

만성폐쇄성폐질환 환자에서 호흡곤란과 영상학적 정량과의 상관관계

순천향대학교 의과대학¹서울병원, ²천안병원, ³부천병원 내과학교실, 순천향대학교 의과대학 ⁴영상의학교실

정은정¹, 김양기¹, 이영목¹, 김기업¹, 어수택¹, 김용훈², 김도진³, 박춘식³, 황정화⁴

The Correlation of Dyspnea and Radiologic Quantity in Patients with COPD

Eun Jung Jung, M.D.¹, Yang Ki Kim, M.D.¹, Young Mok Lee, M.D.¹, Ki-Up Kim, M.D.¹, Soo-Taek Uh, M.D.¹, Yong Hoon Kim, M.D.², Do Jin Kim, M.D.³, Choon Sik Park, M.D.³, Jung Hwa Hwang, M.D.⁴

Division of Respiratory and Allergy Medicine, Soonchunhyang University Hospital, College of Medicine, ¹Seoul, ²Cheonan, ³Bucheon, ⁴Department of Radiology, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: A lung hyperinflation, or air trapping, caused by expiratory flow-limitation contributes to dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Forced expiratory volume in 1 second (FEV₁) has served as an important diagnostic measurement of COPD, but does not correlate with patient-centered outcomes such as dyspnea. Therefore, this study was performed to investigate the role of radiologic quantity in evaluating the dyspnea in patients with COPD by measuring lung hyperinflation in chest x-ray and high resolution chest tomography (HRCT).

Methods: Fifty patients with COPD were enrolled in this study. Their subjective dyspnea score (modified Borg scale dyspnea index), spirometry, and lung volume were measured. Simultaneous hyperinflations of chest x-ray score ("chest score") and degree of emphysema of HRCT ("HRCT score") were measured. The "chest score" were composed of lung length, retrosternal space width, and height of the arc of the diaphragm and "HRCT score" were composed of severity and extent of emphysema.

Results: The mean age of patients was 69 years old and their mean FEV₁ was 51.7%. The Borg score significantly correlated with parameters of spirometry and lung volume, including FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, RV, RV/TLC, and DLCO. The Borg score correlated well with "HRCT score", but did not correlate with "chest score". Also, the Borg scale correlates inversely with body mass index.

Conclusion: The quantity of emphysema on chest HRCT may serve as an objective marker of dyspnea in patients with COPD.

Key Words: Dyspnea, Chronic obstructive pulmonary disease, Radiology

서론

만성 폐쇄성 폐질환(chronic obstructive pulmonary

이 연구는 보건복지부 연구과제(01-PJ10-PG6-01GN14-0003)의 기금으로 이루어졌음.

Address for correspondence: Soo-Taek Uh, M.D., Ph.D.
Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Hospital, 22, Daesakwan-gil, Hannam-dong, Yongsan-gu, Seoul 140-743, Korea
Phone: 82-2-709-9554, Fax: 82-2-709-9554
E-mail: uhs@hsop.sch.ac.kr

Received: Mar. 4, 2009

Accepted: Apr. 14, 2009

disease, COPD)은 범세계적인 문제로 1990년대에는 6번째의 사망원인이었으나 2020년에는 3번째로 중요한 사망원인으로 예측되고 있으며, 공해, 흡연 및 노령 인구의 증가로 유병률이 더 증가되고 있다^{1,2}. 국내에서도 COPD의 유병률은 약 10%로 보고되어³, 질환의 심각성이 강조되고 있다.

COPD의 특징적인 생리화학적 변화로는 점액의 과다분비, 섬모의 기능장애, 호흡 기류의 제한, 폐의 과팽창, 가스교환의 이상, 폐고혈압, 폐성심 등이 포함되며 질환이 진행함에 따라 순서대로 이러한 변화들이 나타나게 된다. 그리고 이러한 다양한 생리화학적 변화에 의한 만성기침, 객담, 호흡곤란이 COPD의 특징적인 증상이다⁴. 이 중 호기 시

