정확한 양와위의 정상폐기능의 측정은 곤란한 것으로 보인다. 따라서 양와위에서의 정상치를 직접 측정하여 환자의 양와위에서의 성적을 비교하는 기준으로 삼는 대신에 환자의 양와위성적으로부터 좌위성적을 간접적으로 대강 추정하는 방법을 이용해 볼 수 있겠다. 역으로 좌위 정상치로부터 양와위정상치를 추정하여 환자의 양와위 성적의 기준으로 삼는 것도 예상치의 백분율로 표현했을 때는 마찬가지로 결과이지만, FEV1이 몇 liter 하는 식으로 실측치로 표현할 때는 기존의 기준에 측정치를 비교하는 것이 기준을 변화시킴으로써 오는 혼란을 피할 수 있는 좋은 방법일 것으로 생각된다.

양와위로 했을 때의 폐기능은 양와위 직후에 좌위보다도, 그리고 양와위 1시간 후에 양와위 직후보다 유의하게 저하되었으며, 좌위로부터 1시간후 폐기능의 저하정도는 평균 FEV1 -10.1%, FVC -4.4%, FEV1/FVC -5.9%, $\dot{V}_{max50\%}$ -16.7%이었다. 이등¹⁷⁾의 성적은 천식환자에서 PEFR이 좌위 253 L/min에서 양와위 1시간후 181 L/min로 -28.9% 저하되었으나($p < 0.01$), 정상인에서는 385 L/min에서 357 L/min로 -7.3% 저하되었는데 통계적 의의가 없었다고 하였다. 그러나 이 성적은 PEFR의 재생성이 낮은 것으로 알려져 있기 때문에 의의없게 나왔을 수 있겠다. Behrakis 등³⁾의 성적은 VC가 5.24 L에서 5.14 L로 -1.9% 밖에 저하되지 않아서 유의한 차가 없었고 Boren 등¹⁰⁾은 VC가 약간의 저하만 보인다고 하였다. 그러나 이들의 성적은 양와위후 측정된 시간기록이 없어서 저자들의 양와위 직

후 FVC가 -1.6%밖에 저하되지 않은 것과 마찬가지로의 결과를 보였을 가능성이 있으며, 또한 저자들이 측정된 폐활량은 FVC이기 때문에 양와위에서 생긴 소기도의 폐색에 의하여 노력성 폐활량수기법에 의한 성적이 VC보다 낮게 나왔을 수 있다. 기도폐색이 있을 때 FVC가 VC보다 낮게 나타날 수 있는 것으로 잘 알려져 있고¹⁸⁾, 양와위에서 소기도의 폐색이 동반되는 것으로 보고되었다^{3,11)}. 저자들과 같은 방법으로 검사한 성적은 없어서 비교할 수 없으나 Linderholm²⁾은 ERV가 좌위 1.84에서 양와위 0.92 L로 -50.0%, dynamic compliance (Cdyn)는 0.230에서 0.200 L/cmH₂O로 -13.0%, lung resistance (RL)는 1.44에서 2.17 cmH₂O/L/sec로 50.7% 증가되었으며, Behrakis³⁾은 Cdyn가 0.210에서 0.160 L/cmH₂O로 -23.8%, RL는 1.78에서 2.50 cmH₂O/L/sec로 40.4% 증가되었다고 하였다. 즉 ERV와 Cdyn의 감소에 의한 폐활량의 감소, RL의 증가에 의한 기류속도의 감소를 추정할 수 있겠고, 따라서 양와위에서의 폐기능은 좌위에서보다 저하되는 것이 분명한 것으로 보인다.

그러나 이등¹⁷⁾의 성적에서처럼 천식환자에서는 양와위에서 정상보다 더 심한 PEFR의 저하를 보이기 때문에 저자들의 정상인을 대상으로 한 체위에 의한 변화폭과 환자들의 체위에 의한 것과는 차이가 있을 수 있음을 고려해야 할 것이다. 좌심기능부전이 있는 환자들에서 methacholine에 대한 과민반응이 증가되어 있는 것으로 보고되었으며¹⁹⁾, 기도벽의 비후화가 일부 과민반응에 관계되는 것으로 보이므로²⁰⁾ 양와위에서 좌심기능부전 환자들의 기도과민반응증가로 인한 기도수축으로 오는 폐기능의 저하도 고려해야 할 것이고, 연령의 증가에 따른 폐쇄용적(closing volume)의 증가¹²⁾가 있으므로 연령도 고려해야 할 인자로 생각된다. 차후 이런 요소들을 감안한 보정계수를 구해 볼 필요가 있겠으나 정상인을 대상으로 한 저자들의 성적 이상의 폐기능저하를 환자들에서 추정할 수 있을 것으로 사료된다.

양와위 때 폐기능의 변화는 폐용적보다 기류속도의 저하가 더 심하여 FEV1/FVC 비율도 저하되었으며, Pare 등¹⁵⁾의 방법에 따라 기류속도의 변화가 용적변화보다 큰 경우를 기류반응군으로 했을 때 대부분 기류반응군으로 나타났다. 이것은 기류속도는 폐용적감소에 의한 영향뿐 아니라 폐혈액량의 감소에 의한 폐탄성반도의 저하¹¹⁾와 소기도폐색에 의한 기도저항증가^{3,12)}가 작

용하기 때문에 보인다.

