

급성호흡부전증후군에서 Prone Position의 호흡 및 혈류역학적 효과

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실

임채만, 고윤석, 정복현, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동

= Abstract =

The Respiratory and Hemodynamic Effect of Prone Position in Patients with ARDS

Chae Man Lim, M.D., Younsuck Koh, M.D., Bok Hyun Jung, M.D., Sang Do Lee, M.D.,
Woo Sung Kim, M.D., Dong Soon Kim, M.D., Won Dong Kim, M.D.

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

Background : Prone position improves oxygenation in some patients with ARDS. According to some authors, prone position can also improve the deteriorated hemodynamics induced by PEEP. But these respiratory and hemodynamic effects of prone position has not yet been fully established.

Methods : Twentythree consecutive patients with ARDS(M : F=11 : 12, 62.1 ± 20.8 yrs) were the subjects for this study. ABGA, static compliance of the respiratory system, mean arterial pressure and pulse rate were obtained in supine position and at 5min, 0.5h and 2h of prone position. Positive respiratory response was defined as 20mmHg or more increase in $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ within 2h of prone position. Early of late respiratory responses were defined if the positive response was observed within of after 3 day of ARDS onset, respectively. Positive hemodynamic response was defined as 10mmHg or more increase in mean arterial pressure at 5min of prone position.

Results : Fifteen patients (65%) showed positive respiratory response. In the respiratory responders, PaO_2 was 69.8 ± 17.6 mmHg in supine position, 83.2 ± 22.6 mmHg in prone position 0.5h, 96.8 ± 22.7 mmHg in prone position 2h($p < 0.001$), and $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ was 108 ± 41 mmHg, 137 ± 57 mmHg, 158 ± 50 mmHg, respectively($p = 0.001$). Age, sex, cause of ARDS, supine PaO_2 and $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ were not different between the respiratory responders and the nonresponders. The respiratory responders, however, showed higher mean arterial pressure than the nonresponders(91.1 ± 13.1 mmHg vs. 76.0 ± 18.7 mmHg, $p = 0.035$), and tendency of higher survival rate(9/15 vs. 2/8, $p = 0.074$). Static compliance of the respiratory system was decreased in prone position 0.5h

(28.4 ± 7.9 ml/cm H_2O vs. 23.8 ± 7.6 ml/cm H_2O , $p=0.007$). The overall rate of early response ($n=23$) and late response ($n=11$) were similar ($14/23$ vs. $7/11$, $p>0.05$). But patient without early response showed late response only in 25% ($1/4$), while patient with early response showed late response in 85.7% ($6/7$) ($p=0.072$).

Five patients (22%) showed positive hemodynamic response, two of them being respiratory nonresponders. There were no differences in the baseline mean arterial pressure or the level of PEEP applied in supine between the hemodynamic responders and the hemodynamic nonresponders.

Conclusions : Prone position either improved oxygenation or increased arterial pressure in significant proportion of patients with ARDS. And the respiratory response to prone position was thought to be determined in the early stage of ARDS.

Key words : ARDS, Prone position, Oxygenation, Arterial pressure

서 론

대상 및 방법

급성호흡부전증후군(acute respiratory distress syndrome, 이하 ARDS)은 단순 방사선촬영 소견 상 양 폐의 균질한 음영 증가를 특징으로 하나 실제로는 전산화단층 촬영 소견상 폐침윤이 매우 불균질한 것이 알려져 있다^{1,2)}. 즉, 배측 폐(dorsal lung)가 복측 폐(ventral lung)에 비해 이환 정도가 심하며, 기계호흡시 호기말양압 사용에도 폐포 회복(alveolar recruitment)이 어렵다. Supine position에서 기계환기 중인 ARDS 환자에서 배측 폐의 폐포 회복이 어려운 이유는 폐부종 및 염증 산물에 의한 가중 조직압(superimposed tissue pressure)이 배측으로 갈수록 높고³⁾, 또 supine position이 prone position보다 수직 늑막압 경사(vertical gradient of pleural pressure)가 더 크기 때문인 것으로 이해되고 있다^{4,5)}.

