

# 수면다원검사를 이용한 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 수면 양상

남지연 · 정종현 · 김태원 · 서호준 · 임현국 · 홍승철 · 한진희

가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 정신건강의학과실

## Sleep Patterns in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder by Polysomnography

Ji-Yeon Nam, MD, Jong-Hyun Jeong, MD, PhD, Tae-Won Kim, MD, Ho-Jun Seo, MD, PhD, Hyun-Kook Lim, MD, PhD, Seung-Chul Hong, MD, PhD, and Jin-Hee Han, MD, PhD

Department of Psychiatry, St. Vincent's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Suwon, Korea

**Objective** Sleep problems are a prominent feature in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and about 25–43% of ADHD patients were reported to have sleep problems including higher level of nocturnal activity, longer sleep latency, lower sleep efficiency, more frequent night awakenings and shorter total sleep time. However, the association between sleep and ADHD is poorly understood and their relationships to sleep structure are not consistent across studies. The aims of our study were to ascertain the nocturnal sleep disturbances in patients with ADHD by objective measure, polysomnography.

**Methods** The subjects were 20 patients with ADHD and 21 control children (6–12 years). We tested them by polysomnography to get sleep variables and compare sleep disturbances. In addition, we tested ADHD group by neurocognitive function test and assessed the correlation between sleep variables and neurocognitive functions in ADHD group.

**Results** In sleep variables by polysomnography, the total time in bed ( $509.73 \pm 24.56$  min vs.  $490.51 \pm 20.71$  min,  $p=0.01$ ), sleep latency ( $21.30 \pm 19.33$  min vs.  $10.72 \pm 7.26$  min,  $p=0.031$ ) and limb movement arousal ( $6.56 \pm 2.19$  /hr vs.  $5.98 \pm 1.38$  /hr,  $p=0.043$ ) were significantly increased in patients with ADHD compared with controls. And the slow wave sleep ( $24.59 \pm 4.73\%$  vs.  $28.45 \pm 5.63\%$ ,  $p=0.023$ ) were significantly decreased in patients with ADHD compared with controls. There were no significant differences in sleep period time and sleep efficiency test.

**Conclusion** The patients with ADHD had more sleep problems and results of this study suggested that they have significantly increased the total time in bed, sleep latency and Limb movement arousal. And in the patients with ADHD, some sleep variables indicated poor sleep quality. However, further studies should repeatedly suggest consistent results about sleep problems in children with ADHD.

Korean J Psychopharmacol 2015;26(2):50-57

**Key Words** Attention-deficit hyperactivity disorder · Sleep · Polysomnography.

Received: March 2, 2015 Revised: March 12, 2015 Accepted: March 13, 2015

Correspondence author: Jong-Hyun Jeong, MD, PhD

Department of Psychiatry, St. Vincent's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, 93 Jungbu-daero, Paldal-gu, Suwon 442-723, Korea

Tel: +82-31-249-7150, Fax: +82-31-248-6758, E-mail: anton3@catholic.ac.kr

## 서 론

주의력결핍 과잉행동장애(attention-deficit/hyperactivity disorder, 이하 ADHD)는 주로 초기 아동기부터 증상이 나타나기 시작하는 신경발달질환으로 지속적인 주의력 감소, 과다 행동, 충동성을 특징으로 한다. 이 질환은 5.9~7.1%의 발병률을 나타내는 비교적 흔한 질환이며, 사회, 학습, 그리고 직업 기능에 있어 심각한 기능 저하를 일으키고, 이 중 46~60%는 성인기

까지 증상이 지속된다고 알려져 있다.<sup>1-3)</sup> 한편, ADHD를 가진 환자의 25~43%가 수면 질환을 가지고 있다고 알려져 있는데, 수면 문제는 감정과 충동 조절을 어렵게 하여, ADHD 환자군에서 흔히 나타나는 행동 문제를 더욱 악화시킬 수 있다.<sup>4)</sup>

이에, ADHD를 가진 환자의 수면 문제는 오랜 시간 동안 관심을 받아 왔으며, 지난 수십 년 동안 연관성을 밝히기 위한 많은 연구들이 이루어져 왔다. 하지만 수면 질환으로 인해 유발되는 집중력 저하와 과다 행동 등의 증상들은 ADHD의 증상과

유사하게 보일 수 있어 이로 인한 혼동을 유발할 수 있다.<sup>5)</sup> 또한, ADHD 관련 약물, 특히 도파민 관련 제제들은 잦은 수면의 분절을 일으키는 등 환자의 수면에 영향을 주어 2차적인 수면 문제를 일으킬 수 있다는 것도 꾸준히 주장되어 왔다.<sup>6,7)</sup>

하지만, ADHD를 가진 환자의 수면 문제에 약물이 미치는 영향은 오직 많은 원인들 중의 하나일 뿐이라는 믿을 만한 증거들이 연달아 밝혀지고 있다.<sup>5)</sup> 즉, 최근의 한 메타 분석에 의하면 ADHD 환자군에서는 대조군보다 잠들려 하지 않는 경향, 입면의 어려움, 수면 중 잦은 기상, 아침 기상의 어려움, 수면 호흡 장애, 낮 시간의 졸림 등의 증상이 더 높게 나타난다는 것이 밝혀졌고,<sup>8)</sup> 또 다른 연구를 보면 ADHD 약물 치료와 상관없이 ADHD 환자가 낮 시간의 졸림과 수면 문제를 더 많이 경험한다는 것을 알 수 있다.<sup>9)</sup> 특히, 폐쇄성 수면 무호흡 증후군(obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, 이하 OSAHS), 하지불안 증후군(restless leg syndrome), 주기성 사지 운동 장애(periodic limb movement disorder) 등의 수면 질환은 ADHD와 관련이 높다는 것이 알려지기도 하였다.<sup>10)</sup>

