



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학석사 학위논문

수면 무호흡증 환자에서 비강 양압기 적정 검사 시
호흡장애 지수 변화와 수면 중 체위 간의
상관관계 분석

The correlation between respiratory distress index and sleep body
position in patients with obstructive sleep apnea under CPAP titration

울산대학교 대학원

의 학 과

남 성 훈

수면 무호흡증 환자에서 비강 양압기 적정 검사 시
호흡장애 지수 변화와 수면 중 체위 간의
상관관계 분석

지도교수 정 유 삼

이 논문을 의학석사 학위 논문으로 제출함

2018년 12월

울산대학교대학원

의 학 과

남 성 훈

남성훈의 의학석사학위 논문을 인준함

심사위원 유 명 상 (인)

심사위원 장 용 주 (인)

심사위원 정 유 삼 (인)

심사위원 김 지 희 (인)

울 산 대 학 교 대 학 원

2018년 12월

국문요약

서론 : 폐쇄성 수면 무호흡증 (Obstruction sleep apnea, OSA) 환자는 수면 중 각성 시와 다르게 근 긴장도가 저하되기 때문에 구-인두 측벽을 이루는 근육들의 긴장도가 떨어지고, 특히 양와위 자세 (Supine position) 시에는 중력에 의해 혀와 연구개의 후방 이동이 발생하게 되어 기도 폐쇄가 쉽게 일어날 수 있다. 양와위 자세에서 호흡 장애 지수가 비양와위 자세에 비하여 2 배이상 증가하는 환자들을 체위성 폐쇄성 무호흡증 환자 또는 체위성 환자라고 정의하는데, 다수의 연구를 통하여 체위성 환자에서 자세 치료 (Position therapy) 를 시행했을 때 무호흡-저호흡지수 (Apnea-hypopnea index, AHI) 가 유의하게 감소하고 증상 또한 호전되는 것으로 나타났다. 기존의 연구들은 자세 변화에 따른 호흡장애 지수의 변화에 대한 연구가 주를 이루고 있었으나 호흡장애지수의 호전이 자세 변화에 어떤 영향을 주는가에 대한 연구는 이루어진 바가 없다. 본 연구에서는 폐쇄성 수면 무호흡증 환자에서 비강 양압기 적정 검사 (Continuous positive airway pressure titration test, CPAP titration test) 를 적용하였을 때 수면 중 자세에 대한 변화를 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법: 2015년 1월부터 2015년 12월까지 서울아산병원에서 수면다원검사를 시행한 18 세 이상의 OSA 환자 중 비강 양압기 적정 검사를 완료한 환자를 대상으로 하였다. 폐쇄성 수면무호흡증 외에 공존하는 다른 수면 장애가 진단된 경우는 대상에서 제외하였다. 환자들의 폐쇄성 수면무호흡증 외 다른 질병의 이환율 및 수면다원검사 시 측정된 신장과 체중, 체질량 지수 (Body mass index, BMI), 목 둘레길이 (Neck circumference), 허리 둘레길이 (Waist circumference) 를 분석하였다. 수면다원검사와 비강 양압기 적정 시험 시행 후 각각의 전체 수면 시간, 자세 별 수면 시간, 시간 당 자세 변화 횟수, 전체 AHI, 자세 별 AHI, 각성 지수 (Arousal index, AI), 최저 산소포화도 (Lowest oxygen saturation), 평균 산소포화도 (Mean oxygen saturation)를 분석 자료로

활용하였다. 수면다원검사와 양압기 적정 검사에서 수면 지표가 어떻게 변화되고 자세 의존도 (Positional dependency) 에 따른 차이가 있는지 알아보려고 하였다. 또 수면다원검사 시 자세 변화의 빈도, 양와위 수면 시간의 비율에 따라 차이가 발생하는지 함께 알아보려고 하였다.

결과: 총 100 명의 환자를 대상으로 연구를 진행하였으며 이 중 체위성 환자는 53 명 (53%) 이었다. 체위성 환자군은 비체위성 환자군에 비해 남성의 비율이 높고, BMI 가 작았으며, AHI 값 또한 작은 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 양압기 적정 검사 시 양와위 수면 시간은 수면다원검사 시 201.5 ± 84.8 분에서 330.0 ± 80.0 분으로 유의하게 증가하였고 ($p < 0.001$), 전체 수면 시간 중 양와위 수면 시간의 비율 (Supine position time/ total sleep time ratio)도 수면다원검사 시 58.5 ± 23.3 %에서 87.6 ± 18.5 %로 증가하였다 ($p < 0.001$). 수면다원 검사 및 양압기 적정 검사 상에서 양와위 AHI 값은 양와위 수면 시간, 양와위 수면 시간의 비율과 유의한 음의 상관 관계를 보였으며 ($p < 0.05$), 시간 당 자세 변화 횟수와 전체 각성 지수와는 유의한 양의 상관 관계를 보였다 ($p < 0.05$).

양압기 적정 검사 후 양와위 수면 시간이나, 전체 수면 시간 중 양와위 수면 시간의 비율은 자세 의존도 (Positional dependency)에 따른 차이가 발생하지 않았다. 비체위성 환자군에서 전체 AHI 의 변화값이 유의하게 높았는데 ($p < 0.001$), 양와위보다는 비양와위에서 AHI 변화값이 유의하게 높았다. 양압기 적정 검사 시 양와위 시간의 변화값은 자세 변화가 적었던 환자군에서 109.8 ± 105.5 분, 자세 변화가 많았던 환자군에서 147.9 ± 77.0 분으로 자세 변화가 많은 군에서 유의하게 높았다 ($p = 0.043$). 자세변화가 많았던 군에서 양와위 AHI 의 변화값이 유의하게 높았다 ($p = 0.010$) 수면다원검사에서 양와위 수면 시간의 비율이 작은 그룹에서 양압기 적정 검사 시 양와위 시간의 비율의 변화값이 유의하게 높았다 ($p < 0.001$). 또 비율이 작은 그룹에서 양와위

AHI의 변화값이 유의하게 높았다 ($p = 0.008$).

결론 : 환자에서 호흡장애지수의 호전을 통해 양와위를 유지하는 경향이 커진다. 자세 변화 횟수도 의미 있게 감소하며 이를 통한 양와위 수면 시간의 비율 증가와 각성 지수 감소와 양의 선형적 관련성을 확인하였다. 이러한 변화는 자세 의존도와는 차이는 보이지 않았다. 하지만 자세 변화가 많았던 환자, 양와위로 수면을 길게 하지 못했던 환자들도 양압 호흡기를 적용하였을 때는 자세 변화가 줄면서 양와위를 유지하는 경향이 큰 것으로 나타났다.

