

□ 원 저 □

기계 호흡 치료후 기관내관 제거 전후 호흡 일 (Work of Breathing)의 비교

아산재단 강릉병원* 및 서울중앙병원 울산대학교 의과대학 내과학교실, 충북대학교 의과대학 내과학교실**

정복현*, 고윤석, 임채만, 최강현**, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동

= Abstract =

The Comparison of Work of Breathing Between Before Extubation and After Extubation of Endotracheal Tube

Bock Hyun Jung*, M.D., Younsuck Koh, M.D., Chae Man Lim, M.D.,
Kang Hyeon Choe, ** M.D., Sang Do Lee, M.D., Woo Sung Kim, M.D.,
Dong Soon Kim, M.D., Won Dong Kim, M.D.

Department of Internal Medicine, Asan Kangnung Hospital and Asan Medical Center, Seoul, Korea*
*College of Medicine, University of Ulsan, Chungbuk National University, Choungju, Korea***

Background : Since endotracheal tube is the most important factor involved in the imposed work of breathing during mechanical ventilation, extubation of endotracheal tube is supposed to reduce respiratory work of patient. However, some patients show labored breathing after extubation despite acceptable blood gases. We investigated the changes of work of breathing before and after extubation and the factors involved in the change of WOB after extubation.

Methods : The subjects were 34 patients (M : F = 20 : 14, mean age = 61 ± 17 yre) who recovered from respiratory failure after ventilatory support and were considered to be ready for extubation. The patients with clinical or radiologic evidences of upper airway obstruction before endotracheal intubation for mechanical ventilation were excluded. Vital sign, physical examination, chest X-ray, work of breathing and other respiratory mechanic indices were measured prior to, immediately, 6, 24 and 48 hours after extubation serially. Definition of weaning failure after extubation was resumption of ventilatory support or reintubation of endotracheal tube within 48 hour after extubation because of respiratory failure. The patients were classified into group 1 (decreased work of breathing), group 2 (unchanged work of breathing) and group 3 (increased work of breathing) depending on the statistical difference in the change of work of breathing before and after extubation.

Results :

Work of breathing decreased in 33% (11/34, group 1), unchanged in 41% (14/34, group 2) and increased in 26%

(9/34, group 3) of patients after extubation compared with before extubation.

Weaning failure occurred 9%(1/11) of group, 1, 28.6%(4/14) of group 2 and 44.4%(4/9) of group 3 after extubation($p = 0.07$).

The change of work of breathing after extubation was positively correlated with change of mean airway resistance(mRaw). ($r = 0.794$, $p > 0.01$)

In three cases of group 3 whose respiratory indices could be measured until 48 hr after extubation, the change in work of breathing paralleled with the sequential change of mRaw. The work of breathing was peaked at 6 hr after extubation, which showed a tendency to decrease thereafter.

Conclusions : Reversible increase of work of breathing after extubation may occur in the patients who underwent extubation, and the increase in mRaw could be responsible for the increase in work of breathing. In addition, the risk of weaning failure after extubation may increase in the patients who have increased WOB immediately after extubation.

Key Words : Work of breathing, Extubation, Mechanical ventilation

서 론

기계 호흡을 받는 환자에서 기관내관의 삽관은 환자의 상기도 저항을 증가시켜 호흡 일(work of breathing, WOB)을 증가시키는 요소로 알려져 있으므로 기관내관의 제거는 환자의 상기도에 부과되었던 추가적인 기도 저항을 감소시켜 호흡 일을 감소시킬 것으로 믿어져 왔다^{1,2)}. 그러나 임상에서 기계 호흡을 받고 기저질환과 가스 교환 상태가 호전되어 기계 호흡으로부터 이탈시 기관내관을 제거한 후에 오히려 호흡곤란이 증가하여 호흡 부전이 발생하기도 하며 실제로 기관내관의 제거 후에 오히려 호흡 일이 증가하는 환자들 보고된 바 있어 기관내관 제거 전후의 호흡 일의 변동에 대해서 논란이 있다³⁻⁶⁾. 본 연구는 기계 호흡 치료를 받고 기저 질환이 조절되어 기계 호흡으로부터 이탈 후 기관내관의 제거가 고려되는 환자들을 대상으로 기관내관 제거가 환자의 호흡 일에 미치는 영향을 알아보고 기관내관 제거에 따른 호흡 일의 변화에 관련된 호흡 역학적 지표들을 조사하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대상

