


# Comparative Analysis of Automatic versus Fixed Positive Airway Pressure Therapy for Severe Obstructive Sleep Apnea

Ilyoung Cho<sup>1</sup> , Hwabin Kim<sup>1</sup>, Kuen-Ik Yi<sup>2</sup>, Sung-Dong Kim<sup>1</sup>, Sue Jean Mun<sup>2</sup>, and Kyu-Sup Cho<sup>1,3</sup> 

<sup>1</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University School of Medicine, Pusan National University Hospital, Busan; and <sup>2</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University School of Medicine, Yangsan Pusan National University Hospital, Yangsan; and <sup>3</sup>Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

## 중증 폐쇄성 수면무호흡증에서 자동형 양압기와 고정형 양압기 치료의 비교 분석

조일녕<sup>1</sup> · 김화빈<sup>1</sup> · 이근익<sup>2</sup> · 김성동<sup>1</sup> · 문수진<sup>2</sup> · 조규섭<sup>1,3</sup>

부산대학교 의학전문대학원, 부산대학교병원 이비인후과,<sup>1</sup> 부산대학교 의학전문대학원, 양산부산대학교병원 이비인후과학교실,<sup>2</sup> 부산대학교병원 의생명연구원<sup>3</sup>

**Received** September 4, 2019

**Revised** January 1, 2020

**Accepted** January 16, 2020

**Address for correspondence**

Kyu-Sup Cho, PhD

Department of Otorhinolaryngology-

Head and Neck Surgery,

Biomedical Research Institute,

Pusan National University

School of Medicine,

Pusan National University Hospital,

179 Gudeok-ro, Seo-gu,

Busan 49241, Korea

**Tel** +82-51-240-7824

**Fax** +82-51-246-8668

**E-mail** choks@pusan.ac.kr

**Background and Objectives** The purposes of this study were to compare the purchase rate and adherence regarding the use of two machines, continuous positive airway pressure (CPAP) and automatic positive airway pressure (APAP), and to determine associated factors affecting the purchase rate and adherence of PAP in the treatment of severe obstructive sleep apnea (OSA).

**Subjects and Method** From March 2016 to December 2017, 45 patients diagnosed with severe OSA by polysomnography were enrolled in this study. Patients were prescribed CPAP or APAP by one doctor and allowed to decide whether to purchase the machine after a one-month lease period, which was identified as the purchase rate. Adherence was identified as using the machine 4 h/night on 70% of nights following the PAP therapy of three months.

**Results** The adherence rate of CPAP (84%) was statistically and significantly higher than APAP (55%) ( $p=0.033$ ). However, there was no significant difference in the adherence rate between CPAP (76%) and APAP (63%). The mean pressure and 95th percentile leak were 8.62 cm H<sub>2</sub>O and 12.97 L/min in the CPAP and 10.55 cm H<sub>2</sub>O and 20.36 L/min in the APAP, respectively. The mean pressure and 95th percentile leak were significantly lower in CPAP than in APAP ( $p=0.010$  and  $p=0.014$ , respectively).

**Conclusion** Although adherence was not significantly different, the purchase rate was significantly higher in the fixed CPAP than in APAP, which may have been influenced by high pressure and leak patients experienced when using the particular PAP machine.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2020;63(3):108-13

**Key Words** Continuous positive airway pressure · Patient compliance · Sleep apnea, obstructive.

## 서론

폐쇄성 수면무호흡증(obstructive sleep apnea, OSA)은 수면 중 반복적인 상부기도의 비정상적인 폐쇄가 특징인 질환으로 수면장애, 주간 졸림증, 심혈관계 후유증의 위험 증가, 업무 수행 능력 저하, 삶의 질 저하 등을 초래할 수 있다.<sup>1-3)</sup> 폐쇄성 수면무호흡증의 유병률은 미국의 경우 여성의 2%와 남성의 4%에서 관찰되고 국내에서도 여성의 3.2%와 남성의 4.5%에서 폐쇄성 수면무호흡증이 관찰된다.<sup>4,5)</sup> 폐쇄성 수면무호흡증의 치료 방법으로 체중 감량, 수면 자세 교정과 같은 보존적인 방법뿐 아니라, 구강 내 장치, 상기도 부위에 대한 수술적 치료 등이 제시되고 있지만, 가장 주된 치료법으로는 양압기(positive airway pressure, PAP)를 들 수 있겠다.