중심 단어 : 폐쇄성 수면 무호흡증, 수면다원검사, 양압기 적정 검사, 체위 의존도, 호흡 장애 지수, 양와위, 수면 시간

차 례

국문 요약	i
표 및 그림 목차	v
서론	1
연구 대상 및 방법	3
1. 연구 대상	
2. 연구 방법	
3. 분석 방법	
결과	6
1. 연구대상의 특성	
2. 수면다원검사와 양압기 적정검사 시의 수면 시간과 호흡 장애 지수의 변화	
3. 자세 의존도에 따른 양압기 적정검사 결과의 비교	
4. 자세 변화 빈도에 따른 양압기 적정검사 결과의 비교	
5. 양와위 수면 시간 비율에 따른 양압기 적정검사 결과의 비교	
고찰	20
결론	24
참고문헌	25
영문 요약	28

표 및 그림 목차

Table 1. Characteristics of study patients.....	7
Table 2. Changes in sleep index of polysomnography and CPAP titration test.	10
Table 3. Correlation analysis with supine position AHI and other sleep index.	11
Table 4. Changes in sleep index according to positional dependency.....	14
Table 5. Changes in sleep index according to the number of positional changes in polysomnography	17
Table 6. Changes in sleep index according to the ratio of supine position time in polysomnography	18
Fig. 1. Correlation analysis with supine position AHI and other sleep index in polysomnography.	12
Fig. 2. Correlation analysis with supine position AHI and other sleep index in CPAP titration test.	13

서 론

폐쇄성 수면무호흡증 (Obstruction sleep apnea, OSA) 은 수면 중 상기도 폐쇄 (Upper airway obstruction) 로 인해 주간 졸림, 수면 중 험떡임, 잦은 각성, 주간 피곤, 집중력 저하를 동반하며, 수면다원검사 (Polysomnography, PSG) 를 통하여 저호흡 (hypopnea) 및 무호흡 (Apnea) 이 객관적으로 측정될 때 진단될 수 있다.

수면 중에는 각성 시와 다르게 근 긴장도가 저하되기 때문에 구-인두 측벽을 이루는 근육들의 긴장도가 떨어지고, 특히 앙와위 (Supine position) 시에는 중력에 의해 혀와 연구개의 후방 이동이 발생하게 되어 기도 폐쇄가 쉽게 일어날 수 있다^{1,2}.

수면 자세가 호흡장애의 정도에 영향을 줄 수 있다는 것은 여러 연구를 통해서 알려져 있다. Cartwright³ 는 앙와위에서 호흡장애지수가 비앙와위에 비하여 2 배이상 증가하는 환자들을 체위성 폐쇄성 무호흡증 (Positional obstructive sleep apnea, positional patient) 로 정의하고 그렇지 않을 경우를 비체위성 폐쇄성 무호흡증 (Non-positional obstructive sleep apnea, non-positional patient) 라고 하였다.

체위성 환자와 비체위성 환자 간의 임상적 차이에 대한 연구는 활발히 진행되었으며 체위성 환자는 상대적으로 경한 증상을 보이는 것으로 나타났다. 체위성 환자는 전체 폐쇄성 수면 무호흡증 환자 중에서 9%에서 60%까지 알려져 있으며^{4,5} 최근 한국인을 대상으로 한 연구에서는 40%에서 75%까지 다양한 비율을 차지 하고 있다⁶⁻⁸.

기존의 연구를 통하여 수면 무호흡증 환자에서 자세 치료 (Position therapy) 를 시행했을 때 무호흡-저호흡지수 (Apnea-hypopnea index, AHI) 가 유의하게 감소하고 증상 또한 호전되는 것으로 나타났다⁹. 기존의 연구들은 자세 변화에 따른 호흡장애지수의 변화에 대한 연구가 주를 이루고 있었으나 호흡장애지수의 호전이 자세 변화에 어떤 영향을 주는

가에 대한 연구는 이루어진 바가 없다. 폐쇄성 수면 무호흡증 환자는 상기도 폐쇄를 상쇄하기 위해 양와위에서 비양와위로 바꾸려는 경향이 있으며, 이 과정에서 수면 중 각성 (Arousal) 이 증가할 것으로 예상하였다. 이를 바탕으로 비강 양압 호흡기 (Continuous positive airway pressure, CPAP)을 적용하여 상기도 폐쇄를 감소시켰을 때, 즉 호흡장애 지수의 호전이 있을 때, 전체 수면 시간 중 양와위 수면 시간이 증가하고 자세를 바꾸는 횟수가 줄며 각성 빈도가 감소할 것이라고 가정하였다.

본 연구에서는 수면 폐쇄성 무호흡증 환자에서 비강 양압기 적정 압력 측정검사 (CPAP titration test) 을 적용하였을 때 양와위를 유지하는 시간과 각성 빈도에 대한 변화를 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상

2015년 1월부터 2015년 12월까지 서울아산병원에서 수면다원검사를 시행한 18세 이상의 폐쇄성 수면 무호흡증 환자 중 비강 양압기 적정 검사 (CPAP titration test) 를 완료한 환자를 대상으로 하였다.

전체 수면 시간 동안 자세 변화가 없었던 환자들은 제외하였고 중추성 수면 무호흡증 (Central sleep apnea), 주기성 사지 운동증 (Periodic limb movement disorder) 등의 폐쇄성 수면 무호흡증 외에 공존하는 다른 수면 장애가 진단된 경우는 대상에서 제외하였다. AHI 가 5 이상, 전체 수면 시간(Total sleep time, TST) 이 120 분 이상이며 양와위와 비양와위를 유지하는 시간이 각각 20 분 이상 인 환자들을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

환자들의 폐쇄성 수면 무호흡증 외 다른 질병의 이환율 및 수면다원검사 시 측정된 신장과 체중, 체질량 지수 (Body mass index, BMI), 목 둘레길이 (Neck circumference), 허리 둘레길이 (Waist circumference) 를 분석하였다.

수면다원검사와 비강 양압기 적정 검사 시행 후 각각의 전체 수면 시간, 자세 별 수면 시간, 시간 당 자세 변동 횟수, AHI, 자세 별 AHI, 각성 지수 (Arousal index, AI), 최저 산소포화도 (Lowest oxygen saturation), 평균 산소포화도 (Mean oxygen saturation) 를 수면 지표로 사용하였다.

수면다원검사 (Polysomnography, PSG)

본 연구에 사용된 수면다원검사 기기는 RemLogic ver. 2.0 PSG (Embla Systems Inc., Broomfield, CO, USA) 였으며 표준화 된 전극과 감지기를 사용하였다. 뇌파 전극, 하악과 하지의 근전도, 심전도, 비강과 구강의 호흡기류를 측정하는 감지기, 혈청 산소포화도 측정기를 설치하였다. 흉곽에 부착된 자세 감지기에 의해 수면 중 환자의 자세를 실시간으로 기록하였으며 앙와위와 비앙와위로 나누어 기록하였다.

