Korean Society for
Clinical Laboratory ScienceKorean Journal of
CLINICAL LABORATORY SCIENCE

ORIGINAL ARTICLE

Comparison for the Optimal Pressure between Manual CPAP and APAP Titration with Obstructive Sleep Apnea Patients

Dae Jin Kim¹, Byoung Geol Choi², Jae Wook Cho¹, Sue Jean Mun³, Min Woo Lee², Hyun-Woo Kim¹¹Department of Neurology, Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan, Korea²Research Institute of Health Sciences, Graduate School, Korea University, Seoul, Korea³Department of Otorhinolaryngology-Head & Neck Surgery, Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan, Korea

한국인 폐쇄성 수면 무호흡 환자의 적정 양압을 위한 수동화 양압 측정법과 자동화 양압 측정법의 비교

김대진¹, 최병걸², 조재욱¹, 문수진³, 이민우², 김현우¹¹부산대학교 양산병원 신경과, ²고려대학교 보건과학연구소, ³부산대학교 양산병원 이비인후과

ARTICLE INFO

Received March 28, 2019

Revised April 1, 2019

Accepted April 8, 2019

Key words

Apnea-hypopnea index

Auto adjusting positive airway pressure

Continuous positive airway pressure

Hypopnea

Obstructive sleep apnea

ABSTRACT

Although auto-adjusting positive airway pressure (APAP) titration at home has several advantages over a CPAP titration in terms of convenience and time saving, there are still concerns as to whether it will show corresponding accuracy when compared to laboratory-based polysomnography (PSG) and CPAP titration. To obtain more evidence supporting home-based auto-titration, APAP titration was performed at home for patients who were presented with OSA on laboratory-based diagnostic PSG followed by CPAP titration. A total of 79 patients were included in the study. They all underwent split-night PSG with CPAP titration, and APAP titration for more than 7 days. The patients with successful titration at both situations were selected. The optimal pressure and apnea-hypopnea index (AHI) of CPAP and APAP titration were compared. The optimal pressure for CPAP and APAP titration were 7.0 ± 1.8 cmH₂O and 7.6 ± 1.6 cmH₂O ($P < 0.001$), whereas the corresponding AHI were 1.3 ± 1.5 /h and 3.0 ± 1.7 /h ($P < 0.001$). As a result, the achievement rates of optimal pressure for CPAP and APAP titration were 96.2% and 94.9% ($r = -0.045$, $P = 0.688$), respectively. The results of this study did not differ with regard to the optimal pressure between CPAP and APAP titration. Overall, CPAP and APAP titrations should be chosen depending on a required situation.

Copyright © 2019 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

서론

폐쇄성 수면 무호흡(obstructive sleep apnea, OSA)은 숙면을 방해하고, 수면의 질을 떨어뜨리며, 심장 및 뇌 질환과의 연관성이 있다고 보고된다. 이에 폐쇄성 수면 무호흡의 임상적인

중요성이 부각되고 있으며, 적극적인 치료가 요구되고 있다 [1-5]. 이러한 환자들이 지속적 양압기(continuous positive airway pressure, CPAP)를 사용하는 데에 있어서 마스크 착용의 불편함과 양압 적응의 어려움은 있다. 하지만 CPAP의 사용은 폐쇄성 수면 무호흡 빈도의 감소, 주간 졸림증의 감소, 인지 기능과 아침두통 발현의 개선, 심장질환의 예방 등 다양한 임상적인 효과가 있다[6-8]. 이러한 효과를 얻기 위한 가장 중요한 단계는 환자 개개인에게 상기도를 개방할 수 있는 적절한 압력을 측정하는 것이다. 적정 양압(CPAP titration)은 무호흡, 저

