

수면이 균형조절과 시각적 자극 반응시간에 미치는 영향

Effects of Sleep on Balance Control and Reaction Time to Visual Stimuli

박수경^{1,2} · 박정아³ · 박강희^{2,4} · 김주현⁵ · 홍용근^{1,2,6}

Sookyoung Park,^{1,2} Jung-A Park,³ Kanghui Park,⁴ Joo-Heon Kim,⁵ Yonggeun Hong^{1,2,6}

■ ABSTRACT

Objectives: To find evidence that sleep is necessary for normal brain function, thus indicating that declines in both sleep quality and quantity are related to worse performance of many daily tasks and deteriorated physical functions. The present study investigates the relationships of balance control and reaction time with sleep quality.

Methods: 58 healthy (male 20, female 38) volunteers with informed consent participated in this study. The Self-reported Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) was used to evaluate sleep quality and relevant factors, and the subjects were divided into groups A (PSQI < 5) and B (PSQI ≥ 5) based on this index. Static balance control and reaction time to visual stimuli were conducted to assess their relationship with sleep quality.

Results: Group B exhibited excessive daytime sleepiness significantly more often compared to group A. Static balance control did not markedly change relative to sleep quality, but reaction time and error to visual stimuli were significantly increased in group B compared to group A.

Conclusion: These findings indicate that a decline in sleep quality can result in delayed reactions, as well as decreased accuracy of these reactions. They also suggest that low sleep quality may be associated with changes in physical functions, including balance control through reduced selective attention. **Sleep Medicine and Psychophysiology 2016 ; 23(2) : 68-76**

Key words: Sleep · Balance control · Reaction time · Physical phenomena.

68

서 론

수면은 생명유지와 일상생활 영위에 필수적인 요소로서, 건강한 수면은 회복력(resilience)의 향상과 관련이 있으며,

이를 통해 정신적, 신체적 건강을 증진시키는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2015). 2014년 생활시간조사에 따르면, 우리나라 일평균 수면시간은 7시간 59분으로 과거에 비해 점차 증가하는 추세이지만, 여전히 OECD 회원국 중 최하위

Received: November 5, 2016 / **Revised:** December 14, 2016 / **Accepted:** December 15, 2016

한국연구재단(NRF)의 지원을 받아 수행됨(NRF-2012R1A1A2005089, NRF-2013R1A2A2A01067169 to Y.H., NRF-2014R1A1A3051724 to S.P.).

¹인제대학교 의생명공학대학 물리치료학과

Department of Physical Therapy, College of Biomedical Science & Engineering, Inje University, Gimhae, Korea

²인제대학교 u-향노화헬스케어연구소

u-Healthcare & Anti-aging Research Center (u-HARC), Inje University, Gimhae, Korea

³경남대학교 건강과학대학 물리치료학과

Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Kyungnam University, Changwon, Korea

⁴동주대학 물리치료과 *Department of Physical Therapy, Dongju College, Busan, Korea*

⁵경상대학교 수의과대학 동물의학연구소

Institute of Animal Medicine, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

⁶인제대학교 대학원 재활과학과 *Department of Rehabilitation Science, Graduate School of Inje University, Gimhae, Korea*

Corresponding author: Yonggeun Hong, Department of Physical Therapy, College of Biomedical Science & Engineering, Inje University, 197 Inje-ro, Gimhae 50834, Korea

Tel: 055) 320-3681, Fax: 055) 329-1678, E-mail: yonghong@inje.ac.kr

Corresponding author: Joo-Heon Kim, Department of Physiology, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, 501 Jinju Dae-ro, Jinju 52828, Korea

Tel: 055) 772-2344, Fax: 055) 772-2349, E-mail: joohkim@gnu.ac.kr

수면과 균형조절 및 시각적 자극 반응시간

수면에 머물러 있다(통계청 2015). 수면시간의 감소는 피로감, 혼돈, 불안정성과 집중력 감퇴, 공격성 등 정신 생리적 기능의 변화를 초래할 뿐만 아니라, 주의력장애, 기억력 저하 및 인지기능(Cognitive function)의 장애를 유발하기도 한다(Dinges 등 1997 ; Ferrie 등 2011). 이와 같이 수면부족에 의한 피로감과 주간졸음은 사회적, 직업적 업무수행능력을 저하시키고, 때로는 안전사고의 증가를 초래하기도 한다(Thomas 등 2000). 수면은 여러 가지 지표에 근거하여 평가할 수 있는데, 잠들기까지 걸리는 시간, 수면의 시간, 수면도중 일어난 횟수 등과 같은 양적인 지표뿐만 아니라, 수면의 깊이, 자고 난 후 느끼는 휴식의 정도, 수면에 대한 만족감 등 질적인 지표 역시 평가요소에 포함된다(Gregory와 O'connor 2002). 특히 수면의 질적 평가는 자신의 수면상태에 대한 주관적인 평가와 함께 수면제의 복용여부, 주간 졸림 여부, 수면의 시간, 수면 효율성 등의 항목을 통해 이루어진다(Schredl 등 2007). 수면의 질적인 지표는 양적인 지표 보다 삶의 만족, 건강, 분노, 우울과 같은 정서 상태와 관계가 있는 것으로 알려져 있으며(Pilcher 등 1997), 수면의 질 저하는 전반적인 건강문제 뿐만 아니라, 정신적 질환을 야기할 수 있고, 삶의 질에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다(Curcio 등 2006). 따라서 수면에 대한 정확한 평가를 통해 누적된 피로의 정도를 확인하고, 이를 제거하는 것은 잠재적 위험인자로부터 신체적 및 정신적 건강을 지키기 위해 필수적이다.

