



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

서수연 교수 지도
석사학위 청구논문

한국판
캐롤린스카 졸음 척도
타당화 연구

2022

성신여자대학교 일반대학원
심리학과
이 수 진

한국판
캐롤린스카 줄음 척도
타당화 연구

서 수 연 교수 지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2021년 11월

성신여자대학교 일반대학원

심리학과


이 수 진


인 준 서

이수진의 석사학위 논문으로 인준함

2021년 11월

심사위원장 진경서 (서명 또는 )

심사위원 차옥균 (서명 또는 )

심사위원 서수연 (서명 또는 )

성신여자대학교 일반대학원

논문개요

본 연구는 한국판 캐롤린스카 졸음 척도(Karolinska Sleepiness Scale, KSS)의 신뢰도와 타당도를 확인하고 뇌파와의 관련성을 탐색적으로 살펴보고자 하였다. 이를 위해 한국판 KSS, 스탠포드 졸음 척도(Stanford Sleepiness Scale, SSS), 뇌파 검사(Electroencephalogram, EEG) 및 야간 수면다원검사(Polysomnography, PSG)를 실시하였다. 총 27명의 자료가 수집되었으며, 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 측정 시점에 따른 KSS 점수 변화를 확인하였다. KSS 점수는 깨어있는 시간이 증가할수록 상승하였으며 취침 전 가장 높은 점수를 보였다. 이에 대해 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 시간 흐름에 따라 KSS 점수가 유의미하게 변화하는 것을 확인하였다. 둘째, 한국판 KSS의 신뢰도를 검증하기 위해 집단 내 상관(Intra-Class Correlation, ICC) 분석을 실시하였다. 그 결과 ICC가 .423으로 수용 가능한 수준의 신뢰도임을 확인하였다. 셋째, 한국판 KSS 점수와 SSS 점수의 상관분석을 실시하여 수렴 타당도를 검증하였다($r=.775$, $p<.001$). 넷째, 한국판 KSS와 수면다원검사를 통해 산출된 수면잠복기(Sleep Onset Latency, SOL) 간의 상관분석을 실시한 결과, 유의한 부적 상관이 확인되어 공존 타당도를 검증하였다($r=-.488$, $p<.01$). 다섯째, KSS 점수에 따른 수면잠복기의 차이를 살펴보기 위해 집단 간 차이 검증을 실시한 결과, 유의미한 집단 간 차이가 관찰되었다. 여섯째, 한국판 KSS와 뇌파와의 관련성을 살펴보기 위해 한국판 KSS와 알파파 간의 상관분석을 실시한 결과 KSS와 좌측 후두 영역(O1), 좌측 전두 영역(F3) 및 좌측 중앙 영역(C3)에서 측정된 알파파 간의 유의미한 상관이 관찰되지 않았다. 또한 3번의 반복측정을 통해 얻어진 KSS와

알파파의 측정 시점 간 차이 점수를 산출하여 KSS 및 알파파 차이 점수 간 상관분석을 실시한 결과 유의미한 상관을 보이지 않았다. 위의 결과를 통해 한국판 KSS가 졸음을 측정하기에 신뢰롭고 타당한 도구이며 졸음의 변화를 민감하게 측정하는 도구임을 입증하였다. 다만 한국판 KSS와 알파파 간의 관련성에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 한국판 KSS의 신뢰도 및 수렴 타당도, 수면다원검사를 통한 공존 타당도가 검증되었으며, 한국판 KSS가 졸음의 변화를 민감하게 측정하는 것으로 확인되었다. 이는 한국판 KSS가 향후 추가적인 연구를 통해 다양한 현장에서 졸음을 측정할 수 있는 좋은 척도가 될 수 있는 가능성을 시사한다. 마지막으로 이러한 연구 결과를 종합하여 본 연구 의의와 제한점 및 후속 연구에 대해 논의하였다.

