

The Prevalence and Characteristics of Positional Obstructive Sleep Apnea

Cheon-Sik Kim, Yong-Seok Lee, Cheon-Ung Cho, Sang-Ho Pae, and Sang-Ahm Lee

Departments of Neurology, Asan Medical Center, University of Ulsan College, Seoul 138-736, Korea

Patients with obstructive sleep apnea (OSA) often have more aggravated symptoms in the supine position. We tried to investigate the clinical characteristics and the predictive factors for positional OSA.

Polysomnographic data were reviewed for OSA patients (apnea hypopnea index, AHI \geq 5) from April, 2008 to April, 2011 at the Asan Medical Center. Clinical data, comorbid medical condition data and questionnaires (SF-36, MFI-20, ESS, BDI, STAI) were assessed. All patients were classified into two groups: positional patients (PP) group and non-positional patients (NPP) group. PP was defined as a patient who had the AHI in the supine position was at least twice as high as that in the lateral position. The body position of patients was confirmed by sleep position sensor and video monitor. All patients had at least 30 minutes of positional and 30 minutes of non-positional sleep. We compared clinical, medical, polysomnographic data, and questionnaire results between two (PP and NPP) groups and investigated predictive factors for the PP group using binary logistic regression analysis.

In total, 371 patients were investigated. 265 (71.4%) was categorized as PP group and 106 (28.5%) as NPP group. The mean age (mean \pm SD) was higher in the PP group (52.4 \pm 9.8) than in the NPP group (49.5 \pm 11.9) (p <0.05). Comparison of sleep parameters between the PP and the NPP group showed that the PP group had significantly lower BMI (PP: 26.1 \pm 3.2 kg/m²; NPP: 27.8 \pm 4.3kg/m², p <0.001), neck circumference (PP: 39.7 \pm 2.8 cm; NPP: 41.5 \pm 3.7 cm, p <0.001) and hypertension rate (PP: n=89/265 (33.5%); NPP: n=48/106 (45.2%), p =0.0240). In the PP group, the percentage of deep sleep (PP: 8.7 \pm 8.1%; NPP: 5.6 \pm 7.0%, P =0.001) and rapid eye movement (REM) (PP: 17.5 \pm 6.1%; NPP: 14.0 \pm 6.9%, p <0.001) were significantly higher whereas the percentage of light sleep (stage N1) was significantly lower than the NPP group (PP: 30.4 \pm 12.3; NPP: 44.5 \pm 20.8%, p <0.001). During the sleep, the AHI in the supine position (PP: 48.6 \pm 19.5; NPP: 60.5 \pm 22.6, p <0.001) and in the non-supine position (PP: 9.4 \pm 8.9; NPP: 48.4 \pm 24.8, p =<0.001) were significantly lower and the minimal arterial oxygen saturation in non-REM sleep was significantly higher in the PP group (PP: 80.3 \pm 7.6; NPP: 75.1 \pm 9.9, p =<0.001). There were no significant differences in all questionnaires including quality of life. The results of the binary logistic regression analysis showed that age, the amount of REM sleep(%) and AHI were significant predictive factors for positional OSA.

The significant predictive factors for positional OSA were older age, higher percentage of REM and lower AHI. The questionnaire results were not significantly different between the two groups.

Key Words : Obstructive sleep apnea, Positional patients, Non-positional patients, Sleep parameters, Questionnaire

Corresponding author : Kim, Cheon-Sik, Departments of Neurology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, TEL. +82-2-3010-4997 FAX. +82-2-3010-4849 C.P. +82-10-2282-5492 E-mail: dpel-kcs@daum.net

Received : 25 May 2012
Return for modification : 11 June 2012
Accepted : 21 June 2012

서론

폐쇄성수면무호흡은 상기도의 완전한 또는 부분적 폐쇄가 반복적으로 발생하여(McNicholas, 1996) 수면 중 잦은 각성을 일으키고, 이는 주간졸음증, 고혈압, 부정맥 및 뇌졸중 등 심혈관계 합병증을 유발할 수 있는 비교적 흔한 질환이다(Seneviratne와 Puvanendran, 2004; Peker 등 2006;

Arias와 Sanchez, 2007). 폐쇄성수면무호흡의 치료는 수술적치료와 비수술적치료가 있으며, 비수술적치료 방법에는 지속적양압치료, 체중감량, 구강내장치 및 자세요법 등이 알려져 있다(Oksenberg 등, 2006; Won 등, 2008).

