

환기이탈을 실패한 환기부전
환자에서 비침습적 환기법에 의한
성공적 이탈

연세대학교 대학원

의 학 과

김 선 미

<제출서>

환기이탈을 실패한 환기부전
환자에서 비침습적 환기법에 의한
성공적 이탈

지도교수 강 성 응

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2014 년 6 월

연세대학교 대학원

의 학 과

김 선 미

<인준서>

김선미의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 강 성 용 

심사위원 _____ 박 윤 길 

심사위원 _____ 최 영 철 

* 석사는 심사위원 3개만 작성

연세대학교 대학원

2014 년 6 월

감사의 글

많은 가르침과 조언을 주신 강성웅 지도교수님께 감사의 마음을 전하고자 합니다. 그리고 바쁘신 와중에도 저의 논문을 심사해 주신 최영철 교수님, 박윤길 교수님께도 감사를 드립니다.

저자 씀

<차례>

국문요약	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	5
1. 연구 대상	5
2. 연구방법	6
가. 환자평가	6
(1) 환기상태 분석	6
(2) 경과	6
나. 비침습적 환기보조 및 기침보조	7
다. 비침습적 환기보조의 이탈	7
III. 결과	8
IV. 고찰	14
V. 결론	17
참고문헌	18
ABSTRACT	20

<그림 및 표 차례>

표 차례

표 1. Characteristics of Individual Patients 11

표 2. Pulmonary Function Test and Gas Analysis of
Patients 13

국문요약

환기이탈을 실패한 환기부전 환자에서 비침습적 환기법에 의한 성공적 이탈

목적: T 자관을 이용한 자발호흡시도 후 기계환기로부터 단절을 시행하는 고식적 환기이탈방법에서는 자발호흡시도가 성공한 후 기관발관을 하더라도 일부 환자에서 기관발관 후 호흡부전 (post-extubation acute respiratory failure)이 발생할 수 있다. 이러한 경우 재삽관을 해야 하고, 기관삽관 기간이 2주 이상 지속되면 기관절개를 시행하게 된다. 비침습적 환기법(non invasive ventilation, NIV)은 기관내 삽관이 된 상태로 기계환기를 받고 있는 환자가 호흡기이탈로 회복하는 과정에서 가교 역할을 하며, 재삽관을 방지하여 환기이탈방법으로서의 효용이 논의되고 있다. 신경근육질환 환자의 경우 호흡근의 약화로 자발호흡을 유지하기 어려우므로 비침습적 환기법을 이용하여 기관발관 후 적절한 환기상태를 유지할 수 있다. 본 연구에서는 환기이탈에 실패하여 기관발관 후 재삽관을 시행한 환기부전 환자를 대상으로 비침습적 환기법을 이용하여 성공적 이탈이 가능했던 사례를 살펴보고자 하였다.

방법: 기관발관 후 재삽관을 시행한 환기이탈실패 이후에 비침습적 환기보조를 포함한 호흡재활을 받은 환기부전 환자를 후향적으로 추적 검토하였다. 이들의 종말호기후

이산화탄소분압(end-tidal CO₂, ETCO₂)과 맥박산소포화도(pulse oxyhemoglobin saturation, SpO₂)를 포함한 환기분석결과를 확인하였으며, 성공적 이탈은 최소 5일 이상 재삽관이나 기관절개를 이용한 기계적 환기보조를 시행하지 않은 경우로 정의하였다. 하루 일정시간 비침습적 환기보조를 통해 ETCO₂ ≤40mmHg, 대기산소분압에서 SpO₂ ≥95mmHg의 환기상태를 유지한 경우 부분적 환기이탈로 정의하여 성공적 이탈에 포함하였다.

결과: 총 20명의 환자가 환기이탈실패 후 비침습적 환기법에 의해 성공적 이탈을 경험하였다. 기계환기보조 없이 자발호흡이 가능한 환자는 총 2명이었고, 부분적 환기이탈에 성공한 환자는 20명 중 18명이었다.

결론: 비침습적 환기보조는 환기이탈실패를 경험한 환자에서 환기이탈의 가교적인 수단으로 유용하게 사용할 수 있으며, 기관절개를 방지할 수 있다.