그동안 이러한 수면 문제, 수면장애, 그리고 ADHD의 관계를 밝히기 위한 많은 연구들이 이루어지면서, 여러 종류의 측정도구가 사용되어 왔다. 하지만, 몇몇의 도구는 방법론적인 한계를 가지고 있으며, 이로 인해 결과의 정확도에 영향을 주기도 한다. 예를 들어, 설문지 또는 수면일기를 이용한 측정에서는 부모의 후향적인 보고에 의존하기 때문에 신뢰성에 문제가 있을 수 있는데, 특히 행동 문제의 한계를 적절히 규정하기 어려우며, 동반된 수면과 행동 문제를 과장하여 보고할 수 있는 위험이 있다.<sup>11)</sup> 실제로 여러 연구에서 부모의 보고와 객관적인 수면 측정 결과가 서로 일치하지 않음을 보고하고 있다.<sup>12-14)</sup> 또한 활동기록기의 경우 수면다원검사와 입면잠복기 반복검사에 비하여 다루기 편하고, 가격이 저렴하다는 장점이 있지만, 활동량의 감소를 수면 상태로 가정하기 때문에 정확성이 떨어질 수 있으며, 수면 단계에 대해 알 수 없고, 동반된 호흡 질환 또는 주기성 사지 운동 등의 추가적인 정보를 얻을 수 없다는 단점이 있다.<sup>15)</sup> 이에 비해, 수면다원검사는 뇌파(electroencephalogram, 이하 EEG), 심전도(electrocardiogram, 이하 ECG), 산소 포화도, 근전도(electromyogram, 이하 EMG), 안전도(electrooculogram, 이하 EOG) 등을 동시에 측정하는 수면 연구에 있어 가장 객관적이고 종합적인 검사이다. 이러한 수면다원검사를 통해 다양한 수면 질환뿐 아니라 수면의 구조적인 측면까지 살펴볼 수 있다.<sup>16)</sup>

국내에서도 ADHD에 대한 사회적 관심이 증가하면서, 이 질환과 관련된 연구 또한 활발해지고 있지만 아직은 설문지를 이용한 자가 보고 또는 부모의 관찰에 의존하는 경우가 많아 신뢰성에 있어 논란의 여지가 있다. 또한 활동기록기를 이용

한 연구 결과들도 보고되고 있지만 알 수 있는 정보의 한계가 있다는 아쉬움이 있다.

따라서 저자들은 ADHD 환자를 대상으로 수면다원검사를 이용하여 야간 수면장애를 확인하고자 하였으며, 연구의 정확도를 높이기 위하여 현재 약물 치료를 진행하고 있지 않은 환자를 대상으로 선정하였다.

## 대상 및 방법

### 대 상

가톨릭대학교 성빈센트병원 소아청소년 정신건강의학과 외래를 방문한 6~12세 소아들 중 정신과 전문의의 임상면담을 통해 Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, fourth edition, text revision의 진단 기준<sup>17)</sup>에 따라 ADHD로 진단받은 대상들 중 약물 치료를 받은 과거력이 없는 20명을 환자군으로 하였다. 환자군 중 2명은 주의력결핍 과잉행동의 하위군에 속해 있었으며, 나머지 18명은 복합형의 하위군에 속해 있었다. 대조군은 ADHD 증상이 없는 환자군을 대상으로 하였으며 OSAHS를 진단받은 후, 이에 대한 수술 등의 처치를 받아 임상증상이 소실되고 수면다원검사에서 OSAHS와 관련된 소견이 더 이상 관찰되지 않는 환자들 중에서 임상면담 결과 ADHD의 증상을 보이지 않고 환자군과 나이, 성별을 맞춘 21명으로 설정하였다.

연구의 내용과 방법을 모든 연구대상자 본인과 보호자에게 설명한 후 서면 동의를 받았으며, 연구 기간 동안 가톨릭대학교 성빈센트병원 임상연구관리 규정과 헬싱키선언을 준수하였다.

### 신경인지 기능검사(Neurocognitive Function Test)

이 연구에서는 모든 ADHD 환자군에서 신경인지 기능검사를 시행하였다. 신경인지 기능검사에는 지능지수, 사회성 지수와 Matching Familiar Figures Test(이하 MFFT), 그리고 Trail Making Test(이하 TMT) 등이 포함되었다.

지능지수는 한국판 아동용 웨슬러 지능검사(KEDI-WISC)<sup>18)</sup>를 이용해 평가하였는데, 이 검사는 웨슬러가 개발한 WISC의 개정판인 WISC-R을 우리나라의 실정에 맞게 표준화한 것이다. 이 검사는 5세에서 15세 11개월에 해당하는 아동들에게 실시할 수 있으며, 언어성 검사와 동작성 검사로 구성되어 있다. 언어성 검사에는 상식, 공통성, 산수, 어휘, 이해 및 숫자 외우기의 항목이 포함되어 있으며, 동작성 검사에는 빠진 곳 찾기, 차례 맞추기, 토막 짜기, 모양 맞추기, 기호 쓰기 및 미로의 항목으로 구성되어 있다. 이런 다양한 항목으로 구성되어 있기 때문에, 웨슬러 지능검사는 전체 지능지수뿐만 아니라, 여러 가지 인지 기능 수준 및 결합 영역을 파악할 수 있다고 알려져 있

