

호흡부전환자의 재택산소치료 실태: 한 대학병원에서의 관찰

울산대학교 의과대학 서울아산병원 내과학교실

허진원, 이정연, 홍상범, 오연목, 심태선, 임채만, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동, 고윤석

Long-term oxygen therapy in patients with chronic respiratory failure in one university hospital

Jin Won Huh, M.D., Jung Yeon Lee, M.D., Sang-Bum Hong, M.D., Yeon Mok Oh, M.D., Tae Sun Shim, M.D., Chae-Man Lim, M.D., Sang Do Lee, M.D., Woo Sung Kim, M.D., Dong Soon Kim, M.D., Won Dong Kim, M.D., Yونسuck Koh, M.D.,

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Background : Although home oxygen therapy in hypoxemic patients with chronic lung disease has been increasing over the decade in Korea, the present state has not been known well. This study was done to know the situation of home oxygen therapy in a Korean university hospital.

Methods : Between January 1, 2000 and August 31, 2003, 86 patients prescribed home oxygen therapy by the pulmonary physicians of Asan Medical Center were investigated using their medical record and questionnaire.

Results : Patients (52 men, mean age of 61 years) with home oxygen therapy were increasing by every year. Underlying diseases were COPD (n=29), tuberculous destroyed lung (n=18), bronchiectasis (n=15), ILD (n=12), and others. Baseline FEV₁/FVC, FVC, and FEV₁ of patients were 58.4±25.2%, 54.5±17.1% of predicted, and 41.7±20.6% of pred. Mean oxygen flow was 1.5 L/min and mean duration per day was 14.5 hours. During therapy, mean PaO₂ values have increased from 51.2 to 77.7 mm Hg and PaCO₂ values have increased from 47.5 to 49.6 mm Hg. Only 16.5% of the subjects were monitored by visiting nurses or pulse oximeter. Three year survival rate was 56.6% and hypercapnic patients showed better prognosis.

Conclusion : The patients with home oxygen therapy were increasing yearly and a part of them were monitored. The hypercapnea respiratory failure patients would have better prognosis. (*Tuberc Respir Dis 2005; 58:160-166*)

Key words : Chronic lung disease, Home oxygen therapy, Hypercapnea, Survival

서 론

재택산소치료(long term domiciliary oxygen treatment, LTOT)는 저산소증을 동반한 만성기류제한 환자에서 하루 15시간 이상 적용시 생존율을 높인다¹⁻³. 여러 나라에서 저산소증을 동반한 만성폐쇄성폐질환 환자들에게 재택산소치료를 적용하고 있지만 지속적인 산소 공급체계를 유지하기 위해서 많은 의료비용이 필요하며 퇴원 후 관리가 어려운 문제점이 있다⁴. 대부분의 재택산소치료는 기저 호흡기질환의 악화로

입원시 결정되며 산소요법 시작 후 90일 경에 동맥혈 가스검사나 동맥혈산소포화도를 측정하여 산소 흡입량을 재조정하도록 권고하고 있다⁵. 여러 보고에서 관찰시 퇴원환자의 40%에서 재택산소요법의 기준에 부합되지 못하게 사용하고 있고 30%의 환자에서는 자의로 산소를 중단하였다⁶⁻⁸. 따라서 적절한 산소요법이 되려면 환자들의 순응도가 치료에 가장 중요하고 정기적인 전화나 직접 방문을 하는 프로그램(hospital-based home-care program)의 필요성이 강조되고 있다⁹. 최근 국내에서도 만성폐쇄성폐질환 뿐만 아니라 간질성폐질환, 결핵성 파괴폐 등의 만성폐질환을 가진 저산소증 환자들을 대상으로 재택산소요법이 증가하고 있으나 정확한 실태 파악도 되지 않은 상태로 비용에 대한 의료보험의 보조가 전혀 없으며 산소 사용에 대한 적절한 교육 프로그램이나 관리도 부족한 상황이다. 본 연구는 본원 호흡기내과에서 재택산소요법을 처방 받은 환자들을 대상으로 환자들의 특성과

Address for correspondence : **Yونسuck Koh, M.D.**
Division of Pulmonary & Critical Care Medicine,
Asan Medical Center, University of Ulsan College of
Medicine 388-1 Pungnap Dong, Songpa Ku, Seoul,
138-736, Korea
Phone : 3010-3134 Fax : 3010-6968
E-mail : yskoh@amc.seoul.kr
Received : Dec. 29. 2004
Accepted : Jan. 10. 2005

경과를 알아보고 실제 가정에서의 재택산소의 적용 현황을 파악하고자 시행되었다.

