

청소년기 수면 부족과 시공간 기억력 저하

Insufficient Sleep and Visuospatial Memory Decline during Adolescence

이창우¹ · 전세현¹ · 조성진² · 김석주¹

Chang Woo Lee,¹ Sehyun Jeon,¹ Seong-Jin Cho,² Seog Ju Kim¹

■ ABSTRACT

Objectives: The objective of this study was to investigate the correlation between insufficient sleep and visuospatial memory in adolescents using a computerized neurocognitive function test.

Methods: A total of 103 high school students (26 males and 77 females; mean age 17.11 ± 8.50 years) without a serious psychiatric problem was recruited. All subjects were requested to complete a self-report questionnaire about weekday total sleep time and weekend total sleep time. The Epworth sleepiness scale (ESS) and the Beck Depression Inventory (BDI) were administered to measure daytime sleepiness and symptoms of depression. Seven subsets of the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery were examined to assess visuospatial memory.

Results: After controlling for age, sex, ESS, and BDI, longer weekend total sleep time was correlated with poor performance on delayed matching to sample ($r = -0.312, p = 0.002$) and immediate recall on pattern recognition memory ($r = -0.225, p = 0.025$). Increased weekend catch-up sleep time was correlated with poor performance of delayed matching to sample ($r = -0.236, p = 0.018$), immediate recall on pattern recognition memory ($r = -0.220, p = 0.029$), and delayed recall on pattern recognition memory ($r = -0.211, p = 0.036$) after controlling for age, sex, ESS, and BDI.

Conclusion: This study showed that increased weekend catch-up sleep time reflecting insufficient weekday sleep were associated with poor performance in delayed recall tasks of visual memory. This finding suggests that insufficient sleep during adolescence might produce a decline of visuospatial memory. **Sleep Medicine and Psychophysiology 2019 ; 26(1) : 16-22**

Key words: Adolescence · Memory · Neuropsychological tests · Sleep.

16

서 론

청소년들은 수면 위상이 지연되어 있으며, 주중보다 주말에 수면 시간이 길다고 알려져 있다. 이러한 주중 총 수면 시간과 주말 총 수면 시간의 차이는 학년이 올라갈수록 더 커지며, 수면 위상 역시 학년이 올라갈수록 더 늦어진다(Iglow-

stein 등 2003 ; Yang 등 2005).

우리나라의 경우 경쟁적인 대입 시험으로 인해 수면 부족을 호소하는 청소년들이 흔하다(Yang 등 2005). 그러나 수면 부족을 단순히 평소의 총 수면 시간으로 평가할 수는 없다. 청소년 개인마다 생물학적인 수면 요구(sleep need)가 다르기 때문에(Kitamura 등 2016), 주중의 총 수면 시간이 짧은 것은 만성적인 수면 부족을 뜻할 수도 있지만 개인적인 수면 요구가 적기 때문일 수도 있다. 기상 시간에 대한 부담이 적은 주말 총 수면 시간은 청소년기 전반에 걸쳐 대체로 일정하며 개인의 생물학적 수면 요구를 반영한다고 볼 수 있다(Tarokh 등 2016). 오히려 수면 부족은 평소 수면 시간보다는 주말 수면 보충(weekend catch-up) 시간을 지표로 삼는 것이 더 정확하다. 수면이 부족한 경우 청소년들은 주말 수면 보충(weekend catch-up)을 통해 주중에 부족했던 수면을 주말에 보충하기 때문에 주말의 수면 시간이 주중의 수면 시간보다 더 긴 경우가 많다(Carskadon

Received: November 28, 2018 / Revised: May 7, 2019

Accepted: June 7, 2019

이 논문은 2016년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2016M3C7A1904336).

¹삼성서울병원 정신건강의학과, 성균관대학교 의과대학 정신건강의학교실
Department of Psychiatry, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

²가천대학교 의학전문대학원 정신건강의학과

Department of Psychiatry, Gachon Medical School, Incheon, Korea

Corresponding author: Seog Ju Kim, Department of Psychiatry, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 81 Irwon-ro, Seoul 06351, Korea

Tel: 02) 3410-3583, Fax: 02) 3410-0050

E-mail: ksj7126@skku.edu

2011). 주말 수면 보충 시간을 주말 총 수면 시간에서 주중 총 수면 시간을 뺀 값으로 정의하였을 때, 주말 수면 보충이 많을수록 주중에 수면 부족이 많다는 것을 의미한다.

과거 연구들에서 청소년의 수면 시간이 짧을 수록 학업 성취도가 낮다고 보고되었다(Ng 등 2009 ; Wolfson과 Carskadon 2003). 국내 중고등학생의 경우 수면 부족의 지표인 주말 수면 보충이 길수록 주의력이 감소한다고 보고되었다(Kim 등 2011). 그러나 아직 청소년의 수면 부족이나 수면 요구도가 청소년기에서 주의력 외의 인지기능, 특히 시공간 기억력에 어떤 영향을 미치는지는 명확히 연구되지 않았다.