ARDS 환자에서의 prone position은 이환이 심한 배측 폐의 국소 환기를 향상시키고 동맥혈산소분압의 호전을 가져온다는 보고들이 있으나⁶⁻¹¹⁾ 국내에서 아직 prone position의 임상 결과가 보고된 바 없고, 기존의 외국 보고에서도 prone position의 호흡생리학적 효과나 혈류역학적 효과가 완전히 정립되지 않아 본 연구를 시행하게 되었다.

1. 대상 환자

95년 11월부터 96년 12월까지 서울중앙병원에 입원된 ARDS 환자 26명 중 심한 복부 팽만으로 prone position이 어려운 환자 3명을 제외한 23명(남:여 = 11:12, 연령 62.1 ± 20.8 세)이 본 연구의 대상이었다. ARDS의 정의는 American-European Consensus Conference의 정의¹²⁾에 따랐으며 대상 환자의 급성폐손상 점수(acute lung injury score)는 모두 2.5이상이었다.

1. 체위 및 측정 변수

먼저 supine position에서 호흡 지표로 동맥혈가스분석(이하 ABGA), 총호흡기계 정적탄성(static compliance of the respiratory system, 이하 Cst, rs)과 혈류역학적 지표로 평균동맥압, 분당 심박수 및 Swan-Ganz catheter를 삽입한 경우 stroke volume 등을 얻은 뒤 prone position으로 전환하였고 prone position 2시간까지 기계환기 설정 변수와 호기말양압(positive end-expiratory pressure, 이하

PEEP)수준 등은 변동시키지 않았다. Prone position 5분에 동일한 혈류역학적 지표, 그리고 0.5 및 2시간에 호흡 지표를 얻었으며, 2시간까지의 $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비가 supine position에 비해 20mmHg 이상 증가한 경우를 양성 호흡반응(positive respiratory response)으로 정의하였다. 또한 이러한 양성 호흡반응이 일반적으로 삼출성 시기(exudative phase)로 알려진 ARDS 발생 3일 이내에 관찰되는 경우를 조기반응(early response), 섬유화 시기로 이행되는 ARDS 발생 4일 이후에 관찰되는 경우를 지연반응(late response)로 각각 정의하였다. 한편 양성 혈류역학적반응(positive hemodynamic response)은 prone 5분의 평균동맥압이 supine position에 비해 10mmHg 이상 증가한 경우로 정의하였다.

3. 통계 검증

모든 측정치는 평균표준편차로 표기하였으며, supine position과 prone position시 군내 비교는 paired t-test 및 respeated measures of ANOVA를 이용하여, 군 간 비율의 비교는 Fishers exact test를 이용하여 검증하였으며 p값이 0.05미만인 경우 통계적 유의성을 인정하였다.

결 과

1. 전체 ARDS 환자에서의 prone position 효과

대상 전체에서 supine position시, prone position 0.5시간 및 2시간의 PaO_2 는 각각 65.5 ± 15.7 mmHg, 73.5 ± 22.4 mmHg, 81.4 ± 26.0 mmHg($p < 0.001$), $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비는 각각 108.1 ± 45.1 mmHg, 123.0 ± 55.5 mmHg, 137.2 ± 55.1 mmHg($p < 0.001$), Cst, rs는 각각 27.7 ± 8.2 ml/cm H_2O , 25.2 ± 8.1 ml/cm H_2O , 25.0 ± 6.8 ml/cm H_2O ($p = 0.050$)이었다. 한편, 평균동맥압은 supine position시 86.4 ± 16.1 mmHg, prone position 5분에 $85.5 \pm$

14mmHg($p = 0.866$), 분당심박수는 각각 $122 \pm 23/\text{min}$, $121 \pm 24/\text{min}$ ($p = 0.105$)였다.