대상 및 방법

대상 환자의 선택

2000년 1월부터 2003년 8월까지 서울아산병원 호흡기내과를 방문하여 재택산소요법을 처음 처방 받고 외래에서 추적관찰 중인 환자 90명을 대상으로 하였다. 이 중 증상의 호전으로 재택산소요법을 중단한 4명을 제외하고 86명의 환자를 대상으로 의무기록의 검토와 설문조사를 시행하였다.

자료 수집

대상 환자들의 평균 산소흡입량, 사용시간과 재택 산소치료 후 증상 변화에 대해 간단한 설문조사(부록)가 시행되었고, 산소사용 전후의 호흡곤란 정도 변화는 10 cm 길이의 바를 이용한 visual analogue scale (0: 무증상, 10: 숨이 매우 차다)로 표시하였다. 설문조사는 2003년 8월부터 2개월 동안 외래와 가정방문을 통해 시행되었다. 동맥혈가스검사는 재택산소치료 전과 치료 후 퇴원시 결과를 고탄산혈증 동반 유무에 따라 나누어 비교하였다. 총 86명의 환자 중 산소 치료 전과 퇴원시 동맥혈가스검사를 모두 시행한 58명의

자료만을 비교 분석하였다. 폐기능검사, 심초음파검사 소견들도 산소 사용 전후로 추적 관찰하였다. 재택산소치료 시작시점을 기준으로 고탄산혈증의 정의는 안정 상태에서 호흡 시 $\text{PaCO}_2 \geq 45 \text{ mm Hg}$ 인 경우로 하였고 폐성심의 정의는 만성폐질환이 있으면서 심초음파상 폐고혈압(삼첨판 역류속도 $\geq 3.5 \text{ m/s}$)과 우심부전이 동반된 경우로 다른 심장질환이 없는 환자들을 대상으로 하였다.

통계값 분석

모든 통계값은 평균±표준편차로 표기하였으며 산소 사용 전후의 값의 비교는 비모수적 방법인 wilcoxon's signed rank test를 시행하였다. 두 군 사이의 통계값 비교는 student T-test, categorical data는 Fisher's exact test를 이용하였다. p value<0.05 를 의미 있는 차이로 간주하였다. 생존곡선은 Kaplan Meier method를 이용하였고 log-rank test를 이용하여 두 값을 비교하였다.

결 과

대상군들의 특징

산소요법을 처방 받은 당시 평균 나이는 61.3(±12.4)세였고 남자 환자의 비가 60.4%(52/86)이었다. 환자들의

Table 1. Characteristics and underlying disease of patients

	Patients (n=86)
Age , years	61.3±12.4
Sex, M/F	52/34
Smoking (no/current/ex-past)	40/8/28
Underlying disease	N (%)
COPD	29 (33.7%)
Tuberculosis destroyed lung	18 (20.9%)
Bronchiectasis	15 (17.4%)
Interstitial lung disease	12 (14.0%)
Kyphoscoliosis	7 (8.1%)
Heart disease	2 (2.3%)
T-E fistula	1 (1.2%)
Histiocytosis X	1 (1.2%)
Lung cancer	1 (1.2%)