폐쇄성수면무호흡 환자의 60% 이상에서 코골이 및 무호흡-저호흡지수의 증감이 수면 자세와 연관성이 있음은 이미 알려져 있다(Oksenberg와 Silverberg, 1998). 무호흡-저호흡지수가 5 이상인 환자 중에서 양와위 수면 시 비양와위 수면 시보다 무호흡-저호흡지수가 2배 이상인 경우를 체위성 환자(positional patients, PP), 체위성 경향이 없는 환자를 비체위성 환자(non-positional patients, NPP)라 정의한다(Cartwright 등, 1991).

이 연구의 목적은 수면 중 자세변화에 따른 체위성 수면무호흡 환자의 유형별과 체위성 환자군과 비체위성 환자군의 임상적 특징, 수면다원검사에서의 특징 및 수면관련 설문 결과의 차이를 알아보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2008년 4월부터 2011년 4월까지 코골이 및 수면무호흡으로 내원하여 수면다원검사를 시행한 환자 중 무호흡-저호흡지수가 시간당 5 이상이면서 검사 중 지속적 비디오촬영, 교류 자세감지기를 이용하여 지속적인 자세 변화가 기록된 환자, 양와위 자세와 비양와위 자세가 적어도 30분 이상 기록된 371명을 대상으로 하였다. 전체 환자 중 남자 332명, 여자 39명이었다. 나이는 20세에서 83세까지 다양하였다.

2. 연구방법

1) 수면다원검사

수면단계 측정을 위해 6개 채널의 뇌파, 2개 채널의 안전도, 2개 채널의 턱밑 근전도를 시행하였다. 무호흡과 저호흡 측정을 위한 호흡센서로는 온도감지센서와 비강공기압센서를 동시에 사용하였고, 호흡에 따른 흉복부의 움직임 관찰하기 위해서 흉부 및 복부에 호흡벨트를 착용하였다. 심전도, 하지 근전도, 산소포화도, 코골이 및 교류 자세감지

기(body position sensor) 등을 동시에 기록하였다.

2) 무호흡 및 저호흡 판독

무호흡 및 저호흡 판독은 미국수면학회 수면다원검사 및 판독자격이 있는 숙련된 2명의 임상병리사가 담당하였다. 무호흡, 저호흡을 판독한 기준은 개정된 2007년 미국의학회 권장기준을 사용하였다. 무호흡은 온도감지센서에서 최소 10초 이상, 공기의 흐름이 90% 이상 감소된 경우로 정의하였다. 저호흡은 비강공기압센서에서 최소 10초 이상, 호흡량이 30% 이상 감소하고 동시에 4% 이상 혈중산소포화도가 감소된 경우로 정의하였다(Iber 등, 2007).

3) 체위성 및 비체위성 수면무호흡의 진단

흉곽에 부착된 교류 자세감지기(body position sensor)에 의해 수면 중 환자가 취하는 자세를 실시간으로 기록하였고, 자외선 카메라를 이용하여 직접 관찰을 통해 재확인하였다. 그리고 양와위 자세와 비양와위 자세로 나누어 결과를 나타내도록 하였다. 교류 자세감지기는 작은 구슬형태로 자세에 따라 중력에 의해서 회전을 하도록 되어 있고, 양와위 자세는 침대에 등을 대고 바로 누운 자세에서의 감지기의 위치이며, 옆으로 돌아눕거나 배를 대고 돌려 누운 자세는 비양와위 자세로 정의하였다.

4) 수면 설문지

수면관련 설문지를 작성한 294명을 대상으로 체위성 환자군과 비체위성 환자군에서의 주간졸음증(Epworth Sleepiness Scale, ESS), 우울감정척도(Beck Depression Inventory, BDI), 피로감(Multidimensional Fatigue Inventory-20, MFI-20), 상태기질불안척도(State Trait Anxiety Inventory, STAI) 및 삶의 질(Medical Outcome 36 Item, SF-36)의 차이점을 분석하였다.