핵심되는 말 : 환기이탈실패, 재삽관, 자발호흡, 비침습적 환기법, 기관절개

<본 문>

환기이탈을 실패한 환기부전 환자에서 비침습적 환기법에 의한
성공적 이탈

<지도교수 강성웅>

연세대학교 대학원 의학과

김 선 미

I. 서론

인공호흡기로부터의 이탈은 기계호흡 의존상태에서 자발호흡이 가능한 상태로 이행하는 과정을 말하는 것으로 대부분 성공적인 환기이탈이 가능하나 약 10-20%의 환자는 이탈에 실패하여 호흡기 의존성으로 치료시간이 길어지고 이로 인한 합병증과 사망률의 증가를 보인다.¹ 비침습적 환기법(non invasive ventilation, NIV)은 호흡기 이탈과정에서 가교 역할을 하며, 환기이탈방법으로서의 효용이 논의되고 있다. 만성폐쇄성폐질환 환자를 대상으로 한 메타분석연구에서 NIV 사용이 환기이탈실패에 대한 유의미한 효과는 없다고 보고되었으나,² 신경근육질환 환자를 포함한 다양한 질환의 환기부전 환자를 대상으로 한 대규모 연구는 아직 없다.

신경근육질환 환자는 호흡근 근력 약화, 흉벽과 폐유순도의 저하, 고탄산혈증과 저산소증에 대한 반응으로 나타나는 빈호흡 등의 이유로 호흡근이 쉽게 피로하게 된다.³ 호흡근육이 약해져 있는

상태에서 상기도 염증, 폐렴 등과 같은 합병증이 발생하면 호흡근육에 가해지는 부담이 늘어나기 때문에 평상시 호흡을 겨우 유지할 수 있을 정도의 호흡 근력만 있었던 환자들은 호흡근육에 가해지는 부담을 견디지 못하고 호흡마비 상태에 빠지게 된다. 이 상태에서 대부분 기관삽관을 시행하고 기계환기보조를 하게 된다. 호흡기계 합병증이 해결된 이후 호흡보조를 중단하려고 할 때, 신경근육질환 환자와 같이 호흡근 약화가 동반되어 있는 경우에 호흡보조를 중단하면 약해져 있는 호흡근육에 다시 과부하가 가해지기 때문에 수일이 지나면서 호흡근육의 피로가 다시 발생하게 되는 경우가 많다. 이 경우 다시 재삽관을 하여 호흡보조를 하게 되고 이러한 과정을 수차례 반복하게 되면 결국 기도를 절개하여 기관절개관을 통한 인공호흡기를 연결하는 침습적 환기보조를 시행하게 된다. 따라서 신경근육질환 환자를 포함하여 호흡근 근력약화가 동반되어 있을 것으로 생각되는 환자에서는 기관발관 후 코나 입을 통한 비침습적인 호흡보조를 이용하여 환자에게 필요한 시간만큼 호흡을 보조하면서⁴ 서서히 환기이탈을 하거나 호흡근 약화가 심하게 있는 경우 호흡근육의 피로를 예방하기 위해 하루에 일정시간 NIV를 유지하게 하는 방법을 선택하는 것이 좋다.

이와 같은 근거를 토대로 신경근육질환 환자에서 환기이탈 실패시 NIV를 사용하여 재삽관을 하지 않고도 정상적 환기상태를 유지하는 것이 가능하다는 주장이 이전의 후향적 연구들을 통해 보고되었다.^{5,6}

본 연구의 목적은 기관발관 후 호흡부전이 발생하여 재삽관을 시행한 경우를 환기이탈실패로 정의하고, 환기이탈실패 후 기관발관 재시도 시에 NIV를 사용하여 이탈에 성공한 경우를 확인하고자 하는 것으로, 기관내 삽관의 제거 후, 하루 중 일정시간 동안 비침습적 환기보조의 도움을 받으며 적절한 환기상태를 유지하고 재삽관 및

기관절개로 진행하지 않은 사례 또한 부분적 환기이탈로 간주하여⁷ 살펴보고 비침습적 환기보조가 기관절개술 방지에 유용함을 확인하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2001년 3월부터 2013년 12월까지 내원한 환자 중 급성 호흡부전으로 기관내 삽관이 된 상태에서 인공호흡기를 적용 후, 발관하였으나 호흡부전이 발생하여 재삽관을 경험한 이후에 비침습적 환기보조를 포함한 호흡재활을 시행 받은 환자를 대상으로 추적 관찰이 가능한 환자들의 의무기록을 검토하여 최소 5일 이상⁸ 기관삽관이나 기관절개로 진행하지 않고 환기이탈이 가능하였던 사례들을 분석하였다. 하루 중 16시간 이하⁴의 일정시간 동안 NIV를 사용한 부분적 환기이탈도 포함하였다.