Table 2. Arterial Blood Gas Analysis (ABGA) of patients (n=58)

	normocapnea group (n=22)		hypercapnea group (n=36)	
	On air*	On oxygen† (2.3 L)	On air*	On oxygen† (1.1 L)
Arterial blood gas analysis				
pH	7.45 (± 0.04)	7.44 (± 0.02)	7.40 (± 0.05)	7.41 (± 0.04)
PaO ₂ (mm Hg)	54.6 (± 10.6)	75.9 (± 9.9)	49.2 (± 10.7)	78.8 (± 20.8)
PaCO ₂ (mm Hg)	36.1 (± 5.8)	43.0 (± 8.9)	54.5 (± 8.1)	53.7 (± 9.6)
SaO ₂ (%)	87.8 (± 6.3)	95.1 (± 2.2)	80.0 (± 11.9)	94.2 (± 2.7)
PF ratio (PaO ₂ /FiO ₂ mm Hg)	259.9 (± 50.5)	267.2 (± 59.8)	234.2 (± 51.2)	318.0 (± 93.2)

*= at initial; † =follow up at discharge.

Table 3. Pulmonary function test and 2D-echocardiography follow up

	Patient (N)	
	Initial (n=14)	6 mo later
FVC (% pred.)	57.7 (±20.9)	53.9 (±17.8)
FEV ₁ (% pred.)	41.6 (±18.3)	42.0 (±17.3)
FEV ₁ /FVC ratio	55.4 (±27.0)	58.5 (±25.8)
	Initial (n=13)	1 yr later
TR* velocity (m/sec)	4.2 (± 1.4)	3.7 (± 0.6)
PG† (mm Hg)	77.5 (±59.8)	55.5 (±20.8)

*TR, tricuspid regurgitation; † PG, pressure gradient.

기저질환은 만성폐쇄성폐질환(COPD), 결핵 파괴폐 (tuberculous destroyed lung), 기관지확장증 및 간질성폐질환 등의 순이었다(table 1).

대상군들의 임상소견, 폐기능검사 소견, 심초음파 소견

대상환자들의 산소요법 시작 전과 퇴원 시 설정된 산소량에 따른 동맥혈가스검사를 비교 시 평균 PaO₂는 51.2(±10.9) mm Hg 에서 77.7(±17.4) mm Hg, PaCO₂는 47.6(±11.6) mm Hg 에서 49.6(±10.6) mm Hg 으로 상승된 소견을 보였다. 재택산소치료 처방 당시 고탄산혈증이 동반된 환자에서 적은 산소흡입량으로 유의한 PF(PaO₂/FiO₂) ratio의 호전을 보였다(table 2). 심장초음파검사는 산소요법 처방 전 54명에서 시행되었고 이 중 27명(50%)에서 폐고혈압과 동반된 우심부전을 보였고 15명(28%)에서는 심낭삼출액을 동반하였다. 폐기능검사소견과 심초음파소견(table 3)을 산소요법 중 추적 관찰 시 폐기능의 유의한 호전은 없었지만 폐동맥압은 77.5(±59.8) mm Hg 에서 55.5 (±20.8) mm Hg 로 떨어지는 경향을 보였다.

재택산소요법의 현황

환자들의 산소공급체계는 공업용 고압산소통(68.3%)의 사용이 가장 많았고, 산소발생기(29.3%), 액화산소통(2.4%) 순이었다. 재택산소요법을 하면서 가정간호사나 의료기회사의 전문간호사를 통해 지속적으로 동맥혈산소포화도나 흡입산소량을 모니터링하는 경우는 전체 환자 중 14명에 불과했다(16.5%). 환자들이 흡입하는 평균 산소량은 1.5 L/min였고 평균 사용시간은 14.5(±7.9)시간이었다. 이 중 15시간 이상 산소를 사용하는 경우는 52%이었고 6명의 환자는 산소요법과 비침습적 양압환기를 병용하였다.

설문조사

설문조사는 생존환자 67명 중 설문조사에 동의한 45명(67.2%)을 대상으로 시행되어졌다(부록). 설문조사 결과, 72%의 환자가 산소사용 후 호흡곤란이 호전되었다고 응답하였고 50% 이상의 환자가 피곤을 느끼는 정도와 수면 정도가 호전되었다고 응답하였다.

