

□ 원 저 □

기도 이중 양압(BiPAP)을 이용한 비강 간헐 양압환기의 임상적 적용

고려대학교 의과대학 내과학교실

조재연 · 이상엽 · 이상화 · 박상면 · 서정경
심재정 · 인광호 · 강경호 · 유세화

= Abstract =

Clinical Application of Nasal Intermittent Positive Pressure Ventilation with Bi-level Positive Airway Pressure(BiPAP)

Jae Youn Cho, M.D., Sang Youb Lee, M.D., Sang Hwa Lee, M.D., Sang Myun Park, M.D.,
Jung Kyung Suh, M.D., Jae Jeong Shim, M.D., Kwang Ho In, M.D.,
Kyung Ho Kang, M.D. and Se Hwa Yoo, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

Background: Noninvasive ventilation has been used extensively for the treatment of patients with neuromuscular weakness or restrictive chest wall disorders complicated by hypoventilatory respiratory failure. Recently, noninvasive positive pressure ventilation has been used in patients with alveolar hypoventilation, chronic obstructive pulmonary disease(COPD), and adult respiratory distress syndrome. Sanders and Kern reported treatment of obstructive sleep apnea with a modification of the standard nasal CPAP device to deliver separate inspiratory positive airway pressure(IPAP) and expiratory positive airway pressure(EPAP). Bi-level positive airway pressure (BiPAP) unlike nasal CPAP, the unit delivers a different pressure during inspiration from that during expiration. The device is similar to the positive pressure ventilator or pressure support ventilation.

Method and purpose: Bi-level positive airway pressure(BiPAP) system(Respironics, USA) was applied to seven patients with acute respiratory failure and three patients on conventional mechanical ventilation.

Results:

1) Two of three patients after extubation were successfully achieved weaning from conventional mechanical ventilation by the use of BiPAP ventilation with nasal mask. Five of seven patients with acute respiratory failure successfully recovered without use of conventional mechanical ventilation.

2) PaO₂ 1hour after BiPAP ventilation in acute respiratory failure patients significantly improved

more than baseline values($p < 0.01$). PaCO₂ 1hour after BiPAP ventilation in acute respiratory failure patients did not change significantly more than baseline values.

Conclusion: Nasal mask BiPAP ventilation can be one of the possible alternatives of conventional mechanical ventilation in acute respiratory failure and supportive method for weaning from mechanical ventilation.

Key Words: Intermittent positive pressure ventilation, BiPAP(Bi-level positive airway pressure)

서 론

호흡근란이 악화되어 호흡부전에 빠진 환자들의 치료에 있어서 기계적 환기는 호흡부전을 회복시키는 가장 중요한 치료방법이다.

그러나 전통적인 기계환기는 반드시 기관내 튜브삽관이나 기관지 절개후 튜브삽관 등의 방법으로 기도를 확보해야만 하므로 이에 따른 합병증 및 환자의 불편함 등으로 환자나 보호자들이 거부하기도 한다. 이러한 불편을 해소 하기위하여 비침습적인 보조환기법이 연구되어 왔으며, 이에는 외부 음압환기법(ENPV; external negative pressure ventilation)과 비침습적 간헐 양압환기법(IPPV; intermittent positive ventilation)이 있다^{1,2)}.

비관혈적 양압환기시 기도로는 구강대(mouth piece), 비강 마스크 등을 사용하는데, 최근에는 비강 또는 안면 마스크를 통한 환기법이 주로 사용되고 있다^{3,4)}.

비침습적 양압환기 방법에는 지속성 기도 양압환기(CPAP; continuous positive airway pressure)와 기도 이중 양압환기(BiPAP; Bi-leveled positive airway pressure ventilation)가 있다¹⁾. 기도 이중 양압환기는 지속성 기도 양압 환기(CPAP)와는 달리 흡기와 호기시 서로 다른 압력으로 호흡을 보조하여 압력 차이에 따라 보조받는 1회 호흡량(TV; tidal volume)과 분당 호흡량(VE; minute ventilation)이 증가되며 호흡일(work of breathing)을 줄일 수 있다.

