

□ 원 저 □

만성 폐질환 환자에서의 호흡재활치료의 효과

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실

최강현 · 박영주 · 조원경 · 임채만 · 이상도 · 고윤석 · 김우성 · 김동순 · 김원동

= Abstract =

The Effect of Pulmonary Rehabilitation in Patients with Chronic Lung Disease

Kang Hyeon Choe, Young Joo Park, Won Kyung Cho, Chae Man Lim
Sang Do Lee, Youn suck Koh, Woo Sung Kim, Dong Soon Kim, Won Dong Kim

Department of Internal Medicine, Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan

Background : It is known that pulmonary rehabilitation improves dyspnea and exercise tolerance in patient with chronic lung disease, although it does not improve pulmonary function. But there is a controversy whether this improvement after pulmonary rehabilitation is due to increased aerobic exercise capacity. We performed this study to evaluate the effect of pulmonary rehabilitation for 6 weeks on the pulmonary function, gas exchange, exercise tolerance and aerobic exercise capacity in patients with chronic lung disease.

Methods : Pulmonary rehabilitations including education, muscle strengthening exercise and symptom-limited aerobic exercise for six weeks, were performed in fourteen patients with chronic lung disease (COPD 11, bronchiectasis 1, IPF 1, sarcoidosis 1 ; mean age 57 ± 4 years ; male 12, female 2). Pre- and post-rehabilitation pulmonary function and exercise capacity were compared.

Results :

1) Before the rehabilitation, FVC, FEV₁ and FEF_{25-75%} of the patients were $71.5 \pm 6.4\%$, $40.6 \pm 3.4\%$ and $19.3 \pm 3.8\%$ of predicted value respectively. TLC, FRC and RV were $130.3 \pm 9.3\%$, $157.3 \pm 13.2\%$ and $211.1 \pm 23.9\%$ predicted respectively. Diffusing capacity and MVV were $59.1 \pm 1.1\%$ and $48.6 \pm 6.2\%$. These pulmonary functions did not change after pulmonary rehabilitation.

2) In the incremental exercise test using bicycle ergometer, maximum work rate (57.7 ± 4.9 watts vs. 64.8 ± 6.0 watts, $P=0.036$), maximum oxygen consumption (0.81 ± 0.07 L/min vs. 0.96 ± 0.08 L/min, $P=0.004$) and anaerobic threshold (0.60 ± 0.06 L/min vs. 0.76 ± 0.06 L/min, $P=0.009$) were significantly increased after pulmonary rehabilitation. There was no improvement in gas exchange after rehabilitation.

3) Exercise endurance of upper (4.5 ± 0.7 joule vs. 14.8 ± 2.4 joule, $P < 0.001$) and lower extremity (25.4 ± 5.7 joule vs. 42.6 ± 7.7 joule, $P < 0.001$), and 6 minute walking distance (392 ± 35 meter vs. 459 ± 33 meter, $P < 0.001$) were significantly increased after rehabilitation. Maximum inspiratory pressure was also increased after rehabilitation (68.5 ± 5.4 cmH₂O vs. 80.4 ± 6.4 cmH₂O, $P < 0.001$).

Conclusion : The pulmonary rehabilitation for 6 weeks can improve exercise performance in patients with chronic lung disease.

Key Words : pulmonary rehabilitation, chronic lung disease

서 론

만성폐쇄성폐질환은 만성적인 기도 폐쇄와 기류 장애를 특징으로 하는 질환군으로 이러한 환자들은 흔히 호흡곤란, 특히 운동시 호흡곤란을 호소하며 이로 인해 운동장애가 초래되어 운동을 하지 않게되고, 그 결과 운동근육이 위축되어 호흡곤란이 더 심해지는 악순환이 유발된다. 호흡재활치료는 만성폐쇄성폐질환 환자에서 폐기능을 호전시키지는 못하지만 호흡곤란등의 증상과 운동허용능(exercise tolerance)은 호전시키는 것으로 알려져 있으며^{1,2,3)}, 만성폐쇄성폐질환 이외의 만성 폐질환 환자에서도 비슷한 효과를 보이는 것으로 보고된 바 있다⁴⁾. 그러나 이러한 운동허용능의 호전이 유산소운동능력(aerobic exercise capacity)의 증가 때문인지는 논란의 대상이 되고 있다^{4,5,6,7,8)}. 따라서 본 저자들은 만성 폐질환 환자에서 호흡 재활치료가 폐기능과 운동능력에 미치는 영향을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