5) 통계분석

체위성 환자군과 비체위성 환자군의 일반적 특징, 질병 존재 상태(comorbidity), 수면다원검사에서의 수면관련 변수, 무호흡-저호흡 중증도(severity)에 따른 체위성 환자군과 비체위성 환자의 분포도를 student t-test를 사용하여 분

석하였다. 두 군에서 통계적으로 유의성이 있는 변수를 이분형 로지스틱 회귀분석(binary logistic regression analysis)에 의해 분석하였다.

두 군간의 주간졸음증, 우울감정척도, 피로감, 상태기질 불안척도 및 삶의 질의 비교는 student t-test를 사용하여 분석하였다. 통계처리는 SPSS version 13.0(SPSS Inc., Chicago, IL, U.S.A.)을 사용하였다.

결 과

1. 대상자의 일반적 특징

전체 환자 371명 중 체위성 환자는 265명으로 71.4%, 비체위성 환자는 106명으로 28.5% 이었다. 체위성 환자군과 비체위성 환자군의 평균 나이(mean±SD; 52.4±9.8, 49.5±11.9, $p=0.027$), 체질량지수(mean±SD; 26.1±3.2, 27.8±4.3, $p<0.001$), 목둘레(mean±SD; 39.7±2.8, 41.5±3.9, $p<0.001$)는 통계적으로 유의하였다(Table 1).

2. 질병존재 상태(comorbidity)

체위성 환자군과 비체위성 환자군의 평균 고혈압 비율은($n=89/265$ (33.5%), $n=48/106$ (45.2%), $p=0.024$)로 이는 통계적으로 유의하였다. 두 군에서의 심장질환($n=13/265$ (4.9%), $n=6/106$ (5.6%)), 당뇨($n=25/265$ (9.4%), $n=10/106$ (9.4%)) 비율은 통계적으로 유의하지는 않았으나 심장질환의 경우 비체위성 환자군에서 유병률이 더 높은 것으로 나타났다(Table 2).

3. 수면다원검사의 특징

두 군의 수면다원검사에서의 변수 비교 시 심수면 비율(체위성, 비체위성, mean±SD; 8.7±8.1%, 5.6±7.0%, $p=0.001$), 렘수면 비율(체위성, 비체위성, mean±SD; 17.5±6.1%, 14.0±6.9%, $p<0.001$)은 체위성 환자군에서 높았고, 이는 통계적으로 유의하였으며, 경수면 (stage N1) (체위성, 비체위성, mean±SD; 30.4±12.3%, 44.5±20.8%, $p<0.001$)은 체위성 환자군이 낮았으며, 이는 통계적으로 유의하였다.

비렘에서의 최저 산소포화도(minNREMSaO₂) (체위성, 비체위성, mean±SD; 80.3±7.6, 75.1±9.9, $p<0.001$),

Table 1. Characteristics of positional and non-positional

Variables	PP (n=265) Mean±SD	NPP (n=106) Mean±SD	p value
Age (years)	52.4±9.8	49.5±11.9	0.027
Sex (male/female)	265 (237/28)	106 (95/11)	
Height (cm)	168.7±7.0	170.4±6.1	0.036
Weight (kg)	74.4±10.4	81.4±15.4	<0.001
BMI (kg/m ²)	26.1±3.2	27.8±4.3	<0.001
Neck circumference (cm)	39.7±2.8	41.5±3.7	<0.001

mean±SD: mean standard deviation, PP: positional patients, NPP: non-positional patients, BMI: body mass index

Table 2. Comparison of comorbidity data of positional and non-positional patients

Conditions	PP (n=265)	NPP n=106)	p value
Hypertension (%)	89 (33.5)	48 (45.2)	0.024
Heart disease (%)	13 (4.9)	6 (5.6)	0.472
Diabetes (%)	25 (9.4)	10 (9.4)	0.586

mean±SD: mean standard deviation, PP: positional patients, NPP: non-positional patients

