

새로운 이탈방법으로서 비침습적 양압환기법의 유용성

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실

심태선, 고윤석, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동, 임채만

= Abstract =

The Usefulness of Noninvasive Positive Pressure Ventilation as a New Weaning Method

Tae Sun Shim, M.D., Younsuck Koh, M.D., Sang Do Lee, M.D., Woo Sung Kim, M.D.,
Dong Soon Kim, M.D., Won Dong Kim, M.D., Chae-Man Lim, M.D.

*Department of Internal Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan
College of Medicine, Seoul, Korea*

Background : Noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) using facial or nasal mask have been widely used for several years in stable patients with chronic neuromuscular disease or central alveolar hypoventilation, and recently have been tried in patients with acute respiratory failure. In a few studies, NPPV was also used to rescue the patients with post-extubation respiratory failure. However, yet it has not been adopted as a weaning method in patients on long-term mechanical ventilation. So we performed this prospective clinical study to evaluate the usefulness of NPPV as a weaning method after removing endotracheal tube intentionally in patients on long-term mechanical ventilation.

Method : Twelve patients who had been on invasive mechanical ventilation over 10 days were enrolled and 14 trials of NPPV were done. All had failed at least one weaning trial and showed ventilator dependence (pressure support requirement between 8-15cm H₂O, and PEEP requirement between 5-10cm H₂O), so tracheostomy was being considered. After removing the endotracheal tube, NPPV was applied using facial mask. Respiratory rate, arterial blood gas, pressure support level, and PEEP level were monitored just before intended extubation, at 30 minutes, 1 to 6, 6 to 12, 12 to 24 hours, 2nd day, and 3rd day following initiation of NPPV, and just before weaning from NPPV. The successful weaning was defined as spontaneous breathing off the ventilator for 48 hours or longer without respiratory distress.

Results : The weaning through NPPV after intended extubation was successful in 7(50%) of 14 trials, and tracheostomy could be avoided in them. There were no differences in age, sex, APACHE III score, duration of invasive mechanical ventilation, baseline respiratory rate, PaCO₂, PaO₂/FiO₂, and ventilatory requirement

(PS and PEEP) between the success and failure groups. In the success group, respiratory rate, pH, PaCO₂, and PaO₂/FiO₂ were not different between invasive MV and NPPV period. But in the failure group, pH decreased after 30 minutes of NPPV initiation compared with that of invasive MV (7.40 ± 0.08 vs. 7.34 ± 0.06 , $p < 0.05$). The causes of failure were worsening of ABG ($n=3$), retained tracheal secretion ($n=2$), mask intolerance ($n=1$), and flail chest ($n=1$).

Conclusion : NPPV may be worth trying as a bridge method in weaning patients on long-term invasive mechanical ventilation. (Tuberculosis and Respiratory Diseases 1999, 46 : 500-511)

Key words : Mechanical ventilation, Noninvasive positive pressure ventilation, Weaning.

서 론

비침습적 기계호흡은 기관내삽관 없이 시행하는 기계 호흡법을 의미한다. 1830년 대 부터 비침습적 기계 호흡법의 일종인 음압 기계호흡법이 사용되어 왔으나¹⁾, 기관내튜브(endotracheal tube, 이하 ET)가 발명되면서 이를 이용한 기계호흡만이 양압 기계호흡법으로 인식되어 왔다. 그러나 기관내삽관이나 기관절개를 이용한 침습적 양압기계호흡법과 연관되어 많은 합병증이 발생하므로, 최근 비 혹은 안면마스크 처럼 비침습적 접촉법을 이용한 양압호흡법의 사용이 증가하고 있다. 비침습적 양압기계호흡(Noninvasive Positive Pressure Ventilation, 이하 NPPV)을 사용하기 위해서는 환자의 의식이 명료하고 기도과 관련된 문제가 없어야 하지만, 환자에게 적용하기 쉽고 기관내삽관이나 기관절개와 연관된 합병증을 피할 수 있는 등의 장점이 많아 그 적용 범위가 확대되고 있다²⁾. 1980년대 중반부터 신경근육질환에 의한 만성호흡부전에서 사용되어왔고, 최근에는 급성호흡부전(Acute Respiratory Failure, 이하 ARF), 특히 환기부전환자에서 NPPV를 시행하여 가스환기를 호전시키고 침습적 기관내삽관을 피할 수 있음을 보고하고 있다. 이 외에 침습적기계호흡(Invasive Mechanical Ventilation, 이하 IMV) 이탈 (weaning) 후 발생한 호흡부전환자에서 NPPV를 적용하여 좋은 효과를 보고하였다³⁻⁶⁾. 그러나 기계호흡 이탈이 어려운 환자를 대상으로 의도적으로 ET를 제거하고 NPPV를 적용하여 이탈을

시도한 보고는 없다. 따라서 본 연구자는 침습적 기계 환기 이탈이 어려운 환자들을 대상으로 의도적 ET 제거 후 NPPV를 적용하여 그 효용성을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1995년 3월부터 1996년 12월까지 아산재단 서울중 앙병원 내과계중환자실에 입원하여 침습적 기계환기를 시행한 환자중, 최소한 1회 이상의 이탈시도에서 실패하고, 침습적 기계환기 후 10일 이상 경과되었으나 기계호흡 의존성을 보여 기관절개 시행을 고려하는 환자 중, 의식이 명료하고, 기도와 관련된 문제가 없으며, 그리고 혈액학적으로 안정된 12명의 환자를 대상으로 하였다. 기계호흡 의존성의 지표로는 기계호흡 시 압력보조(Pressure Support, 이하 PS) 요구량이 8-15cm H₂O, 호기말양압(Positive End-Expiratory Pressure, 이하 PEEP)요구량이 5-10cm H₂O인 경우로 정의하였다.