주요 단어: 졸음, 상태 관련 졸음, 수면다원검사, 뇌파, 수면잠복기, 알파파

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
II. 이론적 배경	6
1. 졸음	6
1) 졸음의 정의	6
2) 졸음의 이론적 모델	7
2. 졸음의 영향	10
3. 졸음의 평가 도구	11
1) 생리적 도구	11
2) 자기 보고식 질문지	14
III. 연구 문제	19
IV. 연구 방법	20
1. 연구 대상	20
2. 측정 도구	20
3. 연구 절차	25
4. 분석 방법	26

V. 연구 결과	28
1. 인구통계학적 특성	28
2. 측정 시점에 따른 KSS 점수의 변화	29
3. 한국판 KSS의 신뢰도	30
4. 한국판 KSS의 타당도	31
5. 한국판 KSS와 알파파의 상관관계	33
VI. 논의	35
1. 연구 결과에 대한 논의	35
2. 제한점 및 후속 연구를 위한 제언	39

참고문헌

ABSTRACT(영문초록)

부 록

표 목 차

<표 1> 수면다원검사의 수면 지표	23
<표 2> 연구대상자의 인구통계학적 특성 및 수면 지표 특성	28
<표 3> 측정 시점에 따른 KSS 점수 차이	30
<표 4> 한국판 KSS의 집단 내 상관	30
<표 5> 한국판 KSS의 수렴 타당도	31
<표 6> 한국판 KSS의 공준 타당도	32
<표 7> 졸음 수준에 따른 수면잠복기 비교	32
<표 8> 한국판 KSS와 알파파 간의 상관분석	34
<표 9> 한국판 KSS 및 알파파의 차이 점수 간 상관분석	34

그림 목 차

<그림 1> 수면의 2요인 모델	8
<그림 2> 수면-각성 4요인 모델	10
<그림 3> 연구 진행 시간표	25
<그림 4> 전체 연구 절차 도식	26
<그림 5> 측정 시점에 따른 KSS 점수 변화	29

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

수면은 중추신경계의 항상성 회복과 에너지 저장, 체온 조절 등과 같은 여러 가지 필수적인 생리적 기능을 담당하고 있다(Kaplan & Sadock, 1988). 충분한 수면은 조직 회복 및 면역체계 등에 영향을 미쳐 건강에 도움이 되는 반면, 수면 부족은 졸음, 피로, 집중력 감소, 공격성, 기분의 변화 등을 발생시켜 주간 기능에 영향을 미친다(Bonnet, 1986; Brendel et al., 1990; Dinges et al., 1997). 현대 사회에서 수면 부족은 많은 사람이 경험하는 문제로, 야간 수면시간의 감소, 불면증, 불규칙한 수면 및 각성 시간 등의 이유로 발생한다. 이러한 수면 부족은 졸음의 가장 큰 원인이 된다(Bixler et al., 2005; Liu et al., 2000).

졸음의 정의에 대해 명확하게 합의가 이루어지지 않았으나, 현재 가장 일반적으로 받아들여지는 졸음의 정의는 잠들기 쉬운 상태, 수면 성향(sleep propensity) 이다(Carskadon & Dement, 1979; Johns, 1998; Johns, 2008). 졸음은 대부분의 사람이 경험할 수 있는 매우 흔한 증상이기도 하지만, 신체적 질환, 약물, 정신과 질환 및 수면 장애 등으로 인해서도 과도한 졸음을 경험할 수 있다(Bixler et al., 2005; Breslau, Roth, Rosenthal, & Andreski, 1996; Chokroverty, 1996; Ford & Kamerow, 1989; Hublin, Kaprio, Partinen, Heikkilä, & Koskenvuo, 1996; Nugent et al., 2001; Ohayon, Caulet, Philip, Guilleminault, & Priest, 1997). 이러한 과도한 졸음이 지속되어 적절하지 못한 상황에서 발생하며, 일상생활의 불편을 초래하고 건강과 안전을 위협하는 경우를 주간 과다 졸림증이라고 한다(AASM, 2005). 이처럼 졸음은 일반적으로 경험할 수 있는 생리적 현상일 뿐만 아니

라 수면 장애에서 나타나는 하나의 증상이기도 하다.

