

□ 원 저 □

급성 환기부전과 산소화부전에서 비침습적 환기법의 비교

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실 및 마취과학교실*

이성순, 임채만, 김백남, 고윤석, 박평환*, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동

=Abstract=

Use of Noninvasive Mechanical Ventilation in Acute Hypercapnic versus Hypoxic Respiratory Failure

Sung Soon Lee, Chae-Man Lim, Baek-Nam Kim, Younsuck Koh,
Pyung Hwan Park*, Sang Do Lee, Woo Sung Kim, Dong Soon Kim, Won Dong Kim

Department of Internal Medicine and Anesthesiology*, Asan Medical Center, College of
Medicine, University of Ulsan

Background : We prospectively evaluated the applicability and effect of noninvasive ventilation (NIV) in acute respiratory failure and tried to find out the parameters that could predict successful application of NIV.

Methods : Twenty-six out of 106 patients with either acute ventilatory failure (VF : $\text{PaCO}_2 > 43$ mm Hg with $\text{pH} < 7.35$) or oxygenation failure (OF : $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 < 300$ mm Hg with $\text{pH} \geq 7.35$) requiring mechanical ventilation were managed by NIV (CPAP + pressure support, or BiPAP) with face mask. Eleven out of 19 cases with VF (57.9%) (M : F = 7 : 4, 55.4 ± 14.6 yrs) and 15 out of 87 cases with OF (17.2%) (M : F = 12 : 3, 50.6 ± 15.6 yrs) were suitable for NIV. Respiratory rates, arterial blood gases and success rate of NIV were analyzed in each group.

Results : 81.8% (9/11) of VF and 40% (6/15) of OF were successfully managed on NIV and were weaned from mechanical ventilator without resorting to endotracheal intubation. Complications were noted in 2 cases (nasal skin necrosis 1, gaseous gastric distension 1). In NIV for ventilatory failure, the respiration rate was significantly decreased at 12 hour of NIV (34 ± 9 /min pre-NIV, 26 ± 6 /min at 12 hour of NIV, $p=0.045$), while PaCO_2 (87.3 ± 20.6 mm Hg pre-NIV, 81.2 ± 9.1 mm Hg at 24 hour of NIV) and pH (7.26 ± 0.04 , 7.32 ± 0.02 , respectively, $p < 0.05$) were both significantly decreased at 24 hour of NIV. In NIV for oxygenation failure, PaO_2 were not different between the successful and the failed cases at pre-NIV and till 12 hours after

NIV. The $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ ratio, however, significantly improved at 0.5 hour of NIV in successful cases and were maintained at around 200 mm Hg ($n=6$: at baseline, 0.5h, 6h, 12h : 120.0 ± 19.6 , 218.9 ± 98.3 , 191.3 ± 55.2 , 232.8 ± 17.6 mm Hg, respectively, $p=0.0211$), but it did not rise in the failed cases ($n=9$: 127.9 ± 63.0 , 116.8 ± 24.4 , 100.6 ± 34.6 , 129.8 ± 50.3 mm Hg, respectively, $p=0.5319$).

Conclusion : From the above results we conclude that NIV is effective for hypercapnic respiratory failure and its success was heralded by reduction of respiration rate before the reduction in PaCO_2 level. In hypoxic respiratory failure, NIV is much less effective, and the immediate improvement of $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ ratio at 0.5h after application is thought to be a predictor of successful NIV.

서 론

대상 및 방법

기존의 양압환기법은 기관내삽관이나 기관절개술을 필요로 하며, 이러한 인공기도는 기도 유지시는 물론 기계호흡 유지기 및 이탈기에 있어 여러가지 기관 및 폐합병증의 원인이 된다¹⁻³⁾. 최근 마스크를 인공환기기와 환자 기도 사이의 매개체로 이용하는 기계환기법이 시도되고 있는데 이를 비침습적 환기법(noninvasive ventilation, 이하 NIV)라 하며 이는 기본적으로 기관내삽관을 회피함으로써 인공기도에 의한 합병증 없이 기계호흡의 목적을 달성하려는 시도로 일부 환자들에서 그 임상적 효과가 주목할 만하다⁴⁻⁹⁾.

비침습적 환기법은 아직 국내에서 생소할 뿐 아니라 외국의 연구에서도 아직 NIV가 호흡부전 병태에 따라 그 효용에 차이가 있는지에 대한 연구가 미흡한 바, 저자 등은 급성호흡부전의 두 가지 형태, 즉 환기부전(ventilatory failure, 이하 VF)과 산소화부전(oxygenation failure, OF) 각각에서 NIV가 얼마나 적용 가능한 지와, 각각의 경우에서 성공적 NIV와 연관된 지표들을 찾고자 본 연구를 시행하였다.