ET를 제거하기 전 환자에게 NPPV 시행에 대하여 충분히 설명하여 안정시켰으며, ET 제거 후 바로 안면마스크(Baxter Healthcare Co., Irwin, USA)를 착용시켰다. 자세는 침대에 45도 정도로 높게 하였고, 가능하면 마스크를 환자 스스로 붙들고 있게 하여 양압환기에 대한 느낌을 갖도록 한 뒤, 머리띠(head strap)를 사용하여 고정하였다. 처음에는 낮은 압력을 사용하였고 점차 압력보조를 증가시켰고, 초기에는

Table 1. Clinical characteristics of the study subjects.

Patients	Age(yr)	Sex	Underlying diseases	Apache III	Weaning ^a	IMV time(hr)
1	78	M	COPD with pneumonia	70	2	281
2	71	M	Pulmonary edema	130	2	281
3	39	F	Bronchiectasis	62	1	291
4	43	F	Tuberculous destroyed lung	50	3	460
5	57	M	COPD with Pneumonia	42	2	312
						210
6	64	F	Lung cancer	49	2	547
						210
7	66	F	Lung cancer	84	1	288
8	58	M	Pneumonia with ARDS	8	1	403
9	72	F	Sepsis with ARDS	86	2	408
10	69	F	Pancreatitis with ARDS	54	1	354
11	66	F	Pulmonary edema	87	1	330
12	44	M	Sepsis with ARDS	75	1	384
61 ± 13				63.4 ± 28.8	1.6 ± 0.7	349 ± 123

a : number of weaning trials before initiation of NPPV.

Data are shown as mean ± SD.

가능한 한 지속적으로 마스크를 착용하도록 하였다. 산소는 마스크의 구멍을 통해 공급하였고, 동맥혈가스 분석 결과에 따라 양을 조절하였다. 분당호흡수, 동맥혈가스검사 결과, 그리고 환자의 적응도를 종합하여 담당의사의 판단하에 기계환기양식, 압력보조 정도를 조절하였다. 일시적으로 BiPAP S/T-D(Respironics Inc., Murrysville, USA)를 사용한 1명을 제외한 모든 환자에서 Servo 300, Servo 900C(Siemens-Elcoma, Sweden), 또는 Purittan Bennett 7200(Puritan Bennett Co., Calsbad, USA)을 사용하였다. NPPV시작 직전, NPPV 시작 후 30분, 1-6시간 사이, 6-12시간 사이, 12-24시간 사이, 2일째, 3일째, 그리고 NPPV 이탈직전에 분당호흡수, 동맥혈가스, PaO₂/FiO₂, PS 수준, 및 PEEP 수준을 측정하였다. 또한 기저질환, 합병증의 빈도, 침습적 기계환기 기간, 중환자실 입원기간, 입원당일 APACHE III 점수, 그리고 혈액학적 약물 사용여부

를 비교분석하였다. NPPV 이탈 후 48시간 이상 자가호흡을 유지하면 기계호흡이탈 성공군으로 분류하였고, 48시간 이내에 다시 침습적 기계환기를 필요로 한 경우 실패군으로 분류하였다.

SPSS/PC+(Statistical Package for the Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계분석하였으며, 모든 자료는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 기저치의 변화는 Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Ranks Test, 양 군간의 비교는 Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W Test를 이용하였다. 모든 예에서 p값이 0.05미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

대상환자는 12명(남자 5, 여자 7)이고, 나이는 61 ± 13(이하 mean ± SD)세 이었다(Table 1). 질환은

Table 2. Results of NPPV weaning

Patients	NPPV mode ^a	NPPV time(hr)	Cx ^b	Outcome ^d	Causes of failure
1	CPAP+PS	64	Facial ^c	S	
2	VCV	47	Facial ^c	F	Flail chest
3	CPAP+PS	1289		S	
4	PCV	101		F	Mask intolerance
5	CPAP+PS	30		F	Accumulation of secretion
	CPAP+PS	215	Facial ^c	F	Aggravation of gas exchange($\text{PaO}_2 \downarrow$)
6	CPAP+PS	5		S	
	CPAP+PS	46		S	
7	PS	24		F	Aggravation of gas exchange($\text{PaCO}_2 \uparrow$)
8	PS	3		S	
9	PCV	6		S	
10	CPAP+PS	64		F	Accumulation of secretion
11	CPAP+PS	2		S	
12	CPAP+PS	12		F	Aggravation of gas exchange($\text{PaCO}_2 \uparrow$)
		136 ± 337			

a : CPAP=continuous positive airway pressure, PS=pressure support.

b : Complications. c : Facial skin redness. d : S=success, F=failure.

급성 호흡부전 증후군(ARDS) 4명, 만성폐쇄성 폐질환 2명, 결핵성파괴폐(tuberculous destroyed lung) 1명, 기관지확장증 1명, 폐암 2명, 그리고 폐부종 2명이었다. NPPV 시행전 평균 기관내삽관 기간은 15 일(354 ± 96 시간)이었다. 11명은 생존하였고 1명은 NPPV실패 후 위장관출혈에 의한 저혈성속으로 사망하였다. 2명은 NPPV를 각각 2회 시행하여 모두 14예를 대상으로 분석하였다. NPPV 시행기간은 평균 6.6일(136 ± 337 시간)이었으나 퇴원후에도 집에서 NPPV를 시행한 1명을 제외하면 평균 2.3일(55 ± 61 시간)이었다. 입원당시의 APACHE III 점수는 63.4 ± 28.8 이었다. 입원중 혈압상승제를 투여받았던 환자는 5명이었고, 2명은 NPPV 시행중에도 혈압상승제를 사용하였으나 모두 안정된 혈압을 유지하고 있었다. NPPV 시작시 사용된 기계호흡 양식은 CPAP(continuous positive airway pressure)와 PS병합 9예, PS 2예, VC-ACMV(vol-