PAP는 1981년 Sullivan 등<sup>6)</sup>에 의해 처음 소개된 이후, 여러 연구에서 폐쇄성 수면무호흡증의 매우 효과적인 치료 방법으로 인정받았다. PAP는 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>7)</sup> PAP 치료는 중등도 이상의 폐쇄성 수면무호흡증을 가진 환자에서 표준 치료법이 되었으며,<sup>8,9)</sup> PAP를 지속적으로 사용하면 수면무호흡증의 중증도 감소, 주간 졸림증, 삶의 질, 수면의 질, 고혈압의 호전, 심혈관계 위험 감소 등의 효과를 보인다고 보고되었다.<sup>10-12)</sup> PAP 치료는 폐쇄성 수면무호흡증을 가진 환자의 치료에 있어 많은 의학적 증거를 통해 가장 확실한 치료 효과를 보이는 것으로 알려져 있지만 환자들의 낮은 인식과 비강 마스크 불편감, 수면 방해, 구강 또는 안구 건조감, 비폐색 등으로 인해 PAP 치료의 순응도는 낮다.<sup>13)</sup> PAP 치료의 순응도는 전 세계적으로 28~83% 정도로 다양하게 보고되고 있으며,<sup>14)</sup> 국내에서도 이와 유사하여 40% 전후의 순응도를 보이고 있다.<sup>15)</sup>

PAP 치료에는 적정압력검사를 통해 정해진 한 가지 압력만 지속적으로 전달하여 기도를 확보하는 고정형 양압기(continuous positive airway pressure, CPAP)를 사용할 수 있고, 고정된 압력으로 인해 환자가 느끼는 구강 또는 안구 건조감, 비폐색 등의 불편감을 감소시키기 위해 환자의 기도 내 흐름 제한이나 저항에 따라 정해진 범위 내에서 압력을 자동적으로 조절하는 자동형 양압기(automatic positive airway pressure, APAP)를 적용할 수 있다.<sup>16,17)</sup> APAP가 폐쇄성 수면무호흡증 환자의 치료에 효과가 있으며 무작위 대조 연구에서 APAP가 기도 폐쇄를 줄이고 수면의 질과 주간 졸림증을 개선하는 데 CPAP만큼 효과적이라는 결과를 보였지만,<sup>18,19)</sup> 중

증의 수면무호흡증 환자에서 PAP 치료를 함에 있어 낮은 순응도의 원인을 PAP 기기의 적정 압력과 연관을 지어 연구한 문헌은 많지 않다. 이에 저자들은 중증의 폐쇄성 수면무호흡증 환자를 대상으로 APAP과 CPAP 치료의 효과 및 구매율과 순응도를 비교 분석하고, 구매율과 순응도에 영향을 미치는 인자에 대해 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

2016년 3월~2017년 12월까지 부산대학교병원에서 중증의 수면무호흡증으로 PAP을 처방받은 45명의 환자를 대상으로 진행하였다. 중증의 수면무호흡증은 level I 수면다원검사(Embla N7000, Embla Systems, Broomfield, CO, USA)에서 무호흡-저호흡 지수(apnea-hypopnea index, AHI)가 30 이상인 환자로 정의하였다. 본 연구에서는 PAP의 순응도에 영향을 미칠 수 있는 비중격만곡증과 하비갑개 비대증, 알레르기비염, 만성 비·부비동염이 있거나, 이전에 비강 또는 구강의 수술력이 있는 경우는 연구에서 제외하였다. 이 연구는 부산대학교병원 기관윤리심의위원회의 심의를 통과하였다(H-1804-016-066).

각 환자들의 진료기록 및 수면다원검사 기록을 후향적으로 검토하여 인구학적 자료 및 신장과 체중으로 계산한 체질량 지수(body mass index, BMI), AHI, 호흡장애지수(respiratory disturbance index, RDI), 평균산소포화도, 최저산소포화도, 주간졸림증척도(Epworth sleepiness scale, ESS)와 같은 이학적 자료를 분석하였다.

Level I 수면다원검사서 AHI가 수면 시간당 30회 이상인 중증 OSA 환자들은 한 명의 의사로부터 동일한 비강 마스크를 가진 CPAP(Airsense 10 Elite, Resmed, Australia) 또는 APAP(Airsense 10 Autoset, Resmed) 장치를 처방받은 후 기기 관리자로부터 PAP 기기를 4주간 임대하여 사용해 보고 지속적으로 사용할 의향이 있는 경우에 기기를 구매하게 된다. CPAP를 처방받은 환자의 경우는 적정압력검사(PAP titration)를 통해 적정 압력을 결정하는 과정을 거친 후 한 가지 압력으로 적용하였고 APAP의 경우 수면무호흡의 증상에 반응하는 기계 자체의 컴퓨터 알고리즘에 맞춰 최소 4 cm H<sub>2</sub>O에서 최대 15 cm H<sub>2</sub>O까지 압력이 변화하도록 적용하였다(Fig. 1).

