

## 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 M-mode 초음파로 측정한 횡격막 운동

전남대학교 의과대학 내과학교실

임성철, 장일권, 박형관, 황준화, 강유호, 김영철, 박경옥

= Abstract =

### M-mode Ultrasound Assessment of Diaphragmatic Excursions in Chronic Obstructive Pulmonary Disease : Relation to Pulmonary Function Test and Mouth Pressure

Sung-Chul Lim, M.D., Il-Gweon Jang, M.D., Hyeong-Kwan Park, M.D.,  
Jun-Hwa Hwang, M.D., Yu-Ho Kang, M.D., Young-Chul Kim, M.D., Kyung-Ok Park, M.D.

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

**Background :** Respiratory muscle interaction is further profoundly affected by a number of pathologic conditions. Hyperinflation may be particularly severe in chronic obstructive pulmonary disease(COPD) patients, in whom the functional residual capacity(FRC) often exceeds predicted total lung capacity(TLC). Hyperinflation reduces the diaphragmatic effectiveness as a pressure generator and reduces diaphragmatic contribution to chest wall motion. Ultrasonography has recently been shown to be a sensitive and reproducible method of assessing diaphragmatic excursion. This study was performed to evaluate how differences of diaphragmatic excursion measured by ultrasonography associate with normal subjects and COPD patients.

**Methods :** We measured diaphragmatic excursions with ultrasonography on 28 healthy subjects(16 medical students, 12 age-matched control) and 17 COPD patients. Ultrasonographic measurements were performed during tidal breathing and maximal respiratory efforts approximating vital capacity breathing using Aloka KEC-620 with 3.5 MHz transducer. Measurements were taken in the supine posture. The ultrasonographic probe was positioned transversely in the midclavicular line below the right subcostal margin. After detecting the right hemidiaphragm in the B-mode the ultrasound beam was then positioned so that it was approximately parallel to the movement of middle or posterior third of right diaphragm. Recordings in the M-mode at this position were made throughout the test. Measurements of diaphragmatic excursion on M-mode tracing were calculated by the average gap in 3 times-respiration cycle. Pulmonary function test(SensorMedics 2800), maximal inspiratory(P<sub>I</sub>max) and expiratory mouth pressure(P<sub>E</sub>max, Vitalopower KH-101, Chest) were measured in the seated posture.

**Results :** During the tidal breathing, diaphragmatic excursions were recorded  $1.5 \pm 0.5\text{cm}$ ,  $1.7 \pm 0.5\text{cm}$  and  $1.5 \pm 0.6\text{cm}$  in medical students, age-matched control group and COPD patients, respectively. Diaphragm excursions during maximal respiratory efforts were significantly decreased in COPD patients ( $3.7 \pm 1.3\text{cm}$ ) when compared with medical students, age-matched control group ( $6.7 \pm 1.3\text{cm}$ ,  $5.8 \pm 1.2\text{cm}$ ,  $p < 0.05$ ). During maximal respiratory efforts in control subjects, diaphragm excursions were correlated with FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEF, PIF, and height. In COPD patients, diaphragm excursions during maximal respiratory efforts were correlated with PEmax(maximal expiratory pressure), age, and %FVC. In multiple regression analysis, the combination of PEmax and age was an independent marker of diaphragm excursions during maximal respiratory efforts with COPD patients.

**Conclusion :** COPD subjects had smaller diaphragmatic excursions during maximal respiratory efforts than control subjects. During maximal respiratory efforts in COPD patients, diaphragm excursions were well correlated with PEmax. These results suggest that diaphragm excursions during maximal respiratory efforts with COPD patients may be valuable at predicting the pulmonary function. (Tuberculosis and Respiratory Diseases 1998, 45 : 736-745)

**Key words :** Diaphragmatic excursion, Ultrasonography, Chronic obstructive pulmonary disease.

## 서 론

호흡운동에서 흡기는 능동적 수축에 의해서 이루어지고 호기는 폐와 흉벽의 탄성 복원력(elastic recoil power)에 의해서 수동적으로 이루어진다. 흡기에 주로 관여하는 근육은 횡격막으로 75%를 담당하며 이외에 외늑간근과 내늑간근의 일부인 측흉골근이 관여한다<sup>1)</sup>. 그러나 만성폐쇄성 폐질환 환자에서는 기도 폐쇄가 심할수록 흡기 근육 중에서 횡격막 운동은 감소하고 보조근들의 역할이 증대된다<sup>2-4)</sup>.

