

폐쇄수면무호흡에서 수면시간의 과소 평가와 관련 요인: 수면다원검사 결과를 이용한 후향 연구

황경진 이진산 손환준^a 김경혜^a 이명준^{ab} 김지영^{ab}

경희대학교 의과대학 신경과학교실, 부산대학교병원 신경과^a, 부산대학교병원 의생명연구원^b

Factors Related to Sleep Time Underestimation in Obstructive Sleep Apnea: Retrospective Study Based on Polysomnographic Data

Kyung Jin Hwang, MD, Jin San Lee, MD, Hwan Jun Son, MD^a, Kyung Hye Kim, MD^a, Myung Jun Lee, MD^{ab}, Jiyoung Kim, MD^{ab}

Department of Neurology, School of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Department of Neurology, Pusan National University Hospital, Busan, Korea^a

Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan, Korea^b

Background: The perception of sleep time in obstructive sleep apnea (OSA) is not well understood, some studies have reported that subjects with OSA have abnormal sleep perception. We hypothesized that the severity of OSA would affect the sleep perception of patients with OSA and investigated the associated factors that affect the sleep perception in OSA.

Methods: Four hundred and sixty eight subjects with OSA were included in present study. Subjects with OSA were divided, depending upon their sleep perception. The first group included individuals who underestimated their time spent sleeping, the second group included those who did not underestimate their sleep time. The underestimation of sleep time is defined as the perceived total sleep time being less than 80% of that measured in polysomnography (PSG). All participants were analyzed their demographics, PSG parameter and questionnaires such as Beck Depression Inventory, Epworth Sleepiness Scale.

Results: Of 468 participants, 179 (38.2%) subjects were included in the group that underestimating sleep. Gender (female, odds ratio [OR]=2.01, 95% confidence interval [CI]=1.25-3.22), depression (OR=1.75, 95% CI=1.03-2.97) and proportion of slow wave sleep (OR=0.98, 95% CI=0.96-0.99) were related to the underestimation of sleep.

Conclusions: The underestimation of sleep in OSA is not directly related to OSA severity. Gender, psychiatric disorder, and sleep architecture are associated with the underestimating sleep in OSA.

J Korean Neurol Assoc 37(2):144-149, 2019

Key Words: Obstructive sleep apnea, Sleep, Perception, Polysomnography

서 론

인간이 수면에 얼마의 시간을 사용하고, 이를 어떤 과정을 통하여 평가하는지는 잘 알려져 있지 않다.¹ 그러나 수면시간의 인식

상태는 주관적으로 추정된 수면시간과 수면다원검사와 같은 객관적인 검사를 통하여 확인된 수면시간을 비교하여 평가한다. 수면시간에 대한 부적절한 인식은 불면증에서 보고되어 왔다. 불면증 환자는 자신의 수면시간을 과소 평가하는 경우가 많으며, 이는 불면증의 원인이 될 수 있다.² 일반 인구를 대상으로 실시한 연구에 따르면 이러한 특징은 6시간 이상의 수면시간을 취한 불면증 집단에서 더욱 두드러지는 것으로 나타났다.³ 국제수면질환분류 3판(International Classification of Sleep Disorder-3)에서는 한 명의 불면증 환자에서도 다양한 형태의 불면증 형태가 공존할 수 있어 국제수면질환분류 2판과 비교하여 불면증을 세 가지의 단순한 형