그러므로 기도 이중 양압환기는 흡기시 양압 보조 환기(PSV; pressure support ventilation)와 유사한 효과를 보이며 환자가 자발적으로 호흡수, 흡기 유속, 호기 시간 등을 조절할 수 있고, 호기시에는 호기말 양압환기(PEEP)효과로 압력을 자유로이 조절할 수 있다.

본 연구에서는 급성호흡부전환자(7예) 및 전통적 기계환기로 부터 이탈한 직후 환자(3예)에서 기도 이중 양압환기를 적용하여 침습적 기계환기의 대체 방법으로서 기도 이중 양압 환기의 적응 및 효과를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

대상환자는 1994년 7월 부터 1995년 2월까지 고려대학교 부속병원에 입원하여 급성호흡부전으로 기관내 튜브삽관 및 기계환기의 필요성이 있었던 7예의 환자와 전통적 기계환기로 부터의 이탈이 어려웠던 3예의 환자를 대상으로 하였다.

급성호흡부전 환자들은 호흡근육의 피로로 보이는 호흡보조근의 사용, 빈호흡, 호흡근란 등을 호소하였으며 평균 동맥혈 이산화탄소 분압은 39.46mmHg이었고, 평균동맥혈 산소분압은 54.4mmHg이었다.

기도 이중 양압환기기는 미국 Respironics사 제품(Bilevel Positive Airway Pressure, Respironics, Inc., Murrysville, PA, USA)으로 압력제한, 유속 유발형 환기기(pressure limited, flow triggered type ventilator)이다.

전형적인 비강을 통한 지속성 기도 양압(Nasal CPAP) 환기기의 변형이며 압력조절형 밸브가 있어 호기 기도양압(EPAP; Expiratory positive airway pressure)과 흡기 기도양압(IPAP; inspiratory airway positive pressure)으로 유속변화를 감지하여 서로 다른 압력의 보조환기를 제공한다.

전환가능한 환기에는 자발형(S-mode; spontaneous mode), 시간순환형(T-mode; timed mode), 자발 및 시간 순환형(S-T mode; spontaneous and timed mode),

지속적 기도양압형 등의 4가지방법이 있다.

자발형(S-mode)에서는 환자의 흡기속도가 40ml/sec로 30msec 이상 지속되면 호기 기도양압에서 흡기 기도양압으로 전환된다.

시간 순환형(T-mode)에서 발생가능한 최대압력은 22cmH₂O이며 많은 압력(22cmH₂O 이상)이 폐의 확장에 필요한 환자에서는 환기를 효과적으로 할수없다⁹⁾. 흡기 기도양압은 최소한 180msec 이상 지속되며 극치 이하로 호흡유속이 떨어지거나, 능동적인 호기능력이 감지되거나, 흡기 기도양압이 3초 이상 지속되면 호기 기도양압으로 전환된다. 기계호흡시 기도유지를 위해 사용되는 비강마스크는 삼각형 모양으로 가벼운 실리콘으로 만들어져 있으며 코의 모양에 맞게 잘 맞추어 선택하여 쓸 수있다. 또한 기류의 유출을 막기위해 머리고정대로 비강마스크를 조여준다.

보조호흡 시작전, 이학적 진찰, 동맥혈 가스분석, 흉부 방사선 촬영 등으로 환자의 상태를 파악하고 환자의 코에 맞는 비강마스크를 선택하여 보조환기를 시작하였다. 초기에는 흡기기도양압 7~10cmH₂O, 호기기도양압 2~5cmH₂O로 조정하였고 산소는 비강마스크 옆 구멍으로 1~10l/min.으로 공급하였다.