흡기근들의 수축 강도는 식도와 위를 통해서 압력 측정기를 넣어 간접적으로 측정되는데 만성폐쇄성 폐질환 환자에서는 환자의 순응도가 좋지 않아 이러한 침습적인 방법으로는 한계가 있다. 지금까지 비침습적인 방법으로 초음파를 이용하여 횡격막이 마비되었거나 호흡부전에 빠진 환자에서 흡기와 호기시에 횡격막의 두께 변화나 횡격막의 이동거리를 측정하여 임상적 의의를 찾으려는 시도는 있었으나<sup>5,6)</sup> 만성폐쇄성 폐질환 환자와 정상인과의 횡격막 운동 차이와 그 의의에 대해서 조사 보고된 경우는 많지 않은 것으로 생각된다. 물론 초음파로 단순히 횡격막의 운동을 관찰한다

는 것이 검사자간의 차이, 검사 시기에 따른 차이등 한계가 있으리라 사료되나 비침습적이라는 장점과 흡기근 중에서 중요한 역할을 담당하는 횡격막 운동을 정량화 시킬 수 있다는 점을 고려해보면 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 횡격막 운동의 측정은 본 질환의 병태생리를 이해하는데 많은 도움이 있을것으로 기대된다.

저자들은 이러한 배경을 바탕으로 기능적 잔폐용량에서 최대 호흡까지의 횡격막의 이동 거리를 초음파로 측정하여 정상인과 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 폐기능검사, 최대 흡기압, 최대 호기압등과의 상호관계를 비교 분석하여 횡격막 운동이 만성 폐쇄성 폐질환의 병태 생리에 미치는 영향을 검토하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

정상적인 폐기능을 가지고 있으면서 폐질환의 과거력이 없는 의과대학생 16명(대조군 A)과 연령을 고려한 대조군 12명(대조군 B)등 28명(남자 26명, 여

자 2명)을 대조군으로 하였다.

만성 폐쇄성 폐질환 환자는 남자 17명을 대상으로 하였으며 만성기관지염은 1년에 3개월간 연속 2년동안 기침 및 객담이 있는 경우로 하였고, 폐기종은 흉부 단순방사선이나 흉부 전산화 단층 촬영으로 확인하였다. 만성폐쇄성 폐질환의 폐기능 검사상 진단기준은 폐기능 계측치에 따라 1초간 노력성 호기량/노력성 폐활량(forced expiratory volume in 1 second/forced vital capacity,  $FEV_1/FVC$ )이 70% 이하, 폐활량(vital capacity, VC)이 추정 정상치의 80% 이상, 기관지 확장제 흡입후  $FEV_1$ 의 변이성이 10% 이하인 경우로 하였다. 만성폐쇄성 폐질환은 미국 흉부 학회(American Thoracic Society; ATS)분류<sup>7)</sup>에 근거하여  $FEV_1$ 에 따라 3병기로 분류하였으며 1병기(stage I)는  $FEV_1$ 이 예측치의 50% 이상인 경우, 2병기(stage II)는 35% 이상이고 50% 미만인 경우, 3병기(stage III)는 35% 미만인 경우로 규정하였다.

## 2. 방 법

Aloka 사의 KEC 620 초음파 모델을 이용하였으며, 양와위 상태에서 대상자의 쇄골 중심선에 해당하는 부위의 우상복부에 횡으로 3.5MHz 탐촉자를 대고, 간을 에코창으로 이용하여 B-mode로 횡격막을 찾아낸 후 횡격막을 전후로 3등분하고 중간이나 후횡격막 부분에 탐촉자를 고정시켜 M-mode 상에서 정상호흡시와 폐활량 호흡 또는 최대 호흡시의 횡격막 이동거리를 측정하였다. 정확도와 재현성을 유지하기 위하여 3번씩 측정하여 그 평균값을 얻었고 흡기와 호기시의 횡격막 두께가 다르기 때문에 각각의 호흡시 횡격막의 두께 중앙점이라고 생각되어지는 저에코 부분을 기준점으로 삼아서 이동거리를 측정하였다(Fig. 1, 2). 최대 흡기압(PImax) 및 최대 호기압(PEmax)은 Chest 사의 Vitalopower KH-101을 이용하여 3회 측정하여 평균값을 얻었다. 폐기능 검사는 SensorMedics 2800 system 을 사용하여  $FEV_1$ ,

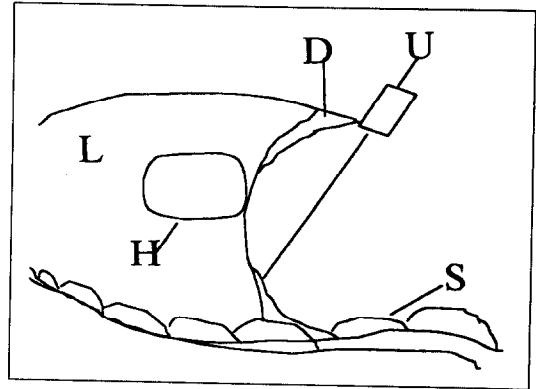


Fig. 1. U : Direction of ultrasonographic beam  
D : Diaphragm S : spine  
L : lung H : heart