졸음은 현대 사회의 주요한 사회문제로 대두되고 있는데, 이는 다양한 환경에서 졸음이 사고 및 사망의 원인이 되기 때문이다(Connor et al., 2002; Horne & Reyner, 1995; Maycock, 1996; Stutts, Reinfurt, Staplin, & Rodgman, 2001). 예를 들어, 운전 시 졸음은 교통사고를 일으키는 중요한 원인이며, 실제로 심각한 사고의 10-30%는 졸음운전으로 발생한다고 밝혀졌다(Bioulac et al., 2015; Bioulac et al., 2017; Connor et al., 2002; Horne & Reyner, 1999; Ohayon, 2012). 또한 교대근무와 같은 특수한 업무 환경에서 근무하는 사람들은 업무 중 졸음을 흔히 경험하는데(Akerstedt, 1995; Czeisler, Weitzman, Moore-Ede, Zimmerman, & Knauer, 1980), 이는 사고의 위험성을 높이며, 산업재해를 발생시킬 수 있는 중요한 요인이다(Kudielka, von Känel, Gander, & Fischer, 2004). 졸음의 영향을 최소화하여 근무환경의 안전성을 확보하고, 졸음운전으로 인한 교통사고 발생률을 낮추기 위해 졸음을 측정하는 것이 중요하다(Danisman, Bilasco, Djeraba, & Ihaddadene, 2010; Durmer & Dinges, 2005; Geiger-Brown, Lee, & Trinkoff, 2012; Landrigan, 2010; Lienhart & Maydt, 2002).

현재 졸음을 측정하는 가장 좋은 방법은 생리적 도구로, 수면다원검사(Polysomnography, PSG), 다중수면잠복기검사(Multiple Sleep Latency Test, MSLT), 각성유지검사(Maintenance of Wakefulness Test, MWT), 알파파 감쇠 검사(Alpha Attenuation Test, AAT) 등이 있다. 다중수면잠복기검사(MSLT)는 수면을 취할 수 있는 환경 속에서 얼마나 빨리 입면하는지 측정하는 검사로, 2시간 간격으로 총 5회 실시된다(Richardson et al., 1978). MSLT의 변형된 형태인 각성유지검사(MWT)는 각성을 유지하도록 안내받은 상황에서 각성 상태를 얼마나 유지할 수 있는지를 측정하는 검사이다(Mitler, Gujavarty, & Browman, 1982). 알파파 감쇠 검사(AAT)는 졸

음과 알파파가 관련이 있다는 선행 연구에 근거를 둔 검사 방법으로, 개안 및 폐안시의 알파파 값을 통해 졸음의 정도를 평가한다(Stampi, Stone, & Michimori, 1995; Torsvall & Åkerstedt, 1988). 이외에도 동공 크기를 통해 졸음의 정도를 파악하는 동공측정법 및 정신운동성 검사(Psychomotor Vigilance Task, PVT)와 같이 수행 능력 평가를 통해 졸음을 간접적으로 측정하는 방법 등이 있다. 그러나 이러한 생리적 도구는 평가 절차가 번거롭고, 시간과 비용이 많이 소요되어 현장에서 사용하기에는 어려움이 있다(Åkerstedt, Anund, Axelsson, & Kecklund, 2014).