인공호흡기를 제거하는 과정에서의 실패는 다음의 기준으로 정하였다. 환기상태 분석 결과, 맥박산소계측기를 통해 측정된 말초혈관의 맥박산소포화도(pulse oxyhemoglobin saturation, SpO₂)가 90% 이하로 측정되거나 동맥혈 산소분압을 (partial pressure of oxygen, PaO₂)이 60mmHg 미만인 경우, 호흡수가 분당 35회 이상이거나 8회 미만인 경우, PH 7.3이하이거나 종말호기후 이산화탄소분압(end-tidal CO₂, ETCO₂)이 40이상인 경우^{7,9} 이며, 기관발관후 5일 이내에 이들 중 한가지라도 해당하는 호흡부전이 발생하여 회복이 되지 않는 경우 재삽관을 시행하고 환기실패로 정의하였다.

상기 기준에 해당하는 재삽관을 시행한 환기이탈실패 환자에서 다시

발관 후 비침습적 환기보조를 포함한 호흡재활을 시행하여 환기이탈을 시도하였다. 부분적 환기이탈은 신경근육질환 환자에서 하루 중 일정시간 동안 비침습적 환기보조를 시행하여 기관발관 상태에서도 $ETCO_2 \leq 40\text{mmHg}$, 대기산소분압에서 $SpO_2 \geq 95\text{mmHg}$ 이상의 환기상태를 유지하고⁷ 5일 이상 재삽관 및 기관절개로 진행하지 않은 경우를 성공적 이탈로 간주하여 각 사례에 대해 분석하였다.

2. 연구 방법

가. 환자 평가

(1) 환기상태 분석 : 환기의 적절성 여부를 판단하기 위해 모든 환자에게 비침습적 환기보조 적용 전후와 이탈 이후에 환자 감시장치(Dash™ 400 Patient monitor, General Electric Healthcare, Milwaukee, WI, USA)를 사용하여 SpO_2 의 변화와 $ETCO_2$ 의 추이변화를 관찰하였고, 퇴원 결정 전에 환자 감시장치를 통해 연속적 환기상태를 모니터링하여 적절한 환기상태를 유지하는지 확인하였다. 비침습적 환기보조를 일정시간 받으면 보조받는 시간과 그 외 시간 모두에서 정상환기 상태를 유지하는 지를 확인하였다. 폐활량(vital capacity, VC)과 최대기침유량(peak cough flow, PCF)을 포함한 환자의 폐기능 검사 결과도 확인하도록 하였다.

(2) 경과 : 기간삽관 유지기간, 발관 실패의 횟수, 비침습적 환기보조를 적용하는 동안 발생한 장기적 부작용의 여부와 퇴원시 환자의 생존여부를 확인하였다.

나. 비침습적 환기보조 및 기침보조

1 회 이상의 환기이탈실패를 경험한 후 기관내 삽관을 한 상태의 환자 및 보호자에게 비침습적 환기보조 방법을 충분히 설명한 후, 삽관을 제거하고 비강 또는 구강 마스크를 이용한 비침습적 호흡기를 적용하였다. 비침습적 호흡기 적용은 혈압, 맥박, 호흡수의 생체 징후와 연속적 환기상태를 모니터링한 상태에서 시행하였다. 먼저 환자에게 적절한 비강 마스크 또는 구강 마스크를 선택하여 환자에게 적용한 후, SpO₂ 와 ETCO₂ 의 추이변화를 관찰하여 SpO₂ 가 평균 95% 이상이며 EtCO₂ 이 40 mmHg 이내인 경우 적절한 환기상태로 평가하였으며,⁷ 이와 같은 조건을 만족시키는 적절한 호흡수와 호흡량 및 환기양식(ventilator mode)을 포함한 환기보조방법을 정하였다. 이후 환자를 안정시킨 상태에서 환자가 호흡기에 잘 적응하고 편안한지 여부를 확인하였고 생체 징후와 환기상태에 대한 모니터링 상에서 이상 소견이 보이면 호흡기의 호흡수와 호흡량을 조정하였다. 또한 기침능력이 저하되어 기도 내 분비물 제거에 장애가 있는 환자에게는 기침보조기계(Mechanical In-Exsufflator, MI-E)를 사용하거나 도수 소생기 백으로 최대한 흡입할 수 있는 공기를 마신 후 배에 압력을 주며 최대한 힘차게 기침을 하게 하는 도수보조에 의한 기침보조방법을 사용하여 적절한 기침세기를 유도하여 객담제거를 하도록 하였다.