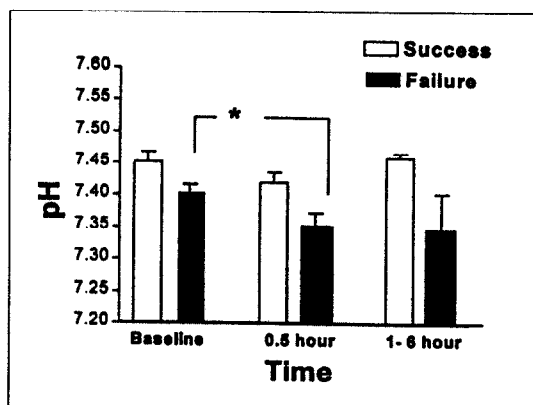


Fig. 1. The changes of pH after initiation of NPPV. At baseline, there was no difference in arterial blood pH between success and failure groups. The pH did not change after NPPV application in success group, but decreased 30 minutes after NPPV trial in failure group. * $p < 0.05$

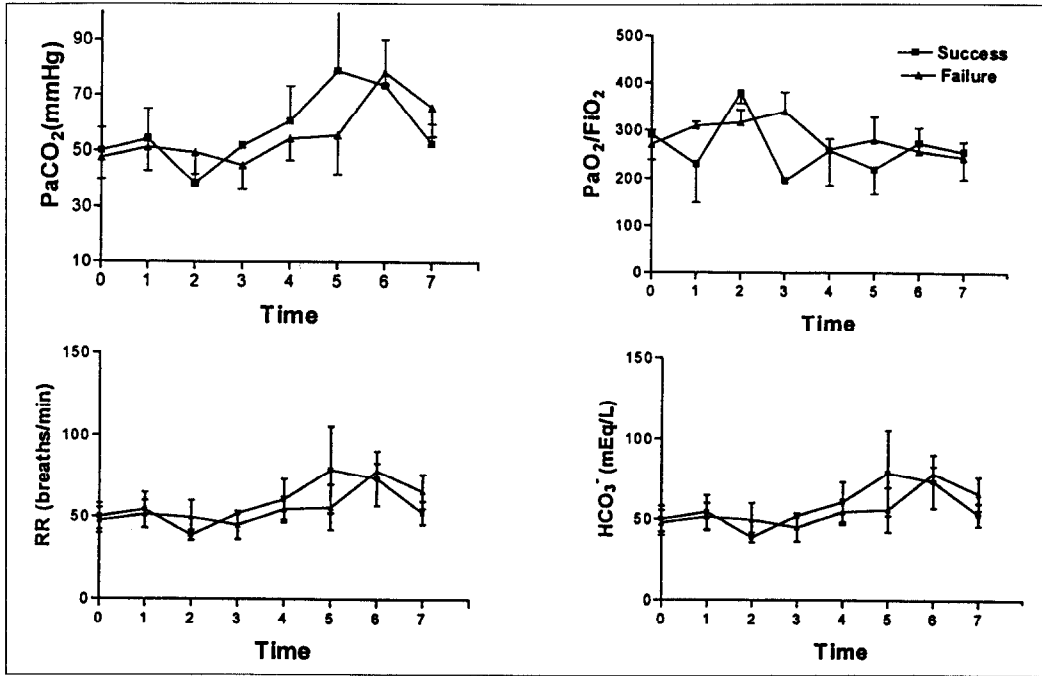


Fig. 2. The changes of PaCO₂, PaO₂/FiO₂, respiratory rate, and HCO₃⁻ after initiation of NPPV. There were no changes in PaCO₂, PaO₂/FiO₂, respiratory rate, and HCO₃⁻ after initiation of NPPV in both success and failure groups.

0 : before NPPV initiation, 1 : 30 minutes after NPPV, 2 : 1-6 hours after NPPV, 3 : 6-12 hours after NPPV, 4 : 12-24 hours after NPPV, 5 : 1-2 days after NPPV, 6 : 2-3 days after NPPV, 7 : Just before NPPV weaning.

ume control-assist control mode ventilation) 1예, 그리고 PCV(pressure controlled ventilation) 2예 이었다(Table 2). 전체 14예를 대상으로 NPPV시행 전후의 데이터를 비교하면, pH는 기저치 7.42 ± 0.07 에 비하여 NPPV 시작 30분 후, 12-24시간, 2일째에 감소하였고(각각 7.38 ± 0.07 , 7.37 ± 0.06 , 7.36 ± 0.06 , $p < 0.05$), PaCO₂는 2일째에 의미있게 증가하였다(52.0 ± 23.5 vs. 63.4 ± 29.7 mmHg, $p < 0.05$).

성공군과 실패군은 각각 7예이었다. 실패군은 NPPV 시작 30분 후 동맥혈 pH가 기저치에 비하여 감소하였고(7.40 ± 0.08 vs. 7.34 ± 0.06 , $p < 0.05$, Fig. 1), 분당호흡수는 NPPV 실패로 다시 IMV 시

작 직전에 증가하였다(19.2 ± 7.7 vs. 33.0 ± 10.1 , $p < 0.05$). 성공군은 NPPV전후에 pH, PaCO₂, PaO₂ 및 분당호흡수에 차이가 없었다(Fig. 1, Fig. 2). 성공군과 실패군간 나이, 입원당일의 APACHE III 점수, 기관내삽관 기간, NPPV시작 직전 분당호흡수, 동맥혈가스검사, PaO₂/FiO₂, 압력보조수준, 그리고 호기말양압 수준에 차이가 없었다(Table 3). 이탈실패의 원인은 기저질환에 의한 가스환기 소견 악화 3예, 기도내 분비물 축적 2예, 마스크 부적응 1예, 그리고 늑골골절에 의한 flail chest 1예이었다.