청소년의 수면 시간은 학업 성취도뿐만 아니라 주간 졸음, 기분 증상에도 부정적인 영향을 미친다고 알려져 있다(Lo 등 2016). 청소년기의 우울감이 인지 기능 및 집중력의 저하를 야기할 수 있으며(Matthews 등 2008), 과도한 주간 졸음 역시 학업 성취도와 인지 기능, 기분 증상을 악화시킬 수 있다(Millman 2005). 따라서 청소년기 수면 부족이 우울이나 졸음과 독립적으로 시공간 기억력 등 다양한 인지기능을 저하시키는지 아니면 우울이나 졸음을 증가시켜 간접적으로 인지기능을 떨어뜨리는지 밝혀낼 필요가 있다. 따라서 청소년에서 수면이 인지 기능에 주는 영향을 분석할 때는 주관적인 우울감과 주간 졸음을 고려해야 한다.

본 연구에서는 청소년에서 인지 기능을 평가하기 위한 도구로 널리 사용되는 전산화 신경인지기능검사를 이용해(Brooks 등 2010 ; Ward 등 2010), 수면 부족의 지표인 주말 수면 보충과 수면 요구량의 지표인 주말 총 수면이 우울과 졸음과 독립적으로 시공간 기억력을 저하시키는 지를 보려고 하였다. 이에 본 연구에서는 청소년의 주말 수면 보충이 우울, 졸음과 독립적으로 시공간 기억력의 저하를 예측할 것이라고 가설을 세웠다. 그리고 청소년의 주말 총 수면 시간이 우울, 졸음과 독립적으로 시공간 기억력의 저하를 예측할 것이라는 가설을 세웠다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상 모집

인천 지역의 중학교와 고등학교에 연구 참여를 요청하는 공문을 보냈다. 연구 참여에 동의한 고등학교는 18개 학교였으며 중학교는 5개 학교였다. 모든 학생(총 8530명, 남자 3431명, 여자 5099명, 평균 나이 16.73세)을 대상으로 설문지를 작성하도록 하였다. 이중 520명은 설문지 작성을 완료하지 못하여 연구에서 제외하였다. 설문지를 작성한 고등학교 1학년과 2학년 학생들 중에 행동으로 유발된 잠부족 증

후군(Behaviorally induced insufficient sleep syndrome, 이하 BISS)가 있을 것으로 예상되는 학생(n = 691)과 BISS가 없을 것으로 예상되는 학생(n = 1,606)을 추출하였다. 이중 BISS가 있을 것으로 예상되는 학생 51명과 BISS가 없을 것으로 예상되는 학생 53명을 주작위 추출하였다. 103명을 대상으로 정신과적 질환의 유무를 평가하기 위해 구조화된 면담(Structured clinical interview for DSM-IV, 이하 SCID)을 실시하였으며 미니 국제 신경정신 인터뷰(Mini-International Neuropsychiatric Interview, MINI)를 통해 과거와 현재에 우울장애 및 원발성 불면증을 포함한 제1축 정신장애의 병력이 없음을 확인하였다. 최종적으로 BISS가 있는 학생 51명과 BISS가 없는 학생 52명으로 총 103명의 참여자(남자 26명, 여자 77명)를 대상으로 분석하였다. 최종 분석에 참여한 103명의 학생들이 재학 중인 학교는 총 9개였으며 6개의 일반계 고등학교와 3개의 실업계 고등학교였다. 모든 참여자에게 동의서를 취득하였으며, 연구 과정은 가천의과대학교 길병원 기관심의위원회의 심의를 통과하였다.

2. 수면과 우울 증상의 평가

대상자들에게 엡워스 졸음 척도(epworth sleepiness scale, 이하 ESS), 벡 우울 척도(Beck Depression Inventory, 이하 BDI)가 포함된 설문지를 배포하여 회수하였다. 주관적으로 인지하고 있는 총 수면 시간을 주중과 주말에 나누어 각각 기술하도록 하였다.

3. 전산화 신경인지기능검사

인지 기능을 평가를 위해서 모든 대상자들은 seven subtests were selected from the Cambridge Neuropsychological test automated battery (이하 CANTAB)에서 7개의 하위 검사를 수행하였다. 7개의 하위 검사에는 쌍대 연합 학습(paired associate learning, 이하 PAL)과 지연 표본 대응(delayed matching to sample, 이하 DMS), 패턴 재인 기억(pattern recognition memory, 이하 PRM), 공간 재인 기억(spatial recognition memory, 이하 SRM), 공간 작업 기억(spatial working memory, 이하 SWM), 공간폭(spatial span, 이하 SSP), 신속 시각 정보 처리(rapid visual information processing, 이하 RVP)가 포함되었다. PRM은 PRM 즉각 회상(immediate recall on PRM)과 PRM 지연 회상(delayed recall on PRM)으로 나누어 실시하였다. CANTAB은 University of Cambridge에서 개발한 전산화 인지기능검사로 성인뿐만 아니라 청소년을 대상으로 여러 연구에서 활용되고 있다.