1. 대 상

1994년 12월부터 1995년 7월까지 서울중앙병원 내과계 중환자실에 입원된 뒤 급성호흡부전으로 기계호흡이 요구되는 환자를 대상으로 하였다. 급성 환기부전은 PaCO_2 43 mm Hg 이상이면서 pH 7.35 미만으로, 급성 산소화부전은 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 비가 300 mm Hg 미만이면 pH 7.35 이상인 경우로 각각 정의하였고, 상기 환기부전이거나 산소화부전의 정의를 만족하면서 명백한 호흡곤란의 징후(분당호흡수 35회 이상, 발한, 불안, 또는 흉골위 및 늑간 함몰)를 보이는 경우 기계호흡을 시작하였다. 대상 중 의식이 유지되고 과도한 기관분비물이 없는 두 가지 최소 요건을 갖춘 환자에서는 NIV를 시행하였고, NIV 시행 배제 조건이 있거나 상기 최소 요건을 갖춘 환자 중 NIV 적응기(NIV 시행 후 첫 30분)를 견디지 못한 환자는 기관내삽관을 한 뒤 침습적 기계호흡을 하였다.

NIV 시행의 최소 요건 및 배제 조건은 Table 1과 같다. 일단 NIV 방법으로 기계호흡을 시작하였다가 호흡부전이 개선되지 않거나 새로이 NIV

NIV 시행 배제 기준이 발생하면 기관내삽관을 시행하고 NIV 실패로 정의하였다.

연구 기간 중 위의 정의에 따른 급성 환기부전은 19예, 급성 산소화부전은 87 예로 총 106 예였다.

2. 방법

1. NIV 방법은 기본적으로 일반 인공환기기 (Servo 300 또는 900C, Siemens-Elma, Sweden)를 사용하였고, 이 경우 CPAP (continuous positive airway pressure) 및 압력보조(pressure support) 양식을 동시에 적용하였으며 CPAP은 평균 3 cm H₂O, 압력보조는 평균 10 cm H₂O를 사용했다. 안면마스크는 Bennefit (Puritan-Bennett, USA) 를 이용했으며 3명의 환자에서는 호흡부전 발생 당시 일반 인공환기기가 가용하지 않아 BiPAP (BiPAP S/T-D, Respironics, USA) 양식을 이용하였다.

2. 모든 NIV 시행 환자에서 시간 경과에 따른 분당호흡수, 동맥혈 가스 양상, 총 기계호흡 기간 및 기계호흡 성공 여부, 기계호흡 중과 이탈 후의 합병증 발생 등에 대하여 전향적으로 조사하였다.

3. 모든 수치는 평균±표준편차로 표시하였고, 양 군 간의 빈도의 비교는 chi-square, 독립적 변수의 비교는 unpaired student t-test, 군내 비교는 paired t-test 및 ANOVA 법을 이용하여 검증하였고, p 값이 0.05 미만인 경우 통계적 유의성을 인정하였다.

결 과

1. 총 VF 19예 중 11예 (57.9%) (남 : 여=7 : 4, 55.4±14.6세), 총 OF 87예 중 15예 (17.2%) (남 : 여= 12 : 3, 50.6±15.6세)에서 NIV 시도가 가능하였으며 (p=0.017) 각 군의 임상적 특성은 표 2와 같다.

2. 기관내삽관 없이 NIV로 기계호흡 이탈까지 성공한 환자는 VF에서 81.8% (9/11), OF에서 40% (6/15)였고 성공 예에서의 NIV 시행 시간은 VF에서 89±108 시간, OF에서 55±43 시간씩으로 호흡부전 병태에 따른 NIV 성공율은 VF에서 높고 평균 시행 시간도 VF에서 긴 경향이었으나 통계적 유의성은 없었다(Table. 3).

Table 1. Inclusion and exclusion criteria for the trial of noninvasive ventilation

Inclusion criteria

1. Either ventilatory failure (PaCO₂> 43 mm Hg with pH< 7.35) or oxygenation failure (PaO₂/FiO₂ ratio< 300 mm Hg with pH≥7.35) and
2. Labored breathing as evidenced by tachypnea (≥35/min), perspiration, anxiety, or retraction at suprasternal and/or intercostal spaces

Exclusion criteria

- 1) Level of consciousness : drowsy or worse
- 2) Inability to clear secretions
- 3) Upper airway obstruction (endotracheal intubation or tracheostomy inevitable)
- 4) Hemodynamic instability : systolic BP< 90 mm Hg, life-threatening arrhythmia
- 5) Inability to cooperate or fit mask