본 논문에서는 PAP 기기를 구매하고 3개월이 지난 후에도 하루 4시간 이상 지속적으로 사용하였으며, 전체 기간의 70% 이상의 일수에서 사용한 경우를 adherence, 그렇지 않은 경우를 non-adherence로 정의하였고, 처방 4개월 후의 지속적인 사용 여부를 PAP 기기에 저장된 데이터를 분석하여 조사

하였다.<sup>20)</sup> PAP 기기에 저장된 데이터에서 APAP의 95% 압력 (95th percentile pressure)과 CPAP의 고정 압력을 통해 적정 압력을 구해 비교 분석하였으며, 95th percentile leak, 하루 4시간 이상 PAP 사용 비율을 분석하였다. PAP 기기를 구매하지 않았을 경우 비구매 사유를 비강 마스크 불편감, 효과 없음, 경제적 이유로 분류하여 분석하였다.

CPAP 또는 APAP를 처방받은 환자군들 간의 인구학적 인자 및 BMI, AHI, RDI, 최저산소포화도, 평균산소포화도, ESS 수치, 양압기의 압력, 95th percentile leak, 하루 4시간 이상 PAP 사용 비율과 양압기 종류에 따른 PAP 치료에 대한 구매율과 순응도 분석을 카이 제곱 검정(chi-square test) 또는 Fisher의 정확검정(Fisher's exact test)을 이용하여 시행하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS Statistics 19(IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하여 시행되었고 *p*-value가 0.05 미만일 때 통계적 유의성이 있다고 판단하였다.

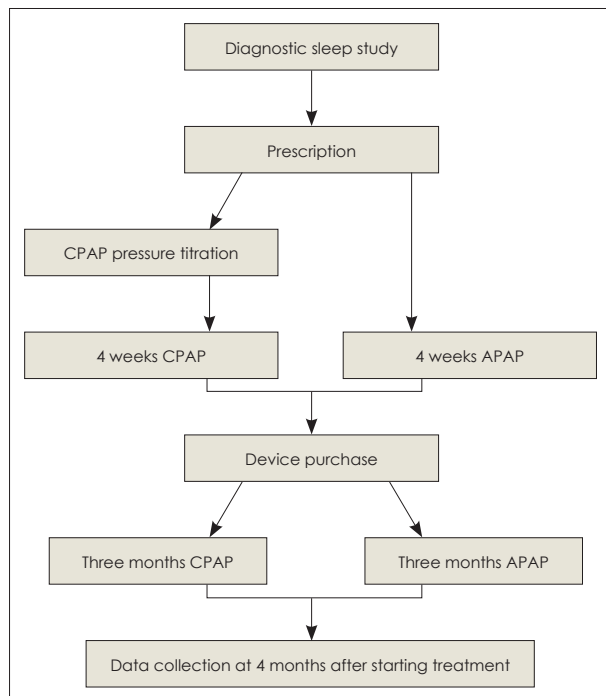
## 결 과

45명의 OSA 환자들에게 한 명의 의사가 CPAP 또는 APAP를 처방하였고 CPAP를 처방받은 환자는 25명, APAP를 처방받은 환자는 20명이었다. 각각의 PAP 처방에 따른 평균 나이는 CPAP에서 49.9세, APAP에서 49.2세였다. Friedman 병기에서 구개의 상태가 3 또는 4단계인 환자는 CPAP가

20명, APAP가 16명이었고 편도의 크기가 3 또는 4단계인 환자는 CPAP가 8명, APAP가 4명이었다. BMI는 CPAP에서 28.3, APAP에서 27.7이고 AHI는 CPAP에서 57.6, APAP에서 56.9였다. RDI는 CPAP에서 60.1, APAP에서 59.8이었으며, 최저산소포화도는 CPAP에서 69.8%, APAP에서 69.9%이고 평균산소포화도는 CPAP에서 91.4%, APAP에서 91.4%였다. ESS 점수는 CPAP에서 9.2, APAP에서 10.3이었다. 환자의 평균 나이, Friedman 병기에서 구개의 상태와 편도의 크기, BMI, AHI, RDI, 최저산소포화도, 평균산소포화도, ESS 점수는 두 그룹 간에 통계적인 유의성은 없었고 그 외 고혈압, 당뇨와 같은 기저질환의 유무에 있어서도 두 그룹 간에 통계적인 유의성은 없었다(Table 1).