급성 호흡 부전으로 기계 호흡 치료를 받은 뒤 기저 질환이 호전되어 기계 호흡으로부터 이탈 후 기관내관의 제거가 가능한 수준으로 회복된 환자 34명을 대상으로 하였으며 이들의 평균연령은 61(± 17)세, 남녀비는 20:14, 평균 기계 호흡 일수는 8.7(± 4.4)일 이었으며 원인 질환으로 폐렴 12예, 패혈증으로 인한 급성 폐 손상이 7예, 만성폐쇄성폐질환이 4예, 울혈성 심부전 3예, 폐결핵 2예, 기타 6예였다. 기관내관 삽관 전에 청진상 천명과 같은 임상 소견이나 혹은 과거력 상 이미 상기도 폐쇄의 병력이 있는 환자들은 본 연구에서 제외 하였다.

2. 방법

연구방법으로 인공 호흡기로부터 이탈 후 기관내관을 통한 2 시간 자가호흡의 유지가 가능한 환자들

에게 기관내관 제거 직전, 제거 직후, 6, 24, 48시간 후 연속적으로 활력 징후, 진찰 소견, 동맥혈 가스 분석 검사, 흉부 단순 촬영, 호흡 일 및 호흡 역학적 지표를 추적 관찰 혹은 측정하여 기관내관 제거 직전과 비교하였다. 기관내관 제거 후 48시간 이내 다시 기관내관의 삽관이나 기계 호흡의 보조를 받은 경우를 기계 호흡 이탈실패(weaning failure)로 정의 하였다. 호흡 일 및 호흡 역학적 지표들의 측정은 본 연구 시행 전에 식도 풍선 도관(esophageal balloon catheter)을 식도 하부 1/3에 위치시켜 식도압을 측정하고 기류 측정은 기관내관 제거 전에는 기관내관의 구강쪽에 연결하고 기관내관 제거 후에는 환자의 구강(mouth piece) 끝에 연결하고 비협자(nasal clip)로 코를 막은 후 CP-100 pulmonary monitor(Bicore Monitor Systems, CA, USA)를 이용하여 측정하였다.

3. 통계

각 환자들은 기관내관 제거 전 및 직후의 안정된 40회의 상시 호흡의 호흡 일을 unpaired t-test을 이용하여 비교한 후 기관내관 제거 직전에 비해 제거 직후에 호흡 일이 유의하게 감소된 군(1군), 변화가 없는 군(2군), 증가된 군(3군)으로 분류하였으며 각 군내에서 호흡 일 및 호흡 역학적 지표들은 paired t-test를 이용하여 기관내관 제거 전후로 비교하였다. 기관내관 제거 전의 인구학적 특성, 동맥혈 가스 분석 결과, 호흡양식, 혈액학적 및 호흡역학적 지표는 one way-ANOVA를 이용하여 각군간의 차이를 비교하였다. $p < 0.05$ 이하인 경우 통계적 유의성의 있는 것으로 간주 하였다.

결 과

대상환자 34예 중 호흡 일이 기관내관 제거 전에 비해 제거 후 감소된 군(1군)은 11예(32%)였고 변화가 없는 군(2군)이 14예(41%), 증가한 군(3군)이

9예(27%)로서 기관내관 제거 후 호흡 일이 유의하게 감소된 환자보다 감소되지 않은 환자가 더 많았다. 각 군별 기계적 환기로부터 이탈 실패의 빈도는 1군이 9%(1/11), 2군은 29%(4/14), 3군은 44%(4/9)로서 기관내관 제거 직후 호흡 일이 증가 하는 군에서 이탈 실패의 빈도도 증가되는 경향이 나타났지만 통계적으로 유의한 관찰은 할 수 없었다(Fig. 1). 1군은 기관내관 제거 직후에 호흡 일의 유의한 감소와 함께 평균 기도저항(mean airway resistance, mRaw), 압력 시간곱(pressure time product, PTP), 0.1초간 최고흡기구강압($P_{0.1}$), 동적 폐탄성(dynamic compliance of lung, C_{LD}) 및 자발성호기말양압(suto PEEP)도 모두 유의한 감소를 보였다. 기관내관 제거 직후에 호흡 일의 유의한 변화가 없는 2군에서는 PTP, mRaw, $P_{0.1}$, C_{LD} 및 autoPEEP 모두 유의한 변화를 보이지 않았다. 그러나 기관내관 제거 후 호흡 일이 증가된 3군에서는 호흡 일 증가와 함께 PTP, mRaw 및 $P_{0.1}$ 가 유의하게 증가 되었으나 autoPEEP, C_{LD} 는 유의한 증가를 보이지 않았다(Table 1). 기관내관 제거 후의 호흡 일의 증가를 예