14예중 3예에서 마스크 접촉부위의 안면피부에 발적이 발생하였으나 다른 부작용은 없었다. NPPV 시작전의 이탈성공 예측지표는 발견할 수 없었다.

Table 3. Comparison of baseline parameters

Variables	Success(n=7)	Failure(n=7)	p-value
Age(year)	63 ± 12	58 ± 11	NS ^b
APACHE III score	58.7 ± 27.2	68.2 ± 31.7	NS
IMV time(hr)	334.7 ± 143.3	363.1 ± 108.1	NS
Weaning trial	1.5 ± 0.5	1.7 ± 0.8	NS
RR(breaths/min)	28.1 ± 6.4	18.7 ± 7.1	NS
PS*(cm H ₂ O)	11.9 ± 3.0	6.7 ± 5.9	NS
PEEP(cm H ₂ O)	3.4 ± 1.7	2.6 ± 2.5	NS
pH	7.45 ± 0.04	7.40 ± 0.08	NS
PaCO ₂ (mmHg)	50.1 ± 19.3	47.6 ± 18.8	NS
PaO ₂ /FiO ₂	285.4 ± 120.4	271.8 ± 67.3	NS
HCO ₃ ⁻ (mEq/L)	33.0 ± 9.1	27.1 ± 10.7	NS

a : PS=pressure support.

b : NS=no significance.

고 찰

기계호흡법을 사용한 기록은 1700년대 후기부터 찾아볼 수 있으며, 당시에는 여러가지 방법을 이용하여 비침습적으로 기계호흡을 시행하였다. 1920-1950년대 사이 소아마비가 세계적으로 유행하면서 rocking bed, iron lung, poncho-wrap, 그리고 tortoise shell ventilator 같은 비침습적 음압 기계호흡장치가 개발되었다⁷⁻⁹⁾. 그러나 1960년대 초반에 소아마비의 유행이 조절되고 ET가 발달하면서 침습적인 인공기도를 사용한 양압호흡법이 기계호흡의 주류를 이루게 되었다. 비침습적 간헐적 양압호흡(IPPV, intermittent positive pressure ventilation)은 1947년에 최초 시도된 후 간헐적으로 사용되다가 1983년 무작위 추출, 전향적 비교연구에서 만성폐쇄성폐질환에 의한 호흡부전 치료에 IPPB(intermittent positive pressure breathing)가 효과 없음이 보고된 후 사용이 중단되었고¹⁰⁾, 1960-1970년대에 일부 만성호흡부전환자들에서만 시도되어 왔으나 최근 재질 및 구조가 뛰어난 마스크가 개발되고 다시 IPPV가 호흡부전 치료에 효과가 있음이 보고되면서 그 사용범위가 점차 확

대되고 있다.

만성호흡부전환자를 대상으로 한 비침습적 양압호흡법의 연구로 1980년대 중반 Kerby등과¹¹⁾ Bach 등이¹²⁾ 신경근육계 질환 환자에서 수면중 비마스크를 이용한 양압호흡을 시행하여 주간 동맥혈가스소견과 증상의 호전을 보고하였다. 이후 여러 보고에서 비침습적 양압호흡이 신경근육계 질환 및 흉곽병변과 같은 제한성 폐질환환자의 만성호흡부전에 효과적임을 증명하였다.

급성호흡부전환자를 대상으로 한 연구들은 NPPV 사용으로 약 60-80%의 환자에서 가스소견이 호전되고 기관내삽관을 피할 수 있음을 보고하였으나 대부분이 비대조군 연구였고, 최근 발표된 4개의 무작위추출, 전향적 비교연구에서도 일관된 효과를 보이지 못하고 있다¹³⁻¹⁶⁾. Chevrolet등과 Nava등은^{17,18)} COPD환자에서 NPPV의 사용은 효과는 없이 오히려 간호사의 많은 노력과 시간을 필요로 한다고 하였으나, Nava등은¹⁹⁾ 기계호흡 시작 후 48시간 내에는 IMV와 비교하여 비용이나 시간에서 별 차이가 없고 48시간 이후에는 오히려 NPPV대상 환자치료에 시간이 더 적게 든다고 보고하였다. Wood등은 응급실

에서 ARF 환자를 대상으로 NPPV를 적용한 결과 오히려 원내사망율이 높은 경향을 보여 NPPV의 무절제한 사용전에 대단위 전향적연구가 필요함을 역설하였다²⁰⁾.

국내에서 조등도²¹⁾ 10명의 ARF환자를 대상으로 기도이중양압(BiPAP)을 이용한 비강간혈양압환기를 시행하여 7명(70%)에서 IMV를 피할 수 있었음을 보고하였다. 또한 임등은 ARF로 중환자실에 입원한 106명의 환자를 대상으로 NPPV를 시행하여 환기부전환자 19명중 11명(57.9%) 그리고 산소화부전환자 87명중 15명(17.2%)에서 적용가능하였고, 환기부전환자 11명중 9명(81.8%), 산소화부전환자 15명중 6명(40%)에서 기관내삽관을 피할 수 있어서 환기부전환자에서 통계적으로 유의하게 성공율이 높았다²²⁾. Wysocki등도³⁾ 치료성공군이 실패군보다 CO₂분압이 높고, pH는 낮음을 보고하여 상대적으로 COPD에서 발생한 급성호흡부전시 더 효과적임을 보고하였으며, Kramer등도¹⁴⁾ 대상군 전체의 NPPV 성공율은 69% 였으나 COPD환자군의 성공율은 91%로 보고하였다. 한편 Antonelli등은 저산소성 급성호흡부전환자를 대상으로 NPPV법과 전통적인 IMV법을 이용하여 대조군 연구를 시행하였는데 NPPV군에서 IMV군과 비교하여 대동맥 동맥혈가스의 호전을 보였으며, 합병증이 적고, ICU재원일수를 줄일 수 있었다²³⁾. 이 연구에서 SAPS(simplified acute physiologic score)가 16이상인 군에서는 환기방법에 따른 지표의 차이가 없었으나, 16이하인 군에서는 NPPV군이 더 좋은 결과를 보여서 저산소성 급성호흡부전환자, 특히 중증이 아닌 경우, 에서도 효과가 있음을 보여주었다.