CPAP를 처방받은 환자 25명 중 4주간의 임대 후 CPAP를 구매한 사람은 21명(84%), APAP를 처방받은 환자 20명 중 4주간의 임대 후 APAP를 구매한 사람은 11명(55%)으로 CPAP와 APAP의 구매율이 통계적으로 유의한 차이가 있음을 확인할 수 있었다(*p*=0.033). PAP 처방 후 4주간의 대여 후 구매를 한 환자들을 대상으로 PAP 치료 4개월 기간 동안 CPAP의 adherence는 21명 중 16명(76%), APAP의 adherence는 11명 중 7명(63%)로 CPAP에서의 순응도가 APAP에 비해 높았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(*p*=0.681) (Table 2).

비구매 사유에서 CPAP의 경우 4명 중 3명(75.0%)이 비강 마스크 불편감을 호소하였고 1명(25.0%)이 효과가 없다고 하였고 APAP의 경우 9명 중 6명(66.7%)이 비강 마스크 불편감



**Fig. 1.** Summary of the study protocol. APAP: automatic positive airway pressure, CPAP: continuous positive airway pressure.

**Table 1.** Demographic characteristics of obstructive sleep apnea for CPAP or APAP

	CPAP (n=25)	APAP (n=20)	<i>p</i> -value
Male	25 (100)	18 (90)	0.192
Age (years)	49.9±14.7	49.2±11.3	0.866
HTN	8 (32)	4 (20)	0.366
DM	2 (8)	0 (0)	0.495
FTP III, IV	20 (80)	16 (80)	1.000
Tonsil size 3, 4	8 (32)	4 (20)	0.366
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.3±3.9	27.7±2.1	0.518
AHI (events/h)	57.6±19.7	56.9±24.0	0.913
RDI (events/h)	60.1±21.5	59.8±20.4	0.936
SaO <sub>2</sub> min (%)	69.8±8.5	69.9±10.3	0.958
SaO <sub>2</sub> mean (%)	91.4±3.0	91.4±3.2	0.955
ESS	9.2±4.6	10.3±4.9	0.423

Data are expressed as the number (percentage) except age, BMI, AHI, SaO<sub>2</sub> min, and ESS (means ± standard error of the mean). AHI: apnea-hypopnea index, APAP: automatic positive airway pressure, BMI: body mass index, CPAP: continuous positive airway pressure, DM: diabetes mellitus, ESS: Epworth sleepiness scale, FTP: Friedman tongue position, HTN: hypertension, RDI: respiratory disturbance index

**Table 2.** Purchase rate, compliance rate according to CPAP or APAP

Variables	CPAP (n=25)	APAP (n=20)	p-value
Purchase	21 (84)	11 (55)	0.033
Compliance	16 (76)	7 (63)	0.681

Data are expressed as the patients' number (percentage). APAP: automatic positive airway pressure, CPAP: continuous positive airway pressure

**Table 3.** Non-purchase reason according to CPAP or APAP

Variables	CPAP (n=4)	APAP (n=9)
Nasal mask discomfort	3 (75.0)	6 (66.7)
No effect	1 (25.0)	3 (33.3)

Data are expressed as the patients' number (percentage). APAP: automatic positive airway pressure, CPAP: continuous positive airway pressure

**Table 4.** PAP device data at the 16-week follow-up

Variables	CPAP	APAP	p-value
Mean pressure (cm H <sub>2</sub> O)	8.6±2.0	10.6±1.6	0.010
95th percentile leak (L/min)	13.0±8.2	20.4±6.1	0.014
Used days ≥ 4hrs (%)	74.0±23.8	65.1±25.7	0.340
AHI (events/h)	2.7±1.6	2.6±1.7	0.949

Data are expressed as means ± standard error of the mean. AHI: apnea-hypopnea index, APAP: automatic positive airway pressure, CPAP: continuous positive airway pressure

을 호소하였고 3명(33.3%)이 효과가 없음을 이유로 구매하지 않았다고 하였다(Table 3).

