

# 제1 경수 완전 사지마비 환자의 비침습적 호흡기 사용

-증례 보고-

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 근육병재활연구소

박 중 현 · 강 성 웅 · 조 동 희

## Non-invasive Intermittent Positive Pressure Ventilation Apply to Complete Tetraplegia due to C1 Spinal Cord Injury

-A case report-

Jung-Hyun Park, M.D., Seong-Woong Kang, M.D. and Dong-Hee Cho, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine and Rehabilitation Institute of Muscular Disease, Yonsei University College of Medicine

The patients who have high cervical cord injury with paralysis of diaphragm are not able to live without mechanical ventilatory support. In conventional concept, tracheostomy is necessary for long-term use of mechanical ventilation. We reported a 33-year-old man diagnosed with complete tetraplegia due to C1 spinal cord injury. He had used intermittent mechanical ventilation via tracheostomy tube. He had no movement of diaphragm and showed hypercapnia and hypoxemia without ventilatory support for several hours. He showed 400 ml of vital capacity and un-

obtainable peak cough flow level but it could be obtained 300 L/min of assisted peak cough flow. Noninvasive intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) was applied from invasive method and decannulation and tracheostomy closure was performed successfully. He had no pulmonary complications for six months. This case could be a good model for the indication of NIPPV application and decannulation. (J Korean Acad Rehab Med 2004; 28: 501-504)

**Key Words:** Tetraplegia, Tracheostomy, Decannulation, Pulmonary rehabilitation, Noninvasive intermittent positive pressure ventilation

### 서 론

횡격막은 제3, 4, 5번 경수신경의 지배를 받으며, 더 상부에서 경수의 완전 손상을 받으면 자발적인 횡격막의 움직임이 불가능하다. 제4 경수 이상의 수준에서 사지마비가 있는 경우, 대부분에서 인공호흡기 사용이 필요하다고 알려져 있고,<sup>10)</sup> 횡격막신경 조율기(phrenic nerve pacemaker)를 이식하는 방법도 보고되어 있다.<sup>11)</sup> 이러한 인공호흡법을 장기간 사용하기 위해서, 기관절개관을 이용하는 것이 전통적인 방법이었다.

기관절개부 봉합(decannulation and tracheostomy closure)의 적용 기준은 아직 확립되지 않고 논란의 여지가 있으나, 최근 Bach<sup>5)</sup>는 기관절개부 봉합을 위해서 보조 최대기침유량(assisted peak cough flow: APCF)이 160 L/min 이상이 되어

야 한다고 제시하였다. 하지만, 국내에서는 기관절개부 봉합과 관련하여 명확한 호흡 능력 기준을 가지고 있지는 않은 실정이다. 특히 인공호흡기를 장기간 유지해야 하는 상부 경수손상 환자에서 침습적인 인공호흡기를 비침습적 인공호흡법으로 전환하는 기술은 국내에서 일반적으로 시행되지는 않고 있다.

본 증례는 제1 경수 손상으로 인한 완전 사지마비 환자로 기관절개를 이용하여 침습적으로 간헐적 인공호흡기를 사용하고 있었으나 기관절개 봉합술을 시행하고 비침습적 간헐적 양압 인공호흡법(Noninvasive intermittent positive pressure ventilation; NIPPV)으로 성공적으로 전환하였기에 이를 보고한다.

### 증 례

본 33세된 남자 환자는 1999년 6월 3일 교통사고로 인한 경수 손상으로 사지마비가 발생하여 1999년 6월 4일에 경추 3, 4번의 압박골절 및 후방 탈구에 대한 응급수술을 시행하였고, 수술 후 기관절개술 및 침습적 인공환기법을 시행하였다. 2001년 4월부터는 밤에만 간헐적으로 인공호흡기

접수일: 2004년 1월 14일, 게재승인일: 2004년 4월 30일  
교신저자: 강성웅, 서울시 강남구 도곡동 146-92  
☎ 135-749, 영동세브란스병원 재활의학과  
Tel: 02-3497-3492, Fax: 02-3463-7585  
E-mail: kswoong@yumc.yonsei.ac.kr

를 사용하였고, 낮에는 인공호흡기를 사용하지 않고 환자가 호흡곤란을 호소할 때마다 보호자가 도수 소생기 (manual resuscitator) 백으로 공기를 짜서 환기를 시켰다. 2001년 11월부터 약 3개월 동안 인공호흡기를 전혀 사용하지 않은 상태로 지냈으며, 당시 동맥혈 가스분석검사상 이