Table 3. Comparison of sleep structures and parameters of two groups

Variables	PP (n=265) Mean±SD	NPP (n=106) Mean±SD	p value
Stage N1 (%)	30.4±12.3	44.5±20.8	<0.001
Stage N2 (%)	43.1±10.0	35.2±14.1	<0.001
Stage N3 (%)	8.7±8.1	5.6±7.0	0.001
Stage R (%)	17.5±6.1	14.0±6.9	<0.001
TST	356.2±50.0	348.0±58.9	0.176
Sleep efficiency (%)	89.2±10.0	87.4±10.8	0.148
AHI	30.5±13.6	54.6±22.2	<0.001
Supine AHI	48.6±19.5	60.5±22.6	<0.001
Non-supine AHI	9.4±8.9	48.4±24.8	<0.001
minREMSaO ₂ (%)	79.4±9.2	78.9±8.7	0.687
minNREMSaO ₂ (%)	80.3±7.6	75.1±9.9	<0.001
Supine time	199.1±79.4	189.5±84.1	0.314
Non-supine time	155.8±75.1	156.7±75.4	0.915
ODI	27.0±12.7	48.2±23.3	<0.001
Total arousal	33.6±11.2	50.0±21.6	P<0.001
AHI arousal	22.1±11.8	42.1±24.7	P<0.001
RERA	7.2±5.0	5.2±7.0	P=0.005

mean±SD: mean standard deviation, PP: positional patients, NPP: non-positional patients, TST: total sleep time, AHI: apnea hypopnea index, minREMSaO₂ (%): minimum rapid eye movement desaturation, minNREMSaO₂ (%): minimum non-rapid eye movement desaturation %, ODI: oxygen desaturation index, RERA: respiratory effort related arousal

Table 4. Comparison of categorized severity of obstructive sleep apnea between two groups

Variables	PP (number)	NPP (number)	Positional Prevalence (%)
Mild	30	5	30/35 (85.7)
Moderate	106	10	106/116 (91.4)
Severe	129	91	129/220 (58.61)
Total	265	106	265/371 (71.4)

See Table 2.

저산소지수(체위성, 비체위성, mean±SD; 27.0±12.7, 48.2±23.3, p<0.001)는 통계적으로 유의하였다(Table 3).

호흡-저호흡지수가 중등도 이하에서 두드러지게 체위성 환자로 나타났다(Table 4).

4. 수면무호흡-저호흡지수의 중증도에 따른 비교

무호흡-저호흡지수의 중증도에 따른 분류에서 경증 환자의 85.7%, 중등도 91.4%, 중증 58.6%가 체위성이었고, 무

5. 수면설문지 비교

주간졸음증, 우울감정척도, 피로감, 상태기질불안척도 및 삶의 질에 대한 분석은 두 환자군간의 비교에서 통계적으로

Table 5. Comparison of questionnaire of between two groups

Variables	PP (n=210) Mean±SD	NPP (n=84) Mean±SD	p value	
ESS	10.3±5.1	10.5±5.1	0.714	
MFI-20	16.3±22.3	22.5±29.1	0.084	
BDI	68.8±27.8	63.8±31.1	0.182	
STAI	38.8±9.2	38.7±10.9	0.913	
SF-36	Physical	68.2±20.5	67.3±19.5	0.758
	Mental	69.9±19.0	69.4±19.6	0.854
	Total	71.9±19.0	71.5±19.2	0.872

mean±SD: mean standard deviation, PP: positional patients, NPP: non-positional patients, ESS: epworth sleepiness scale, MFI-20: multidimensional fatigue inventory-20, BDI: beck depression inventory, STAI: state trait anxiety inventory, SF-36: medical outcome 36 item

Table 6. Binary logistic regression analysis

Risk factor	B	Exp (B)	95% CI		p value
			Minmum	Maximun	
Age	0.047	1.048	1.013	1.084	0.006
REM (%)	0.091	1.096	1.029	1.167	0.004
AHI	-0.077	0.926	0.904	0.948	<0.001

95% CI: 95% confidence interval, AHI: apnea hypopnea index, REM (%): rapid eye movement %

유의하지 않았다(Table 5).

6. 이분형 로지스틱 회귀분석(binary logistic regression analysis)

체위성과 비체위성에서 상관성을 보였던 나이, 체질량지수, 목둘레, 고혈압, Stage N1, Stage N2, Stage N3, Stage R, 무호흡-저호흡지수, 앙와위 무호흡-저호흡지수, 비앙와위 무호흡-저호흡지수, 비렘산소포화도, 저산소지수, 전체 각성 및 무호흡-저호흡 각성이 체위성과 비체위성에 미치는 영향력을 알아보기 위해 이분형 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 체위성에 가장 큰 영향을 주는 인자를 측정해 본 결과 베타 값은 렘 %가 0.091(p=0.004), 무호흡-저호흡지수가 -0.077 (p<0.001), 나이가 0.047 (p=0.006)로 이는 모두 통계적으로 유의하였다.