3. NIV 실패의 원인은 VF에서 마스크 부적응과 동맥혈 가스 소견의 악화가 각 1예씩이었고, OF에서는 마스크 부적응 3예, 저혈압 4예 및 과도한 분비물 발생 1예 등이었다(Table. 3).

4. NIV의 합병증은 시행 총 26예 중 2예에서 발생하였고, 코부위 피부괴사와 가스성 위장관 팽대 각 1예씩이었다(Table. 3).

5. 환기부전 환자의 NIV 성공 예에서 분당호흡수는 NIV 시작 전, 시작 0.5, 6, 12 및 24시간 후 각각 34 ± 9 회, 31 ± 6 , 32 ± 10 회, 26 ± 6 및 26 ± 3 회로 ($p=0.008$) 감소하였고 NIV 시작 12시간째부터 기저치에 비해 유의한 감소를 보였다. 한편, PaCO_2 는 각각 87.3 ± 20.6 , 79.6 ± 21.6 , 90.0 ± 11.8 , 87.6 ± 9.5 , 81.2 ± 9.1 mm Hg ($p<0.001$)로 감소하였고, pH는 각

Table 2. Clinical characteristics of the study subjects in whom noninvasive ventilation were applied

	Ventilatory failure	Oxygenation failure
Number of cases	11	16
Age	55.4 ± 14.6	50.6 ± 15.6
M : F	7 : 4	12 : 3
Underlying disease	COPD* (5) Pneumonia (2) Destroyed lung by Tb** (2) Lung cancer (1) Drug intoxication (1)	Pneumonia (6) COPD (3) Destroyed lung by Tb (2) Pulmonary edema (2) Hemoptysis (1)

*chronic obstructive pulmonary disease, **tuberculosis

Table 3. Comparison of noninvasive ventilation trials between patients with ventilation failure and oxygenation failure

	Ventilatory failure	Oxygenation failure	p value
Applicability of NIV	57.9% (11/19)	17.2% (15/87)	0.017*
Success rate	81.8% (9/11)	40.0% (6/15)	NS
Duration of NIV in successful cases (hours)	89 ± 108	55 ± 43	NS
Reasons of NIV failure	mask intolerance (1) worsening of ABG** (1)	worsening of ABG (3) hypotension (4) excess secretion (2)	

* tested by chi-square, ** arterial blood gas

NIV : noninvasive ventilation

각 7.26 ± 0.04 , 7.27 ± 0.03 , 7.26 ± 0.05 , 7.32 ± 0.06 및 7.32 ± 0.04 ($p=0.004$)로 상승하였으며 PaCO_2 와 pH가 NIV 시작 전에 비하여 유의한 호전을 보인 것은 모두 24 시간째였다(Table. 4. Fig 1).

6. 산소화부전군에서 NIV가 성공한 6 예와 실패한 9예의 비교에서 PaO_2 는 NIV 시작전 (각각 59.8 ± 9.2 , 76.0 ± 22.8 mm Hg), NIV 시작 후 30분 (각각 121.5 ± 20.2 , 99.6 ± 35.8 mm Hg), 6시간 (각각 100.0

± 26.4 , 80.8 ± 43.3 mm Hg) 및 12시간 (88.7 ± 28.7 , 74.3 ± 16.7 mm Hg)에 서로 유의한 차이가 없었으나 (모두 $p>0.05$), $\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2$ 비는 NIV 성공 예에서는 각각 120.1 ± 9.6 , 218.9 ± 98.3 , 191.3 ± 55.2 및 232.8 ± 17.6 mm Hg ($p=0.0211$)로 상승한 반면, 실패 예에서는 127.9 ± 63.0 , 116.8 ± 24.4 , 100.6 ± 34.6 및 129.8 ± 50.3 mm Hg ($p=0.5319$)로 유의한 상승이 관찰되지 않았다(Table. 5. Fig. 2).