기류제한은 대표적인 변화로, 기류의 제한이 증가하면 공기를 내쉬는 시간이 오래 걸려 공기저류(air trapping)가 일어나고, 이로 인해 폐의 과팽창이 일어난다. 폐의 과팽창에 의해 stretch receptor가 자극되고 일회호흡량(tidal volume)과 폐탄성반동(elastic recoil)이 증가되고 횡격막의 vertical muscle fibers를 수축시키는 기계적 제한이 초래된다⁵. 결국 신장된 폐탄성반동은 과팽창으로 인해 기능적으로 약해진 횡격막에 흡기 시 과부하를 주게 되고 결국 호흡곤란을 야기하는 것이다⁶. 또한 COPD 환자에서 기관지 확장제 사용으로 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, FEV₁)의 증가 폭이 적어도 호흡곤란이 호전되는 이유를 이와 같은 과팽창이 호전됨으로써 설명하고 있다⁷.

COPD에서 기류제한은 폐활량측정법으로 가장 잘 측정되고 진단과 치료에 있어서 판단의 기준이 되어 있다. 이 중 FEV₁은 COPD의 진단과 질병의 중증도를 측정하는 데 사용하는 가장 중요한 지표이지만⁸, 호흡곤란을 정확하게 반영하지 못하고 있다^{9,10}. 일반적으로 FEV₁이 감소할수록 호흡곤란이 심해지지만, FEV₁이 폐의 과팽창 정도를 반영하지 못하므로 비슷한 정도로 FEV₁이 감소한 환자에서도 호흡곤란의 정도는 다양하다^{11,12}.

위와 같이 COPD에서 과팽창은 환자의 호흡곤란과 밀접한 관련이 있고 FEV₁만으로 과팽창을 측정할 수는 없으며, 현재까지 과팽창을 정확하게 측정할 수 있는 방법은 알려져 있지 않다. 따라서 저자들은 임상에서 COPD 환자의 호흡곤란을 방사선 검사를 이용하여 객관적으로 판단할 수 있는지를 알아보기 위하여 환자의 증상과 폐용적, FEV₁, 방사선 검사의 객관적 척도를 구하여 서로 비교하여 보았다.

대상 및 방법

1. 연구대상

연구대상은 COPD 환자를 대상으로 하였으며, FEV₁/FVC가 0.7 미만인 경우로 하였다. 이들은 기관지 파민도 검사에서 음성을 보이거나 혹은 기관지확장제(살부타몰 400 μg) 투여 후 FEV₁/FVC의 변화가 200 mL 그리고 15% 이상 증가되지 않은 경우로 하였다. 최근 4주 이내에 COPD 급성 악화가 있었던 환자는 제외하였다. 모든 검사는 안정 시에 시행되었으며, 자료는 후향적으로 조사하였다.

2. 폐기능 검사

폐기능 검사는 1994년 미국흉부학회(American Tho-

racic Society, ATS)의 기준에 따라¹³ 숙련된 기사가 수행하였다. 폐기능 검사 기기는 Sensormedics Autobox 6,200 dL과 Vmax 22 (SensorMedics, Yorba Linda, CA, USA)를 이용하여 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, 총폐용량(total lung capacity, TLC), 잔기량(residual volume, RV), 일산화탄소 폐확산능(diffusion capacity for carbon monoxide, DLCO)을 각각 측정하였다. COPD의 중증도는 FEV₁의 예측치에 따라 GOLD기준을 이용하여 stage I부터 IV까지로 분류하였다⁸.

3. 과팽창의 평가 기준

흉부 X-선에서 폐의 종축, 흉골 뒤 공간(retrosternal space), 횡격막의 높이^{14,15}를 기준으로 과팽창을 평가하였는데, 후전면 사진에서 우측 폐의 종축길이가 10번째 늑골 이하이면 0점, 초과하면 1점으로 정하였다. 측면사진에서 흉골 뒤 공간의 길이가 2.5 cm 이하이면 0점, 초과하면 1점으로 정하였고, 마찬가지로 측면사진에서 우측 횡격막의 높이는 2.6 cm을 초과하면 0점, 2.6 cm 이하이면 1점으로 하여 총 0에서부터 3까지를 부여하여 폐의 과팽창 정도를 측정하였다(Figure 1). 이 점수를 “chest score”라고 정하였다.

