

인공호흡기 이탈시 비강내 CPAP 조기 사용 효과에 관한 연구

대구 파티마병원 소아과

김영주 · 정변경 · 이상길

A Study on the Effects of the Early Use of Nasal CPAP in the Weaning of Mechanical Ventilators

Yeoung Ju Kim, M.D., Byun Kyung Jung, M.D. and Sang Geel Lee, M.D.

Department of Pediatrics, Fatima Hospital, Daegu, Korea

Purpose : This study was conducted for the use of nasal continuous positive airway pressure (CPAP), by comparing the early use of non-invasive nasal CPAP with low intermittent mandatory ventilation (low IMV) and endotracheal CPAP in weaning a mechanical ventilator from infants with moderate respiratory distress syndrome (RDS).

Methods : Thirty infants in the study group, with moderate RDS from November 2001 to June 2002, were administered surfactants and treated with the mechanical ventilator, and applied the nasal CPAP in weaning. Thirty infants of the control group, from January 1999 to September 2001, were applied low IMV and endotracheal CPAP in weaning.

Results : There were no significant differences in the characteristics, the severity of clinical symptoms, the initial laboratory findings and settings of the mechanical ventilator. After weaning, the study group showed no significant changes in PaCO₂. However, the control group showed a slight CO₂ retention after one and 12 hours. Twenty eight infants (93.3%) of the study group and 24 infants (80%) of the control group were successfully extubated. The primary cause of failure was apnea. There were no significant differences in the duration of weaning and the mechanical ventilator treatment between the groups. Complications in weaning were related to the fixation of nasal CPAP and the mechanical problems caused by endotracheal tube.

Conclusion : Aggressive weaning is possible for moderate RDS, in which the nasal CPAP was used without the low IMV and the endotracheal CPAP process. It had no difficulties. In conclusion, the nasal CPAP is an adequate weaning method for moderate RDS. (*J Korean Pediatr Soc* 2003;46:1200-1206)

Key Words : Moderate respiratory distress syndrome, Nasal continuous positive airway pressure, Intermittent mandatory ventilation, Endotracheal continuous positive airway pressure

서 론

신생아 호흡부전에서 인공호흡기 치료 중 상태가 안정화되면 기도 발관의 이탈 과정을 무리없이 진행하기 위하여 분당 10회 이하의 간헐적 강제 환기요법 (low intermittent mandatory ventilation, IMV) 과 기관내 continuous positive airway pressure (CPAP) 의 단계를 거쳐 발관하는 것을 기본으로 하고 있다¹⁻⁴⁾. 하지만 이 방법이 전향적 연구로 검증되기 보다는 급격히 인공

호흡기 치료를 중단하였을 때 환아가 소진되는 것을 막기 위한 것으로 여겨지며, 지금까지 관행적으로 받아들여지고 있다. 기도 삽관은 그 자체가 기도의 기본 생리에 역행하는 시술이나 인공 호흡기 치료를 위해서 현재로는 피할 수 없는 과정이다. 특히 기도의 저항^{5, 6)}은 기관지 반경의 4제곱에 반비례하므로 튜브 내경이 조금만 좁아져도 저항은 현저히 증가하고 이에 따른 호흡 일(work of breathing)은 가중되어 결국 호흡부전을 악화시키는 요인이 되기도 한다. 하지만, 기도 발관의 준비 단계를 특별한 기준점에 따라 시도하는 것은 어려울 뿐만 아니라 자발적 발관 후에도 별 문제가 없는 경우⁷⁾도 있으므로 극단적으로 보면 기도 삽관을 통하여 분당 10회 이하의 강제양압 (low IMV) 의 유지가 별 의미가 없어 보인다. 또한 기도삽관에 따른 여러 가지 문제

접수 : 2003년 8월 4일, 승인 : 2003년 9월 29일
 책임저자 : 이상길, 대구 파티마병원 소아과
 Tel : 053)940-7242 Fax : 053)954-7417
 E-mail : sgleeped@korea.com