다. 비침습적 환기보조의 이탈

급성 호흡부전을 초래한 폐렴 등의 질환이 호전이 보일 때, 생체 징후와 환기상태를 모니터링하면서 호흡기이탈을 시도하여 자발호흡을 관찰하였다. 먼저 낮 시간 동안 환자가 불편감을

호소하지 않고 생체징후에 이상이 없으며 연속적 환기상태 모니터링상에서 SpO₂ 가 평균 95%이상이며 ETCO₂ 가 40 mmHg 이내의 적절한 환기상태를 지속하는 경우 자발호흡을 유지하며 점진적으로 호흡기이탈 시간을 늘렸다. 낮 시간 동안 자발호흡이 가능할 때, 수면 시에도 생체징후 및 연속적 환기상태 모니터링을 진행한 상태에서 자발호흡을 시도하였고, 이상 소견이 보이지 않을 때 비침습적 환기보조의 완전이탈을 시행하였다. 그러나 그 과정에서 환자가 불편감을 호소하거나 생체징후 및 연속적 환기상태 모니터링 상에서 이상소견이 보일 때는 다시 비침습적 환기보조를 일정시간 적용하여 환기상태가 정상으로 유지될 수 있도록 부분적 비침습적 환기보조를 시행하였다. 위와 같은 과정을 거쳐, 최소 5 일 이상⁸ 정상적인 환기상태를 유지한 사례를 경과별로 분석하였다.

III. 결과

2001년 3월부터 2013년 12월까지 호흡부전으로 기관내 삽관이 된 상태에서 인공호흡기를 적용 후, 발관에 실패해 재삽관을 경험한 이후 본원에서 비침습적 환기보조를 포함한 호흡재활을 시행한 환자 중 성공적 이탈이 가능하여 본 연구의 대상이 된 환자는 총 20명이었다. 그 중 기계환기로부터 완전히 이탈하여 5일 이상의 자발호흡이 가능하였던 환자는 총 2명이었고, 부분적 환기이탈이 가능하였던 경우는 20명 중 18명이었다. 환자들은 최소 4일에서 최대 28일 동안 기도삽관을 유지하고 있었으며, 1회 또는 2회의 기관발관 후 재삽관을 경험하였다(Table 1). 모든 환자에서 기관삽관 이전의 비침습적 호흡기 사용경험은 없었다. 2명

의 환자에서(증례 1-2) 기관발관 후 발생한 호흡부전으로 한번의 재삽관을 경험한 후 두번째 기관발관 이후에 바로 비침습적 호흡기를 보조적 강제조절환기(assist controlled ventilation, ACV) 모드로 적용하여 호흡근 보조를 하도록 하여 호흡부전의 발생을 예방하고, 점차적으로 자발호흡시간을 늘려 호흡기의 완전이탈을 시행한 상태로 퇴원하였다. 부분적 환기이탈이 가능하였던 18명의 환자(환자 3-20)는 기관내 삽관 제거 후 비침습적 환기보조를 적용하고, 이후 24시간 중 일정시간 동안 비침습적 환기 보조를 지속하도록 하였다. 이들 중 7명의 환자에서(증례 3,5,12,15,18,19,20)에서 기관발관 후 발생한 호흡부전에 대해 비침습적 환기보조를 시행하였으나 환자의 의식이 저하되고 협조가 부족한 이유로 비침습적인 환기보조가 불가능하여 일단 재삽관을 시행하고, 폐렴 호전 및 의식이 명료해진 후 다시 비침습적 호흡기를 적용하여 발관상태를 유지하는데 성공하였다. 한 명의 환자(증례 4)는 기관발관 후 2일동안 NIV를 사용하여 적절한 환기상태를 유지하였으나 위장관 출혈로 인한 심폐정지가 발생하여 재삽관하였고, 출혈로 인한 쇼크 호전 후 다시 NIV를 이용하여 발관에 성공할 수 있었다. 2명의 환자(증례 9,13)는 고식적 방법에 의한 기관발관 후 이탈실패를 한 번 경험하고, 두 번째 기관발관 후 발생한 호흡부전에 대해 NIV를 적용하였으나 적절한 환기상태 유지에 실패하여 재삽관 후, 세 번째 기관발관시도에 다시 NIV를 적용하여 성공하였다. 증례 9는 두 번째 NIV 적용시 환기양식을 이단 상기도 양압 모드에서 보조적 강제조절환기 모드로 변경하여 신경근육질환 환자에서 필요한 만큼의 공기누적(air stacking)을 할 수 있도록 하였고 적절한 호흡량과 호흡수 조절을 통해 발관에 성공할 수 있었다. 증례 13은 기침유량의 저하로 인한 기도내 분비물 축적에 의해 폐렴이 악화되어 NIV 적용에도 불구하고 재삽관을 시행하였으며, 이후 MI-E를 포함한 기침보조방법을 사용한 객담관리를 NIV 사용과 함께 하여 발관에 성공하였다.