이 외에도 NPPV는 적용범위가 계속 확대되었는데, 예를 들면, 수술후의 호흡보조²⁴⁾, 중증도의 호흡부전시 중환자실에 입실하지 않고 병실에서 NPPV를 적용하는 경우²⁵⁾, 기관내삽관을 거부하는 환자²⁶⁾, 기계호흡중 기도내튜브가 빠졌을 때 다시 기도내삽관을 시행하지 않고 NPPV를 시행하는 경우²⁷⁾, 그리고 기계호흡 이탈후 생긴 호흡부전등에서이다³⁻⁶⁾.

기계호흡이탈과 관련하여 NPPV를 적용한 예는 세 가지 그룹으로 분류할 수 있다. 첫째, 환자 자신이 들 발적으로 기도내삽관을 제거한 경우에(self extubation) 다시 기관내삽관을 시행하지 않고 NPPV를 적용한 예이다. 둘째, ET 제거 후 생긴 호흡부전시 NPPV를 적용하는 경우이고, 셋째, IMV 이탈 목적으로 의도적으로 ET를 제거하고 NPPV를 적용한 경우이다. 이탈조건(weaning criteria)에 부합하여 ET를 제거하였으나 호흡부전이 발생하여 NPPV를 적용하였으면 두번째에 해당되고, 이탈조건에는 부합되지 않지만 기관내삽관후 일정시간이 경과하여 기관절개를 고려해야 할 시점에서 기관절개를 피하기 위하여 의도적으로 ET를 제거하고 바로 NPPV를 적용한 경우를 세번째로 구분할 수 있으며 본 연구는 세번째에 해당하는 환자들을 대상으로 한 연구이다.

Meduri 등은²⁷⁾ 급성 환기부전환자 18명을 대상으로 안면마스크를 이용한 NPPV를 시행하였는데, 이 중 7명은 ET 제거후 발생한 호흡부전(respiratory failure) 혹은 호흡장애(respiratory insufficiency) 환자였으며 NPPV를 적용하여 6명에서 이탈에 성공하였다. 7명중 2명은 ET를 스스로 제거(self extubation) 한 경우이었다. Chiang 등은²⁸⁾ 기계호흡이탈을 위해 의도적으로 ET를 제거한 14명과 self-extubation 환자 5명에게 BiPAP S/T-D (BiPAP S/T-D, Respironics Inc., Murrysville, PA)을 이용하여 비강을 통한 NPPV를 시행하여 11명에서 이탈에 성공하였다. 성공군에서 NPPV 시작 1시간 후 분당호흡수가 평균 10회 감소하였고, 맥박수, 혈압, PaO₂, 그리고 pH는 변화가 없었다. Wysocki등은³⁾ 17명의 ARF환자에서 NPPV를 시행하였는데, 6명은 IMV에서 이탈하여 ET 제거후 발생하였고 이 중 5명(83%)에서 이탈에 성공하였다. Udwadia 등은⁴⁾ 만성호흡장애의 급성 악화로(acute exacerbation from chronic respiratory insufficiency) IMV를 시행한 후 이탈이 어려운 22명을 대상으로 비마스크를 이용한 NPPV를 시행하였

다. 22명중 18명(82%)에서 평균 11일(8-13일)간 NPPV 시행 후 기계호흡이탈이 가능하였다.

Restrick 등은⁶⁾ 전통적인 방법으로 이탈이 어렵다고 판단되거나 이탈에서 실패한 14명을 대상으로 비강을 통한 NPPV를 시행하여 13명(93%)에서 이탈에 성공하였다. 특히 COPD환자군 8명은 모두 이탈에 성공하여 NPPV가 특히 COPD 환자에서 더 유용함을 보여주었다. Nava등도²⁹⁾ T-piece 이탈에 실패한 환자에서 안면마스크를 이용한 NPPV 이탈이 유용함을 보여주었다.

그러나 위의 연구 모두 대상환자의 일부만이 ET 제거 후 발생한 ARF 환자이며, 이탈에 실패하거나 이탈이 어려운 환자에서 의도적으로 ET를 제거하고 NPPV를 적용한 예는 거의 없다. 따라서 본 연구는 이탈에 실패하거나 이탈이 어려운 환자만을 대상으로 의도적 ET 제거 후 NPPV를 적용한 점에서 기존의 연구와 차이점이 있으며, 또한 NPPV가 새로운 이탈 방법으로 사용될 가능성을 제시하였다는 점에서 그 의미가 있다. 본 연구 대상은 10일 이상 침습적 기계호흡을 시행하였고, 1회 이상의 이탈시도가 실패하여 기관절개를 고려하는 시점에 있는 환자들을 대상으로 하였다. 대상환자는 12명 이었으며, 2명에서는 각각 2회씩 NPPV를 시행하여 모두 14예를 대상으로 비교분석하였다. 14예중 7예(50%)에서 NPPV이탈 후 48시간 이상 자가호흡이 가능하여 성공군으로 분류하였고, 7예에서는 실패하여 다시 IMV를 시행하였다.

