

수면다원검사를 시행한 환자들의 각성지수와 임상양상과의 관계

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실

김성경, 이상학, 강현희, 강지영, 김진우, 김영균, 김관형, 송정섭, 박성학, 문화식

Relationship between Arousal Indices and Clinical Manifestations in Patients Who Performed Polysomnography

Sung Kyoung Kim, M.D., Sang Haak Lee, M.D., Hyeon Hui Kang, M.D., Ji Young Kang, M.D., Jin Woo Kim, M.D., Young Kyoon Kim, M.D., Kwan Hyoung Kim, M.D., Jeong Sup Song, M.D., Sung Hak Park, M.D., Hwa Sik Moon, M.D.

Department of Internal Medicine, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Repeated arousals during sleep have been known to be associated with excessive daytime sleepiness and cardiovascular complications. We investigated the relationship between arousal indices and clinical parameters. **Methods:** We retrospectively reviewed medical records of 41 patients who performed polysomnography for a diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome. We defined total arousal index (TAI) as the number of arousals per hour and respiratory arousal index (RAI) as the number of arousals associated with apnea or hypopnea per hour.

Results: There were significant positive correlations between arousal indices and apnea-hypopnea index (AHI) (RAI vs. AHI, $r=0.958$, $p<0.001$; TAI vs. AHI, $r=0.840$, $p<0.001$). RAI and mean oxygen saturation showed a significant negative correlation with each other ($r=-0.460$, $p=0.002$). TAI revealed a significant positive correlation with mean systolic blood pressure (MSBP) and mean diastolic blood pressure (MDBP) (TAI vs. MSBP, $r=0.389$, $p=0.014$; TAI vs. MDBP, $r=0.373$, $p=0.019$). There was no significant correlation between arousal indices and parameters of sleepiness. RAI had a significant positive correlation with body mass index (BMI) and neck circumference (NC) (RAI vs. BMI, $r=0.371$, $p=0.017$; RAI vs. NC, $r=0.444$, $p=0.004$). When partial correlation analysis was performed to adjust for other variables, there was significant correlation between RAI and AHI ($r=0.935$, $p<0.001$).

Conclusion: This study shows that respiratory arousal index could be a useful index reflecting of severity of obstructive sleep apnea syndrome. Arousal during sleep would be concerned in the development of cardiovascular complication of obstructive sleep apnea. And some anthropometric factors would contribute to the development of arousals during sleep. Further studies are needed to clarify any cause-effect relationship.

Key Words: Arousal, Polysomnography, Obstructive sleep apnea

서론

본 논문은 가톨릭대학교 성바오로병원 임상의학연구비의 일부 보조로 이루어졌음.

Address for correspondence: Hwa Sik Moon, M.D.

Division of Pulmonology, Department of Internal Medicine, St. Paul's Hospital, The Catholic University of Korea, 620-56, Jeonnon 2-dong, Dongdaemoon-gu, Seoul 130-709, Korea
Phone: 82-2-958-2463, Fax: 82-2-968-7250

E-mail: hsmoon@catholic.ac.kr

Received: Jul. 1, 2009

Accepted: Aug. 13, 2009

폐쇄수면무호흡증후군은 최근 그 유병률이 급속히 증가하고 있으며 또한 합병증으로 인해 사망률이 증가할 수 있다는 사실이 알려지면서 그 중요성이 매우 강조되고 있다¹⁻⁴. 폐쇄수면무호흡증후군은 과도한 주간졸림증을 주 증상으로 하면서 수면 중 무호흡을 반복적으로 보이는 질환으로 크게 두 가지의 합병증을 유발할 수 있다⁵. 먼저 고혈압, 부정맥, 심부전, 급성 심근경색, 뇌졸중 등의 심혈

관계 합병증이 있고 다음으로는 과도한 주간졸림증, 주간 기능 장애, 인지 기능 장애, 성기능 장애, 더 나아가서는 우울증 및 성격 변화 등까지 초래할 수 있는 사회정신적 합병증이 있다. 이러한 큰 두 가지의 합병증으로 인해서 폐쇄수면무호흡증후군 환자들의 삶의 질이 저하되게 된다.

최근 이러한 심혈관계 및 사회정신적 합병증이 폐쇄수면무호흡증후군 환자에 있어서 수면 중 비정상적으로 반복되는 각성(arousal)과 관계가 있다는 몇몇 연구들이 발표되고 있다⁶⁹. 각성이란 말 그대로 잠에서 깨어나는 것을 의미한다. 이러한 각성에 대해서 1992년 미국에서 제시한 기준¹⁰을 근거로 최근 많은 연구들이 이루어지고 있으나, 각성과 수면다원검사의 지표 및 임상 양상과의 관계에 대한 연구자료는 충분하지 않은 실정이다.