Received May 16, 2018 Revised September 3, 2018

Accepted September 3, 2018

Address for correspondence: Jiyoung Kim, MD

Department of Neurology, Pusan National University Hospital, 179

Gudeok-ro, Seo-gu, Busan 49241, Korea

Tel: +82-52-240-7311 Fax: +82-51-254-7317

E-mail: bijoukim78@gmail.com

태로 분류하였다. 반면 국제수면질환분류 2판에서는 불면증의 아형을 11가지로 다양하게 분류하였으며, 이 중에서도 심한 불면증 증상을 호소하나, 객관적인 수면장애 증상과 주간 활동에 장애를 보이지 않는 경우 모순불면증(paradoxical insomnia)으로 규정하고 있다.⁴ 수면시간을 과소 평가하여 발생하는 수면장애는 폐쇄수면무호흡에서는 수면시간 인식에 대한 연구 결과가 많지 않아 논쟁의 여지가 있다. 폐쇄수면무호흡 환자의 수면시간 인식도는 건강 대조군과 비교하였을 때 유의한 차이가 없다는 결과도 있으나,⁵ 다른 연구에서는 건강 대조군에 비하여 불면증, 폐쇄수면무호흡 및 불면증과 폐쇄수면무호흡이 같이 동반된 군들은 수면시간 인식도에서 유의한 차이를 보이기도 하였다.⁶ 또한 병력에서는 폐쇄수면무호흡이 의심되어 수면다원검사를 하였으나, 수면다원검사서 폐쇄수면무호흡이 확인된 군과 폐쇄수면무호흡이 확인되지 않은 두 군을 비교한 연구에서는 폐쇄수면무호흡이 확인된 군은 그렇지 않은 군과 비교하여 총 수면시간을 더 과소 평가하고, 수면 잠복기를 더 과대 평가하는 결과를 보였다.⁷

폐쇄수면무호흡에서 수면시간의 인식 상태 및 수면시간을 과소 평가하는 요인에 대한 연구는 불면증에 비하여 활발하게 진행되지 못하였다. 폐쇄수면무호흡 환자는 무호흡 말미에 각성이 발생하고 깊은 수면을 방해받아 수면 분절을 경험하게 되며, 야간 수면의 질 저하로 주간 졸림 및 피곤함을 느낀다.^{8,9} 이 점을 고려할 때 폐쇄수면무호흡 환자의 수면시간 과소 평가는 무호흡에 따른 수면 질의 저하가 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각해 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 ‘폐쇄수면무호흡에서 수면시간의 과소 평가는 무호흡과 관련이 있다’라는 가설에서 출발하였으며, 무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index)와 수면시간의 인식도 사이의 관련성을 확인하고, 수면시간 과소 평가와 관련된 요인을 조사하였다.

대상과 방법

1. 대상

수면장애로 경희대학교병원 수면클리닉에서 2014년 3월1일부터 2016년 2월 28일까지 수면다원검사를 실시한 이들을 대상으로 하여 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 해당 기간에 총 676명이 수면다원검사를 하였고, 이 중 무호흡-저호흡지수가 5 이상이고, 20세 이상 65세 이하의 성인은 530명이었다. 본 연구는 폐쇄수면무호흡이 수면시간 인식에 대한 영향을 알아보기 위하여 실시한 것으로 폐쇄수면무호흡 이외 수면클리닉 방문 시 주호소가 불면증이거나 불면증 심각성 척도(insomnia severity index)에서 15.5점보다 큰 경우,¹⁰ 병력에서 사건수면 혹은 하지불안증후군으로 진단되거나

수면장애를 동반하며 수면다원검사서 주기사지운동지수(periodic limb movement index)가 15/hr 이상으로 확인되어 다른 수면질환이 동반된 경우는 분석에서 제외하였다. 또한 뇌경색 및 뇌염과 같이 신경계질환에 의하여 수면시간을 적절하게 판단할 수 없는 경우도 분석에서 제외하였다. 따라서 최종 468명을 연구 대상으로 분석하였다. 본 연구는 경희대학교병원 기관생명윤리위원회의 승인 하에 이루어졌다(KHUH 2017-12-054-002).

2. 방법

1) 야간 수면다원검사

수면다원검사는 표준뇌파(F4-M1, C4-M1, O2-M1, F3-M2, C3-M2, O1-M2), 안전도, 턱 및 앞쪽 정강 근육 근전도, 심전도, 산소포화도, 코골이 및 체위를 측정하였다. 또한 무호흡 및 저호흡을 평가하기 위하여 입코열전대(oral nasal thermistor)와 코압력변환기(nasal pressure transducer)를 이용하였으며, 호흡 노력을 측정하기 위하여 흉곽과 복부에 교류저항 체적 변동기록법(respiratory inductance plethysmography)을 이용하였다. 수면다원검사의 결과 분석은 미국수면학회의 평가기준에 따라 실시하였다.

