

폐쇄성 수면무호흡 증후군에서 앙와위 자세시간과 수면관련변인 간 상관관계 분석

Correlational Analysis of Supine Position Time and Sleep-related Variables in Obstructive Sleep Apnea Syndrome

김시영¹ · 박두흠^{1,2} · 유재학^{1,2} · 유승호^{1,2} · 하지현^{1,2}

Si Young Kim,¹ Doo-Heum Park,^{1,2} Jaehak Yu,^{1,2} Seung-Ho Ryu,^{1,2} Ji-Hyeon Ha^{1,2}

■ ABSTRACT

Objectives: A supine sleep position increases sleep apneas compared to non-supine positions in obstructive sleep apnea syndrome (OSAS). However, supine position time (SPT) is not highly associated with apnea-hypopnea index (AHI) in OSAS. We evaluated the correlation among sleep-related variables and SPT in OSAS.

Methods: A total of 365 men with OSAS were enrolled in this study. We analyzed how SPT was correlated with demographic data, sleep structure-related variables, OSAS-related variables and heart rate variability (HRV). Multiple linear regression analysis was conducted to investigate the factors that affected SPT.

Results: SPT had the most significant correlation with total sleep time (TST ; $r = 0.443, p < 0.001$), followed by sleep efficiency (SE ; $r = 0.300, p < 0.001$). Snoring time ($r = 0.238, p < 0.001$), time at $< 90\%$ SpO₂ ($r = 0.188, p < 0.001$), apnea-hypopnea index (AHI ; $r = 0.180, p = 0.001$) and oxygen desaturation index (ODI ; $r = 0.149, p = 0.004$) were significantly correlated with SPT. Multiple regression analysis revealed that TST ($t = 7.781, p < 0.001$), snoring time ($t = 3.794, p < 0.001$), AHI ($t = 3.768, p < 0.001$) and NN50 count ($t = 1.993, p = 0.047$) were associated with SPT.

Conclusion: SPT was more highly associated with sleep structure-related parameters than OSAS-related variables. SPT was correlated with TST, SE, AHI, snoring time and NN50 count. This suggests that SPT is likely to be determined by sleep structure, HRV and the severity of OSAS. **Sleep Medicine and Psychophysiology 2017 ; 24(1) : 32-37**

Key words: Heart rate variability · Obstructive sleep apnea syndrome · Sleep structure · Supine position time.

32

서 론

폐쇄성 수면무호흡 증후군(Obstructive Sleep Apnea Syndrome, 이하 OSAS)은 수면 중 무호흡 및 저호흡으로 인해 수면의 분절이 발생하며, 심혈관계 합병증 및 주간졸림 등의

일상생활 기능 저하를 유발하는 질환이다. OSAS 환자들에게서 발생하는 수면 중 호흡 곤란의 양과 지속시간은 수면 자세와 수면 단계의 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Cartwright 1984). 수면 자세 중에서, 앙와위는 비앙와위에 비해 혀와 하악의 구조상 상기도를 허탈시켜 수면 동안 발생하는 여러 호흡 관련 변수들에 영향을 줌으로써 수면무호흡을 증가시킨다(Richard 등 2006).

절반 이상의 OSAS 환자들은 수면 자세가 앙와위에서 비앙와위로 바뀔 때 무호흡-저호흡지수(Apnea-hypopnea index, 이하 AHI)가 적어도 50% 이상 감소하게 되며, 이러한 양상은 경도 혹은 중등도 OSAS에서 나타난다(Oksenberg A 등 2014). OSAS에서, 수면 중 호흡곤란의 수준은 AHI 혹은 호흡장애지수(respiratory disturbance index, 이하 RDI) 값으로 보았을 때 앙와위보다 비앙와위에서 평균 40~50%

Received: June 1, 2017 / Revised: June 10, 2017

Accepted: June 12, 2017

¹건국대학교병원 정신건강의과

Department of Psychiatry, Konkuk University Hospital, Seoul, Korea

²건국대학교 의학전문대학원 정신과학교실

Department of Psychiatry, Konkuk University Graduate School of Medicine, Seoul, Korea