점^{8,9)}과 기도 저항의 증가는 극소저출생체중아일수록 인공호흡기에 따른 호흡일을 증가시켜 열량의 소모를 늘리게 되며, 적은 양의 에너지 소모도 초미숙아에게는 큰 영향을 미칠 수 있으므로 인공호흡기 치료기간의 단축을 위한 다양한 방법의 시도¹⁰⁾는 매우 의미있다 하겠다. 호흡생리에 기초한 다양한 인공호흡기의 개발에 따라 고빈도 환기요법(high-frequency ventilation, HFV)¹¹⁻¹³⁾, 동시성 간헐적 강제 환기요법(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV)¹⁴⁾ 등의 도입과 폐손상을 최소화하기 위해서 자연상태의 호흡생리에 순응될 연성 환기요법(gentle ventilation), 비강내 CPAP의 사용으로 그 방법이 다양화되어 있는 추세이다. 극소저출생체중아 생존율이 높아질수록 미숙한 폐에 침습적 강제 호흡은 치명적 폐 손상을 가할 수 있으므로^{15, 16)}, 치료기간의 단축과 비침습적 방법을 우선 사용해야 함은 자명하다 하겠다. 하지만 인공호흡기 치료기간 단축을 위하여 적극적 이탈을 적극 추천하는 원칙만 제시할 뿐 그 구체적 결과를 실제 적용한 문헌은 드물다. 따라서 본 연구에서는 분당 10회 이하의 간헐적 강제 환기요법(low IMV) 후 기관내 CPAP을 거쳐 기도 발관하는 고전적 방법을 적용한 경우를 대조군으로 하고, 적극적 기도 발관 후 비강내 CPAP을 시행한 대상을 연구군으로 하여 환아들의 임상 특징, 인공호흡기 이탈 후 검사 소견과 성공률, 이탈기간과 합병증의 발생 등을 관찰한 후 적극적 기도발관의 가능성을 확인 하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2001년 11월부터 2002년 6월말까지 대구 파티마병원에서 출생하고 중등도 신생아 호흡곤란 증후군으로 진단되어 신생아 집중치료실에서 입원 치료를 받은 환자 가운데 폐 표면활성제를 투여하고 기계적 환기요법을 시행한 뒤 비강내 CPAP으로 적극적 이탈을 시도한 30명을 연구군으로 하였고, 1999년 1월부터 2001년 9월말까지 본원 출생아이며 중등도 신생아 호흡곤란 증후군으로 진단되어 폐 표면활성제 투여 후 기계적 환기요법을 시행하고 low IMV, 기관내 CPAP, 기도 발관의 고전적 방법으로 이탈을 하였던 30명을 대조군으로 설정하였다. 모든 환아는 병력지를 기초로 재태연령과 출생체중, 1분 및 5분 Apgar 점수, stable microbubble rating(SMR) 검사, 임상증상, 동맥혈 가스 분석, 인공호흡기 치료기간, 이탈기간과 동반된 합병증 등을 후향적으로 분석하였다.

2. 방법

신생아 호흡곤란 증후군의 진단¹⁷⁾은 임상증상과 경과, Bomsel 분류에 기초한 방사선 소견¹⁸⁾ 및 SMR 검사소견¹⁹⁾을 종합하여 결정하였으며, 폐 표면활성제는 통상 사용례에 따라 신생아 호흡곤란 증후군 진단 즉시 생후 3시간 이내에 투여하는 것을 원칙으로 하였다. 대상 환아들은 기도삽관을 하여 폐 표면활성제

투여 후, HFV, IMV의 인공호흡기 치료를 시행하였다.

연구군에서는 기도 발관의 임상적 지표를 산소분압 $\leq 40\%$, 최대 흡기압(peak inspiratory pressure, PIP) ≤ 15 cmH₂O, 분당 호흡수 10회로 정하여 이러한 인공호흡기 설정에서 환아의 상태가 안정화되면 기도삽관을 발관하여 비강내 CPAP을 인공호흡기(Infant Star, Humming V)에 연결하여 캐놀라(nasal prong, Hudson RCI 회사제품)를 통해 양압이 환아의 폐에 가해질 수 있도록 하여 이탈을 시도하였다. 비강내 CPAP에서 호기말 양압(positive end expiratory pressure, PEEP)의 초기 설정은 4-5 cmH₂O, 유속은 6 L/min, FiO₂는 40%로 하였으며, 환아의 임상경과 및 동맥혈 가스 분석, 흉부방사선 소견을 종합하여 환아의 상태가 안정화되면 비강내 CPAP을 제거하여 nasal 캐놀라로 O₂를 공급하였다.

대조군에서는 환아의 임상경과 및 동맥혈 가스 분석, 흉부방사선 소견을 종합하여 인공호흡기 치료 후 24시간 이상 환아의 상태가 안정화 되고 자발 호흡이 활발해 지면 IMV의 호흡수를 분당 10회 정도에서 6시간 이상 관찰 후 기관내 CPAP으로 전환하였고, 12시간 이상 관찰한 뒤 발관을 시도하였다. 호기 말 양압(PEEP)의 설정은 연구군과 동일하였다.

양 군에서 HFV의 초기 설정은 진폭(amplitude) 20-25 mmHg, 호흡수(frequency) 600회/분, 평균 기도압은 IMV보다 2-3 cmH₂O 정도 높게 유지하였고, IMV의 초기 설정은 유속 6 L/분, PIP 20±5 cmH₂O, PEEP 4 cmH₂O, 호흡수 20-30회/분, 흡기 시간은 0.4-0.5초로 하였다. 동맥혈 가스 분석상 pH는 7.25-7.45, PaO₂는 55-75 mmHg, PaCO₂는 45-55 mmHg, 맥박산소계측(pulse oxymetry)상 산소포화도는 93-95% 이상을 목표로 하였으며, 활력증후, 소변량, 피부색이 좋은 경우 PaCO₂는 55-60 mmHg까지도 허용하였다(permissive hypercarbia)²⁰⁾. 기도 발관 후 72시간 관찰하는 동안 자발 호흡과 검사실 소견이 안정화되어 다시 기도삽관과 인공호흡기 치료가 필요 없는 경우를 이탈의 성공으로 보았고, FiO₂ $\geq 70\%$ 이상에서도 동맥혈 산소분압이 50 mmHg 이하거나, pH <7.25이고 PaCO₂ >60 mmHg인 심한 호흡성 산증, 반복되거나 심한 무호흡이 있는 경우는 이탈의 실패로 보고 다시 기도삽관을 하여 인공호흡기 치료를 시행하였다. 무호흡은 호흡 정지 기간이 20초 이상이거나 혹은 이하라도 서맥과 청색증을 동반하는 경우로 설정하였다. 호흡기 지표 개선도를 알아보기 위해 인공호흡기 설정 및 동맥혈 가스 분석을 토대로 산소화 지수(oxygenation index, OI)를 산출하였다.