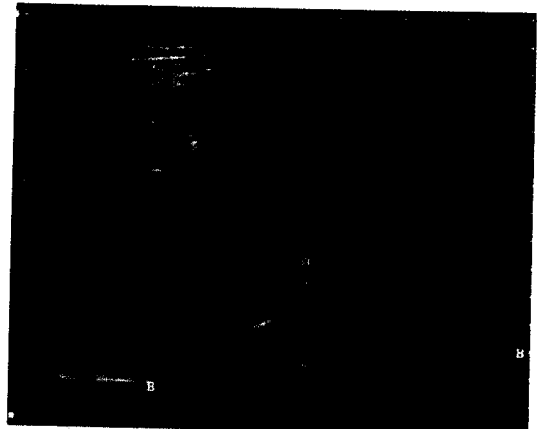


Fig. 2. Measurement of diaphragmatic excursion by ultrasonography.  
Left : M mode scan  
Right : B mode scan (healthy subject)  
A point : midpoint of diaphragm thickness in inspiration for tidal breathing  
B point : midpoint of diaphragm thickness in expiration for tidal breathing  
A-B distance : distance of diaphragmatic excursion for tidal breathing

FVC, % $FEV_1$ , %FVC (percent of predicted forced vital capacity),  $FEV_1/FVC$ , 최대 흡기 유량 (peak inspiratory flow, 이하 PIF), 최대 호기유량

**Table 1.** Physical characteristics is control subjects and COPD patients.

	Control A (n=16)	Control B (n=12)	COPD (n=17)
Age (years)	24 ± 0.9	64 ± 6	66 ± 7.4
Height (cm)	172 ± 4.7	164.3 ± 6.8	165.8 ± 5.1
Weight (kg)	63 ± 8.7	55.5 ± 7.1	57.5 ± 8.0

Control A ; healthy medical students, Control B ; age-matched control, COPD ; chronic obstructive pulmonary disease.

**Table 2.** Pulmonary parameters and diaphragmatic excursions of subjects studied

	Control A (n=16)	Control B (n=12)	COPD (n=17)
FEV <sub>1</sub> %pred	89.0 ± 7.1	93.3 ± 16.4	37.7 ± 11.1*
FVC %pred	85.6 ± 11.4	94.3 ± 12.5	55.1 ± 15.3*
FEV <sub>1</sub> /FVC %	88.6 ± 8.3	72.5 ± 6.7	49.6 ± 13.4*
PI <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	71.3 ± 12.7	19.2 ± 2.1	33.2 ± 16.3
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	91.4 ± 25.3	45.5 ± 13.5	46.3 ± 19.7
PIF (L/sec)	5.1 ± 1.1	3.9 ± 0.8	2.5 ± 1.3*
PEF (L/sec)	8.3 ± 2.3	5.6 ± 1.4	3.1 ± 1.4*
D-TV (cm)	1.5 ± 0.5	1.7 ± 0.5	1.5 ± 0.6
D-VC (cm)	6.7 ± 1.3	5.8 ± 1.2	3.7 ± 1.3*

Control A ; healthy medical students, Control B ; age-matched control, COPD ; chronic obstructive pulmonary disease, D-TV ; diaphragmatic excursions during tidal breathing, D-VC ; diaphragmatic excursions during maximal respiration efforts or vital capacity breathing.

\* p < 0.05

(peak expiratory flow, 이하 PEF)등을 좌위에서 검사하였다.

### 3. 통계 처리

건강인과 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 시행한 폐기능 검사들과 호흡에 따른 횡격막의 이동 거리와의 상관관계를 구하고 다중 회귀분석을 시행하여 유의한 변수를 확인하였다. p값이 0.05미만인 경우를 유의한 차이가 있는 것으로 해석하였다.

## 결 과

의과 대학생 16명(대조군 A)의 평균연령은 24 ± 0.9세, 신장은 172.1 ± 4.7cm였고 연령을 고려한 대조군 12명(대조군 B)의 평균연령은 64 ± 6.0세, 신장은 164 ± 6.8cm였으며 만성폐쇄성 폐질환 환자의 평균연령은 66 ± 7.4세, 신장은 165 ± 5.1cm로 연령을 고려한 대조군과 만성 폐쇄성 폐질환 환자에서 평균 신장과 체중은 유의한 차이가 없었다(Table 1).

각 군간에 나타난 폐기능 검사 결과는 Table 2에서

**Table 3.** Correlation coefficients relating diaphragmatic excursions during maximal respiratory efforts to age and physical characteristics

	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)
Control (n=28)	-0.31	0.38*	0.29
COPD (n=17)	0.57*	0.09	0.08

\*  $p < 0.05$

Control=Control A+Control B

**Table 4.** Correlation coefficients relating diaphragmatic excursions in maximal respiratory efforts approximately vital capacity breathing to spirometers.