고 찰

폐쇄성수면무호흡으로 진단된 사람 중에서 앙와위 수면 시, 비앙와위 수면에 비해 무호흡-저호흡지수가 50% 이상 증가되는 경우를 체위성 환자(positional patients)라 정의하며, 그렇지 않은 환자를 비체위성 환자(non-positional patients)로 정의한다(Cartwright 등, 1991). 코골이 및 수면무호흡을 가지고 있는 환자의 경우 앙와위 자세 수면 시 코골이 및 수면무호흡지수가 증가된다. 체위성 폐쇄성수면무호흡 환자의 유병률은 다양하며, Cartwright 등(1991)이 처음으로 체위성 무호흡에 관한 발표에서 체위성 환자는 58.3%로 보고하였다. 본 연구에서는 체위성 환자가 71.4%, 비체위성 환자가 28.5%로 나타났고, 이는 Cartwright 등(1991)이 보고한 58.3%보다 체위성 환자의 비율이 높은 것으로 나타났다. Lloyd(1988)의 보고에 의하면 체위성 환자보다 비체위성 환자에서 과체중 경향이 강하다는 보고가 있었고, 본 연구에서도 비체위성 군에서 체질량지수가 증가되어 있는

것으로 나타났다.

폐쇄성수면무호흡 환자의 질병준제는 Goodfriend와 Calhoun(2004)에 의하면 정상체중 환자보다 과체중 환자에서 3배 이상의 고혈압이 발생하는 것으로 보고하고 있다. 10초 이상의 수면무호흡을 가진 환자는 수면 중 잦은 저산소증에 빠지고, 교감신경을 자극하며, 이는 혈압 상승의 주요 요인이 된다. 혈압 상승은 심장이 규칙적으로 박동하는 것을 방해하거나, 심근경색 등이 발병되는 주요 요인으로 보고하고 있다(Dempsey 등, 2010; Borgel 등, 2010). 본 연구에서도 체위성 환자의 경우 33.5%, 비체위성 환자는 45.2%가 고혈압을 가지고 있는 것으로 나타났고, 이는 Goodfriend와 Calhoun(2004)이 발표한 체중이 증가할수록 고혈압 비율이 더 높게 나타났다는 보고와 일치하였다. 심장질환은 체위성과 비체위성 환자군에서 각각 4.9%와 5.6%로 나타났다.

체위성 환자과 비체위성 환자군의 수면 구조상의 특징은 수면효율성(체위성, 비체위성: 89.2 ± 10.0 , 87.4 ± 10.8)과 수면의 질을 평가할 수 있는 3단계 수면의 양(체위성, 비체위성: 8.7 ± 8.1 , 5.6 ± 7.0)과 렘수면 비율(체위성, 비체위성: 17.5 ± 6.1 , 14.0 ± 6.9)은 체위성 환자군에서 증가되어 있고, 수면 중 각성은 비체위성 환자군에서 현저하게 증가되어 있는 것으로 나타났다. 이는 Arie 등(1997)이 보고한 연구에서도 동일하게 나타났다. 체위성 환자군에서 수면 중 각성 빈도가 높은 이유는 비체위성 환자군이 체위성 환자군보다 무호흡-저호흡지수가 높게 나타났고, 이는 결국 비체위성 환자들의 각성 빈도가 높게 나타나는 중요한 이유로 생각된다.

나이가 많을수록 비체위성을 보인다는 Oksenberg 등(1997)의 보고와는 반대로 본 연구에서는 나이가 많을수록 체위성 결과를 보였다. 본 연구 대상 환자들은 나이가 많을수록 건강에 관심이 많았고, 규칙적으로 운동을 하는 경향이 컸으며, 이는 체질량지수의 감소와 연관성이 있었다.