3. 통계

모든 통계처리는 SPSS 10.0 for Windows 프로그램을 이용하여 처리하였으며, 범주화된 변수의 관련성은 Chi-square나 Fisher's exact 검정을, 평균의 비교는 T 검정이나 분산 분석법, ANCOVA를 사용하였으며, 변수들간의 상관성은 Pearson 상관 분석을 사용하였다. P값이 0.05 미만인 경우 통계적으로

유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 대상아의 특징

연구군의 평균 제태연령은 28.3±1.6주, 출생체중은 1,238.3±158.6 gm, 남아가 16명, 여아가 14명이었고, 대조군의 평균 제태연령과 출생체중은 29.3±1.5주, 1,270±133.8 gm, 남아가 18명, 여아가 12명으로 양 군간의 유의한 차이는 없었다($P>0.05$, Table 1). 양 군에서 SMR은 8-9/mm³로 약양성을 보였고, Bomsel grade II 이하의 중등도의 신생아 호흡곤란 증후군을 나타내었다.

2. 인공호흡기 설정시 동맥혈 가스 분석 및 호흡지표

인공호흡기 설정시 시행한 동맥혈 가스 분석상 pH, PaO₂는 연구군에서 각각 7.3±0.1, 39.7±3.4 mmHg, 대조군이 7.3±0.1, 39.3±3.9 mmHg였고, 평균 기도압은 연구군 6.1±0.6 cmH₂O, 대조군이 6.2±0.8 cmH₂O였으며, FiO₂는 연구군에서 69.7±4.9%, 대조군에서 74.3±8.9%였고 OI는 연구군과 대조군에서 각각 10.8±1.6, 11.8±1.9를 나타내어 두 군에서 유의한 차이는 없었다($P>0.05$)(Table 2).

3. 이탈 과정 중 동맥혈 가스 변화

인공호흡기 치료 중 환아가 안정화 되었을 때 시행한 혈액 검사에서 PaCO₂는 연구군에서 37.4±4.6 mmHg, 대조군에서 36.9±4.5 mmHg였고, PaO₂는 각각 88.8±5.9 mmHg, 89.8±4.8 mmHg로 이산화탄소 제거와 산소화에 큰 차이가 없었다($P>0.05$).

인공호흡기 이탈을 시도한 후 1시간 뒤에 시행한 동맥혈 가스 분석상 PaCO₂는 연구군에서 38.9±4.0 mmHg, 대조군에서 41.4±4.0 mmHg로 대조군에서 이탈 전과 비교시 이산화탄소의

저류의 소견(36.9→41.1)을 보였다($P<0.05$). 또한 이탈 12시간 뒤에도 연구군의 PaCO₂는 38.4±4.6 mmHg로 이탈 전과 차이가 없었으나(37.4→38.4) 기관내 CPAP으로 이탈을 한 대조군에서는 42.2±4.8 mmHg로 이산화탄소 저류의 소견(36.9→42.2)을 보였다($P<0.05$)(Table 3).

인공호흡기 이탈을 성공한 후 24시간 경과 뒤에 시행한 동맥혈 가스 검사에서 연구군은 PaCO₂ 37.9±5.3 mmHg, PaO₂ 89.1±3.2 mmHg로 정상 범위였고, 대조군에서도 PaCO₂ 38.3±5.5 mmHg, PaO₂ 90.8±3.4 mmHg로 양 군에서 차이는 없었다($P>0.05$)(Table 3).

4. 양 군에서 임상경과 및 인공호흡기 치료기간 비교

연구군에서 반복되는 무호흡과 임상경과의 악화로 다시 기도 삽관과 인공호흡기 치료가 필요하였던 경우는 30례 중 2례(6.7%)였고, 28례(93.3%)에서는 성공적으로 이탈할 수 있었다. 실패한 2례 중 1례는 비강내 CPAP으로 전환 3시간 뒤부터 반복되며, 자극에도 쉽게 회복되지 않는 무호흡을 보였고, 1례는 FiO₂ ≥70% 이상에서도 동맥혈 산소분압이 50 mmHg 이하의 소견과 흉곽 함몰, 빈호흡 등의 신생아 호흡곤란 증후군의 증상 악화로 인공호흡기 치료로 전환되었다.

