

## 수면무호흡증에서 양압기 치료의 종류와 적용 대상

양산부산대학교병원 이비인후과,<sup>1</sup> 부산대학교병원 이비인후과<sup>2</sup>

문수진<sup>1</sup> · 조규섭<sup>2</sup>

### Modalities and Indications of Positive Airway Pressure in Sleep Apnea

Sue Jean Mun, MD<sup>1</sup> and Kyu-Sup Cho, MD, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan; and <sup>2</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

#### 서 론

폐쇄성 수면무호흡증은 특징적으로 수면 중 상기도의 연조직이 반복적으로 좁아지거나 폐쇄되면서 여러 가지 증상 및 합병증이 발생하며 장기적으로 종합적인 관리가 필요한 만성 질환으로 주목받고 있다. 폐쇄성 수면무호흡증의 치료 방법으로 체중 감량, 자세 치료, 양압기 치료, 구강 내 장치, 수술적 치료 등이 제시되고 있지만, 가장 주된 치료법으로는 양압기(positive airway pressure, PAP)를 들 수 있겠다.<sup>1)</sup> PAP은 안면에 밀착된 마스크를 통해 상기도 부위에 지속적인 양압의 공기를 주입하여 수면 중 일어나는 상기도의 폐쇄된 부위를 열어 상기도에 공기 부목(pneumatic splint)을 형성하는 장치로, 호흡에 대한 저항을 감소시키며, 상기도의 면적을 증가시켜 수면 중 일어나는 상기도 폐쇄를 개선시킨다.<sup>2)</sup> 1981년 Sullivan에 의해 처음 발표된 이후, PAP은 여러 연구에서 폐쇄성 수면무호흡증의 매우 효과적인 치료 방법으로 인정받았다.

PAP의 사용은 대조군(sham-PAP 사용, 보존적 치료, 비치료군)에 비해 수면무호흡증의 중증도 감소, 주간 졸림증, 삶의 질, 수면의 질, 고혈압 환자에서의 혈압의 호

전과 연관이 깊다.<sup>3-5)</sup> 메타분석에 따르면, PAP 치료는 무호흡-저호흡 지수(Apnea hypopnea index, AHI) 혹은 호흡장애지수(Respiratory distress index, RDI)를 사용하여 측정된 폐쇄성 수면무호흡증의 중증도에서 평균 -23 events/hr의 변화를 가져왔으며, 환자 자가 보고 증상의 호전 및 일반적인 고혈압 환자 및 저항성 고혈압에 대해서도 혈압 강하의 효과를 보이는 것으로 확인되었다.<sup>6)</sup>

특히 2018년 7월 보건복지부의 수면다원검사 및 양압기 급여 고시 시행 이후 수면무호흡증에 대한 진단 및 양압기에 대한 수요가 급증하였기에, 이비인후과 의사로서 양압기 치료의 종류 및 적용 대상에 대해 정확하게 알고 환자에게 적용하는 것이 중요해졌다. 이에 본 종설에서는 양압기 치료의 종류 및 그 적용 대상에 대해 기술하고자 한다.

#### 본 론

비침습적 양압 환기(non-invasive ventilation, NIV)란, 기도를 유지하는 방법으로 삼관 또는 기관 절개 등의 침습적인 술기를 하지 않는 것을 말하며, 그 중 자발 호흡이 있으면서, 수면 중 무호흡이 발생하는 경우에 도움을 줄 수 있는 방법이 양압기이다.

양압기는 기술의 향상과 함께 다양한 형태로 발전되어 가고 있다. 가장 먼저 사용된 지속형 양압기(continuous positive airway pressure, CPAP)부터 자동형 양

교신저자 : 조규섭, 49241 부산광역시 서구 구덕로 179  
부산대학교병원 이비인후과  
전화 : (051) 240-7824 · 전송 : (051) 246-8668  
E-mail : choks@pusan.ac.kr

압기(auto-titrating PAP, APAP), 이단 양압기(bi-level PAP, BiPAP, BPAP)가 현재 급여 고시 범위 내에서 처방이 가능하다. 각 양압기 형태의 기본적인 압력 원리를 그림으로 설명하였다(Fig. 1). 그 외에도 좀 더 복잡한 형태의 수면무호흡증을 치료하기 위한 비침습적 양압 환기 방법인 자동적응형 양압기(adaptive servo ventilation, ASV) 및 볼륨 보장 압력 지원 장치(volume assured pressure support, VAPS) 등이 일부 사용되고 있기에 간단히 소개하고자 하며(Table 1), 아직까지 ASV 및 VAPS의 효과에 대해서는 다수의 환자에서 장기 관찰을 통해 확인한 충분한 근거는 부족한 것으로 보인다.