8명의 환자(환자 6,7,8,10,11,14,16,17)는 폐렴 또는 척추측만증 수술 후 발생한 호흡부전으로 고식적인 환기이탈방법에 의한 발관시도의 실패를 1회 또는 2회 경험하였으나 NIV 사용 후 한번에 발관에 성공하였다 (Table 1). 모든 환자가 비침습적 호흡기 사용으로 인한 합병증을 보이지 않았으며, 생존한 상태로 퇴원하였다. 또한, 퇴원결정 전 연속적 환기 상태 모니터링상에서 적절한 환기상태를 유지하는 것을 확인하였다 (Table 2).

Table 1. Characteristics of Individual Patients

Case	Sex	Age	Diagnosis	Duration of intubation (day)	Failed Weaning Trials (number)	NIV use for Post-extubation Respiratory failure/ success or failure	NIV support
1	M	59	Spinal cord injury	16	1	no	A
2	M	69	Spinal cord injury	20	1	no	A
3	M	15	DMD	15	1	yes/failure	B
4	M	22	DMD	20	1	yes/failure	B
5	M	21	DMD	10	1	yes/failure	B
6	M	13	DMD	13	1	no	B
7	M	22	DMD	12	2	no	B
8	M	18	DMD	19	1	no	B
9	F	58	Motor neuron disease	14	2	yes/failure	B
10	M	15	SMA [§]	12	1	no	B
11	F	13	Pompe's disease	4	1	no	B
12	M	37	ALS	14	1	yes/failure	B
13	M	20	PMD [£]	20	2	yes/failure	B
14	M	69	ALS	20	1	no	B
15	M	12	DMD	4	1	yes/failure	B
16	F	4	Congenital spine deformity	28	1	no	B
17	M	17	DMD	12	2	no	B
18	M	21	DMD	6	1	yes/failure	B
19	M	18	DMD	7	1	yes/failure	B
20	M	17	Neurogenic spine deformity	18	1	yes/failure	B

A^{*}: patients who achieved spontaneous breathing during at least 5 days

B[†]: patients who finally placed under part-time NIV after extubation

ALS[§]: Amyotrophic lateral sclerosis

DMD[¶] : Duchenne Muscular Dystrophy

PMD[£] : Progressive Muscular Dystrophy

SMA[¶]: Spinal muscular atrophy

Table 2. Pulmonary Function Test and Gas Analysis of Patients

Case	Final outcome	VC [‡] sit (% of predictive value) (ml)	VC supine (% of predictive value) (ml)	MIC [§] (ml)	PCF (assisted PCF) (L/min)	Mean EtCO ₂ at discharge (mmHg)	SpO ₂ at discharge (%)
1	A*	1470(39%)	2180(58%)	-	uncheckable (160)	25	97
2	A	940(23.9%)	620(15.7%)	-	100	32.5	96.8
3	B†	730(21.3%)	540(11.5%)	1240	130 (150)	40	95
4	B	330(8.4%)	340(8.6%)	670	uncheckable (85)	35	98
5	B	410(10.5%)	390(10.0%)	-	uncheckable (130)	30	98
6	B	310(10.5%)	250(8.4%)	770	uncheckable (110)	19.1	96
7	B	520(13.9%)	570(15.2%)	1360	170 (340)	34.4	97.5
8	B	790(23.1%)	780(22.7%)	1640	150 (240)	31.4	96.3
9	B	900(23%)	980(25%)	2780	180 (320)	27.2	99
10	B	440(16.5%)	420(15.4%)	640	50 (200)	36.6	97
11	B	1240(35.7%)	1110(32.0%)	132	210 (280)	33.2	98
12	B	1000(21.9%)	810(17.7%)	1410	uncheckable (120)	29.4	97
13	B	360(10.5%)	320(9.45)	710	uncheckable (110)	22.8	96.1
14	B	1300(36.6%)	1110(31.3%)	1880	280(470)	28.7	98
15	B	510(16.6%)	470(15.2%)	1040	uncheckable (140)	31.3	97.5
16	B	uncheckable	uncheckable	uncheckable	uncheckable	36	98
17	B	600(14.7%)	520(12.7%)	1470	100(170)	32.75	97.45
18	B	260(5.7%)	520(11.4%)	-	50(-)	38	98
19	B	uncheckable	uncheckable	950	uncheckable (170)	24	96
20	B	870(18.3%)	730(15.4%)	1370	220 (340)	39.8	98