Corresponding author: Doo-Heum Park, Department of Psychiatry, Konkuk University Graduate School of Medicine, 120-1 Neungdong-Ro (Hwayang-dong), Gwangjin-gu, Seoul 05030, Korea
Tel: (02) 2030-7568, Fax: (02) 2030-7749

E-mail: dhpark@kuh.ac.kr

낮게 측정되며 AHI와 RDI는 OSAS의 모든 수준에서 비양와위에 비해 양와위에서 크게 증가하였다(Oksenberg A 등 1997). OSAS 중 비양와위로 수면을 취할 때 AHI가 50% 이상 감소하는 경우를 체위성 수면 무호흡 증후군(positional obstructive sleep apnea, 이하 POSA)으로 정의하는데, 비양와위 수면시 AHI가 5이하로 정상화되는 POSA의 경우는 자세 요법으로도 치료효과를 볼 수 있다(Oksenberg A 등 2006; Mador 등 2005).

양와위 자세 시간(supine position time, 이하 SPT)이 AHI와 OSAS의 중증도에 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 밝혀졌으며, 수면 자세의 다양성이 수면 간 AHI의 변동을 유발하는 주요 원인이라면 각 수면마다 양와위 시간의 양이 다를 것이라고 예상할 수 있다고 하였다(Sunnergren 등 2013). 다른 연구에서는 POSA 환자들은 POSA가 아닌 OSAS 환자들보다 양와위 상태로 수면하는 시간이 적게 나타났다(Pevernagie 등 1992). 그러나 SPT와 AHI의 상관관계뿐만 아니라 이들과 상호작용할 수 있는 수면다원검사의 여러 지수들 간의 상관관계를 종합적으로 평가하는 문헌은 많지 않다.

본 연구에서는 수면다원검사 결과를 분석하여, OSAS에서 AHI 외의 어떤 변수가 SPT와 관련이 있는지 상관관계를 밝히고 이를 다중회귀분석하여 SPT이 어떤 변수의 영향을 가장 많이 받는지 분석하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상

2007년 12월부터 2012년 12월까지 코골이 및 수면무호흡을 주소로 건국대학교병원에 내원한 성인 환자들을 대상으로 야간수면다원검사를 시행하였고 검사 결과 OSAS으로 진단된 환자들 중 치료받지 않고 있는 365명의 남자 환자를 선정하였다. 환자군 중 여성의 숫자가 많지 않았기 때문에 본 연구에서는 실험의 변인을 줄이기 위해 남성으로만 대상자를 선정하였다. 대상자들은 수면다원검사 시행 전 설문지를 작성하였고, 수면다원검사 결과가 교육 및 연구 목적으로 사용될 수 있음을 고지 받았으며 모든 대상자들이 직접 동의 및 서명하였다. 본 연구의 계획과 방법은 병원 연구윤리심사위원회의 승인을 받았다.

2. 연구방법

병력청취와 이학적 검사를 통해 연령, 성별, 혈압, 키, 몸무게, 체질량 지수(Body mass index, 이하 BMI), 고혈압 약물 복용력 등의 인구학적 자료를 수집하였다. 모든 환자들을 대상으로 Embla N7000과 Embletta A10 (Somnologica &

Embla, Medcare-Flaga Co., Ice-land)을 이용하였다. 하룻밤 동안 표준화된 방법과 지침서에 따라 전극(electrodes)과 감지기(sensors)를 환자들에게 부착하고 수면다원검사를 시행하였다(Iber C 등 2007). 수면다원검사를 시행하는 동안 뇌파, 안전도, 근전도, 사지운동, 체위, 심전도, 호흡음, 비공기 흐름, 흉곽 및 복부운동, 그리고 혈중 산소포화도를 측정하였다. SPT와의 관련성을 밝히기 위해 수면다원검사서 나타난 변수들을 각각의 특성에 따라 분류하였고 분석변인은 다음과 같았다. 수면구조 관련변수(sleep structure associated variables)는 총수면시간(total sleep time, 이하 TST), 수면효율(sleep efficiency, 이하 SE), 수면잠복기(sleep latency, 이하 SL), 각성 총지수(arousal total index, 이하 ATI) 등을 분석하였고 심박변이도 분석법(measurement of heart rate variability)으로 NN 간격의 표준편차(standard deviation of the NN intervals, 이하 SDNN), 연속된 NN변이의 제곱 평균값의 루트값(root mean square of the differences of successive NN intervals, 이하 RMSSD), 저주파수와 고주파수의 비(Low frequency/High frequency ratio, 이하 LF/HF ratio), NN50 count 등을 분석하였다. OSAS 관련변수(OSAS associated variables)로는 AHI, Supine AHI, 산소탈포화지수(oxygen desaturation index, 이하 ODI), Snoring time, Time under 90% of SpO₂ 등을 분석하였다.