**지속형 양압기, 고정형 양압기, 수동 양압기**

양압기의 역사는 CPAP으로부터 시작되었다. 가장 보편적으로 사용되었던 형태의 양압기이며, 수면 중 숨을 들이쉬는 흡기와 내뿜는 호기에 일정한 압력을 지속적으로 전달한다. 양압기에 설정한 한 가지 압력만 지속적으로 상기도 안으로 들어가 기도를 확보하기에 고정형

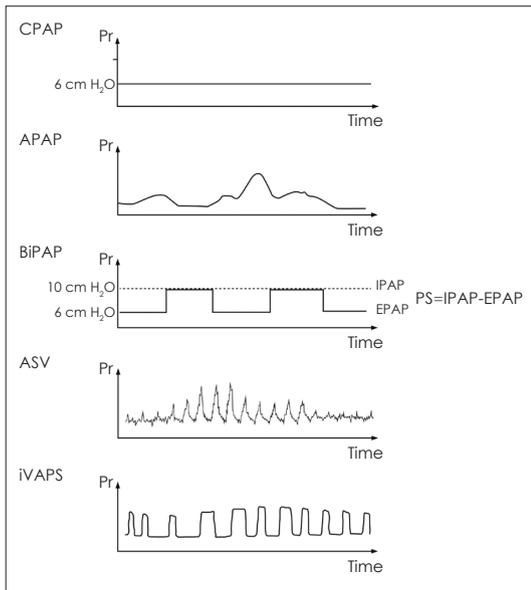
양압기라고도 한다.

CPAP의 압력 증가에 따르는 연조직의 변화를 살펴보면 기도의 용적과 연구개 및 설근부의 단면적이 증가하였으며, 전후 기도 직경보다 측부 기도 직경의 증가가 두드러지게 나타났다. 특히 인두측벽의 두께가 감소하였고, 인두측벽 지방체 간의 거리가 증가하여 상기도를 확장하였다.<sup>7)</sup> 그 외에도 CPAP은 수면으로 유도된 폐 용적의 감소를 반대로 증가시키는 효과를 가져와 상기도를 안정화시킨다.<sup>8)</sup>

CPAP은 중등도 이상의 폐쇄성 수면무호흡증 환자 및 경도 폐쇄성 수면무호흡 환자 중 다음 증상 또는 동반 질환 중 하나 이상을 가진 경우에 적용된다. 불면증, 주간졸음, 인지기능 감소, 기분장애, 고혈압, 빈혈성 심장질환, 뇌졸중의 기왕력, 산소포화도가 85% 미만이 해당 증상 또는 동반 질환이다. 울혈성 심부전을 동반한 중추성 수면무호흡 환자에서도 일차 치료로 적용할 수 있다.<sup>9)</sup> CPAP에서 상기도를 유지시키기 위한 적절한 압력 값을 확인하기 위해서는 수면다원검사 후 적정압력검사(PAP titration)를 시행해야 한다.

CPAP의 적정압력검사는 전야간 적정압력검사(full night titration) 혹은 분할 야간 적정압력검사(split night titration)가 있고 전야간 적정압력검사는 진단을 위해 수면다원검사를 진행한 날과 다른 하룻밤 동안 검사실에서 검사자가 직접 압력을 조정해서 적정압력을 구하는 방법이고, 분할 야간 적정압력검사는 하룻밤 동안 검사실에서 검사자가 전반기에는 진단 검사를, 후반기에는 적정압력검사를 진행하는 방법이다. 분할 야간 수면다원검사의 조건으로는 초반 2시간의 수면다원검사서 AHI가 이미 40 이상이거나, AHI가 20 이상 40 미만이면서 유의한 산소포화도 감소가 동반되어 있는 경우이며, REM 수면을 포함하여 3시간 이상의 적정압력을 위한 시간이 확보될 때이다. 두 방법 모두 적정압력검사의 과정 및 알고리즘은 동일하고, 방법은 다음과 같다(Fig. 2).