대조군에서 인공호흡기 이탈이 성공한 경우는 30례 중 24례(80%)였으며, 6례(20%)에서 이탈에 실패하였다. 실패한 경우는 대부분이 무호흡으로 이탈을 시도하고 1시간, 2시간 뒤에 각각

Table 1. Clinical Characteristics between Two Groups

	Study group n=30	Control group n=30
GA*(wks)	28.3±1.6	29.3±1.5
Body weight(gm)	1,238.3±158.6	1,270±133.8
Male/Female	16/14	18/12
Apgar score		
1 minute	5.7±0.8	5.8±1.2
5 minute	7.4±0.6	7.5±0.8
SMR [†]	8.3±3.1	9.2±3.5
Clinical sign(%)		
Tachypnea	17(57)	8(27)
Grunting	7(23)	13(43)
No crying	6(20)	9(30)

*GA : gestational age; [†]SMR : stable microbubble rating
Value are expressed as mean±SD

Table 2. Comparison of Initial Laboratory and Setting Parameters between Two Groups

	Study group n=30	Control group n=30
pH	7.3±0.1	7.3±0.1
PaCO ₂ (mmHg)	47.3±10.5	45.9±9.9
PaO ₂ (mmHg)	39.7±3.4	39.3±3.9
MAP*(cmH ₂ O)	6.1±0.6	6.2±0.8
FiO ₂ [†] (%)	69.7±4.9	74.3±8.9
OI [‡]	10.8±1.6	11.8±1.9

*MAP : mean airway pressure, [†]FiO₂ : fraction of inspired oxygen, [‡]OI : oxygenation index
Value are expressed as mean±SD

Table 3. PCO₂ and PO₂ Changes Between Pre-weaning and Post-weaning in Two Groups

	Study group			Control group		
	n	PaCO ₂	PaO ₂	n	PaCO ₂	PaO ₂
Pre-weaning	30	37.4±4.6	88.8±5.9	30	36.9±4.5	89.8±4.8
Weaning						
1 hour	30	38.9±4.0	89.8±4.4	28	41.1±4.0	91.8±5.2
12 hour	28	38.4±4.6	91.5±5.9	24	42.2±4.8	90.7±6.0
Post-weaning	28	37.9±5.3	89.1±3.2	24	38.3±5.5	90.8±3.4

Value are expressed as mean±SD

Table 4. Success and Failure Rate in Two Groups and Analysis of Causes of Failure Cases

	Study group n=30	Control group n=30
Weaning success(%)	28(93.3%)	24(80%)
Weaning failure(%)	2(6.7%)	6(20%)
Apnea	1	4
RDS* aggravation	1	
Severe metabolic acidosis	0	2

*RDS : respiratory distress syndrome

Table 5. Comparison of Ventilator Care Duration & Weaning Period between Two Groups

	Study group n=28	Control group n=24
Duration of ventilator care(days)	2.5±2.2	2.9±3.3
Duration of weaning period(days)	1.4±0.6	1.5±0.8

Table 6. Comparison of Common Complications during Weaning Period between Two Groups

	Study group n=30	Control group n=30
Air leakage syndrome	1	2
Atelectasis		3
Sepsis	1	
Nostril and oral erosion	2	2
Total(%)	4(13.3%)	7(23.3%)

2례에서 서맥과 청색증을 동반한 반복되는 무호흡이 관찰되었고, 2례에서는 이탈 6시간 이내에 시행한 흉부방사선 사진에서 무기폐가 관찰되며, 동맥혈 가스 검사에서 pH 7.23, PaCO₂ 62 mmHg와 pH 7.18, PaCO₂ 70 mmHg의 호흡성 산증 소견을 보였다(Table 4).

성공적으로 인공호흡기 이탈이 가능하였던 경우 인공호흡기 치료기간은 연구군에서 2.5±2.2일, 대조군에서 2.9±3.3일이었으며, 완전한 이탈이 성공하기까지의 이탈기간은 연구군에서 비강내 CPAP으로 1.4±0.6일, 대조군에서 low IMV과 기관내 CPAP으로 1.5±0.8일로 양 군에서 유의한 차이는 없었다(P> 0.05)(Table 5).

5. 양 군에서 인공호흡기 이탈기간 동안 발생한 합병증의 비교

연구군에서 비강내 CPAP을 사용하여 이탈한 기간동안 합병증이 발생한 경우는 총 9례(30%)로 공기누출 증후군이 1례, 패혈증 1례, 비강과 구강의 미란(erosion) 2례가 있었고, 비강내 CPAP의 고정된 문제가 2례에서 발생하였다. 지속적 양압으로 인하여 1례에서 복부팽만 소견을 보였고, 2례에서 서혜부 탈장이 관찰되었으나 수술적 처치는 필요하지 않았다.

Table 7. Comparison of Complications between Two Groups during Weaning Period

	Study group n=30	Control group n=30
Intubation associated		
Self extubation		1
Unfixation		2
Obstruction		2
CPAP associated		
Unfixation	2	
Gastric dilation	1	
Inguinal hernia	2	
Total(%)	5(16.7%)	5(16.7%)

대조군에서 이탈기간 동안 발생한 합병증으로는 공기누출 증후군이 2례, 무기폐 3례, 비강과 구강의 미란이 2례 있었으며, 기관 삽관으로 인한 기계적 문제로 자연적 발관 1례, 기관내관 말단 위치가 기관분기부 상방 0.2-2.0 cm 사이에 고정되지 않은 경우 2례, 점액으로 인한 기관내관이 막힌 경우가 2례로 총 12례(40%)에서 합병증이 발생하였다(Table 6, 7).