* Corresponding author: Hyun-Woo Kim

Department of Neurology, Pusan National University Yangsan Hospital, 20

Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 50612, Korea

E-mail: hwwkim24@gmail.com

* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1653-7737>

pISSN 1738-3544 eISSN 2288-1662

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

호흡, 호흡노력 관련 각성(respiratory effort related arousal, RERA), 코골이를 제거할 수 있는 압력을 측정하는 것으로, 표준화된 방법은 수면다원검사(polysomnography, PSG)를 시행 후 2주 이내에 검사실 내에서 수면다원검사 감시하에 CPAP을 이용하여 측정하는 것이다[9]. 그러나 이 방법은 2회에 걸친 검사로 시간적, 경제적 비용이 환자의 부담이 될 수 있다. 따라서 최근에는 다른 방법을 통한 적정 양압 측정이 제시되고 있다. 한 가지 방법은 1회 검사를 통해서 첫 3~4시간 동안 수면다원검사를 하고, 이후 3~4시간을 수면다원검사 감시하에 CPAP을 이용하여 적정 양압을 동시에 측정하는 분할 수면다원검사(split-night polysomnography, split-night 수면다원검사) 방법이다[10]. 다른 하나는 자동화 양압기(auto-adjusting positive airway pressure, APAP)를 이용한 측정법이다[11]. 자동화 양압 측정 방법은 수면다원검사 후 환자가 장비를 대여하고, 최대와 최소 양압을 설정하고 집에서 직접 장비를 착용하고 일정기간 사용하고 난 후 데이터를 분석하는 방법이다. 검사자가 검사실에서 실시간으로 환자의 상태를 모니터링 하면서 측정하는 CPAP 측정법과 달리, 센서에 의해서 압력의 수치가 자동 제어된다. 따라서 중추성 수면 무호흡(central sleep apnea, CSA)의 구별, 정확한 마스크 착용 확인, 공기 누수와 같은 불확실성이 있다. 그러나 APAP과 CPAP 측정법을 비교한 이전의 연구 결과를 보았을 때 비용적인 면이나, 적정 양압에 도달하는 시간 등 다양한 이유에서 효율성이 확인되었다[12, 13]. 하지만 이들 연구에서는 동일인을 대상으로 진행된 것이 아니고 무작위적으로 두 그룹을 분류하여 수치들을 비교한 것이라는 제한점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 동일인을 대상으로 수면다원검사 시행 후 CPAP과 APAP 측정법의 적정 양압과 무호흡-저호흡 지수(apnea-hypopnea index, AHI)를 비교함으로써 두 방법에 대한 차이를 확인하고, 2018년 7월 이후 시행된 수면다원검사 보험으로 폐쇄성 수면 무호흡 환자들에게 좀 더 정확하고 효율성 있는 치료방법을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2018년 7월부터 OSA 환자들의 부담을 경감하고자 건강보험 행위 비급여가 급여로 변경되어 수요가 급증함에 따라 OSA 환자들의 치료법인 양압기 사용의 단점을 개선하고 적절한 적정 양압을 측정하기 위한 방법을 찾고자 진행되었다. 또한 양산 부산대학교 병원 임상시험심사위원회에 규정된 인간대상연구와 관련하여 심의면제 사항인 ‘연구대상자 등에 대한 기존의 자료나 문서를 이용하는 연구’에 부합됨을 확인하고 진

행하였다. 2009년 4월부터 2014년 12월까지 양산 부산대학교 병원 수면 클리닉에 수면 무호흡 및 코골이를 주소로 내원한 환자 중, 수면다원검사 후 폐쇄성 수면 무호흡으로 진단 받고 치료를 위해 가정에서 APAP 양압 측정을 진행한 116명의 환자를 대상으로 후향적으로 분석하였다. 양산 부산대학교 병원 임상시험심사위원회(IRB)에 규정된 인간대상연구와 관련하여 심의면제 사항인 ‘연구대상자 등에 대한 기존의 자료나 문서를 이용하는 연구’에 부합됨을 확인하고 진행하였다. 연구 대상자 중 이동식 수면다원검사(portable-PSG)를 시행한 환자 9명, 분할 수면다원검사 중 CPAP 양압 측정을 실패한 환자 22명(측정시간 부족 10명, CPAP의 부적응 12명), APAP 양압 측정을 실패한 환자 6명은 제외하였으며, 검사실에서 분할 수면다원검사 후 가정에서 APAP을 10일 이상, 하루 4시간 이상 사용한 환자 79명을 분석하였다(Figure 1).

본 연구에서 폐쇄성 수면 무호흡은 최근 개정된 국제수면질환분류 3판(International Classification of Sleep Disorders-3, ICSD-3)의 분류기준에 의해 정의하였다[14]. 폐쇄성 수면 무호흡은 복부와 흉부의 호흡 노력이 관찰되는데도 최소 10초간 구강과 비강에서 무호흡 또는 저호흡이 시간 당 5회 이상 발생하는 상태로 정의하였다[15]. 폐쇄성 수면 무호흡의 단계별 구분은 시간 당 발생하는 무호흡 또는 저호흡 횟수에 따른 무호흡-저호흡 지수를 기준으로 하여 지수가 0~4 (상기도 저항), 5~14 (경증도), 15~29 (중등도), 30 이상 (중증도)으로 분류하였다[16]. 수면관련 호흡장애는 무호흡과 저호흡으로 구분하는데,

Figure 1. Patient flow diagram.

Abbreviations: OSAHS, obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome; PSG, polysomnography; CPAP, continuous positive airway pressure; APAP, auto-adjusting positive airway pressure; OSA, obstructive sleep apnea; BMI, body mass index.