2) 주관적/객관적 수면시간 평가 및 수면시간 인식도

객관적 수면시간은 수면다원검사서 확인된 수면시간(total sleep time)으로 하였고, 주관적 수면시간은 수면다원검사가 종료된 직후 실시한 설문에서 수면다원검사 동안 취한 추정 수면시간을 이용하였다. 수면시간 인식도는 다음과 같이 정의하였다: [(주관적 수면시간/객관적 수면시간)×100%].⁶ 만약 수면시간 인식도가 80% 미만인 경우 수면시간 과소 평가(underestimating sleep)군으로, 80% 이상인 경우 수면시간 비과소 평가(non-underestimating sleep)군으로 정의하였다.¹¹

3) 자기 보고식 설문지

자기 보고식 설문지는 수면다원검사 전에 실시하였다. 주간 졸림은 Epworth Sleepiness Scale (ESS)을 이용하여 평가하였다.¹² ESS는 일상생활에서 접할 수 있는 8가지 상황에서 발생하는 주간 졸림 정도를 평가하는 자기 보고식 설문지이다. 본 연구에서는 ESS 총점이 10점 이상인 경우 주간 졸림이 동반되는 것으로 분류하였다. 우울증은 Beck Depression Inventory (BDI)를 이용하여 평가하였다.¹³ BDI는 지난 2주간의 우울증을 평가하는 자기 보고식 설문지로 총 21가지의 질문으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 BDI 총점이 16점 이상인 경우 우울증이 동반되는 것으로 분류하였다.¹⁴ 불면증에 대한 평가는 Insomnia Severity Index (ISI)를 이

용하였다. ISI는 총 7항목으로 이루어져 있으며, 지난 2주간 불면증의 심각도를 보여주며 점수가 높을수록 심한 불면 증상을 의미한다.¹⁵

4) 자료 분석

두 군 간의 비교를 위하여 연속형 변수는 정규성을 확인한 후 정규성을 따르는 경우는 독립표본-t-검정(independent t-test)을, 정규성을 따르지 않는 경우는 맨-휘트니U검정(Mann-Whitney U test)을 실시하였다. 비연속형 변수의 경우 카이제곱검정법(Chi-square test)을, 무호흡-저호흡지수 및 호흡장애지수와 수면시간 인식도 사이의 연관성을 확인하기 위하여 피어슨상관분석(Pearson's correlation analysis)을 실시하였다. 폐쇄수면무호흡 환자에서 수면시간의 과소 평가와 관련된 요인을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 하였으며, 회귀모형분석 시 전진선택법 및 우도비(likelihood ratio)를 통하여 조건에 맞는 변수들을 선택하도록 하였다. 통계분석에는 SPSS version 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 유의성은 양측 검정 하에 p값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 인구 통계학적 특징

총 468명의 연구 대상자의 평균 연령은 44.2±12.4세이고, 남성은 369명(78.8%)이었다. 평균 체질량지수는 26.8±4.0 kg/m², 평균 무호흡-저호흡지수는 38.2±24.5/hr, 평균 호흡장애지수는 40.8±23.5/h였다. 전체 468명의 수면시간 평균 인식도는 85.0±34.2%였다. 179명

(38.2%)이 수면시간을 80% 미만으로 추정하여 수면시간 과소 평가군으로 분류되었고, 289명(61.8%)이 수면시간 비과소 평가군으로 분류되었다. 수면시간 과소 평가군의 수면시간 평균 인식도는 55.2% (범위: 11.5-79.9%)였고, 수면시간 비과소 평가군은 102.1% (범위: 80.0-159.0%)였다. 두 군 간의 비교에서는 여성의 비율(27.4% vs. 17.3%, p=0.010), 우울증(20.1% vs. 11.8%, p=0.014) 동반 비율 및 불면증의 심각도(9.0±3.7 vs. 8.3±3.7, p=0.035)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 1).

