

□ 원 저 □

기계적 호흡 치료로부터의 이탈방법으로서 Intermittent Mandatory Ventilation 단독 사용과 Pressure Support를 병용한 Intermittent Mandatory Ventilation의 비교

울산의대 서울중앙병원 내과학교실, 마취과학교실*

최정은 · 고윤석 · 조원경 · 임채만 · 김우성 · 박평환* · 최종무* · 김원동

= Abstract =

A Comparison of Clinical Efficacy of Weaning Method Between the Mode of Intermittent Mandatory Ventilation and Intermittent Mandatory Ventilation Plus Pressure Support

Jeong Eun Choi, M.D., Youn Suck Koh, M.D., Won Kyoung Cho, M.D.,
Chae Man Lim, M.D., Woo Sung Kim, M.D., Pyung Hwan Park, M.D.*
Jong Moo Choi, M.D.* and Won dong Kim, M.D.

Departments of Internal Medicine, Department of Anesthesia
Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea*

Background: Pressure support ventilation(PSV) is a new form of mechanical ventilatory support that assists spontaneous inspiratory effort of an intubated patient with a clinician-selected amount of positive airway pressure. Low level pressure support during inspiration can overcome the resistive component of inspiratory work imposed by an endotracheal tube. However the clinical efficacy of PSV as a weaning method has not been established yet.

Object: The aim of study was to evaluate the efficacy of PSV when it is added to intermittent mandatory ventilation (IMV) in facilitating weaning process compared to IMV mode alone.

Method: When the subject patients became clinically stable with their arterial blood gas analysis in acceptable range, they underwent weaning process either by IMV alone or by IMV plus PSV. The level of pressure support was held constant throughout the weaning period. For the patients who required mechanical ventilation for less than 72 hr, 2h weaning trial was performed with IMV rate starting from 6/min. For the patients who required mechanical ventilation more than 72 hr, 7 hr weaning trial was performed with IMV rate starting from 8/min. For the patients who failed three consecutive trials of weaning, retrial of weaning was attempted over 3 days with IMV rate starting from 8/min. Clinical characteristics, APACHE II score and nutritional status were compared. For all patients, heart rate, mean blood pressure and respiratory rate were monitored for 48 hrs after weaning trial started.

Results: The total number of weaning trial was 37 in 23 patients(18 by IMV, 19 by IMV+PSV). Total ventilation time, APACHE II score and nutritional status were not statistically different between the two groups. The weaning success rate were not statistically different(38.3% by IMV, 42.1% by IMV+PSV) and the changes of mean blood pressure, heart rate, respiratory rate during first 48 hours were not different between the two groups.

Conclusion: Low level PSV when added to IMV for weaning trial does not seem to improve the success rate of weaning from mechanical ventilation. PSV at 10cm H₂O did not induce significant physiologic changes during weaning process.

Key Words : Weaning, Pressure support ventilation

서 론

기계적 호흡 치료를 받는 환자에 있어 적절한 이탈 방법 및 시기의 결정은 성공적인 기계호흡 이탈에 매우 중요하다. 기계적 호흡으로부터의 이탈 방법은 intermittent mandatory ventilation(이하 IMV), T-piece, continuous positive airway pressure(이하 CPAP)등과 더불어 최근 pressure support ventilation(이하 PSV)을 이용한 방법이 소개되고 있다¹⁾. PSV 5~10cm H₂O의 압력을 적용할때 기관내 삽관으로 인하여 발생하는 기도 저항과 인공 호흡기 회로에서 발생하는 저항을 극복함으로써 평균 흡기량을 증가시키고 호흡근의 운동량을 감소시켜 환자의 호흡근 피로를 막고 효과적인 폐환기를 유도할 수 있는 장점이 있는 것으로 알려져 있다²⁻⁶⁾. 이러한 PSV의 생리적인 장점을 고려하여 최근 IMV와 PSV의 동시 적용 방법으로 기계적 호흡으로부터의 이탈을 시도한 보고가 있으나, 그 효용성에 대하여는 여러 가지 의견이 있어 아직 확정된 바 없다^{7,8)}.