	FEV <sub>1</sub>	FVC	FVC%	FEV <sub>1</sub> /FVC	PI <sub>max</sub>	PE <sub>max</sub>	PIF	PEF
Control(n=28)	0.59**	0.38	0.36	0.5*	0.38	0.43	0.45*	0.51*
COPD(n=17)	0.3	0.32	0.45*	-0.06	0.54	0.87**	0.31	0.17

와 같이 FEV<sub>1</sub>, FVC, FEV<sub>1</sub>/FVC, 최대 흡기 유량, 최대 호기 유량은 대조군에 비해 만성 폐쇄성 폐질환에서 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ).

평상호흡과 최대호흡시 횡격막의 이동거리를 초음파로 측정하였을 때, 평상호흡시에는 세 군에서 차이가 없었으나 최대호흡시에는 만성폐쇄성 폐질환 환자에서  $3.7 \pm 1.3\text{cm}$ 로 연령을 고려한 대조군의  $5.8 \pm 1.2\text{cm}$ 와 의과 대학생의  $6.7 \pm 1.3\text{cm}$  보다 유의하게 감소되어 있었다( $p < 0.05$ ).

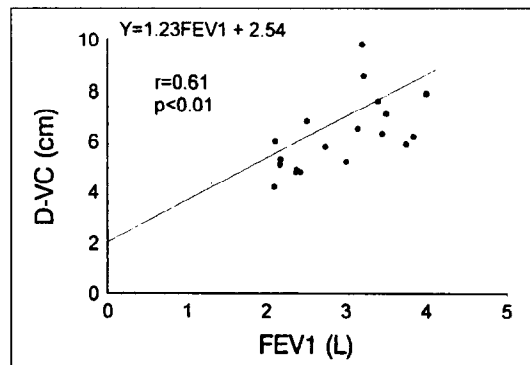
최대호흡시 횡격막 이동거리와 연령 및 신체 계측치 간의 상관관계를 보았을 때 대조군에서는 신장과 유의한 상관 관계를 보였고, 만성폐쇄성 폐질환 환자에서는 연령과 높은 상관관계를 보였다(Table 3).

최대호흡시 횡격막 이동거리와 폐기능 검사치, 최대 호기압 및 최대 흡기압과의 상관관계를 보았을 때 대조군에서는 FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEF, PIF와 유의한 상관관계를 보였고, 만성폐쇄성 폐질환 환자에서는 PE<sub>max</sub>, %FVC와 유의한 상관관계를 보였다(Table 4).

만성폐쇄성 폐질환 환자 17명을 ATS의 지침<sup>7)</sup>에 의하여 FEV<sub>1</sub>의 % 추정치에 따라 3병기로 분류하였을 때 평상호흡과 최대호흡시 횡격막의 이동거리는 병

기의 중증도와 유의한 상관관계를 나타내지는 않았고, PI<sub>max</sub>가 병기가 진행함에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 5).

다중 회귀분석을 시행하였을 때 최대호흡시 횡격막 이동거리는 대조군에서 FEV<sub>1</sub>이 유의한 예측지표로 작용하였고 최대호흡시에 횡격막 이동거리(Y)를 나타내는 회귀방정식은  $Y = 1.23 \times \text{FEV}_1 + 2.54$ 로 계산되었다(Fig. 3). 만성폐쇄성 폐질환 환자에서는 최대 호기압과 연령이 유의한 예측 인자로 나타났으며 최대



**Fig. 3.** Relationship between diaphragmatic excursion during maximal respiratory efforts or vital capacity breathing(D-VC) and FEV<sub>1</sub> in normal subjects.

Table 5. Comparison of pulmonary parameters and diaphragmatic excursions between different stages of COPD patients.

	Stage I (n=18)	Stage II (n=6)	Stage III (n=8)
FEV <sub>1</sub> %pred	54.0±3.6	41.2±5.8	27.0±3.1
FVC %pred	70.0±19.4	60.6±12.9	45.6±8.2
FEV <sub>1</sub> /FVC %	61.0±12.0	51.6±8.71	42.9±13.1
Pl <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	40.7±28.3	35.4±10.3	21.5±7.4
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	47.1±27.7	43.7±20.7	47.5±21.6
PIF (L/sec)	4.0±1.8	1.9±0.6	2.3±1.1
PEF (L/sec)	5.6±1.0	2.9±0.8	2.4±0.4
D-TV (cm)	2.0±0.7	1.38±0.6	1.44±0.6
D-VC (cm)	4.3±0.7	3.7±1.5	3.6±1.1

Stage I : FEV<sub>1</sub> ≥ 50%, Stage II : ≤ 35% FEV<sub>1</sub> < 50%, Stage III : FEV<sub>1</sub> < 35%

