

□ 원 저 □

심한 저산소혈증 환자에서 기관지폐포세척술 시 안면마스크를 이용한 지속성 기도양압의 유용성

가천의대 길병원 호흡기내과*, 성균관대학교 의과대학 내과학교실,
삼성서울병원 호흡기내과, 강북삼성병원*, 삼성서울병원 내과중환자실†

안창혁*, 임성웅#, 서지영, 박계영*, 박정웅*, 정성환*,
임시영#, 위미숙†, 고원중, 정만표, 김호중, 권오정

=Abstract=

Continuous Positive Airway Pressure during Bronchoalveolar Lavage in Patients with Severe Hypoxemia

Chang Hyeok An, M.D.*, Sung Yong Lim, M.D.#, Gee Young Suh, M.D.,
Gye Young Park, M.D.*, Jung Woong Park, M.D.*, Seong Hwan Jeong, M.D.*,
Si Young Lim, M.D., Misook Oui, R.N., Won-Jung Koh, M.D.,
Man Pyo Chung, M.D., Hojoong Kim, M.D., O Jung Kwon, M.D.

*Division of Pulmonary Medicine, Department of Internal Medicine,
Gachon Medical School Gil Medical Center, Incheon*,
Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Medicine,
Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea,
Division of Pulmonary Medicine, Department of Internal Medicine,
Samsung Kangbuk Hospital, Seoul, Korea†*

Background : A bronchoalveolar lavage(BAL) is useful in diagnosing the etiology of bilateral pulmonary infiltrations, but may worsen the oxygenation and clinical status in severely hypoxemic patients. This study assessed the safety and efficacy of the continuous positive airway pressure(CPAP) using a conventional mechanical ventilator via a face mask as a tool for maintaining the oxygenation level during BAL.

Methods : Seven consecutive patients with the bilateral pulmonary infiltrates and severe hypoxemia ($\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ ratio ≤ 200 on oxygen 10 L/min via mask with reservoir bag) were enrolled. The CPAP 5-6 cmH_2O (FIO_2 1.0) was delivered through an inflatable face mask using a conventional mechanical ventilator. The CPAP began 10 min before starting the BAL and continued for 30 min after the

Address for correspondence

Gee Young Suh, M.D.

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Medicine,
Samsung Medical Center, 50, Ilwon-Dong, Kangnam-Ku, Seoul, 135-710, Korea
Phone : 02-3410-3426, Fax : 02-3410-3849, E-mail : gysuh@smc.samsung.co.kr

procedure was completed. A bronchoscope was passed through a T-adaptor and advanced through the mouth. BAL was performed using the conventional method. The vital signs, pulse oxymetry values, and arterial blood gases were monitored during the study.

Results : (1) Median age was 56 years(male:female=4:3). (2) The baseline PaO_2 was 78 ± 16 mmHg, which increased significantly to 269 ± 116 mmHg($p=0.018$) with CPAP. After the BAL, the PaO_2 did not decrease significantly but returned to the baseline level after the CPAP was discontinued. The SpO_2 showed a similar trend with the PaO_2 and did not decrease to below 90 % during the duration of the study. (3) The PaCO_2 increased and the pH decreased significantly after the BAL but returned to the baseline level within 30 min after the BAL. (5) No complications directly related to the BAL procedure were encountered. However, intubation was necessary in 3 patients(43 %) due to the progression of the underlying diseases.

Conclusion : In severe hypoxemic patients, CPAP using a face mask and conventional mechanical ventilator during a BAL might allow minimal alterations in oxygenation and prevent subsequent respiratory failure. (Tuberculosis and Respiratory Diseases 2003, 54:71-79)

Key words : Hypoxemia, Bronchoalveolar lavage, Continuous positive pressure ventilation.

