

체위성 폐쇄성수면무호흡 환자와 비체위성 폐쇄성수면무호흡 환자의 임상적 특징 고찰

The Clinical Characteristics Between the Positional Obstructive Sleep Apnea Patients with the Non-positional Obstructive Sleep Apnea Patients

강현희 · 강지영 · 이상학 · 문화식

Hyeon Hui Kang, Ji Young Kang, Sang Haak Lee, Hwa Sik Moon

■ ABSTRACT

Objectives: The percentage of positional sleep apnea in obstructive sleep apnea (OSA) varies in different reports from 9% to 60%. If there is a positional dependency in patients with OSA, positional therapy alone could be successful in treating about 50% of all OSA cases. The aim of this report is to compare anthropomorphic and polysomnographic data between the positional sleep apnea group and non-positional sleep apnea group with OSA whose conditions were diagnosed in our sleep clinic.

Methods: This is a retrospective study of anthropomorphic and polysomnographic data of patients with OSA who was performed a nocturnal polysomnography. Positional sleep apnea was defined as having a supine apnea-hypopnea index (AHI) of twice or more compared to the AHI in the non-supine position. The patients were divided in the positional sleep apnea group and the non-positional sleep apnea group.

Results: In 101 patients with OSA, 81 were male, and the mean age was 49.2 ± 11.9 years. Seventy-six (75.2%) were diagnosed as the positional sleep apnea. Waist to hip ratio and body mass index (BMI) were significantly higher in non-positional sleep apnea group. The frequency of severe OSA was significantly higher in this group. In the positional sleep apnea group, nocturnal sleep quality was better preserved, and consequently these patients were less sleepy during daytime. AHI was significantly lower and minimal arterial oxygen saturation during sleep was significantly higher in this group.

Conclusion: The percentage of positional sleep apnea in OSA was 75.2%. AHI, BMI, and waist to hip ratio were lower in the positional sleep apnea group. These patients have less severe breathing abnormalities than the non-positional sleep apnea group in polysomnography. **Sleep Medicine and Psychophysiology 2012 : 19(1) : 22-26**

Key words: Obstructive sleep apnea · Apnea-hypopnea index · Polysomnography · Sleep position.

22

서 론

폐쇄성수면무호흡은 비교적 흔한 질환으로 30세에서 60세 사이의 성인 중 남성의 4%, 여성의 2%에서 발생하는 것으로 알려져 있다(Young 등 1997). 폐쇄성수면무호흡 환자는 수면 중 반복적인 상기도 폐쇄로 인한 간헐적인 동맥혈 산소 포화도 저하를 경험하게 되고, 호흡 노력이 증가함으로써 수면

중 잦은 각성을 경험하게 되며(Redline과 Strohl 1998 ; Kim 과 Lee 2009), 또한 고혈압, 심혈관 질환 같은 심각한 내과적 질환의 유병률도 증가하게 되므로 폐쇄성수면무호흡이 의심 되는 환자를 진단하고 치료하는 것은 매우 중요하다(Bixler 등 2000).

폐쇄성수면무호흡의 치료는 크게 수술적인 방법과 비수술적인 방법이 있다. 비수술적인 방법에는 체중 조절, 음주 후

Received: June 2, 2012 / Revised: June 7, 2012 / Accepted: June 7, 2012

가톨릭대학교 의과대학 성바오로병원 내과학교실

Department of Internal Medicine, St. Paul's Hospital, The Catholic University College of Medicine, Seoul, Korea

Corresponding author: Sang Haak Lee, Department of Internal Medicine, St. Paul's Hospital, The Catholic University College of Medicine, 620-56 Jeonnong 1-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-709, Korea

Tel: 02) 958-2114, Fax: 02) 968-7250, E-mail: mdlee@catholic.ac.kr

은 수면진정제의 복용을 삼가하는 것과 같은 생활습관의 교정, 지속적 양압치료 및 구강내 장치가 포함된다(Bradshaw 2001). 생활습관의 교정요법은 환자에게 우선적으로 고려할 수 있고 쉽게 적용이 가능한 반면, 수면무호흡증 자체를 치료할 수 있을 만큼 원하는 결과를 얻기가 어려우며, 중등도 이상의 환자에게 단독으로 적용하기에는 적합하지 않다. 지속적 양압치료는 중등도 이상의 환자에게 적용 가능하지만 비용이 많이 들고, 환자들이 사용하기에 불편한 점이 많아 순응도가 낮은 단점이 있다(Bradshaw 2001 ; Ravesloot와 de Vries 2011). 구강내 장치는 코골이 환자과 경증, 중등도 수면무호흡 환자의 치료에 효과적이지만 턱관절 불편감과 과도한 침 분비 혹은 구강 건조 등의 부작용이 있어 역시 적용하는데 제한점이 있다.