A*: patients who achieved spontaneous breathing during at least 5days

B†: patients who finally placed under part-time NIV after extubation

MIC[‡]: maximum insufflation capacity

VC[‡]: vital capacity

PCF^{||}: peak cough flow

IV. 고찰

신경근육질환 환자에서 호흡부전은 가장 큰 사망원인이다.^{10,11} 기관내 삽관을 통해 기계호흡을 시행받다가 발관 후 자발호흡으로 이행하는 과정에서 발생하는 호흡부전의 경우, 발관 후 자발호흡 초기에는 목빗근이나 등세모근 같은 호흡보조근육을 이용한 호흡으로 적절한 환기상태 유지가 가능하여 이를 환기이탈로 잘못 판단할 수 있다. 그러나 시간이 지나면서, 근육의 피로로 인하여 환기능력이 감소하게 되어 체내 이산화탄소가 축적되고 결국은 산소포화도까지 떨어지는 호흡부전을 경험하게 되는 경우가 많다.¹² 따라서 환기의 적절성 여부를 판단하기 위해 SpO₂와 ETCO₂의 추이변화를 지속적으로 장시간 관찰하며 환자상태를 평가하는 것과 계획적인 이탈을 시행하는 것이 중요하다.

2000년 Vianello⁵ 등은 14명의 신경근육질환 환자에서 mini-tracheostomy와 NIV를 병행하였을 때, 기관삽관으로 진행하는 비율이 기관삽관을 한 상태에서 이탈에 실패한 대조군의 비율보다 현저히 낮음을 보고하였다. 이는 NIV만을 시행한 본 연구와는 연구방법의 차이가 있으며, 또한 환기이탈실패 환자에서 NIV의 효과를 직접적으로 보고하지 않았다.

2000년 Pope와 Birnkrant⁶는 25명의 소아 환자를 대상으로 기관 발관 후 NIV를 적용하여 23명에서 환기이탈에 성공하고 기관절개로의 진행을 막았다고 보고하였다. 이 연구는 대상 환자군에 신경근육질환 환자 뿐 아니라 뇌성마비, 천식, 급성호흡곤란증후군을 포함하여 이질성이 높아, 신경근육질환 환자만을 대상으로 한 본 연구와는 차이가 있으며, 전체 25명 중 환기이탈실패를 경험한 후 NIV를 이용하

여 이탈에 성공한 환자는 2명에 불과하여 20명의 사례를 보고한 본 연구보다 그 수가 현저히 적다. 또한 성인과 소아환자를 모두 포함한 본 연구와 대상환자의 연령 차이를 보인다.

본 연구에서 10명의 환자(증례 3,4,5,9,12,13,15,18,19,20)에서 발관 후 호흡부전이 발생하여 구조요법으로 NIV를 사용하였으나 적절한 환기상태를 유지하는 데 실패하고 재삽관을 시행하였는데, 이들 모두 결국 발관하여 부분적 환기이탈에 성공하였다. 이 중 7명의 환자(증례 3,5,12,15,18,19,20)는 삽관 이전에 NIV를 사용한 경험이 전무하며, 호흡부전으로 인한 의식 저하로 협조가 부족하여 NIV를 적용하기 어려웠던 것이 실패의 원인이었다. 2010년 Bach⁷등의 연구에서도 신경근육질환 환자에서 삽관 이전의 NIV 사용경험과 NIV를 이용한 발관시도의 성공 사이에는 유의미한 상관관계가 있다고 하였으며, 본 연구에서 호흡기계 합병증으로 병발된 질환 호전 후 다시 두 번째로 NIV를 적용하였을 때 환자의 협조를 통해 발관에 성공할 수 있었다. 한 명의 환자(증례 11)에서는 이단 상기도 양압 모드로 비침습적 환기보조를 시도하였을 때 적절한 환기상태를 유지하지 못하여 재삽관을 시행하였으나 환자의 호흡기간의 호흡 일치가 쉽고, 환자의 편안함을 증진시키고 호흡 일을 줄일 수 있도록 고려하여 보조적 강제조절환기 모드로 환기양식을 변경하고, 적절한 호흡수 및 호흡량을 정하여 적용한 후 이탈에 성공할 수 있었다. 이와 같이 비침습적 환기보조 시에는 적절한 환기보조방법을 결정하는 것이 중요하며 따라서 의료진의 숙련도와 경험이 NIV를 사용한 성공적 구조요법 및 환기이탈에 주요한 결정요인이 될 수 있다. 한 명의 환자(증례 13)는 고식적 방법에 의한 환기이탈 실패 후 NIV를 사용하였으나 최대기침 유량의 저하로 인한 객담 증가로 재삽관을 시행하였다가 NIV와 기침 보조요법을 함께 사용하여 결국 발관에 성공할 수 있었다. Bach⁷등의