4. 호흡곤란

Modified Borg Scale Dyspnea Index¹⁶을 이용하여 0부터 10까지 호흡곤란의 강도를 나타내었고, 0부터 4까지를 경증과 중등증, 5부터 10까지를 중증으로 분류하였다. 신체 질량 지수(body mass index, BMI)는 Centers for Disease Control (CDC)¹⁷에 따라 계산하였다.

5. 고해상도 흉부 전산화단층 촬영에 의한 폐기종의 평가

고해상도 흉부 전산화 단층 촬영은 최대 흡기 상태에서 촬영하였으며, 이 영상을 이용하여 영상의학과 흉부 전문의에 의해 Sakai 등¹⁸의 방법을 변형하여 측정하였다. 간략히 기술하면, 좌우측 폐에서 선정한 각각 5개의 전산화 단층면에서 폐기종의 중증도 지수와 침범지수를 각기 직접관찰법(direct observation method)으로 측정하였다. 각 단층면의 폐기종 지수는 중증도 지수와 침범 지수를 곱하여 산출하였고, 최종적으로 좌우 총 10개의 단층면 값을 합산하였으며, 각 지수 산출 기준을 간략히 기술하면 다음과 같다. 중증도 지수는 4점을 기준으로 폐기종이 없으면 0점, 저 CT 약화(low CT attenuation)의 면적의 직경이 5 mm 이하이면 1점, 국한된 저 CT 약화의 직경이 5

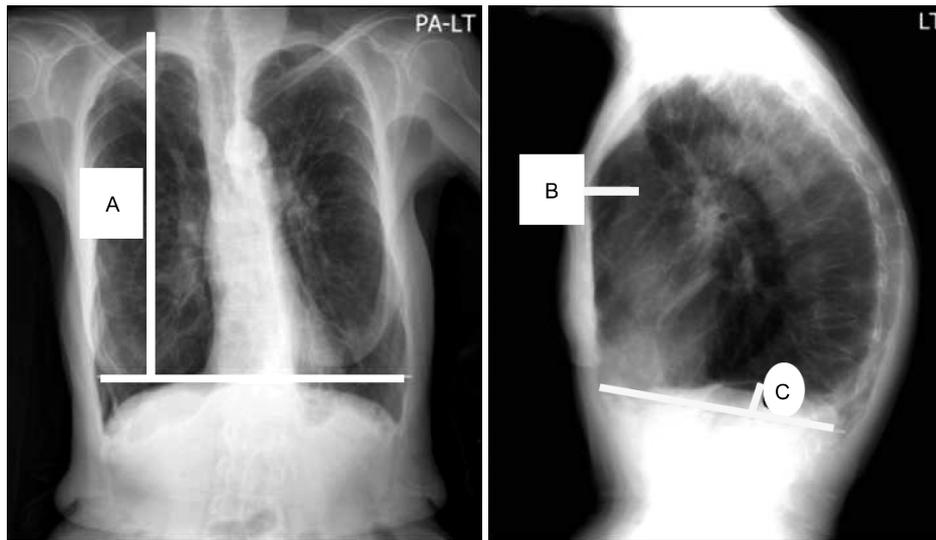


Figure 1. Radiographic measurements of lung hyperinflation, (A) Lung length - distance from the tubercle of the rib to the top of the dome of the right diaphragm, (B) Retrosternal space width - horizontal distance from the posterior aspect of the sternum 3 cm below the sternoclavicular junction to the anterior margin of the aorta measured on the lateral film, (C) Right diaphragm arc on the lateral film - measurement of a line normal to the curve at its apex and normal to a line drawn between the posterior and anterior costophrenic angles.

Table 1. Clinical characteristics and lung function in the study subjects

Characteristics	COPD (n=50)
M : F	47 : 3
Age (years)	69 (55~86)
Current smoker, No.	23 (46%)
Ex-smoker, No.	21 (42%)
BMI (kg/m ²)	20.9±3.2
FVC (% predicted)	75.4±20.6
FEV ₁ /FVC (%)	44.4±12.2
FEV ₁ (% predicted)	51.7±23.2
GOLD criteria	
Stage I	6 (12%)
Stage II	18 (36%)
Stage III	20 (40%)
Stage IV	6 (12%)
TLC (% predicted)	128±26
RV (% predicted)	174±70.6
RV/TLC (%)	55±14
DLCO (% predicted)	73.4±23.6
Borg scale	4±1

