

□ 원 저 □

최소압력보조 수준에서 추가적 1시간 T-piece 시도가 이탈에 미치는 영향

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실

홍상범, 고윤석, 임채만, 안종준, 박 완, 심태선, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동

= Abstract =

Effect of Additional 1 hour T-piece Trial on Weaning Outcome to the Patients at Minimum Pressure Support

Sang-Bum Hong, M.D., Younsuck Koh, M.D., Chae Man Lim, M.D., Jong Jun Ann, M.D.,
Wann Park, M.D., Tae Son Shim, M.D., Sang Do Lee, M.D., Woo Sung Kim, M.D.,
Dong Soon Kim, M.D., Won Dong Kim, M.D.

*Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine, Asan Medical Center,
University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea*

Background : Extubation is recommended to be performed at minimum pressure support (PSmin) during the pressure support ventilation (PSV). In field, physicians sometimes perform additional 1 hr T-piece trial to the patient at PSmin to reduce re-intubation risk. Although it provides confirmation of patient's breathing reserve, weaning could be delayed due to increased airway resistance by endotracheal tube.

Methods : To investigate the effect of additional 1 hr T-piece trial on weaning outcome, a prospective study was done in consecutive 44 patients who had received mechanical ventilation more than 3 days. Respiratory mechanics, hemodynamic, and gas exchange measurements were done and the level of PSmin was calculated using the equation ($PSmin = \text{peak inspiratory flow rate} \times \text{total ventilatory system resistance}$) at the 15cm H₂O of pressure support. At PSmin, the patients were randomized into intervention (additional 1 hr T-piece trial) and control (extubation at PSmin). The measurements were repeated at PSmin, during weaning process (in cases of intervention), and after extubation. The weaning success was defined as spontaneous breathing more than 48hr after extubation. In intervention group, failure to continue weaning process was also considered as weaning failure.

Results : Thirty-six patients with 42 times weaning trial were satisfied to the protocol. Mean PSmin level was 7.6 (± 1.9)cm H₂O. There were no differences in total ventilation times (TVT), APACHE III score, nutritional indices, and respiratory mechanics at PSmin between 2 groups. The weaning success rate and re-intubation rate were not different between intervention group (55% and 18% in each) and control group (70% and 20%

in each) at first weaning trial. Work of breathing, pressure time product, and tidal volume were aggravated during 1 hr T-piece trial compared to those of PSmin in intervention group (10.4 ± 1.25 and 1.66 ± 1.08 J/L in work of breathing) (191 ± 232 and 287 ± 217 cm H₂O s/m in pressure time product) (0.33 ± 0.09 and 0.29 ± 0.09 L in tidal volume) ($P < 0.05$ in each). As in whole, TVT, and tidal volume at PSmin were significantly different between the patients with weaning success (246 ± 195 hr, 0.43 ± 0.11 L) and the those with weaning failure (407 ± 248 hr, 0.35 ± 0.10 L) ($P < 0.05$ in each).

Conclusion : There were no advantage to weaning outcome by addition of 1 hr T-piece trial compared to prompt extubation to the patient at PS min. (Tuberculosis and Respiratory Diseases 1998, 45 : 813-822)

Key words : Additional T-piece trial, Weaning, Pressure support ventilation, Outcome

서 론

기계적 환기치료를 받는 환자에 있어 발관 시기의 결정은 성공적인 이탈에 매우 중요하다. 점진적 이탈 방법으로는 동시성간헐적강제환기(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV), T-piece 이탈, 압력보조환기(pressure support ventilation) 등이 널리 사용되고 있으나¹⁾, 이들 중 특정 방법이 더 우수하다는 결론은 없다. 다만, 이탈방식에 따라 이탈 성공률과 기계환기 기간 등의 차이가 보고되어 있다²⁻⁵⁾. 발관 시기도 기계적 호흡치료로부터의 이탈 방법과 마찬가지로 치료자의 임상적 판단에 전적으로 의존하고 있다. 압력보조환기로 이탈시 발관 시기는 최소보조압력(minimal pressure support)수준에서 시행하는 것이 추천되고 있다. 최소보조압력은 기관내 관(endotracheal tube)의 삽관으로 인하여 발생하는 기도 저항과 인공 호흡기 회로 등에서 발생하는 저항을 상쇄시킬 수 있는 압력보조 수준으로서, 5-10cm H₂O의 범위로 간주되고 있으나 환자마다 다르게 나타난다. 임상에서 압력보조환기법에 의한 이탈시 기관내 관의 발관을 최소압력보조치에 도달하였다고 판단되는 경우에서도 기관내 관의 재삽관 가능성을 줄이기 위하여 때로는 T-piece 시도를 1시간 더한 뒤 환자의 상태가 적합하면 기관내 관을 제거하는 방법도 시행되고 있다¹⁾. 이는 환자의 호흡에비력을 좀더 확실하게 검증할 수 있는 장점이 있는 반면, 기관내 관 자체