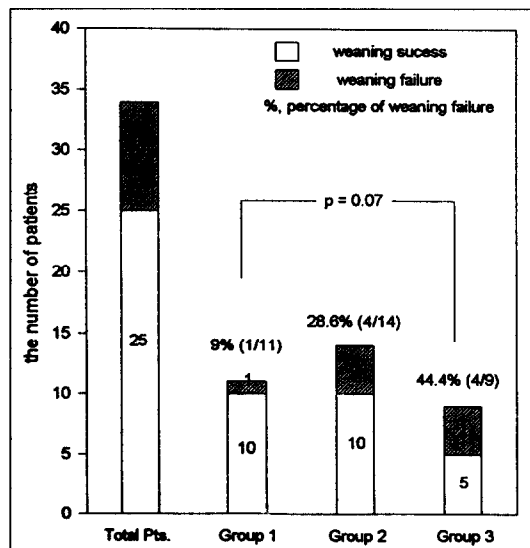


Fig. 1. Incidence of weaning failure in each groups

Table 1. Change of respiratory mechanics before and after extubation in each groups

Group (No. of patients)	Mechanic Index	ETT0	EXT0	P value
1 (11)	WOB	1.48 ± 0.2	1.12 ± 0.14	< 0.01
	PTP	331 ± 27	259 ± 22	< 0.01
	mRaw	15.4 ± 2.3	9.37 ± 1.9	< 0.01
	C _{LD}	53.6 ± 4.7	46.4 ± 6.9	0.035
	autoPEEP	3.4 ± 1.3	1.58 ± 0.34	0.047
	P _{0.1}	5.67 ± 0.8	4.66 ± 0.07	0.024
2 (14)	WOB	1.3 ± 0.1	1.2 ± 0.1	NS
	PTP	268 ± 23	282 ± 32	NS
	mRaw	12.4 ± 1.4	9.5 ± 1.1	NS
	C _{LD}	55.8 ± 8.7	50 ± 8.1	NS
	autoPEEP	2.5 ± 0.5	2.2 ± 0.5	NS
	P _{0.1}	5.8 ± 0.6	6.1 ± 0.8	NS
3 (9)	WOB	0.95 ± 0.1	1.54 ± 0.36	< 0.01
	PTP	225 ± 27	331 ± 50	< 0.01
	mRaw	11.8 ± 4.0	17.8 ± 4.8	0.01
	C _{LD}	75.4 ± 14.1	58.5 ± 17.1	NS
	autoPEEP	2.41 ± 0.6	3.72 ± 0.97	NS
	P _{0.1}	4.23 ± 0.5	6.52 ± 1.6	0.04

Values are Mean ± S.E., NS : not significant

ETT0 : prior to extubation, EXT0 : immediate after extubation

WOB : work of breathing, PTP : pressure time product, mRaw : mean airway resistance

C_{LD} : dynamic lung compliance, autoPEEP : auto-positive end expiratory pressure

측할 수 있는 지표로서 환자의 인구학적 특성(demographic feature), 동맥혈가스분석 검사 결과, 혈액학적 지표, 환기 양상 및 호흡역학 지표 등을 각 군에서 비교한 결과 유의한 차이를 나타내는 지표는 없었다 (Table 2).

대상환자 모두에서 호흡 일의 변화와 호흡 역학적 지표들의 상관관계를 살펴보면 환자의 호흡 일과 횡격막의 대사 일(metabolic work)을 반영하는 PTP는 mRaw와 유의한 상관관계를 나타냈으나(각각 $r = 0.79$, $p < 0.001$ 및 $r = 0.73$, $p < 0.001$), C_{LD}와 는 유의성을 보이지 않았다 ($r = 0.27$, $p = 0.113$

및 $r = 0.17$, $p = 0.347$) (Fig. 2, Fig. 3.).