무호흡 (Apnea) 는 수면다원검사 상에서 비강 또는 구강의 공기흐름 (Oro-nasal airflow) 이 10 초 이상 90% 이상 떨어질 때로 정의하였으며, 저호흡 (Hypopnea) 은 1) 저호흡 발생 전 비강이나 구강으로 측정하는 호흡량이 10 초 이상 50% 이상 감소하거나, 2) 산소포화도가 저호흡 발생 시 3% 이상 감소할 때 또는 3) 저호흡이 뇌파의 각성과 연관이 있을 때로 하였다. AHI (Apnea-hypopnea index) 는 수면 중 시간 당 발생하는 무호흡과 저호흡의 합계로 정의하였다¹⁰.

AHI 가 5 이상 15 미만인 경우 경도 수면 무호흡 (Mild OSA), AHI 가 15 이 상 30 미만인 경우 중등도 수면 무호흡 (Moderate OSA), 그리고 AHI 가 30 이상인 경우 중증 수면 무호흡 (Severe OSA) 으로 분류하였다.

비강 양압기 (Nasal continuous positive airway pressure, CPAP)

폐쇄성 수면 무호흡증의 치료는 비강 양압기가 성인에서 일차 표준 치료로 권장된다. 미국 수면학회에 따르면 AHI 가 15 회 이상인 경우와 AHI 가 5~15 회면서 주간 졸림, 불면증, 우울증, 인지장애, 고혈압, 뇌졸중 병력, 허혈성 심장질환이 동반되는 경우 CPAP 을 권장하고 있다¹¹.

비강 양압기의 압력은 환자 개인마다 다를 수 있으며 해당 적정 압력을 구하기 위해 비강 양압기 적정 검사를 시행한다. 본원에서 비강 양압기 적정 시험 시 시작 압력을 4.0cmH₂O 에서 시작하였고 2008 년 Kushida 등 이 발표한 guideline 에 따라 검사를 진행하였다¹².

3. 분석 방법

통계적 분석은 Windows 용 SPSS version 12.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하였으며 집단 간의 임상적 특성의 비교는 Chi-square test, student t-test 를 시행하여 비교하였다. Titration 전후의 variables 의 비교는 paired t-test 를 이용하였다. 수면다원검사에서 측정된 인자 간의 선형적 관련성을 판단하기 위해 simple correlation analysis 를 사용하였다. *p* 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 해석하였다.

결 과

연구 대상의 특성

최종 연구에 포함된 환자는 총 100 명으로 이 중 체위성 환자군은 53 명, 비체위성 환자군은 47 명이었다. 평균 나이는 51.1 (25 - 78)세였다. 전체 환자 중 남성의 비율은 86 명 (8.06%) 였고 체위성 환자군 중 50 명 (94.3%), 비체위성 환자군 중 36 명 (76.7%)으로 체위성 환자군에서 남성의 비율이 유의하게 더 높았다 ($p = 0.011$). BMI 는 전체 환자에서 $27.0 \pm 3.6 \text{ kg/m}^2$ 으로 측정되었고 체위성 환자군에서 $26.3 \pm 3.4 \text{ kg/m}^2$, 비체위성 환자군에서 $27.9 \pm 3.6 \text{ kg/m}^2$ 으로 비체위성 환자군에서 유의하게 높았다 ($p = 0.023$). 허리 둘레길이 (Waist circumference) 는 전체 환자에서 $96.7 \pm 8.3 \text{ cm}$ 이었는데 체위성 환자군에서 $94.7 \pm 8.2 \text{ cm}$, 비체위성 환자군에서 $98.9 \pm 7.9 \text{ cm}$ 로 비체위성 환자군에서 유의하게 높았다 ($p = 0.011$). AHI 를 기준으로 비체위성 환자군은 49.9 ± 23.8 /hr, 체위성 환자군은 35.4 ± 14.2 /hr 로 비체위성 환자에서 더 심한 무호흡증을 보이는 것으로 나타났다 ($p = 0.001$).

두 군 간에 연령, 목 둘레길이 (Neck circumference), 기저 질환력 (Hypertension, diabetes mellitus, hyperlipidemia, cardiovascular disease, stroke), 흡연력, 음주력은 차이가 없었다. 또한 수면다원검사에서 측정된 전체 수면 시간, 평균 산소포화도, 최소 산소포화도, 전체 수면시간 대비 REM 수면 비율도 차이가 발생하지 않았다. (Table 1)

Table 1. Characteristics of study patients.

Variables	Total patients (<i>n</i> = 100)	PP (<i>n</i> = 53)	NPP (<i>n</i> = 47)	<i>p</i>
Age (y) (range)*	51.1 (25–78)	51.0 (29–68)	51.3 (25–78)	.91
Sex, male (%)	86 (86.0)	50 (94.3)	36 (76.7)	.01
BMI (kg/m ²)*	27.0 ± 3.6	26.3 ± 3.4	27.9 ± 3.6	.02
Neck circumference (cm)*	39.6 ± 3.7	39.1 ± 2.6	40.1 ± 4.7	.18
Waist circumference (cm)*	96.7 ± 8.3	94.7 ± 8.2	98.9 ± 7.9	.01
Comorbidities				
Hypertension (%)	36 (36.0)	15 (28.3)	21 (44.7)	.08
Diabetes mellitus (%)	11 (11.0)	6 (11.3)	5 (10.6)	.91
Hyperlipidemia (%)	23 (23.0)	15 (28.3)	8 (17.0)	.18
Cardiovascular disease (%)	7 (7.0)	3 (5.7)	4 (8.5)	.57
Stroke (%)	1 (1.0)	0 (0.0)	1 (2.1)	.28
Smoking history (%)	17 (17.0)	8 (15.1)	9 (19.1)	.59
Alcohol history (%)	41 (41.0)	22 (41.5)	19 (40.4)	.91
Sleep index				
Overall AHI ^a (events/hr)*	42.2 ± 20.5	35.4 ± 14.2	49.9 ± 23.8	.001
Overall AHI ^b (events/hr)*	5.79 ± 4.3	5.79 ± 4.7	5.78 ± 3.7	.98
Total sleep time (min)*	342.4 ± 41.5	338.0 ± 41.2	347.4 ± 41.7	.45
Average O ₂ saturation (%)*	93.4 ± 2.6	93.3 ± 2.8	93.6 ± 2.4	.68
Minimal O ₂ saturation (%)*	78.6 ± 8.8	77.7 ± 7.7	79.6 ± 9.9	.30
REM sleep/Total sleep time (%)*	16.4 ± 7.0	15.3 ± 7.3	17.6 ± 6.4	.09

Number of position changes ^{a*} (events/hr)	2.4 ± 1.5	2.2±1.3	2.6±1.8	.12
Number of position changes ^{b*} (events/hr)	0.8 ± 0.8	0.7±0.8	0.8±0.7	.94

Chi-square test, * t-test

Abbreviations: PP, positional patient; NPP, non-positional patient; BMI, body-mass index; AHI, apnea-hypopnea index; PSG, polysomnography; REM, rapid eye movement.

^a Figures that was measured by polysomnography.

^b Figures that was measured by CPAP titration test.