COPD: chronic obstructive pulmonary disease; BMI: body mass index; FEV₁: forced expiratory volume in one second; TLC: total lung capacity; RV: residual volume; DLCO: diffusion capacity for carbon monoxide.

mm 이상이면 2점, 미만성의 저 CT 약화가 있으면서 정상 폐가 없거나 혹은 저 CT 약화의 범위가 넓어 전 폐에 퍼져 있는 경우는 3점으로 하였다. 침범 지수는 4점을 기준으로 10개의 폐 범위를 정하여 25% 이하이면 1점, 25~50%이면 2점, 50~75%이면 3점, 75~100%이면 4점으로 하였다. 각각 다섯 부위의 해부학적 위치는 대동맥궁(aortic

arch) 상단의 3 cm 윗부분, 대동맥궁 직상단, 기관분기부(tracheal carina), 우중엽의 기관지 기시부(origin of right middle lobe) 및 그 3 cm 하방으로 하였다. 이 점수를 “HRCT score”라고 정하였다.

6. 통계적 분석방법

통계적 분석은 SPSS for Windows version 15.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하였다. 환자 관련인자에 대해서는 평균±표준편차로 표시하였고, 각 지표들과의 상관관계는 Spearman correlation analysis를 이용하였으며, p값이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의하다고 하였다.

결 과

1. 환자 특성

대상 환자는 50명으로 평균 연령은 69세(55~86세)이며 남자가 47명, 여자가 3명이었다. FEV₁의 예측치는 51.7±23.2%으로 stage I 6명(12%), stage II 18명(40%), stage III 20명(36%), stage IV 6명(12%)이었다. TLC 128±26%, DLCO 73.4±23%, BMI 20.9±3.2 kg/m², Borg scale 4±1점이었다(Table 1). 이 중 고해상도 흉부 전산화 단층 촬영을 시행하여 HRCT score를 측정환 환자는 27명이었으며, 이들의 FEV₁ 예측치는 53.4±28.9%였으며, stage I 3명(1%), stage II 10명(37%), stage III 11명(41%), stage

Table 2. Correlation between lung function tests and chest score, HRCT score, and Borg scale

Parameters of pulmonary function tests	Chest score r (p-value)	HRCT score r (p-value)	Borg scale r (p-value)
FVC (% pred)	0,109 (NS)	-0,306 (NS)	0,499 (<0,01)
FEV ₁ (% pred)	0,009 (NS)	-0,482 (<0,05)	0,553 (<0,01)
FEV ₁ /FVC (% pred)	0,058 (NS)	-0,425 (<0,05)	0,340 (<0,05)
TLC (% pred)	0,181 (NS)	0,406 (<0,05)	0,120 (NS)
RV (% pred)	0,190 (NS)	0,517 (<0,01)	0,393 (<0,05)
RV/TLC (%)	0,246 (NS)	0,522 (<0,01)	0,521 (<0,01)
DLCO (% pred)	0,176 (NS)	-0,636 (<0,01)	0,611 (<0,01)

Data are expressed correlation coefficient, NS denotes not-significant.

HRCT: high resolution chest tomogram; FEV₁: forced expiratory volume in one second; TLC: total lung capacity; RV: residual volume; DLCO: diffusion capacity for carbon monoxide.

IV 3명(11%)이었다.

2. 폐기능 검사와 흉부 방사선 지표의 상관관계

폐용적의 정도는 공기저류를 대변할 수 있다는 보고도 있어 폐용적 검사를 비롯한 폐기능 검사의 결과가 chest score와 HRCT score와 상관관계가 있는 지를 알아보았다. Spirometry를 비롯한 폐용적의 검사 모두는 chest score와는 상관관계가 없었다(Table 2). 그러나 HRCT score와는 FEV₁ ($r=-0.482$), FEV₁/FVC ($r=-0.425$), TLC ($r=0.406$), RV ($r=0.517$), RV/TLC ($r=0.522$), DLCO ($r=-0.636$)와 통계적으로($p<0.05$) 유의한 상관관계를 보였다(Table 2).