폐쇄성수면무호흡 환자 중에서 양와위 수면 시 apnea-hypopnea(AHI)가 비양와위 수면 시 AHI의 2배 이상인 경우를 체위성 수면무호흡으로 구별하여 정의하는데(Cartwright 등 1985), 이는 전체 폐쇄성수면무호흡 환자의 약 9%(George 등 1988)에서 60%(Lloyd와 Cartwright 1987) 정도로 다양하게 보고된다. 이러한 경우 수면자세의 교정만으로 약 50% 정도에서 폐쇄성수면무호흡의 치료 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Dyonzak 등 1993).

본 연구에서는 수면 클리닉을 방문한 환자를 대상으로 수면다원검사로 얻어진 AHI를 비교하여 폐쇄성수면무호흡 환자 중에서 체위성 수면무호흡의 발생빈도를 살펴보고, 체위성 수면무호흡 환자와 비체위성 수면무호흡환자의 임상적인 특징과 수면다원검사상의 특징을 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2009년 11월부터 2012년 3월까지 코골이 또는 목격된 무호흡, 낮 동안의 졸림을 주소로 본원 수면 클리닉을 방문한 환자를 대상으로 하였다. 수면다원검사를 시행한 18세 이상의 성인 중 AHI가 5 이상을 나타내어 폐쇄성수면무호흡으로 진단되고, 양와위와 비양와위 수면 시간이 15분 이상 이었던 101명의 환자의 AHI를 분석하여 체위성 수면무호흡군과 비체위성 수면무호흡군으로 분류 후 두 군의 임상 소견 및 수면다원검사 결과를 비교 분석하였다.

2. 연구방법

1) 수면다원검사

수면다원검사(Somnostar Pro 7-3a, Somnostar/Cardinal

Health, OH, USA)는 모든 환자를 대상으로 검사실에서 하룻밤 동안 시행되었으며 표준화된 방법으로 전극과 감지기를 부착하였다. 뇌파, 안전도, 하악 근전도, 심전도, 비강 내 기류, 흉곽운동, 복부운동, 사지 운동, 혈중 산소 포화도 등을 측정하였다. 수면자세의 평가는 수면다원검사 시 자세 센서를 사용하였고 동시에 low light camera를 통해 확인하였다. 자세 센서는 환자의 가슴 중앙에 장착되며 내부의 자세 감지기를 통해 환자의 수면자세를 양와위, 비양와위로 표현하였다.

수면다원검사 기록의 판독은 국제판독기준에 따랐으며 무호흡은 기류의 90% 이상의 감소가 최소 10초 이상 지속될 때로 정의하였고, 저호흡은 최소 10초 이상 기류의 50% 이상이 감소하고 동맥혈 산소 포화도가 4% 이상 떨어질 때로 정의하였다. AHI는 시간당 발생한 무호흡 지수와 저호흡 지수의 합으로 정의하였다. AHI가 5 이상일 때 폐쇄성수면무호흡으로 진단하였으며 AHI 5 이상 15 미만인 경우를 경증, AHI 15 이상 30 미만인 경우를 중등도, AHI 30 이상인 경우를 중증 폐쇄성수면무호흡으로 분류하였다.

2) 체위성 수면무호흡의 진단

체위성 수면무호흡은 수면다원검사 상 AHI가 5 이상이면 서 양쪽 자세의 수면시간이 15분 이상이고 양와위 수면 시 AHI가 비양와위 수면 시 AHI의 2배 이상인 경우로 정의하였다.

3) 자료분석

대상 환자들의 연령, 성별, 수면다원검사에 의한 각종 수면변인들의 값에 대한 기본적인 분석 및 통계치를 산출하여 체위성 수면무호흡의 유무에 따라 차이가 있는지 독립 t-검정으로 분석하였다. 또한 수면다원검사상 중증도에 따른 두 군의 비교 분석은 χ^2 검정을 이용하였다. 모든 통계는 SPSS 통계 프로그램(SPSS Windows, 19.0, SPSS Inc, Chicago, IL)을 사용하였으며 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

1. 연구대상의 특성

연구대상 101명의 연령 분포는 20세에서 77세였으며 평균 나이는 49.2 ± 11.9 세였고 성별 분포는 남자가 81명, 여자가 20명이었다. 평균 AHI는 35.4 ± 25.9 , 평균 body mass index(BMI)는 $27.6 \pm 4.2 \text{ kg/m}^2$ 이었으며 평균 Epworth sleepiness scale(ESS)는 9.6 ± 4.1 이었다. 전체 분석 대상자를 폐쇄성수면무호흡의 중증도에 따라 분류하였을 때, 경증 29명, 중등도 25명, 중증 47명의 분포를 보였다.