이에 저자들은 폐쇄수면무호흡증후군의 진단을 위해서 수면다원검사를 시행한 환자들에서 각성지수(arousal index)와 수면다원검사의 다른 지표 및 임상양상과의 관계에 대해서 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2005년 6월부터 2006년 10월까지 폐쇄수면무호흡증후군의 진단을 위하여 가톨릭대학교 성바오로병원 수면장애 클리닉에서 철야 수면다원검사(overnight polysomnography)를 시행한 환자들을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 수면다원검사

수면다원분석기(Alice 3 polysomnograph; Healthdyne Technologies, Atlanta, GA, USA)를 이용하여 전체 수면 기간 동안 실시하였으며, 검사에 소요된 시간은 최소 6시간 이상이었다. 수면다원기록에는 두개의 뇌파(C3/A2 & O2/A1 electroencephalography), 좌측 및 우측 안구운동(electrooculography), 턱과 다리의 근전도(electromyography), 흉부 및 복부 호흡운동(piezoelectric belts), 체위 변동(body position), 입과 코로부터 공기의 흐름(oral/nasal thermistors), 코골이 기록(snore microphone), 심전도(electrocardiography), 동맥혈산소포화도(finger pulse oximetry: Healthdyne 930 pulse oximeter; Healthdyne Technologies, Atlanta, GA, USA)를 포함시켰으며, 환자의 수면 중 영상과 음향을 동시에 기록하였다. 전체 수면 기간의 수면다원기록에서 수면단계(sleep stage)는 Recht-

schaffen과 Kales의 판독기준에 따라 분석하였다¹¹. 수면다원검사의 분석 항목 중 무호흡(apnea)은 호흡이 10초 이상 정지된 경우로 정의하였고, 저호흡(hypopnea)은 기류가 기저치의 50% 이상 감소된 상태가 10초 이상 지속되고 이로 인해 동맥혈산소포화도가 4% 이상 감소하는 경우로 하였으며, 무호흡지수(apnea index)는 전체 수면시간 동안의 전체 무호흡 횟수를 전체 수면시간으로 나누어 산출하고, 저호흡지수(hypopnea index)는 전체 수면시간 동안의 전체 저호흡 횟수를 전체 수면시간으로 나누어 계산하였다. 무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index, AHI)는 무호흡지수와 저호흡지수를 합한 값으로 하였다. 수면다원검사에서 AHI가 5 이상이고 주간졸림증이 동반된 경우를 수면무호흡증후군(sleep apnea syndrome)으로 진단하였고, 5 이상 15 미만은 경증, 15 이상 30 미만은 중등증, 30 이상은 중증으로 분류하였다¹².

2) 각성의 기록(arousal scoring)

각성은 1992년 미국수면장애협회(American Sleep Disorders Association)에서 제시한 정의¹⁰를 기준으로 기록하여 제시된 기준에 맞는 각성을 전체각성(total arousal)으로 하였고 그 중에서 무호흡 또는 저호흡과 관련된 각성을 호흡각성(respiratory arousal)으로 하였다. 각성지수(arousal index)는 시간 당 각성의 횟수로 정의하여 전체 각성지수(total arousal index, TAI)와 호흡각성지수(respiratory arousal index, RAI)는 시간 당 전체각성 및 호흡각성의 횟수로 하였다.

3) 기타

혈압의 측정은 3회 시행하였는데 수면다원검사실 도착 후, 수면다원검사 전과 후에 30분 이상 앉아서 휴식을 취한 후에 측정하였다. 측정된 혈압의 수축기 혈압의 평균을 평균 수축기 혈압(mean systolic blood pressure, MSBP)으로 하였으며 이완기 혈압의 평균을 평균 이완기 혈압(mean diastolic blood pressure, MDBP)으로 하였다.

졸림 척도(sleepiness scale)는 Epworth sleepiness scale (ESS)과 Stanford sleepiness scale (SSS)을 이용하였다^{13,14}.

신체계측에는 신장-체중 자동 측정기(FA-94H, Fanics, Korea)를 이용하여 탈의 후 수면 가운을 입은 상태에서 신발을 벗고 신장은 0.1 cm까지, 체중은 0.1 kg까지 측정하였으며 체중을 신장의 제곱으로 나누어 신체질량지수(body mass index, BMI)를 계산하였다. 본 연구의 목적과 취지를 이해한 연구보조자가 허리둘레(waist circumference, WC) 및 목둘레(neck circumference, NC)를 측정하

였는데, WC는 직립자세에서 늑골 최하단 부위와 장골능 최상단 부위의 중간지점에 줄자를 대고 가볍게 숨을 내쉬게 한 상태에서 0.1 cm까지 측정하였으며, NC는 윤상갑상연골의 상연에 줄자를 대고 0.1 cm까지 측정하였다.

3. 통계 분석(statistical analysis)

전체 대상의 일반적인 특성을 분석하였고, 각성 지수와 다른 수면다원검사의 지표 및 임상양상과의 비교에는 Pearson's correlation을 이용하였다. 폐쇄수면무호흡증후군의 중증도에 영향을 미칠 수 있는 인자들, 즉 나이, BMI, NC, 배둘레 값을 보정한 후에 RAI와 AHI와의 상관관계를 알아보기 위하여 편상관계수(partial correlation coefficient)를 이용하여 다변량 분석을 하였다. 모든 통계분석에는 윈도우용 SPSS 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 p값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 대상의 특성 및 수면다원검사 소견

전체 연구대상자 41명(남자 35명, 여자 6명)의 연령은 43.9 ± 13.2 세, 평균 AHI는 19.6 ± 18.5 이었다. 평균 RAI는 12.7 ± 14.1 이었으며 평균 TAI는 25.7 ± 14.9 였다(Table 1).

2. 각성지수와 수면다원검사 지표와의 비교 결과

각성지수와 AHI와의 관계를 보면 RAI와 TAI 모두 AHI와 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었다(RAI vs.