4개월간의 PAP 기기에 저장된 데이터에서 하루 4시간 이상 지속적 사용 비율은 CPAP에서 74.0%, APAP에서 65.1%로 두 그룹 간에 통계학적인 유의성이 없었다. PAP 사용 후 AHI는 CPAP에서 2.7, APAP에서 2.6으로 두 그룹 모두 PAP 치료에 효과를 보였고 두 그룹 간에 통계적인 차이는 보이지 않았다(Table 4). 그러나 PAP의 적정 압력이 CPAP에서 8.6, APAP에서 10.6으로 두 그룹 간에 통계적인 유의성이 있었으며( $p=0.010$ ), 95th percentile leak이 CPAP에서 13.0, APAP에서 20.4로 두 그룹 간에 통계적인 유의성이 있었다( $p=0.014$ )(Table 4).

## 고 찰

PAP는 중등도 이상의 OSA 환자에서 우선적으로 처방되는 치료 방법으로 구강 내 장치나 비강 및 인두 부위에 대한 수술에 비해 장기간의 치료 효과가 좋다는 많은 의학적 증거를 가지고 있으며, 지속적으로 사용하였을 때 OSA로 진단된 환자 중 85%가 치료 효과를 볼 수 있는 치료 방법이다.<sup>21)</sup> 그러나 뛰어난 치료 효과에도 불구하고 PAP 치료에 대한 순응도는 국외의 경우 28~83%로 다양하게 나타나고,<sup>14)</sup> 국내의 경우 40% 전후로 낮게 나타나고 있는 실정이다.<sup>15)</sup> 본 연구에

서는 CPAP 치료에 대한 순응도가 76%, APAP 치료에 대한 순응도가 63%로 국외에서 연구된 자료와 비교했을 때 각 PAP 기기에 따른 순응도는 선행연구와 비슷한 결과를 보였다고 볼 수 있다.

PAP 치료의 순응도에 영향을 미치는 인자로는 처방하는 의사와 관련된 인자, 치료받는 환자와 관련된 인자, 그리고 PAP 장비와 관련된 인자로 나누어 볼 수 있다.<sup>3)</sup> 처방되는 환자에게 PAP 치료의 목적, 효과 및 발생할 수 있는 부작용 등에 대한 자세한 설명과 지속적인 추적 관찰을 통해 PAP 치료의 순응도를 높일 수 있다.<sup>22)</sup> 환자의 나이, 환자의 기저질환, OSA의 중등도와 관련된 다양한 변수들(AHI, 최저산소포화도, ESS)과 같이 환자와 관련된 인자들에 대해 많은 연구가 이루어져왔으며,<sup>23,24)</sup> OSA 환자의 나이가 많을수록, ESS 점수가 높을수록, 기저질환의 정도가 심할수록, BMI와 AHI가 높을수록, 산소포화도가 낮을수록 PAP 치료의 순응도가 높다고 보고하였다.<sup>23,24)</sup>

본 연구는 중증 OSA의 치료에 있어 PAP 장비의 종류가 구매율과 순응도에 영향을 미치는 인자가 될 수 있는지에 대해 분석하였다. 먼저 CPAP와 APAP 기기로 4개월간 치료 후 AHI 값은 CPAP의 경우 2.7, APAP의 경우 2.6으로 CPAP와 APAP 치료 모두 중증의 OSA 환자에서 치료 효과를 보였으며 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 PAP을 처방받은 후 4주간의 임대 사용 후 CPAP와 APAP의 구매율에서 CPAP가 84%, APAP이 55%를 보여 통계적으로 유의한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. PAP 기기를 구매한 환자들을 대상으로 한 4개월간의 PAP 치료 후 순응도에 있어서는 CPAP가 76%, APAP이 63%로 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 CPAP에서 APAP보다 순응도가 높은 경향을 보였다. 비구매 사유를 보면 비강 마스크 불편감이 CPAP에서 75%, APAP에서 66%로 가장 많은 부분을 차지하는 것을 알 수 있다.

CPAP와 APAP를 처방받아 임대 사용 후 구매한 환자들의 4개월간 사용한 PAP 기기 내의 자료를 분석 시 적정 압력이 CPAP에서 8.6, APAP에서 10.6으로 두 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었고 95th percentile leak 또한 CPAP에서 13.0, APAP에서 20.4로 두 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 중증의 OSA 환자에서 CPAP 기기에 비해 APAP 기기에서 적정 압력과 95th percentile leak이 더 높았다는 것을 알 수 있었고 이는 본 연구의 비구매 사유 중 대부분을 차지하는 비강 마스크 불편감과 연관되어 구매율과 순응도에 영향을 미쳤을 것으로 여겨진다. 다른 연구에서 밝혔듯이 환자들은 PAP 사용 시 흔히 호소하는 불편 사항으로 비강 마스크의 틈이나 구강으로 공기가 새거나, 높은