수면다원기록의 판독은 American Academy of Sleep Medicine (AASM) Manual을 근거로 분석하였고(Silber 등 2007), TST (min), SL (min), SE (%), 1단계수면(S1) (min), 2단계수면(S2) (min), 서파수면(slowwave sleep) (min), 렘수면(REM sleep) (min), 각성(wake) (min), 각 단계별 수면 비율(S1, S2, SWS, REM, wake) (%), AHI, 무호흡지수(apnea index, 이하 AI), 저호흡지수(hypopnea index, 이하 HI), ODI, 코골이 시간(snoring time) (min), 다리 움직임(leg movements), ATI 등의 수면 관련 지수들을 분석하였다.

3. 통계 분석

전체 대상자에게서 측정된 SPT과 인구학적 데이터, 수면구조 관련변수, OSAS 관련변수 및 심박변이도(heart rate variability, 이하 HRV) 간의 관련성을 파악하기 위해 단순상관분석을 시행하였다. SPT의 값이 어떤 변수의 영향을 가장 많이 받는지 알아보기 위해 SPT에 대해 다중회귀분석을 시행하였다. 다중회귀분석 결과, 분산팽창요인(variance inflation factor, 이하 VIF)에 근거하여 다중공선성을 평가하였고, VIF가 10이상인 값은 다른 변수와 다중공선성이 있는 것으로 보고 결과값에서 제외하였다. 통계적 검증은 SPSS 24.0 프로그램(IBM, USA)을 이용하여 분석하였다.

결 과

전체 대상자들의 평균 나이는 41.3 ± 11.7 세였고, 평균 SPT는 276.4 ± 92.3 minutes, 평균 AHI는 33.9 ± 22.8 이었다(Table 1).

전체 대상군의 수면다원검사에서 수면관련 지수들과 SPT과의 상관관계를 분석하였고 그 결과를 각각의 분석변 인별로 Table 2에 기술하였다. 치료받지 않은 OSA 환자군에서 SPT는 TST과 예상되는 바와 같이 양적 선형관계를 보였고($r = 0.443, p < 0.001$), SE와도 유의한 상관관계를 보였다($r = 0.300, p < 0.001$). 코골이 시간은 SPT과 유의하게 양의 상관관계를 보였고($r = 0.238, p < 0.001$) AHI ($r = 0.180, p = 0.001$), ODI($r = 0.149, p = 0.004$)와 산소 포화도 90% 미만 시간($r = 0.188, p < 0.001$) 역시 OSA 환자군에서 SPT과 유의한 상관관계를 보였다. 인구통계학적 데이터는 SPT과 유의한 상관관계를 보이지 않았으며, HRV 중에서는 NN50 count만이 SPT와 상관관계가 있었다.

Table 3에서 단계선택(step wise) 방법에 의한 다중회귀분석을 시행한 결과를 기술하였다. 네 번째 모형에서 유의확률 0.001 미만을 보여 통계적으로 유의하였고, R^2 값은 0.253이

었다. 이를 통해 SPT의 변동은 TST ($t = 7.781, p < 0.001$), 코골이 시간($t = 3.794, p < 0.001$), AHI ($t = 3.768, p < 0.001$), NN50 count ($t = 1.993, p = 0.047$)에 의해 25.3% 정도 설명 됨을 알 수 있었다($SPT = -7.022 + 0.607 * TST + 0.242 * snoring\ time + 0.707 * AHI + 0.002 * NN50\ count$).