Table. 4. Respiration rates and results of arterial blood gases after noninvasive ventilation application in ventilatory failure (n=9)

	Respiration rate(/min)	PaCO_2 (mm Hg)	pH
pre-NIV	34 ± 9	87.3 ± 20.6	7.26 ± 0.04
post-NIV 0.5 h	31 ± 6	79.6 ± 21.1	7.27 ± 0.03
6 h	32 ± 10	90.0 ± 11.8	7.26 ± 0.05
12 h	$26 \pm 6^*$	87.6 ± 9.5	7.32 ± 0.06
24 h	26 ± 3	$81.2 \pm 9.1^{**}$	$7.32 \pm 0.04^{**}$
at time of weaning	26 ± 3	68.6 ± 7.0	7.35 ± 0.03

* $p=0.045$, ** $p<0.05$: each compared to pre-NIV by paired t-test

NIV : noninvasive ventilation

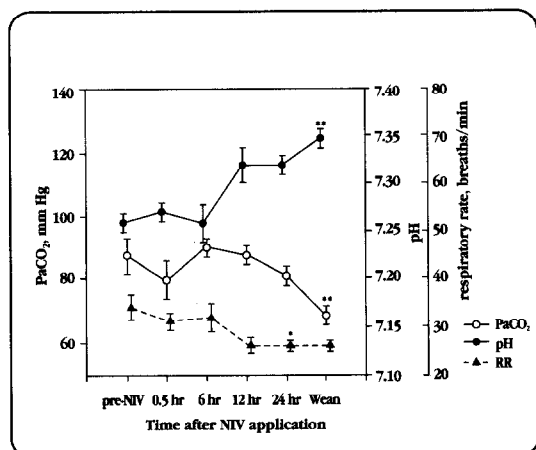


Fig. 1. Respiration rate (RR), PaCO_2 and pH after NIV in ventilatory failure. * $p=0.045$ for respiration rate at 12 h of NIV, ** $p<0.05$ for PaCO_2 and pH at 24 h of NIV

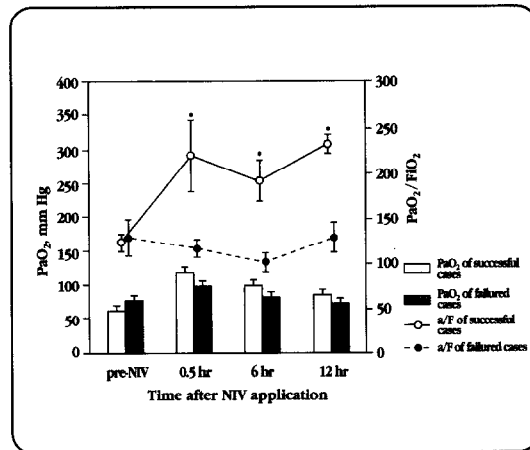


Fig. 2. Comparison of PaO_2 ($p>0.05$) and $\text{PaO}_2/\text{FI O}_2$ (* $p<0.05$ for 0.5 h, 6 h and 12 h each) between successful and failed cases of noninvasive ventilation in oxygenation failure

Table. 5. Comparison of PaO₂ and PaO₂/FIO₂ (a/F) between successful and failed cases of noninvasive ventilation in oxygenation failure

	Success		Failure	
	PaO ₂	a/F	PaO ₂ *	a/F†
pre-NIV	59.8±9.2	121.5±20.2	76.0±22.8	127.9±63.0
post-NIV 0.5 h	120.0±19.6 ‡	218.9±98.3 ‡	100.0±26.4 ‡	116.8±24.4 §
6 h	100.0±26.4	191.3±55.2	80.8±43.3	100.6±34.6
12 h	88.7±28.7	232.8±17.6	74.3±16.7	129.8±50.3

*p>0.05 compared to Success at 0.5, 12 h by unpaired t-test

†p<0.05 compared to Success at 0.5, 6 and 12 h by unpaired t-test

‡p<0.05 compared to pre-NIV by paired t-test

§p>0.05 compared to pre-NIV by paired t-test

NIV : noninvasive ventilation

고 찰

본 연구는 급성호흡부전 환자들에서 비침습적 환기법의 임상적 적용 가능성과 기계호흡법으로서의 성공율을 조사한 것이다. 호흡부전을 병태에 따라 환기부전과 산소화부전의 두 군으로 나누어 전향적으로 조사한 결과 비침습적 환기법의 적용율은 산소화부전에서는 총 87예중 15예(17%)에서만 적용이 가능하였던 반면, 환기부전에서는 전체 19예의 환자 중 11(58%)에서 적용 가능하여 유의한 차이가 있었다. 또, 비침습적 환기법이 적용된 예에서 기관내삽관 없이 기계호흡을 성공적으로 마칠 수 있었던 예는 산소화부전군에서 40%인 반면 환기부전군에서는 약 82%였다. 환기부전군에서 PaCO₂와 pH의 경과를 NIV 시행 12시간 후까지 시행전과 큰 차이가 없다가 시행 24시간째에 이르러 유의하게 호전되어 호흡성산혈증 자체의 교정은 시간을 요하였다. 분당호흡수는 NIV 시행후 12시간째에 평균 26회로 시행 전 분당 34회에 비해 유의하게 감소되어 동맥혈가스 소견의 호전보다 선행하였다. 산소화부전군에서는 NIV 성공예와 실패 예의 비교에서 NIV 시행 전후의 PaO₂는 서로