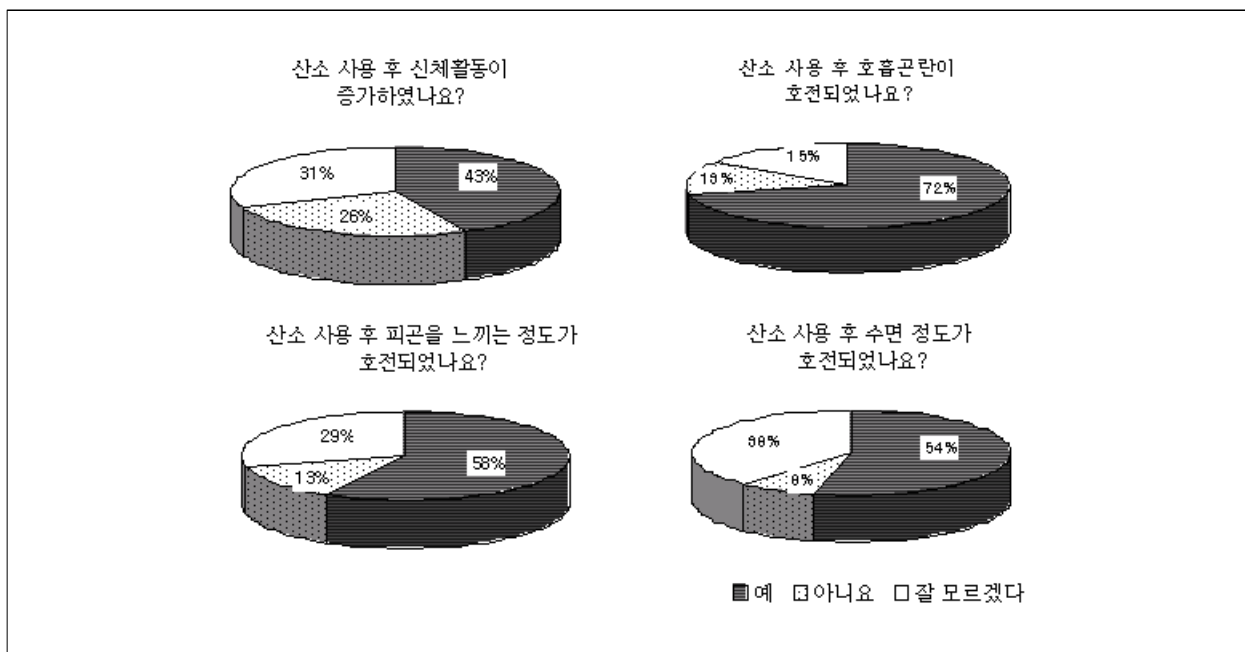


Figure 1. Questionnaire.

하지만 신체 활동의 증가 여부에 대해서는 43%만 증가되었다고 하였다(그림1). 환자들의 호흡곤란 호전 정도를 visual analogue scale로 직접 표시했을 때(그림2) 산소 사용전이 7.0(±2.7) cm, 산소사용 후 3.8(±3.1) cm으로 유의하게 호전됨을 보였다(p<0.05).

생존율

설문 조사 당시 90명 중 27명의 환자가 사망하였다. 이 중 56%는 기저질환에 동반된 폐렴으로 인한 호흡

부전, 22%는 악화된 폐성심에 의한 심부전으로 사망하였다. 전체 환자들에서 산소처방 후 1년 생존율은 79%, 3년 생존율은 56%였다. 산소요법 시작 당시에 고탄산혈증이 있는 환자의 경우 1년 생존율 87%, 3년 생존율 77%로 고탄산혈증이 없는 환자의 1년 생존율 60%, 3년 생존율 16%와 비교 시 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 우심부전의 동반 여부는 생존율에 유의한 차이를 보이지 않았다.