AHI, $r=0.958$, $p<0.001$; TAI vs. AHI, $r=0.840$, $p<0.001$) (Figure 1). 각성지수와 산소포화도에서는 RAI가 평균 동맥혈산소포화도와 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였으며($r=-0.460$, $p=0.002$) 최저 동맥혈산소포화도와는 통계적 유의수준에 가까운 음의 상관관계를 보였다($r=-0.305$, $p=0.052$) (Figure 2). 각성지수와 혈압과의 관계에서 RAI는 MSBP 및 MDBP와 통계적으로 유의

Table 1. Clinical and baseline characteristics of study subjects

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| M : F | 35 : 6 |
| Mean age, years | 43.9 ± 13.2 (16~70) |
| BMI, kg/m ² | 26.7 ± 4.1 (16~36.8) |
| Neck circumference, cm | 38.5 ± 3.9 (28~44) |
| Waist circumference, cm | 92.2 ± 11.2 (53~115) |
| Mean O ₂ saturation, % | 94.4 ± 2.2 (87~99) |
| Lowest O ₂ saturation, % | 83.4 ± 9.2 (54~93) |
| Blood pressure, mmHg | |
| Mean systolic blood pressure | 128.5 ± 15.0 (96.7~166.7) |
| Mean diastolic blood pressure | 87.2 ± 10.2 (73.3~116.7) |
| Sleepiness scale | |
| Epworth sleepiness scale | 10.1 ± 3.8 (2.0~18.0) |
| Stanford sleepiness scale | 2.9 ± 1.0 (2.0~6.0) |
| AHI | 19.6 ± 18.5 (0.1~66.1) |
| AHI < 5 | 11 |
| 5 ≤ AHI < 15 | 11 |
| 15 ≤ AHI < 30 | 7 |
| 30 ≤ AHI | 12 |
| Respiratory arousal index | 12.7 ± 14.1 (0~53.7) |
| Total arousal index | 25.7 ± 14.9 (6.3~59.8) |

Values are mean±standard deviation (range).

BMI: body mass index; AHI: apnea-hypopnea index.

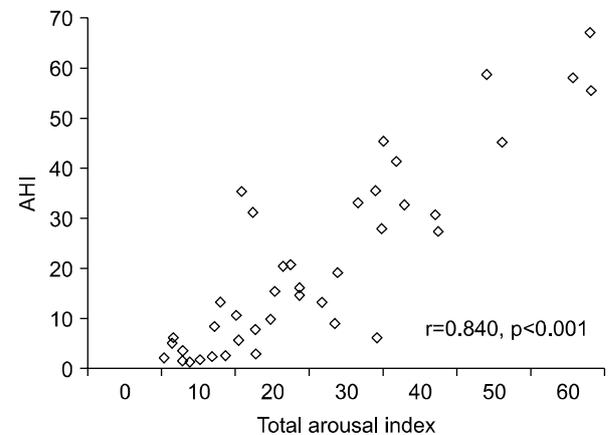
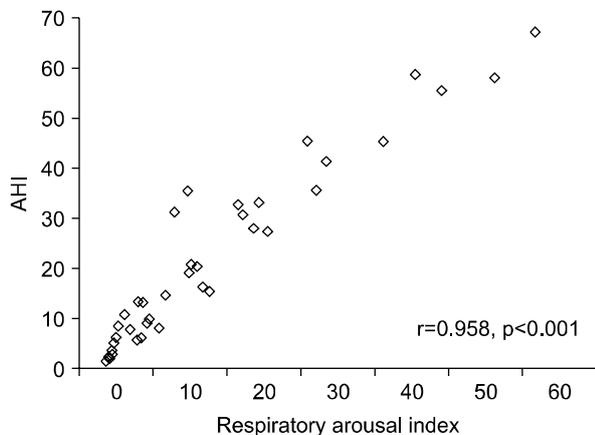


Figure 1. Relationship between arousal index and apnea hypopnea index (AHI).

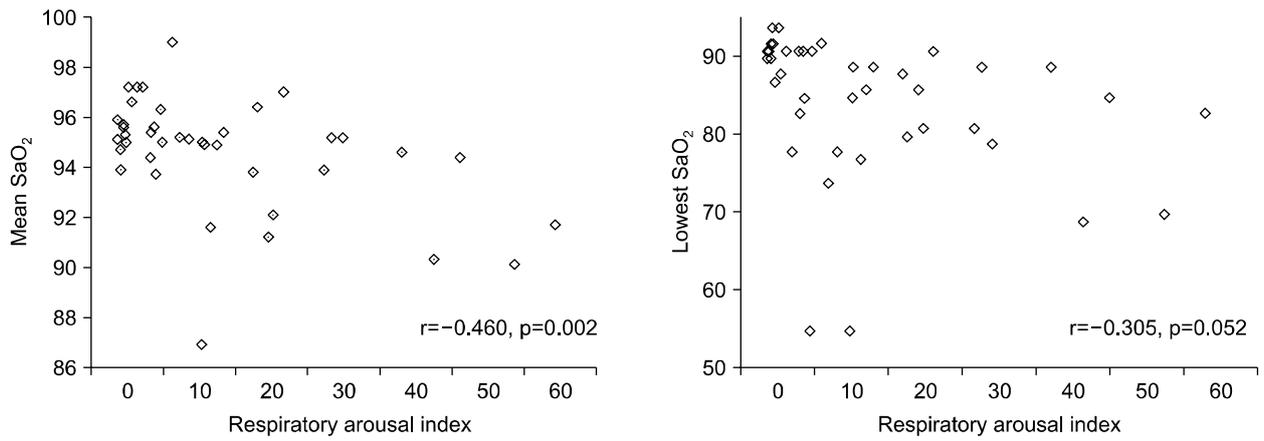


Figure 2. Relationship between arousal index and mean O₂ saturation and lowest O₂ saturation.