미국수면학회(American Association Sleep Medicine, AASM)의 기준으로, 무호흡은 공기 흐름이 90% 이상 감소된 상태가 지속적으로 10초 이상 관찰될 때로 정의하였고, 저호흡은 공기 흐름이 50%~90%로 감소된 상태가 지속적으로 10초 이상 관찰되며 혈중 산소포화도가 4% 이상 감소한 경우로 정의하였다. 호흡노력 관련 각성은 저호흡의 기준에는 부합하지 않지만 호흡기류 제한이 있고 혈중 산소포화도가 3%로 감소한 경우로 정의하였다[17]. 무호흡-저호흡 지수의 경우 시간 당 무호흡과 저호흡이 관찰되는 횟수를 계산하여 산정하였다.

수면다원검사는 Remlogic (Embla, San Carlos, CA, USA)을 사용하였으며, 표준화된 방법으로 각종 감지기와 전극을 부착하였다. 검사 항목은 수면단계를 확인하기 위한 6채널(F3, F4, C3, C4, O1, O2)의 뇌전도(electroencephalogram, EEG), 좌우 2채널의 안구전도(electrooculogram, EOG), 1채널의 턱근전도(chin electromyogram)를 사용하였고, 호흡을 측정하기 위한 비강 케눌라(nasal cannula), 구비강열전대(oral-nasal thermistor), 흉부와 복부의 유도체적 변동 기록기(inductive plethysmography)를 사용하였다. 또한 산소 포화도 측정기(oximeter), 1채널의 심전도(electrocardiogram), 1채널의 다

리 근전도(anterior tibialis electromyogram), 코골이 감지기(snoring sensor), 자세위치센서(body position sensor) 등을 포함하였다.

CPAP을 이용한 적정 양압 측정은 분할 수면다원검사로 시행하였다. 전반부에 수면다원검사를 시행하여 총 수면시간(total sleep time, TST), 무호흡, 저호흡, 호흡노력 관련 각성, 무호흡-저호흡 지수, 최소 산소포화농도(minimum saturation, Min SaO₂)를 확인하였다. 후반부에 시행한 적정 압력 측정은 미국수면학회의 가이드라인[9]을 따라 진행하였으며, 무호흡, 저호흡, 호흡노력 관련 각성의 기록은 숙련된 검사자가 하였다. CPAP을 이용한 적정 양압 측정은 분할 수면다원검사 후반부인 새벽 2시 30분에서 3시 사이부터 진행되었으며, 최소 압력은 4 cmH₂O로 시작하여 최대 20 cmH₂O까지를 범위로 하였다. 압력 사이의 간격은 최소 5분으로, 무호흡 2개 이상, 저호흡이 3개 이상, 호흡노력 관련 각성 5개 이상, 지속된 코골이 3분 이상 중 적용되는 항목이 있으면 1 cmH₂O씩 압력을 올렸다. 최종적으로 무호흡-저호흡 지수가 5 이하인 상태로 15분 이상 수면상태를 유지하면, 적정 양압으로 판단하였다.

APAP을 이용한 적정 압력 측정은 분할 수면다원검사를 종료

Table 1. The general and PSG characteristics of study participants

General Characteristics	Mean±SD (N=79)	PSG Characteristics	Mean±SD (N=79)
Gender		Supine position of TST, %	68.4±23.6
Male	59 (74.6)	REM, %	17.2±7.0
Female	20 (26.4)	Non-REM, %	82.9±6.9
Age	51.5±10.2	N1, %	29.3±19.4
BMI, kg/m ²	26.6±3.2	N2, %	41.8±14.8
Related disorder		N3, %	14.2±9.8
Hypertension	30 (37.9)	Min O ₂ , %	80.0±6.7
Diabetes mellitus	3 (3.7)	AHI, N/hr	41.9±23.7
Hyperlipidemia	8 (10.1)	Apnea, N/hr	26.2±22.7
Cardiovascular disease	5 (6.3)	Hypopnea, N/hr	15.7±12.1
Pulmonary disease	1 (1.2)	AHI classification	
Drinking	45 (56.9)	Mild	12 (15.1)
Smoking	16 (20.2)	Moderate	17 (21.5)
Caffeine	64 (81.0)	Severe	50 (63.2)
Related symptom		CPAP preference	
Sleep attack	1 (1.2)	Unsatisfied	51 (64.5)
Sleep paralysis	2 (2.5)	Neutral	24 (30.3)
Insomnia	13 (16.4)	Satisfied	4 (5.0)
Arousal during sleep	55 (69.6)	APAP using day	14.8±6.2
Morning headache	23 (29.1)	Over 4hours/day, %	70.6±18.1
ESS	8.4±5.3		
BDI	10.4±6.2		

Data are presented as mean±SD and number.