고 찰

저산소증이 동반된 만성폐질환 환자들에서 장기간의 산소 치료는 환자들의 생존율을 높이고, 폐혈류역학 및 운동능력을 호전시켜 삶의 질을 향상시킨다^{2,10,11}. 영국의 Medical Research Council과 Nocturnal Oxygen Therapy Group³의 다기관 연구에 따르면 만성폐쇄성 폐질환으로 인한 저산소혈증 환자는 최소 하루에 15시간 이상의 산소사용 시 치료 효과가 있다. 본 연구에서 저산소증을 동반한 만성폐질환 환자들에게 재택 산소치료 시 호흡곤란, 수면 정도, 피로인식 등의 자각 증상은 호전되었지만, 평균 산소사용 시간이 14.5(±7.9) 시간이었고 하루에 8시간 이하로 사용하는 환자도 전

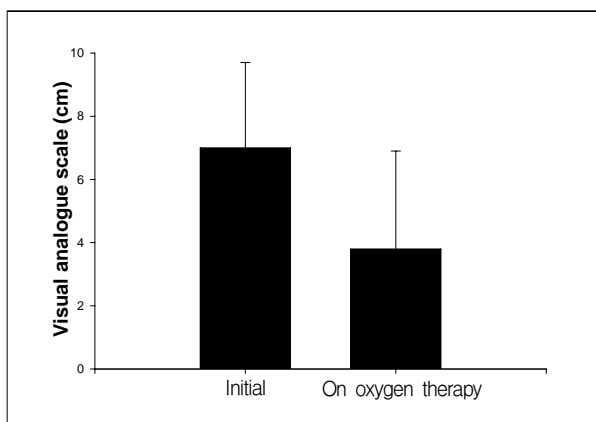


Figure 2. The difference of dyspnea scale by using visual analogue scale (n=35).

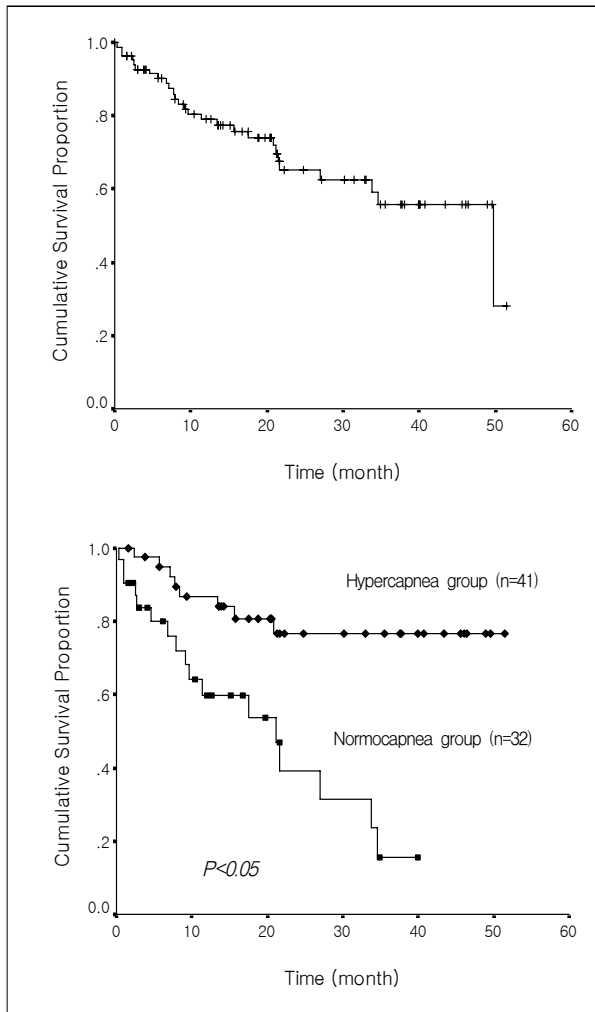


Figure 3. Survival curve of patients.
 (a) Overall survival curve (n=86)
 (b) Comparison hypercapnea group with normocapnea group

체의 34%를 차지하여 충분한 사용이 이루어지지 않고 있었다. 따라서 효과적인 재택산소치료를 위해서는 환자들의 치료에 대한 순응도가 가장 중요하다. 많은 기관에서 환자에게 대한 의료적 접근성을 높이기 위해 적절한 대상 선정과 산소 공급체계의 구비, 규칙적인 추적관찰에 관심을 두고 있지만 장기간의 산소 사용에 따른 높은 의료 비용으로 환자들의 순응도가 낮아 적절한 재택산소치료가 잘 이루어지지 않고 있다^{5,6,8}.