양압으로 인해 호흡 시, 특히 숨을 내쉴 때의 거부감 등으로 인해 순응도가 떨어진다는 보고와 유사한 연구 결과를 보여주었다.<sup>24)</sup> 그리고 CPAP의 경우 처방 후 적정 압력을 결정하기 위해 병원에서 수면다원검사 기술자에 의해 titration이 시행되는데 이 과정에서 환자는 CPAP 기기에 익숙해졌거나 또는 비강 마스크의 적절한 사용 방법을 인지해 CPAP의 구매율이 높은 결과값을 보였을 수도 있다.

수면 관련 호흡장애를 감지하기 위해 CPAP 기기에서 사용되는 수동 압력 적정방법과 APAP 기기에서 사용되는 자동 압력 적정방법은 적용되는 알고리즘뿐만 아니라 기록되고 해석되는 신호에서 차이가 있다.<sup>19)</sup> CPAP의 경우 효과적인 CPAP 기기의 적정 압력 결정은 일반적으로 하룻밤 사이의 수면다원검사 동안 수면다원검사실의 기술자가 수행하지만,<sup>25)</sup> APAP의 경우 수면 시 변화하는 기도 저항에 대해 APAP 기기가 설정된 압력 내에서 자동으로 기계 자체의 알고리즘을 통해 적정 압력을 조절하게 된다.<sup>26)</sup> 따라서 OSA 환자의 치료에 있어 CPAP 기기의 경우 비강 마스크 착용 시 고정된 일정한 압력이 적용되는 반면 APAP 기기의 경우 압력이 자동으로 변한다는 차이를 보인다.

본 연구 결과에서 4개월간 PAP 기기에 저장된 정보에 따르면 CPAP 기기에 비해 APAP 기기에서 적정 압력과 95th percentile leak이 더 높게 측정이 되었는데 이는 두 가지로 해석이 가능하다. 첫째, 수면 기술자에 의해 적정압력검사를 받는 동안 CPAP 기기와 비강 마스크 사용법에 대해 익숙해지는 CPAP 환자와 달리 APAP 환자의 경우 환자 본인이 스스로 APAP 기기와 비강 마스크를 사용하므로 비강 마스크의 부적절한 착용으로 인해 APAP 사용 시 공기 누출이 CPAP에 비해 높을 수 있고 이로 인한 비강 마스크 착용의 불편감이 증가하여 구매율이 낮은 결과<sup>27)</sup>를 가져왔을 수 있다. 둘째, APAP 기기의 자동 적정 압력을 측정하는 알고리즘 이상이나 APAP 기기 내에 하악의 움직임을 감지하여 구강 열림을 인지하는 자기 센서의 이상<sup>28)</sup> 또는 수면 기술자에 의해 적정 압력검사를 거치지 않음으로 인해 APAP 기기의 적정 압력이 높아지고 결과적으로 95th percentile leak이 많아져<sup>29)</sup> APAP를 사용하는 환자들의 수면 중 비강 마스크 불편감이 증가하여 구매율을 낮추는 결과<sup>34)</sup>를 가져왔을지도 모른다. 첫째 문제로 인한 경우 주기적인 환자 교육과 환자 상담을 통해 환자의 비강 마스크 착용 문제점을 보완해 나간다면 APAP의 구매율을 높여 결과적으로 순응도를 더 높일 수 있지만, 둘째 문제의 경우 APAP 기기의 작동 메커니즘 또는 적정 압력 범위를 결정하는 알고리즘의 이상으로 인한 것으로 APAP 기기의 한계를 인식하고 보완해 나가야 할 것으로 보인다.