2. 체위성 수면무호흡의 발생빈도 및 수면다원검사 소견

대상 환자 중 체위성 수면무호흡환자는 76명(75.2%), 비체위성 수면무호흡 환자는 25명(24.8%)이었다. 폐쇄성수면무호흡의 중증도에 따른 분류에서는 경증에서는 28명, 중등도에서는 21명, 중증에서는 27명이 체위성 수면무호흡 환자로 분류되었으며 비체위성 수면 무호흡 환자군에서는 1명이 경증, 4명이 중등도, 20명이 중증 폐쇄성수면무호흡으로 진단되었다. 폐쇄성수면무호흡의 중증도별로 체위성 수면무호흡의 유무에 따라 발생빈도가 통계적으로 유의하게 차이가 있었으며(p<.001) 특히 비체위성 수면무호흡 환자군에서는 중증 환자의 비율이 의미 있게 높았다(Table 1).

수면다원검사 중 측정한 호흡관련 지표는 모든 지표에서 두 군이 차이를 보였다. 비체위성 수면무호흡군은 체위성 수면무호흡군에 비해 평균산소포화도 및 최저산소포화도가 유의하게 낮았으며 AHI는 통계적으로 유의하게 더 높았다(p<.001). 체위성 수면무호흡 환자군은 앙와위 시 AHI가 41.9±25.9에서 비앙와위 시 AHI가 7.1±8.0으로 자세 변화에 따라 AHI가 통계적으로 유의하게 감소하는 소견을 보였으며 비체위성 수면무호흡 환자군은 앙와위 시 AHI가 65.0±30.4에서 비앙와위 시 61.5±28.8으로 큰 차이가 없었다(Table 3).

3. 체위성 수면무호흡환자군과 비체위성 환자군의 임상적 특성 및 수면다원검사 결과 비교

두 군을 비교하였을 때 연령과 성별의 차이는 없었으나 비

Table 1. The prevalence of positional sleep apnea according to the severity of OSA

	Positional OSA (n=76)	Non-positional OSA (n=25)	p value
AHI severity, n (%)			<.001
Mild (5-14)	28 (36.8%)	1 (4.0%)	
Moderate (15-30)	21 (27.6%)	4 (16.0%)	
Severe (>30)	27 (35.5%)	20 (80.0%)	

OSA : obstructive sleep apnea, AHI : apnea-hypopnea index

체위성 수면무호흡환자군이 체위성 환자군에 비하여 체중은 평균 14 kg, 허리둘레는 11 cm, 엉덩이 둘레는 7 cm 정도 높은 수치를 보였으며 허리-엉덩이 둘레비, BMI 및 목둘레 역시 통계적으로 유의하게 더 높았다(p<.001). ESS도 비체위성 수면무호흡 환자군에서 높게 나타나(p<.001) 낮 동안의 졸림을 더 느끼는 것으로 나타났다(Table 2).

수면다원검사 상 두 군의 총 수면 시간 및 수면 효율을 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이는 없었으며 수면 중 앙와위를 취한 시간은 체위성 수면무호흡군에서 205.8±76.1분, 비체위성 수면무호흡군에서 192.6±95.9분이었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 3). 비체위성 수면무호흡군에서 렘수면 및 2단계 수면, 서파 수면의 비율은 통계적으로 유의하게 더 낮았으며 1단계 수면의 비율은 더 높았다(p<.001).