다. 검사 후, 연령별 환산점수표를 이용하여 원점수에 상응하는 환산점수를 산출하게 되며, 언어성 지능 환산점수와 동작성 지능환산점수의 합에 대해 연령 규준에 따라 전체 지능지수를 산출하게 된다. 이를 통해 뇌기능에 대한 유용한 정보를 얻을 수 있으며 한 개인의 인격적, 행동적 측면을 종합적으로 이해할 수 있게 한다.<sup>18)</sup>

사회성 지수는 한국 바인랜드 사회성숙도 검사(Korean Vineland Social Maturity Scale)로 측정했으며, 이는 Doll<sup>19)</sup>이 개발한 바인랜드 사회성숙도 검사의 1965년 개정판을 우리나라 사정에 맞도록 수정한 것이다.<sup>20)</sup> 이 검사는 만 0세에서 만 30세 사이의 한국인의 1,980명 샘플을 기반으로 표준화되었으며, 만 0세에서 만 30세를 대상으로 수행할 수 있다. 이 검사는 총 117개의 문항이 있으며, 검사 항목은 자조(self-help), 이동(locomotion), 작업(occupation), 의사소통(communication), 자기관리(self-direction), 사회화(socialization)의 6가지 영역이 있다. 검사를 마친 후 사회 연령 환산표를 이용하여 사회 연령을 산출하고, 이 사회 연령을 생활 연령으로 나눈 값이 사회성 지수가 된다.

MFFT 검사는 MFFT for Korea children<sup>21)</sup>을 검사 도구로써 이용하였는데, 이는 Kagan에 의해 개발된 MFFT 중 가장 널리 사용되고 있는 MMFT Form F를<sup>22)</sup> 한국아동들에게 맞도록 표준화한 것이다. 이 검사는 아동의 충동성을 검사하는데, 충동적인 사람은 애매한 자극 상황에서 여러 가지 선택 대안 중 특정한 정보를 선택해야 할 때, 부정확하고 빨리 반응하게 된다는 Kagan의 생각을 기반으로 만들어진 지각 변별과제이다. 만 7세에서 만 12세 소아를 대상으로 하며, 12개의 항목으로 구성되어 있고, 각 문제에서 샘플로 보여지는 그림과 일치하는 그림을 나머지 6개의 그림 중에서 선택하는 방법으로 시행된다. 반응 시간은 문제를 보여주고, 첫 번째 반응을 하기까지 걸린 시간을 측정하게 되며, 그 외 정답을 선택할 때까지의 오답 횟수를 기록하게 된다. 이 연구에서는 반응 잠복기(percentile)와 반응 오차율(percentile)을 산출하였고, 첫 번째 반응을 할 때까지 걸리는 시간이 짧을수록 반응 잠복기의 값은 커지게 된다.

마지막으로 TMT는 시각적 탐색, 심적 유동성, 시행 기능, 처리 속도에 대한 정보를 제공하는 가장 흔히 사용되는 신경심리평가 중의 하나이다.<sup>23)</sup> 검사는 A형과 B형으로 구성되어 있으며, A형은 종이에 걸쳐 있는 1부터 25까지의 숫자를 순서대로 연결하여 선을 그리게 하며, B형도 이와 유사하나 숫자와 문자를 번갈아 순서대로(예: 1, A, 2, B, 3, C, 등) 연결해야 한다는 점이 다르다. 각각의 점수는 각각의 검사를 완료할 때까지 걸리는 시간을 나타내게 되며, 추가로 오류 수를 계산하게 된다.

### 수면다원검사(Polysomnography)

수면다원검사는 EMBLA<sup>®</sup> S7000 system(Embla Systems, Inc., Broomfield, CO, USA) 모델을 이용하여 시행되었고, Software는 Somnologica version 3.3.1을 이용하였다. 수면기록 시간의 결정은 오후 9:00시부터 다음날 오전 7:00시 사이에 환자의 평상시 취침시간에 맞추었고 8시간 동안 기록하였다. 검사 시간 동안 EEG, EOG, EMG, ECG를 지속적으로 확인하였으며, 호흡운동은 흉곽과 복부에 벨트를 둘러 체적변동법을 이용해 측정하였다. 또한 비압력 계측기(nasal pressure sensor)와 온도계측기(thermistor)를 이용하여 호흡을 측정하였고, 산소 포화도는 왼쪽 둘째 손가락에 장치한 맥박산소계측기를 통해 측정하였다.

1명의 숙련된 기술자가 모든 수면다원검사의 결과를 분석하였다. EEG, 다리의 움직임, 무호흡은 The American Academy of Sleep Medicine의 매뉴얼을 따랐으며,<sup>24)</sup> 수면 단계의 판정은 표준화된 판정법에 의거하여 수작업으로 판정을 하였다.<sup>25)</sup>

### 통계적 분석

나이, 성별, 체질량지수(body mass index, 이하 BMI) 등의 임상적 특성과 수면다원검사로부터 얻어진 수면 관련 변수에 대한 ADHD 환자군과 대조군 사이의 차이는 Mann-Whitney U 검증을 통하여 유의성을 분석하였다. 그리고 각 수면 관련 변수들 간의 상관 관계는 Spearman's correlation을 통하여 분석하였다. 모든 통계적 분석에서  $p < 0.05$ 의 수준으로 유의성을 정의하였으며, 이러한 통계처리는 윈도우용 SPSS 10.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

## 결 과

### 인구학적 특성

ADHD 환자군 20명의 평균 연령은  $8.80 \pm 2.19$ 세(연령분포: 6~14세)였으며, 대조군 21명의 평균 연령인  $8.14 \pm 2.69$ 세와 유의한 차이가 없었다. 성별은 ADHD 환자군은 90%(18명)가 남자였으며 대조군의 경우 90.5%(19명)가 남자였다. 체질량지수(BMI)의 경우 ADHD 환자군은  $17.22 \pm 3.19 \text{ kg/m}^2$ 로 대조군의 체질량지수(BMI)인  $17.67 \pm 3.34 \text{ kg/m}^2$ 와 유의한 차이가 없었다(Table 1).