3. 폐기능 검사와 호흡곤란 지수의 상관관계

Spirometry를 비롯한 폐 용적의 검사와 호흡곤란 지수와의 상관 관계를 조사한 결과 FVC ($r=-0.499$), FEV₁ ($r=-0.553$), FEV₁/FVC ($r=-0.340$), RV ($r=0.393$), RV/TLC ($r=0.521$), DLCO ($r=-0.611$)가 호흡곤란 지수와 통계적으로 ($p<0.05$) 유의한 상관관계를 관찰할 수 있었다 (Table 2).

4. 호흡곤란 지수와 흉부 방사선 소견의 상관관계

흉부 X-선의 과팽창 정도와 호흡곤란과의 상관관계를 알아보하고자 chest score와 Borg scale간을 비교하였으나 두 지표 사이에는 상관관계가 관찰되지 않았다(Figure 2).

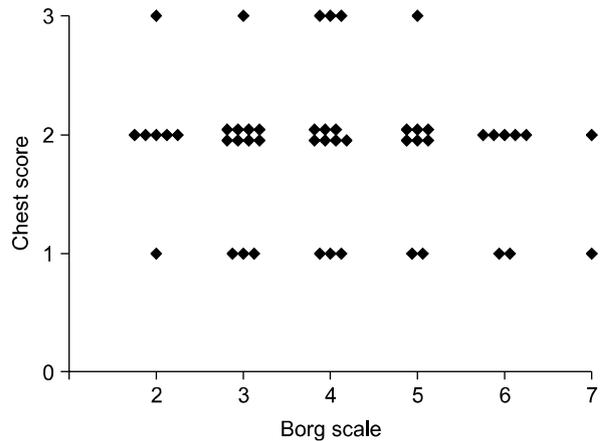


Figure 2. The correlation of Borg scale with chest score. A correlation was not found between two parameters ($r=-0.136$, $p=0.345$).

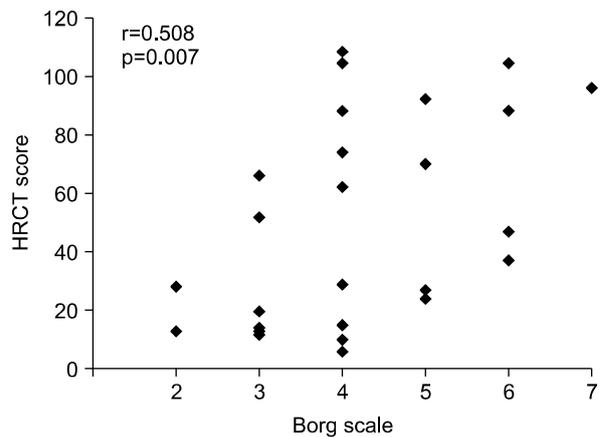


Figure 3. The Borg scale well correlated with HRCT score.

그러나 흉부 전산화 단층 촬영에 의한 HRCT score는 Borg scale과 유의한 상관관계를 보였다($r=0.508$, $p=0.007$) (Figure 3).

5. 호흡곤란 지수와 신체 질량 지수, 연령과의 상관관계

신체 질량 지수가 COPD 환자의 사망률에 영향을 미친다는 보고와 호흡곤란이 사망률에 영향을 미친다는 보고가 있어 신체 질량 지수의 정도에 따른 호흡곤란 정도를 알아보하고자 하였다. 호흡곤란이 심할수록 신체 질량 지수가 의미있게 낮았다($r=-0.291$, $p=0.038$) (Figure 4). 그러나 호흡곤란 지수와 연령과는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다($r=-0.101$, $p=0.482$, 자료는 보이지 않음).

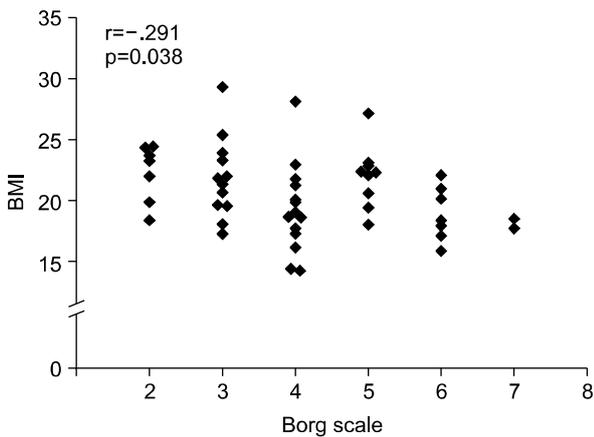


Figure 4. The Borg scale well inversely correlated with body mass index (BMI).