균형이란 정지 또는 움직이는 기저면에 대하여 최소한의 자세동요(Postural sway)로 신체중심을 유지하거나 제어할 수 있는 능력을 의미하는데(Shumaway-Cook과 Horak 1995), 움직이지 않고 중력 중심을 지지면 내에 두어 자세를 유지하는 정적균형과 신체가 움직이는 동안에 자세를 유지하는 동적균형으로 나눌 수 있다(Ross와 Guskiewicz 2004). 균형조절은 다양한 기계적, 인지적, 생리적, 감각운동 및 심리적 요인에 영향을 받는 정교한 신경생리학적 조절작용으로서(Di Fabio와 Emasithi 1997), 정상적인 균형 조절반응은 시각, 전정감각, 체성 감각의 통합과 함께 근골격계의 운동조절기전을 요구하며, 이 모든 통합된 정보를 이용하여 신체를 적절하게 조절할 수 있을 때 균형이 유지된다(Wade와 Jones 1997). 균형제어에서 신경계, 특히 대뇌의 기능은 매우 복잡하게 관여하는데(Horak 2006), 인지 기능은 감각정보를 수용, 처리 및 통합하여 적절한 운동반응을 결정하는데 관여하며, 기억력은 예전에 사용하였던 운동 및 자세 전략을 회상하여 현재 발생하고 있는 자세동요에 적절하게 반응하는데 작용한다(Borel과 Alescio-Lautier 2014). 수면박탈(Sleep deprivation)은 자세안정과 운동조절기능 및 평형기능을 떨어뜨리는 것으로 보고되고 있는데

(Gribble와 Hertel 2004 ; Lee 2010), 이는 수면박탈이 인지 기능과 기억력의 저하를 야기하기 때문인 것으로 추측된다. 수면문제에 의해 영향을 받을 수 있는 또 다른 대뇌의 기능 중 하나는 주의력(Attention)으로, 주의력(혹은 집중력)은 많은 정보 중에서 정해진 특정 정보를 선택하여 해결하는 인지능력을 의미하는데, 이는 균형능력을 향상시키는데 요구되는 매우 중요한 기능으로 보고되고 있다(Tsang 등 2016). 지금까지 수면문제에 의해 야기되는 인지장애와 기억력 감퇴는 다양한 형태로 보고되고 있으나, 수면의 질에 따른 균형조절 및 주의력과 관련된 연구들은 아직까지 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 일상적인 생활을 영위하는 건강한 성인남녀에서 수면의 질을 평가하고, 수면의 질이 균형조절과 시각적 자극 반응시간에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 시각적 자극반응시간은 선택적 주의력(selective attention)을 평가하기 위해 측정하였으며, 선택적 주의력은 균형조절능력에 대한 근거로 분석하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 18~24세의 건강한 남성 20명과 여성 38명을 대상으로 하였으며, 대상자 본인과의 인터뷰를 통하여 정형외과적, 신경학적 질환이 있거나 자세유지 및 균형조절에 장애가 있는 대상자는 제외하였다. 본 연구에 참여하는 대상자 선발은 헬싱키 선언(Declaration of Helsinki)에 근거하여 연구의 목적과 연구 참여 중 일어날 수 있는 정신적, 신체적 위해를 대상자에게 충분히 설명한 후 서면으로 본인의 동의서(written informed consent)를 받고 확정하였다. 본 연구의 계획과 방법은 인제대학교 기관생명윤리위원회(IRB)에서 제공하는 심의규정에 준하여 진행되었다.

2. 수면평가도구

1) 피츠버그 수면의 질 지수(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)

PSQI는 자가 보고식으로 지난 한 달 이내의 수면에 대한 질을 평가하기 위한 척도로서, 19문항의 본인 평가 문항과 5문항의 함께 사는 사람에게 의한 평가로 총 24문항으로 구성되어 있다. 19문항의 본인 평가 사항은 주관적 수면의 질(subjective sleep quality), 수면잠복(sleep latency), 수면기간(sleep duration), 습관적 수면효과(sleep efficiency), 수면방해(sleep disturbances), 수면약물 이용(sleeping medication use), 낮 시간 기능장애(daytime dysfunction)와 같

은 7가지 평가항목으로 구성된다. 각 항목은 0~3점으로 평가되며, '0'점은 아무런 어려움이 없다는 것을 나타내며, '3'점은 심각한 어려움을 나타낸다. PSQI 총점의 범위는 0~21점이며, 높은 점수가 더 나쁜 수면의 질을 표시하는 방식으로, 총점 5점을 초과 시에는 수면의 질이 나쁘고 수면장애 가능성이 있음을 의미한다(Buysse 등 1989 ; Chang 등 2015).

2) 아침 기상 시 졸린 정도(Stanford Sleepiness Scale, SSS)

주간 각성 정도를 측정하는 도구 중 한 항목인 아침 기상 시 졸린 정도는 다음과 같은 8점 척도로 평가한다. 1점, 활동적이고 민첩하게 느껴진다, 완전히 깨어 있다 ; 2점, 높은 수준의 활동이 가능하지만 최고 상태는 아니다, 집중은 할 수 있다 ; 3점, 이완되고 깨어있지만, 완전히 정신이 맑거나 민첩하지는 않다 ; 4점, 약간 몽롱하지만 그다지 심각한 수준은 아니며, 기력이 다소 없는 정도이다 ; 5점, 몽롱하다, 깨어있는 것 자체에 관심이 없고 느려져 있다 ; 6점, 잠이 덜 깨서 다시 눕고 싶고 잠을 더 자려고 노력하고 머리가 무겁고 기분이 좋지 않다 ; 7점, 몽상에 잠겨있고 곧 다시 잠들고 싶어 하고 기분이 좋지 않다 ; 8점, 몽상에서 헤어날 수 없어 깨지 못한다.

3) 주간 졸린 정도(Epworth Sleepiness Scale, ESS)

낮 시간에 과도한 졸음이 발생하는 정도(possible excessive daytime sleepiness)를 평가하기 위해 주간 졸린 정도를 사용하였다. 책을 읽거나, 텔레비전을 시청하는 등 일상 생활에서 쉽게 접할 수 있는 8가지 상황을 문항으로 제시하고, 각 상황에서 졸릴 가능성에 대하여 다음과 같이 4점 척도로 평가하였다. 0점, 졸지 않는다 ; 1점, 졸 확률이 약간 있다 ; 2점, 졸 확률이 중등도이다 ; 3점, 졸 확률이 높다. 총점이 10점 이상이면 과도한 주간 졸음 증상으로 판단한다.