### ADHD 환자군에서 신경심리학적 검사의 특징

ADHD 환자군 20명의 평균 지능지수는  $100.55 \pm 10.065$ 였으며, 사회성지수는  $102.65 \pm 8.48$ 이었다. MFFT에서 오류계수는  $56.55 \pm 23.60\%$ , 반응잠복기는  $66.90 \pm 22.17\%$ 였으며, 선로잇기 검사에서 TMT-A는  $32.00 \pm 8.94$ 초, TMT-B는  $106.00 \pm$

31.11초였다(Table 2).

### 수면다원검사를 통한 수면 관련 변수

수면다원검사를 통해 산출된 ADHD 환자군의 수면기간시간(sleep period time)은  $488.51 \pm 24.10$ 분으로 대조군의 총 수면 시간인  $480.22 \pm 21.23$ 분과 유의한 차이가 없었다. 그러나 취침시간(total time in bed)은 ADHD 환자군의 경우  $509.73 \pm 24.56$ 분으로 대조군의  $490.51 \pm 20.71$ 분보다 유의하게 긴 것으로 나타났다( $p=0.01$ ).

ADHD 환자군의 입면잠복기(sleep latency)는  $21.30 \pm 19.33$ 분이었으며, 대조군의 입면잠복기인  $10.72 \pm 7.26$ 분에 비해 유의하게 긴 입면잠복기를 보였다( $p=0.031$ ). 또한 서파수면분

**Table 1.** Demographic data, children with ADHD versus healthy control subjects

Characteristic	ADHD (n=20)	Controls (n=21)	p-value
Sex, male (%)	90	90.5	
Age, mean±SD (years)	$8.80 \pm 2.19$	$8.14 \pm 2.69$	NS
Weight, mean±SD (kg)	$31.55 \pm 11.79$	$27.32 \pm 11.38$	NS
Height, mean±SD (m)	$1.33 \pm 0.13$	$1.21 \pm 0.17$	0.017*
BMI, mean±SD (kg/m <sup>2</sup> )	$17.22 \pm 3.19$	$17.67 \pm 3.34$	NS

\* $p < 0.05$  by Mann-Whitney U test. ADHD: attention-deficit/hyperactivity disorder, SD: standard deviation, NS: not significant, BMI: body mass index

**Table 2.** Neuropsychological characteristics, children with ADHD

Characteristic	ADHD (n=20)
Total IQ, mean±SD	$100.55 \pm 10.065$
Verbal IQ, mean±SD	$98.55 \pm 8.70$
Performance IQ, mean±SD	$101.70 \pm 13.50$
SQ, mean±SD	$102.65 \pm 8.48$
Conners (parents), mean±SD	$14.20 \pm 6.48$
Conners (teacher), mean±SD	$10.50 \pm 6.27$
MFFT	
RE, mean±SD (percentile)	$56.55 \pm 23.60$
RE, mean±SD (numbers)	$10.75 \pm 4.76$
RL, mean±SD (percentile)	$66.90 \pm 22.17$
TMT-A, mean±SD (second)	$32.00 \pm 8.94$
TMT-B, mean±SD (second)	$106.00 \pm 31.11$
Fail numbers, mean±SD	$2.00 \pm 0.00$
EIQ, mean±SD	$94.83 \pm 18.35$
MQ, mean±SD	$93.83 \pm 11.05$

ADHD: attention-deficit/hyperactivity disorder, SD: standard deviation, IQ: intelligence quotient, SQ: social quotient, MFFT: Matching Familiar Figures Test, RE: response error, RL: response latency, TMT-A: Trail Making Test Type A, TMT-B: Trail Making Test Type B, EIQ: executive IQ, MQ: moral quotient

울(slow wave sleep)의 경우 ADHD 환자군은  $24.59 \pm 4.73\%$ , 대조군은  $28.45 \pm 5.63\%$ 로 ADHD 환자군이 유의하게 짧은 서파수면분율을 나타냈다( $p=0.023$ ). 한편, 수면효율지수(sleep efficiency index)는 ADHD 환자군은  $92.43 \pm 7.33\%$ , 대조군은  $94.07 \pm 7.27\%$ 로 유의한 차이가 없었다.

사지 운동(limb movement)의 경우 ADHD 환자군은  $12.09 \pm 3.81$ 번/시간, 대조군은  $10.50 \pm 3.24$ 번/시간으로 ADHD 환자군이 대체로 더 자주 나타나는 경향을 보였지만 차이는 유의하지 않았다. 그러나 기상을 동반한 사지 운동(limb movement arousal)은 ADHD 환자군은  $6.56 \pm 2.19$ 번/시간, 대조군은  $5.98 \pm 1.38$ 번/시간으로 ADHD 환자군에서 빈번하게 나타났다며 차이는 유의했다( $p=0.043$ ). 주기성 사지 운동(periodic limb movement)의 경우 양 군 모두에서 거의 관찰되지 않았다(Table 3).