Pae 등(1994)과 Pevernagie와 Shepard(1995)의 보고에 의하면 수면무호흡 환자들과 정상인의 해부학적 구조 비교 시 수면무호흡 환자의 경우 뒤쪽 상기도 공간이 넓고, 물렁입천장이 짧고, 일부 환자에서 아래턱후퇴증을 보이는 것으로 나타났다. 양와위 자세 시 물렁입천장, 목젓, 혀, 후두덮개가 후두인두 벽과 더 가까워지게 되면서 혀의 단면

적, 목젓 넓이, 물렁입천장의 두께가 증가하여 인두의 단면적은 더 좁아지게 되고 체질량지수가 증가할수록 단면적이 더 좁아지는 결과를 보이며, 이것은 결국 무호흡-저호흡지수가 증가하는 것으로 보고되어 있다. 본 연구에서는 체위성 환자군의 무호흡-저호흡지수가 체질량지수가 높은 비체위성 환자군의 무호흡-저호흡지수 보다 감소하는 결과를 보였다.

결론적으로 체위성 수면무호흡 환자는 경증과 중증도 환자에서 두드러지며, 체위성 환자의 중요 지표는 나이와 REM %가 증가할수록, 무호흡-저호흡지수가 감소할수록 체위성 환자로 나타났다.

참고문헌

1. Arias MA, Sanchez AM. Obstructive sleep apnea and its relationship to cardiac arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007, 18:1006-1014.
2. Arie Oksenberg, Donald S, Silverberg, Ekena Arons, Henryk Radwan. Positional versus nonpositional obstructive sleep apnea patients: anthropomorphic, nocturnal polysomnographic, and multiple sleep latency test data. *Chest*. 1997, 112:629-639.
3. Borgel J. Springer S, Ghafoor J, Arndt D, Duchna HW, Barthel A, Werner S, Van Held J, Hanefeld C, Neubauer H, Bulut D, Mugge A. Unrecognized secondary causes of hypertension in patients with hypertensive urgency/emergency: prevalence and co-prevalence. *Clin Res Cardiol*. 2010, 99:499-506.
4. Cartwright RD, Ristanovic R, Diaz F, Caldarelli D, Alder G. A comparative study of treatment for positional sleep apnea. *Sleep*. 1991, 14:546-552.
5. Dempsey JA, Veasey SC, Morgan BJ, O'Donnell CP. Pathophysiology of sleep apnea. *Physiol Rev*. 2010, 90:47-112.
6. Goodfriend TL, Calhoun DA. Resistant hypertension, obesity, sleep apnea, and aldosterone: theory and therapy. *Hypertension*. 2004, 43:518-524.
7. Iber C, Ancol-Israel S, Chesson AL, Quan SF. The AASM manual for the scoring of sleep and associated event: rules, terminology and technical specifications. *Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine*, 2007.
8. Lloyd S. The sleep position effect in sleep apnea as a continuous variable. *Sleep Res*. 1988, 17:14.
9. McNicholas WT. Diagnostic criteria for the sleep apnoea syndrome: time for consensus. *Eur Respir J*. 1996, 9:634-635.

10. Oksenberg A, Silverberg DS. The effect of body posture on sleep-related breathing disorders: Facts and therapeutic implications. *Sleep Med Rev.* 1998, 2:139-162.
11. Oksenberg A, Silverberg DS, Arons E. Positional vs nonpositional obstructive sleep apnea patients. Anthropomorphic, nocturnal polysomnographic and multiple sleep latency test data. *Chest.* 1997, 112:629-639.
12. Oksenberg A, Silverberg DS, Offenbach D, Arons E. Positional therapy for obstructive sleep apnea patients: A 6-month follow-up study. *Laryngoscope.* 2006, 116:1995-2000.
13. Pae EK, Lowe AA, Sasaki K, Price C, Tsuchiua M, Fleetham JA. A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994, 106:52-59.
14. Peker Y, Carlson J, Henner J. Increased incidence of coronary artery disease in sleep apnoea: A long-term follow-up. *Eur Respir J.* 2006, 28:596-602.
15. Pevernagie DA, Shepard JW. Effects of body position on upper airway size of patients with obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995, 152:179-185.
16. Seneviratne U, Puvanendran K. Excessive daytime sleepiness in obstructive sleep apnea: prevalence, severity, and predictors. *Sleep Med.* 2004, 5:339-349.
17. Won CH, Li KK, Guilleminault C. Surgical treatment of obstructive sleep apnea: upper airway and maxillomandibular surgery. *Proc Am Thorac Soc.* 2008, 5:193-199.