Abbreviations: PSG, polysomnography; BMI, body mass index; ESS, epworth sleepiness scale; BDI, beck depressive inventory; TST, total sleep time; REM, rapid eye movement; Min O₂, minimum O₂; AHI, apnea-hypopnea index; CPAP, continuous positive airway pressure; APAP, auto-adjusting positive airway pressure.

후, 1개월 이내에 가정에서 APAP 장비를 대여하여 적정 양압의 압력 범위를 설정하고 일정기간 사용하면서 적정 압력을 측정하였다. 일정기간 사용 후 기록된 데이터를 분석하여 무호흡-저호흡 지수, APAP 사용일 수, 1일당 사용시간을 확인하였고, 수면 전문의에 의해 평균 압력, 95th percentile, 최고 압력을 확인한 후 적정 양압을 판단하였다.

본 연구의 통계처리는 통계프로그램(SPSS version 22.0, SPSS, Chicago, USA)을 사용하였다. 연속형 변수의 표현은 평균과 표준편차로 나타내었으며, 대응표본 T검정 및 Wilcoxon's 부호 순위 검정을 시행하였다. 범주형 변수는 빈도와 비율(%)로 나타내었으며, 교차분석(χ^2) 혹은 Fisher의 정확한 검정 분석을 시행하였다. 상관분석은 양측검정 Pearson검정 및 Spearman의 Rho 검정을 수행하였다. 통계적 유의수준은 $P < 0.05$ 로 하였다.

결 과

본 연구에서는 수면다원검사 후 폐쇄성 수면 무호흡으로 진단받은 총 79명의 환자를 분석하였다. 남성은 59명(74.6%)이었으며, 대상자의 평균 나이는 51.5 ± 10.2 세, 체질량 지수는 $26.6 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$ 이었다. 대상자 중 고혈압을 동반한 자가 30명(37.9%), 고지혈증의 경우는 8명(10.1%)으로 확인되었다. 64명(81.0%)의 대상자가 카페인을 섭취하였으며, 음주력은 45명(56.9%), 흡연력은 16명(20.2%)에서 확인되었다. 수면과 관련된 임상증상은 수면 중 각성 55명(69.6%), 아침 두통 23명(29.1%), 불면증 13명(16.4%), 수면마비 2명(2.5%), 수면발작 1명(1.2%)의 순으로 나타났다. 수면다원검사 결과는 수면 중 대상자의 REM 수면 비율이 $17.2 \pm 7.0\%$ 이었으며, 비 REM 수면의 N1, N2 및 N3는 각각 $29.3 \pm 19.4\%$, $41.8 \pm 14.8\%$, $14.2 \pm 9.8\%$ 이었다. 대상자의 50명(63.2%)이 중등도 폐쇄성 수면 무호흡, 17명(21.5%)이 중등도 폐쇄성 수면 무호흡으로 나타났으며, 평균 무호흡-저호흡 지수는 $41.9 \pm 23.7/\text{h}$ 이었다. 또한 수면 중 혈중 최소 산소포화도는 $80.0 \pm 6.7\%$ 로 나타났다. 분할 수면다원검사 후 대상자 중 51명(64.5%)이 CPAP 사용의 불편함을 호소하였다. APAP의 사용일은 14.8 ± 6.2 일, 1일당 4

시간 이상 사용 비율은 $70.6 \pm 18.1\%$ 이었다(Table 1).

수면다원검사 후 CPAP과 APAP에서 측정된 적정 양압과, 무호흡-저호흡 지수는 Figure 2와 같다. CPAP의 적정 양압은 $7.0 \pm 1.8 \text{ cmH}_2\text{O}$ 로 APAP의 적정 양압의 $7.6 \pm 1.6 \text{ cmH}_2\text{O}$ 보다 통계적으로 유의하게 낮았다($P < 0.001$). 또한 적정 양압 상태에서의 무호흡-저호흡 지수는 CPAP이 $1.3 \pm 1.5/\text{h}$, APAP은 $3.0 \pm 1.7/\text{h}$ 로 보다 통계적으로 유의하게 낮았다($P < 0.001$). Figure 3에서 평균 무호흡-저호흡 지수가 5/h 이하로 감소되는 적정 양압 도달 비율은 CPAP 측정법이 96.2% (76명), APAP 측정법이 94.9% (75명)으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($r = -0.045$, $P = 0.688$).

고 찰

이 연구를 요약하자면: 1) CPAP과 APAP의 적정 양압 측정법을 비교하였을 때, CPAP 측정법의 경우 적정 양압이 더 낮게 측정되며, 무호흡-저호흡 지수도 낮게 유지하므로, 보다 효율적으로 적정 양압을 측정할 수 있는 방법으로 보인다. 하지만 2) 미국수면학회의 가이드라인에서 정하는 적정 양압(무호흡-저호흡 지수 5/h이하)의 도달 비율은 CPAP과 APAP 측정법 모두 통계적 차이를 나타내지 않았다.