총 64 명의 중증 수면 무호흡증 환자에서 29 명은 체위성 환자였고 35 명은 비체위성 환자로 중증 수면 무호흡증 환자에서 비체위성 환자의 비율이 유의하게 높았다 ($p < 0.001$). 35 명의 중등도 수면 무호흡증 환자에서 24 명은 체위성 환자였고 11 명은 비체위성 환자였다. 총 환자 중 1 명이 경증 수면 무호흡증으로 비체위성 환자로 분류되었다.

수면다원검사와 양압기 적정 검사 시 호흡 장애 지수와 수면 시간의 변화

AHI, 양와위 AHI, 비양와위 AHI 는 각각 42.2 ± 20.5 /hr, 54.2 ± 22.7 /hr, 25.3 ± 22.5 /hr 였고 적정 검사 후에는 5.8 ± 4.3 /hr, 6.6 ± 5.4 /hr, 4.0 ± 7.3 /hr 로 모두 유의하게 감소하였다 ($p < 0.001$).

전체 수면 시간은 평균 342.4 ± 4.5 분에서 375.0 ± 37.9 분으로 유의하게 증가하였다 ($p < 0.001$). 이에 비해, 비양와위 시간은 140.9 ± 78.6 분에서 45.0 ± 65.2 분으로 유의하게 감소하였다 ($p < 0.001$). (Table 2)

수면다원 검사 및 양압기 적정 검사 상에서 양와위 AHI 값은 양와위 수면 시간, 양와위 수면 시간의 비율과 유의한 음의 상관 관계를 보였으며 ($p < 0.05$), 양와위 AHI 값이 높을수록 양와위 수면 시간의 절대값과 비율이 감소하였다. (Fig.1) 양와위 AHI 값은 시간 당 자세 변화 횟수와 전체 각성 지수와는 유의한 양의 상관 관계를 보였는데 ($p < 0.05$), 양와위 AHI 값이 높을수록 시간 당 자세 변화 횟수와 각성 지수가 증가하였다. (Fig.2)

Table 2. Changes in sleep index of polysomnography and CPAP titration test.

Variables	<i>PSG</i>	Titration	<i>p</i>
TST (min)	342.4 ± 41.5	375.0 ± 37.9	<.001
Supine position time (min)	201.5 ± 84.8	330.0 ± 80.0	<.001
Non- supine position time (min)	140.9 ± 78.6	45.0 ± 65.2	<.001
Supine position time / TST ratio (%)	58.5 ± 23.3	87.6 ± 18.5	<.001
Supine AHI (events/hr)	54.2 ± 22.7	6.6 ± 5.4	<.001
Non-supine AHI (events/hr)	25.3 ± 22.5	4.0 ± 7.3	<.001
Overall AHI (events/hr)	42.2 ± 20.5	5.8 ± 4.3	<.001
Number of position changes (events/hr)	2.4 ± 1.5	0.8 ± 0.8	<.001
Total arousal index (events/hr)	35.7 ± 15.8	15.8 ± 8.3	<.001

* paired t-test

Abbreviations: PSG, polysomnography; TST, total sleep time; AHI, apnea-hypopnea index.

Table 3. Correlation analysis with supine position AHI and other sleep index.

(A) Polysomnography

Variables	Pearson correlation coefficient	<i>p</i> value
TST (min)	-0.404	.090
Supine position time (min)	-0.455	<.001
Supine position time / TST ratio (%)	-0.395	<.001
Number of position changes (events/hr)	0.406	<.001
Total arousal index (events/hr)	0.728	<.001

(B) CPAP titration

Variables	Pearson correlation coefficient	<i>p</i> value
TST (min)	-0.193	.055
Supine position time (min)	-0.354	<.001
Supine position time / TST ratio (%)	-0.375	<.001
Number of position changes (events/hr)	0.321	.001
Total arousal index (events/hr)	0.263	.008

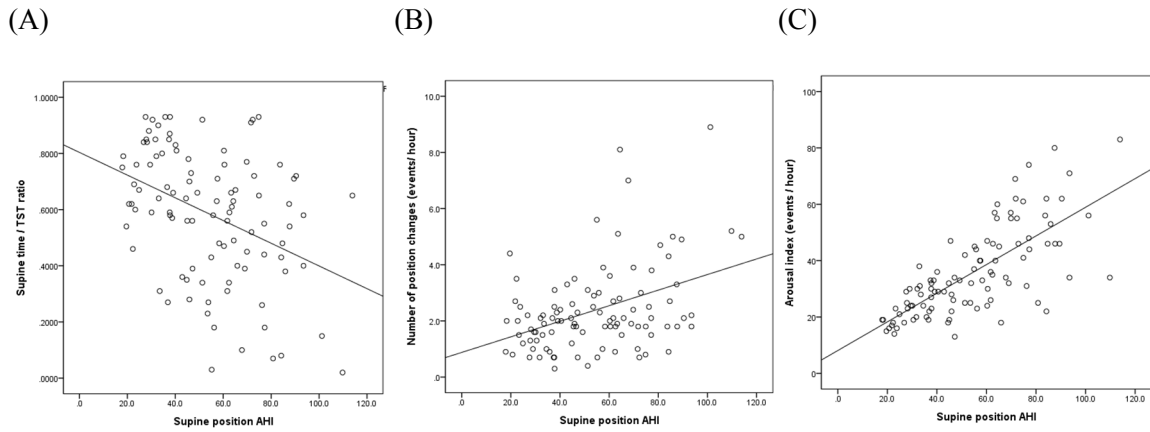


Fig 1. Correlation analysis with supine position AHI and other sleep index in polysomnography. (A) Supine position AHI was found to have a negative correlation with supine position time / TST ratio. (B), (C) Supine position AHI showed positive correlation with both number of position changes and arousal index, respectively.

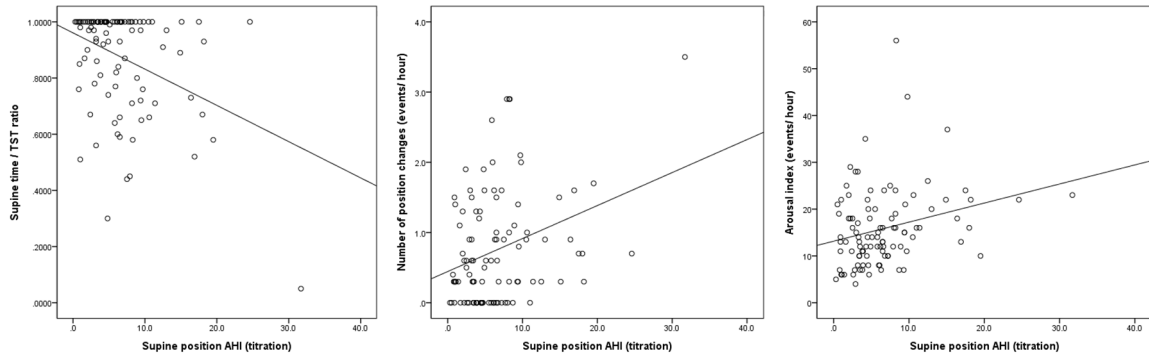


Fig 2. Correlation analysis with supine position AHI and other sleep index in CPAP titration test. (A) Supine position AHI was found to have a negative correlation with supine position time / TST ratio. (B), (C) Supine position AHI showed positive correlation with both number of position changes and arousal index, respectively.