재택산소치료를 기저 폐질환의 악화나 폐렴으로 인한 호흡부진으로 입원시 결정되고 환자의 증상과 혈중 내의 산소분압과 이산화탄소분압에 따라 흡입 산소량이 결정된다. 적절한 산소량을 결정할 때 저산소

혈증 뿐만 아니라 고탄산혈증이 문제가 될 수 있는데 몇몇 임상연구¹²⁻¹⁵에서 만성폐쇄성폐질환, 간질성폐질환, 그리고 결핵성 파괴폐를 가진 환자에서 경도의 고탄산혈증 동반은 좋은 예후를 보였다. 본 연구에서도 산소치료 전에 고탄산혈증을 동반한 환자에서 좋은 예후를 보였다. 만성폐쇄성폐질환 환자들의 예후 인자로서 고탄산혈증의 중요성에 대한 여러 연구들이 있다^{13,16,17}. 고탄산혈증과 산증(acidosis)은 폐혈관수축과 폐고혈압을 야기시킬 수 있지만 고탄산혈증 자체가 염증반응을 악화시켜 장기손상을 막을 수 있다는 보고들이 나오면서 폐손상에서 고탄산혈증이 치료 전략으로 강조되고 있다¹⁸⁻²⁴. 또한 호흡부전에 의한 진행성 고탄산혈증(progressive hypercapnea)이 아닌 적응성 고탄산혈증(adaptive hypercapnea)의 경우 환기량의 감소로 저산소증이 발생하고 이 경우 산소치료가 도움이 되기 때문에 재택산소치료 동안 고탄산혈증을 무리하게 낮추지 않아도 된다. 산소 치료를 받는 환자들의 다른 예후인자로는 나이, 성별, PaO₂ 값, 기도폐쇄 정도, 폐확산능, 폐고혈압 유무가 관련이 있는 것으로 알려져 있지만 본 연구에서는 고탄산혈증만이 환자의 예후와 관련성을 보였다.

재택산소치료를 받는 환자들이 증가하면서 산소 사용에 따른 비용지출과 적절한 교육의 부재, 관리체계의 미비 등이 문제가 되고 있다. 환자들의 대부분은 퇴원 시 의료진의 권고로 고압산소통이나 산소발생기를 구비하게 되지만 자각증상의 호전을 위해 자의로 구비하는 경우도 있어 정확한 사용 인구의 파악이 어렵고 퇴원 후 가정에서 실제로 적용되는 산소흡입량, 산소 사용시간 등에 대해서는 주기적인 관찰이 이루어지지 못하고 있는 상태이다. 또한 많은 환자들이 경제적인 문제로 감시에 필요한 맥박산소측정기(pulse oximeter)나 외출 시에 필요한 이동용 산소통은 구입하지 않고 있어 의료진과 환자의 가정을 이어주는 효과적인 매개체가 필요한 상황이다. 최근 들어 산소발생기 구입시 공급업체에 소속된 전문간호사에 의해 주기적인 관리가 이루어지지만 병원까지 연결된 조직적인 체계가 부족하며 환자나 보호자를 위한 적절한 교육 프로그램은 없는 상태이다. 또한 많은 환자가 자택에서 산소발생기보다는 고압산소통을 이용하고 있

어 관리가 어렵고 의료기상사를 통한 산소통의 교환만이 이루어지고 있다.