3. 체성분과 신체특성의 분석

본 연구에서는 신장 측정계(BSM330, (주)바이오스페이

스, 충청남도 천안시)와 체지방 측정기기(Inbody system 330, 2등급, (주)바이오스페이스, 충청남도 천안시)를 사용하여 연구대상자의 체성분과 신체특성을 분석하였다. 특히, 체질량지수(Body mass index; BMI)는 비만을 진단하는 가장 보편적인 기준으로, 수면의 질에 따른 체질량지수의 차이를 알아보았다. 혈압과 심박수는 자동혈압계(BPBIO320, (주)바이오스페이스, 충청남도 천안시)로 측정하였다.

4. 균형조절의 평가

연구대상자의 균형조절은 Tetra-ataxiometric posturography Tetra[®](Sunlight Medical Ltd., Ramat Gan, Israel)를 이용하여 평가하였다. Tetra[®]의 지면반력장치는 4개의 독립적인 발판(좌, 우측의 뒤꿈치와 발바닥부분)으로 구성되어 있고, 각 발판에서 감지하는 체중의 변화를 통해 체중 이동패턴과 자세변인들을 산출하여 자세동요가 평가된다(Kim 등 2011). Table 1과 같은 8가지 자세를 1세트, 총 3번 반복측정 하였고 각 세트가 끝나면 충분히 휴식을 취하게 하였다. Tetra[®]를 이용한 균형능력 평가는 대상자가 발판 위에 올라가 손잡이를 잡지 않은 채, 가만히 선 자세에서 실시하였다.

5. 시각적 반응시간 및 오류의 측정

본 연구에서는 '자극에 대한 반응시간 측정' 소프트웨어(Ver.1.5.2, 서울대학교 제공)를 이용하였는데, 특히 색깔과 모양의 차이를 이용하여 생성한 시각적 자극에 대한 반응시간을 측정하였다. 대상자가 특정한 자극모양에 대한 반응으로 마우스를 클릭할 때까지 걸리는 시간과 잘못 반응했을 때 오류의 횟수는 자동으로 기록되었다(Park과 Kim 2010). 시각적 자극에 대한 반응시간의 측정은 난이도가 가장 낮은 단순과제로부터 난이도가 가장 높은 변별과제까지 3단계로 구성하여 진행하였다. 첫 번째 단계는 '자극에 대한 단순 판단 반응 시간 측정'으로, 검은색 바탕화면에서 남색 바탕화면으로 바뀌면 마우스를 클릭하게 하였다. 두 번째 단계는 '자극의 종류에 따른 변별 판단 반응 시간 측정'으로,

Table 1. Testing conditions for the posturographic test

Positions	Head position	Eyes	Ground	Purpose
NO	Neutral	Open	Solid	Neutral position
NC	Neutral	Closed	Solid	Elimination of visual system
PO	Neutral	Open	Pillows	Elimination of somatosensory system
PC	Neutral	Closed	Pillows	Elimination of visual and somatosensory system
HR	Rotated to the right	Closed	Solid	Elimination of visual system and vestibular stress
HL	Rotated to the left	Closed	Solid	Elimination of visual system and vestibular stress
HB	Backward	Closed	Solid	Elimination of visual system, vestibular and cervical stress
HF	Forward	Closed	Solid	Elimination of visual system, vestibular and cervical stress

비슷한 형태의 사람 그림 중에서 자극모양에 해당하는 그림이 나오면 마우스를 클릭하게 하였다. 마지막 단계는 '어떤 생각 중에 특정한 자극에 대한 반응 시간 측정'으로, 100부터 1까지 거꾸로 숫자를 세는 동안 특정한 자극그림이 나오면 마우스를 클릭하게 하였다. 각 단계에서 대상자가 특정 자극에 반응하는데 걸리는 시간을 측정하였고, 자극에 대한 잘못된 반응(오류)의 횟수를 함께 측정하였다. 총 3단계의 실험과정을 1세트로 하여 3세트를 반복하였으며, 각 실험단계와 세트 사이에는 충분한 휴식시간을 제공하였다.

6. 통계분석

연구대상자의 일반적 특성 및 체성분, 신체특성, 수면 특성 및 균형능력을 비교분석하기 위해 독립 T-검정(Independent T-test)을 실시하였고, 수면의 질에 따른 반응시간과 오류의 차이를 알아보기 위해 이요인반복측정분산분석(Two-way repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 통계분석은 SPSS 20.0 버전을 사용하였고, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

연구 결과

1. 연구대상자의 분류 및 일반적 특성

연구대상자 중 PSQI 5 미만인 대상자는 'A'군으로, PSQI

5 이상인 대상자는 'B'군으로 분류하였다. 대상자의 일반적 특성을 비교해본 결과, A군은 14명(44%)의 여성과 18명(56%)의 남성, B군은 20명(77%)의 여성과 6명(23%)의 남성으로 구성되었다. 대상자들의 평균 연령은 A군은 19.75(± 1.22)세, B군은 19.88(± 1.14)세로 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 평균 신장은 A군은 167.45(± 8.23) cm, B군은 165.71(± 8.76) cm로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 평균 체중은 A군은 68.64(± 14.84) kg, B군은 63.30(± 16.48) kg으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

2. 체성분과 신체특성의 비교

수면이 체성분 및 신체특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 연구의 대상자들을 각각 남성과 여성으로 나누어 비교분석한 결과는 다음과 같다(Table 3). BMI의 결과에서 남성의 경우, A군은 25.69(± 3.94), B군은 27.17(± 5.80)으로 수면의 질이 낮은 대상자에서 높게 나타났으나, 유의한