자세 의존도 (Positional dependency)에 따른 양압기 적정 검사 결과의 비교

체위성 환자군에서 양압기 적정 검사 후 양와위 수면 시간은 322.7 ± 85.7 분으로 증가하였고, 비체위성 환자군에서도 338.2 ± 73.2 분으로 증가하였으나 그 변화값은 두 군간의 차이가 없었다. 체위성 환자군에서 적정 검사 시 양와위 수면 시간의 비율은 85.7 ± 20.1 %, 비체위성 환자군에서는 89.6 ± 16.5 % 로 모두 증가하였으나 변화값은 두 군간의 차이가 없었다.

수면다원검사에서 비체위성 환자군은 상대적으로 높은 AHI 값을 가졌으나, 양압기 적정 검사 시 AHI 가 체위성 환자군, 비체위성 환자군에서 각각 5.8 ± 4.7 /hr, 5.8 ± 3.7 /hr 로 두 군간의 차이가 발생하지 않았다. 양압기 적정 검사 시 비체위성 환자군에서 체위성 환자군보다 전체 AHI 변화값이 유의하게 높았는데 ($p < 0.001$), 양와위보다는 비양와위에서 AHI 변화값이 유의하게 높았다. (Table 4)

Table 4. Changes in sleep index according to positional dependency.

Variables	PSG (A)			Titration (B)			Delta (A-B)		
	PP	NPP	<i>p</i>	PP	NPP	<i>p</i>	PP	NPP	<i>p</i>
Overall AHI	35.3 ± 14.2	49.9 ± 23.8	<.001	5.8 ± 4.7	5.8 ± 3.7	.98	29.5 ± 13.3	44.1 ± 22.5	<.001
Supine AHI	53.3 ± 20.9	55.2 ± 24.7	.67	7.1 ± 6.2	6.0 ± 4.3	.32	46.2 ± 19.1	49.2 ± 23.6	.48
Non- supine AHI	14.0 ± 10.2	43.3 ± 27.5	<.001	3.7 ± 8.2	4.3 ± 6.3	.76	11.8 ± 11.2	40.8 ± 27.8	<.001
Supine position time/ TST (%)	57.8 ± 24.3	59.2 ± 22.2	.77	85.7±20.1	89.6 ± 16.5	.29	27.9 ± 24.0	30.4 ± 24.7	.60
Supine position time (min)	194.7± 3.0	209.2±87.1	.39	322.7±85.7	338.2 ± 73.2	.33	117.5 ± 80.8	140.9±106.8	.22
Number of position changes (events /hr)	2.2 ± 1.3	2.6 ± 1.8	.12	0.7 ± 0.8	0.8 ± 0.7	.94	1.5 ± 1.2	1.8 ± 1.7	.24
Arousal index (events/hr)	32.5 ± 12.3	39.2 ± 18.5	.03	16.9 ± 8.5	14.6 ± 8.1	.17	15.6 ± 12.1	24.6 ± 20.1	.01

*student t-test

Abbreviations: PP, positional patient; NPP, non-positional patient; AHI, apnea-hypopnea index; PSG, polysomnography.

자세 변화 빈도 (Position change frequency) 에 따른 양압기 적정 검사 결과의 비교

전체 환자에서 시간 당 자세 변화 횟수의 중앙값 (Median) 은 2.0 회/hr 로, 자세 변화 횟수가 2.0 회/hr 보다 많은 군 (A 군, 51 명), 2.0 회/hr 적은 군 (B 군, 49 명) 으로 나누어 분석하였다. 양압기 적정 검사 시 양와위 수면 시간은 A 군에서 354.9 ± 62.3 분, B 군에서 304.1 ± 88.4 분으로 자세 변화가 많은 군에서 짧았으나 ($p < 0.001$) 양와위 수면 시간의 변화값은 A 군이 109.8 ± 105.5 분 B 군이 147.9 ± 77.0 분으로 자세 변화가 많은 군에서 유의하게 큰 것으로 나타났다 ($p = 0.043$). 수면다원검사 상 전체 수면 시간 중 양와위 수면 시간의 비율은 A 군에서 67.2 ± 21.7 %, B 군에서 49.3 ± 21.4 %로 자세 변화가 많은 군에서 유의하게 낮았는데 ($p < 0.001$), 적정 검사 시 비율의 변화값은 A 군이 25.1 ± 22.8 %, B 군이 33.3 ± 25.1 %로 두 군 간의 유의한 차이가 없었다. 양압기 적정 검사 시행 시 양와위 AHI 의 변화값은 A 군에서 42.2 ± 19.4 /hr, B 군에서 53.2 ± 21.8 /hr 로 자세변화가 많은 군에서 유의하게 높았다 ($p = 0.010$). 자세 변화 횟수의 변화값은 A 군이 1.4 ± 1.3 /hr, B 군이 1.8 ± 1.6 /hr 로 두 군 간의 유의한 차이가 없었다. (Table 5)

양와위 시간의 비율에 따른 양압기 적정 검사 결과의 비교

수면 시 양와위 수면 시간이 길었던 사람과 짧았던 사람을 비교하여 분석하기 위해 전체 환자의 양와위 수면 시간의 비율의 중앙값인 62%을 기준으로 62% 이하인 군 (C 군, n=52), 62% 초과인 군 (D 군, n=48)으로 나누어 비교를 하였다. 양와위 수면 시간은 C 군에서 139.5 ± 63.6 분, D 군에서 268.6 ± 43.9 분으로 비율이 높은 군에서 유의하게 길었다 ($p < 0.001$). 양압기를 적용하였을 때 두 군간의 양와위 수면 시간 변화값의 유의한 차이는 관찰되지 않았으나, 양와위 수면 시간의 비율의 변화값은 유의하게 비율이 낮은 군에서 높았다 ($p < 0.001$). 수면다원검사 상 양와위 AHI 는 C 군에서 59.9 ± 22.1 /hr, D 군에서

48.0 ± 21.8 /hr 로 양와위 시간의 비율이 낮은 군에서 유의하게 높았다 ($p = 0.008$). 걱정 검사 시 C 군에서 52.9 ± 20.5 /hr, D 군에서 41.8 ± 20.7 /hr 로 비율이 낮은 군에서 양와위 AHI 의 변화값이 유의하게 높았다 ($p = 0.008$). 자세 변화 횟수는 수면다원검사 시 C 군에서 2.9 ± 1.8 /hr, D 군에서 1.8 ± 1.1 /hr 로 비율이 낮은 군에서 높게 측정되었고 ($p < 0.001$) 걱정 검사 시 변화값은 두 군에서 차이가 없었다. (Table 6)

Table 5. Changes in sleep index according to the number of position changes in polysomnography.