안정 상태에 있는 만성 폐질환 환자로 폐기능

저하로 인한 호흡곤란이 있고, 호흡재활의 의지가 있어야 하며, 주 3 회 이상 본원에 내원 가능한 환자를 대상으로 호흡재활치료를 시행하였다. 연구 대상은 총 14 명의 만성 폐질환 환자들로 이들의 평균 연령은 57 ± 4 세이었고 남자 12 명, 여자 2 명이었으며, 기저 질환은 만성폐쇄성폐질환 환자 11 명, 기관지확장증 환자, 특발성 폐섬유화증 환자, 폐유육종증 환자 각각 1 명씩이었다.

대상 환자의 기저 FVC, FEV₁ 및 FEF_{25-75%}는 각각 예측치의 $71.5 \pm 6.4\%$, $40.6 \pm 3.4\%$ 및 $19.3 \pm 3.8\%$ 이었고, 총폐용량(TLC), 기능성잔기용량(FRC) 및 잔기량(RV)은 각각 $130.3 \pm 9.3\%$, $157.3 \pm 13.2\%$ 및 $211.1 \pm 23.9\%$ 이었다. 폐확산능과 최대환기량은 각각 예측치의 $59.1 \pm 1.1\%$ 와 $48.6 \pm 6.2\%$ 이었다.

2. 방 법

1) 측정 지표

대상 환자들은 평상시의 투약 상태를 그대로 유지하면서 기저 검사로 폐활량측정(spirometry), 확산능(diffusing capacity), 폐용적(lung volume), 폐쇄용적(closing volume), 최대환기량(maximum

voluntary ventilation), 최대흡기압(maximum inspiratory pressure)을 측정하였고, 자전거운동력측정계(bicycle ergometer, SensorMedics 2900, USA)를 이용한 다단계 운동부하 검사를 실시하였으며, 운동부하검사 전후로 동맥혈가스분석을 하였다. 운동부하검사에서 얻어진 최대 운동량의 80% 수준에서 하지의 지구력과 상지 운동량측정계(arm ergometer)를 이용하여 상지의 지구력을 측정하였고, 6 분 보행검사를 시행하였다.

6 주간의 호흡재활치료후 상기 검사를 반복하여 그 변화를 관찰하였다.

2) 호흡재활치료

호흡재활치료 프로그램에는 환자의 질병과 약물 사용법에 대한 교육과 재활치료 운동으로서 아령과 탄력밴드를 이용한 근육강화운동(muscle strengthening exercise)이 포함되었으며, 답자운동(treadmill walking, MedTrack R60, Quinton, USA), 자전거 운동(stationary bicycle riding, Ergonomic 818E, Monark, Sweden) 및 상지 운동력 측정계(arm ergometer, Rehab Trainer 881E, Monark, Sweden)를 이용한 상지운동을 환자가 지칠 때까지 운동을 하도록 하였다. 답자운동과 자전거 운동은 호흡재활치료 전에 실시한 운동부하검사에서 얻어진 최대운동량의 50% 수준에서 부터 시작하여 운동을 15분 정도 지속할 수 있으면 운동

부하를 단계적으로 증가시켜 운동을 하도록 하였다. 운동은 하루에 40 - 60 분, 일주일에 3회, 총 6 주를 시행하였다.

3) 통계 처리

각 자료는 평균 \pm 표준오차로 표기하였고, 호흡재활치료 전후의 폐기능, 운동능력의 지표 및 동맥혈 가스분석 결과를 paired t-test로 비교하여 $P < 0.05$ 인 경우 통계학적 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

1. 폐기능 검사

폐기능검사상 노력성폐활량, 1초간 노력성호기량, 노력성 호기중간 기류량, 확산능, 총폐용량, 기능적잔기용량, 잔기량, 폐쇄용적 및 최대환기량은 재활치료 전후에 유의한 변화가 없었다 (Table 1, Table 2).