산화탄소 분압은 60~70 cmH<sub>2</sub>O로 높게 유지되었으며, 가끔 호흡곤란을 호소하였지만, 불규칙적으로 도수 소생기 백으로 공기를 짜주는 것 외의 별다른 처치 없이 지냈다. 2002년 2월, 흉부방사선 검사 및 임상증상에서 폐렴의 징후가 없는 상태에서 호흡부전이 발생하였으며, 당시 동맥혈 가스분석검사상 이산화탄소 분압은 100 cmH<sub>2</sub>O 이상으로 상승하고, 산소포화도가 50% 이하로 떨어져 중환자실에서 지속적인 인공호흡기 관리를 받았다. 이후, 자가로 bi-level positive airway pressure (BiPAP) 호흡기를 구입하여 기관절개관을 통해 간헐적으로 사용(흡기시 기도 양압: 10 cmH<sub>2</sub>O, 호기시 기도 양압: 4 cmH<sub>2</sub>O)하였다.

환자는 수상 후 3년 9개월이 경과된 2003년 3월 본원 재활의학과로 전원되었다. 본원 전원 당시 시행한 도수근력 검사에서 모든 상하지 근육은 0/5였으며, 승모근(trapezius)에 의한 어깨올림 동작과 흉쇄 유돌근(sternocleidomastoid; SCM)에 의한 목의 조절은 일부 가능하였다. 관절가동범위의 제한은 없었고, 상하지에서 grade 1+의 경직을 보였다. 제2 경수 피부분절에서 감각이 저하되어 있었고, 제3 경수 피부분절 이하에서는 감각을 느끼지 못했다. 심부건반사 검사상 양측 슬개건반사와 족부건반사가 항진되어 있었으며, 항문 주위 감각은 없었다.

폐기능 검사 소견: 환자의 폐활량은 앉은 자세에서 400 ml, 누운 자세에서 500 ml이었으며, 이는 정상 성인 남자

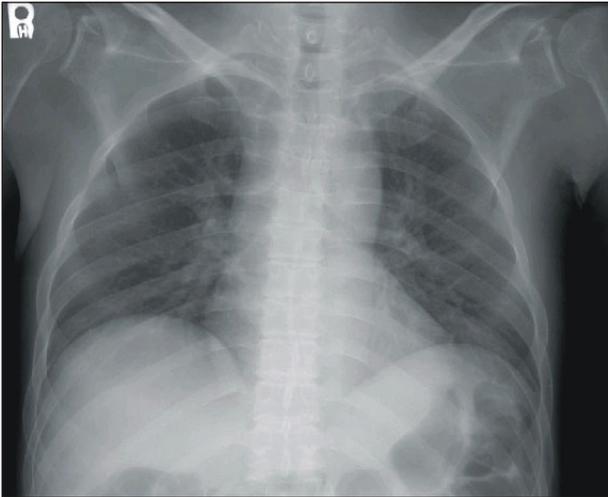


Fig. 1. Chest radiologic study shows elevated paralyzed diaphragm and no parenchymal diseases.