차이가 없었으나 PaO₂/FiO₂ 비, 즉 폐의 산소화 지표는 성공 예에서 시행 30분후부터 상승하여 계속 200 mm Hg 정도를 유지한 반면, 실패 예에서는 각 시간대의 PaO₂/FiO₂비가 성공 예보다 낮을 뿐 아니라 시행 전의 값에 비한 유의한 증가가 관찰되지 않았다. 본 연구에서 비침습적환기법의 합병증은 시행 총 16예 중 2예(코부위 피부 괴사 및 가스성 위장관팽대 각 1예씩)에서 발생하여 매우 낮은 합병증 발생율을 보였으며 기관내삽관에 의한 침습적 환기법시 자주 발생하는 흡인성 폐렴이나 폐 압손상 등의 합병증은 한 예도 없었다.

비침습적 환기법은 음압 기계호흡을 포함하는 개념일 경우 이미 19세기부터 사용된 기록이 있고 19세기 초 스칸디나비아의 소아마비 대유행 때는 기계호흡의 주된 방법이였다^{10,11}. 그러나 그 후 양압환기법이 개발되면서 음압에 의한 비침습적 환기법의 사용은 급격히 감소하여 현대의 기계호흡은 곧 양압환기법을 의미하였다. 현재까지 양압환기법을 위해서는 꼭 인공 기도를 삽입해온 것에 대하여 양압환기법을 시행하되 기존의 기관내삽관 없이 환자의 기도를 이용하여 폐포환기량을 증가시키는 기계호흡법을 협의의 비침습적 환기법이라 한다¹². 이 새로운 환기법은 기존의 침습적 환기법에 비하여 기도확보를 하는데 소요되는 시간이 없

고, 인공 기도를 회피함으로써 삼관시의 급성 합병증, 인후부 통증 및 인공 기도 제거 후 발생할 수 있는 만성합병증 등의 합병증 없으며, 기계호흡 유지를 위한 진정제의 사용이 적고 환자 본인의 기도가 유지됨으로써 의료진 및 가족과의 의사 소통, 그리고 상태 호전에 맞추어 구강 섭취 및 객담 배출 등이 가능한 장점이 있다. 단점은 환자 자신이 기도를 방어해야 하고 마스크에 의한 사강호흡의 증가나 얼굴-마스크 접촉면에서의 공기 유출 등으로 분당환기량 요구가 많아지는 점 등이다¹³⁾. 비침습적 환기법의 합병증은 기존의 인공기도-양압환기법에서보다 낮은 것으로 알려져 있는데 주된 것은 피부 괴사, 결막염, 흡인, 위장관 공기 유입 등이다^{4,12)}. 위장관으로의 공기흡입을 예방하기 위해서는 NIV 시행시 인공환기기의 총 기도압을 상부 식도개구압인 35cm H₂O보다 낮은 수준, 즉 30cm H₂O 미만으로 유지하는 것이 권장되고 있고 마스크 접촉 부위의 피부 괴사의 방지를 위하여는 마스크 재질이나 구조의 개량과 함께 마스크 착용시 소량의 공기 유출을 허용하더라도 지나치게 압박하지 않는 것이 바람직 하다¹⁴⁾.

비침습적 환기법은 종래에는 수면무호흡증이나 신경근육질환에 의한 호흡부전에서 쓰여 오다가¹⁵⁻¹⁷⁾ 1989년 이후 만성폐쇄성폐질환자 (chronic obstructive pulmonary disease, 이하 COPD)의 급성 호흡부전 예에서 처음 임상적 효용성이 보고되었다^{4,6)}. Brochard 등은⁶⁾ COPD 환자의 급성호흡부전을 대상으로 기관지 확장제를 근간으로 한 표준 치료군과 표준 치료에 비침습적환기법을 추가한 환자군에서의 가스 교환의 차이, 기관내삽관의 필요율 및 임상 경과 등을 비교하였을 때 비침습적 환기법을 추가로 시행한 군에서 역사적 대조군에 비해 기관내삽관율이 유의하게 적었다고 보고하였으며, 최근 추시한 중례-대조군 연구에서⁹⁾ 비침습적 환기법을 시행받은 환자군이 표준 치료군에 비