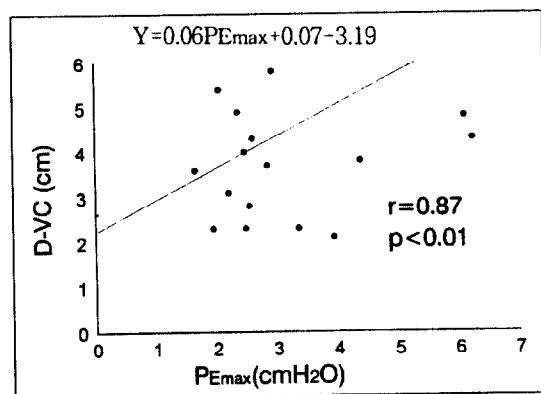


Fig. 4. Relationship between diaphragmatic excursions during maximal respiratory efforts or vital capacity breathing(D-VC) and PEmax in COPD patients.

호흡시에 횡격막 이동거리(Y)를 나타내는 회귀방정식은  $Y = 0.06 \times PEmax + 0.07 \times Age - 3.19$ 로 계산되었다(Fig. 4).

## 고 찰

횡격막은 흉강과 복강을 나누는 dome형의 막형근육층으로 흉강측은 흉막으로, 복강측은 복막으로 싸여있

는 중요한 호흡근이며<sup>1)</sup> 심호흡시 상하로 7-8cm 정도 운동하고 두께는 0.5cm 정도 되며 말초는 3부의 근육으로 되어 있다<sup>8)</sup>.

횡격막 기능에 관한 방사선적 연구는 주로 단순 촬영<sup>9-10)</sup>과 fluoroscopy<sup>5)</sup>를 이용하였으나 한쪽 횡격막의 운동에 관한 단순 촬영은 횡격막 위치에 대한 개인적인 차이가 심해서 제한점이 되어 왔었고<sup>8-9)</sup> fluoroscopy는 횡격막의 측정 위치에 따른 변화와 코로 숨을 들이 쉴 때 정상인에서 6% 정도가 정상과 반대로 횡격막이 움직이고 방사선 노출의 위험이 문제점으로 지적되어 왔다<sup>5)</sup>.

초음파는 흉막액, 흉막 종괴, 외상성 횡격막 파열 등을 찾아내는데 이용되었으나 근래에는 횡격막 운동에 관한 정량적 연구에 이용되고 있다. 초음파 검사의 장점으로서는 간단하고 비침습적이며 재현성이 있는 점을 들 수 있으며, 정상인에서 초음파로 흡기량과 우측 횡격막 운동과의 상관 관계를 비교한 연구에서 흡입 능력의 15% - 87%의 흡기량까지는 횡격막 운동과 흡기량이 유의한 상관 관계가 있으나, 총 폐용량까지 흡기하였을 때에는 횡격막의 운동거리와 흡기량과는 선형적 비례 관계가 없다고 하였으며, 자세 변화에 따른 횡격막 운동거리를 비교하였을 때 앙와위 보다 좌위에

서 흡기량에 의한 횡격막 운동거리가 감소되는 것을 확인하였다<sup>11)</sup>.

호흡시 상복부 장기들의 운동을 초음파로 정량화 시켜보면 횡격막은  $12 \pm 7\text{mm}$  (7-28mm), 간은  $10 \pm 8\text{mm}$  (5-17mm) 정도 이동하였으나 신장의 운동은 심호흡시 복잡한 양상을 보인다고 하였으며, 장기이동 정도, 속도, 가속도를 측정함으로써 MRI로 복부 촬영시 발생할 수 있는 오류를 보정할 수 있는 자료를 제공할 수 있을 것이라고 하였다<sup>12)</sup>.

초음파로 횡격막의 운동거리를 측정할 때 제기될 수 있는 문제중의 하나는 초음파 탐촉자의 위치에 따라 횡격막이 측정되는 위치가 다르고 호흡운동에 의해 탐촉자의 위치가 변한다는 점이 지적되고 있다. 즉 재현성과 접근성이 문제가 되는 것이다. 이를 최대한도로 배제하기 위하여 침대에 고정 장치를 설치하고 탐촉자를 이 장치에 연결시켜 호흡운동과 검사간의 차이를 줄이기 위한 방법을 동원하기도 하였다<sup>10)</sup>.