3군 환자 중 기관내관 제거 후 48시간 까지 호흡 일의 측정이 가능했던 3명에서 호흡 일과 mRaw의 변화를 보면 3명 모두에서 기관내관 제거 6시간까지는 유의하게 증가되고 24시간부터 감소되는 경향을 보였다. (Fig. 4, Fig. 5)

고 찰

기계 호흡으로부터 성공적인 이탈을 위해선 호흡 부전을 일으킨 기저 질환이 호전 되어 우선 동맥혈 가스

Table 2. Comparison of patient demographics, hemodynamic and respiratory mechanic in each groups

	Group1	Group2	Group3	p-value
Sex(male : female)	9 : 2	9 : 5	7 : 2	NS
Age(year)	54 ± 6	65 ± 4	62 ± 6	NS
Ventilator day	8.1 ± 1.3	8.1 ± 1.1	10.4 ± 1.7	NS
Mean B.P.(mmHg)	87 ± 4	96 ± 4	105 ± 5	NS
Heart Rate(beat/min)	101 ± 5	98 ± 5	105 ± 5	NS
PaO ₂ (mmHg)	101 ± 8	97 ± 8	95 ± 9	NS
PaCO ₂ (mmHg)	39 ± 4	42 ± 7	44 ± 4	NS
Resp. rate(breath/min)	25 ± 2	27 ± 2	27 ± 4	NS
V _E (L/min)	9.1 ± 0.6	7.9 ± 0.6	7.1 ± 1.03	NS
WOB(J/L)	1.48 ± 0.17	1.28 ± 0.14	0.95 ± 0.14	NS
mRaw(cmH2O/L/s)	15.47 ± 2.2	12.42 ± 1.43	11.86 ± 2.3	NS
C _{LD} (mL/cmH2O)	53.6 ± 4.7	55.8 ± 8.4	75.4 ± 14.2	NS
autoPEEP(cmH2O)	3.4 ± 0.9	2.4 ± 0.5	2.4 ± 0.6	NS
P _{0.1} (cmH2O)	5.67 ± 0.84	5.81 ± 0.63	4.23 ± 0.54	NS
PIFR(L/s)	0.63 ± 0.04	0.59 ± 0.04	0.51 ± 0.06	NS
Ti/Ttot	0.41 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.44 ± 0.03	NS