PAL은 시각 기억 능력을 평가하는 검사이다. 화면에 6개

또는 8개의 흰색 사각형이 원형으로 배열되어 있으며 흰색 사각형이 하나씩 열리면서 추상적인 무늬가 나타난다. 모든 흰색 사각형이 열린 후 화면 중앙에 하나의 무늬가 나타나고 피험자는 동일한 무늬가 위치했던 흰색 사각형을 선택한다.

DMS은 시각 정보의 매칭 능력과 즉각 시각 기억 능력을 평가하는 검사이다. 복잡한 시각적 패턴이 화면의 중앙에 나타났다가 사라지고 나면 화면 아래에 서로 다른 4개의 복잡한 시각적 패턴이 나타난다. 피험자는 4개의 패턴 중에 앞서 화면 중앙에 나타난 패턴과 같은 패턴을 선택한다.

PRM은 시각 패턴 재인 기억을 평가하고 SRM은 공간 패턴 재인 기억을 평가한다. PRM에서는 다수의 시각 패턴이 차례로 제시가 된다. 이후 두 개의 시각 패턴이 짝을 이루어 동시에 나열이 되는데 피험자는 두 개 중에서 이전에 제시된 패턴과 동일한 패턴을 선택한다. 지연 회상을 평가하기 위해 PRM을 1회 시행한 후 20분 뒤 같은 방식으로 서로 다른 두 개의 시각 패턴이 주어졌을 때 이전에 보았던 시각 패턴과 동일한 패턴을 선택한다. SRM은 화면에 서로 다른 위치에 사각형이 차례로 제시된다. 피험자는 화면에 서로 다른 위치에 두 개의 사각형이 제시되면 이전에 보았던 위치와 동일한 위치에 있는 사각형을 선택한다.

SWM은 시공간 정보를 유지하고 조작하는 능력에 대한 검사로 실행 기능과 작업 기억을 평가한다. 색깔이 있는 여러 개의 사각형이 화면에 제시되어 있고 피험자가 사각형을 터치하면 색깔이 사라진다. 색깔이 사라질 때 노란색 사각형이 나타날 수도 있으며 노란색 사각형이 나타나면 화면 왼쪽으로 옮겨진다. 피험자는 최소한의 터치로 모든 노란색 사각형을 찾는다.

SSP는 공간 정보 수용력을 평가한다. 화면에 여러 개의 사각형이 제시가 되고 하나씩 색깔이 바뀐다. 피험자는 색깔이 바뀐 사각형의 위치와 순서를 기억하고 화면을 터치하며 그대로 재현한다.

RVP는 주의력을 평가한다. 화면 중앙의 흰색 박스 안에 2부터 9까지의 숫자가 유사 난수로 빠르게 표시된다. 피험자는 검사 전에 미리 안내된 3자리 수열이 제시 될 때 가능한 한 빨리 화면 중앙의 버튼을 터치한다.

4. 통계 분석

주관적으로 보고한 총 수면 시간과 CANTAB 하위 검사(PAL, DMS, PRM, SRM, SWM, SSP, RVP)의 비교에는 Pearson 상관 분석을 사용하였다. 나이, 성별, ESS, BDI 등의 공변량을 통제하기 위해 편 상관 분석을 이용하였다. 통계적 유의 수준은 양측 검정에서 p -level 0.05 미만으로 정의하였다.

청소년 수면과 시공간 기억력

결 과

1. 전체 연구 대상군의 특성

연구에 참가한 참가자들은 103명으로 평균 연령은 17.11 ± 0.50 세였다. 이중 26명(25.24%)이 남자, 77명(74.76%)이 여자였다. 주관적으로 보고한 주중 총 수면 시간의 평균은 5.91 ± 1.20 시간이었으며 주말 총 수면 시간의 평균은 8.68 ± 1.79 시간이었다. 연구 참가자들의 평균 주말 수면 보충 시간은 2.77 ± 1.98 시간이었다. 전체 대상의 평균 ESS 점수는 8.40 ± 3.77 점이었으며 평균 BDI 점수는 11.14 ± 6.68 점이었다. 독립 표본 T 검정을 이용한 분석에서 남자 참가자들이 여자 참가자들에 비해 주중 총 수면 시간이 길었으며($t = 3.51, p = 0.001$) DMS에서 보다 낮은 정답률을 보였다($t = -2.68, p = 0.008$). DMS 이외의 CANTAB 하위 검사와 ESS, BDI, 주말과 주중의 총 수면 시간, 주말 수면 보충 시간에서 성별에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 1). 독립 표본 T 검정을 이용한 분석에서 CANTAB 수행 정도 및 ESS, BDI, 주말과 주중의 총 수면 시간, 주말 수면 보충 시간에서 학년에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 2)