가 그 내경에 따라 다양하지만 정상 기도저항 2cm H₂O/L/sec 이하 보다 훨씬 더 높은 기도 저항을 유발하므로 환자의 호흡 일(work of breathing)이 증대되어 오히려 이탈이 지연될 가능성도 있다⁶⁻⁹⁾. 이에 저자들은 압력보조환기로 이탈 과정을 진행한 후 기관내 관을 발관하도록 권유되는 최소압력보조치에서 1시간 T-piece 추가가 이탈에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1997년 5월부터 1998년 3월까지 서울중앙병원 내과계 중환자실에서 총 환기시간이 72시간 이상의 인공 호흡기 사용후 이탈이 고려된 환자 44명에 대해 무작위 전향적 연구를 시행하였다. 이탈 고려 시점은 기저 질환이 안정되고, 흡입 산소 농도 0.5 이하에서 동맥혈 산소 분압이 55mm Hg 이상이며, pH는 7.30 이상 7.50 미만이고, 호기말양압환기(positive end expiratory pressure, PEEP)수준이 5cm H₂O 이하로서, 분당 호흡 수가 36회 미만인 경우로 하였다. 모든 환자가 기관내 관은 직경 8.0mm 이상인 것을 사용하였고, 기계환기는 Servo 300 C (Simens-Elema, AB, Solna, Sweden), Servo Ventilator 900 C (Simens-Elema, AB, Solna, Sweden), 또는 Puri-

tan-Bennett 7200 ae (Puritan-Bennett, Carlsbad, CA, U.S.A.)을 사용하였다. 대부분의 환자들에게 기관지 확장제를 분무기로 투여하였다. 이탈 시점에서 혈압 상승제는 투여되지 않았고, 정상 체온 상태이었다. 기관지 절개술이 시행되었거나, 간경화 환자들은 식도 도관 삽입과 연관된 식도정맥류의 출혈을 우려하여 제외되었다.

연구 기간동안 총 대상 환자 44명중 프로토콜에서 벗어난 8명을 제외한 36명에서 42회 이탈이 시도되었다. 제외된 8명은 튜브 폐쇄 4예, 자가 발관 2예 그리고 자의 퇴원 2예 등이었다. 이탈은 실험군(1시간 추가 T-piece 시도군)에서 22회, 대조군(즉시 발관군)은 20회 시행되었다. 평균 연령은 61 [± 13] 세이고, 남자 23명, 여자 13명 이었다. 전체 42회 이탈의 최소압력보조치는 7.6 [± 1.9 , (4-13)] cm H₂O 였다. 기저 질환으로는 만성 폐쇄성 폐질환 7명, 각종 암 5명, 신부전 3명, 자가 면역성 질환이 3명 등이었다. 호흡부전의 원인들은 폐렴(만성 폐쇄성 폐질환 악화 포함) 19예, 급성호흡부전증후군(ARDS) 4예, 폐혈증 7예, 면역성 폐질환 3예, 폐부종 2예, 혈흉 1예 등 이었다.

2. 방 법

압력보조환기수준이 15cm H₂O상태, 최소압력보조수준 시점, 그리고 T-piece 시도 30분 후 시점에서 각 호흡 역학과 혈액가스검사를 각각 측정하였다. 호흡역학적 지표들은 식도 도관(esophageal catheter, No 700-3-100 Bicore, Irvine, CA, USA)과 pneumotachograph/pressure sensor(part No. 700-2-300 Bicore, Irvine, CA, USA)를 통해 폐감시기(CP-100 pulmonary monitor, Bicore, Irvine, CA, USA)와 연결하여 측정 하였다. 이탈 결정시 일반혈액검사, 신장기능검사, 전해질검사, 혈당검사, 빌리루빈치를 측정하고, 영양 지표로 콜레스테롤과 알부민을 측정하였다. 압력보조환기법의 최소압력보조 수준의 결정은 압력보조환기법에서 용적조절