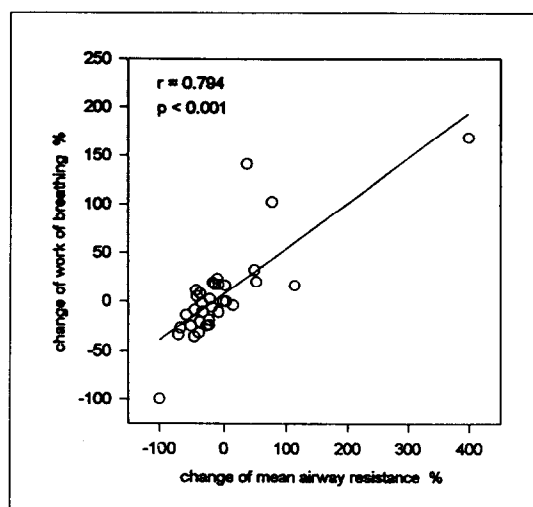


Fig. 2. Correlation of change of WOB and mRaw after extubation

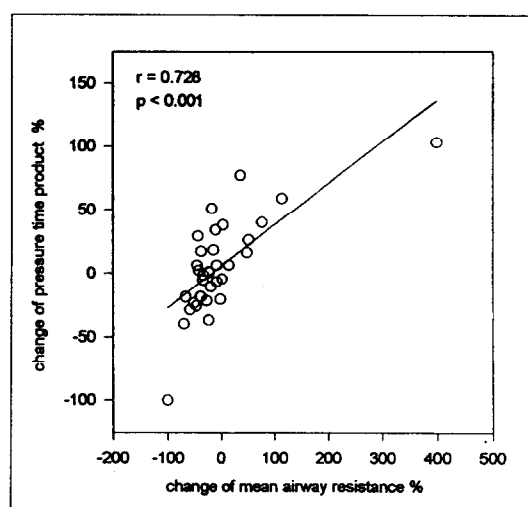


Fig. 3. Correlation of change of PTP and mRaw after extubation

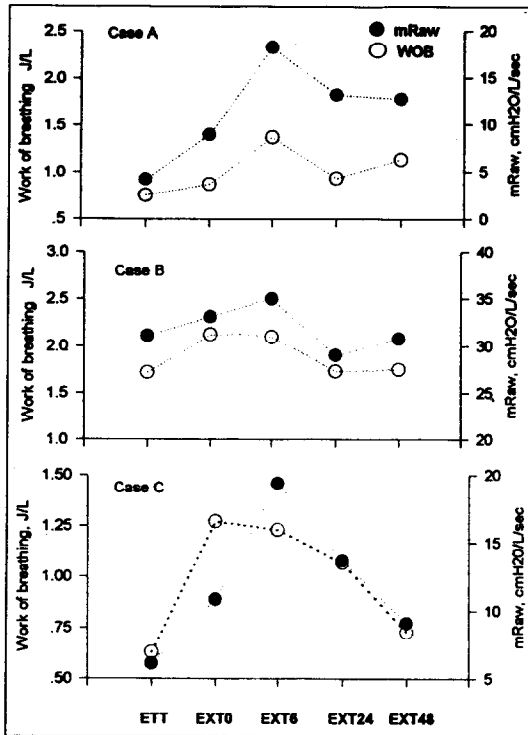


Fig. 4. Serial changes of WOB and mRaw in 3 cases of group 3 patients

교환이 자가 호흡으로 유지되어야 할 뿐 아니라, 자가 호흡시 발생하는 호흡 일(work of breathing)을 환자가 견딜 수 있어야 한다. 그러므로 기계 호흡으로부터 성공적인 이탈을 위해서는 치료자는 환자의 호흡 일을 효율적으로 감소시켜 주어야 한다. 환자의 자가 호흡시 발생하는 호흡 일은 생리적(physiologic), 병적(pathologic) 및 부가된(imposed) 호흡 일로 구성된다. 기관내관 삽관은 상기도의 저항을 증가시켜 부가된 호흡일을 증가시키는 한 요소이며 정상인이 기관내관을 통해 호흡하는 호흡 일이 기류 속도와 도관의 직경에 따라 $54 \sim 240\%$ 까지 증가된다⁶⁾. 이는 기관내관의 직경이 상기도 중 가장 좁은 부위인⁷⁾ 성대 내경보다 더 적어 8mm 기관내관의 단면적이 50mm^2 로 성인 성대의 평균 단면적 66mm^2 보다 좁고¹⁾ 또한 저항은 단면적 뿐 아니라 길이와도 비례하므로 같은 단면

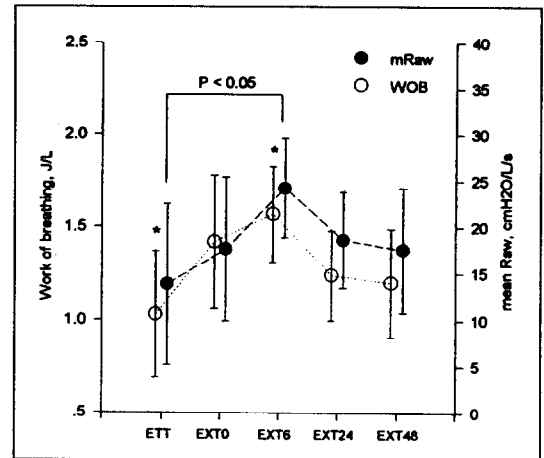


Fig. 5. Serial changes of WOB and mRaw of group 3 patients (ETT : before extubation, EXT0 : immediate after extubation, EXT6, EXT24, EXT48 : 6, 24, 48 hr after extubation, * $p < 0.05$)

적이라도 기관내관에 의한 저항이 상기도에 의해 발생하는 저항보다 훨씬 크기 때문이다⁸⁻¹⁰⁾. 그러므로 기관내관 제거는 상기도에 부가된 기도 저항을 제거하여 모든 환자에게 호흡 일을 감소시킬 것으로 믿어져 왔다. 그러나 실제 임상에서 T-piece하에서 자가 호흡을 유지하는 환자를 기관내관 제거 후에 오히려 호흡 곤란이 증가하여 호흡 부전에 빠지는 환자들이 관찰되며 급성 폐손상 후의 회복된 환자를 대상으로 기관내관 발관 후 호흡 일이 오히려 증가되는 것이 보고된 적이 있다^{3, 4)}. 기계호흡 치료를 받고 호흡 부전으로 회복된 환자를 대상으로 한 본 연구에서도 기관내관 제거 후 호흡 일은 대상환자의 33%는 감소되었으나 67%는 오히려 증가되거나 변화를 보이지 않았다. 이러한 결과는 기존의 연구 보고들이 대부분 정상 폐를 가진 환자들을 대상으로 기관내관 삽관 직후 수 시간 이내 기관내관을 제거 한 후 측정하거나 구강 내에 기관내관의 끝만 물리고 측정하여^{2, 11)} 장기간 기계 호흡을 받은 호흡 부전 환자를 대상으로 한 본 연구와 대상환자에서 차이가 난 것에 기인한 결과로 생각된다.