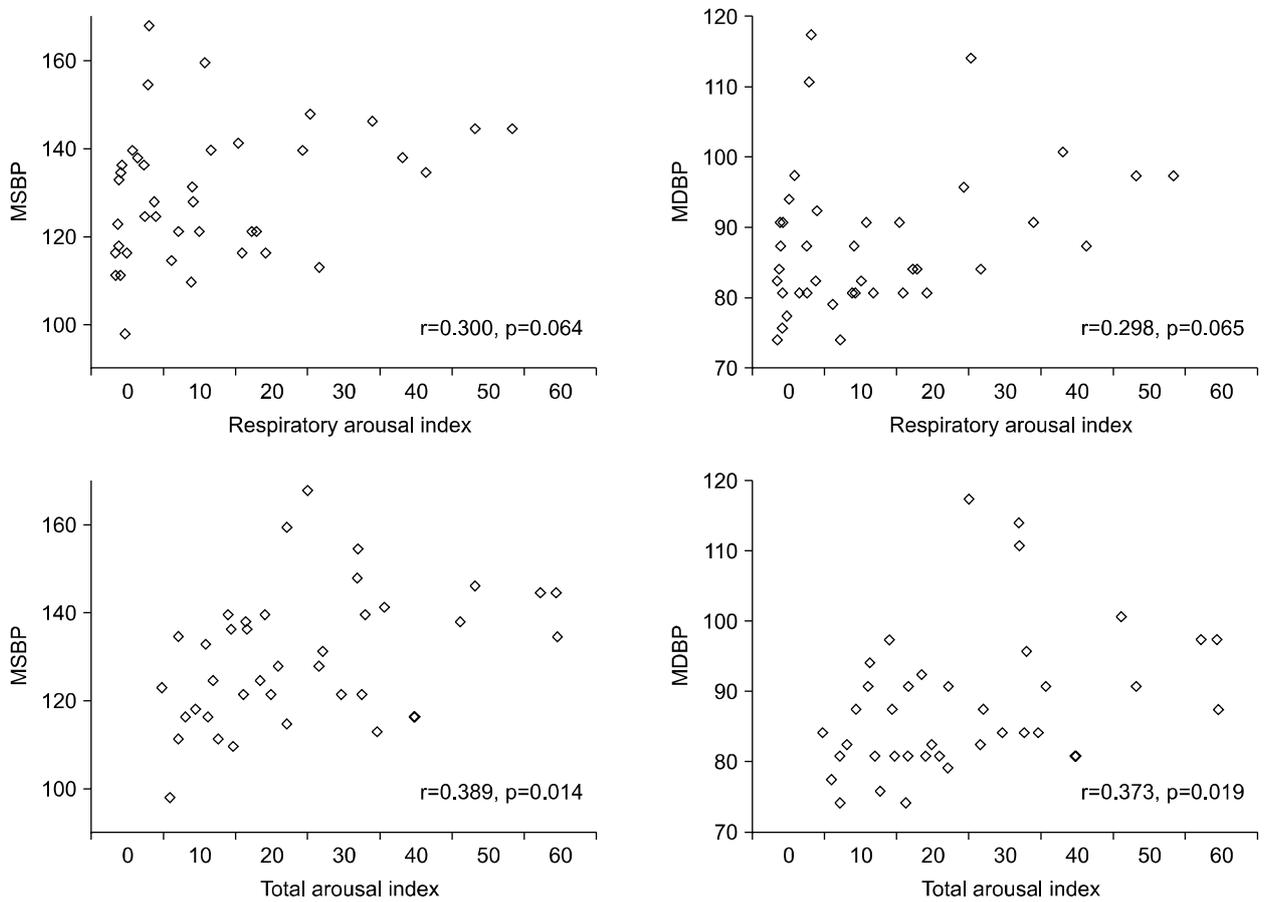


Figure 3. Relationship between arousal index and blood pressure. MSBP: mean systolic blood pressure; MDBP: mean diastolic blood pressure.

한 상관관계를 보이지 않았으나(RAI vs. MSBP, $r=0.300$, $p=0.064$; RAI vs. MDBP, $r=0.298$, $p=0.065$), TAI는 MSBP 및 MDBP와 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다(TAI vs. MSBP, $r=0.389$, $p=0.014$; TAI vs. MDBP, $r=$

0.373 , $p=0.019$) (Figure 3). 각성지수와 졸음척도와의 관계에서는 RAI나 TAI 모두 졸음척도와는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다(Figure 4). 각성지수와 신체계측치와의 관계에서는 RAI가 BMI 및 NC와 통계적으로 유의한