폐쇄성 수면 무호흡은 삶의 질이 높아짐에 따라 수면의 중요

Figure 3. Achievement of optimal pressure using to CPAP titration and APAP titration. Calculated by paired t-test and Pearson correlation coefficient.

Abbreviations: CPAP, continuous positive airway pressure; APAP, auto-adjusting positive airway pressure.

Figure 2. The measured optimal pressure and AHI using manual titration with CPAP or auto adjusting titration with APAP. Calculated by paired t-test.

Abbreviations: AHI, apnea-hypopnea index; CPAP, continuous positive airway pressure; APAP, auto-adjusting positive airway pressure.

성이 증가하고 다양한 질환과의 연관성이 밝혀져 정확한 진단 및 적절한 치료가 필요하다[18, 19]. 폐쇄성 수면 무호흡의 진단은 수면다원검사가 표준화된 방법으로, 이 검사의 결과에 따라 치료방법이 결정된다. 현재 폐쇄성 수면 무호흡의 치료는 무호흡-저호흡 지수로 나타나는 폐쇄성 수면 무호흡과 저호흡의 정도에 따라 달리하고 있다. 무호흡-저호흡 지수를 기준으로 중증도 미만(무호흡-저호흡 지수 < 30)에서는 수술적인 방법의 치료 성공률이 40.7%로 낮지만, CPAP 사용의 불편함 및 적응증 때문에 널리 시행되고 있다[20]. 반면 중증도 이상(무호흡-저호흡 지수 ≥ 30)은 미국수면학회의 가이드라인에 따라 CPAP을 가장 기본적인 치료방법으로 권고하고 있고[21, 22], 이에 대한 효과도 많이 보고되었다[23, 24]. CPAP을 사용한 폐쇄성 수면 무호흡 치료에서 가장 중요한 것은 적정 압력을 측정하는 것이며, 측정방법에는 검사실에서 측정하는 수동화 양압 측정법과 가정에서 자가로 측정하는 자동화 양압 측정법으로 분류할 수 있다.

앞선 연구들에서 APAP을 이용한 적정 양압 측정이 CPAP보다 환자가 부담하는 검사 비용뿐만 아니라, 적정 양압을 측정하기 위한 제반 비용[12], 적정 양압에 도달하는 시간[13]에서 효율성이 높았다. 그러나 기존의 연구들은 CPAP과 APAP의 측정법을 동일한 대상자가 시행한 결과를 비교한 것이 아니고 두 군으로 분류하여 분석한 것이기에 대상자들 사이의 차이로 인한 결과의 오류를 배제할 수 없고, 두 측정법에 따른 적정 압력과 무호흡-저호흡 지수를 비교하는데 제한 점이 있었다.

이에 본 연구에서는 동일인을 대상으로 CPAP과 APAP의 측정법을 비교하여 실제로 환자에게 적용하는 적정 양압의 차이를 확인하였다. 그 결과 적정 양압의 수치가 CPAP에서 APAP보다 낮게 측정되어 효율적인 압력을 주는 치료라고 판단되었다. 이는 양압 치료에서 압력이 올라갈수록 환자가 느끼는 불편감이 커지고 그에 따라 양압기 사용의 순응도가 떨어지기 때문이다. 이러한 결과는 수면다원검사 감시하에 CPAP을 사용하는 측정법이 표준방법이라는 것을 뒷받침할 수 있는 근거이다. 2018년 7월부터 폐쇄성 수면 무호흡의 진단 및 치료의 중요성을 인정받아, 폐쇄성 수면 무호흡의 진단 및 치료의 보험급여가 시행되었다. 이로 인하여 적정 양압을 측정할 때 시간부족과 비용적인 문제로 인한 분할 수면다원검사로 시행되거나 가정에서 APAP을 사용하는 측정법보다는 표준방법을 권고할 수 있게 되었다.

CPAP을 사용 중이더라도 체중변화에 따른 상기도 폐쇄 정도의 변화를 예상할 수 있고, CPAP을 꾸준히 사용하면 무호흡-저호흡 지수의 변화[25]도 관찰되었다. 이런 변화는 적정 양압을