환기방법은 8예에서 자발형(S-mode), 2예는 자발 및 시간순환형(ST/T mode)로 선택하였으며(Table 1), 1회 호흡량, 공기유출량, 기도압은 BiPAP기계에 장착된 감시기(Monitoring)로 조절하였다. BiPAP 환기시 공급되

는 산소는 초기와 같거나 적은 양이었다. 모든 조정이 끝난후 환자의 상태가 안정되고 1시간과 24시간후 각각의 동맥혈 가스분석, 이학적 진찰을 통하여 상태를 판정하고 상태가 호전되지 않았던 경우에는 기관내 튜브 삽관을 통하여 전통적인 기계 환기로 전환하였다.

통계방법은 Minitab release 6.11 standard version를 사용하여 paired student t-test를 하였고 p<0.05 이하를 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

모두 10예의 환자에서 기도 이중 양압환기를 시행하였으며 이들중에서 1~3 환자는 전통적 기계환기로부터의 이탈과정에서, 4~10번 환자는 급성호흡부전에서 시행하였다(Table 1) 급성 호흡부전의 기저질환은 Table 1과 같이 다양하였으며, 각 환자들의 기저 동맥혈 가스검사, 산소공급량, 흡기 기도양압 및 호기 기도양압수치, 환기 기간, 환기상공 유무는 Table 1과 같다.

전통기계 환기로부터 이탈후 비강 마스크를 통해 기도 이중 양압환기(nasal BiPAP)를 시행한 3예의 환자는 모두 2주정도 기간동안 기관내 삽관상태로 기계호흡중이었으며, 1번 환자(중증 근무력증)는 근무력 상태가 회복되지않아 흡기시 양압 보조환기중이었고, 2번 환자는 폐렴, 패혈증으로 기계환기하던 중 호흡 횟수가 늘지않고 계속 이산화탄소 분압이 높아져 이탈이 어려

Table 1. Patient Characteristics: Diagnosis, Baseline ABGA, and BiPAP setting, Clinical outcome

Case.	Age/ Sex	Primary diagnosis	Baseline ABGA				BiPAP settings			Clinical outcome	
			PH	PaCO ₂	PaO ₂	-O ₂ -Sat.	IPAP/EPAP Mode	O ₂	Duration		
1.	23/F	Myasthenia gravis, Pneumonia	7.436	- 39.6	- 77.8	- 95.8	8/2	S	2L	2days	Good
2.	56/F	Pneumonia, Sepsis	7.247	- 85	-105.2	- 96.5	10/3.5	S/T	2L	5days	Good
3.	62/M	Subglottic cancer, Pneumonia	7.372	- 57.2	- 91.4	- 96.6	9/4	S	5L	2days	Fail
4.	56/F	Pulmonary edema	7.357	- 34	- 67.5	- 92.6	11/4	S	5L	2days	Good
5.	56/M	Lung cancer, Pneumonia	7.469	- 30.7	- 34.9	- 72	8/3	T	10L	1day	Fail
6.	72/M	COPD	7.258	- 69.2	- 47.9	- 75.3	8/3	S	3L	1days	Good
7.	26/F	CRF, Pneumonia	7.441	- 24.2	- 62.5	- 93	8/3	S	3L	2days	Good
8.	23/M	Near drowning	7.321	- 35.2	- 42	- 74.0	10.5	S	10L	4days	Good
9.	39/M	AIP	7.446	- 18.6	- 52.8	- 89.5	7/3	S	5L	7days	Fail
10.	65/M	Old Tuberculosis, Cor pulmonale	7.324	- 64.3	- 73.2	- 92.6	7/3	S	1L	2days	Good

S: spontaneous mode S/T: spontaneous timed mode T: timed mode

운 상태였으며, 3번 환자는 기저 악성질환 및 폐렴으로 인한 호흡근 약화로 기계환기로부터의 이탈이 어려운 상태였다. 이중 양압환기 적용후 2에는 보조 호흡효과로 이탈에 성공하여 기관지 절개후 튜브삽관등의 침습적 기계 환기에서 벗어 날 수 있었으나, 3번 환자에서는 이탈에 실패하여 기관지 절개후 기계 환기를 시행하였다(Table 1, 2).