2. 수면 시간과 전산화 신경인지검사 비교

본 연구 대상에서 주관적으로 보고한 총 수면 시간과 전산화 신경인지검사의 수행 정도를 분석하였다. 주중 총 수면 시간이 길수록 DMS에서 낮은 정답률을 보였다($r = -0.232, p = 0.019$). 그 외 CANTAB 하부 검사와 주중 총 수면 시간 사이에는 유의한 상관성은 없었다. 주말 총 수면 시간이 길수록 DMS ($r = -0.195, p = 0.049$)와 PRM 즉각 회상($r = -0.201, p = 0.041$), SRM ($r = -0.243, p = 0.013$)에서 낮은 정답률을 보였다. 그 외 CANTAB 하부 검사와 주말의 총 수면 시간 사이에는 유의한 상관성이 없었다. 주말 수면 보충 시간과 CANTAB의 모든 하부 검사와도 통계적으로 유의한 상관성을 보이지 않았다. 그리고 ESS와 BDI 각각을 CANTAB의 모든 하부 검사와 상관 분석을 하였을 때, 통계적 유의성을 보이는 상관 관계는 없었다.

나이와 성별을 공변수로 설정하여 CANTAB 하부 검사의 수행도를 편 상관 분석을 하였다. 주중 총 수면 시간과 통계적으로 유의한 상관성을 가지는 CANTAB 하부 검사는 없었다. 주말 총 수면 시간이 길수록 DMS ($r = -0.206, p = 0.038$)와 PRM 즉각 회상($r = -0.198, p = 0.048$), SRM ($r = -0.249, p = 0.012$)의 정답률이 낮아지는 상관성이 있었다. 그리고 주말 수면 보충 시간이 길수록 SRM ($r = -0.208, p = 0.036$)의 정답률이 낮아지는 상관성을 보였다.

추가적으로 공변수로 나이와 성별, ESS, BDI로 설정하여

편 상관 분석을 하였다. 주중 총 수면 시간이 길수록 RVP ($r = -0.210, p = 0.037$)에서 높아지는 상관 관계를 보였다. 주말 총 수면 시간이 길수록 DMS ($r = -0.312, p = 0.002$)와 PRM 즉각 회상($r = -0.225, p = 0.025$)의 정답률이 낮아지

는 상관 관계를 보였다. 또한 주말 수면 보충 시간이 길수록 DMS ($r = -0.236, p = 0.018$)와 PRM 즉각 회상($r = -0.220, p = 0.029$), PRM 지연회상($r = -0.211, p = 0.036$)의 정답률을 낮아지는 상관 관계를 보였다(Table 3).

Table 1. Demographic characteristics and clinical variables of study participants (n = 103)

	Total (n = 103)	Boys (n = 26)	Girls (n = 77)	p value
Age, mean (SD), y	17.11 (0.50)	17.23 (0.59)	17.06 (0.47)	0.19
Sleep time, mean (SD) per day				
Weekday sleep time	5.91 (1.20)	6.60 (1.38)	5.69 (1.05)	0.001, $t = 3.52$
Weekend sleep time	8.68 (1.79)	8.71 (2.15)	8.68 (1.66)	0.93
Catch-up sleep time*	2.77 (1.98)	2.12 (2.32)	2.99 (1.82)	0.05
Score, mean (SD)				
Epworth sleepiness scale	8.40 (3.77)	7.58 (3.44)	8.69 (3.86)	0.20
Beck depression inventory	11.14 (6.68)	9.50 (5.39)	11.69 (7.01)	0.15
CANTAB				
PAL (number of errors)	4.87 (4.84)	5.85 (4.06)	4.55 (5.06)	0.24
DMS (% number)	91.17 (6.11)	88.46 (7.50)	92.08 (5.33)	0.008, $t = -2.69$
PRM (% number)				
Immediate recall	93.20 (8.00)	91.99 (11.42)	93.61 (6.50)	0.50
Delayed recall	89.08 (12.57)	85.90 (15.23)	90.15 (11.45)	0.20
SRM (% number)	89.85 (7.56)	89.62 (7.99)	89.94 (7.46)	0.85
SWM (number of errors)	13.52 (14.04)	12.58 (14.37)	13.84 (14.00)	0.69
SSP (span length [†])	7.71 (1.10)	7.65 (1.20)	7.73 (1.07)	0.77
RVP (score)	0.91 (0.05)	0.91 (0.06)	0.91 (0.04)	0.39

* : Catch-up sleep time is defined as weekend sleep time minus weekday sleep time, † : Span length is defined as the longest sequence successfully recalled. PAL : paired associate learning, DMS : delayed matching to sample, PRM : pattern recognition memory, SRM : spatial recognition memory, SWM : spatial working memory, SSP : spatial span, RVP : rapid visual information processing

Table 2. Comparison of sleep time, Epworth sleepiness scale, beck depression inventory, CANTAB performances according to grade