2. 수면다원검사 결과

수면시간 과소 평가군과 수면시간 비과소 평가군 사이의 비교에서 수면시간 과소 평가군은 비과소 평가군과 비교하여 수면다원검사 중 침상에 머무는 시간(time in bed)이 더 길고, 서파 수면(N3) 시간 비율 및 수면 효율이 낮았으며, 입면 후 깨어 있는 시간(wakefulness after sleep onset)의 비율이 더 높게 나왔다. 두 군 간의 단계별(sleep latency, N2 latency, REM latency) 수면시간 잠복기 비교에서는 수면시간 과소 평가군이 수면시간 비과소 평가군에 비하여 전체적으로 잠복기가 증가하였으나, 통계적 유의성은 보이지 않았다. 무호흡-저호흡지수 및 호흡장애지수는 수면시간 과소 평가군이 오히려 수면시간 비과소 평가군보다 낮았으나 통계적 유의성은 보이지 않았다(Table 2). 전체 연구 대상 총 468명을 대상으로 실시한 수면시간 인식도와 무호흡-저호흡(r=0.083, p=0.074) 및 호흡장애지수(r=0.083, p=0.073) 간의 연관성 확인에서 통계적 유의성은 없었다. 또한 수면시간 과소 평가군 179명을 대상으로 한 수면시간 인식도와 무호흡-저호흡(r=-0.115, p=0.125) 및 호흡장애지수(r=-0.104, p=0.168) 간의 연관성 확인에서도 통계

Table 1. Baseline demographic features in subjects with OSA according to sleep perception state

Variable	Underestimating sleep (n=179)	Non-underestimating sleep (n=289)	p-value
Age (years)	45.1±11.7	43.7±12.9	0.222
Female	49 (27.4)	50 (17.3)	0.010
BMI ^a (kg/m ²)	25.8 (24.3-28.7)	26.4 (24.2-29.2)	0.420
ESS	9.1±5.0	9.5±4.6	0.380
EDS	72 (40.2)	134 (46.4)	0.285
BDI	10.3±7.9	8.0±7.0	0.001
Depression	36 (20.1)	34 (11.8)	0.014
ISI	9.0±3.7	8.3±3.7	0.035

Values are presented as mean±standard deviation, n (%), or median (interquartile range). OSA; obstructive sleep apnea, BMI; body mass index, ESS; Epworth Sleepiness Scale, EDS; excessive daytime sleepiness, BDI; Beck Depression Inventory, ISI; Insomnia Severity Index.

^aBMI is analyzed by Mann-Whitney U test. Excessive daytime sleepiness was defined as ESS ≥10. Depression was defined as BDI ≥16.

적 유의성은 없었다. 수면다원검사 시 취한 수면시간에 따라 수면시간의 과소 평가 발생 비율도 비교해 보았을 때 6시간 이상 수면을 취한 363명 중 144명(39.7%)이 수면시간을 80% 미만으로 과소 평가하였고, 6시간 미만의 수면을 취한 105명 중 35명(33.3%)이 수면시간을 과소 평가하여 두 군 간의 수면시간 과소 평가 정도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다($p=0.239$).

3. 수면시간 과소 평가 관련 요인

폐쇄수면무호흡 환자에서 수면시간의 과소 평가와 관련된 요인을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 수면시간의 과소 평가군과 수면시간의 비과소 평가군 사이의 비교에서 통계적 유의성을 보인 성별, 우울증 여부, 불면증 심각성 척도(ISI), 침상에 머문 시간, 서파 수면 비율, 수면 효율, 입면 후 깨어 있는 시간 비율과 통계적 유의성을 보이지는 않았으나, 두 군 간의 차이를 보여주는 경향성이 있는 N2 수면 잠복기 및 렘수면 잠복기를 공변량으로 하여 분석하였다. 여성(odds ratios [OR]=2.01, 95% confidence interval [CI]=1.25-3.22), 우울증(OR=1.75, 95% CI=1.03-2.97)과 서파 수면의 비율(OR=0.98, 95% CI=0.96-0.99)이 수면시간 과소 평가

에 유의한 영향을 주는 요인이었다(Table 3).

고찰

본 연구는 폐쇄수면무호흡에서 발생하는 수면시간의 과소 평가와 그와 관련된 요인을 알아보기 위하여 실시하였다. 폐쇄수면무호흡 환자 중 38.2%가 수면시간을 과소 평가하였으며 폐쇄수면무호흡 환자에서 수면시간의 과소 평가에 영향을 주는 요인으로는 여성, 우울증과 서파 수면이 있었다. 그러나 무호흡-저호흡지수, 호흡장애지수는 수면시간 인식도와는 유의한 관련성이 없었다.