수정해야 될 수 있는 원인이 되므로 양압에 대한 지속적인 관찰과 꾸준한 관리가 필요하다. 그러나 국가 재정에 의한 보험급여는 진단 시 1회, CPAP을 사용한 적정 양압 측정 시 1회만 인정하기 때문에 비용적인 면에서 제약이 따른다. 이러한 문제는 미국 수면학회 가이드라인에 따라 무호흡-저호흡 지수 5/h이하인 적정 양압으로의 도달률에서 두 측정법의 유의한 차이가 없다는 결과(Figure 3)를 보면 APAP의 사용으로도 가능하다고 사료된다. 폐쇄성 수면 무호흡을 치료하기 위한 양압기 사용의 중요한 사항은 올바른 마스크 사용과 양압에 대한 순응도이다[26, 27]. 본 연구에서도 분할 수면다원검사 이후 CPAP 양압 측정을 성공한 79명 중 51명(61.5%)이 CPAP의 순응도에서 불편함을 호소했다. 특히 CPAP 양압 측정을 실패한 22명 중 적정 양압 측정시간의 부족으로 인한 10명을 제외한 12명의 대상자가 CPAP 양압 측정을 실패한 이유가 마스크의 불편함과 양압의 부적응 때문이었다. 검사실에서 CPAP을 사용하여 1회의 검사로 측정하는 것 보다는 가정에서 APAP을 사용하여 수일간 측정하는 경우, 환자가 보다 여러 번 양압기를 사용하면서 그동안 자신에 맞는 마스크를 찾을 수도 있는 장점이 있다. 따라서 환자가 비교적 쉽게 양압에 적응 할 수 있는 환경이 조성되므로 APAP을 이용한 양압 측정이 양압기 사용의 순응도를 높일 수 있는 방법 중의 하나라 생각된다. 본 연구에서 확인된 Figure 3의 결과에서 보았을 때에도 APAP을 사용한 측정법이 순응도를 높이기 위한 좋은 대체 방법이 될 수 있겠다.

본 연구에서 CPAP을 이용하여 측정하였을 경우에 APAP을 이용한 경우보다 적정 양압(7.0 ± 1.8 cmH₂O, 7.6 ± 1.6 cmH₂O)과 무호흡-저호흡 지수(1.3 ± 1.5 /h, 3.0 ± 1.7 /h)가 유의하게 낮게 측정되었다. 물론 두 측정법의 적정 양압 차이가 압력을 올려주는 단위인 1 cmH₂O 이내에 있고, 무호흡-저호흡 지수도 미국수면학회 가이드라인의 기준인 무호흡-저호흡 지수 5/h 이하로, 두 방법 모두 충분히 교정하고 있다고 볼 수 있다. 하지만 좀 더 낮은 압력에서 좀 더 적은 빈도의 무호흡-저호흡 지수를 보이는 것은 의미가 있으며 APAP 측정법에서 몇 가지 개선을 통해 이를 보완 할 수 있을 것이다. 첫째로 부적절한 양압의 상승을 제어하기 위해 공기 누수에 대한 통제가 필요하다. 이는 환자에게 적합한 마스크 선택과 올바른 마스크 착용법을 통해서 해결할 수 있을 것이고, 이로 인해 적정 양압의 공급으로 무호흡-저호흡 지수의 수치도 감소될 것으로 기대된다. 둘째로 이전의 연구에서 확인된 APAP 장비 종류에 따라 적정 양압의 차이가 있었다는 점은[28], 각 회사의 기술력의 차이 때문이라고 볼 수 있다. 향후 지속적인 연구와 기술력의 발전으로 APAP의 정확성과 효율성을 높일 수 있을 것이라 기대된다. 특히 APAP 장비에서

중추성 무호흡과 폐쇄성 무호흡을 구분하지 못하고 양압을 상승시키기 때문에 직접 CPAP을 통해서 적정 양압을 측정하는 것과 차이를 보이기도 한다. 이 두 종류의 무호흡은 복부와 흉부의 호흡노력을 통해 구분할 수 있으나 현재까지의 양압기에서는 구분이 불가능하나, 차후 시스템 개선이 이루어지거나 추가적인 센서를 부착할 수 있게 된다면 APAP에서도 정확한 적정 양압을 구하고 무호흡-저호흡 지수도 보다 효과적으로 감소시킬 수 있게 될 것이다.

이번 연구의 결과를 토대로 폐쇄성 수면 무호흡의 치료를 위한 제언을 하자면, 병원에 내원하는 무호흡 환자들을 수면다원검사를 통해 폐쇄성 수면 무호흡과 중추성 수면 무호흡을 구분한다. 폐쇄성 수면 무호흡으로 진단된 환자들은 보험을 적용시켜 수면다원검사 감시하에 CPAP을 사용하여 적정 양압을 측정하게 되면, 적절한 마스크의 사용과 공기 누수에 의한 압력 증가를 제어할 수 있을 뿐만 아니라 양압으로 인한 중추성 수면 무호흡이 발생하는 것도 확인할 수 있겠다. 이후 가정에서 CPAP을 사용하면서 주기적으로 APAP을 통해 양압 적정을 확인하면 보험 재정이 되기 전보다 폐쇄성 수면 무호흡 환자들에게 적응성을 높인 적절한 치료 방법이 될 것이다.