급성호흡부전후 기도 이중 양압환기를 시행했던 7예의 환자들에서 동맥혈 가스분석검사의 기저치, 1시간 후, 24시간후 소견은 Table 2. Fig. 1과 같다.

동맥혈 가스분석 검사상 산소분압은 기저치보다 기도 이중 양압환기 1시간후 의미있게 증가하였으나 24시간후에 의미있는 변화는 없었다. 환기의 정도를 나타

내는 동맥혈 이산화탄소분압은 기저치, BiPAP 1시간 후, 24시간후에도 의미있는 변화는 없었다(Fig. 2).

7예의 환자중에서 5번, 9번의 두환자에서는 적용후 1시간에는 동맥혈 산소분압의 증가를 보였으나, 24시간후 5번에서는 동맥혈 이산화탄소분압이 증가되면서 비강마스크를 견디지 못하여 기관내 튜브 삽관후 기계 환기로 전환하였고 9번 환자에서는 기저질환인 급성 간질성 폐렴의 악화로 24시간후 동맥혈 가스분압이 떨어지면서 상태가 악화되어 전통적인 기계 환기로 전환하였다.

기도 이중 양압환기시 부작용으로는 기도의 건조 3예, 입을 통한 공기유출 2예, 마스크로 인한 안면 찰과상 2예, 환자의 협조부족 1예, 기계작동시 소음 호소 1

Table 2. Arterial Blood Gas Analysis at Baseline, after 1hr and 24hrs BiPAP Trial

No.	Age/Sex	Baseline ABGA				BiPAP trial 1hr				BiPAP trial 24hrs			
		PH	PaCO ₂	PaO ₂	Sat.	PH	PaCO ₂	PaO ₂	Sat.	PH	PaCO ₂	PaO ₂	Sat.
* 1.	23/F	7.436	- 39.6	- 77.8	- 95.8	7.364	- 40.9	-115.1	- 95.8	7.434	- 37.8	-130.4	- 99
* 2.	56/F	7.247	- 85	-105.2	- 96.5	7.346	- 55.5	- 90.1	- 96	7.381	- 59.3	- 131	- 98.8
* 3.	62/M	7.372	- 57.2	- 91.4	- 96.6	7.406	- 56.3	- 95.2	- 97.2	7.340	- 54.3	- 47.2	- 79.3
4.	56/F	7.357	- 34	- 67.5	- 92.6	7.400	- 31.7	- 82.3	- 96.2	7.382	- 37.6	-104.8	- 98
5.	56/M	7.469	- 30.7	- 34.9	- 72	7.407	- 37	-143.6	- 99	7.177	- 77	-149.7	- 98.5
6.	72/M	7.258	- 69.2	- 47.9	- 75.3	7.299	- 62.1	- 98.7	- 96.6	7.367	- 48.4	- 97.9	- 97.3
7.	26/F	7.441	- 24.2	- 62.5	- 93	7.455	- 19.9	-100.7	- 98.3	7.372	- 18.0	-175.7	- 99.6
8.	23/M	7.321	- 35.2	- 42	- 74	7.368	- 31.2	-122.1	- 98.7	7.424	- 31.0	-112	- 98.6
9.	39/M	7.446	- 18.6	- 52.8	- 89.5	7.380	- 25.2	- 88.3	- 96.2	7.377	- 24.8	- 74.1	- 93.9
10.	65/M	7.324	- 64.3	- 73.2	- 92.6	7.369	- 57.4	- 88.5	- 96.2	7.399	- 51.4	- 98.6	- 97.1

· The supplied oxygen level 1hr & 24hrs after BiPAP trial was as same as or below the baseline.

* patients on BiPAP ventilation after weaning from conventional mechanical ventilation.