2. 양성 호흡반응

1) 대상 ARDS 환자의 65%(15/23)가 양성 호흡반응을 보였다. 양성 반응자는 비반응자에 비해 연령(61.3 ± 19.8 vs. 54.5 ± 26.1 세), 남녀비(8:7 vs. 3:5), ARDS 유발 원인(폐혈성:비폐혈성=7:8 vs. 3:5), supine position에서의 PaO_2 (69.8 ± 17.6 mmHg vs. 58.2 ± 9.2 mmHg), $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비(107.4 ± 47.6 mmHg vs. 98.2 ± 87.7 mmHg), Cst, rs(28.0 ± 9.0 ml/cm H_2O vs. 26.1 ± 8.1 ml/cm H_2O)등은 차이가 없었으나($p > 0.05$), 평균동맥압이 더 높고(91.1 ± 13.1 mmHg vs. 76.0 ± 18.7 mmHg, $p = 0.035$), 생존율이 높은 경향을 보였다(9/15 vs. 2/8, $p = 0.074$)(Table 1).

2) 양성반응자의 supine, prone 0.5 및 2시간의 PaO_2 는 각각 69.8 ± 17.6 mmHg, 83.2 ± 22.6 mmHg, 96.8 ± 22.7 mmHg($p < 0.001$), $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비는 각각 108.1 ± 40.5 mmHg, 137.3 ± 60.0 mmHg, 157.7 ± 50.0 mmHg로($p = 0.001$), prone position 0.5시간은 supine position에 비해, 그리고 prone position 2시간은 prone position 0.5시간에 비해 각각 유의한 증가를 보였다(Fig. 1). Cst, rs는 각각 28.4 ± 7.9 ml/cm H_2O , 23.8 ± 7.6 ml/cm H_2O ($p = 0.007$), 및 24.2 ± 5.4 ml/cm H_2O ($p = 0.035$)이었다. 양성반응자 중 9명의 환자에서 다시 supine position으로 전환한 결과 PaO_2 는 prone position에 비해 유의하게 감소하였다(103.0 ± 31.4 mmHg vs. 81.1 ± 26.4 mmHg, $p = 0.023$)(Fig. 2).

3) 조기반응 여부는 대상 전체에서, 지연반응 여부는 11명의 대상에서 관찰하였다. 조기반응율은 60.9%(14/23), 지연반응율은 63.6%(7/11)로 차이가 없었으나($p > 0.05$) 조기반응자 중 지연반응을 보인 예는 85.7%(6/7), 조기반응이 없었던 환자로서 지연반응을 보인 예는 25%(1/4)이었다($p = 0.072$).

Table 1. Characteristics of the respiratory responders to prone position and the nonresponders

	Respiratory response		p Value
	(+)	(-)	
n(%)	15/23(65%)	8/23(35%)	
sex(M : F)	8 : 7	3 : 5	NS
age, yrs	61.3 ± 19.8	54.5 ± 26.1	NS
PaO ₂ /FIO ₂ , mmHg	107.4 ± 47.6	98.2 ± 87.7	NS
Cst, rs, ml/cm H ₂ O	28.0 ± 9.0	26.1 ± 18.1	NS
PEEP, cm H ₂ O	9.3 ± 2.7	7.3 ± 4.1	NS
MAP*, mmHg	91.1 ± 13.1	76.0 ± 18.7	0.045
Sepsis-related ARDS	7/15(47%)	3/8(38%)	NS
Survivors	9/15(60%)	2/8(25%)	NS

*mean arterial pressure

3. 양성 혈류역학적 반응

Prone position시 평균 동맥압이 10mmHg이상 증가한 경우는 22% (5/23)이었고 이 중 2명은 양성 호흡반응을 보이지 않은 환자였다. 양성 혈류역학적반응을 보인 환자와 보이지 않은 환자사이에 기저 평균동맥압(77.1 ± 11.1mmHg, 89.8 ± 16.6mmHg, p=0.099)이나 supine position에서의 PEEP사용 수준(7.8 ± 3.2cm H₂O vs. 8.6 ± 3.5cm H₂O, p=0.188) 등은 유의한 차이가 없었다. 양성 혈류역학적반응을 보인 5명의 평균동맥압은 supine position시 77.1 ± 11.1mmHg, prone position시 94.2 ± 9.5mmHg였고(p=0.031) 분당맥박수는 각각 117 ± 24/min, 114 ± 25/min(p>0.05)이었다(Table 2).