### ADHD 환자군에서 수면 관련 변수들 간의 상관 관계

ADHD 환자군에서 수면다원검사를 통해 측정된 1단계 수면분율(stage 1 sleep)은 총 수면시간(total sleep time) 및 수면효율지수와 음의 상관 관계를 보였으며( $\rho = -0.621$ ,  $p=0.003$ ) 그리고  $\rho = -0.467$ ,  $p=0.038$ ), 총 각성시간분율과는 양의 상관 관계를 보였다( $\rho = 0.0673$ ,  $p=0.001$ ). 그리고 서파수면분율은 나이와 음의 상관 관계를 보였으며( $\rho = -0.567$ ,  $p=0.009$ ), 수면효율지수와 양의 상관 관계를 보였다( $\rho = 0.471$ ,  $p=0.036$ ). 또한 REM 수면분율(total REM sleep)은 총 수면시간과 양의 상관 관계를 보였고( $\rho = 0.565$ ,  $p=0.009$ ), 입면잠복기는 서파수면분율과 음의 상관 관계를 보였다( $\rho = -0.479$ ,  $p=0.032$ ) (Table 4).

## 고 찰

이번 연구에서는 ADHD 환자들에서 대조군과 비교하여 수면기간시간과 수면효율지수는 차이가 없는 반면, 취침시간, 입면 잠복기, 서파수면분율 그리고 기상을 동반한 사지 운동에서 유의한 차이가 있는 것으로 조사되었다. 즉, ADHD를 가진 환자는 입면이 어렵고, 깊은 수면을 취하지 못 하며, 자주 수면 분절을 경험하게 된다는 것이다.

부모의 보고를 토대로 한 연구에서 ADHD 환자들의 25~50%가 수면 시작의 어려움과 긴 입면잠복기를 나타낸다고 한다.<sup>11)</sup> 또한 활동기록기를 통한 연구들에서도 ADHD 환자가 대조군에 비하여 수면 시작까지의 시간이 더 걸린다는 것이 보고된 바 있는데<sup>13,26)</sup> 이번 연구에서는 동일한 결과를 수면다원검사를 통해 나타내고 있다. 한편, 수면기간시간과 수면효율지수에서는 ADHD 환자군과 대조군의 유의한 차이가 없었음을



비추어 볼 때, ADHD 환자군은 수면의 시작은 어렵지만, 아침 기상은 늦는 편이라는 것을 추정할 수 있다. 이는 ADHD 환자군은 대조군에 비해 일주기 리듬이 늦춰져 있다는 가능성을 시사한다. 한 연구에서는 일주기 기능을 알 수 있는 신뢰성이

높은 측정인자인 dim light melatonin onset<sup>27)</sup>이 긴 입면잠복기를 보이는 ADHD 환자군에서 연기되어 있음을 보고하고 있다.<sup>28)</sup> 또한 다른 연구에서는 오전의 빛 치료가 ADHD 환자군의 신경심리학적 증상들을 개선시켰다는 결과를 보이기도

**Table 3.** Polysomnographic variables, children with ADHD versus healthy control subjects

Characteristic	ADHD (n=20)	Controls (n=21)	p-value
TIB, mean±SD (min)	509.73±24.56	490.51±20.71	0.01*
SPT, mean±SD (min)	488.51±24.10	480.22±21.23	NS
TST, mean±SD (min)	470.61±37.92	461.56±42.13	NS
TWT, mean±SD (%)	3.64±6.36	3.93±7.29	NS
SEI, mean±SD (%)	92.43±7.33	94.07±7.27	NS
ST1, mean±SD (%)	6.34±2.70	5.19±3.10	NS
ST2, mean±SD (%)	46.92±6.02	43.20±8.85	NS
SWS, mean±SD (%)	24.59±4.73	28.45±5.63	0.023*
TREM, mean±SD (%)	18.52±4.11	18.50±4.30	NS
REML, mean±SD (min)	156.28±55.29	145.62±39.61	NS
SL, mean±SD (min)	21.30±19.33	10.72±7.26	0.031*
AI, mean±SD (/h)	0.32±0.91	0.13±0.27	NS
AHI, mean±SD (/h)	1.21±2.49	0.28±0.44	NS
LM, mean±SD (/h)	12.09±3.81	10.50±3.24	NS
LMA, mean±SD (/h)	6.56±2.19	5.98±1.38	0.043*
PLM, mean±SD (/h)	0.00±0.00	0.34±1.57	NS
PLMA, mean±SD (/h)	0.00±0.00	0.00±0.02	NS

\*p<0.05 by Mann-Whitney U test. ADHD: attention-deficit/hyperactivity disorder, SD: standard deviation, NS: not significant, TIB: total time in bed, SPT: sleep period time, TST: total sleep time, TWT: total wake time, SEI: sleep efficiency index, ST1: % of stage 1 sleep period, ST2: % of stage 2 sleep period, SWS: % of stage 3&4 sleep period, TREM: % of REM sleep period, REML: REM sleep latency, SL: sleep latency, AI: apnea index, AHI: apnea hypopnea index, LM: limb movement, LMA: limb movement arousals, PLM: periodic limb movement, PLMA: periodic limb movement arousal