2. 다단계 운동부하 검사

자전거운동력측정계를 이용한 다단계 운동부하 검사상 최대 운동량(maximum work rate)은 치료 전 57.7 ± 4.9 watts에서 치료 후 64.8 ± 6.0 watts로 ($P=0.036$), 최대산소섭취량($\dot{V}O_{2max}$)은 치료 전

Table 1. Changes in Pulmonary Functions After Rehabilitation(1)

	Pre-rehabilitation	Post-rehabilitation	P value
FVC(% pred.)	71.5 ± 6.4	69.4 ± 5.9	NS
FEV ₁ (% pred.)	40.6 ± 3.4	38.0 ± 3.1	NS
FEF ₂₅₋₇₅ (% pred.)	19.3 ± 3.8	18.4 ± 4.5	NS
DLco(% pred.)	59.1 ± 1.1	57.4 ± 1.1	NS
NS : not significant		(mean \pm SE)	

Table 2. Changes in Pulmonary Functions After Rehabilitation(2)

	Pre-rehabilitation	Post-rehabilitation	P value
TLC(% pred.)	130.3±9.3	112.8±8.3	NS
FRC(% pred.)	157.3±13.2	131.1±10.0	NS
RV(% pred.)	211.1±23.9	159.2±11.0	NS
CV(Liter)	1.11±0.19	0.81±0.30	NS
MVV(L/min)	48.6±6.2	46.6±6.00	NS

TLC : total lung capacity, FRC : functional residual capacity

RV : residual volume, CV : closing volume, MVV : maximum voluntary ventilation

Table 3. Changes in Parameters of Incremental Exercise Test After Rehabilitation(1)

	Pre-rehabilitation	Post-rehabilitation	P value
WRmax(watts)	57.7±4.9	64.8±6.0	0.036
$\dot{V}O_2$ max(L/min)	0.81±0.77	0.96±0.08	0.004
AT(L/min)	0.60±0.66	0.76±0.06	0.009
O ₂ pulse(ml/beat)	6.51±0.60	8.18±0.67	<0.001

WRmax : maximum work rate, $\dot{V}O_2$ max : maximum oxygen consumption

AT : anaerobic threshold

Table 4. Changes in Parameters of Incremental Exercise Test After Rehabilitation(2)

	Pre-rehabilitation	Post-rehabilitation	P value
HRmax(beats/min)	128.2±7.8	129.5±7.9	NS
\dot{V}_E max(L/min)	36.4±3.4	37.2±3.6	NS
pH	7.36±0.02	7.35±0.01	NS
PaCO ₂ (mmHg)	42.4±2.9	40.0±2.8	NS
PaO ₂ (mmHg)	70.9±6.0	76.4±5.1	NS
Lactate(mg/dl)	65.2±5.7	63.2±6.3	NS

HRmax : maximum heart rate, \dot{V}_E max : maximum minute ventilation

0.81±0.07 L/min에서 치료 후 0.96±0.08 L/min로 (P=0.004), 무산소역치(anaerobic threshold)는 치료 전 0.60±0.06 L/min에서 치료 후 0.76±0.06 L/min로(P=0.009), 산소맥(oxygen pulse)은 치료전 6.51±0.60 ml/beat에서 치료 후 8.18±0.67 ml/beat로 유의하게 증가하였다(Table 3).

운동부하 검사시 최대 분당환기량, 최대심박수

는 재활치료 전후 유의한 변화가 없었으며, 안정시 및 운동후의 동맥혈가스 검사치도 재활치료 전후에 유의한 차이를 보이지 않았다. 운동후 동맥혈 유산 농도도 치료 전후 차이가 없었다(Table 4).