환기양식(volume controlled ventilation mode)으로 바꾼 뒤 최고흡기압(peak airway pressure), 고평부압(plateau airway pressure) 및 평균흡기유량비(mean inspiratory flow rate)를 구하여 총환기계 저항값(total ventilatory system resistance) [$R = (P_{\text{peak}} - P_{\text{plat}}) / \text{mean inspiratory flow rate during mechanical ventilation}$]을 산출하였고, 지속적 기도양압환기(continuous positive airway pressure, CPAP mode 0 cm H₂O)하에서 자발 호흡시 평균자발최고흡기유량(spontaneous peak inspiratory flow rate)을 측정하여 유도 공식(peak inspiratory flow rate \times total ventilatory system resistance = minimal pressure support)을 이용하여 최소압력보조치를 산출하였다¹⁶⁾. 압력보조환기법에서 이탈시 보조 압력 수준은 1시간 간격으로 3-5cm H₂O씩 낮추었다. 최소압력보조치 도달 후 환자상태가 상기 정의에 해당되는 안정된 상태이면 무작위로 실험군과 대조군으로 나누었다. 이탈 도중 흡입 산소 농도 0.5 이하에서 동맥혈 산소 분압은 55mm Hg 이상, PaCO₂는 10mm Hg 이하 증가, pH는 7.30 이상 7.50 미만이며, 분당 호흡수는 40회 이하 또는 기저 50% 미만 변화, 심박동수는 140회 이하 또는 기저 50% 미만 변화, 수축기 혈압이 90mm Hg 이상 또는 기저치에 비해 20% 미만의 변화가 있을 때만 이탈을 계속하였다. 이탈에 실패시는 강제환기양식(ACMV : assisted controlled mechanical ventilation 또는 PCV : pressure control ventilation)으로 24시간 이상 유지하여 환자 상태를 재안정 시킨 후 방법을 반대로 하여 이탈을 재시도 하였다. 발관 후 48시간 이상 호흡부전이 없으면 이탈 성공으로 정의하였다.

통계 처리

SPSS 7.5 통계 프로그램을 사용하여, 성공률의 비교는 chi-square test를, 다른 호흡역학 변화는 개인별 변화는 paired t-test로, 다른 군과의 비교는 inde-

Table 1. Base-line characteristics of the study patients.*

	Intervention Group	Control Group
CHARACTERISTIC	(N=22)	(N=20)
Age (yr)	65 ± 10	55 ± 16
PSmin (cmH ₂ O)	7 ± 2	8 ± 2
Vent. time (hr)	314 ± 171	263 ± 256
APACHE III score(adm)	67 ± 22	61 ± 14
APACHE III score(wean)	33 ± 14	38 ± 15
Cholesterol (mg/dl)	124 ± 56	128 ± 50
Albumin (g/dl)	3.0 ± 0.6	2.7 ± 0.5

*Plus-minus values are means ± SD.

Intervention group : additional 1 hour T-piece group at PSmin level.

Control group : prompt extubation at PSmin level.

No significant differences between two groups.

APACHE : Acute Physiology and Chronic Health Evaluation.

Adm : at admission. Wean : at weaning

Table 2. Base-line respiratory indecies of the study patients*

	Intervitin Group	Control Group
INDEX	(N=18)	(N=16)
V _T (L)	0.37 ± 0.11	0.42 ± 0.11
RR (/min)	24 ± 8	24 ± 8
VE (L/min)	7.2 ± 2.2	8.1 ± 2.7
f/V _T	87 ± 34	79 ± 51
WOB (J/L)	0.79 ± 0.61	0.65 ± 0.34
P _{0.1} (cmH ₂ O)	3.5 ± 3.2	3.2 ± 1.4
PTP (cmH ₂ O s/m)	154 ± 184	104 ± 81

*Plus-minus values are means ± SD.

Intervention group : additional 1 hour T-piece group at PSmin level.

Control group : prompt extubation at PSmin level.

VT : tidal volume. RR : respiratory rate. VE : minute ventilation.

f/VT : shallow breath index. WOB : work of breathing.

PTP : pressure time product. P0.1 : the airway occlusion pressure at the first 100ms after airway closure.

pendent t-test를 이용하여 분석하였다. 각 측정치는 평균 \pm 표준편차로 표시 하였으며, p값이 0.05 이하인 경우를 유의한 차이로 간주하였다.

결 과

1. 환자들의 기저 상태

총 기계환기 시간, APACHE III (acute physiology and chronic health evaluation III)점수, 영양지표 등에서 차이가 없었다(Table 1). 두 군간 환자들의 분당 호흡수, 얇은 숨지수[shallow breath index (f/Vt)], 호흡 일 등에서도 차이가 없었다(Table 2).