초음파를 이용하여 횡격막의 운동거리 측정과 실제로 임상에 이용하였던 경우를 살펴보면 Moller-Felber등<sup>13)</sup>은 횡격막 신경의 기능을 알아보기 위하여 제한성 폐환기질환 환자에서 B-mode나 M-mode 초음파로 횡격막 운동거리를 측정하였고 근전도(EMG)를 이용한 횡격막 근육의 활동전위(compound muscle action potentials, CMAP)를 측정하여 횡격막 피로(diaphragmatic fatigue)를 계속하였는데 이때 초음파검사가 비침습적인 방법으로 더 유용한 검사 방법이라고 하였다. Houston등<sup>14)</sup>에 의하면 비소세포 폐암환자 30명을 대상으로 수술 전에 횡격막 초음파를 실시하여 종격동과 횡격막 신경 침윤을 조사하여 흉부 단순 X선 촬영, 단층 촬영(computed tomography), 흉강경, 종격동경 검사결과와 비교하여 보았을 때 횡격막 초음파가 수술전 병기 결정에 유용한 검사방법이 될 수 있다고 하였다. 또한 횡격막 신경에 자기자극(magnetic stimulation)을 가함으로써 일측 횡격막 수축 정도를 알아낼 수 있으며, 횡격막의 운동거리를 측정하는 것 외에 횡격막 두께를 각 호흡주기에 따라 측정하여 임상적 의의를 찾으려는 연구들이

있어왔다<sup>15)</sup>.

McKenzie등<sup>16)</sup>은 최대 흡기시에 횡격막의 길이와 흉곽 부착지역(zone of apposition)의 역동적 변화는 유의한 관련이 있다고 하였고, Ueki등<sup>17)</sup>은 평상호흡과 최대흡기시에 횡격막 흉곽 부착지역(zone of apposition)에서 횡격막의 두께를 7.5MHz B-mode 초음파 탐촉자로 측정하였는데 폐 용량의 변화와 최대 흡기 구강압력(maximum inspiratory mouth pressure,  $PI_{max}$ )에 따라 횡격막의 두께가 달라지고 이는 호흡근육의 질환과 횡격막 종괴를 찾아내는데 유용한 검사방법이 된다고 하였다. Wait등은<sup>18)</sup> 15MHz 초음파 탐촉자로 시신에서 횡격막의 두께를 계측한 후 실측치와 비교하여 초음파 검사의 정확도에 대해서 기술했고, Cohn등<sup>19)</sup>은 횡격막의 흉곽 부착지역(zone of apposition)의 측면에서 2-D 초음파로 횡격막 두께를 측정하는 것은 정확하고도 재현성 있는 방법이라고 하였으며 또한 양와위와 좌위등의 위치 변화에 따라 횡격막 이동에 차이가 있음을 보고하였다.

상기와 같이 초음파를 이용하여 각 질환에 있어서 횡격막 운동의 병태생리학적 의의에 대해서 많은 연구가 진행되어 왔지만 아직도 각 질환에 따른 횡격막의 움직임에 대한 조사는 많지 않은 것으로 여겨진다.

본 연구는 이러한 횡격막 운동의 특성을 바탕으로 정상인과 만성폐쇄성 폐질환 환자의 횡격막 운동범위를 측정하고 이를 폐기능 검사 지표들과 비교하여 상관관계를 알아보고자 하였다. 정확도와 재현성을 유지하기 위하여 세 번씩 측정하여 평균값을 얻었으며 일정한 위치에서 횡격막의 이동거리를 측정하기 위하여 M-mode상과 B-mode상으로 횡격막을 찾아낸 후 횡격막을 전후로 3등분하고 중간이나 후횡격막 부분에 탐촉자를 고정시켜 연속되게 기록하면서 피검자의 횡격막이 동일상을 보일 때의 계측치를 측정값으로 채택하였다. 물론 이러한 측정 방법은 횡격막 전, 중, 후반부 각각의 호흡에 따른 이동거리가 다를수 있다는 문제가 있지만 Harris<sup>20)</sup>등의 연구에 의하면 횡격막을 전, 중, 후반부로 삼등분하여 횡격막 이동거리를 측정하였을 때 중간부와 후반부의 이동거리는 통계적으로

차이가 없었음을 보고하였다. 본 연구에서도 초음파 탐촉자로 일정한 지점을 기준으로하여 횡격막 이동거리를 측정하기는 어려웠지만 탐촉자의 초음파 투과 방향은 중간부나 후반부 횡격막으로 조사 되기 때문에 횡격막의 전반부를 일부터 초음파로 보지 않는 이상은 횡격막 이동거리에 측정 오차는 크지 않으리라 가정하였다. 그리고 횡격막의 중간부와 후반부의 이동거리들 중 이동거리 측정이 용이하였던 부위를 측정치로 채택하였다. 폐기능은 FEV<sub>1</sub>, FVC, %FEV<sub>1</sub>, %FVC, FEV<sub>1</sub>/FVC, PIF, PEF등을 좌위에서 검사하였고, 호기와 흡기 구강압력을 동시에 측정하였다.