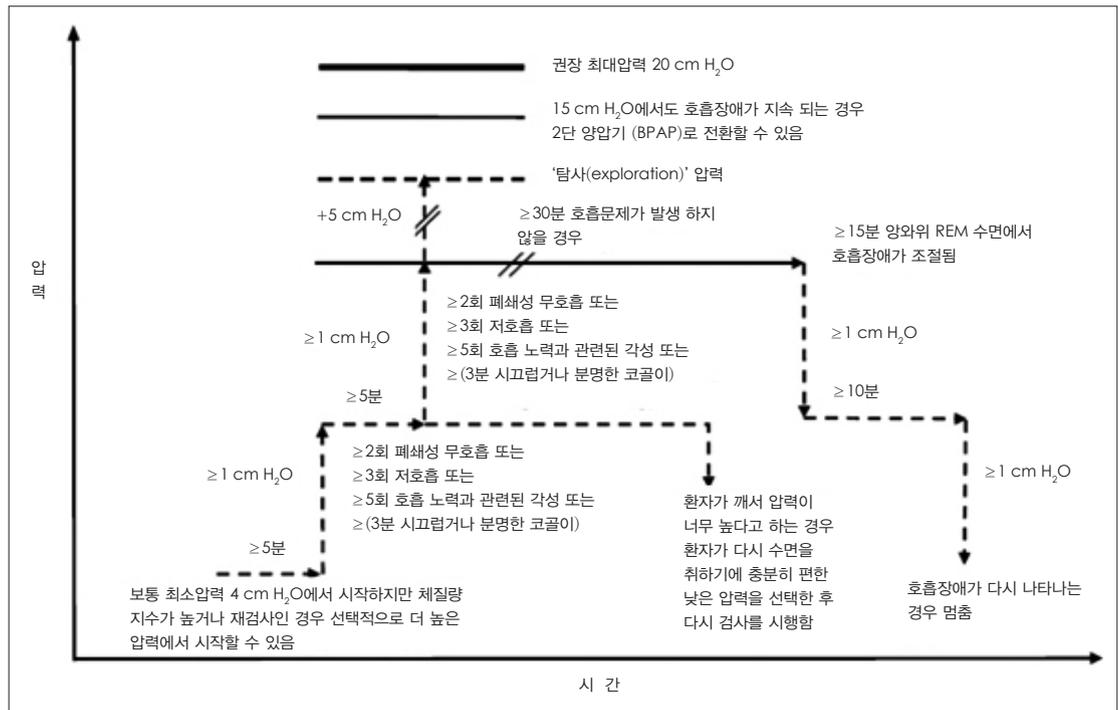
CPAP의 적정 압력은 무호흡, 저호흡, 호흡노력과 관련된 각성(respiratory effort related arousal, RERA) 및 코골이를 포함한 호흡 사건이 발생하지 않는 최소 압력을 말한다. 권고되는 CPAP의 최저 압력값은 4 cm H<sub>2</sub>O이며, 12세 미만에서는 최고 압력값 15 cm H<sub>2</sub>O, 12세 이상에서는 최고 압력값 20 cm H<sub>2</sub>O까지 조절할 수 있다.



**Fig. 1.** 양압기 종류별 수면의 진행에 따른 압력 변화. APAP : auto-titrating positive airway pressure, ASV : adaptive servo ventilator, BiPAP : bi-level positive airway pressure, CPAP : continuous positive airway pressure, EPAP : expiratory positive airway pressure, IPAP : inspiratory positive airway pressure, iVAPS : intelligent volume assured pressure support, Pr : pressure, PS : pressure support.

**Table 1.** 양압기의 종류에 따른 목적, 압력의 특징점, 적응증

양압기 종류	목적	압력의 특징점	적응증
지속형 양압기	상기도 유지	고정된 호기 압력	중등도 이상의 폐쇄성 수면무호흡, 일부 정도 폐쇄성 수면무호흡, 중추성 수면무호흡
자동형 양압기	상기도 유지	환자의 상태에 따라 지속적으로 호기 압력을 적정 압력으로 조절	동반 질환이 없는 중등도 이상의 폐쇄성 수면무호흡, 일부 정도 폐쇄성 수면무호흡
이단 양압기	폐질환과 연관된호흡 부전에서의 호흡 보조	고정된 호기 압력 및 호기 시 압력 보조, 호흡수 예비율이 고정	높은 압력을 처방 받아야 하는 폐쇄성 수면무호흡, 산소 농도 저하, 기존의 지속형 양압기 치료 실패, 만성폐쇄성폐질환, 신경근육질환
자동적응형 양압기	호흡 안정화 및 상기도 유지	상황에 따라 지속적으로 압력 보조를 조절, 호흡수 예비율이 최근 환기량에 따라 변화	지속형 양압기로 잘 조절되지 않는 심박출량 45% 이상의 울혈성 심부전을 동반한 중추성 수면무호흡, Cheyne-Stokes 호흡
볼륨 보장 압력 지원 장치	환기 안정화 및 상기도 유지	상황에 따라 지속적으로 압력 보조를 조절, 호흡수 예비율이 기준 일호흡량 혹은 폐포환기량에 따라 변화	이중형 양압기로 잘 조절되지 않는 신경근육질환, 제한성 및 폐쇄성폐질환, 비만저환기증후군