서 론

기관지폐포세척술(bronchoalveolar lavage; 이하 BAL로 약함)은 미만성 폐질환의 원인 규명을 위한 매우 유용한 진단적 수기이다¹. BAL은 일반적으로 비교적 안전하다고 알려져 있으나², 굴곡성 기관지내시경 검사(fiberoptic bronchoscopy; 이하 FOB로 약함) 자체가 수기 후 PaO_2 의 저하를 발생시키고 이의 회복에 수 시간까지 걸릴 수 있고^{3,4}, BAL 또한 수기 전 전신상태가 불량하거나 저산소증이 있는 환자에서는 수기 전후로 심한 저산소혈증을 초래할 위험성이 있는 것으로 알려져 있다⁵. 그러므로 BAL의 진단적 가치가 가장 높은 미만성 폐질환 환자들에서는 저산소혈증의 악화에 대한 우려로 BAL로 원인 규명을 하지 못한 채 부작용이 있는 치료를 경험적으로 하거나 부득이 기관내 삽관(endotracheal intubation) 후 BAL을 시행하기도 한다.

최근 이러한 저산소증의 해결방안으로 BAL 시

행 시 양압을 제공했던 보고들이 있으나^{6,7} 아직 심한 저산소혈증 환자에 있어서 BAL 시행 시 양압 제공의 방법이 정립되지 않은 상태이다. 이에 저자들은 심한 저산소혈증 환자에서 BAL시행 시 통상적인 중환자용 인공호흡기(mechanical ventilator)와 안면마스크로 지속적양기도압(continuous positive airway pressure; 이하 CPAP으로 약함)을 시행하는 방법을 개발하여, 이런 방법의 유용성과 안전성을 평가해 보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2001년 1월부터 2001년 8월까지 삼성서울병원에 내원한 환자를 대상으로 전향적연구(prospective study)를 시행하였다. 진단적 목적을 위한 BAL이 필요하면서, 호흡낭(reservoir bag)이 달린 안면마스크로 10L/분의 산소를 공급하여 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio가



Fig. 1. Patient undergoing a bronchoalveolar lavage during CPAP using a conventional ventilator and face mask. The face mask was connected to a mechanical ventilator via a T-adapter. The bronchoscope was advanced through the T-adapter through the mouth piece.

200 이하인 심한 저산소혈증 환자를 대상으로 하였다. 즉시 기관내삽관이 필요한 환자, 수축기 혈압이 80 mmHg 미만, 1주 이내의 급성 심근경색증 등 혈액역학적으로 불안정한 환자, 혈소판 30,000개/ μ L 미만으로 출혈 소인이 있는 환자, 뇌병증(encephalopathy)이나 혼수(coma) 등 정신상태(mentality)에 이상이 있는 환자는 본 연구에서 제외하였다.

2. 방 법

대상 환자의 활력징후, 맥박산소포화도(pulse oxygen saturation; 이하 SpO_2 로 약함), 동맥혈가스검사를 시행한 후 Servo 900C 인공호흡기(Siemens-Elerna AB, Solna, Sweden)와 안면마스크(Large Adult Inflatable Facial Mask, King System Corp.,

Nobleville, IN, USA)를 이용하여 흡입산소분율(inspired oxygen fraction; 이하 F_{IO_2} 로 약함) 1.0, CPAP 5-6 cmH_2O 를 적용하였다. CPAP 적용 10분 후에 안면마스크에 T-튜브를 꽂아 기관지내시경을 통과시켜 환자의 구강으로 삽입하여 통상적인 방법으로 BAL을 시행하였다(Fig. 1)^{1,8}. 수기 중 호흡수, 혈압, 심박수, 심전도, SpO_2 를 10분마다 측정하여 환자의 상태를 관찰하였다. 수기 30분 후 CPAP을 중지하고 다시 안면마스크로 산소를 공급하면서 각각 90분과 24시간 후에 상기 지표들을 기록하였다.