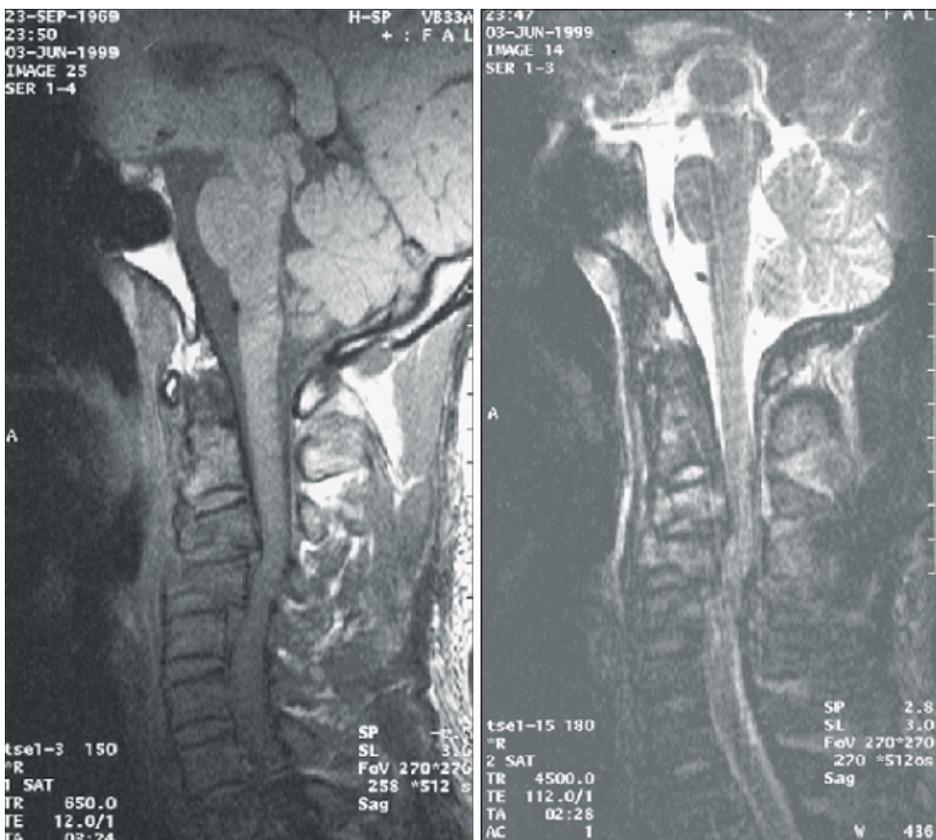


Fig. 2. Preoperative cervical spine MRI showed C3 and C4 compression fracture and dislocation and cord compression with signal changes.

폐활량 기대치의 9.6%와 12.2%에 해당하는 수치였다. 최대 기침유량(peak cough flow: PCF)은 값이 얻어지지 않았으며, 보조 최대 기침유량(assisted PCF: Apcf)은 300 L/min이었다. 앉은 자세에서 최대 호기압(maximal expiratory pressure: MEP)은 4 cmH<sub>2</sub>O, 최대 흡기압(maximal inspiratory pressure: MIP)은 11 cmH<sub>2</sub>O로, 각각은 정상 기대치의 5.4%와 6.8%에 해당하였다.

방사선학적 소견: 단순 흉부방사선 검사상 양쪽 횡격막이 상승되어 있었으나, 폐실질의 이상 소견은 없었다(Fig. 1). 사고 당시 시행한 경추부 자기공명영상 검사상 제3, 4번 경추의 압박골절 및 탈구로 경수가 심하게 압박된 소견이 있었다(Fig. 2). 횡격막의 투시검사(fluoroscopy)상 양측 횡격막의 움직임이 전혀 관찰되지 않았다.

치료경과: 입원당시 BiPAP (흡기시 기도 양압: 10 cmH<sub>2</sub>O, 호기시 기도 양압: 4 cmH<sub>2</sub>O, 분당 호흡수: 19~21회)를 기관절개관을 이용하여 간헐적으로 사용하고 있었다. 입원당시 동맥혈 가스분석 검사상 산소포화도는 97.7%로 정상 소견을 보였으나, 혈중 이산화탄소 분압은 58.6 cmH<sub>2</sub>O로 상승되어 있어 BiPAP 호흡기를 사용하고 있음에도 불구하고 충분한 환기가 이루어지지 않음을 시사하고 있었다.

기본적인 호흡기능 평가를 시행한 후 BiPAP 호흡기를 이동용 부피 호흡기(portable volume ventilator: LTV-900, Pulmonary Systems, Inc. Colton, USA)로 교체하였고 환자의 심리적인 안정을 위하여 처음 며칠은 기관절개관을 통하여 인공호흡을 시행하였다. 이때 맥박 산소계측기(BCI 3303 Oximeter, BCI international, USA)를 이용하여 측정한 산소포화도는 98.0%, 이산화탄소 분압 측정기(BCI 8200 Capnograph, BCI international, USA)를 이용하여 여러 차례 측정된 호기 후 이산화탄소 분압(end-tidal CO<sub>2</sub>: EtCO<sub>2</sub>)은 40~45 cmH<sub>2</sub>O로, BiPAP 호흡기를 사용할 때 좀 더 감소하여 정상화된 소견을 보였다.

이후, 기관절개관의 마개를 막은 상태로 비강마스크를 이용한 비침습적 인공호흡법을 시도하였고, 일회 호흡량 1,000 ml로 인공호흡기 치료를 시작하였다(Fig. 3). 침습적 방법을 비침습적 방법으로 바꾼 이후 수차례 측정된 산소포화도는 95% 이상, 호기 후 이산화탄소 분압은 40~45 cmH<sub>2</sub>O를 유지하여 정상 환기가 이루어지고 있음을 확인하였고, 이 수치는 침습적인 방법으로 인공호흡을 시행할 때와 차이가 없었다.