고 찰

OSAS에서 수면 자세가 호흡곤란의 정도와 OSAS의 중증도에 주는 영향에 대해 여러 논의가 있어왔다. 양와위 혹은 측와위로 수면하는 환자들에 비해 복와위(prone position)로 수면하는 경우 AHI와 ODI 값이 유의하게 감소하며, 이는 양와위로 수면하는 시간을 줄이고 복와위 수면 시간을 늘려서 이루어진 결과였다(Bidarian-moniri 등 2015). 무호흡이 발생할 경우 무호흡의 지속시간은 비양와위에 비해 양와위에서 경도, 중등도 및 중증 OSAS에서 각각 6.3%, 12.5%, 11.1% 길어지는 양상을 보였다(Leppänen 등 2016). 한편, 수면 자세가 AHI에 미치는 영향을 파악하기 위해 두 번의 수면다원검사를 비교한 연구에서는 두 번째 검사 시행 시에 SPT가 더 길게 나타났고, 이것이 AHI의 증가와 유의미한 상관관을 보였으며, 다중회귀분석을 시행했을 때 AHI의 예측인자로 SPT가 유일한 것으로 나타났다(Yalciner 등 2016). 따라서 관련 연구들의 결과를 종합하면 SPT가 AHI와 상당한 정도로 관련이 있다고 평가할 수 있다. 그러나 대부분의 연구에서, OSAS에서의 수면 자세가 수면무호흡에 끼치는 영향에 대해 분석하고 있더라도 SPT에 대해 다른 요인들이 어떤 영향을 주는지에 대해서는 다루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 치료받지 않은 OSAS 환자군에서 SPT와 수면다원검사상 측정된 여러 지수 간의 상관분석을 시행하였고 예측한대로 SPT와 TST 혹은 OSAS 관련변수의 상관관계를 확인한 것 외에도 SPT와 NN50 count의 상관관계가 관찰되었다. NN50 count는 인접한 NN 간격이 50ms 보다 큰 경우의 수이며, 부교감 신경계(parasympathetic nervous system

Table 1. Baseline characteristics of the study population (mean \pm SD)

Variable	Mean \pm SD
Age (years)	41.3 \pm 11.7
SPT (min)	276.4 \pm 92.3
AHI	33.9 \pm 22.8
TST (min)	373.5 \pm 56.5
Sleep efficiency (%)	89.1 \pm 10.4
ODI	30.9 \pm 23.0
Time under 90% of SpO ₂ (%)	9.3 \pm 15.7
Snoring time (min)	93.5 \pm 68.3
LF/HF ratio	2.8 \pm 2.5

AHI : Apnea-hypopnea index, HF : High frequency, LF : Low frequency, ODI : Oxygen desaturation index, SPT : Supine position time, TST : Total sleep time

Table 2. Pearson's correlation coefficient between supine position time and other variables

	Age	BMI	SBP	DBP	MED [†]	TST	SE	SL
SPT (min) <i>r</i>	-0.055	-0.061	-0.017	-0.067	-0.065	< 0.443	0.300	-0.125
<i>p</i> *	0.293	0.246	0.744	0.200	0.217	< 0.001	< 0.001	0.017
	ATI	SDNN	RMSSD	NN50 count	AHI	ODI	ST	90SpO ₂
SPT (min) <i>r</i>	0.140	0.010	0.148	0.137	0.180	0.149	0.238	0.151
<i>p</i> *	0.007	0.842	0.023	0.036	0.001	0.004	< 0.001	0.004

* : By ANOVA ; Statistical significance ($p < 0.05$), [†] : Medication : Hypertensive medication. AHI : Apnea-hypopnea index, ATI : Arousal total index, BMI : Body mass index, DBP : Diastolic blood pressure, MED : Medication, ODI : Oxygen desaturation index, RMSSD : Square root of the mean squared differences of successive NN intervals, SBP : Systolic blood pressure, SDNN : Standard deviation of NN interval, SE : Sleep efficiency, SL : Sleep latency, SPT : Supine position time, ST : Snoring time, TST : Total sleep time, 90SpO₂ : Time under 90 % of SpO₂

Table 3. Multiple linear regression analyses predicting supine position time

Model summary (dependent variable : supine position time)						
Model	R	R ²	Adjusted R ²	Standard error of the estimate		
1	0.443	0.196	0.194	82.825		
2	0.466	0.217	0.213	81.823		
3	0.495	0.245	0.239	80.485		
4	0.503	0.253	0.245	80.155		