3. 통계학적 분석

모든 측정치는 평균 \pm 표준편차로 표기하였다. 비모

Table 1. Baseline characteristics and clinical outcomes of the patients

No	Sex	Age	RR (/min)	HR (/min)	BP (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	SaO ₂ (%)	APACHE II Score	Underlying Diseases	Result of BAL	Compli- cation	Intu- bation	Outcome
1	F	56	29	75	113/48	60	32	93	14	-	DAH	None	Yes	Survivor
2	F	54	42	99	106/73	65	32	91	18	AIDS	<i>P. carinii</i>	None	No	Survivor
3	M	72	21	110	110/60	79	31	96	20	-	Pulm Tbc	None	No	Survivor
4	M	63	28	91	155/89	76	37	96	8	HT	ND	None	No	Survivor
5	M	46	14	65	115/55	76	44	95	13	AML	ND	None	Yes	Dead
6	F	26	37	130	130/70	79	27	96	21	SLE	DAH	None	Yes	Survivor
7	F	66	39	92	107/77	110	45	98	19	Seizure Disorder	Adeno- carcinoma	None	No	Dead
Mean ± SD		55 ± 15	30 ± 10	95 ± 22	119 ± 18/ 67 ± 14	78 ± 16	35 ± 7	95 ± 2	16 ± 5					

(RR; respiratory rate, HR; heart rate, MBP; mean blood pressure, F; female, M; male, AIDS; acquired immune deficiency syndrome, AML; acute myelocytic leukemia, SLE; systemic lupus erythematosus, BAL; bronchoalveolar lavage, DAH; diffuse alveolar hemorrhage, Pulm; pulmonary, Tbc; tuberculosis, HT; hypertension, ND; non-diagnostic, SD; standard deviation)

수적 방법인 Friedman test를 사용하여 기저치와 각 시간대별 수치를 비교하여 유의한 변화가 관찰되면 Wilcoxon signed rank test로 하여 어떤 시간대와 유의한 차이가 있었는지 비교하였다. 시간에 따른 이전 수치와 이후 수치에 대한 변화도 상술한 방법과 같이 비교하였다.

통계학적 처리는 SPSS for Windows(release 10.0)를 이용하여 시행하였으며, p값이 0.05 미만인 경우를 통계적 유의성이 있는 것으로 해석하였다.

결 과

1. 대상 환자의 특성

총 7명(남:여=4:3)의 환자가 대상이 되었고, 연령 중앙값은 56세(26~72세)였다. 기저 질환으로는 후천성면역결핍증후군(acquired immune deficiency syndrome), 전신성 홍반성 루푸스(systemic lupus erythematosus), 발작성 장애병(seizure disorder), 고혈압, 급성 골수구성 백혈병(acute myelocytic leukemia)이 각각 한명씩이었다. APACHE II score의 중앙값은 18(8~21)이었고, 기저(안면마스

크로 10L/분의 산소를 공급할 때) PaO₂는 78 ± 16mmHg, PaCO₂는 35 ± 7mmHg, SaO₂는 93 ± 5%였고, 흉부방사선 소견은 7명 모두에서 양측성 미만성 병변을 보였다(Table 1).

2. 동맥혈가스검사와 SpO₂의 변화

기저 PaO₂는 78 ± 16 mmHg, SaO₂는 95 ± 2 %였고, 수기 전 CPAP 하의 PaO₂는 269 ± 116 mmHg, SaO₂는 99 ± 1%로 기저치 보다 의미 있게 증가하였고(각각 p=0.018, p=0.018), 수기 직후 PaO₂는 248 ± 100 mmHg, SaO₂는 99 ± 1 %로 수기 전 CPAP 하의 PaO₂, SaO₂와 유의한 차이는 없었고(각각 p=0.237, p=0.785), 수기 30분 후에도 PaO₂ 291 ± 104 mmHg, SaO₂ 99 ± 1 %로 수기 전 CPAP 하의 수치와 유의한 차이는 없었다. 수기 중 SpO₂가 90 % 미만으로 감소한 환자는 한 명도 없었다(Table 2, Fig. 2).