**Table 4.** Correlations among the polysomnographic variables, children with ADHD

	Age	BMI	TIB	SPT	TST	TWT	SEI	ST1	ST2	SWS	TREM	SL	LM
MI	0.559*												
TIB	0.061	0.245											
SPT	-0.208	0.022	0.712**										
TST	0.037	0.08	0.441	0.773**									
TWT	-0.271	-0.37	0.199	0	-0.455*								
SEI	0.104	-0.008	-0.399	0.183	0.579*	-0.664*							
ST1	-0.313	-0.469*	-0.256	-0.354	-0.621*	0.673*	-0.467*						
ST2	0.517*	0.406	-0.253	-0.159	0.198	-0.729**	0.498*	-0.598*					
SWS	-0.567*	-0.386	-0.133	0.281	0.423	-0.066	0.471*	-0.079	-0.162				
TREM	0.366	0.15	0.283	0.323	0.565*	-0.416	0.196	-0.336	0.23	-0.280			
SL	0.205	0.287	0.490*	-0.176	-0.255	0.209	-0.785	0.161	-0.152	-0.479*	0.186		
LM	-0.197	0.061	0.013	0.07	-0.033	-0.174	-0.038	0.292	0.051	-0.003	0.002	0.14	
LMA	-0.535*	-0.328	0.046	0.288	0.054	0.032	-0.014	0.333	-0.173	0.089	0.019	-0.116	0.802**

\*p<0.05, \*\*p<0.001 by Spearman's rho test. ADHD: attention-deficit/hyperactivity disorder, BMI: body mass index, TIB: total time in bed, SPT: sleep period time, TST: total sleep time, TWT: total wake time, SEI: sleep efficiency index, ST1: % of stage 1 sleep period, ST2: % of stage 2 sleep period, SWS: % of stage 3&4 sleep period, TREM: % of REM sleep period, SL: sleep latency, LM: limb movement, LMA: limb movement arousals

하였다.<sup>29)</sup> 이를 통해, 수면 시작의 어려움을 보고하는 ADHD 환자군에서는 ADHD와 일주기 수면장애가 공존하고 있으며, 증상에 상호 영향을 주고 있음을 추정해볼 수 있다.

하지만 아직까지 측정도구로 수면다원검사를 사용한 다른 연구들에서는 입면잠복기에 대한 일치되는 결과를 보여주지 못하고 있다.<sup>30-33)</sup> 또한 수면다원검사를 이용한 ADHD 환자의 수면 연구에 대한 대규모 메타 분석에서도 입면잠복기는 대조군과 유의한 차이가 없다고 보고하고 있다.<sup>8,34)</sup> 이러한 낮은 일관성 중 일부는 연구들 간의 방법론적인 차이로부터 기인했을 것이며 특히 ADHD를 가진 환자들의 수면 패턴이 심한 변동성을 나타낸다는 것을 고려해볼 때,<sup>35)</sup> 평소 수면 문제를 보여 왔지만 검사 당일에는 증상을 보이지 않았을 가능성도 있었을 것으로 보인다.

수면효율지수에 있어서 ADHD 환자군이 대조군보다 낮게 나타났지만, 그 차이는 유의하지 않은 것으로 조사되었고, 이는 이전의 수면다원검사를 이용한 메타 분석의 결과<sup>34)</sup>와 상응하는 소견이었다. 또한 사지 운동에 있어서 양군의 유의한 차이는 보이지 않았으나 기상을 동반한 사지 운동은 ADHD 환자군에서 더 높게 나타났다. 이에 비추어 볼 때, ADHD 환자군이 대조군과 비슷한 수면효율지수를 보이더라도 잦은 수면 분절을 경험하기 때문에 주관적으로 호소하는 수면의 질이 낮을 수 있음을 예측할 수 있다. 이러한 수면의 질 저하는 주의력을 감소시키고, 충동조절을 어렵게 하기 때문에 ADHD의 증상이 악화될 것처럼 보이게 할 수 있다.<sup>36)</sup> ADHD를 가진 환자군에서의 수면 시 사지 운동의 증가는 이미 많은 연구들에서 보고되어지고 있으며<sup>31,37-39)</sup> 수면 중의 이상 운동은 수면 분절을 일으키는 중요한 이유가 될 수 있다.<sup>9)</sup>

수면 단계에 있어서 본 연구에서는 서파수면분율이 ADHD 환자군에서 정상군보다 유의하게 낮게 나타났다. 서파수면은 감정의 조절과 행동 조절의 기능이 있으며, 서파수면의 박탈은 이러한 기능의 변화를 일으킬 수 있다고 알려져 있다.<sup>40)</sup> 따라서 ADHD 환자군에서의 서파수면분율의 감소는 ADHD 환자들이 보이는 행동 문제가 더욱 악화될 것처럼 보이게 할 수 있을 것이다. 특히 이 연구의 환자군 중 2명의 주의력결핍 과잉행동을 제외한 나머지가 모두 복합형의 하위군에 속했던 것을 고려해보면 위 결과는 더욱 의미 있게 생각되어진다. 또한 ADHD 환자군 내의 수면변수들 간의 상관 관계를 확인하였을 때 서파수면분율은 수면효율지수와 양의 상관 관계를 보였으며 입면잠복기와 음의 상관 관계를 보이고 있었다. 또한 1단계 수면분율은 수면효율지수와 음의 상관 관계를 보이고, 총 각성시간분율과는 양의 상관 관계를 보이고 있었다. 따라서 낮은 서파수면분율과 높은 1단계 수면의 분율은 낮은 수면의 질과 관련이 있음을 객관적인 지표로 확인할 수 있었다.