저자들의 성적에서는 정상인에서 평상호흡시에 1.5cm-1.7cm정도, 최대호흡시에는 5.7cm-6.7cm, 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 평상호흡시에는 1.5cm, 최대호흡시에는 3.7cm정도 횡격막이 운동하는 것으로 나타났다. 평상호흡에서는 정상 대조군과 만성폐쇄성 폐질환 환자간에 횡격막 운동에는 차이가 없었으나 최대호흡시에는 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 통계적으로 유의하게 횡격막 운동이 감소됨을 보여 주었다. 그러나 만성폐쇄성 폐질환의 중증도를 FEV<sub>1</sub>의 % 추정치에 따라 분류하였을 때 최대호흡시의 횡격막 이동거리는 병기의 변화와 유의한 상관관계가 없었다.

정상인에서 최대호흡시에 횡격막 이동거리는 신장, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEF, PIF와 유의한 상관 관계를 보였으며, 만성폐쇄성 폐질환 환자에서는 연령, PEmax, %FVC와 유의한 상관관계를 나타내었고, 다중 회귀분석에서는 정상인에서 FEV<sub>1</sub>이, 만성폐쇄성 폐질환 환자는 연령과 PEmax가 유의한 예측 인자로 계산되었다. 그렇지만 Arora<sup>21)</sup> 등에 의하면 만성폐쇄성 폐질환 환자의 횡격막 근육의 변화를 만성폐쇄성 폐질환이 아닌 사망자와 부검상 비교하여 보았을 때 횡격막 길이에 대한 만성폐쇄성 폐질환 자체의 영향은 비교적 적다는 보고도 있어 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 최대호흡시 횡격막 이동거리에 대해 연령과 PEmax가 유의한 예측 인자 인지는 앞으로 더 많은 연구검토가 필요하리라 생각된다.

결론적으로 정상인에서 초음파로 측정한 횡격막 이

동거리는 FEV<sub>1</sub>과 가장 좋은 상관관계를 보였으나, 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 횡격막 이동거리는 정상인보다 짧았고 FEV<sub>1</sub>보다는 최대호기압(PEmax)과 유의한 상관관계를 보여주었다. 그러나 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 횡격막 이동거리는 FEV<sub>1</sub>과 유의한 상관관계가 없어서 초음파를 통한 횡격막 이동거리 검사가 폐기능을 평가하는 또다른 생리적 지표로 이용될 수 있음을 시사하였다.

## 요 약

### 연구배경 :

횡격막의 운동은 흉부 단순 촬영과 fluoroscopy로 관찰해 왔으나 근래 초음파에 의해서 횡격막의 운동거리와 두께를 측정하는 연구들이 있어왔다. 초음파 검사의 장점을 살펴보면 간편하고 비침습적이며 방사선조사가 없고 재현성과 정확성이 있다는 점을 들 수 있다. 본 연구에서는 이러한 횡격막 운동 측정에 대한 초음파의 장점을 이용하여 정상인과 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 횡격막 운동을 조사하고 그 결과를 폐기능 지표들과 비교하였다.

### 연구방법 :

정상 성인 28례(의과대학생 16례, 나이를 고려한 대조군 12례)와 만성폐쇄성 폐질환 환자 17례를 대상으로 각각에서 폐기능 검사, 최대 흡기압, 최대 호기압과 초음파상 횡격막의 이동 거리를 측정하여 비교하였다. 초음파는 Aloka 사의 KEC-620 모델을 이용하였으며 양와위 상태에서 환자의 쇄골 중심선에 해당하는 부위의 우상복부에 횡으로 3.5MHz 탐촉자를 대고 간을 에코창으로 이용하여 M-mode 상에서 평상호흡시와 폐활량 호흡 또는 최대 호흡시의 횡격막 이동 거리를 3회 측정하여 그 평균값을 얻었으며 최대 흡기압과 최대호기압은 Chest사의 Vitalopower KH-101을 이용하여 3회 측정하여 그 평균값을 얻었다.

### 결 과 :

정상인에서의 횡격막 이동거리는 평상호흡에는 1.5cm-1.7cm를 보였고 최대호흡시에는 5.7cm-6.7cm



를 보였다. 정상인에서의 최대호흡시에 횡격막 이동거리는  $FEV_1$ ,  $FEV_1/FVC$ ,  $PEF$ ,  $PIF$ , 신장과 유의한 상관관계를 보였으나 다중 회귀분석에서는  $FEV_1$ 만이 유용한 예측지표로 계산되었다.

만성폐쇄성 폐질환 환자에서의 횡격막 이동거리는 정상호흡시에는  $1.5 \pm 0.6\text{cm}$ 로 정상인과 유의한 차이가 없었으나 최대호흡시에는  $3.7 \pm 1.3\text{cm}$ 로 대조군에 비해 유의하게 감소되어 있었다. 만성폐쇄성 폐질환 환자군의 각 병기에 따라 횡격막 이동거리를 비교해 본 결과 최대호흡시 횡격막의 이동거리는  $FEV_1$ 이 감소할수록 짧은 경향을 보였으나 통계적 의의는 없었다.