3. 지구력검사, 6분 보행검사 및 최대흡기압

지구력검사에서 하지의 운동지속시간은 치료

전 517 ± 94 초에서 치료 후 796 ± 122 초로($P < 0.001$), 이때 시행한 일은 치료 전 25.4 ± 5.7 Joule에서 치료 후 42.6 ± 7.7 Joule로($P < 0.001$) 유의하게 증가하였고, 상지의 지구력검사시 행한

한 이해를 시키고, 약제 사용법, 호흡 방법, 질병 악화에 대한 예방법, 산소 치료 및 스트레스 해소법등에 대한 교육을 할 뿐만 아니라, 제한된 폐기능 한도내에서 최대 활동능력을 부여하기 위

Table 5. Changes in Exercise Endurance After Rehabilitation

	Pre-rehabilitation	Post-rehabilitation	P value
Lower extremity			
duration(sec)	517 ± 94	796 ± 122	<0.001
work(Kjoule)	25.4 ± 5.7	42.6 ± 7.67	<0.001
Upper extremity			
work(Kjoule)	4.5 ± 0.7	14.8 ± 2.8	<0.001

Table 6. Changes in 6 Minute Walking Distance and Maximum Inspiratory Pressure After Rehabilitation

	Pre-rehabilitation	Post-rehabilitation	P value
6 minute walking(m)	392 ± 35	459 ± 33	<0.001
$P_{\text{max}}(\text{cmH}_2\text{O})$	68.5 ± 5.4	80.4 ± 6.4	<0.001

P_{max} : maximum inspiratory pressure

일은 4.5 ± 0.7 Joule에서 치료 후 14.8 ± 2.8 Joule로 증가하였다(Table5). 6분 보행거리는 치료 전 392 ± 35 meter에서 치료 후 459 ± 33 meter로($P < 0.001$) 증가하였고, 최대흡기압도 치료 전 68.5 ± 5.4 cmH₂O에서 치료 후 80.4 ± 6.4 cmH₂O로($P < 0.001$) 유의한 증가를 보였다(Table

해 개개인에 적절한 운동요법 및 작업요법과 함께 정신과적, 영양학적인 보조를 해 준다^{9,10}. 이러한 호흡재활치료의 효과는 단기적으로는 환자들의 호흡곤란과 활동능력을 향상시키고, 자신들의 병을 어느정도 스스로 조절해 나가는 능력을 키워 줌으로써 삶의 질을 향상시키는 것이나, 더 나아가서는 환자들이 좀 더 독립적인 삶을 영위하고 입원치료의 필요성을 감소시킴으로서 경제적과 사회적으로 도움을 줄 수 있다^{3,10}. 호흡재활 치료는 주로 만성폐쇄성폐질환에서 시행되었지만 최근에는 만성폐쇄성폐질환 이외의 다른 만성 폐 질환 환자에서도 비슷한 효과가 있는 것으로 알려져 있다⁴.

정상인에서의 운동훈련은 운동시 심박수의 감소, 심박출량의 증가, 심근 비후 및 조직에서의 산소추출 증가등의 심혈관계의 효과로 운동근육으로 산소 공급을 증가시킬 뿐 아니라, 근육세포

고 찰

호흡재활치료는 만성 폐질환 환자들을 정확한 진단과 치료 뿐만 아니라 교육과 정서적인 지지요법을 통하여 호흡기 질환의 생리학적 및 정신적인 병변을 호전시키거나 안정시켜서 가능한한 최대로 활동능력을 향상시키는 것을 목표로, 다방면의 전문분야가 참여하여 개개인의 상태에 맞추어 고안하는 치료기술 프로그램이다¹⁾. 재활치료는 환자에게 자신들이 가지고 있는 질병에 대

내에 미토콘드리아의 수와 크기를 증가시키고, 근육의 산화효소, 근 모세혈관 수, 근육내 글리코겐 저장 및 근육의 유리지방산 사용을 증가시켜, 근육에서의 유산소대사(aerobic metabolism)를 항진시키고 무산소대사(anaerobic metabolism)를 줄임으로써 유산생성을 감소시키는 것으로 알려져 있다^{11,12)}. 또한 운동의 종류에 따른 차이도 있어, 저항이 많고 천천히 반복하는 운동(high-resistance, low-repetition exercise)은 주로 근력을 상승시키는 반면, 저항이 적고 빠르게 반복하는 운동(low-resistance, high-repetition exercise)은 주로 근육의 지구력을 상승시킨다고 한다¹³⁾. 운동치료의 효과에 영향을 미치는 요소는 여러가지가 있지만 그 중 중요한 것은 운동의 강도(intensity), 지속시간(duration) 및 빈도(frequency)이며, 최대심박수의 60-70%이상 또는 최대산소섭취량의 50%이상의 강도로 1회에 20 - 30 분씩, 일주일에 3 - 4회의 운동을 해야 효과가 있는 것으로 알려져 있다^{8,11,12)}.