본 연구에서는 12예 모두 안면마스크를 착용하였고 이중 1예는 마스크 부적응으로 NPPV에 실패하였다. 비 및 안면마스크는 각각 장단점이 있으나 심한 호흡부전시 대개 구강호흡상태가 많으므로 안면마스크의 사용이 권장되며 동맥혈가스 의 호전이 비마스크 보다 안면마스크 사용시 더 빠른 것으로 되어 있다. 그러나 안면마스크는 사강(dead space)이 증가할 수 있는 단점이 있고, 비마스크는 환자들이 적응이 쉽고, 음식 섭취가 가능하고, 그리고 말할 수 있는등의 장점이 있다. 따라서 비마스크는 경미한 ARF 환자에게 더 유

용하고, 중증인 경우에는 구강호흡을 많이 하고, 비마스크를 사용할 때 입을 벌리면 흡기의 유출이 많아 적절한 환기를 유지하지 못하기 때문에 안면마스크를 이용하는 것이 적절하다고 알려져 있다. Roy등은³⁰⁾ 전통적인 비 또는 구강·비 마스크(oralnasal mask)에 의한 NPPV에 실패한 12명의 환자를 대상으로 새로운 안면마스크(Respironics Inc., Monroeville, PA)를 이용하여 84%에서 NPPV에 성공하여 마스크 선택의 중요성을 보여주었다.

의도적 ET제거후 NPPV 적용시 성공여부에 영향을 미치는 인자를 알아보기 위하여 NPPV시작전의 여러 변수들을 양군간에 비교하였으나 나이, 성별, 중환자실 입원 당일의 APACHE III점수, IMV 기간, 분당호흡수, 기저 동맥혈가스검사 소견, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, 압력보조수준, 그리고 적용된 호기말양압 수준 모두 양군간에 차이가 없었다.

전체 14예를 대상으로 NPPV전후의 데이터를 비교하면, 동맥혈 pH는 NPPV 시작후 30분, 12-24시간, 2일째에 기저치에 비하여 감소하였고(각각 $p=0.019$, $p=0.043$, $p=0.028$), PaCO_2 는 2일째에 증가($p<0.05$)하였다. 이는 NPPV이 기관내삽관을 통한 IMV 보다는 환기 보조의 효율이 낮음을 시사한다. 그러나 이와는 상반된 결과로 Olivera 등의 연구에서는 기관내삽관시에 비하여 NPPV적용 1시간 후 분당호흡수가 의미있게 감소하였다(28.0 ± 2.0 vs. 22.0 ± 2.0 , $p<0.05$)³¹⁾. 이 연구에서 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 는 NPPV 시행전후에 유의한 차이가 없었는데 이는 NPPV가 산소화의 호전에는 별 영향을 미치지 못함을 의미하며, 또한 NPPV가 산소화부전환자보다는 환기부전환자에서 더 효과가 좋았던 다른 연구 결과와도 일치하는 소견이다.

양군의 데이터를 비교하면 실패군은 NPPV 시작 후 30분에 동맥혈 pH가 NPPV시행전에 비하여 의미있게 감소하였으나($p \leq 0.05$) (Fig. 1) 성공군에서는 NPPV전후에 pH의 유의한 변화는 없어서 NPPV 시작 초기의 pH 변화가 NPPV의 성공여부의 지표로 사용될 수 있겠다. 그러나 양군 모두에서

NPPV 전후의 PaCO_2 , HCO_3^- , $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, 그리고 분당호흡수는 유의한 차이는 없었다($p>0.05$). 그 외 성공군과 실패군간의 나이, 입원당일의 APACHE III 점수, 기관내삽관의 기간, NPPV 시행직전의 분당 호흡수, 동맥혈가스검사, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, 압력보조수준, 호기말양압의 수준도 차이가 없었다(Table 3).

NPPV시 발생할 수 있는 합병증은 복부 팽만, 구토, 마스크 접촉부위 피부손상, 결막염, 기흉, 그리고 흡인등이다. 본 연구 결과 3예의 안면피부발적외에 다른 부작용은 관찰되지 않았다. 이는 다른 연구결과와도 일치하며 NPPV가 매우 안전한 방법임을 보여준다²⁷⁾. 복부팽만의 부작용이 발생하지 않았던 원인으로는 본 연구의 대상 모두 IMV중이었으므로 비위관(Levine tube)이 삽입된 상태였고, 따라서 NPPV 적용 초기에 지속적으로 비위관을 삽입한 상태였기 때문으로 생각된다.

NPPV 실패 원인은 기도내 분비물 축적 2예, 동맥혈가스검사 소견의 악화 3예, flail chest와 동반된 폐렴 1예, 그리고 마스크부작용 1예 이었다. NPPV 적용시 기도내 분비물이 많은 경우는 제외하였으나 2예에서 NPPV 적용 도중 기도내분비물이 증가하여 다시 기관내삽관을 시행하였다. 심폐소생술 후 발생한 flail chest 1예는 IMV중 안정된 호흡을 보여 NPPV를 적용하였으나 갑자기 호흡부전이 발생하여 IMV를 다시 시행하였고, 이후 위장관출혈로 사망하였다. 동맥혈 가스소견이 악화된 3예중 1예는 저산소증, 2예는 고탄산혈증의 악화로 실패하였다. 3예 모두 심한 기도내분비물의 축적은 없었고 방사선소견이나 임상상태의 뚜렷한 변화는 없었다.

최근 Nava등도 기계호흡 이탈 목적으로 NPPV를 사용한 결과를 보고하였다³²⁾. COPD의 급성악화 환자를 대상으로 하였으며, 2일간 IMV후 T-piece를 시도하여 실패한 환자를 대상으로 기관삽관 제거후 NPPV를 적용한 군과 계속 IMV를 시행한 군으로 나누어 비교분석하였다. 결과는 NPPV군에서 기계호흡 이탈시간을 감소시켰고, ICU재원일수를 감소시켰고, 병원획득성 폐렴의 빈도를 감소시켰으며, 60일 생존