고 찰

COPD에서 호흡곤란은 매우 중요한 증상 중의 하나이며, 호흡곤란의 정도는 기류폐색의 정도보다 더 의미있는 생존을 예측인자로 알려져 있다^{19,20}. 호흡곤란은 주관적 증상이기 때문에 객관적으로 정한다는 것은 무리가 있지만, 그 정도를 판단할 수 지표로 FEV₁과 FEV₁/FVC가 이용되고 있다. 물론 FEV₁과 FEV₁/FVC가 COPD의 진단과 중증도 평가에 필수적인 요소이기는 하나^{21,22}, 이는 환자의 증상, 삶의 질, 약화의 빈도, 운동 기능 저하 등을 반영하지는 못한다는 보고도 있다^{9,10}. 본 연구에서는 COPD 환자에서 방사선학적으로 측정되고 정량화된 과팽창의 정도가 호흡곤란을 객관적으로 판단할 수 있는 지를 알아보 고자 하였다.

본 연구 결과 COPD 환자의 호흡곤란 정도는 단순 흉부 방사선에서 측정된 과팽창 정도와는 상관관계가 없었으며, FEV₁과 RV/TLC와는 상관관계가 있었다. 그리고 단순 흉부 방사선의 과팽창 정도와 폐기능 검사와는 전혀 상관 관계가 없었다. 이는 단순 흉부 방사선의 과팽창 정도로는 환자의 호흡곤란과 폐기능의 정도를 예측할 수 없음을 시사하는 소견이라고 하겠다.

위와 같은 결과는 본 연구에 이용된 COPD 환자의 중증도와 관련이 있을 것으로 판단된다. 즉, 방사선학적 소견과 폐기능 검사와의 관계가 경증이나 중등도보다 더 진행된 COPD에서 더 관련성이 있다고 하였고^{14,15}, Nicklaus 등²³은 경증의 폐기종환자에서는 오직 4%에서만 횡경막의 편평도가 관찰되며, 중증의 환자에서는 94%에서 나타난다고 보고하였다. 이는 중증 환자가 연구에 많이 포함

되었으면 폐기능 검사와 방사선학적 소견이 관련이 있을 것으로 연구 결과가 도출되었지만 본 연구에서는 stage I, II 환자가 24명, stage III, IV 환자가 26명으로 경증의 환자수와 중증의 환자수가 비슷하였다. 그렇지만, 자료를 보이지 않았지만, stage III, IV 환자 만을 대상으로 하였을 때 Borg 지수와 단순 흉부 방사선과의 상관관계는 없었으므로(r = -0.101), COPD 환자의 중증도 정도의 분포만으로는 본 연구 결과를 해석하기는 어려울 것으로 판단된다.

COPD의 특징적 소견 중 폐의 과다투과성과 폐용적의 증가, 횡경막의 편평함, 흉골 뒤 공기 공간의 증가 및 심장이 작고 길게 보이는 것 등은 폐의 과팽창을 시사하는 것으로 알려져 있다. 폐의 과팽창은 다양한 방사선검사로 측정될 수 있는데^{24,25} 현재까지 정립된 방법은 없으며, 임상에서도 드물게 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이를 보완하기 위하여 고해상도 흉부 전산화단층촬영을 이용하였으며 현재까지 이를 이용하여 객관적으로 호흡곤란을 판단하고자 한 연구는 제한적이었다. Boschetto 등²⁶은 폐기종이 있는 COPD 환자에서 HRCT를 이용하여 폐기종의 지수를 정량화하였으며, 이를 호흡곤란 정도와 비교하여 보았으며 본 연구 결과와 비슷한 결과를 보였다. 본 연구와 다른 점은 폐기종의 정도를 전산화된 프로그램을 이용하였다는 것이며, 이는 임상에서 환자를 보면서 사용하기 어려운 점이 있고, 그리고 프로그램이 없을 경우는 사용하기 어려운 한계점이 있다.