PaCO₂와 pH는 수기 직후 각각 54 ± 12 mmHg와 7.27 ± 0.12로 기저 PaCO₂ 35 ± 7 mmHg와 기저 pH 7.42 ± 0.04와는 유의한 차이가 있었으나(각각 p=0.028, p=0.028), 나머지 기간에는 기저치와 유의

Table 2. Variations in the PaO₂ in each patients*

No	Baseline	CPAP	BAL End	30 min	90 min	24 hrs
1	60	85	317	437	68	67
2	65	374	307	319	77	70
3	79	186	184	251	73	122
4	76	220	99	128	179	65
5	76	351	290	297		79
6	79	407	376	386	64	
7	110	257	162	216	67	73
Mean ± SD	78 ± 16	269 ± 116	248 ± 100	291 ± 104	88 ± 45	79 ± 21

*Unit of values is mmHg

(Baseline; at inclusion, when the patient was breathing with the high FiO₂ mask, CPAP; 10 min after applying continuous positive airway pressure, BAL End; after BAL, 30 min; 30 min after BAL, 90 min; 90 min after BAL, 24 hrs; 24 hrs after BAL, SD; standard deviation)

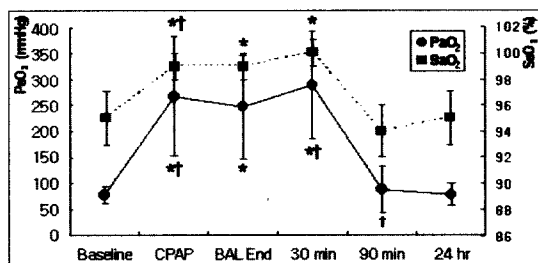


Fig. 2. Variations in the mean PaO₂ and SaO₂. After applying continuous positive airway pressure(CPAP), both the PaO₂ and SaO₂ increased significantly compared to the baseline values and did not decrease during the bronchoalveolar lavage. The PaO₂ and SaO₂ returned to baseline value after discontinuing CPAP.

*p<0.05 compared to the baseline,

†p<0.05 comparison with previous data.

한 차이를 보이지 않았다(Table 3, Fig 3).

3. 합병증

7명의 환자 모두에서 기관내삽관 없이 안전하게 BAL을 시행할 수 있었으며, 세 명의 환자(43%)가 BAL 시행 후 각각 3시간, 9시간, 12시간 만에 기

관내삽관을 필요로 하였다. 다른 네 명의 수기 후 90분과 24시간 후의 안면마스크 하 PaO₂는 각각 96±55mmHg와 83±27mmHg로 CPAP 적용 전의 PaO₂ 73±9 mmHg와 유의한 차이는 없었다(각각 p=0.715, p=0.593). 기흉, 출혈, 감염, 혈액학적 합병 증은 발생하지 않았다. 수기와 연관되어 24시간 내 에 사망한 환자는 없었고, 7명의 환자 중 2명 (29%)이 각각 3일과 9일째에 사망하였다(Table 1).

고 찰

본 연구의 주요한 결과로는 심한 저산소혈증 환자 에서 안면마스크를 이용한 CPAP을 적용하여 BAL을 시행하면 수기 시 발생할 수 있는 저산소 혈증의 위험 없이 수기를 마칠 수 있다는 것이다.

FOB 시에는 내시경에 의해 기도내경의 감소로 일회환기량(tidal volume)이 줄고^{9,10}, 흡인(suction) 시 호기말용적(end-expiratory volume)과 호기말양 압(positive end-expiratory pressure)의 감소에 의 한 폐포폐쇄(alveolar closure)와 정맥혈혼합(venous admixture)이 촉진됨으로써 저산소혈증이 유발되는 것으로 알려져 있다^{3,4,9}. 저산소혈증에서 회

Table 3. Variations in the PaCO₂ in each patients

No	Baseline	CPAP	BAL End	30 min	90 min	24 hrs
1	32	33	49	46	41	35
2	32	34	44	27	35	29
3	31	34	53	51	31	33
4	37	37	56	48	46	36
5	44	40	41	41	42	36
6	27	31	60	37		
7	45	45	78	50	41	45
Mean ± SD	35 ± 7	36 ± 5	54 ± 12	43 ± 9	39 ± 5	36 ± 5