2. 두 군간 성공률 및 호흡역학의 차이

실험군이 55%, 대조군이 70%로 즉시 발관한 군이 성공률이 높으나 통계학적 차이는 없었다($p>0.05$). 재삽관률도 실험군이 18%, 대조군이 20%로 두 군간 차이가 없었다(Table 3). 실험군내의 성공군과 실패군, 대조군내의 성공군과 실패군 사이에 임상적 특징에서는 차이가 없었다. 실험군내의 개개 환자에서 1 시간 T-piece 시도후 호흡 역학은 최소압력보조치 시점에 비해 일회호흡용적(V_{T_T}), 분당 호흡수, 얇은 숨지수, 호흡 일 등에서 악화된 소견을 보였다 ($P<0.05$)(Table 4). 이것을 다시 실험군내의 성공군과

Table 3. Weaning outcomes between two groups.

	Intervention Group (N=22)	Control Group (N=20)	P-Valoue
Success rate	12/22 (55%)	14/20 (70%)	NS
Reintubation rate	4/22 (18%)	4/20 (20%)	NS

Intervention group : additional 1 hour T-piece group.

Control group : prompt extubation at PSmin level.

NS : not significant.

Table 4. The changes of respiratory indecies from PSmin to additional 1 hour t-piece trial in the intervention group.*(N=17)

	At PSmin	After 1 hour T-piece Trial	P-Value
V_T (L)	0.37 ± 0.11	0.31 ± 0.08	<0.05
RR(/min)	24 ± 6	26 ± 6	<0.05
V_E (L/min)	6.9 ± 2.2	6.6 ± 2.0	NS
f/ V_T	87 ± 35	110 ± 47	<0.05
WOB (J/L)	0.68 ± 0.98	1.27 ± 0.91	<0.05
$P_{0.1}$ (cmH ₂ O)	3.3 ± 3.3	4.6 ± 3.3	NS
PTP (cmH ₂ O/s/m)	124 ± 173	210 ± 185	NS

*Plus-minus values are means \pm SD.

V_T : tidal volume. RR : respiratory rate. V_E : minute ventilation.

f/ V_T : shallow breath index. WOB : work of breathing.

PTP : pressure time product. $P_{0.1}$: the airway occlusion pressure at the first 100ms after airway closure.

NS : not significant.

Table 5. The changes of respiratory indecies from PSmin to additional 1 hour T-Piece trial with in the patterns of the intervention group.*(N=17)

	Success group(N=8)		Failure group(N=9)	
	PSmin	T-Piece Trial	PSmin	T-Piece Trial
V _T (L)	0.41 ± 0.12	0.35 ± 0.07	0.33 ± 0.09	0.29 ± 0.09 †
RR(/min)	22 ± 6	24 ± 7 †	26 ± 5	28 ± 4
V _E (L/min)	7.1 ± 2.6	7.1 ± 2.2	7.1 ± 1.9	6.4 ± 2.0
f/V _T	71 ± 31	86 ± 34	99 ± 33	128 ± 47
WOB (J/L)	0.44 ± 0.35	0.71 ± 0.50	1.04 ± 1.25	1.66 ± 1.08 †
P _{0.1} (cmH ₂ O)	2.4 ± 1.2	3.2 ± 1.4	4.5 ± 4.2	6.2 ± 3.8
PTP (cmH ₂ O·s/m)	83 ± 73	155 ± 133	191 ± 232	287 ± 217

*Plus-minus values are means ± SD.

p value < 0.05 compared to PSmin level.

VT : tidal volume. RR : respiratory rate. VE : minute ventilation.

f/VT : shallow breath index. WOB : work of breathing.

PTP : pressure time product. P0.1 : the airway occlusion pressure at the first 100ms after airway closure.

실패군 개개 환자를 분석해 보았을때, 성공군에서는 분당 호흡수를 제외하고는 호흡 역학이 악화되지 않았고, 실패군에서는 일회호흡용적, 호흡 일, 압력시간곱 (pressure time product)이 악화되어(P<0.05) 1 시간 T-piece 시도를 시행할 때 임상적으로 활력 증후가 안정되고, 혈액가스점사상 변화가 없어도 호흡역학이 악화되면 이탈이 실패하였다(table 5).

3. 성공군과 실패군 분석

전체 성공군과 실패군 사이의 임상적 특징을 살펴보면 APACHE III 점수, 최소압력보조치 사이에는 차이가 없었으나 성공군에서 총 기계환기 시간이 유의있게 짧았다(246 ± 195 시간 대 407 ± 248 시간, P<0.05). 전체 성공군과 실패군 사이에 분당 호흡수, 분당 환기량, 얇은 숨지수, 호흡 일, 0.1초간 최고흡기구강압(P_{0.1}), 압력시간곱 사이에는 차이가 없었으나 성공군에서 일회호흡용적이 유의하게 높았다(0.43 ± 0.11 L 대 0.35 ± 0.10 L). 얇은 숨지수는 17명에서 측정되었는데, 얇은 숨지수가 100 이상에서도 6명 중

5명이 이탈 성공을 보였고, 100 이하의 경우는 11명 중 8명이 이탈 성공을 보였다.