고 찰

본 연구 결과, ARDS 환자에서의 prone position은 전체 대상 중 약 3/4에서 효과가 있었으며 이는 폐산소화의 호전(65%)이거나, 혈류역학적 호전(22%)이었다. 전자의 효과, 즉 폐산소화 호전은 산소 농도가 PEEP사용량을 낮출 수 있어 ARDS 치료시 고농도 산소나 높은 기도압에서 기인한 이차적 폐합병증을

회피할 수 있는 임상적 의의가 있다. 후자의 효과, 즉 prone position에 의한 평균동맥압 증가는 심박출량 감소로 PEEP사용이 제한을 받는 ARDS 환자에서 충분한 PEEP을 적용하여 supine position에서 개방되지 못하는 폐포를 회복할 수 있다는 의미를 갖는다. 폐산소화 호전을 보인 호흡 양성반응군은 비반응군과 비교하여 기저 평균동맥압이 더 높았으나 연령, ARDS 유발 원인, 기저 PaO₂치 등에서 차이가 없었다. 생존율은 반응군이 60%, 비반응군이 25%로 반응군이 높은 경향을 보였다. 호흡 양성반응군이 supine, prone 0.5 및 2시간의 평균 PaO₂는 각각 69.8mmHg, 83.2mmHg, 96.8mmHg, 평균 P/F는 각각 108.1mmHg, 137.3mmHg, 157.7mmHg로, prone position 0.5시간은 supine position에 비해, 그리고 prone position 2시간은 0.5시간에 비해 각각 유의한 증가를 보였다. 호흡기계 정적탄성은 supine position시 평균 28.4ml/cm H₂O에서 prone position에서 평균 23.6ml/cm H₂O로 감소하였다. 조기 및 지연반응율은 각각 61% 및 64%로 차이가 없었으나 조기반응자 중 지연반응을 보인 예는 86%였던 반면, 조기반응이 없었던 환자로서 지연반응을 보인 예는 25%에 불과해 호흡반응 여부가 ARDS 초기에

Table 2. Characteristics of the hemodynamic responders to prone position and the nonresponders

	Hemodynamic response		p Value
	(+)	(-)	
n (%)	5/23(22%)	18/25(78%)	
age(yrs)	54.8 ± 20.7	61.1 ± 19.0	NS
sex(M : F)	1 : 4	10 : 8	NS
PEEP in supine, Position, cm H ₂ O	7.8 ± 20.7	8.6 ± 3.5	NS
MAP in supine, Position, mmHg	77.1 ± 11.1	89.8 ± 16.6	NS
PR in supine, Position, bpm	117 ± 24	123 ± 26	NS

결정되는 경향을 보였다. 한편, prone position시 평균 동맥압이 10mmHg이상 증가한 경우는 5명(22%)이었고 이중 2명은 양성 호흡반응이 없었던 환자였다. 양성 혈류역학적반응을 보인 환자와 보이지 않은 환자사이에 기저 평균동맥압이나 supine position시 적용된 PEEP수준 등은 유의한 차이가 없었다.

급성 호흡부전증후군에서 배측 폐는 복측 폐에 비하여 이환 정도가 더 심한 것이 전산화단층 촬영 소견으로 잘 알려져 있으며^{1,2)} 조직 삼출물과 염증 산물에 의한 높은 가중 조직압과 정상폐에 비해 과장된 중력성 늑막압 경사에 의해^{3,4)} 개방압력(critical opening pressures)이 높은 상태이다^{13,14)}. 즉, ARDS에서 PEEP을 쓰더라도 그 수준이 개방압력보다 낮으면 이환이 심한 배측의 폐포는 개방되지 않은 채로 남게 되며, 이런 경우 개방 가능한 폐포가 PEEP에 의해 확장되어 일시적으로 폐산소화 상태가 호전되더라도 심한 폐손상 부위에는 단락 상태가 지속된다. 이상적으로 복측 폐에는 PEEP이 적용되지 않고, 배측으로 갈수록 폐포 개방압보다 높은 PEEP을 제공할 수 있다면, 양압에 의한 폐손상을 회피하면서 모든 이환된 폐포를 회복시킬 수 있으나 이는 현실적으로 불가능하다¹⁵⁾.