*Unit of values is mmHg

(Baseline; at inclusion, when the patient is breathing with the high FiO₂ mask, CPAP; 10 min after applying continuous positive airway pressure, BAL End; after BAL, 30 min; 30 min after BAL, 90 min; 90 min after BAL, 24 hrs; 24 hrs after BAL, SD; standard deviation)

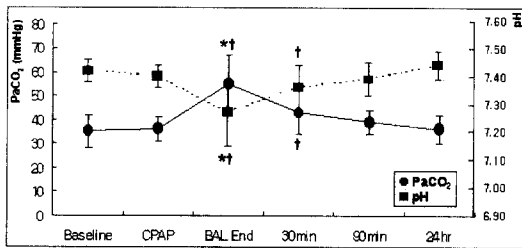


Fig. 3. Variations In the mean PaCO₂ and pH. After a bronchoalveolar lavage(BAL), the PaCO₂ increased and the pH decreased significantly compared to the baseline and returned to the baseline value within 30 min. *p<0.05 compared with the baseline, †p<0.05 comparison with previous data.

복되는 데에는 정상인의 경우에는 약 15분, 심한 폐실질 질환을 가진 환자의 경우에는 수 시간까지 걸리는 것으로 보고되었다⁴. 더욱이 PaO₂/FiO₂ ratio가 75 이하인 심한 저산소혈증 환자에서는 폐포환기량(alveolar ventilation)의 감소로 PaO₂가 26% 정도 감소하여 약 2시간 까지도 지속되는 것이 보고된 바 있어⁵, 미국흉부학회(American Thoracic Society)에서는 PaO₂가 75mmHg 미만이거나 SaO₂가 90% 미만인 환자는 BAL의 상대적 금기증으로 권고한 바 있다¹. 따라서 원인을 알수 없는

미만성 폐침윤이 있는 저산소혈증 환자에서 진단적 목적으로 FOB 또는 BAL이 필요한 임상적인 상황에서도 아예 수기를 시행하지 못하거나 안전을 위해서 침습적인 기관내삽관 후 시행하는 경우가 있다.

1996년 Antonelli 등은 심한 저산소혈증을 가진 면역저하환자에서 NIPPV를 적용하여 비교적 안전하게 FOB를 시행할 수 있다고 보고하여⁶ 비침습적으로 양압을 제공하면 저산소증의 위험을 줄일 수 있음을 처음으로 시사하였다. 이후 Maitre 등도 30명의 저산소혈증 환자에서 새로운 CPAP 기구를 이용하여 FOB를 시행 저산소증을 방지할 수 있었다고 보고한 바 있고⁷, Antonelli 등은 13명의 저산소혈증을 가진 폐렴 환자에서 NIPPV를 적용하며 특수 제작한 안면마스크를 이용한 BAL을 안전하게 시행할 수 있다고 보고하였다¹¹. 본 연구의 환자들에서도 적어도 수기 90분 후까지는 모든 환자에서 저산소증의 악화는 관찰되지 않아 이들 보고와 크게 다르지 않다. 또한 본 연구는 어떤 특수한 기구나 장비를 이용한 것이 아니라 대부분의 병원에서 이미 보유하고 있는 안면마스크와 T-튜브, 그리고 통상적인 중환자실용 인공호흡기를 이용하여 시행하였기 때문에 기존의 연구들보다 특

히 우리나라 현실에서는 실질적인 이용가치가 크다고 할 수 있겠다.