폐쇄수면무호흡에 동반된 불면증을 대상으로 실시한 연구에서

Table 3. Multivariable logistic regression for contributing factors of underestimating sleep in subjects with OSA

Variable	β	OR (95% CI)	<i>p</i> -value
Female	0.697	2.01 (1.25-3.22)	0.004
Depression	0.557	1.75 (1.03-2.97)	0.040
N3 (%)	-0.024	0.98 (0.96-0.99)	0.006

OSA; obstructive sleep apnea, OR; odds ratio, CI; confidence interval.

Table 2. PSG parameters in subjects with OSA according to sleep perception state

Variable	Underestimating sleep (n=179)	Non-underestimating sleep (n=289)	<i>p</i> -value
TIB ^a (min)	441.1 (424.5-464.8)	433.8 (420.6-451.3)	0.001
TST ^a (min)	398.4 (368.0-434.0)	398.5 (364.9-421.4)	0.124
SL ^a (min)	4.2 (1.3-8.5)	4.2 (1.3-10.3)	0.538
N2L ^a (min)	16.3 (8.2-30.1)	14.8 (7.4-25.4)	0.077
REML ^a (min)	119.5 (82.3-195.3)	106.5 (78.5-168.4)	0.070
N1	25.3±13.1	23.7±13.1	0.206
N2	34.3±9.8	33.8±9.9	0.598
N3	22.4±10.6	25.0±12.1	0.021
REM	18.1±7.4	17.7±6.4	0.531
SE ^a	90.6 (82.5-95.1)	92.5 (83.8-96.1)	0.048
WASO ^a	8.5 (4.0-15.9)	5.9 (2.7-14.1)	0.017
AHI (/hr)	36.8±24.8	39.1±24.3	0.328
RDI (/hr)	39.5±24.0	41.6±23.3	0.338
Total AI (/hr)	41.0±21.4	41.4±20.7	0.849
Respiratory AI (/hr)	33.1±23.4	34.6±22.9	0.503
Lowest O ₂ saturation ^a	84.0 (79.0-88.0)	83.0 (78.0-88.0)	0.113

Values are presented as mean±standard deviation or median (interquartile range).

PSG; polysomnography, OSA; obstructive sleep apnea, TIB; time in bed, TST; total sleep time, SL; sleep latency, N2L; N2 latency, REML; REM latency, REM; rapid eye movement, SE; sleep efficiency, WASO; wakefulness after sleep onset, AHI; apnea hypopnea index, RDI; respiratory disturbance index, AI; arousal index.

^aVariables are analyzed by Mann-Whitney U test.

도 폐쇄수면무호흡이 심하다고 불면증 증상이 더 빈번하게 관찰되지는 않았다. 무호흡-저호흡지수가 10 미만인 군과 10 이상인 군 사이의 비교에서 무호흡-저호흡지수가 10 미만인 군이 오히려 불면증의 유병률이 높았다. 또한 불면증과 관련된 임상 요인에는 여성, 우울증과 같은 정신과적 증상, 만성 통증, 하지불안증후군, 수면 중 발짓(nocturnal kicking)이 동반되거나, 일주일에 1회 이상 음주를 하지 않는 경우가 해당되었다.¹⁶

본 연구에서 확인된 수면시간의 과소 평가와 관련된 요인은 여성, 우울증이 동반된 경우, 전체 수면시간에 대한 서파 수면 비율의 감소였다. 이러한 결과는 기존에 알려진 불면증의 위험인자들과 관련이 깊다.^{16,20} 또한 수면시간의 과소 평가 여부에 따른 두 군 간의 불면증 심각성 척도에서도 유의한 차이를 보였다. 연령에 따른 남녀간의 불면증 유병률에 대한 연구에서 여성은 모든 연령대에서 남자보다 불면증의 유병률이 높았으며, 연령이 증가할수록 불면증의 유병률은 증가하였다.¹⁹ 불면증이 있는 이들을 대상으로 수면시간 인식에 대한 조사에서 우울증은 불면증이 동반된 이들에게 보다 흔하였고, 이들은 객관적 수면시간을 낮게 평가함을 보여주었다.^{18,21}