COPD는 호흡기 외의 질병을 같이 동반하는 것으로 인식되고 있다⁷. 그리고 상당수의 COPD 환자는 골격근육의 감소와 에너지 장애로 체중감소가 일어나게 되므로²⁷ 신체 질량 지수의 감소 역시 나쁜 예후를 시사하는 인자임이 밝혀졌다¹⁹. 본 연구에서도 신체 질량 지수가 떨어질수록 호흡곤란이 심하다는 것을 보여주고 있다. 이는 COPD를 폐질환만으로 인식하지 않고 전신 질환으로 생각하고 접근해야 됨을 시사하는 소견이라고 하겠다.

COPD는 치료할 수 없는 질환이라는 과거의 정의와 달리 GOLD 지침에서는 치료할 수 있고, 예방이 가능한 질환으로 개념이 바뀌고 있어 이에 대한 연구가 진행되고 있다⁸. Parker 등⁷은 COPD악화 시 폐기능과 호흡곤란의 변화를 연구한 결과 악화 시 기도폐쇄와 과팽창이 더 심하였고 폐용적이 증가된 것은 FEV₁/FVC 비의 변화와는 관계가 없었으며, 호흡곤란의 감소는 과팽창의 호전과 관계가 있었다고 발표하였다. 또한 Stevenson 등²⁸도 COPD 악화 시 폐생리와 호흡곤란의 변화에 대한 연구를 하였던

데, 호흡곤란이 호전되면서 호전된 것은 기도저항, FEV₁/FVC, 호기속도의 향상과는 관계가 없었고 폐용적인 들숨 용적과 관계가 있는 것을 밝혔다. 이와 같이 최근 COPD에서 보이는 호흡곤란의 주된 원인이 폐의 과팽창이고 이 과팽창을 치료하는 것이 호흡곤란의 향상에 중요한 것으로 밝혀지고 있다. 본 연구에서는 흉부 방사선에서 측정된 과팽창의 정도가 호흡곤란의 평가에 유의한 상관관계를 보이지 않았으나 비침습적이고 경제적이며, 폐기능 검사 외에 흉부방사선 검사를 이용하였다는 점에 의의를 들 수 있으며 추후 이에 대한 연구가 더 진행되어야 하겠다.

결론적으로 COPD 환자의 호흡곤란을 방사선학적으로 정량화시켜 비교하였을 때, 흉부 고해상도 단층촬영에 의한 정량화가 환자의 호흡곤란을 객관적으로 판단할 수 있는 지표가 됨을 알 수 있었다.

요 약

연구배경: COPD에서 보이는 호흡곤란의 주된 원인이 폐의 과팽창이고 이 과팽창을 치료하는 것이 호흡곤란의 향상에 중요한 것으로 밝혀지고 있다. 그러나 FEV₁, FVC 만으로는 호흡곤란의 정도와 과팽창을 정확히 측정할 수 없다. 따라서 단순 흉부 방사선에서 관찰되는 폐의 과팽창의 정도와 고해상도흉부 단층촬영에서 폐기종의 정도가 호흡곤란을 객관적으로 알 수 있는 지표가 되는지를 알아보려고 하였다.

방 법: COPD로 진단 받은 50명(평균 연령 69세, 남자 47명, 여자 3명)을 대상으로 하였다. 폐의 종축, 흉골 뒤 공간, 횡격막의 높이를 각각 측정하여 총 0에서부터 3까지로 폐의 과팽창 정도(chest score)를 측정하였고, 고해상도 흉부단층 촬영에서 폐기종의 정도(HRCT score)를 구하여 이를 환자의 호흡곤란의 정도 및 폐용적 검사를 비롯한 폐기능 검사와의 상관관계를 구하였다.

결 과: 호흡곤란의 지수(Borg scale)는 폐기능 검사의 지표인 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, RV, RV/TLC, DLCO와 유의한 상관관계가 관찰되었다. Borg scale은 HRCT score와 상관관계가 있었으나, chest score와는 상관관계가 없었다. 그리고 Borg scale은 체질량 지수와 역 상관관계가 있었다.