이에 저자들은 기존의 IMV 단독 적용시와 IMV에 10cm H₂O 압력의 PSV 병용시 이탈 방법 사이에 이탈 성공률 및 이탈 과정 중 나타나는 생리적인 변화의 차이를 비교하고자 다음과 같은 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

호흡 부전으로 기계적 호흡 치료를 받고 있는 환자로 기저 질환이 안정되고 활력 징후 및 동맥혈가스교환 지

표가 안정된 환자, 즉 ① 흡입 산소 농도 0.5 이하에서 동맥혈 산소 분압이 55 mmHg 이상이고, ② pH는 7.30 이상 7.50 미만이며, ③ positive end expiratory pressure(PEEP)를 적용시 5cm H₂O 미만인 경우를 대상으로 하였다.

2. 방 법

대상 환자에서 IMV와 IMV+PSV의 기계호흡 이탈 방법의 선정은 block randomization 방법을 이용하였다. PSV는 10cm H₂O의 압력으로 적용하여 이탈 과정 중 같은 압력을 지속시켰으며 IMV 적용 방법 및 이탈 지속 기준은 Tomlinson JR 등의 방법⁹⁾을 기준으로 하여 총 기계호흡 시간이 72시간 미만인 경우 IMV 6회 부터 시작하여 2시간 동안 진행하고, 72시간 이상인 경우 IMV 8회 부터 시작하여 7시간 동안 이탈을 진행하였으며, 3회의 이탈 시도 후 실패한 환자들은 IMV 8회 부터 시작하여 3일에 걸쳐 이탈을 시도하였다(Table 1). 이탈과정을 지속하기 위한 기준은 고정된 흡입 산소 농도에서 동맥혈 산소 분압이 55mmHg 이상 또는 동맥혈 산소 분압의 변화가 10mmHg 미만, pH는 7.28 이상 7.55 미만, 호흡수는 분당 40회 미만 또는 호흡수의 변화가 기저치의 50% 미만, 맥박은 분당 140회 미만 또는 맥박의 변화가 기저치의 30% 미만, 수축기 혈압은 90 mmHg 이상 또는 그 변화가 기저치의 20% 미만인 경우로 하였으며 이 기준을 유지하지 못하는 환자는 이탈 과정을 중단하였다.

이탈 성공의 정의는 기계호흡 중단 후 48시간 이상 자가 호흡이 가능한 경우로 하였고 이탈 실패의 경우 환자 상태가 안정된 후 3회에 걸쳐 이탈 방법을 교차하여

Table 1. Trial of Weaning by Method of Tomlinson

Indication	*Stabilization time<72h	Stabilization time>72h	failure of 3 consecutive weaning trial
Method	IMV rate 6 : 30 min	rate 8 : 2 hr	rate 8: day 1
	rate 4 : 30 min	rate 6 : 2 hr	rate 6: day 2
	rate 0 : 1 hr	rate 4 : 2 hr	rate 4: day 3
		rate 0 : 1 hr	rate 0: day 4

* Stabilization time : Total mechanical ventilation time before trial of weaning

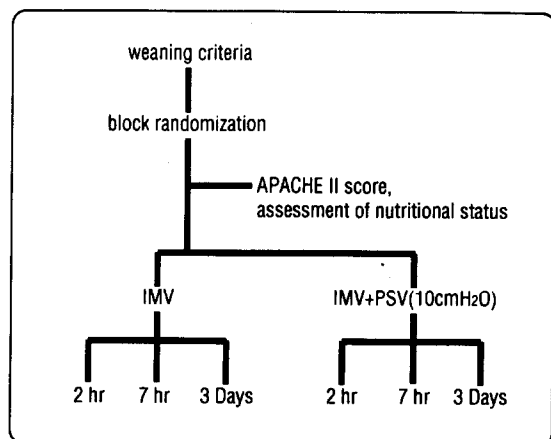


Fig. 1. Process of weaning trial.

재시도하였다.