Variables	PSG (A)			Titration (B)			Delta (A-B)		
	<i>A group^a</i>	<i>B group^b</i>	<i>p</i>	<i>A group^a</i>	<i>B group^b</i>	<i>p</i>	<i>A group^a</i>	<i>B group^b</i>	<i>p</i>
Overall AHI	39.6±18.4	44.8±22.4	.21	5.7±4.8	5.9±3.7	.85	33.9±18.1	38.9±20.8	.20
Supine AHI	48.3±20.3	60.3±23.5	.008	6.1±5.1	7.1±5.7	.35	42.2±19.4	53.2±21.8	.01
Non- supine AHI	23.9±24.3	31.7±25.2	.11	4.9±8.8	3.3±6.0	.44	21.5±24.2	29.5±25.9	.11
Supine position time/ TST (%)	67.2±21.7	49.3±21.4	<.001	92.3±12.7	82.6±22.1	.008	25.1±22.8	33.3±25.1	.09
Supine position time (min)	236.6±78.9	165.0±75.4	<.001	354.9±62.3	304.1±88.4	.001	109.8±105.5	147.9±77.0	.043
Number of position changes (events /hr)	1.4±0.5	3.4±1.6	<.001	0.5±0.5	1.0±0.9	<.001	1.4±1.3	1.8±1.6	.19
Arousal index (events/hr)	33.5±14.5	37.9±17.0	.17	15.4±6.3	16.3±10.1	.56	18.2±15.8	21.5±17.9	.32

*student t-test

Abbreviations: PP, positional patient; NPP, non-positional patient; AHI, apnea-hypopnea index; PSG, polysomnography; TST; Total sleep time, AHI; Apnea-hypopnea index

^a Group of patients that showed number of position changes not exceeding 2.0

^b Group of patients that showed number of position changes exceeding 2.0

Table 6. Changes in sleep index according to the ratio of supine position time changes in polysomnography.

Variables	PSG (A)			Titration (B)			Delta (A-B)		
	<i>C group</i> ^a	<i>D group</i> ^b	<i>p</i>	<i>C group</i> ^a	<i>D group</i> ^b	<i>p</i>	<i>C group</i> ^a	<i>D group</i> ^b	<i>p</i>
Overall AHI	42.4±21.1	24.9±20.1	.91	6.0±4.6	5.6±4.0	.63	36.4±20.1	36.4±19.1	.99
Supine AHI	59.9±22.1	48.0±21.8	.008	7.0±6.0	6.1±4.6	.42	52.9±20.5	41.8±20.7	.008
Non- supine AHI	32.0±24.5	23.1±24.8	.07	4.9±8.6	2.6±4.6	.20	28.7±25.2	21.9±25.1	.18
Supine position time/ TST (%)	40.8±17.2	77.6±9.8	<.001	83.0±21.7	92.5±12.7	.009	42.2±23.1	14.9±16.2	<.001
Supine position time (min)	139.5±63.6	268.6±43.9	<.001	309.1±88.8	352.6±62.8	.006	138.8±95.1	117.3±92.9	.25
Number of position changes (events /hr)	2.9±1.8	1.8±1.1	<.001	0.9±0.9	0.6±0.6	.035	1.8±1.7	1.5±1.2	.36
Arousal index (events/hr)	35.8±15.9	35.5±15.9	.94	15.6±9.2	16.1±7.4	.73	20.2±16.7	19.4±17.2	.82

* student t-test

Abbreviations: PP, positional patient; NPP, non-positional patient; AHI, apnea-hypopnea index; PSG, polysomnography; TST; Total sleep time, AHI; Apnea-hypopnea index

^a *Group of patients that showed supine time ratio not exceeding 62%*

^b *Group of patients that showed supine time ratio exceeding 62%*

폐쇄성 수면무호흡증 환자는 수면 시 양와위 (Supine position) 를 취하게 되면 중력에 의해 연구개, 구개수, 혀, 후두가 후인두벽과 더 가까워 지게 되고 혀의 단면적, 구개수 넓이, 연구개의 두께가 증가하여 인두의 단면적은 더 좁아지게 된다.

Cartwright 는 양와위에서 호흡 장애 지수가 비양와위에 비하여 2 배 이상 증가하는 환자들을 체위성 폐쇄성 수면 무호흡증 환자로 정의하였다. 체위성 환자에서 수면 시 양와위가 아닌 측와위를 취하는 자세 치료를 일차 치료로 고려해볼 수 있기 때문에 자세 의존도 (Positional dependency)의 확인은 폐쇄성 수면무호흡증의 진단 시 확인이 필요하다⁹. 2016 년 Lee 등¹³ 에 따르면 1052 명의 폐쇄성 수면무호흡증을 진단받은 한국인에서 체위성 환자의 비율은 76% 정도로 서양에서 시행한 연구의 수치보다 비교적 많은 빈도를 보이는 것으로 보고 하였다. Oksenberg 등¹⁴ 은 1997 년 약 600 명의 OSA 환자를 분석한 결과, 약 55%의 환자가 체위성 환자로 분류되었다고 보고 하였는데 비체위성 환자는 체위성 환자에 비해 심한 호흡 장애를 보였다. 특히 호흡장애지수 (Respiratory distress index, RDI) 값이 40 이상인 중증 수면 무호흡증 환자에서 비체위성 환자의 비율이 높았다. 국내에서 시행한 연구에서도 상기 연구와 일치하는 소견을 보고 하였다⁸. Chung 등¹⁵ 은 비체위성 환자는 체위성 환자에 비해 전체 AHI 와 전체 각성 지수 (Arousal index) 가 더 컸으며 특히 비양와위에서 AHI 와 각성 지수가 높게 측정되었다고 보고 하였다¹⁵. 2000 년 Oksenberg 등¹⁶ 은 중증의 비체위성 환자에서도 측와위보다는 양와위에서 무호흡 증상이 더 많이 측정되었다고 보고 하였고 비체위성 환자에서도 양와위를 피하는 것이 호흡장애 치료에 도움이 된다고 하였다. 본 연구에서도 체위성 환자는 비체위성 환자에 비해 낮은 AHI 를 가지는 것을 확인하였다. 또 상대적으로 BMI 와 허리둘레 길이 (Waist circumference) 값이 작은 것으로 나타났다. 이는 상대적으로 낮은

호흡장애지수와 낮은 BMI 를 가지는 폐쇄성 수면무호흡증 환자들에서 체위성 환자의 비율이 높게 나온 기존의 연구와 일치하는 소견이었다. 본 연구에서는 남성일수록 체위성 환자인 경향이 큰 것으로 나타났는데 이는 중증의 수면무호흡증을 보이는 환자에서 여성의 비율 (11 명/64 명, 17.1%) 이 경증등도의 수면무호흡증을 보이는 환자에서 여성의 비율 (3 명/ 36 명, 8.3%)보다 높았기 때문이라고 생각된다.