4. 임상 경과

초기 이탈 실패의 시점의 빈도수는 발판 후 3시간, 7시간, T-piece 시도 도중 순이었다(fig. 1). 실험군에서 실패 10예 중 3예는 T-piece 도중 실패하였고, 7예는 발판 후 실패하였다. 발판후 호흡부전을 나타낸

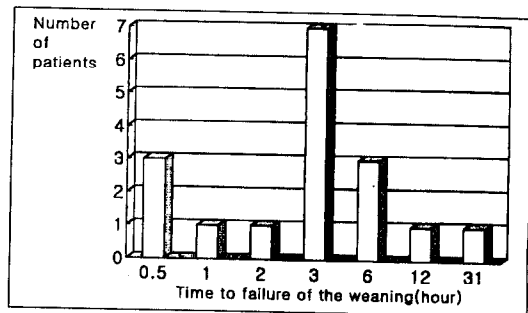


Fig. 1. The frequency of weaning failure depending on time lapse from the initiation of weaning trial.

실패군 16예(환자는 14명)중 반대 방법으로 이탈 시도는 6명에서 시도되었는데 4명은 반대 방법(T-piece법 3명, 최소압력보조 수준에서 발판 1명)으로 2명은 양쪽 모두 실패하여 결국 T-piece로 천천히 이탈을 진행하여 성공하였다. 2명은 안면 마스크를 이용한 비침습적 양압환기법으로 성공하였고, 5명(7.2%)에서 기관절개술이 시행되어 4명은 이탈에 성공하였고, 1명은 치료를 중단하였다. 그리고 나머지 1명은 자의 퇴원 하였다. 프로토콜에서 제외되었던 환자 8예 중 4예, 그리고 실험군 환자 1예, 총 5예에서 최소압력보조수준이 17cm H₂O 정도였다. 환자의 임상상에 비하여 최소압력보조치가 지나치게 높았던 환자들은 기관내 관의 폐쇄를 의심하여 튜브 교환하여 이탈에 성공하였다.

고 찰

환기 보조 양식으로 이탈시 최소압력보조치에서 기관내 관을 발판하는 대신 1시간 T-piece 추가가 이탈에 미치는 영향에 대해서는 지금까지 보고된 바가 없었다. 1시간 추가적인 T-piece 시도는 환자의 호흡 예비력을 좀더 확실하게 검증할 수 있는 장점이 있는 반면, 기관내 관 자체가 그 내경에 따라 다양하지만 정상 기도저항보다 훨씬 더 높은 기도 저항을 유발하므로 환자의 호흡 일이 증대되어 오히려 이탈이 지연될 가능성도 있다¹⁰⁻¹³⁾. 그러므로 1시간 T-piece 추가군에서 이탈 성공률은 즉시 발판하는 경우보다 낮은 반면 재삽관률을 줄일 수 있을 것으로 기대되나 본 연구의 결과에서는 최소압력보조수준에서 추가적인 1시간 T-piece 추가가 이탈 성공률과 재삽관률에서 즉시 발판군과 차이가 없으면서 호흡 일을 증가시키는 것으로 나타났다. 즉, T-piece 시도시 모든 환자에서 일회호흡용적, 분당 호흡수, 얇은 숨지수 및 호흡 일이 의미있게 악화되었으며 특히 1시간 T-piece 추가군 중 실패군에서 일회호흡용적, 호흡 일, 압력시간곱 악화가 심했다. 반면, 1시간 T-piece 추가군 중 실패군에서 혈액 가스 검사, 혈압 등은 성공군과 의미있는

차이를 보이지 않아 활력 증후 보다도 일회호흡용적, 호흡 일의 변화가 이탈 실패를 보다 더 정확하게 반영하는 것으로 사료되었다.