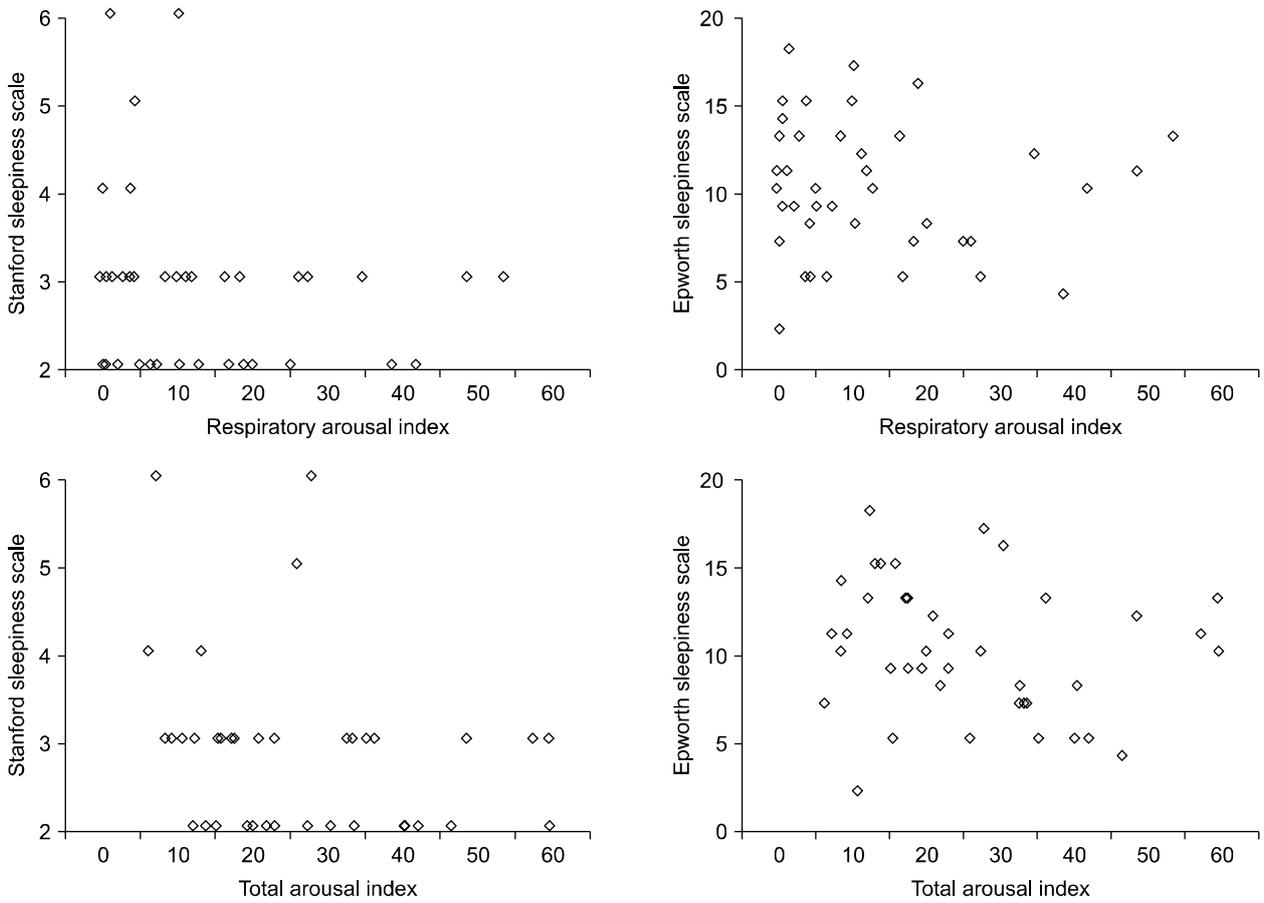


Figure 4. Relationship between arousal index and sleepiness scales (All are $p > 0.05$).

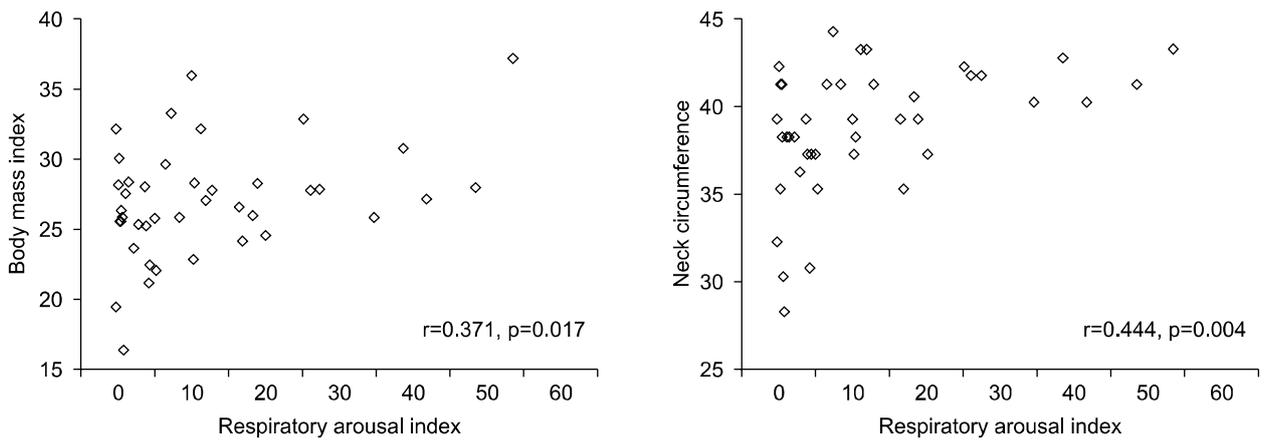


Figure 5. Relationship between arousal index and body mass index and neck circumference.

상관관계를 보였다(RAI vs. BMI, $r=0.371$, $p=0.017$; RAI vs. NC, $r=0.444$, $p=0.004$) (Figure 5).

나이, BMI, NC, 배둘레 등이 폐쇄수면무호흡증후군의

중증도에 영향을 미칠 수 있으므로 이들 값을 보정한 후에 편상관계수(partial correlation coefficient)를 이용하여 다변량 분석을 시행한 결과 RAI는 AHI와 유의한 상관관계

를 보였다($r=0.935$, $p<0.001$).