중등도 이상의 OSA 환자의 치료에 있어 PAP의 낮은 순응도는 치료 효과를 낮추는 중요한 문제로 이전의 연구들은 대부분 환자 자체의 인자를 중심으로 보고되어 왔으나 우리의 이번 연구는 PAP 종류에 따른 적정 압력과 95th percentile leak의 차이점을 비교해 보고 그에 따른 구매율과 순응도를 비교한 연구이다. 비록 본 연구에서 CPAP와 APAP의 순응도에서 통계적인 유의성은 없었지만 PAP 사용 시 95th percentile leak과 적정 압력이 CPAP에 비해 APAP가 더 높았으며, APAP의 구매율은 CPAP에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 결과를 보여주었다. 95th percentile leak과 적정 압력의 선후 관계를 정확히 알 수는 없지만 이러한 두 인자들이 APAP를 사용하는 환자의 구매율에 영향을 미쳤을 가능성도 있다. 따라서 중증의 OSA 환자에게 PAP 기기를 처방함에 있어 CPAP를 처방하거나 혹은 APAP를 처방하더라도 주기적인 환자와의 면담을 통하여 비강 마스크 착용 이상으로 인한 환자의 불편감을 해소하고 APAP 기기의 작동 한계를 보완하여 APAP 사용에 있어 환자의 구매율을 높여 결과적으로 순응도를 높이는 것이 중요하다고 생각된다.

이번 연구의 한계점은 PAP 기기의 처방 수가 적고 PAP 기기를 구매한 환자들의 PAP 기기 내 데이터를 통해 비구매의 원인을 유추하여 결과 해석에 영향을 줄 수 있으며, CPAP와 APAP의 구매 가격 차이 또한 결과에 영향을 미칠 수 있다. 후향적 분석이 가지는 연구 자체의 한계점이 있을 수 있으므로 추후에 이러한 결과를 확실히 하기 위해 장기간의 추적 관찰을 포함한 랜덤 방식의 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

중증의 OSA 환자의 치료에 있어 PAP 사용 시 높은 공기 유출 정도와 높은 적정 압력이 CPAP와 APAP의 구매율과 순응도에 영향을 미치는 인자일 수 있다. 따라서 APAP의 처방 후 주기적인 환자 면담을 통해 환자의 비강 마스크 불편감을 감소시키고 APAP 기기를 보완하여 PAP 기기의 구매율을 높여 결과적으로 환자의 순응도를 높이는 것이 중요하다.

## Acknowledgments

This work was supported by clinical research grant from Pusan National University Hospital in 2019.

## Author Contribution

Conceptualization: Kyu-Sup Cho. Data curation: Ilyoung Cho, Sung-Dong Kim, Sue Jean Mun. Formal analysis: Ilyoung Cho, Kuen-Ik Yi. Funding acquisition: Kyu-Sup Cho. Investigation: Ilyoung Cho, Kyu-Sup Cho. Methodology: Ilyoung Cho, Hwabin Kim. Project administration: Ilyoung Cho. Resources: Ilyoung Cho. Software: Hwabin Kim. Supervision: Kuen-Ik Yi, Sung-Dong Kim, Sue Jean Mun, Kyu-Sup Cho. Validation: Ilyoung Cho. Visualization: Hwabin Kim. Writing—original draft: Ilyoung Cho, Kyu-Sup Cho. Writing—review & editing: Kyu-Sup Cho.

## ORCIDs

Kyu-Sup Cho <https://orcid.org/0000-0002-4381-6996>  
 Ilyoung Cho <https://orcid.org/0000-0003-2730-1711>