호흡 일은 주로 호흡 역학(pulmonary mechanics)과 관련되며¹²⁾ 크게 저항성(resistive)과 탄성(elastic) 호흡 일로 대별할 수 있다. 그러므로 기관내관 제거 후 호흡 일과 압력시간곱(PTP)의 증가는 기도 저항의 증가, 흉벽이나 폐 실질의 탄성의 변화 혹은 자발성호기말양압(autoPEEP)의 변화에 기인할 것으로 추정할 수 있다. 본 연구에서 기관내관 제거 후 호흡의 일의 변화는 주로 평균기도저항의 변화에 의한 결과로 나타났다. 이는 대상 환자들에서 폐 부종이나 폐 허탈 같이 흉벽이나 폐 탄성의 변화를 일으킬 수 있는 요소가 없었으며 기관내관의 삽관으로 인해 기능적 잔기량의 변화는 일어날 수 있으나 자발성호기말양압의 유의한 변화는 생기지 않으므로²⁾ 기도 저항의 변화가 호흡 일 증가의 주된 원인으로 나타난 것으로 생각된다.

상기도 폐쇄의 소견이 없는 환자를 대상으로 한 본 연구에서 기관내관 제거 후 호흡 일의 변화가 주로 평균기도저항의 변화에 의한 결과인 것을 설명할 수 있는 기전으로 첫째, 기관내관 제거 후 객담 저류¹³⁾ 둘째, 미주신경으로 유도되는 반사성 기관지 경축 및 장기관 기관내관의 삽관으로 인한 기관 부종이나 손상¹⁴⁾ 셋째, 기저 폐질환의 악화 넷째, 장기간의 기관내관 삽관으로 인한 성대근위부 상기도의 이상⁴⁾ 등으로 추정할 수 있다. 이들 각각의 원인과 본 연구 결과와의 상관성을 추론하면, 우선 배출 장애로 인한 객담의 부분적 기도 폐쇄의 가능성은 기관내관 제거 전에 충분한 기관 및 구강 내 분비물을 제거하였고 기관내관 제거 직후에 호흡 일을 측정하여 객담의 저류가 일어날 시간적 여유가 없었으므로 기관내관 제거 후 호흡 일의 증가의 원인일 가능성은 적다. 두번째 추정에 대해서는 대상 환자들에서 기관내관 제거 전후 X-ray 상의 기관 내경의 협착이나 천명과 같은 기관 폐쇄 소견이 없었고 기관내관 제거 전후에 이미 충분한 기관지 확장제를 투여 받고 있었으므로 그 가능성도 적은 것으로 사료된다. 발관 후의 호흡 일 증가의 또 다른 기전으로서 기관내관 삽관 후 기관 및 후두에 일어나는 병리학적 변화를 들 수 있다^{14,15)}. 결과에 제시하지

는 않았으나 본 연구의 일부 대상환자에서도 기도 저항이 증가되는 부위를 알기 위해 기관내관 제거 직후 기관지경 검사를 시행하였고 일부 환자들에서는 성대와 기관 일부에 경도의 부종 및 종창 이외의 유의한 폐쇄 소견을 찾을 수 없었다. 그리고 발관 직후 기관지경을 통해 성대 및 기관 부위 폐쇄가 없는 환자에서도 호흡 일의 증가가 보고 되어 있어⁴⁾ 기관 및 성대의 폐쇄로 인해 호흡 일이 증가되었을 가능성도 적은 것으로 추정된다. 세번째 기저 폐질환의 악화 가능성도 배제할 수 있는데 이는 본 연구가 주로 기관내관 제거 직전과 직후에 호흡 일과 호흡 역학적 지표들이 측정되었고 대상환자 중 호전되던 기저 질환이 갑자기 악화되는 경과를 보인 경우는 없었기 때문이다. 네번째 추정에 대해서는 기관내관 제거 후 호흡 일이 증가되는 환자에서 폐쇄성 수면 무호흡 환자에서 관찰되는 상기도 조직의 비대와 기능장애로 인한 상기도 폐쇄와 유사한 장애가 발생할 수 있는 것으로 보고되어 있다¹⁶⁾. 특히 구개법인두(velopharynx) 및 구인두(oropharynx) 부위에서는 흡기 및 호기에 많은 상기도 근육들이 관여하며 신경·근육의 조화(neuromuscular coordination), 근육의 긴장도(tone) 및 상기도 근의 위상적(phasic) 수축 작용 등이 기도 유지(patency)에 중요하다^{17~24)}. 그러므로 본 연구에서 구개법인두와 구인두의 폐쇄를 검사하지는 못하였으나 장기간의 기관내관 삽관 후 기관내관 제거가 이 부위 관여 근육의 부종과 근이완을 초래하여 특히 흡기시 상기도의 저항의 증가를 초래하였을 가능성을 배제할 수 없다.