**Fig. 2.** 지속형 양압기 적정압력검사 과정 및 알고리즘(12세 이상).

압력값은 5분 이상에 걸쳐서 1 cm H<sub>2</sub>O씩 증가시켜야 한다. 성인에서는 최소 2개의 수면무호흡 혹은 3개의 저호흡, 5개의 RERA, 3분 이상의 뚜렷한 코골이(12세 미만의 소아에서는 1개의 수면무호흡, 1개의 저호흡, 3개의 RERA, 1분 이상의 코골이)가 관찰되면 압력을 증가시

켜야 한다. 15 cm H<sub>2</sub>O의 압력에서도 무호흡 수면 사건이 발생하면 이단 양압기로 변경해야 한다. 적정 압력 측정 시에는 반드시 누운 자세와 rapid eye movement(REM) 수면을 포함하여야 하며, RDI가 5 미만으로 최소 15분 간 유지됨을 확인해야 한다.<sup>10)</sup> 즉, 가장 기도 허탈이 심한

때를 조절하는 압력값이 적정압력으로 지정되며, 수면 기간 동안 이 값을 유지하는 치료라고 할 수 있겠다.

CPAP에서는 고정된 지속 압력 값으로 공급되고 있기 때문에 흡기 시에는 큰 이상이 없을 지 모르나, 호기 시에는 환자의 호흡과 양압기의 압력이 충돌하여 환자의 불편감을 야기할 수 있는데, 최근의 PAP 기계에서는 호기 시에 일시적으로 압력을 낮출 수 있도록 조정하여 환자의 기도 저항감을 낮출 수 있게끔 보완하는 기능이 있다. 최대 3 cm H<sub>2</sub>O까지 조정할 수 있으며, Philips Respironics(Murrysville, PA, USA)사에서는 C-Flex, C-Flex+ 혹은 A-Flex, ResMed(San Diego, CA, USA)사에서는 expiratory pressure relief(EPR)라고 부르는 기능이며, CPAP이라 하더라도 최근에는 이러한 기능들을 사용하여 호기 시의 불편감을 상당 부분 호전시킬 수 있다.

#### 자동형 양압기

양압기 관련 기술이 개발됨에 따라, PAP 기계 내의 컴퓨터 알고리즘에 따라 폐쇄성 호흡 사건의 발생을 인지하여 압력을 역동적으로 증가시킬 수 있으면서, 폐쇄성 호흡 사건이 발생하지 않으면 압력을 감소시키는 양압기가 개발되었는데, 이를 자동형 양압기(APAP)라고 한다. 양압기 회사마다 컴퓨터 알고리즘의 방법이 차이가 있으며, 이러한 자동 조절의 컴퓨터 알고리즘은 이단 양압기에서도 적용할 수 있다.

APAP은 동반 질환이 없는 중등도 이상의 폐쇄성 수면무호흡 환자 및 일부 경도 폐쇄성 수면무호흡 환자에서 권고될 수 있다. 미국 수면 학회(American Academy of Sleep Medicine, AASM) 기준에 따르면 울혈성심부전, 만성 마약성 진통제 사용, 만성폐쇄성폐질환, 신경근육질환, 저환기증후군, 중추성 수면무호흡이 있는 경우에는 APAP을 추천하지 않는다.<sup>11)</sup>

전통적으로 CPAP을 시작할 때 검사실에서 적정압력 검사를 시행받아야 하는 것과 달리, APAP의 경우, 일반적으로 처방의에게 최소 및 최대 압력값의 범위를 처방 받고 장비를 일정 기간 사용하고 난 후 데이터를 분석하여 적정 압력 범위를 조절하게 된다. 압력 범위 내에서 수면 사건 동안 센서에 의해서 압력의 수치가 자동 제어 되기 때문에 검사실에서 2차 적정압력검사 없이 집에서 바로 시작(home initiated ambulatory setting)할 수

있다는 장점이 있어 최근에는 APAP의 사용이 CPAP의 사용을 많이 대체하고 있다. 일반적으로 누운 자세 REM 수면에서 가장 높은 압력을 필요로 하며, 그렇지 않은 경우에는 그보다 낮은 압력값을 유지하게 된다. APAP으로 적정압력을 구하는 경우에는 압력에 따른 누적 사용 시간 비율(%)을 분석한 결과에서 보통 90% 또는 95% 압력(90th or 95th percentile pressure)을 적정압력으로 간주한다. 즉, 압력에 따른 누적 사용 시간을 100%로 가정했을 때 누적 사용 시간의 90% 또는 95% 시점에 해당하는 압력을 적정압력으로 보며, CPAP으로 변경 치료할 경우 이 압력을 적정압력으로 설정할 수 있다. 즉, 사용 시간의 5~10%만 적정 압력 이상이 된다고 볼 수 있으며, 처방의는 적정 압력값을 포함하는 압력 범위를 처방할 수 있다.