고 찰

최근 들어 각성과 폐쇄수면무호흡증후군의 심혈관계 부작용과의 밀접한 연관성을 보고한 연구들이 보고됨에 따라 폐쇄수면무호흡증후군의 치료에 있어서 비정상적으로 반복되는 각성을 객관적으로 정량화하는 것이 중요한 측면으로 대두되었으며 많은 연구들에 의해 각성의 정의가 제시되었다^{10,11,15-17}. 하지만 이러한 노력에도 불구하고 아직도 각성과 임상 양상의 관계에 대해서 명확한 결과를 보인 연구는 없는 실정이다.

본 연구에서는 폐쇄수면무호흡증후군의 진단을 위하여 철야 수면다원검사를 시행한 환자들을 대상으로 각성지수와 임상 양상 및 수면다원검사의 지표들과의 연관성을 알아보고자 하였다.

먼저 각성지수와 AHI의 관계에서는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다. 각성지수와 AHI와의 상관관계를 연구한 이전의 다른 연구들을 보면 Pang 등¹⁸의 연구에서 각성지수와 AHI는 유의한 양의 상관관계를 보였으며, Lam 등¹⁹ 역시 각성지수가 AHI가 30 이상인 군에서 30 미만인 군보다 유의하게 더 높았다고 보고한 바 있는데 이는 본 연구 결과와 일치하는 내용이다. AHI의 신뢰도에 일부 문제가 제기되고 있기는 하지만^{20,21} 수면무호흡증후군의 중증도 판정에 아직까지도 AHI가 가장 널리 사용되고 있다. 이러한 면에서 아직까지 각성의 판정에 있어 검사자간 다양성(interscorer or interrater variability)이 있기는 하지만^{22,23} 향후 각성의 정의가 더욱 표준화 된다면 각성지수, 그 중에서도 특히 RAI가 기존의 AHI에 추가하여 폐쇄수면무호흡증후군의 중증도를 반영하는 지표로 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 보여진 RAI와 평균산소포화도와의 음의 상관관계는 폐쇄수면무호흡증후군에서 저산소증이 각성에 관여하며 각성의 기전 중의 한 가지가 저산소증이라는 내용과²⁴ 일치하는 결과이다. 각성지수와 저산소증과의 관계를 연구한 다른 논문을 보면 Sulit 등²⁵은 각성지수가 평균 동맥혈산소포화도 및 최저 동맥혈산소포화도와는 유의한 음의 상관관계를 보였으며 동맥혈산소포화도 감소 시간(percentage of time with O_2 saturation $<90\%$)과는 유의한 양의 상관관계를 보였다고 발표하였다. 또한 위에서 언급한 Pang 등¹⁸의 연구에서도 각성지수가 최저 동맥혈산소포화도와는 유의한 음의 상관관계를 보였으며

동맥혈산소포화도 감소(percentage of oxygen desaturation)와는 유의한 양의 상관관계가 있음을 보고하였다. 본 연구에서도 이와 유사한 결과를 보였으나 동맥혈산소포화도 최저치와 RAI가 통계학적으로 유의한 상관관계를 보여주지는 못하였는데 이는 맥박산소측정기의 정확도가 동맥혈산소포화도가 저하됨에 따라 감소하는 것과 관계가 있을 것으로 생각한다.

폐쇄수면무호흡증후군의 대표적인 심혈관계 합병증의 하나로 알려져 있는 고혈압과의^{26,27} 관계에서는 혈압과 TAI가 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 폐쇄수면무호흡증후군에서 수면중 비정상적으로 반복되는 각성이 심혈관계 합병증의 대표적인 원인 중의 하나인 고혈압의 발생과 관계가 있다는 이전의 연구 결과를^{6,7} 뒷받침할 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 생각된다. Sault 등²⁵은 폐쇄수면무호흡증후군에서 각성지수가 가장 강력한 고혈압의 예측 인자라고 하였으며 특히, RAI가 더 유의한 예측 인자이고 호흡과 관련이 없는 각성(비호흡각성, arousals not associated with a respiratory event or nonrespiratory arousal)은 고혈압과 유의한 관계가 없음을 발표하였다. 본 연구에서는 RAI가 혈압과의 상관성이 통계적으로 유의한 수준에 근접하기는 하였으나 유의한 정도에 도달하지는 못한 결과를 보였다. 이러한 이유에 대해서는 먼저 대상 환자 숫자가 적은 이유를 먼저 생각해 볼 수 있겠고 다른 이유로 고혈압의 발생에 있어 각성 이외에도 다른 인자들이 관여하기 때문일 것이라고 생각할 수 있겠다. 폐쇄수면무호흡증후군에서의 고혈압의 발생은 교감신경계의 활성도의 증가로 설명할 수 있는데 정상인에서는 수면중 부교감신경계가 활성화되고 교감신경계 구동은 약화되어 혈압이 약 10~15% 정도 감소하는데 수면무호흡이 있으면 저산소혈증과 과탄산가스혈증이 말초와 중추 화학수용기를 자극하여 교감신경계의 활성도를 증가시킨다. 즉, 이러한 교감신경계의 활성도의 증가에는 각성 이외에도 다른 인자가 관여할 수 있다는 것이다.