하지만 지금까지의 몇몇 연구들에서 ADHD 환자군이 대조군에 비하여 REM 수면분율의 감소<sup>31,41)</sup> 또는 REM 수면분율의 증가<sup>32,42)</sup>가 보고되기는 하였으나 2009년 시행된 메타 분석에서 서파수면분율을 포함한 수면 단계에 있어 양 군 간의 유의한 차이는 보고되지 않았다.<sup>8)</sup> 그러나 서파수면분율은 성장 호르몬과 코르티솔의 영향을 받기 때문에, 성별과 나이에 따른 변화가 크다고 알려져 있으며<sup>43)</sup> 이로 인해 결과의 일관성이 떨어질 수 있으므로 주의하여 결과를 해석해야 한다.

마지막으로 이 연구의 제한점으로는 연구대상자의 수가 적었던 점과 환자군과 대조군의 대부분이 남자였다는 점을 들 수 있다. 또한 ADHD의 진단에 있어 반구조적 면담법을 사용하지 않았으며, ADHD 증상이 없는 환자군에서 신경인지검사를 시행하지 못했다는 점을 들 수 있다. 마지막으로 수면다원검사를 1회만 시행했기 때문에 친숙하지 않은 수면 환경으로 인한 효과가 연구대상자들의 수면에 영향을 주었을 수 있다. 이에 추후 다른 연구를 통해 이를 보완하여 ADHD 환자의 수면 양상에 대한 일관성 높은 결과를 얻는 것이 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구는 ADHD 환자의 야간 수면 양상을 객관적 검사 도구 중 하나인 수면다원검사를 통하여 확인해 보고자 하였다. ADHD 환자군이 적절하게 선별되었는지 확인하기 위하여 정신과 전문의 임상면담과 신경인지 기능검사를 시행하였으며, 대조군에서는 임상면담만 시행하였다. 수면 양상을 평가하기 위해 두 군 모두 수면다원검사를 시행한 후 수면 변수를 산출하고 두 군 간의 차이를 비교하였다. 또한 ADHD 환자군 내에서 수면 변수들 사이의 연관성을 평가하였다. 평가 결과 ADHD를 가진 환자는 다양한 수면 문제를 보이고 있었는데 본 연구에서는 대조군에 비해 유의하게 취침시간과 입면잠복기가 길고, 서파수면분율이 낮았으며, 기상을 동반한 사지 운동이 유의하게 자주 나타나는 것으로 측정되었다. 하지만 추후 표본 크기, 성별 분포, 수면다원검사로 인해 유발된 낮선 환경 효과 등의 제한점을 보완하여 추가적인 연구들을 시행해 일관성 있는 결과들을 밝혀내야 할 것으로 생각된다.

**중심 단어:** 주의력결핍 과잉행동장애 · 수면장애 · 수면다원검사.

## Acknowledgments

이 논문은 가톨릭대학교 성빈센트병원 임상의학연구소 연구비에 의해 이루어졌음.