예상과는 달리 1시간 T-piece 추가군에서 재삽관률이 즉시발판군과 차이가 없었는데 이탈 실패가 기관내 관 발판 후 3시간째 가장 많아 1시간 T-piece 시도만으로는 3시간 후의 변화를 충분히 예측하지 못하였을 가능성이 있다. 본 연구에서 발판 전 T-piece 시도를 1시간만 시행한 이유는 이전 연구에서 발판 후 1시간 이내에 주로 이탈의 성공 및 실패 여부가 결정되는 것으로 보고되었기 때문이었다²⁻⁴⁾. 본 저자들의 다른 연구에서 발판 후 이탈실패의 가장 흔한 원인은 기도 부종의 발생으로 추정되었으며 기관내 관 제거 후 6시간까지 호흡 일이 유의하게 증가되는 양상을 관찰하였다¹⁴⁾. 본 연구의 재삽관율은 19%로 Wesley 등⁴⁾의 4%보다 높았는데 이는 본 연구의 대상 환자들의 총환기시간(12.1 ± 9.0 일; 3~48일)이 Wesley 등⁴⁾의 대상환자들(6일; 3~11일)보다 길었기 때문으로 사료된다. 본 연구와 유사한 총환기시간(10.8 ± 8.6 일)을 가진 환자들을 대상으로 한 Esteban 등³⁾의 재삽관률은 18.9%로 본 연구 결과와 유사하였다. 성공률에서도 두 군 사이에 차이가 없었으며 두 방법 중 한가지 방법이 더 우월하다는 것을 증명하는 다른 방법으로서 교차시도 시행시 더 성공률이 높은 것을 보여주었어야 하는데, 교차시도가 모두 6회에서만 시도되어 특정 방법의 우월성을 판단할 수 없었다.

이탈 방법이 환기보조양식이므로 이탈시점을 특정 이탈 지표에 의존하지 않고 환자의 가스교환지표와 임상상이 안정되면 이탈을 시작하여 임상에서 흔히 적용되는 방식으로 이탈을 진행하고자 하였다. 또한, 이탈 실패에 대한 정의를 미리 규정한 후 이탈을 진행시킴으로서 치료자의 편견을 배제하고자 하였다. 압력보조 환기법으로 이탈을 진행시 최소압력보조치에서 발판이 추천되고 있는데, 최소보조압력치만 기관내 삽관으로 인하여 발생하는 기도 저항과 인공 호흡기 회로에서 발생하는 저항을 상쇄시킬 수 있는 정도로서 흔히

5-10cm H₂O의 범위로 간주되고 있으나 환자마다 다르게 나타난다¹⁵⁾. 이론적으로는, 기계 호흡 이탈시기에 일률적으로 특정 값을 최소압력보조치로 적용하여 적용된 수준이 환자의 실제 최소압력보조 수준보다 낮으면 환자의 호흡근이 피로에 빠질 수가 있고 과도하면 호흡근의 휴식이 계속되어 이탈 기간이 길어질 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 즉시 발판군 환자들의 발판 시점인 최소압력보조치를 일률적인 범위 내에서 시행하지 않고 계측하여 적용함으로써 발판시점에 연관된 이탈 성공률에 미치는 영향을 배제하고자 하였다. 최소압력보조치 결정 방법은 실제 측정하는 실측치와 유도식을 이용한 계산치가 있다¹⁶⁾. 저자들의 이전 연구에서 실측치와 계산치 사이에 유의한 상관관계가 있었으므로 본 연구에서는 계산치를 사용하였다¹⁵⁾. 계산치를 이용해 최소압력보조치를 측정할 때, 자발최고흡기유량의 측정은 Puritan-Bennet 7200 ae와 같은 일부 인공호흡기 혹은 특수한 폐 감시기가 있어야 직접 측정이 가능하다. 또한, 총환기계저항을 측정하기 위해서는 환자를 충분히 안정시켜 자발 호흡을 제거해야 하는 어려움이 있어 임상에서 흔히 적용하기에는 어려움이 있다. 하지만 부적절한 최소압력보조 수준은 호흡 근력이 약화된 환자나 기저 폐질환에 기인한 호흡 일이 이미 높은 환자들 이탈시도의 성패에 중요한 영향을 미칠 수 있다는 것을 치료자는 염두에 두어야 한다¹⁷⁾. 즉, Esteban 등이 압력보조환기로 이탈을 시도시 이탈의 성공률이 다른 이탈 방법에 비해 낮다고 한 연구 결과도, 일반적으로 적용되는 최소압력보조 수준이 8.0cm H₂O이며 계측한 본 연구에서도 7.6(±1.9) cm H₂O인 것에 반해 최소압력보조환기 수준을 5.0cm H₂O로 간주 하였고 분당 호흡 수도 25회 이하로 이탈을 진행함으로써 이탈 과정이 지연된 것에 기인되었을 가능성이 있다¹⁸⁾. 본 연구에서 최소압력보조 측정시 환자의 상태에 비해 최소압력보조치가 지나치게 높았던 환자 5명은 기관내 관의 폐쇄가 있었는데 본 연구와 다른 연구의 결과에 미루어 최소압력보조환기 수준이 12cm H₂O를 넘거나 최고기도압과 고평부압의 차이가 심한 경우는 기관내 관의

폐쇄를 의심하여야 한다¹⁸⁾.