각 이탈 시도전 대상 환자에서 기저 질환의 경중 및 전신 상태의 판단을 위하여 APACHE II score를 측정하였고 영양 상태의 평가를 위하여 혈청 알부민, 말초혈액 임파구수, creatinine height index 등을 측정후 nutritional score로 표시 하였다(Fig. 1). Nutritional score는 혈청 알부민이 3.5mg/dl 이상이면 4점, 2.8~3.5mg/dl 이면 3점, 2.1~2.7mg/dl이면 2점, 2.1mg/dl 미만이면 1 점으로, 말초혈액 임파구수는 2000/mm³ 이상이면 4점, 1200~2000/mm³이면 3점, 800~1199/mm³ 이면 2점, 800/mm³ 미만이면 1점으로, creatinine height index는 80% 이상이면 3점, 60~80%이면 2점, 60% 미만이면 1 점으로 환산하여 세가지 지표의 합으로 하였다.

이탈 시도중의 혈액학적 변화 및 호흡 상태의 변화를 보기 위해 이탈 시도 시작시와 시작후 첫 48 시간의 혈압, 맥박수, 호흡수를 관찰하였다.

3. 통계 처리

IMV와 IMV+PSV 양군간의 비교는 Wilcoxon rank sum test, 혹은 t-test를 이용하였다.

결 과

대상 환자 23명에서 총 37회의 이탈 시도가 있었고 이중 2회이상의 이탈 시도로 인해 이탈 방법의 교차가 이루어졌던 환자는 23명중 9명이었다. 따라서 IMV 단독 적용군은 14명의 환자에서 18회, IMV와 PSV 동시 적용군은 13명의 환자에서 19회의 이탈시도가 있었다. 대상 환자의 기저 질환은 패혈증이 12예, 호흡기 감염이 발생한 만성폐쇄성 폐질환 환자가 8예, 폐부종이 3예 등이었다(Table 2). 이중 만성폐쇄성 폐질환자는 IMV 단독 적용 시도에 중 5예, IMV+PSV 동시 적용 시도에 중 10예씩 포함되었다.

IMV 단독 적용군과 IMV와 PSV 동시 적용군을 비교한 결과(Table 3) 연령, 총 기계호흡 시간, 평균 APACHE II score, 영양 상태에 있어 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이탈 성공률의 비교에서는 IMV 군이 18예 중 7예가 성공하여 38.4%, IMV와 PSV 동시 적용군이 19예중 8예가 성공하여 42.1%로 역시 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p value=0.84). 이탈 시도전 기저치에 대한 이탈 시도중의 평균 혈압(mean blood pressure), 맥박수 및 호흡수의 변동량 역시 양군간에 유의한 차이는 없었다(Fig. 2).

고 찰

PSV는 시술자가 설정한 양압으로 기관 삽관 환자의

Table 2. Characteristics of Patients

No. of patients	23
No. of weaning trials	37
Age (years)	57.9 ± 14.4(27 ~ 28)
Sex	M : F = 1 : 15
Underlying disorders	Sepsis 12 COPD with pneumonia 8 pulmonary edema 3
TvT* (days)	10.1 ± 8.3(2.1 ~ 37)
Total success rate of weaning	40.5%(15/37)

* TvT : Total mechanical ventilation time

Table 3. Results of Weaning Trials

	IMV ⁺	IMV+PSV ⁺⁺	p-value
Age (years)	58.4 ± 16.1	57.4 ± 13.1	0.75
TvT* (days)	8.4 ± 4.5	11.7 ± 10.7	0.99
APACHE II Score	10.3 ± 4.1	11.2 ± 3.8	0.50
Nutritional score	6.1 ± 1.6	6.6 ± 1.3	0.22
No. of trials	18	19	
No. of patients	14	13	
No. of COPD**	5	10	
Success rate (%)	38.4(7/18)	42.1(8/19)	0.84

IMV⁺ : intermittent mandatory ventilation

PSV⁺⁺ : Pressure support ventilation

TvT^{*} : Total ventilation time

COPD^{**} : chronic obstructive pulmonary disease

자발적 흡기 노력(spontaneous inspiratory effort)을 도울 수 있는 기계적 호흡 방식의 하나이다¹⁾. 즉 PSV는 평균 흡기량을 증가시키고 흡기 시간을 감소시켜 줌으로써 보다 긴 호기 시간을 부여 하고 호흡을 위한 일(work of breathing)을 감소시키는 것으로 알려져 있다²⁾. 또한 흡기시 호흡기 회로와 기관 삼관으로 인해 발생하는 저항을 극복하게 하여주며 환자의 자가 호흡 노력과 동시에 작용 하게 되므로 일반적인 volume assisted ventilation에 비해 환자를 편하게 하고 환자와 인공 호흡기간의 상호 작용이 원활하다³⁾. 이와 같은 장점으로 PSV는 다른 기계호흡 방식에 보조적으로 또는 단독 기계호흡 방식으로 사용할 수 있으며⁴⁾, 또한 기계호흡으로부터의 이탈 방법에도 적용할 수 있게 되었다⁵⁾.