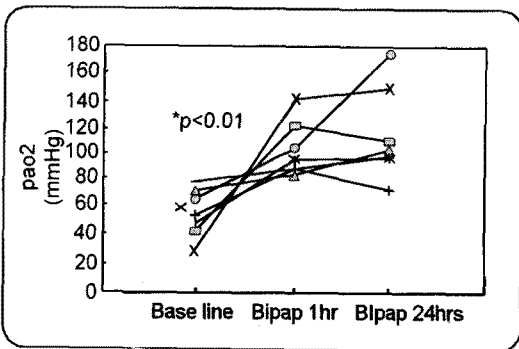


Fig. 1. PaO₂ at Baseline, after BiPAP 1hr and 24hrs ventilation trial.

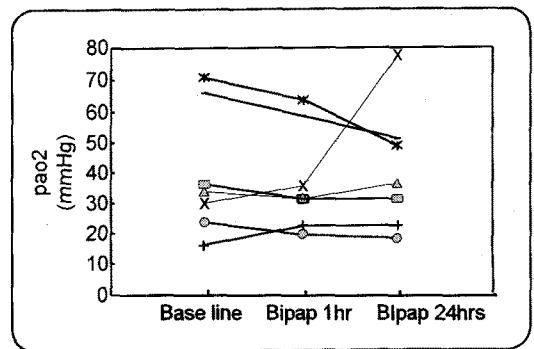


Fig. 2. PaO₂ at Baseline, after BiPAP 1hr and 24hrs ventilation trial.

Table 3. Problems during BiPAP ventilation

Problem	No. of cases
Noisy respiration	1
Facial skin abrasion	2
Poor cooperation	1
Airflow leaking	2
Mouth dryness	3
Throat irritation	1

예, 인두 자극증세 1예 등이었으나 대체적으로 잘 적응하는 편이었다(Table 3).

고 찰

비침습적 환기법은 가정에서 근육 또는 골격이상으로 인한 만성호흡부전 환자들을 치료하는데 주로 적용되었으며, 최근에는 폐질환 자체에 의한 급성호흡부전 시에도 그 적용이 확대되었다. 비침습적 간헐 양압환기(IPPV)는 1984년 Delaubier과 Rideau 등^{5,6)}에 의해 만성 호흡부전이 있는 근위축증 환자에서 처음으로 소개되었다. 그 이후로 잘 맞는 비강 마스크를 통한 보조 환기법이 수면중 무호흡증⁷⁾, 성인성 호흡곤란증(ARDS)^{8~18)}, 야간 근육피로에 의한 호흡부전^{19~22)}, 만성 폐색성 폐질환^{23~25)}에서 적용되었다는 보고들이 있었다. 즉 비침습적 간헐 양압 환기(IPPV)는 초기에는 신경근육이상이나 골격이상으로 인한 만성호흡부전환자에서 간헐적으로 사용되었으며, 점차로 그 적응이 확대되어 폐자체 질환으로 인한 급성 혹은 만성 호흡부전의 환자 치료 및 기관내 튜브 삽관 대용 및 현재 기관내 튜브로 기계환기하고 있는 환자의 이탈 보조요법으로 이용되고 있다¹⁾.

본 연구에서 적용한 기도 이중 양압환기는 Sanders와 Kern 등이 수면 무호흡증 환자를 치료하던 중 지속성 양압 환기기에서 흡기 기도양압과 호기 기도양압을 차별하여 공급함으로써 기도 이중 양압환기를 처음으로 시도하였다²⁶⁾. 즉 단순한 환기기로 흡기 양압 보조 환기(PSV) 및 호기말 양압(PEEP)의 효과를 구별지어 공급하게 되었다. 또한 Strumpf 등이 인공 실험 폐모델에서 자발환기가 없을 때에도 BiPAP환기기를 통한 기

계 환기(T-mode)가 가능함을 보고하였다²⁷⁾.