고 찰

체위성 수면무호흡은 폐쇄성수면무호흡증으로 진단된 환자에서 앙와위 수면 시 AHI가 비앙와위 수면 시 AHI에 비해 2배 이상인 경우로 정의하며(Cartwright 등 1991), 문헌에 따라 유병률이 다양하게 보고되나 일반적으로 전체 폐쇄성수면무호흡 환자의 56%로 알려져 있다(Richard 등 2006). 본 연구에서는 코골이 및 목격되는 무호흡으로 수면 클리닉을 방문한 환자를 대상으로 수면다원검사를 시행하여 폐쇄성수면무호흡으로 진단된 101명의 환자들 중에서 76명인 75.2%가 체위성 수면무호흡으로 진단되었으며, 이는 국내에서 발표한 체위성 수면무호흡 환자의 유병률 76.8%와 유사한 정도를 보인 것이고(Lee 등 2005), Cartwright 등이 처음 보고했던 58.3%보다는 높은 수치이다(Cartwright 1984). 폐쇄성 수면무호흡의 중증도 측면에서도 체위성 수면무호흡 환자군에서는 경증, 중등도, 중증이 비교적 고르게 분포하였으나, 비

Table 2. General characteristics of the 101 subjects according to the positional dependency

	Positional OSA (n=76)	Non-positional OSA (n=25)	p value
Age, y	49.9±11.49	47.2±13.0	0.325
Gender, % male	78.9%	84.0%	0.409
Height, cm	167.0±8.1	170.6±8.7	0.059
Weight, cm	74.5±11.9	88.8±13.6	<.001
BMI, kg/m ²	26.7±3.7	30.4±4.4	<.001
Neck circumference, cm	38.0±3.2	41.3±3.2	<.001
Waist circumference, cm	94.14±9.4	104.9±10.7	<.001
Hip circumference, cm	99.9±7.1	107.2±6.1	<.001
Waist to hip ratio	0.94±0.05	0.97±0.06	<.001
ESS	8.7±3.7	12.4±4.1	<.001

All data except gender are shown as mean±SD. OSA : obstructive sleep apnea, BMI : body mass index, ESS : Epworth sleepiness scale

Table 3. Polysomnographic data of the subjects according to the positional dependency

	Positional OSA (n=76)	Non-positional OSA (n=25)	p value
TST (min)	346.6±57.4	338.3±66.8	0.546
Sleep efficiency (%)	82.4±10.5	83.3±13.2	0.721
REM, %	15.8± 5.4	11.1± 4.7	<.001
% Stage 1	30.2±12.4	51.0±20.0	<.001
% Stage 2	49.1±10.2	34.1±16.2	<.001
% SWS	5.4± 9.6	2.3± 4.5	0.122
Time in supine, min	205.8±76.1	192.6±95.9	0.481
Mean SpO ₂ , %	93.0± 2.4	87.0± 7.0	<.001
Minimum SpO ₂ , %	80.5± 6.5	70.8±10.3	<.001
AHI	26.1±16.7	63.6±30.0	<.001
Supine AHI	41.9±25.9	65.0±30.4	<.001
Non-supine AHI	7.1± 8.0	61.5±28.8	<.001

All data are shown as mean±SD. TST : total sleep time, REM : rapid eye movement, SWS : slow wave sleep, SaO₂ : arterial oxygen saturation, AHI : apnea-hypopnea index

체위성 수면무호흡 환자군은 거의 대부분이 중증으로 진단되어 체위성 수면무호흡은 경증, 중등증 환자에서 더 호발하는 것으로 관찰되었다.

연구 결과상 체위성 수면무호흡환자는 비체위성 수면무호흡 환자에 비해 체중은 14 kg 가량 덜 나가고, 허리-엉덩이 둘레의 비도 체위성 수면무호흡환자에서 0.94, 비체위성에서는 0.97로 상대적으로 더 낮아, 복부비만의 정도가 덜 심한 것으로 나타났다. 체위 의존성에 따른 신체 계측치의 차이는 여러 문헌에서 다양하게 보고-되나, 일반적으로 수면무호흡 환자의 체위 의존성을 결정하는 요인으로 AHI와 BMI가 주요하며 연령의 영향은 크지 않은 것으로 알려져 있다(Oksenberg 등 1997). 본 연구에서도 두 군에서 연령의 차이는 없으나 BMI 및 AHI는 유의하게 차이를 보였으며, 특히 체중, BMI 뿐만 아니라 허리-엉덩이 둘레 비 즉 복부비만을 나타내는 지표에서도 유의한 차이를 보여 복부비만이 폐쇄성수면무호흡의 체위 의존성을 결정짓는데 주요하게 작용하는 것으로 생각된다.