폐쇄수면무호흡증후군에서 주간졸림증의 정도를 나타내는 주관적 방법으로 졸림 척도가 있다. 본 연구에서는 ESS와 SSS를 사용하였다^{13,14}. ESS는 1991년 Johns에 의해 제안된 방법으로 주간졸림증의 전반적 수준을 제공하는 8개의 항목으로 구성된 간단한 자가 측정 도구이다. 이는 앉아서 책을 볼 때, 텔레비전을 볼 때, 1시간 정도 계속 버스나 택시를 타고 있을 때 등의 구체적인 상황을 제시한 8개의 항목에 대해서 환자가 느끼는 졸림증의 정도를 0점에서 3점 사이의 점수로 표시하도록 한 주관적 졸림증의

평가 도구이다. 이 척도에서 8개 항목에 대한 점수의 총합이 10점 이상일 경우를 과다 주간졸림증이 있는 것으로 정의하고 있으며 전체 ESS 점수가 높을수록 주간졸림증이 심함을 의미한다. SSS는 주간의 졸림증을 평가하기 위한 7개의 항목의 주관적 평가 척도로서 1점(최고로 명료함)으로부터 7점(최고로 졸림 깨어있기 위해서는 자신과 싸워야 함)까지 구성되어 있으며 주관적인 졸림과 명료함을 측정할 수 있는 검사이다. 각성과 졸림 척도와의 관계를 연구한 이전의 논문들을 보면 Goncalves 등²⁸은 폐쇄수면무호흡증후군 환자들을 대상으로 한 연구에서 각성지수와 ESS가 유의한 상관관계가 있음을 보고하였고 국내에서는 Lee 등²⁹이 ESS 8점 이상인 군에서 호흡과 관련된 각성 및 전체 각성의 수가 유의하게 더 높게 나타났음을 보고하였다. 하지만, 이와는 반대의 결과를 보고한 논문도 있었다.^{18,29-32} 이러한 반대의 결과에 대하여 Mediano 등³¹은 각성 역치(arousal threshold)에는 개인차가 있어서 이로 인하여 폐쇄수면무호흡증후군의 주관적 임상증상의 중증도와 수면다원검사 결과가 일치하지 않을 수 있다고 설명하였다. Weaver 등³²은 폐쇄수면무호흡증후군 외에도 졸림증에 영향을 미치는 요인들, 예를 들면 환경적 요소, 수면 습관, 동반 질환 등이 졸림증에 영향을 줄 수도 있으며 졸림 척도가 폐쇄수면무호흡증후군의 실질적인 중요한 측면을 반영하지 못하여 생긴 결과로 생각하고 이에 대한 대규모의 전향적 연구 및 새로운 졸림 척도의 개발의 필요성을 주장하기도 하였다. 본 연구에서는 두 졸림 척도 모두 각성지수와는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다. 이러한 결과에 대해서는 졸림 척도 자체의 문제점을 먼저 생각해 볼 수 있다. 졸림 척도가 서양에서 만들어진 척도이기 때문에 서양과 동양의 문화적 차이에 의해 졸림 척도가 우리 한국인의 졸림증 정도를 제대로 반영하지 못하는 것일 수도 있을 것이다. 또, 객관적으로는 비슷한 졸림증의 정도라도 개인마다 졸림증을 표현하는 정도의 주관적인 차이가 있기 때문에 졸림 척도가 수면다원검사의 결과와 일부 일치하지 않을 수 있다. 이에 대해서는 현재의 졸림 척도보다 더 구체적이고 객관적인, 좀 더 한국인의 정서에 맞는 졸림 척도의 개발과 이를 확인하는 연구가 필요할 것이다.

각성지수와 신체계측치와의 관계에서는 RAI가 BMI, NC와 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 본 연구의 결과와 유사한 연구 결과로는 Pang 등¹⁸의 연구에서 각성지수와 BMI가 유의한 상관관계가 있음을 보고하였다. 이는 폐쇄수면무호흡증후군의 3/4이 비만을 보이며 경부 또

는 인두 조직의 지방의 축적이 기도를 압박하여 무호흡이 발생한다는 폐쇄수면무호흡증후군의 병태생리^{33,34}와 연관지어 이해할 수 있겠다. 그리고 이러한 신체적 요소가 폐쇄수면무호흡증후군과 밀접한 관계가 있는 비정상적으로 반복되는 각성의 유발인자가 될 수도 있을 것이다.

지금까지 폐쇄수면무호흡증후군 환자들을 대상으로 각성지수와와의 관계를 본 논문들은 대부분이 TAI와의 관계를 본 논문들이며 RAI와의 관계를 확인한 논문은 없었다. 본 연구가 전체 41명의 대상자로 이루어진 소규모 연구이고 전체 대상자 중 AHI가 5 미만인 군이 11명이었다는 한계점이 있기는 하지만, 결론적으로 RAI가 폐쇄수면무호흡증후군의 중증도를 반영하는 유용한 지표가 될 수 있을 것으로 생각한다. 또한, 폐쇄수면무호흡증후군에서의 과도한 주간졸림증이나 심혈관계 합병증의 발생에는 각성 이외에도 다른 인자가 관여할 수도 있겠으며 일부 신체계측치는 수면 중 각성의 발생과 관련성을 보여주었다. 향후 이러한 관련성의 인과관계 등을 규명하기 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

감사의 글

본 논문이 나오기까지 수면전문진료를 포함한 수면다원검사와 그 자료 정리를 위해 애써준 가톨릭대학교 성바오로병원 수면다원검사실의 채지인, 박범진 기사에게 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. Cherniack NS. Sleep apnea and its causes. *J Clin Invest* 1984;73:1501-6.
2. Phillips B, Cook Y, Schmitt F, Berry D. Sleep apnea: prevalence of risk factors in a general population. *South Med J* 1989;82:1090-2.
3. Block AJ, Boysen PG, Wynne JW, Hunt LA. Sleep apnea, hypopnea and oxygen desaturation in normal subjects: a strong male predominance. *N Engl J Med* 1979;300:513-7.
4. Ancoli-Israel S. Epidemiology of sleep disorders. *Clin Geriatr Med* 1989;5:347-62.
5. Chervin RD, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea and related disorders. *Neurol Clin* 1996;14:583-609.
6. Loredó JS, Ziegler MG, Ancoli-Israel S, Clausen JL, Dimsdale JE. Relationship of arousals from sleep to sympathetic nervous system activity and BP in obstructive sleep apnea. *Chest* 1999;116:655-9.