결 론: 고해상도 흉부 단층촬영의 폐기종의 정도는 COPD 환자에서 호흡곤란의 정도를 알 수 있는 객관적 지표가 될 수 있다.

참 고 문 헌

1. Lopez AD, Shibuya K, Rao C, Mathers CD, Hansell AL, Held LS, et al. Chronic obstructive pulmonary disease: current burden and future projections. *Eur Respir J* 2006;27:397-412.
2. Murray CJ, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study. *Lancet* 1997;349:1498-504.
3. Kim DS, Kim YS, Jung KS, Chang JH, Lim CM, Lee JH, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in Korea: a population-based spirometry survey. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:842-7.
4. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1256-76.
5. O'Donnell DE, Webb KA. Exertional breathlessness in patients with chronic airflow limitation. The role of lung hyperinflation. *Am Rev Respir Dis* 1993;148:1351-7.
6. Mahler DA. Mechanisms and measurement of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2006;3:234-8.
7. Parker CM, Voduc N, Aaron SD, Webb KA, O'Donnell DE. Physiological changes during symptom recovery from moderate exacerbations of COPD. *Eur Respir J* 2005;26:420-8.
8. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;176:532-55.
9. Celli BR. The importance of spirometry in COPD and asthma: effect on approach to management. *Chest* 2000;117:15S-9S.
10. van Schayck CP. Is lung function really a good parameter in evaluating the long-term effects of inhaled corticosteroids in COPD? *Eur Respir J* 2000;15:238-9.
11. Mahler DA, Harver A. A factor analysis of dyspnea ratings, respiratory muscle strength, and lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:467-70.
12. Wegner RE, Jorres RA, Kirsten DK, Magnussen H. Factor analysis of exercise capacity, dyspnoea ratings and lung function in patients with severe COPD. *Eur Respir J* 1994;7:725-9.

13. American Thoracic Society. Standardization of spirometry, 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152:1107-36.
14. Pratt PC. Role of conventional chest radiography in diagnosis and exclusion of emphysema. *Am J Med* 1987;82:998-1006.
15. Reich SB, Weinshelbaum A, Yee J. Correlation of radiographic measurements and pulmonary function tests in chronic obstructive pulmonary disease. *AJR Am J Roentgenol* 1985;144:695-9.
16. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
17. Expert panel on the identification, evaluation, and treatment of overweight in adults. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. *Am J Clin Nutr* 1998;68:899-917.
18. Sakai F, Gamsu G, Im JG, Ray CS. Pulmonary function abnormalities in patients with CT-determined emphysema. *J Comput Assist Tomogr* 1987;11:963-8.
19. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004;350:1005-12.
20. Nishimura K, Izumi T, Tsukino M, Oga T. Dyspnea is a better predictor of 5-year survival than airway obstruction in patients with COPD. *Chest* 2002;121:1434-40.
21. American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152: S77-121.
22. The COPD Guidelines Group of the Standards of Care Committee of the BTS. BTS guidelines for the management of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1997;52 Suppl 5:S1-28.
23. Nicklaus TM, Stowell DW, Christiansen WR, Renzetti AD Jr. The accuracy of the roentgenologic diagnosis of chronic pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1966;93:889-99.
24. Nakano Y, Muro S, Sakai H, Hirai T, Chin K, Tsukino M, et al. Computed tomographic measurements of airway dimensions and emphysema in smokers. Correlation with lung function. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162:1102-8.
25. Rothpearl A, Varma AO, Goodman K. Radiographic measures of hyperinflation in clinical emphysema. Discrimination of patients from controls and relationship to physiologic and mechanical lung function. *Chest* 1988;94:907-13.
26. Boschetto P, Quintavalle S, Zeni E, Leprotti S, Potena A, Ballerin L, et al. Association between markers of emphysema and more severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2006;61:1037-42.
27. Agust AG, Gari PG, Sauleca J, Busquets X. Weight loss in chronic obstructive pulmonary disease. Mechanisms and implications. *Pulm Pharmacol Ther* 2002;15:425-32.
28. Stevenson NJ, Walker PP, Costello RW, Calverley PM. Lung mechanics and dyspnea during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:1510-6.