해 기관내삽관을 뿐 아니라 합병증 발생율, 병원 입원 기간 및 원내 사망율 등이 유의하게 적다고 하였다. 이전의 산소화부전에 의한 호흡부전 예에서의 비침습적 환기법의 임상 연구는 매우 적은 편으로, Meduri 등은⁴⁾ 4명의 산소화부전 예에서 비침습적 환기법의 효과를 보고한 바 있고 Kramer 등이⁸⁾ 비침습적 환기법 대상군 중 Non-COPD예가 COPD 예에서 보다 비침습적 환기법의 성적이 좋지 않음을 보고하였다. 전자의 연구들이 대상 환자들이 아직 기계호흡을 요하지 않는 시점에서 비침습적 환기법을 표준 치료에 첨가하였을 때 환자의 예후를 조사한 반면, 본 연구의 특징은 기계호흡을 필요로 하는 환자만을 대상으로 하여 급성호흡부전을 병태에 따라 환기부전과 산소화부전으로 나누어 각 군에서의 비침습적 환기법의 유용성을 고찰한 것이다. NIV 성공율은 보고자에 따라 47-91%까지이며^{8,18)} 본 연구 결과는 환기부전에서의 NIV 성공율이 산소화부전에서보다 높은 경향을 보였다. Wysocki 등은⁷⁾ NIV 성공 예는 실패 예보다 이산화탄소분압이 높고, pH는 낮아 상대적으로 COPD의 급성호흡부전예에서 NIV 성적이 좋다고 하였고, Kramer 등은⁸⁾ 대상군 전체의 NIV 성공율은 69%였으나 COPD 환자들만의 성공율은 91%에 달한다고 하여 저자들의 결과와 부합하여 결국 환자의 호흡부전 병태가 NIV 성공 여부에 중요한 요소인 것으로 사려된다.

환기부전에서 NIV 시행후 호흡수 및 가스 교환 지표의 시간 경과에 본 연구 결과 분당호흡수의 호전이 선행하고, 호흡성 산혈증의 개선이 뒤따르는 양상을 보였다. 이에 대한 기존 연구 결과를 비교하면 Meduri 등은⁵⁾ 11명의 환기부전예에서 분당 호흡수, PaCO₂, pH 등의 호전이 모두 1시간 후에 유의하였다고 한 반면, Brochard 등은⁹⁾ 저자들의 결과와 같이 분당 호흡수의 감소가 먼저 오고 PaCO₂의 호전이 뒤따르는 결과를 제시하였고,

Richard 등도¹⁹⁾ COPD에서 NIV 시행한 경우 4시간 후 PaCO_2 와 pH의 유의한 호전이 NIV 성공 예측 인자가 된다고 보고하였다. 즉, 환기부전환자에서 비침습적 환기법은 동맥혈가스의 호전이 늦으며¹³⁾ 가스 소전의 즉각적인 호전이 없어도 호흡수의 감소, 즉 호흡일의 경감이 호흡부전을 완화하는 초기 기전일 것으로 추정되었다.

산소화부전에서 NIV 시행후 시간 경과에 따른 가스교환 지표의 변동에 대한 연구는 단독으로 이루어진 것은 없으며 본 연구에서는 성공 예에서 NIV 시행 첫 30분 후의 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 비가 기저치에 비하여 유의하게 증가하였고 또한 매 조사 시점에서 실패 예보다 유의하게 높았던 반면, 실패 예에서는 외관상 성공 예와 비슷한 수준의 PaO_2 의 유지에도 불구하고, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 비의 증가가 관찰되지 않아 산소화부전에서 NIV 성공 여부를 조기에 알 수 있는 지표가 될 수 있을 것으로 사려되었다.

비침습적환기법이 호흡부전을 교정하는 기전에 대하여는 NIV 시행에 의한 피로 호흡근의 휴식, 폐포허탈 교정에 따른 폐유순도 증가 및 이산화탄소에 대한 호흡중추 민감도의 재설정 등이 거론되고 있다¹²⁾. 비침습적 환기법의 시행방식은 보통 대상 환자들이 중심성 호흡구동을 유지하고 있으므로 지속적 기도양압 환기법과 압력보조 환기법의 병용이 많이 쓰이나, 연구자에 따라 용적 또는 압력 조절 양식을 쓰기도 하며 아직까지 환기부전 또는 산소화부전에서 비침습적 환기법을 시행하는 환기양식에 따른 성공율의 차이에 관하여는 연구가 충분하지 못하다. Appendini 등은²⁰⁾ COPD환자의 NIV에서는 소량의 호기말양압을 쓰는 것이 자생적 호기말양압을 상쇄시키고 횡경막 활동량을 줄인다고 보고하였고 저자들도 COPD가 원인 질환인 환자들에서는 평균 3cm H_2O 의 호기말양압을 사용하였다. 코 마스크와 안면 마스크는 각각 장단점이 있으나 심한 호흡부전의 경우 대개 구강호흡