	11th-grade (n = 78)	12th-grade (n = 25)	p value
Sleep time, mean (SD) per day			
Weekday sleep time	5.85 (1.19)	6.14 (1.22)	0.29
Weekend sleep time	8.79 (1.80)	8.36 (1.74)	0.29
Catch-up sleep time*	2.94 (1.95)	2.22 (2.04)	0.11
Score, mean (SD)			
Epworth sleepiness scale	8.55 (3.77)	7.96 (3.81)	0.50
Beck depression inventory	11.36 (3.90)	10.44 (6.04)	0.55
CANTAB			
PAL (number of errors)	4.55 (4.77)	5.88 (5.03)	0.23
DMS (% number)	91.67 (5.83)	89.60 (6.83)	0.14
PRM (% number)			
Immediate recall	93.43 (8.24)	92.50 (7.32)	0.61
Delayed recall	89.64 (12.97)	87.33 (11.32)	0.43
SRM (% number)	90.00 (7.30)	89.40 (5.43)	0.73
SWM (number of errors)	13.78 (14.33)	12.72 (13.35)	0.74
SSP (span length [†])	7.71 (1.09)	7.72 (1.14)	0.96
RVP (score)	0.91 (0.05)	0.92 (0.05)	0.69

* : Catch-up sleep time is defined as weekend sleep time minus weekday sleep time, † : Span length is defined as the longest sequence successfully recalled. PAL : paired associate learning, DMS : delayed matching to sample, PRM : pattern recognition memory, SRM : spatial recognition memory, SWM : spatial working memory, SSP : spatial span, RVP : rapid visual information processing

Table 3. Correlation between sleep time and CANTAB performances after adjusting age, sex, Epworth sleepiness scale, beck depression inventory

	Weekday sleep time	Weekend sleep time	Catch-up sleep time [†]
PAL (number of errors)	0.01	0.10	0.11
DMS (% number)	-0.13	-0.31*	-0.24*
PRM (% number)			
Immediate recall	-0.03	-0.23*	-0.22*
Delayed recall	0.07	-0.15	-0.21*
SRM (% number)	-0.10	-0.19	-0.13
SWM (number of errors)	0.03	-0.09	0.08
SSP (span length [‡])	-0.19	-0.11	0.02
RVP (score)	-0.21*	-0.10	0.10

* : $p < 0.05$, † : Catch-up sleep time is defined as weekend sleep time minus weekday sleep time, ‡ : Span length is defined as the longest sequence successfully recalled. PAL : paired associate learning, DMS : delayed matching to sample, PRM : pattern recognition memory, SRM : spatial recognition memory, SWM : spatial working memory, SSP : spatial span, RVP : rapid visual information processing

고찰

본 연구에서 청소년의 수면 시간이 인지 기능과 관련성이 있음을 볼 수 있었다. 나이, 성별, ESS, BDI를 공변량으로 설정하였을 때 기억력과 관련된 검사인 DMS, PRM 즉각 회상, PRM 지연 회상에서 주말 수면 보충 시간이 길수록 낮은 정답율을 보였다. 주말 수면 보충 시간이 수면 부족을 대변한다고 할 때, 이러한 연구 결과는 수면 부족이 기억력 저하를 일으킨다는 이전의 여러 연구들과 일치하는 결과이다(Durmer와 Dingess 2005).

DMS는 즉각 시각 기억 능력을 평가하는 검사이고 PRM은 시각 패턴 재인 기억을 평가하는 검사이다. CANTAB의 하부 검사들 중에서 PRM 즉각 회상은 시공간 기억력의 즉각 회상을 반영하는 검사이고, PRM 지연 회상은 시공간 기억력의 지연 회상을 반영하는 검사이다. 이러한 점을 고려한다면 수면 부족이 클수록 시공간 기억력의 즉각 회상과 지연 회상이 모두 감소하는 상관성을 보였다.

이전 청소년을 대상으로 시행된 메타 분석 연구에서 등교하지 않는 기간의 총 수면 시간은 청소년기 전반에 걸쳐 유지되는 것으로 나타났다(Tarokh 등 2016). 그리고 청소년기에 충분한 수면 시간이 보장되어 있을 때 총 수면 시간은 나이와 관계없이 대개 일정한 것으로 보고되었다. 이를 보면 청소년기에서 수면 부족을 야기하는 환경적 요소가 없을 때 총 수면 시간은 청소년기에 걸쳐 크게 변화하지 않는 것으로 생각된다(Ohayon 등 2004) 따라서 주중에 발생한 수면 부족에 따라 주말 총 수면 시간의 변화는 크게 영향받지 않을 것으로 보였고 본 연구에서는 주말 총 수면 시간을 생물학적인 수면 요구량을 반영하는 것으로 간주하였다. 본 연구에서 측정된 주말 총 수면 시간은 8.7시간으로 Liu가 연구에서 제시한 주말 총 수면 시간인 9.4시간과 다소 적

은 편이지만 비슷하였다(Liu 등 2008)

주말 총 수면 시간은 DMS와 PRM 즉각 회상과 관련이 있음을 보였다. 이상을 종합하면 수면 요구가 많을수록 즉각 회상 능력이 저하되어 있는 상관성이 있다고 할 수 있다. 수면 부족뿐만 아니라 수면 요구도 기억력과 관련이 있으며 특히 지연 회상보다는 즉각 회상과 관련이 깊은 것으로 보인다. 수면 요구와 즉각 회상과의 관련성에 대한 기전은 명확히 밝혀져있지 않다. 하지만 수면 시간이 9시간 이상인 사람과 수면시간이 6시간에서 9시간 미만인 사람을 비교하였을 때, 9시간 이상인 사람에서 인지기능의 저하의 위험이 더 높다는 연구 결과가 있다(Benito-León 등 2013). 이 연구에서는 수면무호흡증과 같이 수면 요구의 증가와 인지 기능의 감소를 모두 야기할 수 있는 원인이 있을 가능성과 긴 수면 시간이 직접적으로 인지 기능의 저하의 위험을 증가시키는 원인일 가능성을 제시하고 있다.