울혈성심부전, 만성 마약성 진통제 사용자, 만성폐쇄성폐질환, 신경근육질환, 저환기증후군, 중추성 수면무호흡을 제외한 환자군에서 집에서 바로 사용을 시작하는 APAP과 2차 적정압력검사를 동반한 CPAP을 비교한 연구에서<sup>12-14)</sup> 수면무호흡증의 중증도 조절 정도, 순응도, 졸림증, 삶의 질, 수면의 질 조절 정도를 비교하였고, 메타분석으로 두 군을 비교했을 때 통계적으로 유의미한 차이는 없었다.<sup>6)</sup>

하지만 APAP의 컴퓨터 알고리즘 상 호흡 사건이 없으면 압력을 낮추는 방향으로 설정이 되어 있기 때문에, CPAP과 비교하면 조절 가능한 최저 압력값으로 조절하다가 환자의 자세 변화, 수면 단계의 변화 등에 따라 압력을 높이는 형태로 상향 조절되어서, 이러한 부분이 수면무호흡증의 불완전한 치료로 이어질 가능성이 있다. 또한, 최소 및 최대 압력 설정 범위를 너무 넓게 설정할 경우, 마스크의 공기 누출 시 필요 이상으로 압력이 높아지면서 구강호흡이 발생 가능하다. 아울러 자동형 양압기는 중추성 무호흡과 폐쇄성 무호흡을 구별하기 힘들어 폐쇄성 수면무호흡증에 의해 가려져 있던 중추성 무호흡증이 나타나는 경우, 자동형 양압기로는 원하는 치료 목적을 달성할 수 없다. 즉, 처방의는 자동형 양압기의 한계를 숙지하고 반드시 정기적으로 세부적인 데이터를 확인하여, 문제점을 파악하고 좀 더 적절한 압력 범위를 설정할 수 있어야 한다.

### 이단 양압기, 이중형 양압기

BPAP은 좀 더 높은 흡기 시 압력이 필요할 때에 적용 가능한 장치로, CPAP으로 호기 시 환자의 호흡과 양압기의 압력이 충돌하여 환자의 불편감을 야기하는 문제를 해결하기 위하여 흡기 시 압력(inspiratory positive airway pressure, IPAP)과 호기 시 압력(expiratory positive airway pressure, EPAP)을 따로 설정한 장치를 말한다. 앞서 CPAP에서 설명한 호기 시에 일시적으로 압력을 낮추는 기능(C-flex, A-flex, EPR)이 있지만 이 기능을 사용한다 하더라도 CPAP에서의 처방 압력이 15 cm H<sub>2</sub>O 이상이라면 환자가 호기 시 불편감을 호소할 수 있다. 즉, 치료 시 필요한 IPAP과 상대적으로 낮은 EPAP을 이단으로 공급함으로써 효과적으로 수면무호흡증을 치료할 수 있는 방식이다.

BPAP의 적용 대상으로는, 15 cm H<sub>2</sub>O 이상의 높은 압력을 처방 받아야 하는 폐쇄성 수면무호흡 환자 혹은 산소 농도가 낮은 경우, 기존의 CPAP 치료에 실패한 경우, 울혈성 심부전, 만성폐쇄성폐질환, 신경근육질환 등이 있을 수 있다.

BPAP의 경우도 CPAP과 마찬가지로 1차 수면다원검사 후 2차 적정압력검사(PAP titration)를 시행받아야 한다. BPAP의 2차 적정압력검사의 방법은 다음과 같다 (Fig. 3). 권고되는 IPAP과 EPAP의 시작 압력은 각각 8 cm H<sub>2</sub>O와 4 cm H<sub>2</sub>O이다. IPAP은 12세 미만에서는 최고 압력값 20 cm H<sub>2</sub>O, 12세 이상에서는 최고 압력값 30 cm H<sub>2</sub>O까지 조절할 수 있다. IPAP과 EPAP의 압력 차이는 최소 4 cm H<sub>2</sub>O에서부터 최고 10 cm H<sub>2</sub>O까지 조절할 수 있다.