PSV를 단독 적용시에는 요구되는 상시 호흡량과 분

당 환기량을 고려하여 양압의 정도를 결정하며 8~12ml/kg의 상시 호흡량을 유지 하는데 필요한 압력을 PSmax라고 한다^{1,6,10)}. 그러나 PSV 를 단독 적용시는 대상 환자가 충분히 안정된 환기 노력이 있어야 하고 가스 교환 능력이 있어야 한다는 점과 고압의 PS 적용시 흉곽내 압력을 증가시켜 순환계의 부작용이 유발될 가능성이 있다는 점이 문제가 된다¹¹⁾. 낮은 압력의 PSV는 약 2~10cm H₂O의 압력을 다른 기계호흡 방식에 보조적으로 적용할 수 있으며, 이 경우에는 기관 삼관으로 인해 발생하는 기도 저항을 극복하는 것이 주된 작용이며 필요한 적정 압력은 기관지내 튜브의 직경과 흡기 유량(inspiratory flow)의 특성들에 의해 결정될 수 있다¹²⁾.

Tokioka 등의 보고에 의하면 PSV를 5~10cm H₂O 적용시 흡기 호흡량의 증가는 없으나 산소 소모량이 감소한다고 하였으며²⁾, Brochard 등은 10cm H₂O를 적용시 횡격막 부전의 주 요소인 경흉격막압(transdiaphragmatic pressure)을 감소시킬 수 있다고 보고한 바 있다¹³⁾. 본 연구에서는 이와 같은 보고를 고려하여 PSV를 10cm H₂O로 적용하여 시행하였다.

본 연구에서 IMV 단독적용군과 IMV에 PSV를 추가한 군 사이에 이탈 성공률의 차이가 없었으며, 이는 Chinsky등⁷⁾과 Jounieaux 등¹⁴⁾의 연구와 같은 결과이다. 본 연구와 비교하면 Chinsky 등의 연구는 대상 환자 및 방법에 있어 본 연구에서와 유사하였고, Jounieaux등의 연구는 대상환자를 19명의 만성 폐쇄성 폐질환자들로 국한하였다는 점과 IMV와 PSV 적용 방법에서 다르다는 점에서 차이가 있었다. 저자들은 대상 환자를 기저 폐질환의 특성을 고려하지 않고 무작위로 분류하여 이