만성폐쇄성폐질환 환자들은 흔히 운동장애를 호소하는데, 이러한 운동장애의 기전으로는 폐용량의 증가로 인한 호흡역학의 변화, 호흡근의 피로, 가스 교환 이상, 폐동맥 고혈압과 우심실 부전, 호흡곤란에 대한 지각의 상승 및 환기에 대한 동인(drive) 증가뿐만 아니라, 운동에 대한 두려움등의 심리적요인 및 영양부족등이 거론되고 있다^{8,15)}. 따라서 만성폐쇄성폐질환 환자의 치료로서 약물이외에도 운동장애에 대한 호흡재활치료가 중요한 치료법의 하나로 인식되고 있다^{1,2,3,16,17)}.

그러나 만성 폐질환 환자에서는 정상인에서와 같은 운동훈련의 효과가 나타나는지에 대하여는 논란이 많다. 이제까지는 만성 폐질환 환자는 상기 기술한 운동훈련 효과가 나타날 수 있는 정도의 운동을 하지 못하기 때문에 유산소운동능력이

호전되지 않는다는 보고^{4,8)}들이 많았고 Belman 등⁵⁾은 직접 근육의 산화효소를 측정하여 변화가 없는 것을 관찰하여, 만성폐쇄성폐질환 환자에서는 정상인에서의 운동훈련 효과가 나타나지 않는다고 생각되어 왔었다. 그러나 최근에 Punzal 등⁶⁾과 Casaburi 등⁷⁾은 만성폐쇄성폐질환 환자에서도 무산소역치 이상의 높은 부하에서 운동치료를 시킬 경우 무산소역치가 증가하고 운동시 환기량 및 이산화탄소생성량이 감소하며 최대산소섭취량이 증가한 것을 관찰하여 만성 폐질환 환자에서도 운동치료 후 유산소운동능력이 증가하는지에 대해서는 논란이 있다. 따라서 본 연구는 만성 폐질환 환자에서 호흡재활치료가 폐기능 및 운동능력에 미치는 영향을 알아보고자 시행되었다.

대상 환자 선정은 Goldstein 등¹⁸⁾이 제시한 바에 따라 동반된 심혈관계질환이 없으며, 최대의 약물치료를 받고 있는, 안정시 또는 운동시 호흡곤란을 호소하는 안정된 만성 폐질환 환자 중 호흡재활치료의 의지를 보이고, 본원에 방문하여 치료를 받을 수 있는 환자를 대상으로 하였다.

호흡재활운동 프로그램으로써는 상기 언급한 교육과 함께 통상적으로 권장되고 있는^{3,9,10)} 근육강화운동(muscle strengthening exercise)과 걷기운동(floor walking), 답차운동(treadmill walking), 자전거 운동(stationary bicycle riding) 및 상지 운동(arm training)을 전문 간호사 및 훈련된 기사들의 감독하에 1회에 30 분이상, 일주일에 3회, 총 6주간 시행하였고, 높은 강도로 운동을 시키기 위하여 환자가 지칠때까지 운동을 시켰다.

본 연구의 결과로 6주간의 호흡재활치료 후 환자들의 폐기능 검사상 노력성폐활량, 1초간 노력성호기량, 노력성 호기중간 기류량, 확산능, 총폐용량, 기능적잔기용량, 잔기량, 폐쇄용적 및 최대 환기량은 유의한 변화가 없었으며, 이는 호흡재활치료가 환자의 폐기능은 호전시키지 못한다는

다른 보고^{4,6,7,19,20}들과 일치하였다.