고 찰

신생아 호흡곤란 증후군에서 폐 표면활성제 보충과 인공호흡기 병행 치료 중 상태가 안정화되면 인공호흡기의 이탈을 시도하게 된다. 이 이탈 과정을 무리없이 진행하기 위한 준비 단계로 low IMV와 기관내 CPAP의 단계를 거쳐 기도 발관 하는 방법¹⁻⁴⁾이 보편적으로 받아들여지고 있다. 기도삽관은 그 자체가 기도의 기본 생리에 역행하는 시술이고, 기도의 저항^{5, 6)}은 기관지 반경의 4제곱에 반비례하므로 삽관 튜브 내경이 조금만 좁아져도 저항은 현저하게 커지게 되며 이에 따른 호흡일은 가중되어 결국 호흡부전을 악화시켜 열량의 소모를 증대시키고 인공호흡기 의존도가 커지는 악순환의 과정을 밟게 된다. 또한 기도삽관에 의한 물리적 자극^{8, 9)}으로 기관지 점막의 괴사와 탈섬모화 현상, 성대문밀 협착과 궤양이 발생하며, 기관 흡입시 저산소증 유발과 인공호흡기의 부적절한 설정은 공기누출 증후군과 발관 후의 무기폐 등을 유발시킬 수 있다. 또한 미숙아에게는 미성숙한 폐, 흉곽의 유순도 및 호흡일의 증가가 생기며 이에 대한 부담은 초미숙아에서 인공호흡기 치료시 장기간 이탈이 힘들어지게 되는 원인이 될 수 있다. 따라서 최근 인공호흡기 치료가 필수적인 초미숙아의 집중 치료시에는 만성 폐손상, 성대문밀 협착과 감염 등의 병발이 더욱 치명적일 수 있으므로 인공호흡기 치료기간의 단축과 삽관율의 최소화가 매우 중요하다 하겠다.

CPAP은 1971년에 신생아 호흡곤란 증후군의 치료에 처음 사용되었고²¹⁾ 곧이어 비강을 통해 CPAP의 사용이 도입되었다²²⁾. 고전적이지만 비침습적인 방법으로 기도 지주(airway splinting)와 폐 잔류량 유지에 그 안정성 및 효과가 확인되었고, 폐포 허탈 방지와 폐내 단락형성(intrapulmonary shunt)을 줄이고 폐의

유순도를 증가 시킬뿐만 아니라 폐 표면활성제를 보존시키는 등 미숙아의 무호흡과 호흡일을 감소시키는데 효과가 있다고 알려져 있으나²⁰⁻²⁷⁾ 지금까지 표준 요법으로 받아들여지지 못하고 있는 실정이다. 그러나 산전관리의 발전, 자궁내 이송(inutero transfer)의 증가와 신생아 집중치료술의 발전으로 1,000 gm 이상의 미숙아에서 중증의 신생아 호흡곤란 증후군이 감소하게 되면서 오히려 1,000 gm 미만 초미숙아에서 인공호흡기 치료 기회가 많아지고, 비침습적 치료방법이 더욱 요구될 것으로 기대된다. 이러한 변화의 적용단계로 인공호흡기 이탈시 비강내 CPAP의 적극적 이용²⁸⁻³²⁾은 필요할 것으로 생각된다. 이에 본 저자들은 중등도 신생아 호흡곤란 증후군으로 본원 신생아 집중치료실에 입원한 환아를 대상으로 인공호흡기 이탈시 침습적인 고전적 방법과 적극적 이탈의 방법을 비교하여 적극적 이탈의 효과와 안전성을 확인한 후 궁극적으로 인공호흡기 치료기간 단축에 도움이 되는 지를 알아보고자 하였다.

양 군에서 재태연령, 출생체중, Apgar 점수, 남녀 성비에서 큰 차이가 없었으며 초기 동맥혈 검사소견과 초기 인공호흡기 설정에도 큰 차이가 없었다.

인공호흡기 이탈시 시행한 혈액 검사상 연구군에서는 동맥혈 이산화탄소 분압의 변동은 없으나 대조군에서는 이탈 전과 비교해서 이탈 1시간 뒤에 36.93 ± 4.5 mmHg에서 41.4 ± 4.0 mmHg로 이산화탄소의 증가가 관찰되었다. 이러한 소견은 지속되어 이탈을 시도하고 12시간이 지난 뒤에도 PaCO_2 는 42.2 ± 4.8 mmHg로 이산화탄소의 저류가 지속되었다. 하지만 기도 발판 후에는 PaCO_2 가 38.3 ± 5.5 mmHg로 이산화탄소의 동맥혈 분압이 떨어졌음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 초미숙아에서 기관내 CPAP 후 이산화탄소의 저류가 관찰되었다는 다른 연구 논문과도 일치한다³³⁾. 자연적 기도가 아닌 기도삽관 튜브를 통한 호흡은 기도의 저항을 증가시키며, 특히 호기시의 높은 기도 저항으로 이산화탄소의 교환이 충분하지 못함을 의미한다 하겠다. 이에 반해 연구군에서는 이탈 전과 이탈기간 동안 이산화탄소의 저류는 관찰되지 않았다. 비강내 CPAP은 폐 잔류량을 증가시키며, 폐포 허탈을 방지하여 폐내 단락형성을 줄이고 폐의 유순도를 증가시키므로 이산화탄소의 교환과 산소화에 효과가 있음을 알 수 있었다.