기관내관 삽관 직후 및 발관 직전의 기낭주위 가스의 이동량을 측정하여 그 차이를 비교함으로써 발관후 발생하는 천명을 예측할 수 있다는 보고는 있으나²⁵⁾ 기관내관 제거 후의 호흡 일의 변동을 예측할 수 있는 지표는 밝혀진 것이 없고 본 연구에서는 기관내관 삽관 기간이나 연령 및 기저 질환 등은 기관내관 제거 후의 호흡 일의 변동과 상관성이 있는 인자는 발견하지 못하였다. 기관내관의 제거 후 호흡 일이 유의하게 증가된 환자 9예 중 기관내관 제거 후 48시간 까지

호흡 일 측정이 가능하였던 3명에서 증가된 평균 기도저항은 24시간부터 감소되는 것이 일률적으로 나타나서 이러한 기능장애가 기관내관 제거 24시간 후부터 호전되는 경향이 있는 것을 알 수 있었다. 기존의 심폐 질환이 있는 환자에서 기관내관의 제거 후 소량의 호흡 일의 증가가 이탈 실패의 중요한 원인이 될 수있고 이러한 상기도 장애로 인한 호흡 일의 변화는 특별히 유의하여 관찰하지 않으면 인지하지 못한다. 그러므로 기관내관 제거 후 24시간 동안 호흡 일의 증가로 인한 호흡 부전의 발생 가능성에 특히 주의해야 성공적인 기계 호흡 및 기관내관 이탈에 성공할 수 있다.

이상의 결과로서 기계 호흡 치료를 받은 환자들에서 기관내관 제거 직후 가역적인 호흡 일의 증가가 나타날 수 있으며 이는 주로 평균 기도 저항의 증가에 기인하는 것으로 사료되었다. 또한 기관내관 제거 후 기관지 경련이나 객담 배출 장애 같은 특별한 원인 없이 호흡 일이 증가되는 환자들에서 기관내관의 재삽입을 회피하는 치료 방법으로서 비(nose) 혹은 안면(face) 마스크를 이용한 비침습적 양압환기법(non-invasive positive pressure ventilation)으로 지속적 양압기도법(continuous positive airway pressure method)을 사용하거나 연부 조직의 부종을 줄여 주기 위하여 기관내관 제거 전에 스테로이드를 투여하는 방법 등의 유용성에 대한 추후 연구도 필요할 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

기관내관의 삽관은 상기도 저항을 증가시켜 환자의 호흡 일을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 기계 호흡으로부터 이탈 시 기관내관을 제거한 후에 오히려 호흡곤란이 증가하여 호흡 부전이 발생하기도 하므로 기관내관의 제거 후 호흡 일의 변화를 알아보고 이러한 호흡 일의 변화와 관련된 호흡역학적 지표들과의 상관 관계를 조사하고자 하였다.

방 법 :

기계 호흡 치료 후 기저 질환이 호전되어 호흡 부전으로부터 회복된 34명의 환자를 대상으로 기관내관 제거 직전, 제거 직후 및 48시간 까지 호흡 일과 호흡 역학적 지표들을 추적 관찰 하였다.

결 과 :

기관내관 제거 직전에 비해 직후 호흡 일이 감소한 환자는 33%(11/34), 변화 없는 환자는 41%(14/34), 증가한 환자는 26%(9/34)였다. 기관내관 제거 후 48시간 이내 기계 호흡의 보조나 다시 기관내관의 삽관을 받은 이탈 실패 환자는 3군(호흡 일이 증가된 군)에서는 44.4%(4/9), 2군(변화 없는 군)에서는 28.6%(4/14), 1군(감소된 군)에서는 9%(1/11)에서 발생 하였다.

기관내관 제거 후 호흡 일의 변화는 주로 평균 기도 저항의 변화와 정 상관 관계를 보였다. 기관내관 제거 후 호흡 일이 증가한 환자군 중에서 48시간까지 호흡 일이 측정된 3명의 환자에서 호흡 일과 평균 기도저항은 6시간까지 일률적으로 증가하였으며 24시간 후에는 감소되는 경향을 보였다.