Prone position은 ARDS 환자에서 이환이 심한 배측 폐의 환기를 증가시켜 폐산소화 상태를 개선할 수 있다고 알려져 있다. 이 방법은 1970년대에서 80년대까지 마취 중¹⁶⁾, 또는 소아 및 성인의 호흡부전증

후군에서 연구 결과 보고된 바 있으나^{6~11)} 임상에 보편적으로 도입되지는 않았다. 그러나, 근래에 이르러 동물실험 결과 prone position이 supine position에 비해 수직 늑막압 경사가 작고, 임상적으로 ARDS 환자에서 동맥혈산소분압을 호전시킨다는 보고에 따라^{17~19)} 구미에서 다시 활발히 시행되기 시작하였다. Prone position에 의한 폐산소화의 기전에 대하여는 기능적 잔기량의 증가, 횡경막 운동의 국소적 변동, 환기-관류 불균형 감소 및 배측 폐의 국소환기 향상 등이 있으며 이 중 국소환기의 향상에 의한다는 이론이 가장 설득이 있다^{20,21)}. 즉, prone position으로 전환함에 따라 개방압력이 높던 배측 폐부위가 비중력 위치로 이동하여 허탈되어 있던 폐포가 회복될 뿐 아니라, supine position에서 보다 상대적으로 늑막압 경사가 작기 때문에 복측 폐가 중력의존부로 이동되어도 폐쇄용적 이상에 존재할 수 있을 있어 결과적으로 환기되는 폐부위가 늘어나게 된다. 이와 같은 기전은 이미 Langer 등이¹¹⁾ ARDS 환자에서의 임상 연구에서 다불활성기체제거법(multiple inert gas elimination technique)을 사용하여 prone position때 절대 단락 부위가 정상 환기-관류비 상태로 전화되는 것을 밝혀 간접적으로 증명한 바 있고, Lamm 등은²¹⁾ 개 ARDS 모델에서 PET(photon emission computed tomography) 스캔을 이용하여 배측 부위의 단락이 prone position에 의해 환기되는 것을 밝혔다. 한편, ARDS 상태에서는 체위 변동, 즉 중력 변

동이 폐순환 분포에 미치는 영향이 크지 않은 것이 알려져 있고 이러한 현상들이 prone position에서의 폐 산소화 호전이 단락 감소에 기인하는 것을 뒷받침해 준다²²⁾. 폐 산소화 호전이 위와 같은 국소 환기의 증가에 기인한다면 임상적으로 그 효과를 판정, 또는 예측할 수 있는 지표로서 총호흡기계 탄성을 이용할 수 있겠으며, 이에 대하여는 Wagaman 등이⁸⁾ 동적 탄성이 증가한다고 하였던 반면, 본 연구에서의 결과는 대상 환자 전체 및 양성 호흡반응이 있었던 환자에서도 모두 총호흡기계 정적 탄성이 감소하였다. 폐 산소화의 호전에도 불구하고 탄성이 감소한 현상에 대한 이유는 우선, 폐 산소화 호전의 기전이 환기의 증가, 즉 단락의 감소가 아닌 다른 기전이었거나, 폐 국소 환기 호전이 그 기전인 경우라면 이동성이 높은 흉곽의 전면이 prone position으로 운동에 제한을 받게됨에 따라 흉곽 탄성이 감소하고 이것이 총호흡기계 탄성에 더 크게 반영되기 때문으로 사료된다. 후자의 가능성에 대하여는 Boiteau 등도²³⁾ 유사한 결과를 발표하였으며 Gattinoni⁶⁾ 등은 정상인의 prone position시 흉곽 저항(chest wall resistance)이 증가한다고 밝힌 바 있어 총호흡기계 탄성의 변동은 prone position에 의한 양성 호흡반응을 반영하거나 예측할 수 없는 것으로 사료된다.