본 연구에서 CPAP 적용 후 PaO_2 와 SaO_2 는 기저치 보다 증가하여 수기 후 CPAP 적용이 끝날 때까지 그 수준이 유지되다가, 이후 감소하는 경향을 보이기는 하였으나 적어도 기저치 수준 이상은 유지되었다. 3명의 환자는 BAL 종료 5시간, 9시간, 12시간 후에 각각 기관내삽관을 시행하였다. 이들 3명과 기관내삽관이 필요 없었던 4명 사이의 기저 동맥혈가스검사의 유의한 차이는 없었다. 본 연구의 수기 후 기관내삽관율은 기존 연구에서 보다 높은 경향을 보였는데 이는 기존의 연구들의 대상 환자에 본 연구보다 비교적 경한 환자들이 많이 포함되어 이런 결과가 나왔을 가능성이 높다⁷. 본 연구에서 기관내삽관이 필요했던 환자들은 한명은 급성 골수성 백혈병으로 골수이식을 했던 환자로 이식편대숙주병(graft versus host disease)이었던 환자, 한 환자는 간세포성암(hepatocellular carcinoma)에 거대세포바이러스 폐렴(cytomegalovirus pneumonia)이 의심되면서 의한 급성호흡곤란 증후군(acute respiratory distress syndrome)으로 진행되는 환자, 한 명은 전신성 홍반성 루프수 환자에서 폐포출혈이 진행하던 환자여서 이들에서 기관내삽관은 수기 자체에 의한 것보다는 질환의 경과가 악화되어 기관내삽관이 필요했던 것으로 생각된다.

본 연구에서 PaCO_2 와 pH는 BAL 종료 직후를 제외하고는 기저치와 유사한 수준을 유지하였다. 혈압이나 맥박수, 호흡수, 체온도 결과치는 보이지 않았으나 수기 후에는 기저치와 유사한 수준을 유지하여 기존 연구들의 임상 양상과 비슷한 결과를 보였다^{6,7,11}. 다만 BAL 직후 PaO_2 와 SaO_2 는 폐포 환기량이 감소되더라도 고농도의 산소와 CPAP의 공급으로 인해 증가된 반면, PaCO_2 는 FOB 및 BAL 수기 자체에 의한 폐포환기량의 감소로 인해 일시적으로 상승한 것으로 추정된다. 또한 압력상

해나 의미 있는 부정맥도 관찰되지 않아 CPAP을 이용한 BAL은 비교적 안전하게 시행될 수 있음을 시사한다.

본 연구에서 BAL을 통해 7명의 환자 중 5명(71%)에서 진단에 도움을 얻어 치료에 이용할 수 있었는데, 미만성 폐포출혈(diffuse alveolar hemorrhage) 2예, 주폐포자충 폐렴(*Pneumocystis carinii* pneumonia) 1예, 폐결핵 1예, 폐선암증 1예가 각각 진단되었다.

수기와 관련하여 24시간 내에 사망한 환자는 없었으나, 3일과 9일째에 각각 사망한 환자가 있었는데, 이들은 기저 질환인 악성 종양과 관련된 질환의 악화 경로로 사망한 것으로 추정하고 있다. 이런 사망률은 기존 연구의 사망률인 25%⁶, 31%¹¹와 유사하다.

결론적으로 본 연구에서와 같이 안면마스크를 통한 CPAP을 적용하면 심한 저산소혈증 환자에서 저산소혈증 심화의 위험을 줄이면서 BAL을 시행할 수 있으며 이로 인해 진단 및 치료에 도움을 줄 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

원인 미상의 미만성 폐침윤이 있는 경우, 기관지폐포세척술(bronchoalveolar lavage; BAL)이 진단에 유용하나, 심한 저산소혈증이 있는 환자에서는 수기 중 저산소혈증의 악화에 대한 우려로 BAL을 시행하지 못하거나 기관내삽관 후 시행하는 경우가 많다. 이에 저자들은 심한 저산소혈증 환자에서 BAL 시행 시 안면마스크를 통한 지속성 기도양압(continuous positive airway pressure; CPAP)을 시행하여, 이 방법의 유용성 및 안정성을 평가하기 위해서 본 연구를 시행하였다.