Table 2. General characteristics of subjects

	A group (n = 32)	B group (n = 26)	p value
Sex	Male	14 (44%)	6 (23%)
	Female	18 (56%)	20 (77%)
Age (years)	19.75 \pm 1.22	19.88 \pm 1.14	0.669
Height (cm)	167.45 \pm 8.23	165.71 \pm 8.76	0.439
Body weight (kg)	68.64 \pm 14.84	63.30 \pm 16.48	0.201

The values are means \pm SD

Table 3. Body composition and physical characteristics of subjects

	A group (n = 32)	B group (n = 26)	p value
Height (cm)	Male	174.35 \pm 6.13	178.23 \pm 2.14
	Female	162.08 \pm 5.01	161.95 \pm 5.94
Body Weight (kg)	Male	78.26 \pm 13.85	86.22 \pm 17.68
	Female	61.15 \pm 10.92	56.44 \pm 7.72
Skeletal Muscle Mass (kg)	Male	34.81 \pm 4.02	36.37 \pm 2.91
	Female	22.21 \pm 3.12	21.91 \pm 2.90
Body Fat Mass (kg)	Male	17.03 \pm 8.38	22.32 \pm 15.11
	Female	20.28 \pm 6.82	16.06 \pm 4.06
%Body Fat	Male	20.84 \pm 6.69	24.13 \pm 11.32
	Female	32.58 \pm 5.28	28.18 \pm 4.64
Waist-Hip Ratio	Male	0.88 \pm 0.04	0.90 \pm 0.06
	Female	0.85 \pm 0.05	0.83 \pm 0.04
BMI (kg/m ²)	Male	25.69 \pm 3.94	27.17 \pm 5.80
	Female	23.23 \pm 3.43	21.51 \pm 2.21
SBP (mm Hg)	Male	124.21 \pm 10.64	124.83 \pm 9.02
	Female	110.17 \pm 9.55	112.45 \pm 10.89
DBP (mm Hg)	Male	74.71 \pm 7.48	72.33 \pm 4.23
	Female	71.89 \pm 11.10	72.30 \pm 8.48
Pulse (bpm)	Male	78.36 \pm 11.24	83.17 \pm 17.22
	Female	93.33 \pm 10.34	98.30 \pm 14.76

The values are means \pm SD. * : < 0.05 , A vs B group

차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 반면, 여성의 경우는 BMI가 A군은 $23.23(\pm 3.43)$, B군은 $21.51(\pm 2.21)$ 으로 수면의 질이 낮은 대상자에서 낮게 나타났으나, 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 특히, 여성의 경우는 수면의 질이 낮은 B군에서 체지방량($p = 0.024$)과 체지방률($p = 0.010$)이 A군에 비해 유의하게 낮게 나타났다($p < 0.05$).

3. 수면특성에 대한 비교

PSQI 5점을 기준으로 분류한 두 실험군에서 PSQI는 A군이 $2.84(\pm 1.02)$ 점, B군이 $7.00(\pm 2.28)$ 점으로 나타나, 두 실험군 사이에서 유의한 차이를 확인하였다($p < 0.001$). 하지만 하루 총 수면시간은 A군이 $8.004(\pm 1.12)$ 시간, B군이 $7.67(\pm 1.66)$ 시간으로, 유의한 차이를 보이지 않았다. 두 실험군에서 아침 기상 시 졸린 정도(SSS)는 A군이 $3.13(\pm 1.28)$ 점, B군이 $4.62(\pm 1.58)$ 점으로, 수면의 질이 낮은 B군에서 유의하게 높게 나타났다($p < 0.01$). 반면, 주간 졸린 정도(ESS)는 두 실험군에서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

4. 수면의 질에 따른 균형조절 비교

수면의 질에 따른 균형조절을 비교분석하기 위하여, 연구 대상자의 균형조절능력을 Tetrax[®]을 이용하여 측정하였다(Table 5). 총 8가지 자세, 눈 뜨고 머리 정위하여 서기(NO), 눈 감고 머리 정위하여 서기(NC), pillow 위에 올라가 눈 뜨고 머리 정위하여 서기(PO), pillow 위에 올라가 눈 감고 머리 정위하여 서기(PC), 눈 감고 머리를 오른쪽으로 돌리고 서기(HR), 눈감고 머리를 왼쪽으로 돌리고 서기(HL), 눈 감고 고개를 뒤로 젖히고 서기(HB)와 눈감고 고개를 아래로 젖히고 서기(HF)에서 균형을 평가하였다. 8가지 자세 모두에서 수면의 질이 낮은 B군의 자세동요(Postural sway) 점

Table 4. The comparison about sleep characteristics of subjects

	A group (n = 32)	B group (n = 26)	p value
PSQI (Score)	2.84 ± 1.02	7.00 ± 2.28	0.000 [†]
Sleep duration (hr)	8.00 ± 1.12	7.67 ± 1.66	0.370
SSS (Score)	3.13 ± 1.28	4.62 ± 1.58	0.001*
ESS (Score)	6.41 ± 3.05	7.38 ± 3.23	0.241

The values are means \pm SD. * : < 0.01 , A vs B group, [†] : < 0.001 , A vs B group. PSQI : Pittsburg sleep quality index, SSS : Stanford Sleepiness Scale, ESS : Epworth Sleepiness Scale

Table 6-1. The comparison of reaction time by sleep status

	RT1 (ms)	RT2 (ms)	RT3 (ms)	F	p value
A group (n = 32)	435.30 ± 56.47	620.45 ± 65.01	697.73 ± 81.36	351.149	0.000*
B group (n = 26)	438.79 ± 55.81	631.77 ± 53.96	752.70 ± 124.43		