자전거운동력측정계를 이용한 다단계 운동부하 검사에서 호흡재활치료 전후의 최대심박수 및 최대분당환기량은 차이가 없었으므로 환자들이 호흡재활치료 전후에 모두 검사시 최대의 운동을 한 것으로 사료되며, 최대운동량, 최대산소섭취량, 무산소역치 및 산소맥이 모두 치료 후 유의한 상승을 보였다. 이는 높은 강도의 운동치료를 받은 환자들에서 운동시 유산의 생성이 지연되었다는 Casaburi⁷등의 보고와 최대운동량과 최대산소섭취량이 증가하였다는 Punzal⁶등의 보고와 일치하는 결과이었다. 또한 본 연구의 대상 환자들은 처음에 자전거운동력측정계로 운동량을 측정할 당시, 거의 모두 무산소역치이상의 운동을 하였으므로 기본적으로는 유산이 생성될 수 있는 즉, 근육에 부하를 가할 수 있는 정도의 운동을 할 수 있는 환자들로서 재활치료 중 높은 강도의 운동을 계속하였기 때문으로 사료된다. 즉, 만성 폐질환 환자들도 충분한 강도에서 운동을 할 경우에는 정상인에서의 운동훈련과 비슷한 효과를 볼 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

안정시와 다단계 운동부하 검사 후에 동맥혈가스분석검사를 시행하였으며, 안정시의 동맥혈 pH, 이산화탄소분압, 산소분압은 호흡재활치료 전후에 차이가 없었고, 운동후에 측정한 동맥혈검사에서도 재활치료 전후에 차이를 보이지 않아 호흡재활치료가 가스교환을 호전시키지 못했었다는 기존의 보고^{4,7,20}와 같은 결과를 보였다. 다단계 운동부하검사후 측정한 동맥혈 유산 농도도 재활치료 전후에 차이가 없었으며, 이는 무산소역치가 증가하였지만 환자가 지칠 때까지 운동을 하였으므로 최대운동후 동맥혈 유산의 농도는 유의한 차이를 보이지 않았던 것으로 여겨졌다.

자전거 운동력 측정계를 이용한 하지의 지구력 검사시 지속시간과 일(work)이 호흡재활치료 후

유의하게 증가하였고, arm ergometer를 이용한 상지의 지구력검사시 상지가 행한 일도 유의한 증가를 보여 기존의 보고^{5,6,7,21,22,23}와 일치하였다. 이러한 운동지구력이 증가하는 기전으로는 환자들에게서 운동하려는 의욕이 증가하고, 호흡곤란을 느끼는 인지도가 감소하거나 같은 운동을 반복하여 운동기술이 호전됨으로써 더 오래 운동할 수 있는 것으로 설명하고 있다^{5,8,20,24}.

6분 보행검사상 보행 거리도 호흡재활치료 후 유의하게 증가하여 다른 보고^{19,21,22,25}의 결과와 같았으며, 특히 McGavin²²은 보행거리의 증가 이외에도 보폭이 증가하였다고 보고하였다.

최대흡기압 역시 호흡재활치료 후 유의한 증가를 보여 Celli²⁶와 Epstein²⁷의 보고와 일치하였으며, 이는 아령과 탄력밴드 및 arm ergometer를 사용하여 상지의 근육을 운동시킴으로써 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid), 흉근(pectoralis), 승모근(trapezius)등의 보조호흡근의 운동이 동반되어 최대흡기압이 증가된 것으로 사료된다.

본 연구에서는 호흡재활치료 전후의 호흡곤란 정도의 변화를 측정하지는 못하였으나 대부분의 환자들은 호흡재활치료 후 호흡곤란의 정도가 상당히 호전되었다고 하였으며, 다른 연구자^{6,22,23,28}에 의하면 같은 정도의 운동을 하였을 때 호흡재활치료 전보다 치료 후에 환자가 호소하는 호흡곤란의 정도가 호전되었다고 보고하였다.

결론적으로 만성 폐질환 환자에서 6주간의 호흡재활치료는 환자의 폐기능과 가스 교환을 호전시키지는 못하였지만, 유산소운동능력, 운동지구력, 보행능력 및 최대흡기압을 호전시키는 것으로 사료되었다.