Coefficients (dependent variable : supine position time)						
Model		Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t	p
		B	Standard error	beta		
1	(constant)	6.830	29.004		0.235	0.814
	TST	0.721	0.077	0.443	9.393	< 0.001
2	(constant)	7.652	28.654		0.267	0.790
	TST	0.668	0.078	0.410	8.601	< 0.001
3	Snoring time	0.203	0.064	0.150	3.150	0.002
	(constant)	-6.642	28.461		-0.233	0.816
	TST	0.636	0.077	0.391	8.270	< 0.001
	Snoring time	0.237	0.064	0.176	3.707	< 0.001
4	AHI	0.680	0.188	0.168	3.620	< 0.001
	(constant)	-7.022	28.345		-0.248	0.804
	TST	0.607	0.078	0.373	7.781	< 0.001
	Snoring time	0.242	0.064	0.179	3.794	< 0.001
	AHI	0.707	0.188	0.175	3.768	< 0.001
	NN50 count	0.002	0.001	0.093	1.993	0.047

Model 1 : predictors : (constant), TST, Model 2 : predictors : (constant), TST, snoring time, Model 3 : predictors : (constant), TST, Snoring time, AHI, Model 4 : predictors : (constant), TST, Snoring time, AHI, NN50 count. AHI : apnea-hypopnea index, TST : total sleep time

activity, 이하 PNS)의 활성도를 반영하는 것으로 알려져 있다(Kleiger RE 등 1992). 선행연구 결과, NN50 count는 OSAS 환자군에서 연령의 증가에 따라 변화가 관찰되며 이는 연령 증가에 따른 PNS의 변화와 관련이 있을 것으로 추정되었다(Song 등 2012). OSAS 환자들의 중증도와 부교감 신경계 활성도(parasympathetic nervous system activity) 간에 음의 상관관계가 나타나며, 부교감신경계의 활성도가 OSAS를 평가하는 지표가 될 수 있다는 연구 결과도 있었다(Tabata 등 2006). 본 연구에서 나타난 결과를 토대로, NN50 count가 앙와위 자세로 수면하는 시간에 영향을 주고 이를 통해 OSAS의 중증도와 관련성을 가질 것이라고 예측해볼 수 있겠다.

단계선택(step wise)에 의한 다중회귀분석의 결과는 SPT와 양적 선형관계를 보였던 변수들 중에서 다중공선성을 나타낸 ODI값을 제외하고 분석한 결과, 상관분석의 결과와 마찬가지로 TST와 AHI, 코골이 시간, NN50 count가 SPT에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다. TST의 표준화 회귀계수의 절대값이 0.373으로 가장 높았으며, 코골이 시간과 AHI의 표준화 회귀계수는 각각 0.179와 0.175로, TST 다음으로 영향력이 있는 변수라고 할 수 있다. 코골이와 수면 자

세의 관련성에 대한 연구에서, 무호흡이 없는 코골이 환자들은 OSAS환자에 비교하면 앙와위보다 측와위에서 코골이가 덜한 경향을 보이며 대부분의 코골이 환자들은 측와위에서 코골이 시간과 강도의 감소를 보였다(Nakano 등 2003). 본 연구에서는 수면 자세가 코골이 시간에 끼치는 영향과 같이 코골이 시간 역시 SPT에 영향을 주는 변수로 나타났다. 코골이 시간이 총 수면시간의 감소와 연관이 있다는 연구결과가 있고 코골이가 수면 분절과 주간졸림 등 다른 OSAS의 증상에 영향을 주는 것으로 알려져 있다는 점을 고려할 때 코골이 시간의 증가와 SPT의 감소사이에 유의한 연관성이 있다는 결과에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 연구의 제한점으로 첫째는 남성만을 대상으로 선정한 점이다. 이는 대상군에 선정될 수 있는 여성 환자가 적었기 때문에 변인을 줄이기 위한 것이었다. OSAS의 임상양상 및 수면다원검사 결과를 성별로 나누어 분석한 최근 연구에서는, 여성은 상대적으로 남성에 비해 유의하게 AHI가 낮고 TST가 긴 것으로 나타났다(Yamakoshi 등 2016). 따라서 성별에 따라 본 연구의 결과도 달라질 가능성이 있어 향후 연구에서는 이에 대한 고려가 필요할 것이다. 둘째로는 po-