The values are means \pm SD. * : < 0.001

수면과 균형조절 및 시각적 자극 반응시간

수가 A군보다 높게 측정되었으나, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

5. 수면이 시각적 반응시간 및 반응의 정확도에 미치는 영향

1) 수면의 질에 따른 시각적 반응시간의 분석

수면이 시각적 반응시간에 미치는 영향을 비교분석하기 위해, '자극에 대한 반응 시간 측정' 소프트웨어 Ver.1.5.2를 이용하여, 시각적 자극에 대한 반응시간을 측정하였다. 그 결과 A, B군 모두 난이도가 증가함에 따라 반응시간이 유의하게 증가하는 것으로 나타났으나($p < 0.001$), 두 실험군 간 유의한 차이는 나타나지 않았다. 반면 수면과 반응시간의 난이도 사이에는 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났으며($F[2,51] = 9773.46, p = 0.047$), 특히 수면의 질이 낮은 B군은 과제의 난이도가 증가함에 따라 반응시간이 선형적으로 증가하는 것으로 확인되었다(Table 6-1). 즉, 1단계보다 2,3단계의 반응시간은 유의하게 증가하였고($p < 0.05$), 2단계보다 3단계의 반응시간이 유의하게 증가하는 것으로 확인되었다($p < 0.05$)(Figure 1A).

2) 수면의 질에 따른 반응시간 오류의 분석

수면이 시각적 자극에 대한 반응의 정확도에 미치는 영향을 평가하기 위하여, 반응시간의 측정동안 대상자들의 실패 및 오류의 횟수를 비교분석하였다. 두 실험군에서 모두 난이도가 증가함에 따라 오류의 횟수가 유의하게 증가하는 것으로 나타났으나($p < 0.001$), 마지막 3단계의 반응과제에서는 오류의 횟수가 감소하는 것으로 나타났다(Table 6-2). 또한 수면과 오류횟수 사이에는 상호작용 효과가 없는 것

Table 5. Comparison of balance control according to the quality of sleep

	A group (n = 32)	B group (n = 26)	p value
NO	17.84 ± 5.51	19.17 ± 9.64	0.512
NC	17.73 ± 5.60	18.01 ± 8.18	0.879
PO	20.30 ± 5.45	22.49 ± 10.81	0.320
PC	24.26 ± 6.58	28.03 ± 19.88	0.317
HR	20.74 ± 5.46	24.04 ± 14.25	0.233
HL	19.84 ± 5.35	22.14 ± 18.28	0.501
HB	22.15 ± 6.62	25.26 ± 23.18	0.471
HF	21.04 ± 6.05	23.67 ± 24.19	0.555

The values are means \pm SD

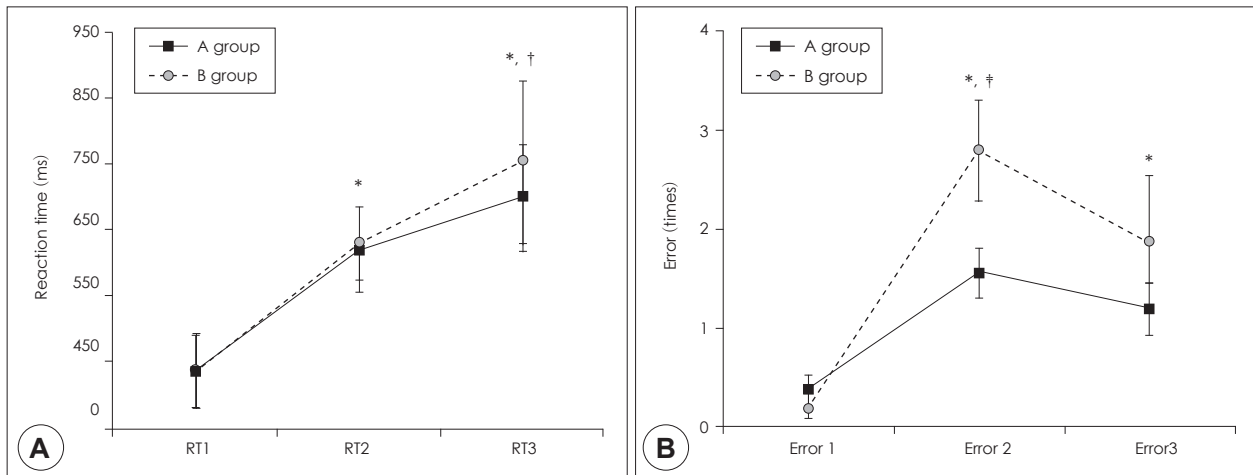


Figure 1. Reaction time and number of error are increased in both A and B groups. A : RT2 and 3 are significantly delayed compared with RT1, as well as RT3 is extended than RT2. In addition, B group showed the linear increase of RT than A group. * : < 0.05, compared with RT1, † : 0.05 compared with RT2. B : Error 2 and 3 are markedly increased than Error 1, particularly Error 2 showed significant difference between A and B groups. * : < 0.05, compared with Error1, † : < 0.05, between A and B groups

Table 6-2. The comparison of number of error by sleep quality

	Error 1	Error 2	Error 3	F	p value
A group (n = 32)	0.37 ± 0.15	1.56 ± 0.26	1.19 ± 0.26	15.543	0.000*
B group (n = 26)	0.17 ± 0.08	2.79 ± 0.52	1.88 ± 0.67		

The values are means ± SD. * : < 0.001

로 확인되었다($p > 0.05$). 반응과제에 대한 오류의 횟수는 1 단계보다 2,3단계에서 유의하게 증가하는데($p < 0.05$), 특히 수면의 질이 낮은 B군에서는 2단계의 변별과제에 대한 오류의 횟수가 A군에 비해 유의하게 높은 것으로 확인되었다 ($p = 0.040, p < 0.05$)(Figure 1B).