양 군에서 성공적으로 인공호흡기 이탈이 가능하였던 경우는 연구군에서 28례(93.3%), 대조군에서 24례(80%)로 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 연구군에서 그 성공률이 높았다. 이탈에 실패했던 8례 중 5경우(62.5%)는 무호흡이 원인으로 대부분의 경우 고전적 방법으로 이탈한 대조군에서 관찰되었다. 양 군에서 인공호흡기 치료기간은 3일 이내이며 이탈기간도 각각 1.4 ± 0.6 일과 1.5 ± 0.8 일로 차이가 없었다. 이는 곧 전체적인 기간 자체가 단기간이므로 양 군에서 통계적 의미는 없으나 가능하다면 인공호흡기 치료기간 및 이탈기간 단축의 가능성을 의미하며 앞으로 시도해야 할 부분이다.

연구군에서 이탈시 발생한 합병증으로 공기누출 증후군, 폐혈

증과 코와 구강의 미란이 관찰되었고, 캐놀라가 고정되어 있지 못해 비강에서 빠진 경우, 지속적 양압으로 인한 복부팽만과 서혜부 탈장이 발견되었으나 수술적 조치없이 저절로 호전되었다. 하지만 비강내 CPAP 캐놀라의 크기가 다양하지 못하고 재질이 부드럽지 못해 비강의 미란을 야기하며 장치가 고정되지 못하여 비강으로부터 빠지는 문제점은 해결해야 할 과제로 생각된다. 한편 대조군에서는 공기누출 증후군, 무기폐 및 비강과 구강의 미란이 관찰되었고, 기도삽관과 관련된 것으로 자연적 발판, 기관내관 말단 위치가 기관분기부 상방 0.2-2.0 cm 사이에 고정되지 않은 경우, 점액으로 인한 기관내관이 막힌 경우가 발생하였다.

Low IMV나 기관내 CPAP은 폐 잔류량을 유지하기가 힘들며, 삽관 튜브로 인한 기도의 자극에 의해 분비물이 많이 생기게 된다. 또한 상부 기도의 부분적 폐쇄를 유발하거나 무기폐를 통해 폐내 단락형성을 일으켜 이산화탄소의 저류를 야기하게 된다. 이러한 문제점은 특히 초미숙아에게 호흡일을 크게 하는 요인이 될 수 있다. 따라서 최근에는 적극적인 이탈을 통하여 인공호흡기 치료기간을 단축 할려는 방법을 많이 추천하는 경향이다. 실제 인공호흡기 이탈시 PaCO_2 의 저류가 잘 발생하는 이유는 튜브 내경의 감소와 low IMV에 의한 환기 장애가 원인이 될 수 있으므로 low IMV를 거치지 않고 즉각적인 기도 발판을 시행하는 것이 좋다는 연구도 있다³³⁾.

본 연구는 연구 대상 환아의 수가 작고 후향적이라는 점에서 신뢰성을 감소시키는 측면이 있으므로 향후 많은 임상례를 통한 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 IMV의 분당 호흡수 $\leq 10/\text{min}$, 산소분압 $\leq 40\%$, PIP ≤ 15 cmH₂O의 설정에서도 임상증상의 호전과 동맥혈 가스 분포의 정상화 및 맥박산소계측상 산소포화도를 95% 이상으로 유지할 수 있는 경우는 전통적인 이탈 과정을 거치지 않고 비강내 CPAP을 통한 적극적 이탈이 가능함을 확인하였고, 또한 인공호흡기 치료기간의 단축도 가능할 것으로 생각된다. 따라서, 인공호흡기 이탈시 비침습적인 비강내 CPAP의 조기 사용을 시도해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

목적 : 중등도 신생아 호흡곤란 증후군 환아에서 인공호흡기 이탈시 low IMV, 기관내 CPAP, 기도 발판의 고전적 방법과 비침습적인 비강내 CPAP 조기 사용을 비교함으로써 비강내 CPAP의 활성화를 위해 본 연구를 시행하였다.

방법 : 2001년 11월부터 2002년 6월까지 본원 출생아로서 중등도 신생아 호흡곤란 증후군으로 진단된 환아 중 폐 표면활성제를 투여한 뒤 인공호흡기 치료를 시행하고, 이탈시 비강내 CPAP으로 조기 전환한 환아 30례를 연구군으로 하고, 1999년 1월부터 2001년 9월까지 본원 출생아이며 중등도 호흡곤란 증후군으로 진단된 환아 중 폐 표면활성제를 투여하고 인공호흡기 치료를 시행한 뒤 low IMV, 기관내 CPAP의 과정으로 이탈한

환아 30례를 대상으로 하여 재태연령과 출생체중, 1분 및 5분 Apgar 점수, SMR 검사, 임상증상, 동맥혈 가스 분석, 인공호흡기 치료기간, 임상경과, 이탈 성공률, 이탈기간과 동반된 합병증 등을 후향적으로 분석하였다.

결 과 :

1) 대상아의 특징 : 평균 재태연령은 연구군이 28.3±1.6주이고, 대조군이 29.3±1.5주였고, 평균 출생체중은 연구군이 1,238.3±158.6 gm, 대조군이 1,270±133.8 gm이었으며, 양 군에서 남아가 반수 이상이였으며, SMR은 양 군에서 약 양성으로 양 군간에 유의한 차이가 없었다. 신생아 호흡곤란 증후군은 양 군에서 중등도였다.