이에 대한 대안으로 임상 현장 및 연구에서는 자기 보고식 질문지를 사용한다(Cluydts, De Valck, Verstraeten, & Theys, 2002; Shen, Barbera, & Shapiro, 2006). 졸음을 측정하는 자기 보고식 질문지는 크게 특성 관련 졸음과 상태 관련 졸음으로 구분된다. 먼저, 특성 관련 졸음을 평가하는 대표적인 질문지는 엠헤스 주간 졸림증 질문지(Epworth Sleepiness Scale, ESS)로 일상의 다양한 8가지 상황에서 졸음 정도를 4점 리커트 척도로 평정한다(Johns, 1991). 상태 관련 졸음을 측정하는 질문지는 대표적으로 스탠포드 졸음 척도(Stanford Sleepiness Scale, SSS), 졸음 시각 증상 척도(Visual Analogue Scale for sleepiness, VAS), 캐롤린스카 졸음 척도(Karolinska Sleepiness Scale, KSS) 등이 있다. 현장에서 흔하게 사용하는 SSS는 7점 리커트 척도로 각 점수마다 졸음의 정도에 대한 진술문을 제시해 현재 졸음 수준과 가장 가까운 점수를 선택하도록 한다(Hoddes, Zarcone, Smythe, Phillips, & Dement, 1973). 그러나 SSS는 각 단계에 기재된 설명의 적절성에 대한 비판을 받고 있으며, 실제 졸음 측정에 있어 졸음 외의 다른 요인들이 혼재되어 있다고 밝혀졌다(Maclean, Fekken, Saskin, & Knowles, 1992). 현장에서 자주 사용되는 또 다른 자기 보고식 질문지인 VAS는 양 끝에 반대되는 졸음 상태가 기재된 100mm 직선 위에

현재 느끼는 졸음의 정도를 표시하도록 하는 질문지이다(Monk, 1989). VAS는 구체적인 설명이 제시되지 않아, 충분한 설명이 없을 경우 측정 개념이 모호해질 수 있다는 비판을 받아왔다(Monk, 1987; Monk, 1989).

마지막으로 본 연구에서 타당화하고자 하는 캐롤린스카 졸음 척도(KSS)는 현재 졸음 수준을 측정하기 위해 개발되었다. KSS는 9점 리커트 척도로 점수별로 졸음의 상태가 기술되어 있어, 현재 자신의 상태에 가장 가까운 점수를 선택하도록 한다(Åkerstedt & Gillberg, 1990). KSS에 제시된 졸음의 상태는 모든 사람이 인지하기 쉽도록 졸음과 관련된 행동적 기준을 제시하고 있다. KSS는 다양한 생리적 도구를 통해 타당화된 척도로, 높은 신뢰도와 타당도를 확보하였으며(Åkerstedt & Gillberg, 1990; Kaida et al., 2006; Putilov & Donskaya, 2013), 졸음의 변화에 민감한 척도로 알려져 있다(Åkerstedt & Gillberg, 1990; Kecklund & Åkerstedt, 1993).

KSS는 교대근무(Axelsson, Åkerstedt, Kecklund, & Lowden, 2004; Gillberg, 1998; Härmä, Sallinen, Ranta, Mutanen, & Müller, 2002; Ingre, Kecklund, Åkerstedt, & Kecklund, 2004; Sallinen et al., 2004; Sallinen et al., 2005), 시차(Suhner, Schlagenhaut, Johnson, Tschopp, & Steffen, 1998), 운전 능력(Åkerstedt, Peters, Anund, & Kecklund, 2005; Belz, Robinson, & Casali, 2004; Horne & Baulk, 2004; Kecklund & Åkerstedt, 1993; Otmani, Pebayle, Roge, & Muzet, 2005; Philip et al., 2005; Reyner & Horne, 1998), 주의 및 수행(Gillberg, Kecklund, & Åkerstedt, 1994; Gillberg, Kecklund, & Åkerstedt, 1996; Reyner & Horne, 1998) 등과 관련된 연구 및 임상적 환경에서 널리 사용되고 있으며, 우리나라에서도 교대근무(Lee, Kim, Byun, & Jang, 2017; Son, Kong, Koh, Kim, & Härmä, 2008), 운전(Lee, Lee, & Chung, 2016; Lee et al., 2017), 인지 능력(Jung, Cho, & Kang, 2020) 등과 관련된 연구 분야에서 사용되고 있다. 그러나 졸