고찰

본 연구에서는 건강한 20대 남녀 대상자에서 수면의 질을 파악하고, 수면이 균형조절과 시각적 자극 반응시간에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 수면은 객관적인 활동이 아니므로 객관적인 측정이 어렵고, 연령별 수면양상이 다양하며, 개인마다 적정 수면양이 다르기 때문에 수면의 상태를 평가하는 것은 객관적인 양적 지표와 주관적인 질적 지표가 함께 사용되어야 한다. 본 연구에서 사용한 피츠버그 수면의 질 지수(PSQI)는 양적 및 질적 지표가 포함된 자기보고식(Self-report) 평가도구로서, 수면평가에 가장 널리 사용되고 있다(Buysse 등 1989 ; Byrd 등 2014 ; Chang 등 2015 ; Shin 등 2008). 본 연구에 참여한 대상자 58명의 수면상태를 PSQI로 평가한 결과, 평균 4.71(± 2.68)점으로, 최고 점수는 13점(2명), 최저 점수는 1점(4명)으로 나타났다. PSQI 점수가 5점을 초과하면 수면의 질이 저하된 것을 의미하므로, 대상자들은 5점 미만인 실험군과 5점 이상인 실험군으로

분류하였다.

수면이 체성분과 신체조성에 미치는 영향을 알아보기 위해, 두 실험군의 신장, 몸무게, BMI, 혈압 및 맥박을 비교하였으나, 유의한 차이가 없었다. 최근 증가하고 있는 비만과 관련된 연구들은 비만에 기여하는 요인 중 하나로 수면시간의 단축을 제시하고 있으며(Anic 등 2010), 수면시간의 부족은 체질량지수, 체지방률 및 허리둘레의 증가와 연관이 있다고 보고하고 있다(Kim 등 2014 ; Park 등 2014). 이에 대한 기전으로 수면시간 부족에 따른 인슐린 저항성 증가가 보고된 바 있고(Liu 등 2011), 그 외에도 당대사조절 기전, 식욕 및 체지방량분포와 같은 체내 생리적 시스템에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 선행연구와 달리 수면의 질이 낮았던 여성 대상자에서 체지방량과 체지방률이 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 선행연구들은 BMI 등 신체조성인자의 변화에 수면시간 단축이 중요하게 관련된다고 보고하고 있지만, 본 연구에 참여한 두 실험군의 평균 수면시간은 모두 7시간 이상으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉 수면시간에서 유의한 차이를 보이지 않았기 때문에, 선행연구와 일치하지 않는 결과가 도출된 것으로 사료된다. 또한 본 연구의 체성분 및 신체특성 비교에서 남성과 여성의 결과가 일정부분에서 다르게 나타나기도 했는데, 이러한 차이는 남성과 여성의 수면효율성이 서로 다르기 때문인 것으로 설명되기도 한다(Roehrs 등 2006 ;

Wu 등 2012). 즉 남성이 여성에 비해 수면시간 동안 깨는 경우가 많고, 가장 깊은 수면단계인 회복기(3, 4단계)에서 보내는 수면시간이 적어 효율적인 수면시간을 보내지 못하는 것으로 알려져 있다(Roehrs 등 2006).

본 연구에서는 수면의 질이 낮을수록 아침 기상 시 졸린 정도가 유의하게 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 심한 주간 졸림이 있을수록 수면의 질이 낮아진다고 보고한 Kim과 Yoon (2013)의 연구결과와 일치하였다. 또한 수면의 질이 양호한 대상자의 수면시간은 8.00(± 1.12)시간, 수면의 질이 낮은 대상자의 수면시간은 7.67(± 1.66)시간으로, 유의한 차이가 없었다. 그럼에도 불구하고, PSQI 점수가 두 실험군에서 유의하게 차이가 나는 이유는 비슷한 시간을 자더라도 아침 기상 시 어려움이 있거나 피로감이 남아있는 등 수면에 대한 질적 만족도가 떨어지기 때문인 것으로 사료된다.

수면은 면역기능, 체온조절, 항상성 유지 등 신체회복에 필수적인 신경생리작용으로, 기억력, 집중력, 판단력 등 인지기능을 향상시키고, 나아가 삶의 질에 중요한 영향을 끼친다(Curio 등 2006 ; Lee 등 2015 ; Shin 등 2008). 반면, 수면박탈은 민첩성과 평형성, 전신지구력 등에 유의한 변화를 일으킬 뿐만 아니라(Lee 2014), 자세조절 및 평형능력을 저하시키는 것으로 보고되었다(Lee 2010). 따라서 본 연구에서는 신체의 균형조절능력이 수면과 어떠한 연관성을 가지는지 알아보기 위해 Tetrax[®]를 이용해 균형조절능력을 측정하였다. Tetrax[®]는 민감도와 특이도가 높아 균형조절능력 평가에 적합하고, 균형능력 증진에 사용되기도 한다(Kim 등 2011). 본 연구대상자의 균형조절능력을 수면의 질에 따라 비교분석한 결과, 모든 자세에서 수면의 질이 낮은 대상자의 자세동요 정도가 더 크게 나타났으나, 통계학적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 PSQI가 5점 이상으로 분류되면서, 섬유근육통을 가진 사람들에서 균형 및 자세조절이 감소하고, 낙상의 위험이 증가되어 있음을 보고한 Akkaya 등(2013)의 결과와 일치하지 않았다. 균형제어 기전에는 다양한 시각, 전정감각 및 체성감각 등의 다양한 감각요소가 관여하는데, 고유수용성감각정보 기능이 저하되면 보호반사 능력과 자세조절, 관절의 운동능력, 자세동요 등 균형능력이 저하될 가능성이 높아진다(Horak 2006 ; Wade와 Jones 1997). 따라서 섬유근육통을 가지는 사람들은 염증 및 근육 통증으로 인해 고유수용성 감각이 현저하게 떨어져 있을 가능성이 높다. 반면, 정상인을 대상으로 한 Lee(2010)의 연구에서는 직접적인 수면박탈이 자세 및 평형조절능력을 떨어뜨릴 수 있음을 확인하였다. 이러한 수면 부족에 의해 동반되는 균형조절 실패는 각성의 정도가 감