## REFERENCES

- Biederman J, Faraone SV. Attention-deficit hyperactivity disorder. *Lancet* 2005;366:237-248.
- Willcutt EG. The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neurotherapeutics* 2012;9:490-499.
- Pliszka S; AACAP Work Group on Quality Issues. Practice parameter for the assessment and treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2007;46:894-921.
- Stephens RJ, Chung SA, Jovanovic D, Guerra R, Stephens B, Sandor P, et al. Relationship between polysomnographic sleep architecture and behavior in medication-free children with TS, ADHD, TS and ADHD, and controls. *J Dev Behav Pediatr* 2013;34:688-696.
- Tsai MH, Huang YS. Attention-deficit/hyperactivity disorder and sleep disorders in children. *Med Clin North Am* 2010;94:615-632.
- Corkum P, Moldofsky H, Hogg-Johnson S, Humphries T, Tannock R. Sleep problems in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: impact of subtype, comorbidity, and stimulant medication. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 1999;38:1285-1293.
- Mick E, Biederman J, Jetton J, Faraone SV. Sleep disturbances associated with attention deficit hyperactivity disorder: the impact of psychiatric comorbidity and pharmacotherapy. *J Child Adolesc Psychopharmacol* 2000;10:223-231.
- Cortese S, Faraone SV, Konofal E, Lecendreux M. Sleep in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: meta-analysis of subjective and objective studies. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2009;48:894-908.
- Surman CB, Adamson JJ, Petty C, Biederman J, Kenealy DC, Levine M, et al. Association between attention-deficit/hyperactivity disorder and sleep impairment in adulthood: evidence from a large controlled study. *J Clin Psychiatry* 2009;70:1523-1529.
- Owens JA, Witmans M. Sleep problems. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2004;34:154-179.
- Owens JA. The ADHD and sleep conundrum: a review. *J Dev Behav Pediatr* 2005;26:312-322.
- Choi J, Yoon IY, Kim HW, Chung S, Yoo HJ. Differences between objective and subjective sleep measures in children with attention deficit hyperactivity disorder. *J Clin Sleep Med* 2010;6:589-595.
- Hvolby A, Jørgensen J, Bilenberg N. Actigraphic and parental reports of sleep difficulties in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2008;162:323-329.
- Wiggs L, Montgomery P, Stores G. Actigraphic and parent reports of sleep patterns and sleep disorders in children with subtypes of attention-deficit hyperactivity disorder. *Sleep* 2005;28:1437-1445.
- Sadeh A. Actigraphy. In: Guilleminault C, editor. *Clinical Neurophysiology of Sleep Disorders Handbook of Clinical Neurophysiology Series*. Philadelphia: Elsevier/Saunders;2005. p.67-72.
- Silvestri R, Gagliano A, Aricò I, Calarese T, Cedro C, Bruni O, et al. Sleep disorders in children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) recorded overnight by video-polysomnography. *Sleep Med* 2009;10:1132-1138.
- American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV-TR)*. 4th ed. Washington, DC: American Psychiatric Association;2000.
- Shim MS. *Diagnostic evaluation of child psychopathology using Wechsler Intelligence Scale for Children*. Seoul: Hakjisa;2005.
- Doll EA. *Vineland Social Maturity Scale: condensed Manual of directions*. circle pines. Minnesota: American Guidance Service;1965.
- Choi SK, Kim OK. *Construction and Standardization of the Korean Vineland Social Maturity Scale*. Seoul: Chung-Ang Jeoksung Press;1998.
- Oh HY. *Standardization of Matching Familiar Figures Test for Korea Children*. Seoul: Sungkyunkwan University Press;2002.
- Yando RM, Kagan J. The effect of task complexity on reflection-impulsivity. *Cogn Psychol* 1970;1:192-200.
- Tombaugh TN. *Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education*. *Arch Clin Neuropsychol* 2004;19:203-214.
- Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ, Gozal D, Iber C, Kapur VK, et al. Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. *Deliberations of the Sleep Apnea Definitions Task Force of the American Academy of Sleep Medicine*. *J Clin Sleep Med* 2012;8:597-619.
- 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.
- van der Heijden KB, Smits MG, Gunning WB. Sleep hygiene and actigraphically evaluated sleep characteristics in children with ADHD and chronic sleep onset insomnia. *J Sleep Res* 2006;15:55-62.
- Rahman SA, Kayumov L, Tchmoutina EA, Shapiro CM. Clinical efficacy of dim light melatonin onset testing in diagnosing delayed sleep phase syndrome. *Sleep Med* 2009;10:549-555.
- Van der Heijden KB, Smits MG, Van Someren EJ, Gunning WB. Idiopathic chronic sleep onset insomnia in attention-deficit/hyperactivity disorder: a circadian rhythm sleep disorder. *Chronobiol Int* 2005;22:559-570.
- Rybak YE, McNeely HE, Mackenzie BE, Jain UR, Levitan RD. Seasonality and circadian preference in adult attention-deficit/hyperactivity disorder: clinical and neuropsychological correlates. *Compr Psychiatry* 2007;48:562-571.
- Palm L, Persson E, Bjerre I, Elmqvist D, Blennow G. Sleep and wakefulness in preadolescent children with deficits in attention, motor control and perception. *Acta Paediatr* 1992;81:618-624.
- O'Brien LM, Ivanenko A, Crabtree VM, Holbrook CR, Bruner JL, Klaus CJ, et al. Sleep disturbances in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatr Res* 2003;54:237-243.
- Kirov R, Kinkelbur J, Heipke S, Kostanecka-Endress T, Westhoff M, Cohrs S, et al. Is there a specific polysomnographic sleep pattern in children with attention deficit/hyperactivity disorder? *J Sleep Res* 2004;13:87-93.
- Sangal RB, Owens JA, Sangal J. Patients with attention-deficit/hyperactivity disorder without observed apneic episodes in sleep or daytime sleepiness have normal sleep on polysomnography. *Sleep* 2005;28:1143-1148.
- Sadeh A, Pergamin L, Bar-Haim Y. Sleep in children with attention-deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of polysomnographic studies. *Sleep Med Rev* 2006;10:381-398.
- Gruber R, Sadeh A, Raviv A. Instability of sleep patterns in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2000;39:495-501.
- Yoon SY, Jain U, Shapiro C. Sleep in attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adults: past, present, and future. *Sleep Med Rev* 2012;16:371-388.
- Konofal E, Lecendreux M, Bouvard MP, Mouren-Simeoni MC. High levels of nocturnal activity in children with attention-deficit hyperactivity disorder: a video analysis. *Psychiatry Clin Neurosci* 2001;55:97-103.
- Huang ZY, Liu DB, Li ZB, Zhong JW, Yu J, Tan ZY, et al. [Comparison of the sleep architecture and symptom of inattention-hyperactivity in children with obstructive sleep apnea hypopnea syndrome before and after surgery]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi* 2008;43:169-173.
- Silvestri R, Gagliano A, Calarese T, Aricò I, Cedro C, Conduro R, et al. Ictal and interictal EEG abnormalities in ADHD children recorded over night by video-polysomnography. *Epilepsy Res* 2007;75:130-137.
- Maquet P, Degueldre C, Delfiore G, Aerts J, Péters JM, Luxen A, et al. Functional neuroanatomy of human slow wave sleep. *J Neurosci* 1997;17:2807-2812.

41. Gruber R, Xi T, Frenette S, Robert M, Vannasinh P, Carrier J. *Sleep disturbances in prepubertal children with attention deficit hyperactivity disorder: a home polysomnography study. Sleep* 2009;32:343-350.
42. Golan N, Shahar E, Ravid S, Pillar G. *Sleep disorders and daytime sleepiness in children with attention-deficit/hyperactive disorder. Sleep* 2004;27:261-266.
43. Van Cauter E, Leproult R, Plat L. *Age-related changes in slow wave sleep and REM sleep and relationship with growth hormone and cortisol levels in healthy men. JAMA* 2000;284:861-868.