이번 연구는 국내에서 진행되지 않았던 CPAP과 APAP의 적정 양압 측정법을 비교한 것으로 온전한 하루 밤 동안의 CPAP 적정 양압 측정이 아닌 분할 수면다원검사 중 적정 양압 측정을 시행한 결과라는 점과 대상자들의 주간 졸림증, 우울 척도, 삶의 질과 같은 주관적인 데이터를 비교하지 않았다는 점은 아쉬운 부분으로 남는다. 또한 case 부족으로 인한 통계적인 부족성은 향후 개선되어야 할 부분이라고 사료된다.

요 약

폐쇄성 수면 무호흡 환자들의 양압기 사용을 위한 적정 양압 측정은 편리함과 경제성뿐만 아니라 다양한 원인으로 CPAP 측정법보다는 APAP 측정법을 더 선호한다. 그러나 PSG 감시하에 진행되는 CPAP 측정법보다 정확성에 대한 의문이 아직까지 남아있다. 이에 본 연구에서는 동일한 대상자에 대한 CPAP과 APAP 측정법의 적정 압력과 무호흡-저호흡 지수를 변수로서 두 방법간의 효율성과 정확성을 비교하였다. 대상자는 분할 수면다원검사 중 CPAP 양압 측정과 7일 이상 APAP 양압 측정에 성공한 79명이 모집되었다. CPAP과 APAP 측정법의 적정 양압은 7.0 ± 1.8 cmH₂O, 7.6 ± 1.6 cmH₂O 무호흡-저호흡 지수는 1.3 ± 1.5 /h, 3.0 ± 1.7 /h로 CPAP 측정법이 두 변수 모두 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다($P < 0.001$). 그러나 미국수면학회

가이드라인 무호흡-저호흡 지수 5/h이하의 적정 양압 도달 비율은 CPAP 측정법이 96.2% (76명), APAP 측정법이 94.9% (75명)으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($r = -0.045$, $P = 0.688$). 본 연구를 요약하면, CPAP은 APAP 측정법보다 좀 더 효율적인 측정법으로 나타났다. 그렇지만 적정 양압에 도달하는 비율은 두 방법 모두 통계적 차이를 나타내지 않아 정확성을 가진다. 따라서 CPAP과 APAP 측정법 중 요구되는 상황에 따라 적절한 방법을 선택하여 적정 양압을 측정할 수 있겠다.

Acknowledgements: None

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Kim DJ¹, M.T.; Choi BG², Researcher; Cho JW¹, M.D.; Mun SJ³, M.D.; Lee MW², Adjunct professor; Kim HW¹, M.D.

REFERENCES

1. 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;283:1829-1836. <http://doi.org/10.1001/jama.283.14.1829>.
2. Kim CS. The association between blood pressure and obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. Korean J Clin Lab Sci. 2014;46:106-110. <http://doi.org/10.15324/kjcls.2014.46.3.106>.
3. Shahar E, Whitney CW, Redline S, Lee ET, Newman AB, Nieto FJ, et al. Sleep-disordered breathing and cardiovascular disease: cross-sectional results of the Sleep Heart Health Study. Am J Respir Crit Care Med. 2001;163:19-25. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.163.1.2001008>.
4. Li J, Li MX, Liu SN, Wang JH, Huang M, Wang M, et al. Is brain damage really involved in the pathogenesis of obstructive sleep apnea? Neuroreport. 2014;25:593-595. <http://doi.org/10.1097/WNR.000000000000143>.
5. Engleman HM, Douglas NJ. Sleep. 4: Sleepiness, cognitive function, and quality of life in obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. Thorax. 2004;59:618-622. <http://doi.org/10.1136/thx.2003.015867>.
6. Farre R, Hernandez L, Montserrat JM, Rotger M, Ballester E, Navajas D. Sham continuous positive airway pressure for placebo-controlled studies in sleep apnea. Lancet. 1999;353:1154. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)01056-9](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)01056-9).
7. Engleman HM, Kingshott RN, Wraith PK, Mackay TW, Deary IJ, Douglas NJ. Randomized placebo-controlled crossover trial of continuous positive airway pressure for mild sleep apnea/hypopnea syndrome. Am J Respir Crit Card Med. 1999;159:461-467. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.159.2.9803121>.
8. Jenkinson C, Davies RJ, Mullins R, Stradling JR. Comparison of therapeutic and subtherapeutic nasal continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnea: a randomised pro-