2) 양 군에서 동맥혈 가스 분석 및 호흡지표의 변화 : 인공호흡기 설정시 시행한 동맥혈 가스 분석상 pH, PaO₂는 연구군에서 각각 7.3±0.1, 39.7±3.4 mmHg, 대조군이 7.3±0.1, 39.3±3.9 mmHg였고, 평균 기도압은 연구군 6.1±0.6 cmH₂O, 대조군이 6.2±0.8 cmH₂O였으며, 산소화 지수는 연구군에서 10.8±1.6, 대조군에서 11.8±1.9를 나타내어 두 군에서 유의한 차이는 없었다. 환아가 안정화되었을 때 시행한 동맥혈 가스 검사에서 PaCO₂, PaO₂는 연구군에서 37.4±4.6 mmHg, 88.8±5.9 mmHg였고, 대조군에서 36.9±4.5 mmHg, 89.8±4.8 mmHg로 큰 차이가 없었다. 인공호흡기 이탈을 시도한 후 1시간과 12시간 뒤에 시행한 동맥혈 가스 검사에서 대조군의 PaCO₂는 각각 41.4±4.0 mmHg와 42.2±4.8 mmHg로 이산화탄소의 저류가 관찰되었으나 이탈을 성공한 뒤에는 38.3±5.5 mmHg로 정상화되었다. 연구군에서는 이탈 전 기간동안 PaCO₂에 큰 변화가 없었다.

3) 양 군에서 임상경과 및 인공호흡기 치료기간 비교 : 연구군에서 30례 중 28례(93.3%)에서 이탈에 성공하였고, 나머지 2례는 반복되는 무호흡과 제반증상의 악화로 인공호흡기 치료로 전환되었다. 대조군에서는 30례 중 24례(80%)에서 이탈에 성공하였고 실패한 경우는 반복되는 심한 무호흡이 4례, 심한 호흡성 산증이 2례 관찰되었다. 연구군에서 평균 인공호흡기 치료기간은 2.5±2.2일이며 비강내 CPAP으로 1.4±0.6일간 치료하였고, 대조군에서 인공호흡기 치료기간은 2.9±3.3일이었고 low IMV와 기관내 CPAP의 사용기간은 1.5±0.8일로 양 군에서 유의한 차이는 없었다.

4) 양 군에서 인공호흡기 이탈기간 동안 발생한 합병증의 비교 : 연구군에서 비강내 CPAP을 사용하여 이탈한 기간 동안 발생한 합병증은 공기누출 증후군 1례, 폐혈증 1례, 비강과 구강의 미란이 2례가 있었으며, 비강내 CPAP의 고정된 문제가 2례에서 발생하였다. 또한 지속적 양압으로 인하여 1례에서 복부팽대 소견을 보였고, 2례에서 서혜부 탈장이 관찰되었으나 수술적 처치는 필요하지 않았다. 대조군에서는 공기누출 증후군 2례, 무기폐 3례, 비강과 구강의 미란이 2례 있었으며, 기관 삽관으로 인한 문제로 자전적 발관이 1례, 기관내관 말단 위치가 기관분기부 상방 0.2-2.0 cm 사이에 고정되지 않은 경우 2례, 점액으로 인한 기관내관이 막힌 경우가 2례 관찰되었다.

결 론 : 중등도 신생아 호흡곤란 증후군 환아에서 고전적인 low IMV, 기관내 CPAP의 과정을 거치지 않고 비강내 CPAP으로 전환하는 적극적인 인공호흡기 이탈이 가능하였고, 사용상의 어려움도 없었다. 따라서, 인공호흡기 이탈시 비침습적인 비강내 CPAP의 조기 사용을 시도해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Fox WW, Berman LS, Dinwiddie R, Shaffer TH. Tracheal extubation of the neonate at 2 to 3 cmH₂O continuous positive airway pressure. *Pediatrics* 1977;59:257-61.
- 2) Fox WW, Schwartz JG, Shaffer TH. Successful extubation of neonates : clinical and physiological factors. *Crit Care Med* 1981;9:823-6.
- 3) Barr PA. Weaning very low birth weight infants from mechanical ventilation and theophylline. *Arch Dis Child* 1978;53:598-600.
- 4) Berman LS, Fox WW, Raphaelly RC, Downes JJ. Optimum levels of CPAP for tracheal extubation of newborn infants. *J Pediatr* 1976;89:109-12.
- 5) LeSouef PN, England SJ, Bryan AC. Total resistance of the respiratory system in preterm infants with and without an endotracheal tube. *J Pediatr* 1984;104:108-11.
- 6) Wall MA. Infant endotracheal tube resistance : effects of changing length, diameter, and gas density. *Crit Care Med* 1980;8:38-40.
- 7) Whelan J, Simpson SQ, Levy H. Unplanned extubation : predictors of successful termination of mechanical ventilatory support. *Chest* 1994;105:1808-12.
- 8) Joshi VV, Mandavia SG, Stern L, Wigglesworth FW. Acute lesions induced by endotracheal intubation. *Am J Dis Child* 1972;124:646-9.
- 9) Fan LL, Flynn JW, Pathak DR. Risk factors predicting laryngeal injury in intubated neonates. *Crit Care Med* 1983; 11:431-3.
- 10) 이상길. 보조적 환기요법의 최신기술. 제1차 대한신생아학회 춘계학술대회 연수강좌책; 1994년 5월 14일; 부산. 서울 : 대한신생아학회 1994:27-34.
- 11) Rimensberger PC, Beghetti M, Hanquinet S, Berner M. First intention high-frequency oscillation with early lung volume optimization improves pulmonary outcome in very low birth weight infants with respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 2000;105:1202-8.
- 12) The HIFI Study Group. High-frequency oscillatory ventilation compared with conventional ventilation in the treatment of respiratory failure in preterm infants. *N Engl J Med* 1989;320:88-93.
- 13) 허만희, 김용국, 백지연, 이상길. 신생아 호흡부전증에서 고빈도 호흡기 치료의 효과와 합병증에 관한 연구. *소아과* 1999;42:164-72.
- 14) 김에란. Synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV). 대한신생아학회 서울경인지회 97년도 신생아학 연수강좌책; 1997년 6월 22일; 서울. 서울 : 대한신생아학회 서울경인지회 1997:21-34.
- 15) Parker JC, Hernandez LA, Peevy KJ. Mechanisms of ventilator-induced lung injury. *Crit Care Med* 1993;21:131-43.