기존의 임상 연구에서 prone position시 체위 변동에 의한 유의한 혈류역학적 변동은 보고되지 않았으나^{9~11)}, prone position의 혈류역학적 효과 자체를 주목한 것은 드물다. ARDS 환자의 기계 호흡 치료시에는 PEEP 또는 양압환기 자체만으로 흔히 심박출량 감소 및 저혈압 현상이 나타나며 여기에는 정맥환류의 감소 외에도 cardiac fossa 압박에 의한 심실 중만 장애 및 cardiac chamber의 구조적 변형(configurational change)도 관여할 것으로 생각되고 있다^{24~27)}. 이러한 상태에서 prone position으로의 체위 변경은 PEEP에 의해 유발된 cardiac fossa 압박이나 cardiac chamber의 변형을 완화시킬 수 있을

것으로 기대되며^{15, 28)} 실제 Douglas등의⁶⁾ 연구에서 supine position 때보다 심박출량이 증가한 예를 언급한 바 있었다. 저자들의 결과에서도 일부 환자에서 폐 산소화 호전이 없어도 체위 변동만으로 평균동맥압이 상승하고, stroke volume이 증가하는 것을 관찰할 수 있었는데 이는 비록 적은 수에서 관찰된 것이나 임상적으로 의의가 있을 것으로 사료된다. 즉, 본 연구의 예에서와 같이 prone position으로 혈압이 상승한다면 supine position에서 기계호흡 중 저혈압이 발생하는 ARDS 환자의 혈류역학적 상태를 안정화시킬 수 있거나, 또는 supine position에서 개방 압력에 미치지 못하는 PEEP을 쓰는 환자에서는 prone position으로 보다 높은 PEEP을 적용할 수 있는 중요한 임상적 가능성이 제시된다.

아직 ARDS에 있어서 prone position의 효과에 대하여는 밝혀져야 할 부분들이 많다. 호흡기계에 미치는 효과에 관하여는 폐 산소화 및 폐역학적 효과와 ARDS의 병리학적 상태와의 상관성이 구명되어야 한다. 즉, 현재의 이론대로 그 효과가 늑막압 경사의 정도가 심한 삼출성 시기에 의존되어 있는지, 또는 ARDS 원인 질환과 보다 밀접하게 연관되는지 등이 밝혀져야 하며 또한 prone position에 의해 현저하고 신속한 폐 산소화 호전을 보이는 환자와 완만한 정도의 호전을 보이는 환자의 임상적 차이에 대해서도 연구가 필요하다. Prone position의 혈류역학적 효과에 대하여는 ARDS의 국소적 특성과 cardiac fossa 압박이 유발되는 실험적 모델에서 확인될 필요가 있으며, 이러한 효과가 입증되는 경우 prone position시도의 목표는 폐 산소화의 호전에 국한될 것이 아니라 혈류역학적 호전의 효과까지 포함해야 할 것으로 사료된다. 결론적으로, ARDS 환자에서 prone position은 폐 산소화지표를 호전시킴으로써 투여 산소농도나 PEEP을 줄일 수 있고, 일부 환자에서는 평균동맥압을 상승시킴으로써 양압환기시의 혈류역학적 상태를 안정화할 수 있는 보조적 치료법으로 사료된다.

요 약

배 경 :

급성호흡부전증후군에서 배측 폐는 복측 폐에 비해 이환 정도가 심하여 기계호흡시 PEEP 사용에도 폐포 모집이 어려운 것이 알려져 있고 이러한 상태에서 prone position은 이환이 심한 배측 폐의 국소 환기를 향상시키고 동맥혈산소분압의 호전을 가져온다는 보고들이 있으나 아직 prone position의 호흡생리학적 효과나 혈류역학적 효과가 완전히 정립되지 않았다.