일반적으로 이탈 성공의 예측 지표로 산소 농도, 분당 환기량, 0.1초간 최고흡기구강압, 얇은 숨지수, 압력시간곱, 호흡 일 등이 사용되고 있으며, 얇은 숨지수는 그 측정이 간편하고 성공 예측률이 높아 임상에서 흔히 적용되고 있다¹⁹⁾. 본 연구에서는 얇은 숨지수가 이탈지표로서 유용성이 높지 않았는데 이러한 결과는 이탈에 실패한 9명 중 1명만이 얇은숨지수가 분당 105회 이상이었다고 보고한 Lee 등의 보고와 유사하였다²⁰⁾. 다만, 본 연구에서는 총 기계환기시간과 일회 호흡용적만이 이탈지표로 의미가 있었는데 Esteban 등도 환자의 연령, 총 환기시간 및 이탈방법 등이 이탈성공률에 영향을 미친다고 하였다³⁾.

본 연구에서 발판후 발생한 호흡부전(postextubation respiratory failure) 총 10예 (제외되었던 2예를 포함) 중 6예(60%)에서 비침습적양압환기법(noninvasive positive pressure ventilation)을 이용하여 이탈에 성공하였는데 비침습적양압환기법은 발판후 발생하는 호흡부전의 보조적인 치료법으로 유용하게 적용할 수 있다^{21, 22)}.

결론적으로 최소압력보조치에서 1시간 T-piece 추가는 환자의 호흡 일을 증가시키며 이탈 성공률에 있어 최소압력보조치에서 즉시 발판하는 방법에 비하여 차이가 없으므로 압력보조환기 양식으로 이탈을 시도할 때는 최소압력보조치에서 즉시 발판하는 것이 나을 것으로 사료된다.

요 약

연구 배경 :

압력보조환기로 이탈시 발판 시기는 최소보조압력수준에서 시행하는 것이 추천되고 있다. 그러나 임상에서는 압력보조환기법에 의한 이탈시 기관내 관의 발판을 최소압력보조치에 도달하였다고 판단되는 경우에서도 기관내 관의 재삽관 가능성을 줄이기 위하여 때로는 T-piece 시도를 1시간 더한 뒤 기관내 관을 제거하는 방법도 시행되고 있다. 이는 환자의 호흡예비

력을 좀더 확실하게 검증할 수 있는 장점이 있는 반면, 기관내 관 자체가 높은 기도 저항을 유발하므로 환자의 호흡 일이 증대되어 오히려 이탈이 지연될 가능성도 있다. 본 저자들은 최소압력보조치에서 1시간 T-piece 추가가 이탈에 어떤 영향을 미치는지 알아보 고자 하였다.

연구 방법:

1997년 5월부터 1998년 3월까지 서울중앙병원 내과 제 중환자실에서 이탈을 시도한 44명을 대상으로 무작위 전향적 연구를 시행하였다. 이탈 대상이 되는 환자는 모두 압력보조환기방법으로 이탈을 진행하고 압력보조수준이 최소압력보조치에 이르면 환자를 무작위로 실험군(1시간 T-piece 시도)과 대조군(즉시 발판)으로 나누었다.

연구 결과:

전체 42회 이탈의 최소압력보조치는 $7.6 [\pm 1.9, (4-13)]$ cm H₂O 였다.

1. 환자들의 기저 상태: 두 군간 환자들의 총 기계환기 시간, APACHEⅢ 점수, 영양지표, 분당 호흡수, 얇은 숨지수, 호흡 일 등에서 차이가 없었다.

2. 두 군간 성공률 및 호흡역학의 차이: 실험군이 55%, 대조군이 70%로 즉시 발판한 군이 성공률이 높으나 통계학적 차이는 없었다($p > 0.05$). 재삽관률도 실험군이 18%, 대조군이 20%로 두 군간 차이가 없었다. 실험군에서 1 시간 T-piece 시도후 일회호흡용적, 분당 호흡수, 얇은 숨지수, 호흡 일에서 악화된 소견을 보였으며($P < 0.05$), 특히 실험군내의 실패군에서는 일회호흡용적, 호흡 일, 압력시간곱의 악화가 심하였다($P < 0.05$).