상태임에 근거하여, 안면마스크의 사용이 권장되며 동맥혈가스 소전의 호전이 코 마스크에서보다 안면 마스크 사용시 더 빠른 것으로 되어 있다. 비침습적환기법에서 환기 양식에 따른 효과의 차이에 대한 연구나²¹⁾ 일반적 인공환기기와 BiPAP의 성공에 미치는 차이에 대하여 역시 연구 결과는 거의 없으나 BiPAP은 치료자가 인공 환기의 방식이나 양을 의도대로 조절하거나 환자 호흡 상태를 평가하기 어려워 정도가 심한 호흡부전에서는 일반적 인공환기기의 사용이 권장된다.

향후 비침습적 환기법은 기계호흡 이탈에 있어서의 보조적 기법, 수술후 또는 미숙한 상태에서의 기관내관 제거 후 발생한 호흡부전 및 울혈성심부전 등에서의 사용이 확대될 것이 예상되며^{18,22-24)}, 환기 양식의 차이에 따른 성공율의 차이, 마스크의 구조 및 재질의 개량과 함께, 일반 인공환기기와 BiPAP의 사용의 적응증의 확립 등에 대한 추후 연구가 이루어져야 할 것으로 사려된다.

요 약

연구배경 : 기존의 양압환기법은 기관내관이나 기관절개술을 통해서만 시행되어 왔으나 최근 이러한 인공기도에 의한 기도합병증을 피하기 위한 방법으로 안면 또는 코마스크를 환자-인공환기기 사이의 매체로 이용하는 비침습적 환기법 (noninvasive positive pressure ventilation, 이하 NIV라 함)이 시도되고 있다. 이에 저자 등은 급성호흡부전 환자들에서 NIV의 적용 가능성, 치료성공율 및 치료성공과 연관된 지표를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

방법 : 대상은 급성 환기부전 (acute ventilatory failure, 이하 VF : $\text{PaCO}_2 > 43 \text{ mm Hg}$ & $\text{pH} < 7.35$)이나 급성 산소화호흡부전(acute oxygenation failure, 이하 OF : $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300 \text{ mm Hg}$ & $\text{pH} \geq 7.35$)으로 기계호흡이 필요했던 환자 106 예 중 NIV 시

도가 가능한 환자 26 명이었으며, 총 VF 19예 중 11예 (57.9%) (남:여=7:4, 55.4 ± 14.6 세), 총 OF 87예 중 15예 (17.2%) (남:여=12:3, 50.6 ± 15.6 세)에서 NIV 시도가 가능하였다.

결과 :

1. 기관내삽관 없이 NIV로 기계호흡 이탈까지 성공한 환자는 VF에서 81.8% (9/11), OF에서 40% (6/15)였다. NIV의 합병증은 코부위 피부괴사와 가스성 위장 팽대 각 1예씩이었다.

2. 환기부전 환자의 NIV 성공 예에서 분당호흡수는 기저치에 비해 NIV 시작 12시간 후(각각 34 ± 9 회, 26 ± 6 회, $p=0.045$)에 유의한 감소를 보였다. PaCO_2 와 pH는 모두 기저치에 비해 NIV 시작 24시간 후(PaCO_2 : 각각 87.3 ± 20.6 , 81.2 ± 9.1 mm Hg, $p<0.05$, pH: 각각 7.26 ± 0.04 , 7.32 ± 0.04 , $p<0.05$)에 유의한 호전을 보였다.

3. 산소화부전에서 NIV가 성공한 6 예와 실패한 9 예에서 PaO_2 는 NIV 시작전 (각각 59.8 ± 9.2 , 76.0 ± 22.8 mm Hg), NIV 시작 후 30분 (각각 121.5 ± 20.2 , 99.6 ± 35.8 mm Hg), 6시간 (각각 100.0 ± 26.4 , 76.2 ± 22.3 mm Hg) 및 12시간 (88.7 ± 28.7 , 74.3 ± 16.7 mm Hg)에 서로 유의한 차이가 없었으나 (모두 $p>0.05$), $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비는 NIV 성공 예에서는 각각 120.0 ± 19.6 , 218.9 ± 98.3 , 191.3 ± 55.2 및 232.8 ± 17.6 mm Hg ($p=0.0211$)로 상승한 반면, 실패 예에서는 127.9 ± 63.0 , 116.8 ± 24.4 , 100.6 ± 34.6 및 129.8 ± 50.3 mm Hg ($p=0.5319$)로 유의한 상승이 관찰되지 않았다.