소하기 때문으로 알려져 있는데(Liu 등 2001), 이는 주의력 혹은 집중력의 저하가 신체의 균형조절에 유의한 영향을 미칠 수 있는 요소임을 의미하는 것이다. 주의력은 특정 정보를 선택하는 인지능력으로서, 정해진 시간 동안 집중하여 개수를 세는 등의 해결과정을 통해 주의력을 담당하는 뇌 부위가 활성화된다. 주의력은 주의를 유지할 수 있는 지속적인 주의력, 무관한 자극을 무시하고 특정 자극에만 주의를 집중하는 선택적 주의력, 그리고 두 가지 이상의 여러 자극에 적절히 주의를 배분하는 능력으로 나누어진다. 이와 관련된 뇌 부위로는 전두엽의 앞부분, 두정엽, 고물체, 중간뇌의 윗부분, 시상 그리고 두레엽 피질 등이 있고, 이러한 뇌 부위에 손상이 오면 주의력에 장애가 발생한다. 주의력 중에서도 신체의 자세를 조화롭게 유지 및 조절하고, 동요를 최소화하기 위해서는 선택적 주의력이 필수적으로 요구되는데(Tsang 등 2016), 수면의 질이 선택적 주의력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 본 연구에서는 시각적 자극에 대한 반응시간을 측정하여 비교분석하였다. 그 결과, 두 실험군 모두 반응시간 과제의 난이도가 증가함에 따라 반응시간이 함께 증가하였는데, 수면의 질이 낮은 대상자에서는 반응시간이 선형적으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히 수면과 반응시간 사이에서는 유의한 상호작용이 나타났는데, 이를 통해 수면의 질이 낮을수록 시각적 자극에 대한 반응속도가 지연되고, 오차횡수가 유의하게 증가함으로써 반응의 정확도에도 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 이는 하루 동안 수면을 하지 못한 실험군이 수면을 적절히 취한 실험군보다 반응시간이 더 느렸음을 보고한 선행연구와 동일한 결과이다(Taheri와 Arabameri 2012). 또한 수면의 질이 낮은 대상자에서 오류의 횟수가 증가하는 것은 수면시간이 부족할수록 반응시간 검사 시 오류 횟수가 증가함을 보고한 선행연구의 결과와 일치하는 결과이다(Louca와 Short 2014). 이러한 결과를 통해 수면의 질 저하는 선택적 주의력을 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 건강하지 못한 수면패턴은 선택적 집중력의 저하를 야기하고, 이것이 균형조절능력에 영향을 미칠 것으로 예측하였으나, 이러한 가설을 검증하지 못하였다. 이는 균형조절에 영향을 미치는 요소가 선택적 집중력 이외에도, 시각, 체성감각 및 전정감각 등 다양한 요소가 관여하기 때문인 것으로 사료된다. 실제로 자세유지 및 균형제어에 관여하는 감각요소들 중 시각은 매우 큰 비중을 담당하고 있으며, 시각이 차단된 상태에서는 고유수용성감각이 이를 보완하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에 참여한 대상자들은 건강한 20대 성인으로, 선택적 주의력의 저하가 발생하더라도, 시각 및 고유수용성감각이 이를 보완할 수 있

기 때문에 수면의 질 저하에 따른 균형조절의 변화를 확인하기 위해서는 동적 균형조절을 분석하거나 다른 보완적 방법을 사용해야 할 것으로 사료된다. 또한 대상자들의 수면상태를 PSQI 단일 설문지만으로 평가한 점 역시 본 연구의 제한점이며, 수면에 대한 보다 정확한 평가를 위해서는 수면다원검사(polysomnography)가 이뤄져야 할 것으로 사료된다. 수면다원검사는 수면 중의 생리적 변화를 연속적으로 파악할 수 있는 임상 신경생리학적 검사방법으로, 뇌파, 유발전위, 안전도(EOG recording), 근전도 등 여러 가지 생리 지표들을 같이 기록하여 수면상태를 평가하는 방법이다(Lee 1999). 본 연구의 또 다른 제한점 중 하나는 통계학적 유의성을 확인하기에 표본의 수가 부족하다는 것이다. 향후 이러한 여러 가지 제한점을 검증, 보완하여 추가적인 연구가 이뤄진다면, 수면이 어떠한 기작을 통하여 신체기능의 회복과정에 관여하는지 좀 더 명확히 과학적 근거를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

목적 : 수면은 신체의 기능을 회복시키고 항상성을 유지시키는 인체의 필수적인 생리작용으로, 수면의 질 저하는 전반적인 건강문제를 야기 시키는 것으로 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 수면과 균형조절능력의 관계에 대해 규명하기 위하여, 수면이 균형조절과 시각적 반응시간에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

방법 : 본 연구에 참여하기를 서면 동의한 건강한 20대 남녀 58명을 대상으로 PSQI를 이용하여 수면의 질을 평가한 다음, PSQI 점수에 따라 대상자를 A군(PSQI <5)과 B군(PSQI ≥5)으로 분류하였다. 이후 대상자들의 체성분과 신체특성, 균형조절, 시각적 반응시간 및 오류횟수를 각각 측정하였다.

결과 : 수면의 질이 양호한 A군에 비해 수면의 질이 낮은 B군에서 아침기상 시 졸린 정도가 유의하게 높은 것으로 나타났다. 수면이 체성분에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해 두 실험군의 신체조성을 비교한 결과, 수면의 질이 낮은 여자 대상자들의 체지방량과 체지방률이 유의하게 낮은 것으로 확인되었다. 또한 수면상태에 따른 균형을 비교한 결과, 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 시각적 반응시간에서는 유의한 증가가 확인되었다. 특히 수면의 질이 낮은 B군에서 반응시간은 선형적으로 유의하게 증가하였으며, 오차횟수 역시 증가하는 것으로 나타났다.

결론 : 수면의 질 저하는 반응속도를 지연시키고, 반응의 정확도를 감소시키는 것으로 나타났는데, 이러한 선택적

주의력의 저하는 균형조절에 영향을 끼칠 수 있고, 이로 인해 예상하지 못한 순간에 낙상 등의 손상을 입을 위험이 증가할 수 있다.

중심 단어 : 수면 · 균형조절 · 반응시간 · 신체 현상.