BPAP과 CPAP을 비교한 무작위 대조군 연구<sup>15,16)</sup>에서, 수면무호흡증의 중증도와 주간 증상의 호전 정도에 있어서 메타분석 상 임상적으로 유의미한 차이는 없었다.<sup>6)</sup> 순응도에 있어서도 두 군 간의 큰 차이는 없었으나, CPAP 사용 2주 후에도 잘 적응을 못하는 환자 군에서 BPAP의 순응도가 더 뛰어나다는 보고가 있었다.<sup>17)</sup>

즉, 일반적인 경우라면 BPAP보다는 CPAP을 먼저 적용하는 것이 비용 대비효과 측면에서 더 유리할 것으로 보인다. 단, CPAP에 잘 순응하지 못하는 일부 환자의 경우 및 CPAP이 제공할 수 있는 정도보다 높은 치료

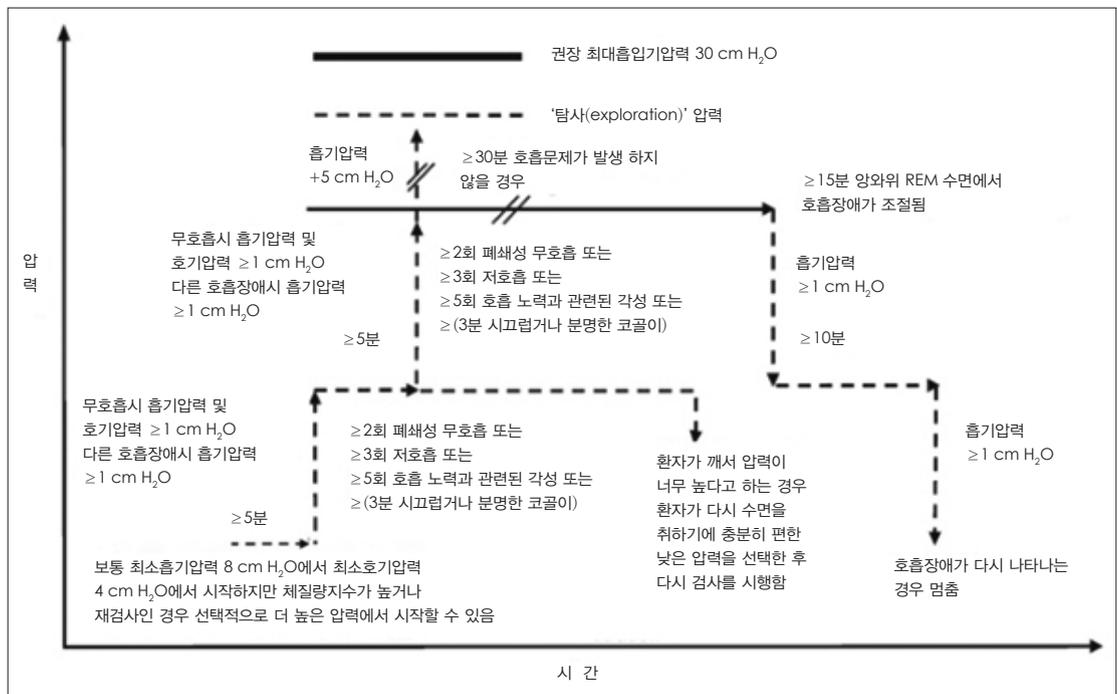


Fig. 3. 이단 양압기 적정압력검사 과정 및 알고리즘(12세 이상).

압력을 요하는 경우에는 BPAP의 적용을 권고할 수 있겠다.

### 자동적응형 양압기

ASV는 이중형 압력이 전달되지만, 환기 보조의 정도(IPAP-EPAP)가 BPAP처럼 일정하지 않고, 분당 환기에 따라 조절되는 기능을 갖추고 있다.

Philips Respironics(Murrysville, PA, USA)사에서는 Bipap AutoAdvance가, ResMed(San Diego, CA, USA)사에서는 Autoset CS 또는 Aircurve라고 하는 장치가 이에 해당되며, Bipap AutoAdvance의 경우, 최근 4분 동안의 목표 평균 최대 호기량을 기준으로 IPAP을 조절하며, Autoset CS 또는 Aircurve의 경우 최근 3분 동안의 분당 환기를 측정하여 분당 환기가 감소하면 IPAP을 증가시키며, 분당 환기가 증가하면 IPAP을 감소시킨다. 즉, ASV는 호흡하려는 노력에 따라 자동적으로 호흡되는 공기량을 조절하는데, EPAP을 통해 무호흡 사건을 조절하고, IPAP의 변화를 통해 환기를 일정 레벨로 유지하여 결과적으로 주기적인 호흡을 안정화시켜 호흡의 항상성을 유지시킨다.

ASV는 CPAP으로 잘 조절되지 않는 중추성 수면무호흡 환자, Cheyne-Stokes 호흡이 있는 환자에 적용될 수 있으나,<sup>18)</sup> 아직까지 장기 추적 관찰 결과 및 사망률에 대한 연구는 부족하다.<sup>19)</sup> 단, 심박출량이 45% 미만인 만성심부전 환자에서는 오히려 심혈관계 사망률을 증가시킨다는 보고에 따라 적용을 금하고 있다.<sup>20)</sup>

정리하면, ASV는 과환기가 요구되는 질환 및 호흡 개시(respiratory trigger)가 불안정하여 과환기 및 PCO<sub>2</sub>가 낮아지는 Cheyne-Stokes 호흡 혹은 심박출량이 45% 이상의 울혈성 심부전과 동반된 중추성 수면무호흡 환자 치료 시에 선택적으로 사용할 수 있는 장치이다.