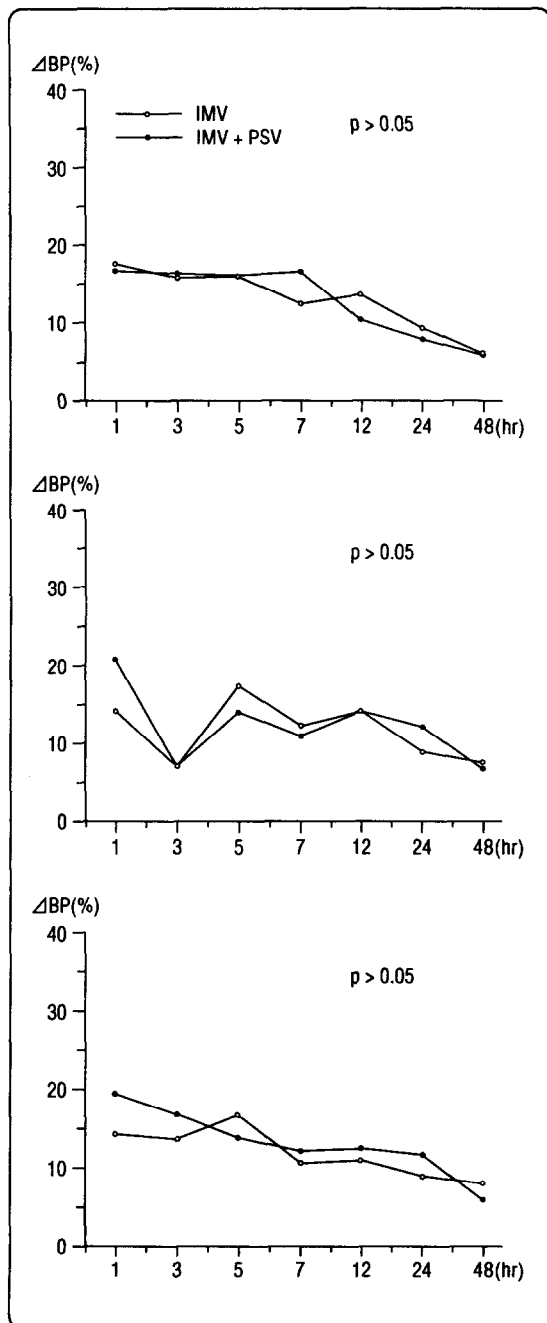


Fig. 2. Sequential changes of blood pressure, pulse rate and respiration rate during weaning process in IMV and IMV+PSV group.

탈 방법을 결정하였는데, 최근 호흡을 위한 일을 측정할 수 있는 호흡 모니터에 의한 연구에서는 PSV가 호흡을

위한 일을 감소 시킨다는 보고들이 나오고 있는 바¹⁸⁾, 대상 환자를 기저 폐질환, 즉 호흡근의 역학적 상태에 따라 세분하여 PSV 적용군과 비적용군으로 나누어 비교 시행해 볼 필요가 있으리라 사료된다.

본 연구에서 총 이탈 성공률은 40.5%(15/37)로 비교적 낮은 결과를 보였는데 이는 기저 질환의 경중(평균 APACHE II score; IMV 10.3±4.1, IMV+PSV 11.2±3.8) 및 이탈시기등의 영향을 배제할 수 없다. 일반적으로 이탈 시기는 상시 호흡량, 분당 환기량, 분당 호흡수, 노력성 폐활량 등의 호흡양상과 가스 교환 지표, 폐탄성도 및 최대 흡기압(peak inspiratory pressure)등과 같은 이탈 성공의 예측 지표를 만족하는 경우에 결정된다. Tobin 등은 위와 같은 종래의 이탈지표들 보다도 rapid shallow breath index(f/tidal volume)가 더 우수한 지표라고 주장한 바 있으나¹⁴⁾, 저자들의 연구에서는 이탈시기의 결정에 있어 호흡근의 내구력에 대한 조사는 시행되지 않았다.

PSV를 적용함에 있어 앞에서 언급한 바와 같이 흉곽 내 압력의 증가에 따르는 혈액학적 변화가 예상되나 본 연구에 있어 이탈 과정중의 평균 혈압, 맥박수 및 호흡수의 변동량은 PSV 적용 여부에 따르는 차이는 보이지 않았으나 PSV의 수준을 10cm H₂O 보다 높이는 경우에 대해서는 앞으로 연구가 더 필요하리라 사료된다.

급성 호흡 부전으로 인한 기계적 호흡 치료는 환자가 회복됨에 따라 적절한 시기에 이탈을 시도 하는것이 기관지 삽관 또는 기계호흡에 따르는 합병증들을 예방하는데 매우 중요하며^{15,16)}, 따라서 기계적 호흡으로부터의 이탈이 어려운 환자들에게서 정확한 이탈 성공 예측 지표 및 적절한 이탈 방법에 관한 연구가 더 필요하리라 사료된다.

요 약

연구배경 : PSV는 시술자가 정해진 만큼의 양압으로 기관 삽관 환자의 자발적 흡기 노력을 도울 수 있는 새로운 기계 호흡 방식으로서 5~10cm H₂O로 적용시 기관지 삽관으로 인한 기도 저항 및 인공 호흡기 회로에서 발생하는 저항을 극복할 수 있다. 저자들은 기계호흡 이 탈시 IMV 단독적용과 IMV에 10cm H₂O 압력의 PSV 병용시 이탈성공률 및 이탈과정 중 나타나는 생리적인

변화를 비교하고자 하였다.