서파 수면의 장애와 불면증 사이의 관계는 아직 논쟁의 여지가 남아 있으나, 불면증에서 서파 수면의 감소가 동반된다는 보고가 있다.^{22,23} 수면 뇌파의 스펙트럼 분석을 이용한 연구에서 건강 대조군에 비하여 불면증이 동반된 군은 비렘수면에서 고주파수의 뇌파 활동(high-frequency activity)이 증가되어 있다는 보고가 있다.^{24,25} 건강 대조군과 불면 증상을 보이지만 수면다원검사에서도 총 수면시간과 수면 효율을 고려하여 객관적인 불면증을 보이지 않는 군, 불면 증상과 더불어 수면다원검사에서도 객관적인 불면증을 보인 세 군 사이의 비교에서 주관적인 불면 증상이 있었으나, 수면다원검사에서도 객관적인 불면증을 보이지 않았던 군은 다른 두 군과의 비교에서 비렘수면 스펙트럼 분석 시 델타파의 활동은 유의하게 감소되어 있고 알파, 시그마, 베타파의 활동은 유의하게 증가되는 결과를 보였다.²⁰ 이러한 결과는 수면시간의 인식은 비렘수면 시 발생하는 뇌파 주파수의 변화와 관련이 있을 수 있음을 시사한다. 그러나 뇌파의 스펙트럼 분석을 이용한 수면시간의 인식에 대해서는 보다 많은 연구를 통하여 일관된 결과를 확인해 보아야 하며, 기존 연구들이 불면증을 대상으로 이루어져 있어 폐쇄수면무호흡에서도 동일한 결과를 보일지에 대한 검증이 필요하다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 수면장애를 동반하지 않는 대조군이 없어 수면시간의 과소 평가 정도를 건강 대조군과 비교할 수 없었다. 둘째, 후향 연구로 진행되어 기존에 불면증의 위험인자로 알려져 있어 수면시간의 인식도에 영향을 미칠 수 있는 사회경제적 지위(socioeconomic status), 만성질환, 만성 통증과

같은 요인에 대한 평가가 이루어지지 못하였으며, 우울증에 대한 약물 치료 여부를 확인하지 못하였다. 셋째, 한 차례의 수면다원검사와 검사 직후 실시된 주관적인 수면시간의 평가가 평상시의 수면시간 인식도를 충분히 반영하지 못할 수 있다. 그러나 수면장애에서 수면시간에 대한 인식도를 평가한 기존 연구에서도 한 차례의 수면다원검사를 통하여 연구가 진행되었다.

앞서 설명한 제한점에도 불구하고 본 연구에는 몇 가지 중요한 의의가 있다. 첫째, 폐쇄수면무호흡에서 발생하는 수면시간 인식도에 영향을 주는 요인을 확인하기 위하여 실시한 연구로 폐쇄수면 무호흡을 제외한 불면증, 하지불안증후군, 주기사지운동증 및 사견수면과 같은 다른 수면장애와 수면시간 인식에 영향을 미칠 수 있는 다른 신경계질환을 배제한 상태에서 결과 분석이 진행되었다. 둘째, 폐쇄수면무호흡 환자에서 수면시간의 인식도가 단순히 폐쇄수면무호흡-저호흡 빈도에 의하여 영향을 받지 않고, 모순불면증을 포함한 기존 불면증 연구에서 위험인자로 알려진 요인과 관련된 점을 확인하였다. 아울러 수면시간 인식도에 따라 불면증 심각성 척도에서 차이를 보이는 것도 확인하였다. 따라서 본 연구는 진료 중 흔하게 접하는 폐쇄수면무호흡 환자에서 수면시간에 대한 왜곡 혹은 부적절한 평가가 관찰된다면 정신질환의 동반 여부 및 수면 구조의 특성을 파악해야 함을 시사하고, 수면시간의 과소 평가는 불면증 증상의 호소와 연관될 수 있음을 추론해 볼 수 있다.