본 연구에서는 적용 환자의 숫자는 많지 않으나 여러 원인으로 인한 폐질환으로 유발된 급성호흡부전에서 기도 이중 양압환기를 적용하여 7예중 2예를 제외하고는 증상의 호전을 보여 전통적 기계 환기시 반드시 선행되어야 하는 기관내 튜브 삽관을 피해 환자의 불편함을 덜고 빠르게 회복시킬 수 있었다고 판단된다. 또한 기관내 튜브삽관 2주 경과후에도 기계 환기로 부터의 이탈이 어려웠던 환자들에게 기관지 절개술을 시행해야 하는 시기임에도 비강 마스크를 통한 기도 이중 양압 환기로 호흡을 보조하면서 기계환기로 부터의 이탈에 성공하게 됨으로써 불필요한 기관지 절개를 막을 수 있어 중환자실 점유기간을 줄이며 빠른 회복을 보여 긍정적으로 평가된다.

급성 호흡부전 환자들에서 기도 이중 양압환기적용후 1시간에 측정된 동맥혈 가스분석에서 동맥혈 산소분압의 증가($p < 0.01$), 동맥혈 이산화탄소분압의 감소($p > 0.05$)는 임상적으로 중요한 의미를 지닌다. 동맥혈 산소분압 개선은 산소의 적절한 공급보다는 호흡의 보조효과인 것으로 사료되며, 흡기시 양압 보조환기(PSV) 효과는 통계적인 의의는 없으나 호흡일량 감소로 인한 동맥혈 이산화 탄소 감소로 임상적으로 중요하다.

다른 연구자들의 보고에 따르면^{8,10,12~14,17,18,27)}, 기도 이중 양압환기 뿐만아니라 지속적 기도 양압 환기 마스크 기계 환기기에 의한 흡기시 양압보조 환기에 의해서도 동맥혈 산소분압이 개선됨을 알 수있다. 특히 급성 호흡부전 환자중에서 물에 빠진후 발생한 호흡부전 및 폐울혈로 인한 호흡부전인 경우에 기도 이중 양압환기 적용시 빠른 효과를 보였다. 이는 울혈성 심부전에 의한 호흡부전시 기도 이중 양압환기의 적용이 혈액학적 영향을 적게 미치면서 좋은 결과를 보였다는 Lapinsky 등의 보고와 일치한다²⁸⁾. 이 보고에 따르면 좌심실 기능이 저하된 환자에서 흡기시 양압 보조 환기(PSV)는 지속적인 흉강내 양압으로 인한 심장의 부담을 줄여 긍정적인 효과를 보였다.

호흡부전의 원인이 만성폐색성 폐질환의 악화에 의한 경우에는 기도 이중 양압환기적용시 많은 주의를 요하게 된다. 이는 지속적 기도 양압환기시 더욱 뚜렷하게 있는데 기도 폐색으로 인한 자가호기말양압(auto-

PEEP)이 생성된 환자에서 외부 호기말 양압(external-PEEP)은 역동적 기류 제한이 있는 경우에만 환기에 도움이 되기때문이다. Marino 등도 비강마스크를 통한 종량형 환기기로 만성폐색성 폐질환환자의 비관혈적 기계 환기에 성공하였다고 보고하였으나, 중압형 환기 기 사용시 주의를 요한다고 보고하였다²⁴⁾. 그러나 Brochard 등²³⁾의 연구에서는 만성폐색성 폐질환 환자의 급성호흡부전시 흡기시 기도 양압환기만의 적용으로 양압 보조환기 효과를 넘어서서 좋은 임상경과를 보였다. 즉 기도 이중 양압환기기로 호기 기도양압을 최대한 낮추어 양압 보조환기(PSV)로만 사용하다면 좋은 효과를 볼 수 있으리라고 사료된다²⁹⁾.

본 연구에서도 1명의 만성폐색성 폐질환 환자의 급성호흡부전에 기도 이중 양압환기를 적용하여 동맥혈 산소분압개선과 점차적인 동맥혈 이산화탄소 분압감소를 보이며 호전을 보여 만성 폐색성 폐질환 환자를 선별하여 양압을 조절하여 적용하면 좋은 효과를 보리라 사료된다. 비강 마스크를 통한 기도 이중 양압환기시 환자들은 피부 찰과상, 마스크 이탈, 구강 건조, 환기기 소음 등의 불편함을 호소하였으나, 비교적 잘 적응하였으며 구강호흡을 하는 환자들에서 입을 다물게 하여 공기유출을 줄이는 것이 중요하다. 최근에는 안면 마스크의 사용으로 공기유출을 줄였다는 보고도 있다³⁰⁾.