- 16) 김영돈, 김기수, 김애란, 이정주, 박성중, 피수영. 제태연령 32주 미만의 저출생체중아에서 발생한 기관지 폐 이형성증의 유발인자. 대한신생아학회지 2001;8:78-93.
- 17) Avery ME, Mead J. Surface properties in relation to atelectasis and hyaline membrane disease. Am J Dis Child 1959; 97:517-23.
- 18) 임병열, 배종우, 최용목, 안창일. 신생아 호흡곤란 증후군의 흉부 방사선 소견에 대한 임상적 고찰. 소아과 1991;34:16-21.
- 19) 전정삼, 박치형, 배종우, 안창일. 신생아 호흡곤란 증후군의 조기 예견을 위한 위액내 stable microbubble rating 검사의 진단적 의의. 소아과 1992;35:1361-7.
- 20) Bidani A, Tzouanakis AE, Cardenas VJ, Zwischenberger JB. Permissive hypercapnia in acute respiratory failure. JAMA 1994;272:957-62.
- 21) Gregory GA, Kitterman JA, Phibbs RH, Tooley WH, Hamilton WK. Treatment of the idiopathic respiratory-distress syndrome with continuous positive airway pressure. N Engl J Med 1971;284:1333-40.
- 22) Kattwinkel J, Fleming D, Cha CC, Fanaroff AA, Klaus MH. A device for administration of continuous positive airway pressure by the nasal route. Pediatrics 1973;52:131-4.
- 23) Thompson MA. Early nasal CPAP and surfactant trial. Hot Topics 2001 in neonatology; 2001 Dec 9-11; Washington, DC, Ross Special Conference 2001:202-11.
- 24) Wung JT. Continuous positive airway pressure. In: Wung JT, Polin RA eds. Respiratory Care of the Newborn: A Practical Approach. New York, NY: Babies and Children's Hospital, 1996:1-7.
- 25) Michna J, Jobe AH, Ikegami M. Positive end-expiratory pressure preserves surfactant function in preterm lambs. Am J Respir Crit Care Med 1999;160:634-9.
- 26) Verder H, Robertson B, Greisen G, Ebbesen F, Albertsen P, Lundstrom K, et al. Surfactant therapy and nasal continuous positive airway pressure for newborns with respiratory distress syndrome. N Engl J Med 1994;331:1051-5.
- 27) Alba J, Agarwal R, Hegyi T, Hiatt IM. Efficacy of surfactant therapy in infants managed with CPAP. Pediatric Pulmonol 1995;20:172-6.
- 28) Higgins RD, Richter SE, Davis JM. Nasal continuous positive airway pressure facilitates extubation of very low birth weight neonates. Pediatrics 1991;88:999-1003.
- 29) So BH, Tamura M, Mishina J, Watanabe T, Kamoshita S. Application of nasal continuous positive airway pressure to early extubation in very low birth weight infants. Arch Dis Child 1995;72:191-3.
- 30) Gitterman MK, Fusch C, Gitterman AR, Regazzoni BM, Moessinger AC. Early nasal continuous positive airway pressure treatment reduces the need for intubation in very low birth weight infants. Eur J Pediatr 1997;156:384-8.
- 31) Kamper J, Wulff K, Larsen C, Lindequist S. Early treatment with nasal continuous positive airway pressure in very low-birth-weight infants. Acta Paediatr 1993;82:193-7.
- 32) Krouskop RW, Brown EG, Sweet AY. The early use of continuous positive airway pressure in the treatment of idiopathic respiratory distress syndrome. J Pediatr 1975;87: 263-7.
- 33) Kim EH, Boutwell WC. Successful direct extubation of very low birth weight infants from low intermittent mandatory ventilation rate. Pediatrics 1987;80:409-14.