율을 증가시켜서 NPPV가 이탈의 방법으로서 유용하게 사용될 수 있음을 보여주었다. 이 결과는 ARF환자를 대상으로 한 다른 연구들에서 NPPV가 저산소성 호흡부전 보다는 고탄산혈증 호흡부전환자에서 더 효과적임을 보여주는 데이터와도 일치한다. 또한 대상환자군의 44%는 IMV시작전에 NPPV를 적용하였으나 실패하였던 환자이므로 처음에 NPPV가 실패하였어도 다시 이탈방법으로 사용하여 성공할 수 있음을 보여준다. 그러나 처음 기계호흡시 NPPV를 시도하였다가 실패한 환자들이 후에 NPPV에 의한 이탈시도에서도 어느 정도 실패하였는지는 데이터가 제시되어 있지 않다. 또한 COPD 급성악화 환자만을 대상으로 하였으며, 폐렴과 같이 뚜렷한 악화의 원인이 없고 전신질환도 없는 군을 대상으로 하여 중증의 환자는 제외되고 특정환자만을 대상으로 하였음을 알 수 있다. 그렇지만 본 연구와는 다르게 IMV 2일후 T-piece를 시도하여 이탈실패한 환자에서 바로 NPPV를 시행하므로써 NPPV를 기계호흡이탈에 적극적으로 사용하였음을 알 수 있다. 이 연구결과 특정환자군에서는 적극적으로, 그리고 초기에 NPPV를 기계호흡이탈에 사용할 수 있는 가능성을 제시하여 주었다.

결론적으로 10일이상 장기간 IMV 이탈이 어려운 12명(14예)을 대상으로 의도적으로 ET를 제거한 후 NPPV를 적용하여 7예(50%)에서 이탈에 성공하여 기관절개를 피할 수 있었다. 의식이 명료하며 기도유지에 문제가 없는 환자를 대상으로 의도적으로 ET 제거 후 NPPV를 적용하는 방법은 새로운 이탈방법으로 사용될 가능성이 있으나, 향후 다수의 환자를 대상으로 한 무작위추출, 전향적, 대조군연구가 필요하리라 생각된다.

요 약

연구배경 :

비 혹은 안면마스크를 이용한 비침습적 양압호흡법(NPPV)은 안정된 만성호흡부전환자를 대상으로 사용되었으며, 최근 급성호흡부전환자를 대상으로도 시

도되고 있다. 일부 연구에서 기계호흡이탈후 발생한 호흡부전에서 NPPV를 시도하여 기관내삽관을 피할 수 있음을 보고한 바 있으나, 기계호흡이탈의 한 방법으로 시도된 예는 거의 없다. 본 연구자는 장기간 침습적 기계호흡중인 환자에서 의도적으로 ET를 제거한 후 NPPV를 적용하여 새로운 이탈방법으로서 효용성이 있는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 :

1회이상 이탈시도가 실패하였고, 압력보조 요구량이 8-15cm H₂O, PEEP요구량이 5-10cm H₂O 사이이며, 기계환기 시작 후 10일 이상 경과되어 기관절개술 시행을 고려중인 환자로서 NPPV 적응증을 만족시키는 12명(14회)을 대상으로 하였다. 기관내관 제거 후 안면마스크를 이용하여 NPPV를 시작하였다. NPPV적용 직전, 적용후 30분, 1-6시간, 6-12시간, 12-24시간, 2일째, 3일째, 그리고 NPPV이탈 직전에 분당호흡수, 동맥혈가스검사, 압력보조수준, 그리고 호기말양압 수준을 측정하였다. 이탈후 기계호흡없이 48시간 이상 자가호흡을 유지한 예를 성공군으로 정의하였다.

결 과 :

의도적 ET 제거후 NPPV에 의한 기계호흡 이탈을 시도한 14예중 7예(50%)에서 이탈에 성공하여 기관절개를 피할 수 있었다.

양군에서 나이, 입원당일의 APACHE III 점수, 기관내삽관 기간, NPPV시행직전의 분당호흡수, 동맥혈가스검사, PaO₂/FiO₂, 압력보조수준, 호기말양압 수준에 차이가 없었다.

성공군에서 NPPV전후의 분당호흡수, 압력보조수준, 흡기말양압, 동맥혈가스소전 및 PaO₂/FiO₂가 차이 없었으나 실패군은 NPPV후 30분에 동맥혈 pH가 유의하게 감소하였다(7.40±0.08 vs. 7.34±0.06, p<0.05).

이탈실패의 원인은 동맥혈가스검사소전 악화 3예, 기도내 분비물 축적 2예, 마스크 부적응 1예, 그리고 늑골굴절에 의한 flail chest 1예이었다.

결 론 :

비침습적 양압호흡법은 급성호흡부전에 의한 장기적 기계호흡 환자에서 새로운 기계호흡이탈 방법으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Whitby, J.D. Two early artificial ventilators. *British Journal of Anaesthesia*. 45(4) : 391, 1973
2. Meyer, T.J. and N.S. Hill. Noninvasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure. *Annals of Internal Medicine*. 120(9) : 760, 1994
3. Wysocki, M., L. Tric, M.A. Wolff, J. Gertner, H. Millet, and B. Herman. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest*. 103(3) : 907, 1993
4. Udawadia, Z.F., G.K. Santis, M.H. Steven, and A. K. Simonds. Nasal ventilation to facilitate weaning in patients with chronic respiratory insufficiency. *Thorax*. 47(9) : 715, 1992.
5. Pennock, B.E., P.D. Kaplan, B.W. Carlin, J.S. Sabangan, and J.A. Magovern. Pressure support ventilation with a simplified ventilatory support system administered with a nasal mask in patients with respiratory failure. *Chest*. 100(5) : 1371, 1991
6. Restrick, L.J., A.D. Scott, E.M. Ward, R.O. Feneck, W.E. Cornwell, and J.A. Wedzicha. Nasal intermittent positive-pressure ventilation in weaning intubated patients with chronic respiratory disease from assisted intermittent, positive-pressure ventilation. *Respiratory Medicine*. 87(3) : 199, 1993
7. Eve, F.G. Activation of inert diaphragm by gravity method. *Lancet*. 2 : 995, 1932
8. Plum, F. and G. Whedon. The rapid-rocking bed : its effect on the ventilation of poliomyelitis