본 연구는 한 대학병원에서의 재택산소 현황이므로 우리나라 전체 상황을 대변할 수는 없지만 재택산소 치료를 필요로 하는 환자의 수가 매년 증가함에도 불구하고 적절한 관리체계나 재택산소치료의 보험급여와 같은 재정적 지원의 절대적인 부족을 반영하였다. 또한, 경제적 문제로 많은 환자들이 산소발생기보다 고압산소통을 선호하고 있으며 맥박산소측정기의 구비나 가정간호사의 방문보다는 증상에 따라 환자 자의로 산소 조절이 되는 경우가 빈번하여 효율적인 재택산소치료가 이루어지지 않고 있다.

결론적으로, 우리나라에서의 재택산소치료는 다양한 폐질환 환자에게 시행되고 있고 그 빈도와 필요성도 매년 증가하고 있어 재택산소클리닉 같은 효율적인 관리 체계나 재택산소치료의 보험급여와 같은 재정적 지원이 시급할 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

최근 국내에서도 만성폐질환을 가진 저산소증 환자에게 재택산소요법이 증가하고 있으나 그 실태는 잘 알려져 있지 않다. 이에 한 대학병원 호흡기내과에서 재택산소요법을 처방 받은 환자들의 실태를 알아보고자 하였다.

방 법 :

2000년 1월부터 2003년 8월까지 서울아산병원 호흡기내과에서 재택산소요법을 처방 받은 환자들을 대상으로 의무기록 검토와 설문조사를 시행하였다. 산소를 중단한 4명의 환자는 제외하였다.

결 과 :

총 86명의 환자가 산소요법을 처방받았고, 2000년 이후로 매년 빈도가 증가되는 추세였다. 남/녀비는 52/34명, 평균연령은 61.3세였다. 환자들의 기저질환으로 만성폐쇄성폐질환 29명, 결핵과괴폐 18명, 기관지확장증 15명, 간질성폐질환 12명, 척추후측만증 7명 등으로 다양한 질환을 보였다. 산소 처방 당시 평균 53명의 폐기능 소견은 FEV₁/FVC 비 58.4±25.2%, FVC

54.5±17.1 (% pred.), FEV₁ 41.7±20.6 (% pred.)로 측정되었다. 산소요법은 1.5 L/min에서 시작하여 평균 14.5시간 동안 사용하였다. 산소 처방 당시 동맥혈 산소농도는 77.7 mm Hg, 동맥혈 이산화탄소농도는 49.6 mm Hg 정도로 조절하였다. 전체 환자 중에서 가정간호사 방문이나 맥박산소측정기로 집에서 산소포화도를 모니터링 하는 경우는 16.5%에 불과하였고 대부분의 환자는 외래 방문시 시행하는 동맥혈가스분석이나 증상에 따라 산소량을 조절하였다. 재택산소치료를 하는 환자들의 3년 생존율은 56%였고 고탄산혈증은 가지는 환자에서 더 좋은 예후를 보였다.

결 론 :

재택산소치료는 다양한 폐질환 환자에게 시행되고 있고, 점차 빈도도 증가하고 있어 효율적인 관리 체계의 확립을 위한 보험제도의 개선이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Walshaw MJ, Lim R, Evans CC, Hind CR. Factors influencing the compliance of patients using oxygen concentrators for long-term home oxygen therapy. *Respir Med* 1990;84:331-3.
2. Medical Research Council Working Party. Long term domiciliary oxygen therapy in chronic hypoxic cor pulmonale complicating chronic bronchitis and emphysema. *Lancet* 1981;1:681-6.
3. Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group. Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease: a clinical trial. *Ann Intern Med* 1980;93:391-8.
4. Young IH, Crockett AJ, McDonald CF. Adult domiciliary oxygen therapy: position statement of the Thoracic Society of Australia and New Zealand. *Med J Aust* 1998;168:21-5.
5. Petty TL, Casaburi R. Recommendations of the Fifth Oxygen Consensus Conference. *Respir Care* 2000;45:957-61.
6. Guyatt GH, McKim DA, Austin P, Bryan R, Norgren J, Weaver B, et al. Appropriateness of domiciliary oxygen delivery. *Chest* 2000;118:1303-8.
7. Chaney JC, Jones K, Grathwohl K, Olivier KN. Implementation of an oxygen therapy clinic to manage users of long-term oxygen therapy. *Chest* 2002;122:1661-7.
8. Oba Y, Salzman GA, Willsie SK. Reevaluation of