요 약

배경 : 호흡재활치료는 만성 폐질환 환자들의

폐기능을 호전시키지는 못하나 운동허용능(exercise tolerance)을 호전시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 운동허용능이 증가하는 것이 유산소운동 능력(aerobic exercise capacity)이 증가하기 때문인지는 논란이 있으며, 아직 국내에서는 호흡재활치료에 대한 보고가 없었다.

방법 : 14명의 만성 폐질환 환자(만성폐쇄성폐질환 11 명, 유육종증 1 명, 기관지확장증 1 명, 특발성 폐섬유화증 1 명 ; 평균 연령 57 ± 4 세, 남자 12 명, 여자 2 명) 를 대상으로 6 주간의 호흡재활치료를 시행하여 치료 전후의 폐기능과 운동허용능의 변화를 관찰하였다.

결과 :

1) 대상 환자의 호흡재활치료 전 평균 노력성 폐활량(FVC), 1초간 노력성호기량(FEV₁) 및 노력성 호기중간 기류량(FEF_{25-75%})은 각각 예측치의 $71.5 \pm 6.4\%$, $40.6 \pm 3.4\%$ 및 $19.3 \pm 3.8\%$ 였으며, 총 폐용량(TLC), 기능적잔기용량(FRC) 및 잔기량(RV)은 각각 $130.3 \pm 9.3\%$, $157.3 \pm 13.2\%$ 및 $211.1 \pm 23.9\%$ 이었고, 확산능(diffusing capacity) 및 최대 환기량(MVV)은 각각 $59.1 \pm 1.1\%$ 및 $48.6 \pm 6.2\%$ 이었다. 이 들 각 폐기능의 지표들은 호흡재활치료 전후 유의한 변화는 없었다.

2) 자전거운동력측정계(bicycle ergometer)를 이용한 운동부하 검사상 최대 운동량(maximum work rate)은 치료전 57.7 ± 4.9 watts 에서 치료후 64.8 ± 6.0 watts로($P=0.036$), 최대산소섭취량($\dot{V}O_2$ max)은 0.81 ± 0.07 L/min에서 0.96 ± 0.08 L/min로($P=0.004$), 무산소역치(anaerobic threshold)는 0.60 ± 0.06 L/min 에서 0.76 ± 0.06 L/min로($P=0.009$) 호흡재활치료후 유의하게 증가하였다. 가스교환은 호흡재활치료 전후에 변화가 없었다.

3) 지구력시험(endurance test)상 운동일(work) 이 상지는 4.5 ± 0.7 joule 에서 14.8 ± 2.4 joule로

($P<0.001$), 하지는 25.4 ± 5.7 joule 에서 42.6 ± 7.7 joule로($P<0.001$) 모두 재활치료 후 유의하게 증가하였다. 6분 보행거리는 392 ± 35 미터에서 459 ± 33 미터로($P<0.001$) 치료 후 연장되었고, 최대 흡기압도 68.5 ± 5.4 cmH₂O에서 80.4 ± 6.4 cmH₂O로 증가하였다($P<0.001$).

결론 : 만성 폐질환 환자에서 6주간의 호흡재활치료는 폐기능 및 가스교환을 호전시키지는 못하였지만 운동허용능(exercise tolerance)을 호전시키는 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

- 1) American Thoracic Society. Pulmonary rehabilitation. Am Rev Respir Dis **124** : 663-666, 1981
- 2) American Thoracic Society. Standard for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. Am Rev Respir Dis **136** : 225-244, 1987
- 3) Ries AL. Pulmonary rehabilitation. In : Fishman AP, ed. Pulmonary diseases and disorders. 2nd Ed. New York : McGraw-Hill Book Co, 1325-1331, 1988
- 4) Foster S, Thomas HM. Pulmonary rehabilitation in lung disease other than chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Respir Dis **141** : 601-604, 1990
- 5) Belman MJ, Kendregan BA. Exercise training fails to increase skeletal muscle enzymes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Respir Dis **123** : 256-261, 1981