음을 측정하는 한국판 KSS 척도는 생리적 도구와의 관련성을 통한 타당화 작업이 아직 이루어지지 않았다. 또한 졸음은 시간에 따라 변화하는 속성을 가지고 있어(Eriksen, Åkerstedt, Kecklund, & Åkerstedt, 2005), 개인 내 차이와 개인 간 차이를 모두 고려하여야 하는데 이는 반복측정을 통해 확인이 가능하다. 이에 본 연구에서는 반복측정을 통해 측정 시점에 따른 KSS 점수 변화 및 KSS의 신뢰도를 밝히고 KSS와 생리적 도구 간의 관련성을 밝혀 한국판 KSS를 타당화 하고자 한다.

본 설문지의 타당화를 통해 졸음 측정에 대한 접근 가능성을 높임으로써 많은 졸음 연구에 도움이 될 것이며, 또한 임상 환경, 운전 및 직업 환경 등에서 즉각적인 졸음에 대한 정보를 손쉽게 얻을 수 있게 도와줄 것이라고 예상된다.

II. 이론적 배경

1. 졸음

1) 졸음(sleepiness)의 정의

졸음(sleepiness)은 매우 흔한 현상으로 수많은 의학적, 정신과적 및 주요 수면 장애 환자뿐만 아니라 대부분의 사람이 생리적 현상 중 하나로 졸음을 경험한다(Shen et al., 2006). 졸음은 각성과 수면 사이의 단계 중 하나로, 누구든 졸음을 인지할 수 있으나 졸음이 어떤 신체적 상태를 동반하는지에 대해서는 명확한 합의가 이루어지지 않았다(Dinges, 2004; Horne & Baulk, 2004).

졸음은 몇몇 학자들에 의해 수면 욕구(Dement & Carskadon, 1982; Roth, 1989), 잠에 들 가능성의 증가 등으로 정의되었으며(Itoi et al., 1993), 이외에도 특정 평가 도구 개발을 위한 조작적 정의가 주로 이루어졌다(Broughton, 1989; Cluydts et al., 2002; Curcio, Casagrande, & Bertini, 2001; Pigeon, Sateia, & Ferguson, 2003). 현재 일반적으로 인정되는 졸음의 정의는 수면 성향(sleep propensity)으로, 잠들기 쉬운 상태 혹은 잠들 가능성이 높은 상태를 의미한다(Carskadon & Dement, 1979; Johns, 1998; Johns, 2008). 이는 졸음의 표준화된 평가 도구인 다중수면잠복기검사(MSLT)에 근거를 두고 있으며, 잠에 드는 행동과 같이 쉽게 관찰되는 행동 및 생리적 현상과 관련된 객관적 졸음의 측정 기준을 제공한다. 또한 수면 성향은 ‘주관적 졸음’이라고도 불리는 졸음의 다양한 주관적 느낌 및 증상과 관련 있는 각성과 수면의 과도기 상태를 의미한다(Cluydts et al., 2002; Johns, 1998; Johns, 1993). 그러나 수면 성향 또한 전역적이고 다차원적인 현상인 졸음을 이해하기에 제한적인 정의라는 지적이 존재한다(Shen et al., 2006).

졸음은 일주기 리듬의 영향으로 오후 중반부터 한밤중이나, 깨어있는 시간이 16-18시간 이상인 경우 주로 경험한다(Akerstedt, 1995; Borbély, 1982). 또한 야간 수면이 부족한 경우에도 경험할 수 있으며(Bixler et al., 2005; Liu et al., 2000; 이규일, 김정란, 왕성근 & 신석철, 2001), 수면을 방해하는 신체적 질환이 있을 경우에도 졸음을 유발할 수 있다(Chokroverty, 1996; Hublin et al., 1996; Nugent et al., 2001; Ohayon et al., 1997). 이외에도 진정제, 수면제 등과 같은 약물(Hublin et al., 1996; Nugent et al., 2001; Ohayon et al., 1997), 정신 장애(Bixler et al., 2005; Breslau et al., 1996; Ford & Kamerow, 1989; Hublin et al., 1996; Ohayon et al., 1997) 및 폐쇄성 수면무호흡증과 같은 수면 장애 또한 졸음을 유발한다고 알려져 있다(Bixler et al., 2005; Hublin et al., 1996; Nugent et al., 2001; Ohayon et al., 1997).