수면 중 체위변화로 인한 상부기도의 해부학적 변화를 다양한 검사를 이용하여 객관적으로 확인한 바 있는데, Sohn 등¹⁷ 은 최근 수면무호흡증 환자에게 유도수면 하 다중전산화단층촬영장치 (Multi-detector computed tomography, MDCT) 를 사용하여 상기도의 협착 정도를 확인하였고, 기도용적이 양와위보다는 비양와위에서 유의하게 증가함을 확인하였다. Kastoer 등¹⁸ 은 약물 유도 수면내시경 (Drug-induced sleep endoscopy , DISE)를 이용하여 수면시 협착 패턴을 분석하였고 구개나 구인두의 협착이 수면 무호흡증 환자에서 유의하게 많았으며, 비체위성 환자에서 체위성 환자보다 구인두의 완전 환상형 폐쇄 (Complete concentric collapse) 가 유의하게 많음을 확인하였다. Ravesloot 등¹⁹ 은 완전 환상형 폐쇄가 높은 BMI 값과 유의한 연관성이 있다고 발표하였다. Victores 등²⁰ 은 DISE 를 이용한 연구에서 비체위성 환자에서는 자세 변화에 따른 상기도 형태의 변화가 뚜렷하지 않다고 보고 하였다. 이를 바탕으로 생각해봤을 때 본 연구에서 비체위성 환자가 체위성 환자에 비해 비양와위 AHI 가 높게 측정 된 것은 BMI 가 비교적 높으면서, 체위성 환자에 비해 비교적 자세변화에 의한 단면적 변화가 적은 완전 환상성의 폐쇄가 있을 가능성이 높기 때문이라고 예상해볼 수 있었다.

양압기 적정 검사 시 환자의 총 수면 시간, 양와위 수면 시간과 양와위 수면 시간의 비율은 모두 증가하였고 AHI, 자세 변화 횟수, 각성 지수는 유의하게 감소하였다. 자세 의존도와 무관하게 양와위 시간 비율이 증가하고 각성 지수의 감소가 유의하게 발생하였으나 AHI 의 변화값과 각성 지수의 변화값은 비체위성 환자에서 체위성 환자에 비해 유의하게 컸다. 이는

체위성 환자는 비앙와위에서 AHI 가 감소가 큰데 CPAP 을 통해 앙와위 시간이 늘면 비앙와위 수면 시간의 감소로 자세 변화로 인한 AHI 의 감소 효과는 줄어들기 때문에 전체 AHI 의 변화량이 비체위성 환자보다 작게 나온 것으로 보인다.

Zein 등²¹ 은 자발적 각성 지수 (Spontaneous arousal index)가 AHI 와 연관이 있고 중증의 수면무호흡의 지표로 볼 수 있다고 보고 하였다. 본 연구에서도 앙와위 AHI 가 높아지면 앙와위를 유지하는 수면 시간이 감소하고 자세 변화가 잦으며 각성이 많아지는 경향을 확인할 수 있었는데 이를 통해 앙와위 AHI 가 높은 환자의 경우 수면 시 각성과 함께 자세를 변경하는 경향이 있고 이러한 현상이 누적되어 앙와위 수면 시간이 감소할 것이라고 예상하였다. 따라서 CPAP 을 적용하였을 때 앙와위 AHI 가 감소하면서 각성이 줄고 이에 따라 자세 변화 횟수도 감소할 것이다. 비체위성 환자에서 자세와 상관없이 자세 변화 횟수가 많았던 것은 앙와위와 비앙와위에서 모두 높은 AHI 를 가지기 때문으로 생각해볼 수 있었다.

자세 변화가 많았던 환자는 적정 검사 후에서 앙와위 수면 시간 자체는 자세 변화가 적었던 환자에 비해 작았으나 앙와위 AHI 변화값과 앙와위 수면 시간의 변화값은 유의하게 높았다. 다시 말해 수면 시에 뒤척임이 많았던 환자들도 CPAP 을 적용했을 때는 앙와위를 유지 하기가 쉬워질 수 있다는 해석을 의미한다.

앙와위 수면 비율이 작았던 환자들은 큰 환자들에 비해 앙와위의 AHI 가 높고 자세 변화 횟수도 많았다. 그러나 CPAP 적용 후에는 마찬가지로 앙와위의 AHI 변화값과 앙와위 수면 비율의 변화값이 컸는데 이는 수면 중 비앙와위를 유지하는 경향이 있는 환자도 CPAP 적용을 통해 앙와위를 유지하기 쉬워진다고 해석해 볼 수 있다.

본 연구의 여러 제한점을 두고 있는데, 우선 이번 연구에서 사용한 수면 데이터는 CPAP 을

실제로 적용하고 있는 수면 데이터가 아닌 적정 검사의 데이터를 이용한 점을 들 수 있다. 추후 실제 적정 압력을 적용하였을 때의 기록을 바탕으로 연구를 진행한다면 보다 정확한 연구 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 적정 검사 시 수면다원검사 시보다 AHI가 전체 수면 시간에 걸쳐 항상 낮게 유지되지 않는다는 점을 한계점으로 지적할 수 있다. 환자 고유의 자세 선호 (Positional preference) 의 차이를 고려하지 않았다는 점도 한계점으로 볼 수 있는데 환자가 AHI와 무관하게 비양와위를 유지하는 경향이 크다면 CPAP으로 인한 자세 변화가 저평가될 수 있기 때문이다. 마지막으로 CPAP으로 인한 불편감이 자세에 주는 영향을 고려하지 못했기 때문에 개인마다의 불편감 정도에 따른 차이가 반영되지 못했다는 점을 들 수 있다.

하지만 이번 연구는 기존의 자세가 호흡 장애 지수에 주는 영향을 연구한 것이 아니라 CPAP 적용을 통한 호흡 장애 지수의 호전이 환자의 수면 시 자세와 각성에 미치는 영향을 분석한 첫 연구로서 의미가 있을 것으로 보인다. Kim 등²²은 69명의 폐쇄성 수면 무호흡증 환자를 대상으로 시행한 CPAP의 순응도에 관한 연구에서 양와위 수면 시간이 길수록 CPAP을 잘 사용하는 것으로 보고하고 있다. 이를 통해 심한 뒤척임으로 CPAP 적용에 순응도가 떨어졌던 폐쇄성 수면무호흡증 환자들에게 CPAP을 사용함으로써 양와위 수면 시간을 늘일 수 있고 이를 통한 순응도 저하를 해소할 수 있음을 설명할 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