sitional OSA의 경우 OSA의 중증도에 따라 발생비율이 다르므로 이에 대한 positional therapy 등 치료적 접근이 달라지므로 SPT와의 관련성을 고려하는 변수로 OSAS의 중증도를 고려한 추가적 연구가 필요하다고 하겠다. 셋째로, 정상대조군에 대한 조사가 시행되지 않아 질환이 없는 정상군과의 비교가 이루어지지 않았다는 점에서 SPT에 대해 영향을 주는 요인이 질환 유무에 따라 달라지는지 알 수 없었다는 제한점이 있다. 마지막으로 본 연구에서 SPT와 가장 높은 양의 상관관계를 보인 TST의 경우, SPT를 포함하는 값이므로 SPT와는 필연적으로 높은 상관관계를 갖게 되므로 해석에 제한이 있다. 향후 총수면시간 중 양와위자세로 수면하는 시간이 차지하는 비율과 다른 수면 변수들과의 관련성을 입증하는 연구에 대해 고려해볼 수 있겠다.

본 연구는 OSA 환자에서 호흡 장애에 영향을 주는 주요 요인으로 거론되어온 양와위 수면자세에 대해서, 기존 연구와는 다른 관점에서 수면다원검사의 여러 지표들과의 관련성을 밝히고자 하였다. 그 결과 SPT가 AHI에 영향을 주듯이 AHI에 의해서 SPT도 영향을 받고 있다는 것과 OSAS 관련 변수 뿐만 아니라 HRV와 SPT의 상관관계도 관찰할 수 있었다. 비침습적인 수면자세의 변경만으로도 일부 OSA 환자들의 치료가 이루어질 수 있다는 점에서, 향후 양와위 및 SPT에 영향을 주는 요인들에 대한 연구가 필요하겠다.

요 약

목 적 : 폐쇄성 수면무호흡 증후군(obstructive sleep apnea syndrome, OSAS)에서 양와위는 비양와위보다 수면무호흡을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 양와위 자세시간(supine position time, SPT)과 OSAS의 무호흡-저호흡 지수(apnea-hypopnea index, AHI)의 관련성에 대해서 많은 연구가 있었으나, SPT가 OSAS에서 어떤 변수의 영향을 받는지는 알려져 있지 않다. OSAS에서 수면다원검사상 어떤 변수가 SPT와 관련이 있는지를 평가하였다.

방 법 : 수면다원검사로 진단된 치료받지 않은 365 명의 OSAS 남자 환자를 선정하였다. SPT(276.4 ± 92.3 분)가 인구 통계학적 데이터, 수면구조 관련변수, OSAS 관련변수 및 심박변이도(Heart rate variability, HRV)와 상관관계가 있는지 분석했다. SPT에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해 SPT에 대해 다중회귀분석을 시행하였다.

결 과 : 전체 대상군의 상관분석에서 SPT는 총수면시간(total sleep time, TST) ($r = 0.443, p < 0.001$)과 수면 효율($r = 0.300, p < 0.001$)과 가장 유의한 상관관계가 있었고, 코골이 시간($r = 0.238, p < 0.001$), 산소포화도 90 % 미만시

간($r = 0.188, p < 0.001$), AHI ($r = 0.180, p = 0.001$), 산소탈포화지수(oxygen desaturation index, ODI), ($r = 0.149, p = 0.004$), NN50 count($r = 0.137, p = 0.036$)와 SPT 간에 유의한 상관관계가 있었다. 다중회귀분석 결과 SPT에 유의한 영향을 끼치는 요인으로 TST ($t = 7.781, p < 0.001$), 코골이 시간($t = 3.794, p < 0.001$), AHI ($t = 3.768, p < 0.001$), NN50 count ($t = 1.993, p = 0.047$)가 있었다.