본 연구에서는 심하지 않은 급성 호흡부전의 1차적인 치료로서 비강 마스크를 통한 비침습적 기도 이중 양압환기를 이용하여 7예중 5예에서 호전을 보였으며, 비침습적 마스크 환기시 다른 보고에서의 성공율을 살펴 보면 Meduri 등¹⁵⁾ 65%, Marino 56%²⁴⁾, Brochard 등²³⁾ 92%이고, 지속성 양압 환기시 Covelli 등 83%¹³⁾, Dehaven 등 93%¹⁴⁾, Suter와 Kobel 61%¹⁸⁾, Greenbaum 57%²⁷⁾, Hurst 등 94%⁸⁾, Miller & Mason 등¹⁷⁾ 100%를 보였다. 즉 비침습적 보조환기의 성공은 결국 환자의 호흡부전 정도에 따라서 결정되리라 사료된다.

기도 이중 양압환기적용시 가장 문제가 되는 것은 기관내 분비물이 많아 객담을 효과적으로 배출하지 못하여 호흡부전이 악화될 경우와, 폐의 유순도가 심하게 감소되어 최대 압력이 22cmH₂O까지 적용하여도 적절한 1회 호흡량을 공급할 수 없는 경우이다. 그러나 기도 이중 양압환기기로도 작은 여러개의 부속 튜브를 연

결하여 기관지 절개술을 한 환자에서 보조환기가 가능하도록 하였으며 최대압력도 증가 시키려는 시도가 있어서 적용범위가 넓어지리라 사료된다.

본 연구 결과를 종합하여 보면 흡기시 양압 보조환기(PSV)가 가능한 모든 환자에서는 기도 이중 양압환기의 적용이 가능하며, 가정에서 신경, 근육, 골격이상으로 인한 만성호흡부전 환자, 수면중 무호흡증 환자들의 보조환기외에도 병원에서는 여러원인으로 인한 급성호흡부전의 일차적인 치료, 전통적인 기계 환기로부터 이탈시 보조환기등으로 사용될수 있음을 알았다.

참 고 문 헌

- 1) Elliott M, Moxham J: Chapter 19, Noninvasive mechanical ventilation by nasal or face mask, In Tobin MJ,(Ed) Principles and practice of mechanical ventilation, p427, McGraw - Hill Inc. 1994
- 2) Bach JR: Update and perspectives on noninvasive respiratory muscle aids. Chest 105:1230, 1994
- 3) Bach Jr, Alba AS: Management of chronic alveolar hypoventilation by nasal ventilation. Chest 97: 52, 1990
- 4) Pennock BE, Kaplan PD, Carlin BW, Sabangan JS, Magovern JA: Pressure support ventilation with a simplified ventilatory support system administered with a nasal mask in patient with respiratory failure. Chest 100:1371, 1991
- 5) Delaubier A: Traitement de l'insuffisance respiratoire chronique dans les dystrophies musculaires, In memoires de certificat detudes superieures de reeducation et readaption fonctionnelles, Pi Paris Universite R Descartes, 1984
- 6) Rideau Y: Management of the wheel chair muscular dystrophy patient: Prevention of death [abstract] Los Angeles, 1986
- 7) Sanders MH, Moore SE, Eveslage J: CPAP via nasal mask; a treatment for sleep apnea. Chest