결 론 :

기계 호흡 치료를 받은 환자들에서 기관내관 제거 직후 가역적인 호흡 일의 증가가 나타날 수 있으며 이는 주로 평균 기도 저항의 증가에 기인하는 것으로 사료 되었다.

참 고 문 헌

1. Kaplan JD, Schuster DP : Physiological consequences of tracheal intubation. Clin Chest Med 12:425, 1991
2. Gal TJ, Suratt PM : Resistance to breathing in healthy subjects following endotracheal intubation under topical anesthesia. Anesth Analg 59: 270, 1980
3. Nathan SN, Ishaaya AM, Koerner SK, Belman MJ : Prediction of pressure support during weaning from mechanical ventilation. Chest 103:

- 1215, 1993
4. Ishahya AM, Nathan SD, Belman MJ : Work of breathing after extubation. *Chest* **107** : 204, 1995
5. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A : Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesth* **75** : 739, 1991
6. Habib MP : Physiologic implications of artificial airway. *Chest* **96** : 180, 1989
7. Fenris BGJ, Mead J, Opie LH : Partitioning of respiratory flow resistance in man. *J Appl physiol.* **19** : 653, 1964
8. Blide RW, Ken HD, Spicer WSJ : Measurement of upper and lower airway resistance and conductance in man. *J. Appl Physiol.* **19** : 1059, 1964
9. Draien JM, Loring SH, Ingram RHJ : Distribution of pulmonary resistance : effects of gas density, viscosity, and flow rate. *J Appl Physiol.* **41** : 388, 1976
10. Hyatt RE, Wilcox RE : The pressure-flow relationship of the intrathoracic airways in man. *J Clin. Invest.* **42** : 29, 1963
11. Fiastro JF, Habib MP, Quan SF : Pressure support compensation for inspiratory work due to endotracheal tubes and demand continuous airway pressure. *Chest* **93** : 499, 1988
12. Fleury B, Murciano D, Talamo C, Aubier M, Pariente R, Milic-Emili J : Work of breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease in acute respiratory failure. *Am Rev Respir Dis* **131** : 822, 1985
13. Jubran A, Tobin MJ : Use of flow-volume curves in detecting secretions in ventilator-dependent patients (abstract). *Am J Respir Crit Med* **150** : 766, 1994
14. Colic GI, Stukel TA, Dain B : Laryngeal complications of endotracheal intubation and tracheostomy. *Chest* **96** : 877, 1989
15. Stauffer JI, Olson DE, Petty TL : Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheostomy. *Am J Med* **70** : 665, 1981
16. Neukirch F, Weitzenblum E, Liard R, Korobaeff M, Henry C, Orvoen-Frija E : Frequency and correlates of the saw-tooth pattern of flow-volume curves in the epidemiological survey. *Chest* **101** : 425, 1981
17. Safar P, Escarrage LS, Chang F : Upper airway obstruction in the unconscious patient. *J Appl Physiol* **14** : 760, 1968
18. Mathew OP, Abu-Osba YK, Thach BT : Genioglossus muscle responses to upper airway pressure changes : afferent pathways. *J Appl Physiol* **52** : 445, 1982
19. Alex CG, Aronson RM, Onal E, Lopata M : Effects of continuous positive airways pressure on upper airway and respiratory muscle activity. *J Appl Physiol* **62** : 2026, 1987
20. Mitchinson AG, Yoffey JM : Respiratory displacement of larynx, hyoid bone and tongue. *J Anat* **81** : 118, 1947
21. Strohl KP, Wolin AD, Vanlunteren E, Fouke JM : Assessment of muscle action on upper airway stability in anesthetized dogs. *J Lab Clin Med* **110** : 221, 1987
22. Tach BT, Brouillette RT : The respiratory function of pharyngeal musculature : Relevance to clinical obstructive apnea : central nervous control mechanisms in breathing. Oxford, Pergamon Press, pp 483, 1979
23. Shelton RL, Bosma JF : Maintenance of the pharyngeal airway. *J Appl Physiol* **17** : 209, 1962
- Paris RA, Neubauer JA, Frank MM, Edelman NH, Santiago TV : Correlation between genioglossal and diaphragmatic responses to hypercapnia during sleep. *Am Rev Respir Dis* **135** : 378, 1987
24. Miller RL, Cole RP : Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* **110** : 1035, 1996