방 법 :

2001년 1월 2000년 8월까지 삼성서울병원에 입원

한 환자 중, 진단적 BAL이 필요하면서 심한 저산소혈증(안면마스크로 산소 10 L/min 공급 시 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio ≤ 200)이 있는 환자들을 대상으로 하였다. 기존의 인공호흡기와 안면마스크를 이용하여 흡입산소분율 1.0로 CPAP 5~6 cmH₂O를 BAL 시행 10분 전부터 BAL 종료 30분 후까지 적용하였다. 기관지내시경은 T-튜브를 통해 구강으로 삽입하여 통상적인 방법으로 BAL을 시행하였다. 수기 전, 직후, 수기 후 30분, 90분과 24시간에 여러 생리학적 지표와 가스교환지표들을 측정하였다.

결 과 :

(1) 총 7명(남:여=4:3)의 환자를 대상으로 하였으며 연령 중앙값은 56세였다. (2) CPAP 적용 전 PaO_2 는 78 ± 16 mmHg였으며 CPAP 적용 후 269 ± 116 mmHg으로 유의하게 증가하였으며($p=0.018$) BAL 시행 후와 30분 후 PaO_2 의 유의한 감소는 관찰되지 않았다. 수기 중 SpO_2 가 90% 미만으로 감소한 환자는 한 명도 없었다. (3) 수기 직후 PaCO_2 의 유의한 증가, pH의 유의한 감소가 관찰되었으나 수기 후 30분만에 회복되었다. (5) 시행 중 출혈, 기흉, 감염, 혈액학적 합병증은 발생하지 않았으며, 세명의 환자(43%)에서 수기와 무관하게 기저 질환의 진행으로 기관내삽관을 필요로 하였다.

결 론 :

심한 저산소혈증 환자에서 안면마스크를 이용한 CPAP을 적용하여 BAL을 시행하면, 수기 시 저산소혈증의 위험 없이 안전하게 검사를 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. American Thoracic Society. Clinical role of bronchoalveolar lavage in adults with pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142:481-6.
2. Ettensohn D, Jankowski M, Redondo A, Duncan P. Bronchoalveolar lavage in the normal volunteer subject: 2. safety and results of repeated BAL, and use in the assessment of intrasubject variability. *Chest* 1988;94:281-5.
3. Albertini R, Harrel J, Moser K. Hypoxemia during fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1974; 65:117-8.
4. Matsushima Y, Jones R, King E, Moysa G, Alton J. Alterations in pulmonary mechanics and gas exchanges during routine fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1984;86:184-8.
5. Trouillet J, Guiget M, Gibert C, Fagon J, Dreyfuss D, Blanchet F, Chastre J. Fiberoptic bronchoscopy in ventilated patients: evaluation of cardiopulmonary risk under midazolam sedation. *Chest* 1990;97:927-33.
6. Antonelli M, Conti G, Riccioni L, Meduri G. Noninvasive positive-pressure ventilation via face mask during bronchoscopy with BAL in high-risk hypoxemic patients. *Chest* 1996;110: 724-8.
7. Maitre B, Jaber S, Maggiore S, Bergot E, Richard J, Bakthiari H, Housset B, Bousignac G, Brochard L. Continuous positive airway pressure during fiberoptic bronchoscopy in hypoxemic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1063-7.
8. Reynolds H. Bronchoalveolar lavage. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:250-63.
9. Lindholm C, Ollman B, Snyder J, Millen E, Grenvik A. Cardiorespiratory effects of flexible fiberoptic bronchoscopy in critically ill patients. *Chest* 1978;87:362-8.
10. Lindholm C, Ollman B, Snyder J, Millen E,

- Grenvik A. Flexible fiberoptic bronchoscopy in critical care medicine: diagnosis, therapy, and complications. *Crit Care Med* 1974;2: 250-61.
11. Antonelli M, Conti G, Rocco M, Arcangeli A, Cavaliere F, Proietti R, Meduri G. Noninvasive positive-pressure ventilation vs conventional oxygen supplementation in hypoxic patients undergoing diagnostic bronchoscopy. *Chest* 2002;121:1149-54.
-