연구에서도 최대기침유량이 160L/min 이하인 신경근육질환 환자에서 몇 차례의 NIV 적용과 함께 기침보조방법을 이용하여 발관에 성공하고 기관절개로의 진행을 막았다고 보고하였다. Bach⁷등은 신경근육질환 환자에서 폐활량이 정상 예측치의 20% 이하의 경우 호흡기로부터 완전히탈은 불가능하다고 보고하였으며, 이 경우 하루 7시간 이상의 부분적 환기보조⁴를 요한다. 본 연구에서 부분적 환기이탈에 성공한 18명의 환자 중 14명의 폐활량이 정상 예측치의 20% 미만이었으며, 폐활량 측정이 불가능할 정도로 작은 경우도 2명(증례 16,19) 있었는데, 이들 모두 발관에 성공하여 하루 일정시간 비침습적 호흡기를 사용하고 나머지 시간 동안에는 호흡기 없이 지낼 수 있었다. 2011년 Bach¹³의 연구에서도 31명의 신경근육질환 환자를 대상으로 기관 발관이나 자발호흡시도에 실패 후 NIV와 기침보조방법을 이용하여 폐활량이 최소 80ml인 경우에도 발관에 성공하고 NIV사용을 지속하였음을 보고하였다.

Bach⁴ 등은 하루 중 16시간 이상의 NIV 보조가 필요한 DMD 환자의 경우 전시간(full time)의 환기보조에 준하며 결국 기관절개로 진행하게 된다고 보고하였으며, 본 연구의 환자들은 7시간 이상 16시간 이하의 NIV 사용을 필요로 한 부분적 환기보조에 준하여 하루 중 NIV 를 사용하지 않는 시간 동안에는 자발 환기 및 식사, 대화가 가능하였다.

본 연구에서 재발관 후 바로 NIV를 적용하여 호흡부전 발생없이 환기 이탈이 가능했던 10명의 환자(증례 1,2, 6,7,8,10,11,14,16,17)가 있었으며, 이 중 2(증례 1,2)명은 최소 5일이상 완전한 호흡기 이탈이 가능하였고, 8명은 부분적 환기이탈이 가능한 환자였다. 8명(증례 6,7,8,10,11,14,16,17)의 환자는 폐렴과 척추측만증 수술 후 기도 분비물이 증가하여 호흡일의 증가에 따른 호흡능(respiratory drive)

의 증가로 호흡근의 피로가 악화된 경우로, 환기이탈실패 후 재발관시에 즉시 NIV 보조를 시행하여 호흡근의 피로 발생 위험을 줄이고, 재삽관 및 기관절개를 막을 수 있었다.

본 연구의 제한점은 대상환자가 총 20명으로 비침습적 호흡기를 사용하였음에도 환기 이탈에 실패한 다른 환자들과 진단명, 재원기간, 나이, 치료 방법, 폐활량, 최대기침유량 등을 비교하여 성공적인 이탈에 영향을 미치는 외부 요소를 확인하기에는 그 수가 적었다는 것이다. 그러나 신경근육질환이 희소질환임을 고려하여 이전의 연구들과 비교하였을 때 대상환자의 수가 더 많거나 유사하였다.