### 볼륨 보장 압력 지원 장치

VAPS 역시 이단 압력이 전달되는 장치이며, 목표 볼륨을 정해둔 채로 환기를 증가시키거나 유지하기 위한 압력 지원이 조절되는 장치이다. 호흡근의 하중, 호흡 개시, 흉벽과 폐의 유순도(compliance) 차이로 인해 일호흡량(tidal volume, TV)이 변화하게 되면, 흡기 시의 보조를 자동적으로 조절한다.

Philips Respironics(Murrysville, PA, USA)사에서는 Average Volume Assured Pressure Support(AVAPS), ResMed(San Diego, CA, USA)사에서는 intelligent volume-assured pressured support(iVAPS)라고 하는 장치가 이에 해당한다. AVAPS의 경우, Volume targeted BPAP로서 목표 TV를 기준으로 IPAP을 최소값에서부터 최대값까지 조절하는 방식이고, iVAPS의 경우 압력 지원과 볼륨 보장 기능이 복합적으로 가능한 장치로, 미리 설정된 압력 범위에 맞추어 압력 지원을 조정하여 기준 폐포환기량을 보장한다. 호흡수 예비율(backup rate)이 보장되는데, 만약 자발 호흡 동기가 없으면, 설정된 호흡수가 채택되고, 자발 호흡 개시가 있을 때에는 예비율을 설정된 호흡수의 2/3 정도로 줄인다. BPAP으로도 효과적인 환기가 이루어지지 않는 경우 시도해 볼 수 있다.

VAPS는 BPAP으로 잘 조절되지 않는 신경근육질환, 과탄산혈증의 위험이 있는 제한성 혹은 폐쇄성폐질환, 비만저환기증후군, 즉 저환기로 인해 PCO<sub>2</sub>가 증가하는 질환에 적용될 수 있으나, 아직까지 장기 추적 관찰 결과 및 사망률에 대한 연구는 부족하다.<sup>21-23)</sup>

## 결론

수면무호흡증의 일차 치료 방법인 양압기는 기술의 향상과 함께 다양한 형태로 발전되어 가고 있다. 지속형 양압기 및 자동형 양압기는 상기도를 유지하기 위한 목적을 충족시키는 기본형 양압기로 일반적인 폐쇄성 수면무호흡에서 적용할 수 있다. 이단 양압기는 호흡을 보조하는 역할을 추가적으로 하고 있으며, 지속형 양압기로 잘 조절이 되지 않는 폐쇄성 수면무호흡 및 만성폐쇄성폐질환, 신경근육질환에서 적용할 수 있다. 지속형 혹은 이단 양압기로도 잘 조절되지 않는 과환기와 관련된 질환인 중추성 수면무호흡, Cheyne-Stokes 호흡에는 자동적응형 양압기를, 저환기와 관련된 질환인 만성폐쇄성폐질환, 비만저환기증후군에는 볼륨 보장 압력 지원 장치를 적용할 수 있겠다. 이비인후과 의사는 수면무호흡증을 치료하는 주된 치료법 중의 하나인 양압기 치료의 종류 및 적용 대상에 대해 정확하게 알고 처방하여 환자를 관리하여야 할 것이다.

중심 단어 : 수면무호흡증 · 양압기 · 종류 · 치료.

This work was supported by a 2018 research grant of Pusan National University Yangsan Hospital.