주중 총 수면 시간은 인지 기능과 관련이 없다는 이전의 연구가 있다(Kim 등 2011). 하지만 이와 반대되는 결과를 보이는 연구도 있다(Ortega 등 2010). 연구 결과의 불일치는 개인마다 수면 요구가 다르기 때문에 주중 총 수면 시간으로는 수면 부족을 충분히 설명할 수 없기 때문인 것으로 보인다. 그리고 본 연구에서 주중 총 수면 시간이 많을수록 RVP의 정답률이 낮아지는 상관 관계를 보였다. RVP는 주의력을 평가하는 검사이다. 국내 중고등학생을 대상으로 수면 부족과 주의력의 관계에 대해 보고한 논문이 있었다(Kim 등 2011). 본 연구 결과를 바탕으로 수면 부족 보다는 평소의 실제 수면 시간이 주의력과 더욱 관련이 있는 것으로 보인다. 본 연구에서도 수면 부족을 반영하는 주말 총 수면 시간과 RVP는 통계적으로 유의미하지 않았지만 음의 상관 계수를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 청소년기의 수면 부족은 주의력외의 인지기능, 특히 기억력의 감소에도

관련이 있음을 확인한 것이 본 연구가 이전 연구와 차별되는 점이라고 할 수 있다.

또한 우리나라는 학교 후에 학원 등에서 추가적인 학습 활동을 가지는 경우가 많이 때문에 주중 총 수면 시간이 다양하지 못할 것이다. 본 연구에서도 주중 총 수면 시간은 주말 총 수면 시간 및 주말 수면 보충 시간과 비교하였을 때 작은 표준 편차를 보이는 것을 확인할 수 있다.

기억 능력에 영향을 주는 변수는 다양하며 이들이 복합적으로 작용한다(Henson 등 2016). 우울감이 심할수록 기억 능력은 감소한다. 또한 주간 졸음을 심하게 호소할수록 기억 능력은 감소한다. 본 연구는 우울감의 정도는 BDI로 측정하였고 주간 졸음의 정도를 ESS로 측정하였다. 나이와 성별, ESS, BDI를 통제하기 전에 주말 총 수면 시간이 증가할수록 DMS와 PRM 즉각 회상의 정답률이 낮았으며, 통제된 후에도 DMS와 PRM 즉각 회상의 정답률이 낮았다. 반면 나이와 성별, ESS, BDI를 통제하기 전에 주말 총 수면 시간이 증가할수록 SRM의 정답률이 낮았으나, 통제된 후에는 SRM의 정답률과의 유의성이 관찰되지 않았다. 우울감이나 주간 졸음이 SRM의 수행도에 간접적으로 부정적인 영향을 주는 것으로 추정된다.

수면은 일시적으로 저장된 기억이 장기 기억으로 전환되는 기억 강화(memory consolidation)을 촉진한다(Born과 Wilhelm 2012). 따라서 수면 부족은 인지 기능의 발달과 유지에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다(Cellini 2017). 그리고 수면이 부족할 때 시각 정보의 처리 속도와 시각 주의력의 감소가 있어 시각적 기억 용적(capacity)의 감소를 야기한다는 연구가 있다(Chee 등 2007). 그리고 수면 부족은 시공간 작업 능력과 언어적 작업 능력의 감소를 일으켜 시공간적 문제 해결 능력과 언어 정보 처리에 부정적인 영향이 있다고 설명한다(Del Angel 등 2015). 본 연구에서 수면이 부족한 청소년에서 시공간적 즉각 회상의 수행도가 감소한 것은 수면 부족과 연관된 기억 용적을 감소가 원인일 수 있다. 최근에는 수면이 해마의 신경발달에서 조절자로 작용하기 때문에 수면 부족은 뇌의 해부학적 변화를 일으킨다는 연구가 있다(Navarro-Sanchis 등 2017). 수면 부족이 있을 때 해마의 치상회(dentate gyrus)의 감소와 신경 가소성의 감소가 발생하고 해마와 관련된 기억력과 학습 능력이 감소하는 효과가 있다고 설명한다(Raven 등 2018).