비침습적 인공호흡법을 이용한 간헐적 환기를 시행한 2주 후 환자는 심리적으로 안정되어 편안하게 비강마스크를 이용한 인공호흡법이 가능하였으며, 3주 경과 후 기관절개 봉합술(decannulation & tracheostomy closure)을 시행하였다. 환자는 퇴원 시까지 인공호흡기의 일회 호흡량을 1,200 ml로 조절하였고, 수면 중에만 간헐적으로 인공호흡기를 사용하고 낮시간은 인공호흡기 없이 활동 가능하였다. 기관절개 봉합술 이후 측정된 산소포화도 및 호기 후 이산화탄



Fig. 3. Noninvasive intermittent positive pressure ventilation (LTV-900) via nasal mask after decannulation and tracheostomy closure in the C<sub>1</sub> tetraplegic patient.

소 분압은 봉합술 이전과 차이를 보이지 않았다.

본 환자는 외래를 통한 약 1년 간의 추적 관찰 중이며 호흡기계 합병증이 있었다는 보고는 없었다.

### 고찰

본 증례처럼 제3 경수 이상의 상부 경수손상이 있는 경우 횡격막의 완전마비가 있더라도 흉쇄 유돌근이나 승모근 같은 호흡 보조근육을 이용한 자발 호흡이 가능하다. 하지만, 시간이 지나면 근피로로 인하여 환기 능력이 떨어지게 되어 체내 이산화탄소가 축적되고 폐렴 등 폐실질의 병변이 없음에도 결국은 산소포화도까지 떨어지는 호흡마비 증상을 경험하게 된다. 이런 경우 간헐적 양압 인공호흡법(intermittent positive pressure ventilation; IPPV)의 사용은 필수적이라고 하겠다.

장기간 간헐적 인공호흡을 하는 방법으로 기관절개관을 이용한 침습적인 방법과 비침습적 방법이 있다. 비침습적 방법을 사용할 경우 호흡기계 합병증 발생률과 입원 빈도가 낮았고 입원을 하더라도 재원기간이 짧은 것으로 보고되고 있으며, 환자들은 전반적으로 비침습적 방법을 선호하며, 특히 안정성, 편리성, 편안함, 언어구사, 연하기능, 수면 및 외모 면에서 비침습적 방법이 우월하다고 알려져 있다.<sup>3,9)</sup> 또한, 경제적인 면에서도 비침습적 방법이 가정간호의 비용 감소, 호흡기계 합병증의 감소로 입원 횟수가 감소하여 의료비가 절감되는 등 많은 장점이 있는 것으로 보고된 바 있다.<sup>4,6,7)</sup>

그러나 국내에서는 비침습적 간헐적 인공호흡법이 일반화되지 않았고, 본 증례 같이 장기간 호흡기가 필요한 경우는 기관절개를 통한 침습적 인공호흡법을 유지하는 것이 대부분이다. 비침습적인 방법을 일부 적용하고 있는 경우도 환자의 호흡장애의 특징을 충분히 이해하지 못하여 부

적절하게 사용되는 경우가 많다.

본 증례는 본원 내원 시 기관절개관을 통해 BiPAP 호흡기를 이용하여 인공호흡 중이었다. BiPAP 호흡기는 흡기 및 호기에서 모두 기도에 양압을 걸어 기도의 허탈을 방지하는 인공호흡기의 한 종류이다. 본 증례의 경우, 호기 근육의 마비로 인하여 앉은 자세에서 최대호기압(maximal expiratory pressure: MEP)이 4 cmH<sub>2</sub>O에 불과하였다. 따라서 호기시 기도압력이 입원 당시 설정된 BiPAP 호흡기의 호기압력인 4 cmH<sub>2</sub>O를 넘을 수 없어 충분한 호기가 이루어질 수 없고, 인공호흡기를 사용할 때 오히려 환기 능력이 떨어질 수 있다. 또 환자의 흡기 능력이 정상 성인의 12.2%밖에 되지 않을 정도로 떨어진 상태에서 압력조절(pressure-control) 방식인 BiPAP 호흡기로는 환자의 폐용량을 채울 만큼의 충분한 공기를 보충해 줄 수가 없기 때문에 본 증례에게 적합한 인공호흡법이라고 할 수 없다. 이러한 이유로 본 증례에서 입원 당시 BiPAP 호흡기를 사용하고 있었음에도 불구하고 충분한 환기가 이루어지지 않아 호기 후 이산화탄소 분압이 상승했던 것이다.

따라서 우리는 압력조절 방식의 BiPAP 호흡기를 이동용 부피 호흡기(portable volume ventilator)로 바꾸어 assist/control mode로 적용하였으며, 처음에는 환자의 심리적 안정을 위하여 기관절개관을 통하여 인공호흡을 시행하였다. 이 때의 환기 상태를 BiPAP 호흡기를 사용할 때와 비교하면, 산소포화도에는 큰 변화가 없었으며 호기 후 이산화탄소 분압은 감소하여 정상화된 수치를 보여 인공호흡기의 종류를 교체한 이후 충분한 환기가 이루어짐을 확인할 수 있었다.