- 6) Punzal PA, Ries AL, Kaplan RM, Prewitt LM. Maximum intensity exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* **100**(3) : 618-623, 1991
- 7) Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reduction in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* **143** : 9-18, 1991
- 8) Olopade CO, Beck KC, Viggiano RW, Staats BA. Exercise limitation and pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Mayo Clin Proc* **67** : 144-157, 1992
- 9) Patessio A, Ioli F, Donner CF. Chapter 24, Exercise prescription. in Casaburi and Petty(Ed) Principles and practice of pulmonary rehabilitation, p322, Philadelphia, W.B. Saunders 1993
- 10) Make BJ. Pulmonary rehabilitation. myth or reality? *Clin Chest Med* **7** : 519 - 540, 1986
- 11) Davis JA, Frank MH, Whipp BJ, Wasserman K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *J Appl Physiol* **46**(6) : 1036 - 1046, 1979
- 12) Henriksson J, Reitman JS. Time course of changes in human skeletal muscle succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. *Acta Physiol Scand* **99** : 91 - 97, 1977
- 13) Celli BR. Exercise training in pulmonary rehabilitation. *Seminars in Respiratory Medicine* **14**(2) : 132 - 138, 1993
- 14) Belman MJ. Exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Clin in Chest Med* **7**(4) : 585 - 597, 1986
- 15) Belman MJ. Exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* **48**(9) : 936 - 946, 1993
- 16) Snider GL, Faling LJ, Rennard SI. Chapter 41, Chronic bronchitis and Emphysema. in Murray and Nadel (Ed) Textbook of respiratory medicine. 2nd Ed. p.1331, Philadelphia, WB Saunders, 1994
- 17) Kelsen SG, Criner G. Chapter 56, Rehabilitation of patients with COPD. in Cherniack SD (Ed) Chronic obstructive pulmonary disease. p.520, Philadelphia, WB Saunders, 1991
- 18) Goldstein RS, Avendano MA. Chapter 23, Candidate evaluation. in Casaburi and Petty(Ed) Principles and practice of pulmonary rehabilitation, p317, Philadelphia, W.B. Saunders 1993
- 19) Guyatt GH, Berman LB, Townsend M. Long-term outcome after respiratory rehabilitation. *CMAJ* **137**(15) : 1089 - 1095, 1987
- 20) Chester EH, Belman MJ, Bahler RC, Baum GL, Schey G, Buch P. Multidisciplinary treatment of chronic pulmonary insufficiency. 3. The effect of physical training on cardiopulmonary performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* **72**(6) : 695 - 702, 1977
- 21) Niederman MS, Clemente PH, Fein AM, Feinsilver SH, Robinson DA, Ilowite JS, Bernstein MG. Benefits of a multidisciplinary pulmonary rehabilitation program. - Improvements are independent of lung function. *Chest* **99**(4) : 798-804, 1991
- 22) McGavin CR, Gupta SP, LLoyd EL, McHardy GJR. Physical rehabilitation for the chronic

- bronchitic. - results of a controlled trial of exercises in the home. *Thorax* **32** : 307 - 311, 1977
- 23) Readon J, Award E, Normandin E, Vale F, Clark B, ZuWallack RL. The effect of comprehensive outpatients pulmonary rehabilitation on dyspnea. *Chest* **105(4)** : 1046 - 1052, 1994
- 24) Carter R, Coast JR, Idell S. Exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Medicine and science in sports and exercise* **24(3)** : 281 - 291, 1992
- 25) Couser JJ, Guthmann R, Hamadeh MA, Kane C. Pulmonary rehabilitation improves exercise capacity in older elderly patients with COPD. *Chest* **107(3)** : 730 - 734, 1995
- 26) Celli BR. The clinical use of upper extremity exercise. *Clin in Chest Med* **15(2)** : 339 - 349, 1994
- 27) Epstein S, Breslin E, Roa J, Celli B. Impact of unsupported arm training (AT) and ventilatory muscle training (VMT) on the metabolic and ventilatory consequences of unsupported arm elevation (UAM) and exercise (UAE) in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis* **143** : 81A, 1991
- 28) Sassi-Dambron DE, Eakin EG, Ries AL, Kaplan RM. Treatment of dyspnea in COPD. - a controlled clinical trial of dyspnea management strategies. *Chest* **107(3)** : 724 - 729, 1995
-