폐쇄성 수면 무호흡증 환자에서 호흡장애지수의 호전을 통해 양와위를 유지하는 경향이 커진다. 자세 변화 횟수도 의미 있게 감소하며 이를 통한 양와위 수면 시간의 비율 증가와 각성 지수 감소와 관련성을 확인하였다. 이러한 변화는 자세 의존도와와의 차이는 보이지 않았다. 자세 변화가 많았던 환자, 양와위로 수면을 길게 취하지 못했던 환자들도 양압 호흡기를 적용하였을 때는 양와위 시 호흡장애가 줄고 이에 따라 양와위를 유지하는 경향이 큰 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. Ayappa I, Rapoport DM. The upper airway in sleep: physiology of the pharynx. *Sleep medicine reviews*. 2003;7(1):9–33.
2. D H Ingbar a, Gee JBL. Pathophysiology and Treatment of Sleep Apnea. *Annual Review of Medicine*. 1985;36(1):369–395.
3. Cartwright RD. Effect of sleep position on sleep apnea severity. *Sleep*. 1984;7(2):110–114.
4. George CF, Millar TW, Kryger MH. Sleep apnea and body position during sleep. *Sleep*. 1988;11(1):90–99.
5. Lloyd SR, Cartwright RD. Physiologic basis of therapy for sleep apnea. *The American review of respiratory disease*. 1987;136(2):525–526.
6. Kim EJ, Choe H, Kang SM, Choi JH, Kwon SY, Lee SH. The Prevalence and Characteristics of Positional Sleep Apnea in Korea. *Korean J Otorhinolaryngol–Head Neck Surg*. 2009;52(5):407–412.
7. Lee JC, Lee SH, Jang YJ, Lee BJ, Lee SA, Chung YS. The Effect of Body Posture on the Severity of Obstructive Sleep Apnea Syndrome: Comparison of RDI According to BMI and the Anatomic Characteristics of Upper Airway. *Korean J Otorhinolaryngol–Head Neck Surg*. 2005;48(9):1115–1121.
8. Sunwoo WS, Hong SL, Kim SW, et al. Association between Positional Dependency and Obstruction Site in Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Clinical and experimental otorhinolaryngology*. 2012;5(4):218–221.
9. Oksenberg A, Silverberg D, Offenbach D, Arons E. Positional therapy for obstructive sleep apnea patients: A 6-month follow-up study. *The Laryngoscope*. 2006;116(11):1995–2000.
10. Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ, et al. Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. Deliberations of the Sleep Apnea Definitions Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*. 2012;8(5):597–619.
11. Kushida CA, Littner MR, Hirshkowitz M, et al. Practice parameters for the use of continuous and bilevel positive airway pressure devices to treat adult patients with sleep-related breathing disorders. *Sleep*. 2006;29(3):375–380.
12. Kushida CA, Chediak A, Berry RB, et al. Clinical guidelines for the manual titration of positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*. 2008;4(2):157–171.
13. Lee SA, Paek JH, Chung YS, Kim WS. Clinical features in patients with positional obstructive sleep apnea according to its subtypes. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. 2017;21(1):109–117.
14. Oksenberg A, Silverberg DS, Arons E, Radwan H. Positional vs nonpositional obstructive sleep apnea patients: anthropomorphic, nocturnal polysomnographic, and multiple sleep latency test data. *Chest*. 1997;112(3):629–639.

15. Chung JW, Enciso R, Levendowski DJ, Westbrook PR, Clark GT. Patients with positional versus nonpositional obstructive sleep apnea: a retrospective study of risk factors associated with apnea-hypopnea severity. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2010;110(5):605–610.
16. Oksenberg A, Khamaysi I, Silverberg DS, Tarasiuk A. Association of body position with severity of apneic events in patients with severe nonpositional obstructive sleep apnea. *Chest*. 2000;118(4):1018–1024.
17. Sohn JH, Choi YJ, Lee CM, et al. Effects of the Body Position Changes on Upper Airway Caliber in Obstructive Sleep Apnea during Sleep. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg*. 2005;48(10):1242–1247.
18. Kastoer C, Benoist LBL, Dieltjens M, et al. Comparison of upper airway collapse patterns and its clinical significance: drug-induced sleep endoscopy in patients without obstructive sleep apnea, positional and non-positional obstructive sleep apnea. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. 2018.
19. Ravesloot MJ, de Vries N. One hundred consecutive patients undergoing drug-induced sleep endoscopy: results and evaluation. *The Laryngoscope*. 2011;121(12):2710–2716.
20. Victores AJ, Hamblin J, Gilbert J, Switzer C, Takashima M. Usefulness of sleep endoscopy in predicting positional obstructive sleep apnea. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2014;150(3):487–493.
21. Zein JG, Tawk MM, Dernaika T, Kinasewitz GT, Orr WC. THE CLINICAL SIGNIFICANCE OF SPONTANEOUS AROUSALS INDEX (SAI) DURING POLYSOMNOGRAPHY. *Chest*. 2005;128(4):380S.
22. Kim JH, Kwon MS, Song HM, Lee B-J, Jang YJ, Chung Y-S. Compliance with positive airway pressure treatment for obstructive sleep apnea. *Clinical and experimental otorhinolaryngology*. 2009;2(2):90–96.

영문요약

Study Objectives : It is well-understood phenomenon that more upper airway obstruction can occur during sleep , especially in supine position, due to muscle tone decrease and backward movement of tongue and soft palate in patients with obstructive sleep apnea (OSA). Multiple studies demonstrated the effect of position therapy for position-dependent OSA patients that could reduce apnea-hypopnea index (AHI) and OSA-related symptoms. In contrast, this study was aimed to evaluate the impact of respiratory sleep index on sleep position.

Methods : We retrospectively reviewed adult OSA patients who underwent both polysomnography (PSG) and continuous positive airway pressure titration (CPAP titration) at our center. For analyzing changes of sleep index and sleep position in

titration, we investigated the changes of AHI values of each position, the time spent in each position and the number of position changes. In addition, we examined whether there was a difference after CPAP apply according to positional dependency, the frequency of position changes and the ratio of sleep time in the supine position which were recorded in PSG.

Results : Proportion of position-dependent patients (n=53) was 53.0 percent. It showed higher proportion of males, lower BMI, and lower AHI value in position-dependent patients than in non-position-dependent patients ($p < 0.05$). The supine position time and the ratio of supine position time during titration were significantly increased compared with PSG ($p < 0.001$). We revealed that supine position AHI had negative relationship with supine position time and the ratio of supine position time ($p < 0.05$). Supine position AHI also had positive relationship with the frequency of position changes and total arousal index ($p < 0.05$).

In titration test, supine position time and ratio of supine position time did not show significant difference according to the presence of positional dependency. The change of total AHI was significantly higher in non-position-dependent patients ($p < 0.001$). The changes of supine AHI and supine position time were significantly higher in patients who showed more frequent position changes in PSG ($p < 0.05$). The changes of supine AHI and the ratio of supine position time were significantly higher in patients who showed smaller ratio of supine position time in PSG ($p < 0.05$).

Conclusion : Patients with obstructive sleep apnea tend to maintain supine position during sleep when the value of AHI decrease. It was found that low supine AHI is

correlated with the decrease of the number of position changes and total arousal index. In contrast, low supine AHI is correlated with the increase of the ratio of supine position sleep time. These changes showed no difference according to the presence of positional dependency. When the CPAP is applied, patients who have more frequent position changes and patients who fail to have long time with supine position would show a tendency to maintain supine position.

Key words : Obstructive sleep apnea, polysomnography (PSG), CPAP titration test, positional dependency, apnea-hypopnea index (AHI), supine position