## REFERENCES

- 1) Laratta CR, Ayas NT, Povitz M, Pendharkar SR. Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea in adults. *CMAJ* 2017;189:E1481-8.
- 2) Grunstein RR. Sleep-related breathing disorders. 5. Nasal continuous positive airway pressure treatment for obstructive sleep apnoea. *Thorax* 1995;50:1106-13.
- 3) Weaver TE, Mancini C, Maislin G, Cater J, Staley B, Landis JR, et al. Continuous positive airway pressure treatment of sleepy patients with milder obstructive sleep apnea: results of the CPAP Apnea Trial North American Program (CATNAP) randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2012;186:677-83.
- 4) Becker HF, Jerrentrup A, Ploch T, Grote L, Penzel T, Sullivan CE, et al. Effect of nasal continuous positive airway pressure treatment on blood pressure in patients with obstructive sleep apnea. *Circulation* 2003;107:68-73.
- 5) Hoyos CM, Killick R, Yee BJ, Phillips CL, Grunstein RR, Liu PY. Cardiometabolic changes after continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea: a randomised sham-controlled study. *Thorax* 2012;67:1081-9.
- 6) Patil SP, Ayappa IA, Caples SM, Kimoff RJ, Patel SR, Harrod CG. Treatment of Adult Obstructive Sleep Apnea With Positive Airway Pressure: An American Academy of Sleep Medicine Systematic Review, Meta-Analysis, and GRADE Assessment. *J Clin Sleep Med* 2019;15:301-34.
- 7) Schwab RJ, Pack AI, Gupta KB, Metzger LJ, Oh E, Getsy JE, et al. Upper airway and soft tissue structural changes induced by CPAP in normal subjects. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1106-16.
- 8) Heinzer RC, Stanchina ML, Malhotra A, Jordan AS, Patel SR, Lo YL, et al. Effect of increased lung volume on sleep disordered breathing in patients with sleep apnoea. *Thorax* 2006;61:435-9.
- 9) Aurora RN, Chowdhuri S, Ramar K, Bista SR, Casey KR, Lamm CI, et al. The treatment of central sleep apnea syndromes in adults: practice parameters with an evidence-based literature review and meta-analyses. *Sleep* 2012;35:17-40.
- 10) Kushida CA, Chediak A, Berry RB, Brown LK, Gozal D, Iber C, et al. Clinical guidelines for the manual titration of positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2008;4:157-71.
- 11) Morgenthaler TI, Aurora RN, Brown T, Zak R, Alessi C, Boehlecke B, et al. Practice parameters for the use of autotitrating continuous positive airway pressure devices for titrating pressures and treating adult patients with obstructive sleep apnea syndrome: an update for 2007. An American Academy of Sleep Medicine report. *Sleep* 2008;31:141-7.
- 12) Berry RB, Hill G, Thompson L, McLaurin V. Portable monitoring and autotitration versus polysomnography for the diagnosis and treatment of sleep apnea. *Sleep* 2008;31:1423-31.
- 13) Mulgrew AT, Fox N, Ayas NT, Ryan CF. Diagnosis and initial management of obstructive sleep apnea without polysomnography: a randomized validation study. *Ann Intern Med* 2007;146:157-66.
- 14) Planes C, D'Ortho MP, Foucher A, Berkani M, Leroux K, Essalhi M, et al. Efficacy and cost of home-initiated auto-nCPAP versus conventional nCPAP. *Sleep* 2003;26:156-60.
- 15) Gay PC, Herold DL, Olson EJ. A randomized, double-blind clinical trial comparing continuous positive airway pressure with a novel bilevel pressure system for treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep* 2003;26:864-9.
- 16) Blau A, Minx M, Peter JG, Glos M, Penzel T, Baumann G et al. Auto bi-level pressure relief-PAP is as effective as CPAP in OSA patients--a pilot study. *Sleep Breath* 2012;16:773-9.
- 17) Ballard RD, Gay PC, Strollo PJ. Interventions to improve compliance in sleep apnea patients previously non-compliant with continuous positive airway pressure. *J Clin Sleep Med* 2007;3:706-12.
- 18) Aurora RN, Bista SR, Casey KR, Chowdhuri S, Kristo DA, Mallea JM, et al. Updated Adaptive Servo-Ventilation Recommendations for the 2012 AASM Guideline: "The Treatment of Central Sleep Apnea Syndromes in Adults: Practice Parameters with an Evidence-Based Literature Review and Meta-Analyses". *J Clin Sleep Med* 2016;12:757-61.
- 19) Randerath W, Schumann K, Treml M, Herkenrath S, Castrogiovanni A, Javaheri S, et al. Adaptive servoventilation in clinical practice: beyond SERVE-HF? *ERJ Open Res*; 2017. p.3.
- 20) Cowie MR, Woehrle H, Wegscheider K, Angermann C, d'Ortho MP, Erdmann E, et al. Adaptive Servo-Ventilation for Central Sleep Apnea in Systolic Heart Failure. *N Engl J Med* 2015;373:1095-105.
- 21) Berry RB, Chediak A, Brown LK, Finder J, Gozal D, Iber C, et al. Best clinical practices for the sleep center adjustment of noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) in stable chronic alveolar hypoventilation syndromes. *J Clin Sleep Med* 2010;6:491-509.
- 22) Ekkernkamp E, Storre JH, Windisch W, Dreher M. Impact of intelligent volume-assured pressure support on sleep quality in stable hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease patients: a randomized, crossover study. *Respiration* 2014;88:270-6.
- 23) Khayat A, Medin D, Syed F, Moraes TJ, Bin-Hasan S, Narang I, et al. Intelligent volume-assured pressured support (iVAPS) for the treatment of congenital central hypoventilation syndrome. *Sleep Breath* 2017;21:513-9.