방법 : 기계호흡을 받는 환자로 기저질환이 안정되고 활력징후 및 동맥혈 가스교환 지표가 안정된 환자에게 IMV와 IMV + PSV를 무작위 적용하였다. 각 환자의 임상적 특성, APACHE II score 및 영양상태를 조사하였고 이탈시도 후 48시간까지 맥박수, 평균혈압 및 호흡수를 측정하였다.

결과 : 총이탈시도는 37회였고 이중 IMV 단독적용군은 18회, IMV+PSV 동시적용군은 19회의 이탈시도가 있었다. 양 군간에 연령, 총 기계 호흡시간, 평균 APACHE II score, 영양 상태에 있어 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 이탈 성공률은 IMV군이 38.4%(7/18), IMV+PSV군이 42.1%(8/19)로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p value = 0.84). 이탈 시도 중의 평균 혈압, 맥박수, 호흡수의 이탈 시도전 기저치에 대한 변동량 역시 양군간에 유의한 차이는 없었다.

결론 : IMV에 PSV 10cm H₂O를 병용하는 것은 IMV 단독 이탈 방법에 비하여 이탈 성공률에 있어 더 나은 점은 없었으며 10cm H₂O PSV는 이탈과정 중 유의한 생리적 변화는 일으키지 않았다.

REFERENCES

- 1) MacIntyre NR: Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* **89**:677, 1986
- 2) H Tokioka, S Saito, F Kosaka: Effect of pressure support ventilation on breathing patterns and respiratory work. *Intensive care med.* **15**:491, 1989
- 3) Derenne JP, Macklen PT, Roussos C: The respiratory muscle : Mechanics, control and pathophysiology. *Am Rev Respir Dis* **118**:119, 373, 581, 1978
- 4) MacIntyre NR: Pulmonary mechanics and gas exchange during pressure support ventilation. *Chest* **86**:285, 1984
- 5) MacIntyre NR: Weaning from mechanical ventilatory support: Volume assisting intermittent breaths versus pressure assisting every breath. *Respr Care* **33**:121, 1988
- 6) Brochard L, Harf A, Lorino H: Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* **139**:513, 1989
- 7) Chinsky KD, St.John RE, Lefrack SS: A Randomized prospective comparition of intermittent mandatory ventilation weaning with and without PSV. (Abstract) *Am Rev Respir Dis* **143**:A 692, 1991
- 8) Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekik N, Lemire F: Comparison of three technique of weaning from mechanical ventilation. Results of an european multicenter trial. (Abstract) *Am Rev Respir Dis* **143**:A 602, 1991
- 9) Tomlinson JR, Miller KS, Lorch DG, Smith L, Reines HD, Sahn SA: A prospective comparison of IMV and T-piece weaning from mechanical ventilation. *Chest* **96**:348, 1989
- 10) MacIntyre NR, Leatherman NE: Ventilatory muscle loads and the frequency-tidal volume pattern during respiratory pressure assisted ventilation. *Am. Rev. Respir Dis* **141**:327, 1990
- 11) Neil R, MacIntyre NR: Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* **89**:5, 1986
- 12) MacIntyre NR, Nishimura M, Usada Y: The Nagoya Conference on system design and patient-ventilator interactions during pressure support ventilation. *Chest* **97**:1463, 1990
- 13) Brochard L, Pluskawa F, Lemire F: Improved efficacy of spontaneous breathing with inspiratory pressure support. *Am Rev Respir Dis* **136**:411
- 14) L. Yang, MJ Tobin: A prospective study of indexes predicting the outcome of trial of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* **324**:1445, 1991
- 15) Bone RC: Complication of mechanical ventilation and positive end-expiratory pressure. *Resp care* **27**:402, 1982
- 16) Stauffer JL, Silrestri RC: Complication of endo-

tracheal intubation, tracheostomy and artificial airways. *Respir Care* **27**:417, 1982

- 17) Jounieoux V, Duran A, Levi-Valensi P: Synchronized intermittent mandatory ventilation with and without pressure support ventilation in weaning patients with COPD from mechanical ventilation.

Chest **105**:1204, 1994

- 18) Patel R, Petrini MF, Evans JN, Norman JR: Comparison of work of breathing(WOB) during pressure support(PS) with other modes prior to extubation. *Am J of Respiratory and Critical Care Med* (abstract) **149**: A 67, 1994