REFERENCES

- 통계청. 2014년 생활시간조사 결과;2015.
- Akkaya N, Akkaya S, Atalay NS, Acar M, Catalbas N, Sahin F. Assessment of the relationship between postural stability and sleep quality in patients with fibromyalgia. *Clin Rheumatol* 2013;32:325-331.
- Anic GM, Titus-Ernstoff L, Newcomb PA, Trentham-Dietz A, Egan KM. Sleep duration and obesity in a population-based study. *Sleep Med* 2010;11:447-451.
- Borel L, Alescio-Lautier B. Posture and cognition in the elderly: interaction and contribution to the rehabilitation strategies. *Neurophysiol Clin* 2014;44:95-107.
- Buyse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res* 1989;28:193-213.
- Byrd K, Gelaye B, Tadessea MG, Williams MA, Lemma S, Berhanec Y. Sleep Disturbances and Common Mental Disorders in College Students. *Health Behav Policy Rev* 2014;1:229-237.
- Chang JH, Huang PT, Lin YK, Lin CE, Lin CM, Shieh YH, et al. Association between sleep duration and sleep quality, and metabolic syndrome in Taiwanese police officers. *Int J Occup Med Environ Health* 2015;28:1011-1023.
- Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L. Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Med Rev* 2006;10:323-337.
- Di Fabio RP, Emasithi A. Aging and the mechanisms underlying head and postural control during voluntary motion. *Phys Ther* 1997;77:458-475.
- Dinges DF, Pack F, Williams K, Gillen KA, Powell JW, Ott GE, et al. Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. *Sleep* 1997;20:267-277.
- Ferrie JE, Shipley MJ, Akbaraly TN, Marmot MG, Kivimaki M, Singh-Manoux A. Change in sleep duration and cognitive function: findings from the Whitehall II Study. *Sleep* 2011;34:565-573.
- Gregory AM, O'Connor TG. Sleep problems in childhood: a longitudinal study of developmental change and association with behavioral problems. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2002;41:964-971.
- Gribble PA, Hertel J. Changes in postural control during a 48-hr. sleep deprivation period. *Percept Mot Skills* 2004;99:1035-1045.
- Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006;35-S2:ii7-ii11.
- Kim EY, Choi YS, Kim SM, Choi SY, Kim EH, Kim JE, et al. The association between sleep duration and body composition variables in Korean adults. *Korean J Clin Geri* 2014;15:27-34.
- Kim GH, Yoon HS. Factors influencing sleep quality in nursing students and non nursing students. *J Korean Acad Psychiatr Ment Health Nurs* 2013;22:320-329.
- Kim HS, Yun DH, Yoo SD, Kim DH, Jeong YS, Yun JS, et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. *Ann Rehabil Med* 2011;35:701-709.

18. Lee GH. Effects of stress and sleep deprivation on human postural control. *Korean J Str Res* 2010;12:327-335
- Lee HK. The effects of sleep deprivation on the exercise performance. *JCD* 2014;16:75-81.
- Lee IK. Polysomnography. *KJCN* 1999;1:230-235.
- Lee SJ, Park CS, Kim BJ, Lee CS, Cha B, Lee D. Sleep and Resilience. *Sleep Med Psychophysiol* 2015;22:53-56.
- Liu R, Zee PC, Chervin RD, Arguelles LM, Birne J, Zhang S, et al. Short sleep duration is associated with insulin resistance independent of adiposity in Chinese adult twins. *Sleep Med* 2011;12:914-919.
- Liu Y, Higuchi S, Motohashi Y. Changes in postural sway during a period of sustained wakefulness in male adults. *Occup Med (Lond)* 2001;51:490-495.
- Louca M, Short MA. The effect of one night's sleep deprivation on adolescent neurobehavioral performance. *Sleep* 2014;37:1799-1807.
- Park HY, Kim YS. Development of a computer-aided experiment for learning stimuli and response. *BE* 2010;38:643-656.
- Park JS, Heo NB, Byun YH, Hwang MH, Kim SH. The relation analysis of obesity and blood lipid on total physical activity level in short sleeping adults. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2014;57:879-892.
- Pilcher JJ, Ginter DR, Sadowsky B. Sleep quality versus sleep quantity: relationships between sleep and measures of health, well-being and sleepiness in college students. *J Psychosom Res* 1997;42:583-596.
- Roehrs T, Kapke A, Roth T, Breslau N. Sex differences in the polysomnographic sleep of young adults: a community-based study. *Sleep Med* 2006;7:49-53.
- Ross SE, Guskiewicz KM. Examination of static and dynamic postural stability in individuals with functionally stable and unstable ankles. *Clin J Sport Med* 2004;14:332-8.
- Schredl M, Alm B, Sobanski E. Sleep quality in adult patients with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2007;257:164-168.
- Shin SY, Lee JY, Jeong DU. Sleep Patterns and Academic Performance in Medical Students. *Sleep Med Psychophysiol* 2008;15:87-93.
- Shumaway-Cook A, Woollacott M. Motor control: Theory and practical applications. Baltimore: Williams & Wilkins;1995. p.1-20.
- Taheri M, Arabameri E. The effect of sleep deprivation on choice reaction time and anaerobic power of college student athletes. *Asian J Sports Med* 2012;3:15-20.
- Thomas M, Sing H, Belenky G, Holcomb H, Mayberg H, Dannals R, et al. Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness. I. Effects of 24 h of sleep deprivation on waking human regional brain activity. *J Sleep Res* 2000;9:335-352.
- Tsang WW, Chan VW, Wong HH, Yip TW, Lu X. The effect of performing a dual-task on postural control and selective attention of older adults when stepping backward. *J Phys Ther Sci* 2016;28:2806-2811.
- Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Phys Ther* 1997;77:619-628.
- Wu MC, Yang YC, Wu JS, Wang RH, Lu FH, Chang CJ. Short sleep duration associated with a higher prevalence of metabolic syndrome in an apparently healthy population. *Prev Med* 2012;55:305-309.