## REFERENCES

- Partinen M, Guilleminault C. Daytime sleepiness and vascular morbidity at seven-year follow-up in obstructive sleep apnea patients. *Chest* 1990;97(1):27-32.
- Kales A, Caldwell AB, Cadieux RJ, Vela-Bueno A, Ruch LG, Mayes SD. Severe obstructive sleep apnea--II: Associated psychopathology and psychosocial consequences. *J Chronic Dis* 1985;38(5):427-34.
- Kim HY, Jang MS. Improving compliance for continuous positive airway pressure compliance and possible influencing factors. *Korean J Otorhinolaryngol-Head and Neck Surg* 2014;57(1):7-14.
- Nieto FJ, Young TB, Lind BK, Shahar E, Samet JM, Redline S, et al. Association of sleep-disordered breathing, sleep apnea, and hypertension in a large community-based study. *Sleep Heart Health Study*. *JAMA* 2000;283(14):1829-36.
- Kim J, In K, Kim J, You S, Kang K, Shim J, et al. Prevalence of sleep-disordered breathing in middle-aged Korean men and women. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;170(10):1108-13.
- Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1981;1(8225):862-5.
- Parish JM, Lyng PJ. Quality of life in bed partners of patients with obstructive sleep apnea or hypopnea after treatment with continuous positive airway pressure. *Chest* 2003;124(3):942-7.
- Engleman HM, Martin SE, Deary IJ, Douglas NJ. Effect of CPAP therapy on daytime function in patients with mild sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax* 1997;52(2):114-9.
- Loube DI, Gay PC, Strohl KP, Pack AI, White DP, Collop NA. Indications for positive airway pressure treatment of adult obstructive sleep apnea patients: A consensus statement. *Chest* 1999;115(3):863-6.
- Hoffstein V. Review of oral appliances for treatment of sleep-disordered breathing. *Sleep Breath* 2007;11(1):1-22.
- Weaver TE, Maislin G, Dinges DF, Younger J, Cantor C, McCloskey S, et al. Self-efficacy in sleep apnea: Instrument development and patient perceptions of obstructive sleep apnea risk, treatment benefit, and volition to use continuous positive airway pressure. *Sleep* 2003;26(6):727-32.
- Vital FM, Saconato H, Ladeira MT, Sen A, Hawkes CA, Soares B, et al. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary edema. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;(3):CD005351.
- Sin DD, Mayers I, Man GC, Pawluk L. Long-term compliance rates to continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnea: A population-based study. *Chest* 2002;121(2):430-5.
- Nowak C, Bourgin P, Portier F, Genty E, Escourrou P, Bobin S. [Nasal obstruction and compliance to nasal positive airway pressure]. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 2003;120(3):161-6.
- Han EK, Yoon IY, Chung S. The compliance and effect of CPAP in obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Med Psychophysiol* 2006;13(2):52-8.
- Berkani M, Lofaso F, Chouaid C, Pia d'Ortho M, Theret D, Grillier-Lanoir V, et al. CPAP titration by an auto-CPAP device based on snoring detection: A clinical trial and economic considerations. *Eur Respir J* 1998;12(4):759-63.
- Berry RB, Parish JM, Hartse KM. The use of auto-titrating continuous positive airway pressure for treatment of adult obstructive sleep apnea. An American Academy of Sleep Medicine review. *Sleep* 2002;25(2):148-73.
- d'Ortho MP. Auto-titrating continuous positive airway pressure for treating adult patients with sleep apnea syndrome. *Curr Opin Pulm Med* 2004;10(6):495-9.
- Randerath WJ, Galetke W, David M, Siebrecht H, Sanner B, Rühle K. Prospective randomized comparison of impedance-controlled auto-continuous positive airway pressure (APAP(FOT)) with constant CPAP. *Sleep Med* 2001;2(2):115-24.
- Kribbs NB, Pack AI, Kline LR, Smith PL, Schwartz AR, Schubert NM, et al. Objective measurement of patterns of nasal CPAP use by patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1993;147(4):887-95.
- Teschler H, Berthon-Jones M. Intelligent CPAP systems: Clinical experience. *Thorax* 1998;53 Suppl 3:S49-54.
- Basner RC. Cardiovascular morbidity and obstructive sleep apnea. *N Engl J Med* 2007;356(17):1751-8.
- Dhillon S, Chung SA, Fargher T, Huterer N, Shapiro CM. Sleep apnea, hypertension, and the effects of continuous positive airway pressure. *Am J Hypertens* 2005;18(5 Pt 1):594-600.
- Aloia MS, Stanchina M, Arnedt JT, Malhotra A, Millman RP. Treatment adherence and outcomes in flexible vs standard continuous positive airway pressure therapy. *Chest* 2005;127(6):2085-93.
- Kushida CA, Littner MR, Morgenthaler T, Alessi CA, Bailey D, Coleman J Jr, et al. Practice parameters for the indications for polysomnography and related procedures: An update for 2005. *Sleep* 2005;28(4):499-521.
- Parish JM, Miller BW, Hentz JG. Autotitration positive airway pressure therapy in patients with obstructive sleep apnea who are intolerant of fixed continuous positive airway pressure. *Sleep Breath* 2008;12(3):235-41.
- Valentin A, Subramanian S, Quan SF, Berry RB, Parthasarathy S. Air leak is associated with poor adherence to autoPAP therapy. *Sleep* 2011;34(6):801-6.
- Lebret M, Arnol N, Martinot JB, Lambert L, Tamisier R, Pepin JL, et al. Determinants of Unintentional Leaks During CPAP Treatment in OSA. *Chest* 2018;153(4):834-42.
- Genta PR, Lorenzi-Filho G. Sealing the leak: A step forward in improving CPAP adherence. *Chest* 2018;153(4):774-5.
- Woehrle H, Arzt M, Graml A, Fietze I, Young P, Teschler H, et al. Effect of a patient engagement tool on positive airway pressure adherence: Analysis of a German healthcare provider database. *Sleep Med* 2018;41:20-6.