결론 : 비침습적 환기법은 급성 환기부전군에서 급성 산소화부전에 비해 적용성과 성공율이 높으며, 환기부전의 NIV 성공 예에서는 분당호흡수의 감소가 선행하고 PaCO_2 와 pH의 호전이 뒤따랐고 산소화부전에서는 NIV 시작 30분 후의 $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비가 성공적 NIV 적용 여부의 한 예측 지표가 될 수 있을 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

- 1) Stauffer JL, Olson DE, Petty TL : Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheostomy. *Am J Med* **70** : 65-76, 1981
- 2) Colice GL, Stukel TA, Dain B. Laryngeal complications of prolonged intubation. *Chest* **96** : 877-884, 1989
- 3) Heffner JE, Miller KS, Sahn SA. Tracheostomy in the intensive care unit. Part 2 : Complications. *Chest* **90** : 430-436, 1989
- 4) Meduri GU, Conoscenti CC, Menashe P, Nair S. Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* **95** : 865-870, 1989
- 5) Meduri GU, Abou-Shala N, Fox RC, Jones CB, Leeper KV, Wunderink RG. Noninvasive face mask ventilation in patients with acute hypercapnic respiratory failure. *Chest* **100** : 445-454, 1991
- 6) Brochard L, Isabey D, Piquet J, Amaro P, Mancebo J, Messadi AA, Brun-Buisson C, Rauss A, Lemaire F, Harf A. Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung diseases by inspiratory assistance with a face mask. *N Engl J Med* **323** : 1523-1530, 1990
- 7) Wysocki M, Tric L, Wolff MA, Millet H, Herman B. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* **107** : 761-768, 1995
- 8) Kramer N, Meyer TJ, Meharg J, Cece RD, Hill NS. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit*

- Care Med **151** : 1799-1806, 1995
- 9) Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, Simonneau G, Benito S, Gasparetto A, Lemaire F, Isabey D, Harf A. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* **333(13)** : 817-822, 1995
 - 10) Woodlam CHM. The development of apparatus for intermittent negative pressure respiration (2) 1919-1976. *Anaesth* **3** : 666, 1976
 - 11) Hill NS. Clinical application of body ventilators. *Chest* **90** : 897-905, 1986
 - 12) Hill NS. Noninvasive ventilation. Does it work, for whom, and how?. *Am Rev Respir Dis* **147(4)** : 1050-1055, 1993
 - 13) Elliott MW, Steven MH, Phillips GD, Branthwaite MA. Noninvasive mechanical ventilation for acute respiratory failure. *Br Med J* **300** : 358-360, 1990
 - 14) Criner GJ, Travaline JM, Brennan KJ, Kreimer DT. Efficacy of a new full face mask for noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* **106** : 1109-1115, 1994
 - 15) Sullivan CE, Beron-Jones M, Issa FO, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the nose. *Lancet* **1** : 862-865, 1981
 - 16) Segall D. Noninvasive nasal mask-assisted ventilation in respiratory failure of Duchenne muscular dystrophy. *Chest* **93** : 1298-1300, 1988
 - 17) Bach JR, Alba AS, Bohatiuk G, Saporito L, Lee M. Mouth intermittent positive pressure ventilation in the management of postpolio respiratory insufficiency. *Chest* **91** : 859-864, 1987
 - 18) Wysocki M, Tric L, Wolff MA, Gertner J, Millet H, Herman B. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* **103** : 907-913, 1993
 - 19) Richard JC, Muir JF, Girault C, Benhamou D, Merinac G. Determinants of success of noninvasive positive pressure ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* **A236**, 1995
 - 20) Elliott MW, Aquilina R, Green M, Moxham J, Simonds AK. A comparison of different modes of noninvasive ventilatory support : effects on ventilation and inspiratory muscle effort. *Anaesthesia* **49(4)** : 279-283, 1994
 - 21) Appendini L, Patessio A, Zanaboni S, Carone M, Gukov B, Donner CF, Rossi A. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary diseases. *Am Respir Crit Care Med* **149** : 1069-1076, 1994
 - 22) Meduri GU, Fox RC, Abou-Shala N, Leeper KV, Wunderink RG. Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Critical Care Medicine* **22(10)** : 1584-1590, 1994
 - 23) Udwadia ZF, Santis GK, Steven MH, Simonds AK. Nasal ventilation to facilitate weaning in patients with chronic respiratory insufficiency. *Thorax* **47** : 715-718, 1992
 - 24) Bersten AD, Holt AW, Vedig AE, Skowronski GA, Baggoley CJ. Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med* **325** : 1825-1830, 1991