수면다원검사 결과를 비교하였을 때 체위성 수면무호흡 환자는 낮 동안의 졸림증을 덜 느끼고 비교적 깊은 수면이 잘 유지된 수면 구조를 보여 주었다. 또한 평균산소포화도 및 최저산소포화도는 비체위성에 비해 높아 상대적으로 덜 심한 폐쇄성수면무호흡의 양상을 보여 주었다. 이는 이전의 여러 문헌의 결과와 일치하는 것으로(Swieca와 Westbrook 1994) 체위성 수면무호흡 환자들의 AHI가 더 낮기 때문에 수면다원검사 시 호흡 지표가 덜 심하게 나타나는 것이며, 이러한 이유로 비교적 수면의 질이 잘 유지되어 낮 동안의 졸림이 덜한 것으로 여겨진다.

폐쇄성수면무호흡 환자 중 50% 이상에서 체위성 수면무호흡의 양상을 보이지만 정확하게 어떠한 요소가 수면무호흡 환자에서 체위 의존성을 결정-짓는지, 혹은 체위성 수면무호흡

이 비체위성 수면무호흡과는 발생 원인만 중첩될 뿐 완전히 서로 다른 질환인지에 대해서는(Segal 등 2008) 현재까지 정확하게 알려져 있지 않은 상태이다. 그러나 최근까지 여러 문헌을 통해 두 질환의 발생기전에 있어서 해부학적인 구조의 차이가 관여한다는 보고가 있으며 국내에서도 인두 폐쇄 정도와 편도 비대 등 상기도의 해부학적인 구조의 차이로 인해 폐쇄성수면무호흡 환자에서 체위 의존성이 결정되는 것으로 보고한 바 있다(Lee 등 2005). Saigusa와 Oksenberg 등은 체위성 수면무호흡 환자들의 인두 연부 조직 측면의 두께 및 용적이 비체위성 수면무호흡 환자에 비해 더 적으며, 비체위성 수면무호흡 환자가 체중을 줄이게 되면 인두 측면 조직 두께의 감소, 즉 지방 분포의 변화를 유발하여 체위성 수면무호흡 환자로 발현될 가능성이 있다고 보고하였다(Saigusa 등 2009 ; Oksenberg 등 1997). 즉 환자가 비앙와위로 수면 시 인두의 허탈을 방지할 수 있을 만큼 중력의 영향을 받는 인두 측면 벽의 직경이 충분히 넓다면 체위성 수면무호흡 환자로 발현하고, 인두 측면 벽의 너비가 충분치 못하다면 비체위성 수면무호흡으로 발현되는 것으로 이해 할 수 있을 것이다(Oksenberg 등 2011).

본 연구는 수면다원검사를 통해 폐쇄성수면무호흡을 진단-받은 환자에서 체위성 수면무호흡의 유병률을 조사하였으며 75.2%에서 체위성 수면무호흡 환자로 진단할 수 있었다. 체위성 수면무호흡 환자는 비체위성 수면무호흡 환자에 비해 비만의 정도가 덜하고 상대적으로 덜 심한 폐쇄성수면무호흡의 양상을 보였으며, 결과적으로 수면의 질은 비교적 잘 유지되는 양상을 보여-주었다. 따라서 폐쇄성수면무호흡의 진단 후 치료의 방향을 결정하는데 있어서 체위 의존성 유무에 대한 평가 및 체위에 따른 폐쇄성 수면무호흡의 중증도를 평가하는 것은 필수적이며, 이를 통해 수면무호흡의 주요한 치료 방법으로 자세 치료 등의 효과에 대한 평가가 앞으로

더욱 이루어져야 할 것으로 생각한다.

요 약

목 적 : 체위성 수면무호흡은 폐쇄성수면무호흡증으로 진단된 환자에서 앙와위 수면 시 apnea-hypopnea index(AHI)가 비앙와위 수면시 AHI에 비해 2배 이상인 경우로 정의하며, 일반적으로 전체 폐쇄성수면무호흡 환자의 56%로 알려져 있다. 본 연구는 수면 클리닉을 방문하여 폐쇄성수면무호흡을 진단 받은 환자 중 체위성 수면무호흡의 발생빈도를 알아보고, 체위 의존성에 따른 수면무호흡의 임상 소견 및 수면다원검사를 비교 분석하였다.

방 법 : 코골이 및 목격되는 무호흡으로 내원하여 AHI가 5 이상이면서 앙와위 및 비앙와위 수면 시간이 15분 이상이고, 앙와위 시 AHI가 비앙와위 시 AHI에 비하여 2배 이상인 경우를 체위성 수면무호흡으로, 그렇지 않은 경우를 비체위성 수면무호흡으로 분류하였다. 체위 의존성 여부에 따라 인구학적 특성과 수면다원검사상에서 나타난 수면 변인 및 호흡 변인을 분석하였다.