본 연구에 포함된 참가자들의 인구학적 특성과 그에 따른 임상적인 변수들을 볼 때, 남자가 여자보다 주중 총 수면 시간이 더 길었다. 그 동안 성별에 따른 수면 시간의 차이에 대한 일관된 보고는 없었다(Ortega 등 2010 ; Loessl 등 2008). 본 연구에서 여자가 남자보다 주중 총 수면 시간이 짧은 이

유는 여자의 학업 성취도에 대한 높은 요구와 외모에 투자하는 긴 시간 등이 복합적으로 작용한 것으로 보인다(Wittert 2014 ; Sowers 등 2008).

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 우선 대상자의 수가 적었다. 이에 극단치(outlier)에 의해 통계 분석의 적절성과 분석 결과의 유의성에 왜곡이 있을 수 있다. 대규모 연구를 통해 이런 단점의 보완이 필요하다. 본 연구에서는 설문지를 통하여 주관적으로 인식하고 있는 총 수면 시간을 작성하여 제출하도록 하였다. 실제 수면 시간과 주관적으로 보고한 총 수면 시간과 차이가 있다는 연구 결과가 있다(Short 등 2012). 본 연구 결과에서 사용한 총 수면 시간이 실제 수면 시간이 아닐 수 있다. 수면 다원 검사를 실시하거나 학부모가 관찰한 수면 시간을 참고하는 것이 도움이 될 것이다. 다음으로는 대상군의 이질성이다. 대상군의 25%가 남자이고 75%가 여자였으며 성별에 따라 주중 총 수면 시간과 DMS 지연 회상이 유의미한 차이를 보였다. 성별을 공변량에 포함하여 통계 분석을 하여 주말 수면 보충 시간과 기억 능력 사이의 상관성에 대한 경향은 파악하였지만 보다 충분한 통계적 유의성을 확보하기 위해서는 인구학적 특성과 그에 따른 임상적인 변수가 동질한 대상군이 필요하다. 마지막으로 본 연구는 횡단 연구로 수면과 기억력 사이의 인과 관계를 확인할 수는 없다는 한계가 있다.

종합하면, 인천 지역 청소년에서 주중 수면 부족을 반영하는 주말 수면 보충 시간이 길수록 시각 기억의 즉각 회상과 지연 회상에서 낮은 수행도를 보이는 상관성을 보였다. 수면 요구를 반영하는 주말 수면 시간이 길수록 시각 기억의 즉각 회상에서 낮은 수행도를 보이는 상관성을 보였다. 청소년기에 수면 부족이 심할수록 청소년의 시공간 기억력이 저하 될 수 있다는 것을 시사한다. 청소년에서 주중 총 수면 시간과 주말 총 수면 시간을 파악하는 것이 시공간 기억력을 평가하는데 도움이 될 것이다.

요 약

목 적 : 본 연구의 목적은 청소년에서 전산화 신경인지 검사를 이용하여 수면 부족과 시공간 기억력 사이의 연관성에 대해 알아보는 것이다.

방 법 : 심각한 내외과적 질환이 없는 만 16세에서 만 18세 사이의 고등학생 103명(남자 26명, 여자 77명, 평균 연령 17.11 ± 0.50세)이 연구에 참여하였다. 모든 대상자에게 주중 총 수면 시간과 주말 총 수면 시간에 대한 자가 보고식 설문지를 작성하도록 하였다. 주간 졸음과 우울 증상의 정도를 평가하기 위해 엡워스 졸음 척도와 벡 우울 척도를 자가 작

성하도록 하였다. 시공간 기억을 평가하기 위해 캠브리지 신경정신검사 자동화 총집의 7개 하부 검사를 실시하였다.

결 과: 나이와 성별, 엡워스 졸음 척도, 벡 우울 척도를 보정한 상관 분석의 결과는 다음과 같다. 주말 총 수면 시간이 길수록 지연 표본 대응($r = -0.312, p = 0.002$)와 패턴 재인 기억의 즉각 회상($r = -0.225, p = 0.025$)의 정답률이 낮았다. 주말 수면 보충 시간이 길수록 지연 표본 대응($r = -0.236, p = 0.018$)과 패턴 재인 기억의 즉각 회상($r = -0.220, p = 0.029$), 패턴 재인 기억의 지연 회상($r = -0.211, p = 0.036$)의 정답률을 낮았다.

결 론: 주중 수면 부족을 반영하는 주말 수면 보충 시간이 길수록 시각 기억의 지연 회상에서 낮은 수행도를 보였다. 본 연구의 결과는 청소년기에 수면 부족이 심할수록 청소년의 시공간 기억력이 저하될 수 있다는 것을 시사한다.

중심 단어 : 수면 · 기억력 · 청소년 · 신경심리검사.

REFERENCES

Born J, Wilhelm I. System consolidation of memory during sleep. *Psychol Res* 2012;76:192-203.

Brooks BL, Iverson GL, Sherman EM, Roberge MC. Identifying cognitive problems in children and adolescents with depression using computerized neuropsychological testing. *Appl Neuropsychol* 2010;17:37-43.

Carskadon MA. Sleep in adolescents: the perfect storm. *Pediatr Clin North Am* 2011;58:637-647.

Cellini N. Memory consolidation in sleep disorders. *Sleep Med Rev* 2017;35:101-112.