만성폐쇄성 폐질환 환자에서의 최대호흡시에 횡격막 이동거리는 연령,  $PE_{\max}$ , %FVC와 유의한 상관관계를 보였으나 다중 회귀분석에서는 최대호기압( $PE_{\max}$ )과 연령이 유의한 예측인자로 계산되었다.

#### 결 론:

만성폐쇄성 폐질환 환자의 횡격막 이동거리는 정상인에 비해 유의하게 감소하였으며 최대호기압과 가장 좋은 상관관계를 보였다. 그러나 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 횡격막 이동거리는  $FEV_1$ 과 유의한 상관관계를 발견할 수 없어서 초음파를 통한 횡격막 운동검사가 폐기능 평가의 또다른 생리적 지표로 이용될 수 있음을 시사하였다.

## 참 고 문 헌

1. Macklem PT, Gross D, Grassino A, Roussos C : Partitioning of inspiratory pressure swings between diaphragm and intercostal/accessory muscle. *J Appl Physiol* 44 : 200, 1978
2. Decramer M, Jiang TX, Demedts M : Effects of acute hyperinflation on chest wall mechanics in dogs. *J Appl Physiol* 63 : 1493, 1987
3. Gilmartin JJ, Gibson GJ : Abnormalities of chest wall motion in patients with chronic airway obstruction. *Thorax* 39 : 2641, 1984
4. Martinez FJ, Couser JI, Celli BR : Factors influencing ventilatory muscle recruitment in patients with chronic airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 142 : 276, 1990
5. Alexander C : Diaphragmatic movements and the diagnosis of diaphragmatic paralysis. *Clin Radiol* 17 : 79, 1966
6. Gottesman E, McCool FD : Ultrasound evaluation of the paralyzed diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med* 155 : 1570, 1997
7. American thoracic society : Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 152(suppl) : 770, 1995
8. Wade OL : Movement of the thoracic cage and diaphragm in respiration. *J Physiol* 124 : 193, 1954
9. Houston JG, Morris AD, Howie CA, Reid JL, McMillan N : Technical report : quantitative assessment of hemidiaphragmatic movement. A reproducible method using ultrasound. *Clin Radiol* 46 : 405, 1992
10. Simon G : Principles of chest x-ray diagnosis. London : Butterworths, 1956
11. Cohen E, Mier A, Heywood P, Murphy K, Boulton J, Guz A : Excursion-volume relation of the right hemidiaphragm measured by ultrasonography and respiratory airflow measurements. *Thorax* 49 : 885, 1994
12. Davies SC, Hill AL, Holmes RB, Halliwell M, Jackson PC : Ultrasound quantitation of respiratory organ motion in the upper abdomen. *Br J Radiol* 67 : 1096, 1994
13. Mller-Felber W, Riepl R, Reimers CD, Wagner S, Pongratz D : Combined ultrasonographic and neurographic examination : a new technique to evaluate phrenic nerve function. *Electromyogr*

Clin Neurophysiol 33 : 335, 1993

14. Houston JG, Fleet M, McMillan N, Cowan MD :  
Ultrasonic assessment of hemidiaphragmatic  
movement : an indirect method of evaluating me-  
diastinal invasion in non-small cell lung cancer.  
Br J Radiol 68 : 695, 1995
15. Mills GH, Kyroussis D, Hamnegard CH, Wragg  
S, Moxham J, Green M : Unilateral magnetic  
stimulation of the phrenic nerve. Thorax 50 :  
1162, 1995
16. McKenzie DK, Gandevia SC, Gorman RB,  
Southon FCG : Dynamic changes in the zone of  
apposition and diaphragm length during maximal  
respiratory efforts. Thorax 49 : 634, 1994
17. Ueki J, De Bruin PF, Pride NB : In vivo assess-  
ment of diaphragm contraction by ultrasound in  
normal subjects. Thorax 50 : 1157, 1995
18. Wait JL, Nahormek PA, Yost WT, Rochester  
DF : Diaphragmatic thickness-lung volume rela-  
tionship in vivo. J Appl Physiol 67 : 1560, 1989
19. Cohn D, Benditt JO, Eveloff S, McCool FD : Dia-  
phragm thickening during inspiration. J Appl  
Physiol 83(1) : 291, 1997
20. Harris RS, Giovannetti M, Kim BK. Normal ven-  
tilatory movement of the right hemidiaphragm  
studied by ultrasonography and pneumo-  
tachography. Radiology 146 : 141, 1983
21. Arora NS, Rochester DF. COPD and human dia-  
phragm muscle dimensions. Chest 91(5) : 719,  
1987