- continuous oxygen therapy after initial prescription in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 2000;45:401-6.
9. Farrero E, Escarrabill J, Prats E, Maderal M, Manresa F. Impact of a hospital-based home-care program on the management of COPD patients receiving long-term oxygen therapy. *Chest* 2001;119:364-9.
 10. Janssens JP, Rochat T, Frey JG, Dousse N, Pichard C, Tschopp JM. Health-related quality of life in patients under long-term oxygen therapy: a home-based descriptive study. *Respir Med* 1997;91:592-602.
 11. Pepin JL, Barjhoux CE, Deschaux C, Brambilla C. Long-term oxygen therapy at home: compliance with medical prescription and effective use of therapy. *Chest* 1996;109:1144-50.
 12. Chailleux E, Fauroux B, Binet F, Dautzenberg B, Polu JM. Predictors of survival in patients receiving domiciliary oxygen therapy or mechanical ventilation: a 10-year analysis of ANTADIR Observatory. *Chest* 1996;109:741-9.
 13. Dubois P, Jamart J, Machiels J, Smeets F, Lulling J. Prognosis of severely hypoxemic patients receiving long-term oxygen therapy. *Chest* 1994;105:469-74.
 14. Park JH, Na JO, Kim EK, Lim CM, Shim TS, Lee SD, et al. The prognosis of respiratory failure in patients with tuberculous destroyed lung. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001;5:963-7.
 15. Strom K, Boman G. Long-term oxygen therapy in parenchymal lung disease: an analysis of survival. *Eur Respir J* 1993;6:1264-70.
 16. Afessa B, Morales IJ, Scanlon PD, Peters SG. Prognostic factors, clinical course, and hospital outcome of patients with chronic obstructive pulmonary disease admitted to an intensive care unit for acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2002;30:1610-5.
 17. Strom K. Survival of patients with chronic obstructive pulmonary disease receiving long-term domiciliary oxygen therapy. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:585-91.
 18. Shibata K, Cregg N, Engelberts D, Takeuchi A, Fedorko L, Kavanagh BP. Hypercapnic acidosis may attenuate acute lung injury by inhibition of endogenous xanthine oxidase. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1578-84.
 19. Laffey JG, Kavanagh BP. Carbon dioxide and the critically ill: too little of a good thing? *Lancet* 1999;354:1283-6.
 20. Laffey JG, Engelberts D, Kavanagh BP. Buffering hypercapnic acidosis worsens acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:141-6.
 21. Broccard AF, Hotchkiss JR, Vannay C, Markert M, Sauty A, Feihl F, et al. Protective effects of hypercapnic acidosis on ventilator-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:802-6.
 22. Sinclair SE, Kregenow DA, Lamm WJ, Starr IR, Chi EY, Hlastala MP. Hypercapnic acidosis is protective in an in vivo model of ventilator-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:403-8.
 23. Laffey JG, O'Croinin D, McLoughlin P, Kavanagh BP. Permissive hypercapnia: role in protective lung ventilatory strategies. *Intensive Care Med* 2004;30:347-56.
 24. Laffey JG, Honan D, Hopkins N, Hyvelin JM, Boylan JF, McLoughlin P. Hypercapnic acidosis attenuates endotoxin-induced acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:46-56.

부 록

설문조사 항목

1. 산소공급은 어떤 양식을 사용하십니까?
2. 평소 사용하는 산소량과 사용시간은?
3. 산소 사용 후 신체활동이 증가하였나요?
4. 산소 사용 후 호흡곤란이 호전되었나요?
5. 산소 사용 후 피곤을 느끼는 정도가 호전되었나요?
6. 산소 사용 후 수면 정도가 호전되었나요?
7. 산소 사용 전과 후의 호흡곤란 정도를 눈금선에 각각 표시하십시오.(Visual analogue scale)