결 론 : SPT는 OSAS 관련변수보다 수면구조 관련변수와 더 높은 상관관계를 보였다. 특히 SPT는 TST과 AHI 뿐만 아니라 NN50 count와도 밀접하게 관련되어 있었다. 이것은 SPT가 OSAS의 심각도뿐만 아니라 수면구조와 심박변이도에 의해서도 결정될 가능성이 있음을 시사한다.

중심 단어 : 심박변이도 · 수면구조 · 양와위 자세시간 · 폐쇄성 수면무호흡 증후군.

REFERENCES

- Bidarian-monir, Nilsson M, Rasmusson L, Attia J, Eijnell H. The effect of the prone sleeping position on obstructive sleep apnoea. *Acta Oto-Laryngologica*. 2015;135:79-84.
- Cartwright RD. Effect of sleep position on sleep apnea severity. *Sleep* 1984;7:110-114.
- Yalciner G, Babademez MA, Gul F. Association of sleep time in supine position with apnea-hypopnea index as evidenced by successive polysomnography. *Sleep Breath* 2017;21:289-294.
- Hori T, Sugita Y, Koga E, Shirakawa S, Inoue K, Uchida S, et al. Proposed supplements and amendments to 'A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects', the Rechtschaffen & Kales (1968) standard. *Psychiatry Clin Neurosci* 2001;55:305-310.
- Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson AL Jr, Quan SF. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications. Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine;2007.
- Kleiger RE, Stein PK, Bosner MS, Rottman JN. Time domain measurements of heart rate variability. *Cardiol Clin* 1992;10:487-98.
- Leppänen T, Töyräs J, Muraja-Murro A, Kupari S, Tiihonen P, Mervaala E, et al. Length of individual apnea events is increased by supine position and modulated by severity of obstructive sleep apnea. *Sleep Disorders* 2016;2016:9645347.
- Mador MJ, Kufel TJ, Magalang UJ, Rajesh SK, Watwe V, Grant BJ. Prevalence of positional sleep apnea in patients undergoing polysomnography. *Chest* 2005;128:2130-2137.
- Menon A, Kumar M. Influence of body position on severity of obstructive sleep apnea: a systematic review. *ISRN Otolaryngol* 2013;2013:670381.
- Nakano H, Ikeda T, Hayashi M, Ohshima E, Onizuka A. Effects of body position on snoring in apneic and nonapneic snorers. *Sleep* 2003;2:169-172.
- Oksenberg A, Silverberg D, Offenbach D, Arons E. Positional therapy for obstructive sleep apnea patients: a 6-month follow-up study. *Laryngoscope* 2006;116:1995-2000.
- Oksenberg A, Gadoth N. Are we missing a simple treatment for most adult sleep apnea patients? The avoidance of the supine sleep position. *J Sleep Res* 2014;23:204-210.

- Pevernagie DA, Shepard JW Jr. Relations between sleep stage, posture and effective nasal CPAP levels in OSA. *Sleep* 1992;15:162-167.
- Richard W, Kox D, Herder CD, Laman M, van Tinteren H, de Vries N. The role of sleep position in obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006;263:946-950.
- Silber MH, Ancoli-Israel S, Bonnet MH, Chokroverty S, Grigg-Damberger MM, Hirshkowitz M, et al. The visual scoring of sleep in adults. *J Clin Sleep Med* 2007;3:121-131.
- Song MK, Ha JH, Ryu SH, Yu JH, Park DH. The effect of aging and severity of sleep apnea on heart rate variability indices in obstructive sleep apnea syndrome. *Psychiatry Investig* 2012;9:65-72.
- Sunnergren O, Broström A, Svanborg E. Positional sensitivity as a confounder in diagnosis of severity of obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2013;17:173-179.
- Tabata R, Yin M, Nakayama M, Ikeda M, Hata T, Shibata Y, et al. A preliminary study on the influence of obstructive sleep apnea upon cumulative parasympathetic system activity. *Auris Nasus Larynx* 2008;35:242-246.
- Yamakoshi S, Kasai T, Tomita Y, Takaya H, Kasagi S, Kawabata M, et al. Comparison of clinical features and polysomnographic findings between men and women with sleep apnea. *J Thorac Dis* 2016;8:145-151.