V. 결론

비침습적 환기보조는 환기이탈에 실패한 환자에서 인공호흡기를 이탈하는데 가교적인 수단으로 유용하게 사용할 수 있으며, 재삽관 및 기관절개 방지에 도움이 된다. 폐활량과 최대기침유량이 저하된 신경근육질환 환자에서 기침보조방법과 함께 사용하면 기관발관을 가능하게 하고 적절한 환기상태를 지속적으로 유지할 수 있게 하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Irwin RS, Hubmayr RD. Mechanical Ventilation: Part III- Discontinuation.
In: Irwin RS, Rippe JM, editors. Intensive Care Medicine. 5th ed.
Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.p. 677-88.
2. Burns KE, Adhikari NK, Keenan SP, Meade M. Use of non-invasive ventilation to wean critically ill adults off invasive ventilation: meta-analysis and systematic review. *BMJ* 2009; 338: b1574
3. Panitch HB. The pathophysiology of respiratory impairment in pediatric neuromuscular diseases. *Pediatrics* 2009;123 Suppl 4:215-218
4. Bach JR, Rajaraman R, Ballanger F, et al. Neuromuscular ventilatory insufficiency: effect of home mechanical ventilator use v oxygen therapy on pneumonia and hospitalization rates. *Am J Phys Med Rehabil* 1998;77:8-19.
5. Vianello A, Bevilacqua M, Arcaro G, Gallan F, Serra E. Non-invasive ventilatory approach to treatment of acute respiratory failure in neuromuscular disorders. A comparison with endotracheal intubation. *Intensive Care Med* 2000 Apr; 26(4):384-90
6. Pope JF, Birnkrant DJ. Noninvasive ventilation to facilitate extubation in a pediatric intensive care unit. *J Intensive Care Med* 2000;15:99-103.
7. Bach JR, Goncalves MR, Hamdani I, Winck JC. Extubation of patients with neuromuscular weakness: A new management paradigm. *Chest* 2010; 137:1033-9.

8. Girault C, Daudenthun I, Chevron V, Tamion F, Leroy J, Bonmarchand G. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure. A prospective, randomized controlled study. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160: 86–92.
9. Bach JR, Gonzalez M, Sharma A, Swan K, Patel A. Open gastrostomy for noninvasive ventilation users with neuromuscular disease. *Am J phys med Rehabil* 2010;89: 1-6.
10. Howard RS, Wiles CM, Hirsch NP, et al. Respiratory involvement in primary muscle disorders: assessment and management. *Q J Med* 1993;86:175-89.
11. Perrin C, Unterborn JN, Ambrosio CD, et al. Pulmonary complications of chronic neuromuscular diseases and their management. *Muscle Nerve* 2004;29:5-27.
12. Ferrer M, Sellars J, Valencia M, Carrillo A, Gonzalez G, Badia JR, et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomized controlled trial. *Lancet* 2009; 26; 374:1082-8.
13. Bach JR, Martinez D. Duchenne muscular dystrophy: continuous noninvasive ventilator support prolongs survival. *Respir care* 2011;56(6):744-50.

ABSTRACT

Successful weaning by non-invasive ventilation for weaning failure in the patients with ventilatory failure

Sun-mi Kim

*Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Seong-Woong Kang)

Objective: In terms of conventional weaning trials through T-piece application, extubation is attempted after successful spontaneous breathing trials have been confirmed. However, some patients required reintubation after a successful trial of spontaneous breathing. Reintubation is inevitable if respiratory failure occurs after extubation and it is usually followed by tracheostomy after 2weeks. Non invasive ventilation(NIV) acts as a "bridge" towards total self respiration, and is considered a promising therapy for successful weaning of mechanical ventilation as well as prevention of reintubation. Additionally, NIV permits safe extubation regardless of ability for spontaneous breathing. We reviewed various reports of successful cases of weaning from mechanical ventilation via NIV application in neuromuscular disease patients with weaning failure, especially experienced reintubation.

Method: Patients who were admitted to hospital due to weaning failure, and succeeded in extubation afterward by applying NIV were analyzed retrospectively. Continuous end-tidal CO₂ (ETCO₂) and SpO₂ monitoring was done. Weaning

success was defined as the state not requiring mechanical ventilation during at least 5 days via endotracheal tube or tracheostomy. Successful extubation performed in room air SpO₂ ≥95mmHg and PaCO₂ ≤ 40mmHg on Part-time NIV support with cough assisting technique was considered as successful partial weaning.

Results: A total of 20 patients who initially experienced extubation failure achieved spontaneous breathing or finally placed under part-time NIV after extubation. Among them, 2 patients were weaned off and converted to spontaneous breathing from mechanical ventilation. The other 18 patients were extubated and finally placed under part-time NIV, successful partial weaning.

Conclusion: In mechanically ventilated patients who had weaning failure, NIV has positive effects as a weaning mode and may prevent procession to tracheostomy.

Key Words : weaning failure, reintubation, non-invasive ventilation, tracheostomy