급성폐손상과 급성호흡곤란증후군 환자에서 압력조절환기법을 이용한 폐포모집술의 효과와 안정성

연세대학교 의과대학 [1]내과학교실, [2]폐질환연구소, [3]국민건강보험공단 일산병원 내과

정경수[1], 박병훈[1], 신상윤[1], 전한호[1], 박선철[1], 강신명[1], 박무석[1,2], 한창훈[3], 김정주[3], 이선민[3], 김세규[1,2], 장 준[1,2], 김성규[1,2], 김영삼[1,2]

The Effect and Safety of Alveolar Recruitment Maneuver using Pressure-Controlled Ventilation in Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome

Kyung Soo Chung, M.D.[1], Byung Hoon Park, M.D.[1], Sang Yun Shin, M.D.[1], Han Ho Jeon, M.D.[1], Seon Cheol Park, M.D.[1], Shin Myung Kang, M.D.[1], Moo Suk Park, M.D.[1,2], Chang Hoon Han, M.D.[3], Chong Ju Kim, M.D.[3], Sun Min Lee, M.D.[3], Se Kyu Kim, M.D.[1,2], Joon Chang, M.D.[1,2], Sung Kyu Kim, M.D.[1,2], Young Sam Kim, M.D.[1,2]

[1]Department of Internal Medicine, [2]Institute of Chest Disease, Yonsei University College of Medicine, Seoul, [3]Department of Internal Medicine, National Health Insurance Corporation Ilsan Hospital, Goyang, Korea

Background: Alveolar recruitment (RM) is one of the primary goals of respiratory care for an acute lung injury (ALI) and acute respiratory distress syndrome (ARDS). The purposes of alveolar recruitment are an improvement in pulmonary gas exchange and the protection of atelectrauma. This study examined the effect and safety of the alveolar RM using pressure control ventilation (PCV) in early ALI and ARDS patients.

Methods: Sixteen patients with early ALI and ARDS who underwent alveolar RM using PCV were enrolled in this study. The patients' data were recorded at the baseline, and 20 minutes, and 60 minutes after alveolar RM, and on the next day after the maneuver. Alveolar RM was performed with an inspiratory pressure of 30 cmH_2O and a PEEP of 20 cmH_2O in a 2-minute PCV mode. The venous O_2 saturation, central venous pressure, blood pressure, pulse rate, PaO_2/FiO_2 ratio, PEEP, and chest X-ray findings were obtained before and after alveolar RM.

Results: Of the 16 patients, 3 had extra-pulmonary ALI/ARDS and the remaining 13 had pulmonary ALI/ARDS. The mean PEEP was 11.3 mmHg, and the mean PaO_2/FiO_2 ratio was 130.3 before RM. The PaO_2/FiO_2 ratio increased by 45% after alveolar RM. The PaO_2/FiO_2 ratio reached a peak 60 minutes after alveolar RM. The $PaCO_2$ increased by 51.9 mmHg after alveolar RM. The mean blood pressure was not affected by alveolar RM. There were no complications due to pressure injuries such as a pneumothorax, pneumomediastinum, and subcutaneous emphysema.

Conclusion: In this study, alveolar RM using PCV improved the level of oxygenation in patients with an acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. Moreover, there were no significant complications due to hemodynamic changes and pressure injuries. Therefore, alveolar RM using PCV can be applied easily and safely in clinical practice with lung protective strategy in early ALI and ARDS patients. *(Tuberc Respir Dis 2007;63:423-429)*

Key Words: Recruitment maneuvers, Acute lung injury, Acute respiratory distress syndrome, Pressure-controlled ventilation

Address for correspondence: Young Sam Kim, M.D.
Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine, 250, Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul 120-740, Korea
Phone: 82-2-2228-1965, Fax: 82-2-393-6884
E-mail: ysamkim@yuhs.ac
Received: Sep. 13, 2007
Accepted: Nov. 5, 2007

서 론

Amato 및 The Acute Respiratory Distress Syndrome Network trial은 급성폐손상과 급성호흡곤란증후군 대상자들의 기계환기 치료에서 낮은 일회 호흡량 (<6 ml/kg)을 적용함으로써 사망률의 감소를 증명하였다[1,2]. 이와 더