이후 비강마스크를 이용한 NIPPV를 사용하였고, 환자가 심리적으로 안정되어 새로운 호흡법에 적응된 이후에는 기관절개 봉합술을 시행하였다. NIPPV를 시행하고 있을 때의 산소포화도 및 호기 후 이산화탄소 분압은 침습적 방법으로 인공호흡기를 사용할 때와 차이가 없어 여전히 충분한 환기가 가능함을 확인하였다.

본 증례처럼 횡격막 기능이 완전 마비된 상태에서는 적절한 환기를 위해서 IPPV 사용이 필수적이다. 그런데, 객담을 배출할 수 있는 방법이 없다면 IPPV의 방법으로 침습적인 방법을 사용하기가 힘들어 기관절개를 유지해야 한다. Bach와 Saporito<sup>8)</sup>은 후향 조사를 통한 연구에서, 기관절개 봉합을 시행하였을 때 보조 최대 기침유량이 160 L/min 이상이었던 모든 대상군에서 성공적이었고, 160 L/min 미만인 모든 환자는 기관절개술이나 기도 삽관을 다시 실시해야 했다고 하였다. 반면, 폐활량이나 환자의 연령, 인공호흡기를 사용하지 않고 정상 환기를 할 수 있는 시간 등은 기관절개 봉합술의 성공 여부에 영향을 주지 않았다. 본 증례에서 자발적인 기침 능력은 최대 기침유량이 전혀 얻어지지 않을 정도로 약하였으나 보조 최대 기침유량은 300

L/min로 보조 기침을 이용하면 객담 배출이 가능한 수준인 160 L/min 이상이였다. 따라서 본 증례는 보조 기침 혹은 Mechanical In-Exsufflator를 이용하면 객담 배출이 가능하다고 판단하여 기관절개 봉합술을 진행할 수 있었다.<sup>1,2)</sup>

본 증례는 횡격막을 전혀 움직일 수 없을 정도로 높은 부위에서 경수 손상을 받아 폐활량과 자발적 객담 배출 능력이 거의 없는 완전 사지마비 환자라도 보조적인 방법으로 일정 수준 이상의 기침을 유발하여 객담 배출이 가능하면, NIPPV와 보조 기침방법을 이용하여 기관절개 봉합이 가능함을 보여주는 좋은 예가 될 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) 강성웅, 박중현, 류호현, 강연승, 문재호: 말기 신경근육계 환자에서 비침습적 호흡기 관리. 대한재활의학회지 2004; 28: 71-77
- 2) 박창일, 신지철, 강성웅, 이병호, 최용석, 김용래, 전상철: 경수손상 환자에서 Mechanical In-Exsufflator를 이용한 호흡 재활 치료의 효과. 대한재활의학회지 2002; 26: 403-408
- 3) Bach JR: A comparison of long-term ventilatory support alternatives from the perspective of the patient and care giver. Chest 1993; 104: 1702-1706
- 4) Bach JR, Alba AS: The ventilator-assisted individual: cost analysis of institutionalization vs rehabilitation and in-home management. Chest 1992; 101: 26-30
- 5) Bach JR: Indications for tracheostomy and decannulation of tracheostomized ventilator users. Arch Chest Dis 1995; 50: 223-227
- 6) Bach JR: Guide to the evaluation and management of neuromuscular disease, 1st ed, Philadelphia: Hanley & Belfus, 1999, pp121-122
- 7) Bach JR, Rajaraman R, Ballanger F, Tzeng AC, Ishikawa Y, Kulesa R, Bansal T: Neuromuscular ventilatory insufficiency: The effect of home mechanical ventilator use vs. oxygen therapy on pneumonia and hospitalization rates. Am J Phys Med Rehabil 1998; 77: 8-19
- 8) Bach JR, Saporito LR: Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure: a different approach to weaning. Chest 1996; 110: 1566-1571
- 9) Cazzolli PA, Oppenheimer EA: Home mechanical ventilation for amyotrophic lateral sclerosis: nasal compared to tracheostomy-intermittent positive pressure ventilation. J Neurol Sci 1996; 139(suppl): 123-128
- 10) Frost SF: Spinal cord injury medicine. In: Braddom RL, editor. Physical medicine and rehabilitation, 2nd ed, Philadelphia: Saunders, 2000, pp1247-1249
- 11) Glen WL, Phelps MA: Diaphragm pacing by electrical stimulation of phrenic nerve. Neurosurgery 1985; 17: 974-984