방 법 :

급성폐손상 점수 평균 2.5이상인 ARDS 환자 23명 (남 : 여 = 11 : 12, 연령 62.1 ± 20.8 세)을 대상으로 먼저 supine position에서 호흡 지표로 동맥혈가스분석, 총호흡기계 정적 탄성과 혈류역학적 지표로 평균 동맥압, 분당 심박수 등을 얻은 뒤 prone position으로 전환하였다. Prone position 5분에 동일한 혈류역학적 지표, 0.5 및 2시간에 호흡 지표를 얻었으며, 2 시간까지의 $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비가 supine position에 비해 20mmHg이상 증가한 경우를 양성 호흡반응, prone 5분의 평균동맥압이 supine position에 비해 10mmHg이상 증가한 경우를 양성 혈류역학적반응으로 각각 정의하였다.

결 과 :

1. 양성 호흡반응

대상 ARDS 환자 중 65% (15/23)가 양성 호흡반응을 보였고 양성 반응자는 비반응자에 비해 연령, 남녀비, ARDS 유발 원인, supine position에서의 $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비, Cst, rs 등은 차이가 없었으나 평균동맥압이 더 높고 (91.1 ± 13.1 mmHg vs. 76.0 ± 18.7 mmHg, $p=0.035$), 생존율이 높은 경향을 보였다 (9/15 vs. 2/8, $p=0.074$).

양성 호흡반응자의 supine, prone 0.5 및 2시간의 PaO_2 는 각각 69.8 ± 17.6 mmHg, 83.2 ± 22.6 mmHg, 96.8 ± 22.7 mmHg ($p<0.001$), $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 비는 각각 108.1 ± 40.5 mmHg, 137.3 ± 60.0 mmHg, 157.7 ± 50.0 mmHg로 증가하였다 ($p=0.001$).

2. 양성 혈류역학적반응

Prone position시 평균 동맥압이 10mmHg이상 증가한 경우는 22% (5/23)이었고 이 중 2명은 양성 호흡반응이 없는 환자였다. 양성 혈류역학적반응을 보인 환자와 보이지 않은 환자 사이에 기저 평균동맥압 (77.1 ± 11.1 mmHg, 89.8 ± 16.6 mmHg, $p=0.099$) 이나 supine position에서의 PEEP 사용 수준 (7.8 ± 3.2 cm H₂O, 8.6 ± 3.5 cm H₂O, $p=0.188$) 등은 유의한 차이가 없었다.

결 론 :

ARDS 환자에서 prone position은 폐산소화지표를 호전시키거나 평균동맥압을 상승시키며 양성 호흡반응 여부는 ARDS 발생 후 조기에 결정되는 것으로 추정되었다.

참 고 문 헌

1. Gattinoni L, Mascheroni D, Torresin A, Marcolin R, Fumagalli R, Vesconi S, Rossi GP, Rossi F, Baglioni S, Bassi F, Natri G, Pesenti A. Morphological response to positive end-expiratory pressure in acute respiratory failure. Computerized tomographic study. Intensive Care Med 12 : 137, 1986
2. Maunder RJ, Shuman WP, McHugh JW, Marglin SI, Butler J. Preservation of normal lung region in the adult respiratory distress syndrome; analysis by computed tomography. JAMA 255 : 2463, 1986
3. Gattinoni L, D'Andrea L, Pelosi P, Vitale G, Pesenti A, Fumagalli R. Regional effects and mechanism of positive end-expiratory pressure in early adult respiratory distress syndrome. JAMA 269 : 2122, 1993
4. Yang Q, Kaplowitz MR, Lai-Fook SJ. Regional variations in lung expansion in rabbits : prone vs.