- 83:144, 1983
- 8) Hurst JM, Deffaven CB, Branson RD: Use of CPAP mask as the sole mode of ventilatory support. *J Trauma* **25**:1065, 1985
 - 9) Hoff BH, Fleming DC, Susse F: The use of positive airway pressure without endotracheal intubation. *Crit Care Med* **7**:559, 1979
 - 10) Duncan SR, Negrin RS, Mihn FG, Guilleminault C, Raffin TA: Nasal continuous positive airway pressure in atelectasis. *Chest* **92**:621, 1987
 - 11) Carrey Z, Gottfried SB, Levy RD: Ventilatory muscle support in respiratory failure with nasal positive pressure ventilation. *Chest* **97**:150, 1990
 - 12) Smith RA, Kirby RR, Gooding JM, Civetta JM: Continuous positive airway pressure (CPAP) by face mask. *Crit Care Med* **8**:483, 1980
 - 13) Covelli HD, Weled BJ, Beekman JF: Efficacy of continuous positive airway pressure administered by face mask. *Chest* **81**:147, 1982
 - 14) Dehaven CB, Hurst JM, Branson RD: Postextubation hypoxemia treated with a continuous airway pressure mask. *Crit Care Med* **13**:46, 1985
 - 15) Meduri GU, Conoscenti CC, Menashe P, Nair S: Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* **95**:865, 1989
 - 16) Bach JR, Alba A, Mosker R, Delaubier A: Intermittent positive pressure ventilation via nasal access in the management of respiratory insufficiency. *Chest* **92**:168, 1987
 - 17) Miller WC, Mason JW: Nasal CPAP for severe hypoxia. *Chest* **98**:1542, 1990
 - 18) Suter PM, Kobel N: Treatment of acute pulmonary failure by CPAP via face mask: when can intubation be avoided? *Klin Wochenschr* **59**:613, 1981
 - 19) Ellis ER, Bye PTP, Bruderer JW, Sullivan CE: Treatment of respiratory failure during sleep in patients with neuromuscular disease: positive pressure ventilation through a mask. *Am Rev Respir Dis* **135**:148, 1987
 - 20) Dimarco AF, Connors AF, Altose MD: Management of chronic alveolar hypoventilation with nasal positive pressure breathing. *Chest* **92**:952, 1987
 - 21) Kerby GR, Mayer LS, Pingleton SK: Nocturnal positive pressure ventilation via nasal mask. *Am Rev Resp Dis* **135**:738, 1987
 - 22) Strumpf D, Carlisle CC, Millman RP, Smith KW, Hill NS: An evaluation of the respironics BiPAP bi-level CPAP device for delivery of assisted ventilation. *Respir Care* **35**:415, 1990
 - 23) Brochard L, Isabey D, Piquet J, Amaro P, Mancebo J, Messadi AA, Brun-Buisson C, Rauss A, Lemaire F: Reversal of acute exacerbation of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask. *N Engl J Med* **323**:1523, 1990
 - 24) Marino W: Intermittent volume cycled mechanical ventilation via nasal mask in patients with respiratory failure due to COPD. *Chest* **99**:681, 1991
 - 25) Petrof BJ, Legare M, Goldberg P, Milic-Emili J, Gottfried SB: Continuous positive airway pressure reduces work of breathing and dyspnea during weaning from mechanical ventilation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev Respir Dis* **141**:281, 1990
 - 26) Sanders MH, Kern N: Obstructive sleep apnea treated by independently adjusted inspiratory and expiratory positive airway pressures via nasal mask. *Chest* **98**:317, 1990
 - 27) Greenbaum DM, Miller JE, Eross B, Synder JV, Greenvik A, Safar P: Continuous positive airway pressure without tracheal intubation in spontaneously breathing patients. *Chest* **69**:615, 1976
 - 28) Lapinsky SE, Mount DB, Mackey D, Grossman RF: Management of acute respiratory failure due to pulmonary edema with nasal positive pressure

- support. Chest **105**:229, 1994
- 29) Renston JP, DiMarco AF, Supinski GS: Respiratory muscle rest using nasal BiPAP ventilator in patient with stable severe COPD. Chest **105**: 1053, 1994
- 30) Criner GJ, Travaline JM, Brennan KJ, Kreimer DT: Efficacy of a new full mask for non invasive positive pressure ventilator. Chest **106**:1109, 1994