- spective parallel trial. *Lancet*. 1999;353:2100-2105. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)10532-9](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)10532-9).
9. Kushida CA, Chediak A, Berry RB, Brown LK, Cozal 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;4:157-171.
 10. Rodway GW, Sanders MH. The efficacy of split-night sleep studies. *Sleep Med Rev*. 2003;7:391-401. <http://doi.org/10.1053/smr.2002.0272>.
 11. Berry RB, Sriram P. Auto-adjusting positive airway pressure treatment for sleep apnea diagnosed by home sleep testing. *J Clin Sleep Med*. 2014;10:1269-1275. <http://doi.org/10.5664/jcsm.4272>.
 12. McArdle N, Singh B, Murphy M, Gain KR, Maquire C, Mutch S, et al. Continuous positive airway pressure titration for obstructive sleep apnea: automatic versus manual titration. *Thorax*. 2010;65:606-611. <http://doi.org/10.1136/thx.2009.116756>.
 13. Shaarawy H, Gharraf H.S. Comparison between the use of APAP and manual titration during split night polysomnography for diagnosis and treatment of OSA. *Egypt J Chest Dis Tuberc*. 2018;67:175-181. http://doi.org/10.4103/ejcdt.ejcdt_20_18.
 14. American Academy of Sleep Medicine. International classification of sleep disorders (ICSD-3). 3rd ed. Westchester: American Academy of Sleep Medicine; 2014.
 15. Yun CH. A diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *J Korean Sleep Res Soc*. 2014;1:34-40. <http://doi.org/10.13078/jksrs.04006>.
 16. American Academy of Sleep Medicine Task Force. Sleep-related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. *Sleep*. 1999;22:667-689. <http://doi.org/10.1093/sleep/22.5.667>.
 17. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson AL, Quan SF. The AASM manual for the scoring of sleep and associated event: rules, terminology and technical specifications. Westchester: American Academy of Sleep Medicine; 2007.
 18. Peppard PE, Young T, Palta M, Skatrud J. Prospective study of the association between sleep-disordered breathing and hypertension. *N Engl J Med*. 2008;342:1378-1384. <http://doi.org/10.1056/NEJM200005113421901>.
 19. Punjabi NM, Shahar E, Redline S, Gottlieb DJ, Givelber R, Resnick HE, et al. Sleep-disordered breathing, glucose intolerance, and insulin resistance: the Sleep Heart Health Study. *Am J Epidemiol*. 2004;160:521-530. <http://doi.org/10.1093/aje/kwj261>.
 20. Kim DJ, Lee SM, Lee SE, Jeon DS, Kim YS, Lee JK, et al. What do you think about CPAP? : Questionnaire Survey. *J Kor Sleep Res*. 2010;7:15-21. <http://doi.org/10.13078/jksrs.10003>.
 21. Loube DI, Gay PC, Strohl KP, Pack AI, White DP, Collop NA. Indications for positive airway pressure treatment for adult obstructive sleep apnea patients: a consensus statement. *Chest*. 1999;115:863-866. <http://doi.org/10.1378/chest.115.3.863>.
 22. 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;28:499-521. <http://doi.org/10.1093/sleep/28.4.499>.
 23. Nicholl DDM, Hanly PJ, Zalucky AA, Mann MC, MacRae JM, Poulin MG, et al. CPAP therapy delays cardiovagal reactivation and decreases arterial renin-angiotensin system activity in humans with obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med*. 2018;14:1509-1520. <http://doi.org/10.5664/jcsm.7326>.
 24. Liquori C, Placidi F, Palmieri MG, Izzi F, Ludovisi R, Mercuri NB, et al. Continuous positive airway pressure treatment may improve optic nerve function in obstructive sleep apnea: an electrophysiological study. *J Clin Sleep Med*. 2018;14:953-958. <http://doi.org/10.5664/jcsm.7158>.
 25. Kim DJ, Mun SJ, Choi JS, Lee MW, Cho JW. Case of a change in the polysomnography results after using continuous positive airway pressure in a patient with obstructive sleep apnea. *Korean J Clin Lab Sci*. 2019;51:119-123. <http://doi.org/10.15324/kjcls.2019.51.1.119>.
 26. McArdle N, Devereux G, Heidarnajad H, Engleman HM, Mackay TW, Douglas NJ. Long-term use of CPAP therapy for sleep apnea/hypopneas syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159:1108-1114. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.159.4.9807111>.
 27. Kim JH, Kwon MS, Song HM, Lee BJ, Jang YJ, Chung YS. Compliance with positive airway pressure treatment for obstructive sleep apnea. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2009;2:90-96. <http://doi.org/10.3342/ceo.2009.2.2.90>.
 28. Stammnitz A, Jerrentrup A, Penzel T, Peter JH, Vogelmeier C, Becker HF. Automatic CPAP titration with different self-setting devices in patients with obstructive sleep apnea. *Eur Respir J*. 2004;24:273-278. <http://doi.org/10.1183/09031936.04.00074304>.