결 론

양와위에서 폐기능을 측정해야 하는 환자들의 성적을 좌위에서의 추정치로 바꾸는 회귀방정식을 구하기 위해 건강한 대학생 31명을 대상으로 좌위와 양와위에서 폐환기기능성적을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 좌위성적에 비해 양와위 직후 FEV1은 -6.6%, FVC -1.6% 저하되었으며, 양와위 1시간후에는 FEV1 -10.1%, FVC -4.4%가 저하되었다.

2) FEV1/FVC도 저하되었으며, Δ FEV1/ Δ FVC도 주로 기류속도의 변화가 큰 형태로 나타났다.

3) 양와위 1시간후의 폐기능으로부터 좌위 폐기능을 구하는 공식은

$$FEV1 = 0.7234FEV1 - S + 34.8489$$

$$FVC = 0.7471FVC - S + 26.7993$$

$$FEV1/FVC = 0.6826FEV1/FVC - S + 33.6447$$

$$\dot{V}_{\max 50\%} = 0.8834 \dot{V}_{\max 50\%} - S + 30.6086$$

그러나 환자에서의 양와위시 폐기능저하 정도는 정상인에서와는 다를 수 있으므로 이에 대한 추후 연구가 필요한 것으로 사료되었다.

REFERENCES

- 1) Townsend MC: Spirometric forced expiratory volumes measured in the standing versus the sitting posture. *Am Rev Respir Dis* **130**:123, 1984
- 2) Linderholm H: Lung mechanics in sitting and horizontal postures studied by body plethysmographic methods. *Am J Physiol* **104**:85, 1963
- 3) Behrakis PK, Baydur A, Jaeger MJ, Milic-Emili J: Lung mechanics in sitting and horizontal body positions. *Chest* **83**:643, 1983
- 4) 최인선, 김재민, 박정옥, 박경옥: 비흡연건강인의 최대호기류용적곡선의 추정정상치. *대한내과학회잡지* **27**:192, 1984
- 5) 김재민, 정은택, 정원재, 박정옥, 최인선, 박경옥: 노력성 호기곡선에 의한 폐기능검사의 추정정상치에 관한 연구. *결핵 및 호흡기질환* **31**:2, 1984
- 6) 조동규, 박희명: 환기력학검사의 추정정상치에 관한 연구 I. 노력성 호기곡선의 분석을 중심으로. *대한의학협회지* **23**:715, 1980
- 7) 정태훈, 전재은, 이장백, 박희명: 환기력학검사의 추정정상치에 관한 연구 II. 최대호기류용적곡선의 분석을 중심으로. *대한의학협회지* **23**:985, 1980
- 8) Morris JF, Koski A, Johnson LC: Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. *Am Rev Respir Dis* **103**:57, 1971
- 9) Ferris BG Jr, Anderson DO, Zickmantel R: Prediction values for screening tests of pulmonary function. *Am Rev Respir Dis* **91**:252, 1965
- 10) Boren HG, Kory RC, Syner LCJC: The Veterans administration-army cooperative study of pulmonary function. II. The lung volume and its subdivisions in normal men. *Am J Med* **41**:96, 1966
- 11) Agostoni E, Mead J: Statics of the respiratory system. In: Fenn WO, Rahn H, eds, *Handbook of physiology*. p387. Washington DC, American Physiologic Society, 1965
- 12) Leblanc P, Ruff F, Milic-Emili J: Effects of age and body position on "airway closure" in man. *J Appl Physiol* **28**:448, 1970
- 13) American Thoracic Society: Standardization of spirometry-1987 update. *Am Rev Respir Dis* **136**:1285, 1987
- 14) Morris AH, Kanner RE, Crapo RO, Gardner RM: Clinical pulmonary function testing. A manual of uniform laboratory procedures. 2nd ed. Salt Lake City. Intermountain Thoracic Society, 1984
- 15) Pare' PD, Lawson LM, Brooks LA: Patterns of response to inhaled bronchodilators in asthmatics. *Am Rev Respir Dis* **127**:680, 1983
- 16) 김영철, 최인선, 김정일, 양재범, 박경옥: 기관지천식에 있어서 기관지확장제에 대한 반응 양상에 관한 연구. *대한내과학회잡지* **38**:495, 1990
- 17) 이경희, 김태년, 김필영, 현명수, 이영현, 정재천, 이현우: 야간성 기관지천식환자에서 체위에 따른 peak expiratory flow rate의 변화와 그 기전에 관한 고찰. *대한내과학회잡지* **34**:789, 1988
- 18) Murray JF: Respiratory structure and function. In: Wyngaarden JB, Smith LH, eds, *Cecil textbook of medicine*. 18th ed, p395, Philadelphia, WB Saunders Co, 1988
- 19) Cabanes LR, Weber SN, Matran R, Regnard J, Richard MO, Degeorges ME, Lockhart A: Bronchial hyperresponsiveness to methacholine in patients with impaired ventricular function. *N Engl J Med* **320**:1317, 1989
- 20) Moreno RH, Hogg JC, Pare' PD: Mechanics of airway narrowing. *Am Rev Respir Dis* **133**:1171, 1986