불어 폐포모집술(alveolar recruitment maneuver)과 높은 호기말양압(Positive End-Expiratory Pressure)도 산소화를 개선시키고, 폐포들의 반복적인 개・폐(opening and cycling collapse)를 방지하기 위한 목적으로 이용된다. 하지만 ALVEOLI (Assessment of Low tidal Volume and Elevated end-expiratory pressure to Obviate Lung Injury) trial에서 폐포모집술과 호기말양압이 대상자들의 생존율 향상을 증명하지 못하고 일시적인 산소화의 개선만 유지시킬 뿐 다른 효과를 나타내지 못했기 때문에 심한 저산소증의 경우에서만 제한적으로 이용되고 있다[3,4]. 그러나 다양한 방법의 폐포모집술과 호기말양압의 효과에 대해서는 아직도 의견이 분분하다. Lim 등[5,6]이 발표한 화학적 폐손상, 기계환기에 의한 폐손상, 폐렴 손상의 동물 모델에서 지속적인 양압환기를 이용한 폐포모집술, 점진적으로 호기말양압을 상승시키는 폐포모집술, 압력조절환기법을 이용한 폐포모집술들의 효과를 비교한 연구가 있었다. 이 동물 연구의 결과에서는 압력조절환기법을 이용한 폐포모집술에서 일시적인 혈역학적 부작용이 가장 적었고, 산소화의 개선 및 지속시간이 다른 방법보다 우월하였다. 그렇지만 동물 실험 모델의 결과는 급성호흡곤란증후군 환자들에서 초기부터 일어나는 폐 섬유화 같은 구조적인 변화를 반영하지 못한다는 단점이 있어 이를 바로 적용하기는 힘들다[7].

따라서 본 연구를 통해 급성폐손상 및 급성호흡곤란증후군 대상자들에서 압력조절환기법을 이용한 폐포모집술을 시행하여 산소화 개선의 정도와 지속시간 및 부작용에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2007년 2월부터 연세대학교 의과대학 세브란스병원 중환자실 및 국민건강보험공단 일산병원 중환자실에 입원하는 급성폐손상 및 급성호흡곤란증후군 대상자를 대상으로 하였다. 급성폐손상 및 급성호흡곤란증후군의 정의는 American-European Consensus Conference[8]에 의해 제안된 조건을 적용하였다. 연구에 관련된 모든 내용과 과정은 세브란스병원 임상심의위원회 (CR-4-2006-0283)와 국민건강보험공단 일산병원 임상심의 위원회 (CR-수연 2007-12)의 심의를 거쳐 모든 환자들에 대해서 환자 보호자의 서면 동의를 받은 이후에 시행하였다. 각 대상자들을 이전의 흉부 방사선 검사 및 임상 양상을 통해 폐내 및 폐외 급성폐손상 및 급성호흡곤란증후군으로 구분하였다.

폐포모집술 시행 후 20분 뒤의 동맥혈산소분압/흡입산소분율이 50% 이상으로 상승한 경우를 반응군 (responder)으로 정의하였고, 50% 이하로 상승한 경우를 비반응군 (non-responder)으로 정의하였다.

2. 연구 방법

대상자들은 폐포모집술 시행 이전에 폐쇄흡입용카테터 (closed suction catheter)를 적용하여 반복적인 기관 내 흡인으로 인해 폐포모집술 및 호기말양압의 효과가 차감되지 않도록 하였다. 또한 혈역학적인 감시를 위해 동맥관(arterial line)을 삽입하였다. 또한 중심 정맥압(central venous pressure) 및 정맥혈 산소포화도(venous oxygen saturation)를 측정하기 위해 경정맥(jugular vein) 혹은 쇄골하 정맥(subclavian vein) 카테터를 삽입하였다.

폐포모집술 이전에 기계환기는 예측 체중의 6～8 ml/kg 정도의 낮은 일회 호흡량을 적용하였고, 흡입 산소분율(FiO_2)은 0.6 미만, 동맥혈 산소 분압(PaO_2)은 60 mmHg 이상 혹은 동맥혈 산소포화도(SaO_2)는 90% 이상 유지하였고 고평부압이 30 cmH_2O를 넘지 않도록 호기말양압을 적용하였다. 이후 최소 30분 동안의 안정화 기간을 유지하였다. 이후 대상자들의 동맥관을 통해 동맥혈 가스 검사를 시행하였고, 중심정맥도관을 통해 중심정맥압 및 정맥혈 산소 포화도를 검사하였다. 또한 혈역학적인 자료는 동맥관을 통해 수축기 혈압, 평균 혈압, 맥박수를 측정하였다.

압력조절환기 방식으로 기계호흡을 전환한 뒤, 30 cmH_2O의 흡입압력과 20 cmH_2O의 호기말양압을 적용하여 총 압력 50 cmH_2O로 2분간 폐포모집술을 시행하였다. 20분, 60분 뒤, 다음 날에 동맥혈산소분압, 정맥혈 산소포화도, 수축기 혈압 및 이완기 혈압, 평균 혈압, 맥박수를 측정하였다. 20분 후에 동맥혈산소분압/흡입산소분율의 비를 측정하여 반응군과 비반응군으로 분류하였다. 폐포모집술 이후 호기말 양압의 적용은 ALVEOLI trial[4]과 동일하게, 반응군의 경우 낮은 일회 호흡량과 보다 높은 호기말양압을 적용하였고, 비반응군의 경우에는 낮은 일회 호흡량과 보다 낮은 호기말양압을 설정하였다(Table 1). 단, 고평부압이 30 cmH_2O가 넘지 않도록 호기말양압을 조절하였다. 이 후 합병증을 확인하기 위해 6시간 이내로 흉부 방사선검사를 시행하였다.