결 과 : 폐쇄성수면무호흡으로 진단된 101명 중에서 체위성 수면무호흡 환자는 76명(75.2%), 비체위성 수면무호흡 환자는 25명(24.8%)이었다. 폐쇄성수면무호흡의 중증도별로 체위성 수면무호흡의 유무에 따라 발생빈도가 통계적으로 유의하게 차이가 있었으며, 특히 비체위성 수면무호흡 환자군에서는 중증 환자의 비율이 높았다. 비체위성 수면무호흡환자군이 체위성 환자군에 비하여 체중, 허리둘레, 엉덩이 둘레, 허리-엉덩이 둘레비, 체질량 지수 및 목둘레가 유의하게 더 높았다. 수면다원검사상에서는 체위성 수면무호흡군에서 비교적 수면구조가 잘 유지되었으며 주관적인 졸림도 덜하였다. 비체위성 수면무호흡군에서 체위성 수면무호흡군에 비해 평균산소포화도 및 최저산소포화도가 유의하게 낮았으며 AHI는 통계적으로 유의하게 더 높았다.

결 론 : 폐쇄성수면무호흡 환자 중 체위성 수면무호흡 환자의 비율은 75% 정도였으며, 비체위성 수면무호흡 환자에 비해 체위성 수면무호흡 환자는 비만도가 덜 하고 경증 및 중등도의 폐쇄성수면무호흡의 양상을 보이는 것으로 관찰되었다.

중심 단어 : 폐쇄성수면무호흡 · 무호흡-저호흡 지수 · 수면다원검사 · 수면자세.

REFERENCES

- Bixler EO, Vgontzas AN, Lin HM, Ten Have T, Leiby BE, Vela-Bueno A, et al. Association of hypertension and sleep-disordered breathing. *Arch Intern Med* 2000;160:2289-2295.
- Bradshaw DA. What are the nonsurgical treatment options for obstructive sleep apnea syndrome? *Am J Otolaryngol* 2001;22:124-131.
- Cartwright RD. Effect of sleep position on sleep apnea severity. *Sleep* 1984;7:110-114.
- Cartwright RD, Lloyd S, Lilie J, Kravitz H. Sleep position training as treatment for sleep apnea syndrome: a preliminary study. *Sleep* 1985;8:87-94.
- Cartwright R, Ristanovic R, Diaz F, Caldarelli D, Alder G. A comparative study of treatments for positional sleep apnea. *Sleep* 1991;14:546-552.
- Dyonzak J, Cartwright RD. Prevalence of positional differences in obstructive sleep apnea. *Sleep Res* 1993;22:191.
- George CF, Millar TW, Kryger MH. Sleep apnea and body position during sleep. *Sleep* 1988;11:90-99.
- Kim JW, Lee SH. Respiratory Sleep Physiology. *Sleep Med Psychophysiol* 2009;16:22-27.
- 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 Otolaryngol* 2005;48:1115-1121.
- Lloyd SR, Cartwright RD. Physiologic basis of therapy for sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:525-526.
- 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;112:629-639.
- Oksenberg A, Dynia A, Nasser K, Gadoth N. Obstructive sleep apnoea in adults: body postures and weight changes interactions. *J Sleep Res* 2011;Dec 29 [Epub ahead of print]
- Saigusa H, Suzuki M, Higurashi N, Kodera K. Three-dimensional morphological analyses of positional dependence in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Anesthesiology* 2009;110:885-890.
- Segal Y, Malhotra A, Pillar G. Upper airway length may be associated with the severity of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath* 2008;12:311-316.
- Swieca J, Westbrook PR. Relationship between body position dependence of apnea and hypopnea and overall severity of sleep-disordered breathing. *Sleep Res* 1994;23:333.
- Ravesloot MJ, de Vries N. Reliable calculation of the efficacy of non-surgical and surgical treatment of obstructive sleep apnea revisited. *Sleep* 2011;34:105-110.
- Redline S, Strohl KP. Recognition and consequences of obstructive sleep apnea hypopnea syndrome. *Clin Chest Med* 1998;19:1-19.
- Richard W, Kox D, den Herder C, 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.
- Young T, Evans L, Finn L, Palta M. Estimation of the clinically diagnosed proportion of sleep apnea syndrome in middle-aged men and women. *Sleep* 1997;20:705-706.