- supine positions. *J Appl Physiol* 67 : 1371, 1989
5. Mutoh T, Guest RJ, Lamm WJE, Albert RK. Prone position alters the effect of volume overload on regional pleural pressures and improves hypoxemia in pigs in vivo. *Am Rev Respir Dis* 146 : 300, 1992
 6. Douglas WW, Rehder K, Beynen FM, Sessler AD, Marsh HM. Improved oxygenation in patients with acute respiratory failures : the prone position. *Am Rev Respir Dis* 115 : 559, 1977
 7. Martin RJ, Herrell N, Rubin D, Fanaroff A. Effect of supine and prone position on arterial oxygen tension in the preterm infant. *Pediatrics* 63 : 528, 1979
 8. Wagaman MJ, Shutack JG, Moomjian AS, Schwarz JG, Shaffer TH, Fox WW. Improved oxygenation and lung compliance with prone positioning of neonates. *J Ped* 94 : 787, 1979
 9. Langer M, Mascheroni D, Marcolin R, Gattinoni L. The prone position in ARDS patients. *Chest* 94 : 103, 1988
 10. Murdoch IA, Storman MO. Improved arterial oxygenation in children with the adult respiratory distress syndrome : the prone position. *Acta Peditr* 83 : 1043, 1994
 11. Pappert D, Rossaint R, Slama K, Gruning T, Kalke KJ. Influence of positioning on ventilation-perfusion relationships in severe adult respiratory distress syndrome. *Chest* 106 : 1511, 1994
 12. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, Carlet J, Falke K, Hudson L, Lamy M, Legall JR, Morris A, Spragg R, and the Consensus Committee. The American-European Consensus Conference on ARDS. *Am J Respir Crit Care Med* 149 : 818, 1994
 13. Pelosi P, D'Andrea L, Vitale G, Pesenti A, Gattinoni L. Vertical gradient of regional lung inflation in adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 149 : 8, 1994
 14. Gattinoni L, Pelosi P, Crotti S, Valenza F. Effects of positive end-expiratory pressure on regional distribution of tidal volume and recruitment in adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 151 : 1807, 1995
 15. Marini JJ. Down side up- a prone and partial liquid asset. *Int Care Med* 21 : 963, 1995
 16. Pelosi P, Croci M, Calappi E, Cerisara M, Mulazzi D, Vicardi P, Gattinoni L. The prone positioning during general anesthesia minimally affects respiratory mechanics while improving functional residual capacity and increasing oxygen tension. *Anesth Analg* 80 : 955, 1995
 17. Albert RK, Leasa D, Sanderson M, Robertson T, Hlastala MP. The prone position improves arterial oxygenation and reduces shunt in oleic acid-induced acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 135 : 628, 1987
 18. Wiener-Kronish JP, Gropper MA, Lai-Fook J. Pleural liquid pressure in dogs measured using a rib capsule. *J Appl Physiol* 59 : 597, 1985
 19. Wiener CM, Kirk W, Albert RK. Prone position reverses gravitational distribution of perfusion in dog lungs with oleic acid-induced injury. *J Appl Physiol* 68 : 1386, 1990
 20. Albert RK. One good turn. *Int Care Med* 20 : 247, 1994
 21. Lamm WJE, Graham MM, Albert RK. Mechanism by which the prone position improves oxygenation in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 150 : 184, 1994
 22. Glenn RW, Lamm WJE, Albert RK, Robertson HT. Gravity is a minor determinant of pulmonary blood flow distribution. *J Appl Physiol* 71 :

620, 1991

23. Boiteau R, Tenaillon A, Codandamourty R, Dalibon N, Nicaise E, Valente. Respiratory mechanics during prone and supine position. *Am J Respir Crit Care Med* 151(4) : A78, 1995.
24. Morgan BC, Martin WE, Hornbein TF, Crawford EW, Guntheroth WG. Hemodynamic effects of intermittent positive pressure respiration. *Anesthesiology* 27 : 584, 1966
25. Scharf SM, Caldini P, Ingram RH. Cardiovascular effects of increasing airway pressure in the dog. *Am J Physiol* 232(Heart. Circ. Physiol 1) : H35, 1977
26. Fessler HE, Brower RG, Shapiro EP, Permutt S. Effects of positive end-expiratory pressure and body position on pressure in the thoracic great veins. *Am Rev Respir Dis* 148 : 1657, 1993
27. Leithner C, Podolsky A, Globits S, Frank H, Neuhold A, Pidlich J, Schuster E, Staudinger T, Rintelen C, Roggla M, Glogar D, Frass M. Magnetic resonance imaging of the heart during positive end-expiratory pressure ventilation in normal subjects. *Crit Care med* 22 : 426, 1994
28. Marini JJ, Culver BH, Butler J. Mechanical effects of lung distension with positive pressure on cardiac function. *Am Rev Respir Dis* 124 : 382, 1981