3. 성공군과 실패군 분석: 전체 성공군에서 총 기계환기 시간이 유의있게 낮았고(246 ± 195 시간 대 407 ± 248 시간, $P < 0.05$), 일회호흡용적은 유의하게 높았다(0.43 ± 0.11 L 대 0.35 ± 0.10 L).

결 론:

이상의 결과로서 최소압력보조치에서 1시간 T-piece 추가는 환자의 호흡 일을 증가시키며 이탈 성공률에 있어 최소압력보조치에서 즉시 발판하는 방법에 비하

여 차이가 없으므로 압력보조환기 양식으로 이탈을 시도할 때는 최소압력보조치에서 즉시 발판하는 것이 나을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Marini JJ: Weaning techniques and protocols. *Respir Care* 40: 233-238, 1995
2. Bronchard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekik N, Gasparetto A, Lemaire F: A comparison of three methods of gradual withdrawal from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 150 (4): 896-903, 1994
3. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, Alfa f, Soirona JF, Valverde I, Fernandez R, de la Cal MA, Benito S, Tomas R, Carriedo D, Macias S, Blanco J: A comparison of three methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 332: 345-350, 1995
4. Wesley Ely E, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, Johnson MM, Browder RW, Bowton DL, Haponik EF: Effect of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 335: 1864-1868, 1996
5. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona JF, Vallverde I, Macias S, Allegue JM, Blanco J, Carriedo D, Leon M, de la Cal MA, Taboada F, Gonzalez de Velasco J, Palazon E, Carrizosa F, Tomas R, Suarez J, Goldwasser RS: Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 156: 459-65, 1997
6. Martin JJ: The role of the inspiratory circuit in the work of breathing during mechanical ventilation. *Respir Care* 32: 419, 1987

7. Wright PE, Marini JJ, Bernard GR : In vitro versus in vivo comparison of endotracheal tube airflow resistance. *Am Rev Respir Dis* 140 : 10, 1989
8. Shapiro M, Wilson Rk, Caser G, Bloom K, Teague RB : Work of breathing through different sized endotracheal tubes. *Crit Care Med* 14 : 1028, 1986
9. Harib MP : Physiological implication of artificial airways *Chest* 86 : 181, 1989
10. Stauffer JL, Silvestri RC : Complication of endotracheal intubation tracheostomy and artificial airways. *Respir Care* 27 : 417, 1982
11. Tokkioka H, Sario S, Kosaka F : Effect of pressure support ventilation on breathing patterns and respiratory work. *Intensive Care Med* 15 : 491, 1989
12. Derenne JP, Marklen PT, Roussos C : The respiratory muscle : Mechanical control and pathophysiology. *Am Rev Respir Dis* 118 : 119, 373, 581, 1978
13. MacIntyre NR : Pulmonary mechanics and gas exchange during pressure ventilation. *Chest* 86 : 285, 1984
14. 정복현, 고윤석, 임채만, 최강현, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동 : 기계 호흡 치료후 기관내관 제거 전후 호흡 일의 비교, 결핵 및 호흡기 질환 44(2) : 329-337, 1997
15. 정복현, 고윤석, 임채만, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동 : 압력보조 환기법으로 기계호흡시 이탈시 최소압력보조 수준의 결정. 결핵 및 호흡기 질환 45(2) : 380-387, 1998
16. Kacmarek RM : The role of pressure support ventilation in reducing work of breathing. *Respir Care* 33 : 99-120, 1988
17. Fiastro JF, Habib MP, Quan SF : Pressure support compensation for inspiratory work due to endotracheal tubes and demand continuous positive airway pressure. *Chest* 93(3) : 499-505, 1988
18. Nathan SD, Ishaaya AM, Koener SK, Belman MJ : Prediction of minimal pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 103 : 1215-1219, 1993
19. Yang L, Tobin MJ : A prospective study of index predicting the outcome trial of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 324 : 1445, 1991
20. Lee KH, Hui KP, Chan TB, Tan WC, Lim TK : Rapid shallow breathing did not predict extubation outcome. *Chest* 105 : 540-543, 1994
21. Udwadiz ZF, Santis GK, Stevens MH, Simonds AK : Nasal ventilation to facilitate weaning in patients with chronic respiratory insufficiency. *Thorax* 47 : 715-718, 1992
22. 임채만, 심태선, 고윤석, 이상도, 김우성, 김동순, 박평환, 최종무, 김원동 : 장기적 기계 호흡에서 Intended extubation후 비침습적 환기법에 의한 이탈. 결핵 및 호흡기 질환 43(Supple 2), 1996