7. Yoon IY, Jeong DU. Degree of arousal is most correlated with blood pressure reactivity during sleep in obstructive sleep apnea. *J Korean Med Sci* 2001;16:707-11.
8. Kingshott RN, Engleman HM, Deary IJ, Douglas NJ. Does arousal frequency predict daytime function? *Eur Respir J* 1998;12:1264-70.
9. Stepanski EJ. The effect of sleep fragmentation on daytime function. *Sleep* 2002;12:268-76.
10. Sleep Disorders Atlas Task Force of the American Sleep Disorders Association. EEG arousals: scoring rules and examples. *Sleep* 1992;15:173-84.
11. Rechtschaffen A, Kales A. A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Los Angeles: Brain information service/brain research institute, University of California Los Angeles; 1968.
12. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson A, Quan SF. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications. 1st ed. Westchester: American Academy of Sleep Medicine; 2007.
13. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991;14:540-5.
14. Hoddes E, Zarcone V, Smythe H, Phillips R, Dement WC. Quantification of sleepiness: a new approach. *Psychophysiology* 1973;10:431-6.
15. Cheshire K, Engleman H, Deary I, Shapiro C, Douglas NJ. Factors impairing daytime performance in patients with sleep apnea hypopnea syndrome. *Arch Intern Med* 1992;152:538-41.
16. Collard P, Dury M, Delguste P, Aubert G, Rodenstein DO. Movement arousals and sleep-related disordered breathing in adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:454-9.
17. Tsai WH, Flemons WW, Whitelaw WA, Remmers JE. A comparison of apnea-hypopnea indices derived from different definitions of hypopnea. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:43-8.
18. Pang KP, Terris DJ, Podolsky R. Severity of obstructive sleep apnea: correlation with clinical examination and patient perception. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;135:555-60.
19. Lam JC, Xu A, Tam S, Khong PI, Yao TJ, Lam DC, et al. Hypoadiponectinemia is related to sympathetic activation and severity of obstructive sleep apnea. *Sleep* 2008;31:1721-7.
20. Veasey SC. Obstructive sleep apnea: re-evaluating our index of severity. *Sleep Med* 2006;7:5-6.
21. Ruehland WR, Rochford PD, O'Donoghue FJ, Pierce RJ, Singh P, Thornton AT. The new AASM criteria for scoring hypopneas: impact on the apnea hypopnea index. *Sleep* 2009;32:150-7.
22. Loredó JS, Clausen JL, Ancoli-Israel S, Dimsdale JE. Night-to-night arousal variability and interscorer reliability of arousal measurements. *Sleep* 1999;22:916-20.
23. Drinnan MJ, Murray A, Griffiths CJ, Gibson GJ. Interobserver variability in recognizing arousal in respiratory sleep disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:358-62.
24. Berry RB, Gleeson K. Respiratory arousal from sleep: mechanisms and significance. *Sleep* 1997;20:654-75.
25. Sulit L, Storfer-Isser A, Kirchner HL, Redline S. Differences in polysomnography predictors for hypertension and impaired glucose tolerance. *Sleep* 2006;29:777-83.
26. Worsnop CJ, Pierce RJ, Naughton M. Systemic hypertension and obstructive sleep apnea. *Sleep* 1993;16:S148-9.
27. Fletcher EC. Sympathetic over activity in the etiology of hypertension of obstructive sleep apnea. *Sleep* 2003;26:15-9.
28. Goncalves MA, Paiva T, Ramos E, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea syndrome, sleepiness, and quality of life. *Chest* 2004;125:2091-6.
29. Lee SK, Kim SW, Lee YC, Kim SH, Eun YG, Cho JS. Difference of polysomnographic, anthropometric, physical and radiologic findings in an obstructive sleep apnea syndrome patient with excessive daytime sleepiness. *J Rhinol* 2008;15:55-61.
30. Kingshott RN, Engleman HM, Deary IJ, Douglas NJ. Does arousal frequency predict daytime function? *Eur Respir J* 1998;12:1264-70.
31. Mediano O, Barceló A, de la Peña M, Gozal D, Agustí A, Barbé F. Daytime sleepiness and polysomnographic variables in sleep apnoea patients. *Eur Respir J* 2007;30:110-3.
32. Weaver EM, Kapur V, Yueh B. Polysomnography vs self-reported measures in patients with sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:453-8.
33. Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, Ryan CF, Fleetham JA. The relationship between obesity and craniofacial structure in obstructive sleep apnea. *Chest* 1995;108:375-81.
34. Sakakibara H, Tong M, Matsushita K, Hirata M, Konishi Y, Suetsugu S. Cephalometric abnormalities in non-obese and obese patients with obstructive sleep apnoea. *Eur Respir J* 1999;13:403-10.