REFERENCES

1. Harvey AG, Tang NK. (Mis)perception of sleep in insomnia: a puzzle and a resolution. *Psychol Bull* 2012;138:77-101.
2. Means MK, Edinger JD, Glenn DM, Fins AI. Accuracy of sleep perceptions among insomnia sufferers and normal sleepers. *Sleep Med* 2003;4:285-296.
3. Fernandez-Mendoza J, Calhoun SL, Bixler EO, Karataraki M, Liao D, Vela-Bueno A, et al. Sleep misperception and chronic insomnia in the general population: role of objective sleep duration and psychological profiles. *Psychosom Med* 2011;73:88-97.
4. American Academy of Sleep Medicine. *International classification of sleep disorders: diagnostic & coding manual*. 2nd ed. Westchester (IL): American Academy of Sleep Medicine, 2005;51-55.
5. Choi SJ, Suh S, Ong J, Joo EY. Sleep Misperception in chronic insomnia patients with obstructive sleep apnea syndrome: implications for clinical assessment. *J Clin Sleep Med* 2016;12:1517-1525.
6. Pinto LR Jr, Pinto MC, Goulart LI, Truksinas E, Rossi MV, Morin CM, et al. Sleep perception in insomniacs, sleep-disordered breathing patients, and healthy volunteers--an important biologic parameter of sleep. *Sleep Med* 2009;10:865-868.
7. McCall WV, Turpin E, Reboussin D, Edinger JD, Haponik EF. Subjective estimates of sleep differ from polysomnographic measurements in obstructive sleep apnea patients. *Sleep* 1995;18:646-650.
8. Chervin RD. Sleepiness, fatigue, tiredness, and lack of energy in obstructive sleep apnea. *Chest* 2000;118:372-379.

9. McNicholas WT, Ryan S. Obstructive sleep apnoea syndrome: translating science to clinical practice. *Respirology* 2006;11:136-144.
10. Cho YW, Song ML, Morin CM. Validation of a Korean version of the insomnia severity index. *J Clin Neurol* 2014;10:210-215.
11. Nam H, Lim JS, Kim JS, Lee KJ, Koo DL, Lee C. Sleep perception in obstructive sleep apnea: a study using polysomnography and the multiple sleep latency test. *J Clin Neurol* 2016;12:230-235.
12. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991;14:540-545.
13. Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry* 1961;4:561-571.
14. Shin M, Kim ZS, Park KB. The cut-off score for the Korean version of beck depression inventory. *Korean J Clin Psychol* 1993;12:71-81.
15. Bastien CH, Vallieres A, Morin CM. Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Med* 2001;2:297-307.
16. Krell SB, Kapur VK. Insomnia complaints in patients evaluated for obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2005;9:104-110.
17. American Academy of Sleep Medicine. *International classification of sleep disorders*. 3rd ed. Darien (IL): American Academy of Sleep Medicine, 2014;19-41.
18. Fernandez-Mendoza J, Calhoun SL, Bixler EO, Karataraki M, Liao D, Vela-Bueno A, et al. Sleep misperception and chronic insomnia in the general population: role of objective sleep duration and psychological profiles. *Psychosom Med* 2011;73:88-97.
19. Zammit GK. The prevalence, morbidities, and treatments of insomnia. *CNS Neurol Disord Drug Targets* 2007;6:3-16.
20. Krystal AD, Edinger JD, Wohlgemuth WK, Marsh GR. NREM sleep EEG frequency spectral correlates of sleep complaints in primary insomnia subtypes. *Sleep* 2002;25:630-640.
21. Edinger JD, Fins AI. The distribution and clinical significance of sleep time misperceptions among insomniacs. *Sleep* 1995;18:232-239.
22. Pigeon WR, Perlis ML. Sleep homeostasis in primary insomnia. *Sleep Med Rev* 2006;10:247-254.
23. Walsh JK. Enhancement of slow wave sleep: implications for insomnia. *J Clin Sleep Med* 2009;5(2 Suppl):S27-S32.
24. Merica H, Gaillard JM. The EEG of the sleep onset period in insomnia: a discriminant analysis. *Physiol Behav* 1992;52:199-204.
25. Perlis ML, Smith MT, Andrews PJ, Orff H, Giles DE. Beta/Gamma EEG activity in patients with primary and secondary insomnia and good sleeper controls. *Sleep* 2001;24:110-117.