- patients with respiratory paralysis. *New England Journal of Medicine*. 245 : 235, 1951
9. Drinker, P. and L.A. Shaw. An apparatus for the prolonged administration of artificial respiration. I. Design for adult and children. *Journal of clinical Investigation*. 7 : 229, 1929
 10. Anonymous. Intermittent positive pressure breathing therapy of chronic obstructive pulmonary disease. A clinical trial. *Annals of Internal Medicine*. 99(5) : 612, 1983
 11. Kerby, G.R., L.S. Mayer, and S.K. Pingleton. Nocturnal positive pressure ventilation via nasal mask. *American Review of Respiratory Disease*. 135(3) : 738, 1987
 12. Bach, J.R., A. Alba, R. Mosher, and A. Delaubier. Intermittent positive pressure ventilation via nasal access in the management of respiratory insufficiency. *Chest*. 92(1) : 168, 1987
 13. Bott, J., M.P. Carroll, J.H. Conway, S.E. Keilty, E.M. Ward, A.M. Brown, E.A. Paul, M.W. Elliott, R.C. Godfrey, J.A. Wedzicha, and et al. Randomised controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet*. 341(8860) : 1555, 1993
 14. Kramer, N., T.J. Meyer, J. Meharg, R.D. Cece, and N.S. Hill. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 151(6) : 1799, 1995
 15. Brochard, L., J. Mancebo, M. Wysocki, F. Lofaso, G. Conti, A. Rauss, G. Simonneau, S. Benito, A. Gasparetto, and F. Lemaire. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *New England Journal of Medicine*. 333(13) : 817, 1995
 16. Wysocki, M., L. Tric, M.A. Wolff, H. Millet, and B. Herman. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. A randomized comparison with conventional therapy. *Chest*. 107(3) : 761, 1995
 17. Chevrolet, J.C., P. Jolliet, B. Abajo, A. Toussi, and M. Louis. Nasal positive pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. Difficult and time-consuming procedure for nurses. *Chest*. 100(3) : 775, 1991
 18. Nava, S., M. Bruni, I. Evangelisti, E. Popovich, S. Brega, C. Fracchia, and F. Rubini. Is Noninvasive Mechanical Ventilation (NIMV) Really Time Consuming Procedure Compared to Invasive Mechanical Ventilation (IMV). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 153(4) : A607, 1996
 19. Nava, S., I. Evangelisti, C. Rampulla, M.L. Compagnoni, C. Fracchia, and F. Rubini. Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. *Chest*. 111(6) : 1631, 1997
 20. Wood, K.A., L. Lewis, B. Von Harz, and M.H. Kollef. The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department: results of a randomized clinical trial. *Chest*. 113(5) : 1339, 1998.
 21. 조재연, 이상엽, 이상화, 박상면, 서정경, 심재정, 인광호, 강경호, 유세화. 기도이중양압 (BiPAP)을 이용한 비강 간헐 양압환기의 임상적 적용. *결핵 및 호흡기질환*. 2(5) : 723, 1995
 22. Lim, C.M., P.N. Kim, Y. Koh, S.D. Lee, W.S. Kim, P.W. Park, D.S. Kim, and W.D. Kim. Comparison of the usefulness of non-invasive ventilation between acute ventilatory and oxygenation

- failure. *Clinical intensive care*. 8 : 277, 1997
23. Antonelli M., Conti G., Rocco M., Bufi M., De Blasi RA., Vivino G., Gasparetto A., Meduri GU. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *New England Journal of Medicine*. 339(7) : 429, 1998.
24. Joris, J.L., T.M. Sottiaux, J.D. Chiche, C.J. Desai, and M.L. Lamy. Effect of bi-level positive airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. *Chest*. 111(3) : 665, 1997
25. Servera, E., M. Perez, J. Marin, P. Vergara, and R. Castano. Noninvasive nasal mask ventilation beyond the ICU for an exacerbation of chronic respiratory insufficiency. *Chest*. 108(6) : 1572, 1995.
26. Meduri, G.U., R.C. Fox, N. Abou-Shala, K.V. Leeper, and R.G. Wunderink. Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Critical Care Medicine*. 22 (10) : 1584, 1994
27. Meduri, G.U., N. Abou-Shala, R.C. Fox, C.B. Jones, K.V. Leeper, and R.G. Wunderink. Noninvasive face mask mechanical ventilation in patients with acute hypercapnic respiratory failure. *Chest*. 100(2) : 445, 1991.
28. Chiang, A.A. and K.C. Lee. Use of noninvasive positive pressure ventilation via nasal mask in patients with respiratory distress after extubation. *Chung Hua i Hsueh Tsa Chih-Chinese Medical Journal*. 56(2) : 94, 1995.
29. Nava, S., C. Bruschi, A. Orlando, M. Prato, N. Ambrosino, M. Vitacca, and F. Rubini. NonInvasive Mechanical Ventilation (NINMV) Facilitates the Weaning from Traditional Mechanical Ventilation (MV) in Severe COPD Patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 153(4) : A763, 1996
30. Roy, B., D.T. Kreimer, J. Mullarkey, E. Dantzer, and G.J. Crine. Noninvasive Positive Pressure Ventilation with a Total Face Mask for Acute Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 153(4) : A608, 1996.
31. Olivera, W., J. Neme, D. Rivara, and J. Hurtado. Noninvasive Ventilation During Weaning from Mechanical Ventilation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 153(4) : A762, 1996.
32. Nava S., Ambrosino N., Clini E., Prato M., Orlando G., Vitacca M., Brigada P., Fracchia C., Rubini F. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*. 128(9) : 721, 1998