Durmer JS, Dinges DF. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Semin Neurol* 2005;25:117-129

Chee MW, Chuah YM. Functional neuroimaging and behavioral correlates of capacity decline in visual short-term memory after sleep deprivation. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2007;104:9487-9492.

Del Angel J, Cortez J, Juárez D, Guerrero M, García A, Ramírez C et al. Effects of sleep reduction on the phonological and visuo-spatial components of working memory. *Sleep Sci* 2015;8:68-74.

Henson RN, Campbell KL, Davis SW, Taylor JR, Emery T, Erzinclioglu S, et al. Multiple determinants of lifespan memory differences. *Sci Rep* 2016;6:32527.

Iglowstein I, Jenni OG, Molinari L, Largo RH. Sleep duration from infancy to adolescence: reference values and generational trends. *Pediatrics* 2003;111:302-307.

Benito-León J, Louis ED, Bermejo-Pareja F. Cognitive decline in short and long sleepers: A prospective population-based study (NEDICES). *J Psychiatr Res* 2013;47.

Kim SJ, Lee YJ, Cho SJ, Cho IH, Lim W, Lim W. Relationship Between weekend catch-up sleep and poor performance on attention tasks in Korean adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011;165:806-812.

Kitamura S, Katayose Y, Nakazaki K, Motomura Y, Oba K, Kat-

sunuma R, et al. Estimating individual optimal sleep duration and potential sleep debt. *Sci Rep* 2016;6:35812.

Liu X, Zhao Z, Jia C, Buysse DJ. Sleep patterns and problems among Chinese adolescents. *Pediatrics* 2008;121:1165-1173.

Lo JC, Ong JL, Leong RL, Gooley JJ, Chee MW. Cognitive performance, sleepiness, and mood in partially sleep deprived adolescents: the need for sleep study. *Sleep* 2016;39:687-698.

Loessl B, Valerius G, Kopasz M, Hornyak M, Riemann D, Voderholzer U. Are adolescents chronically sleep-deprived? an investigation of sleep habits of adolescents in the southwest of Germany. *Child Care Health Dev* 2008;34:549-556.

Matthews K, Coghill D, Rhodes S. Neuropsychological functioning in depressed adolescent girls. *J Affect Disord* 2008;111:113-118.

Millman RP. Excessive sleepiness in adolescents and young adults: causes, consequences, and treatment strategies. *Pediatrics* 2005; 115:1774-1786.

Navarro-Sanchis C, Brock O, Winsky-Sommerer R, Thuret S. Modulation of adult hippocampal neurogenesis by sleep: impact on mental health. *Front Neural Circuits* 2017;11:74.

Ng EP, Ng DK, Chan CH. Sleep duration, wake/sleep symptoms, and academic performance in Hong Kong secondary school children. *Sleep Breath* 2009;13:357-367.

Ohayon MM, Carskadon MA, Guilleminault C, Vitiello MV. Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. *Sleep* 2004;27:1255-1273.

Ortega FB, Chillón P, Ruiz JR, Delgado M, Albers U, Alvarez-Granda JL, et al. Sleep patterns in Spanish adolescents: associations with TV watching and leisure-time physical activity. *Eur J Appl Physiol* 2010;110:563-573.

Ortega FB, Ruiz JR, Castillo R, Chillón P, Labayen I, Martínez-Gómez D, et al. Sleep duration and cognitive performance in adolescence. The AVENA study. *Acta Paediatr* 2010;99:454-456.

Raven F, Van der Zee EA, Meerlo P, Havekes R. The role of sleep in regulating structural plasticity and synaptic strength: implications for memory and cognitive function. *Sleep Med Rev* 2018; 39:3-11.

Short MA, Gradisar M, Lack LC, Wright H, Carskadon MA. The discrepancy between actigraphic and sleep diary measures of sleep in adolescents. *Sleep Med* 2012;13:378-384.

Sowers MF, Zheng H, Kravitz HM, Matthews K, Bromberger JT, Gold EB, et al. Sex steroid hormone profiles are related to sleep measures from polysomnography and the Pittsburgh sleep quality index. *Sleep* 2008;31:1339-1349.

Tarokh L, Saletin JM, Carskadon MA. Sleep in adolescence: Physiology, cognition and mental health. *Neurosci Biobehav Rev* 2016; 70:182-188.

Ward TM, Archbold K, Lentz M, Ringold S, Wallace CA, Landis CA. Sleep disturbance, daytime sleepiness, and neurocognitive performance in children with juvenile idiopathic arthritis. *Sleep* 2010;33:252-259.

Wittert G. The relationship between sleep disorders and testosterone in men. *Asian J Androl* 2014;16:262-265.

Wolfson AR, Carskadon MA. Understanding adolescents' sleep patterns and school performance: a critical appraisal. *Sleep Med Rev* 2003;7:491-506.

Yang CK, Kim JK, Patel SR, Lee JH. Age-related changes in sleep/wake patterns among Korean teenagers. *Pediatrics* 2005;115 (suppl):250-256.