2) 졸음의 이론적 모델

졸음은 각성과 수면의 과도기 단계라는 점에서 Borbély(1982)의 수면의 2요인 모델(two-process model)로 설명되었다. 첫 번째 요인은 생체리듬으로 하루 24시간을 주기로 일어나는 일주기 리듬이 있다. 두 번째 요인은 수면 욕구로, 깨어있는 시간이 증가할수록 수면 욕구 또한 증가한다. 이를 그림 1에 제시하였다. 졸음은 2요인의 상호작용 결과로 설명되는데, 즉 깨어있는 시간이 늘어나고 수면시간이 감소하면 졸음이 발생한다는 것이다. 그러나 이 모델은 과각성을 보이는 사람들, 특히 불면증 환자들의 졸음을 설명하지 못한다. 2요인 모델에 따르면, 불면증 환자들은 야간 수면시간의 감소 및 수면의 질 저하로 인해 높은 수면 욕구를 보이고 이는 졸음 수준을 높일 것으로 예측된다. 그러나, 실제 불면증 환자들은 낮은 졸음 수준을 보이는데, 이는 과각성, 즉 극도의 각성 욕구가 수면 조절 과정에 문제를 발

생시킴기 때문이다(Bonnet & Arand, 2000; Stepanski, Zorick, Roehrs, & Roth, 2000). 이에, 많은 학자는 졸음을 설명하기 위해 각성 욕구 또한 함께 고려되어야 한다고 강조하였다(De Valck & Cluydts, 2003).

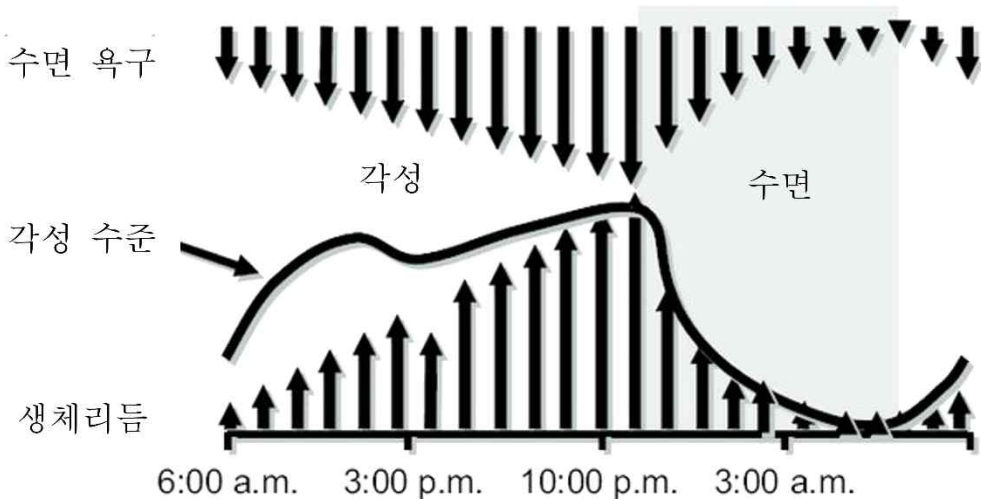


그림 1. 수면의 2요인 모델(Borbély, 1982)

현재 졸음을 가장 명확하게 설명하는 것으로 알려진 모델은 Johns(1998)의 수면-각성 4요인 모델(four-process model)로, 기존에 제시된 수면의 요인들과 함께 자세 및 신체적 활동과 같은 행동의 영향을 함께 고려한다. 즉, 생체리듬과 수면 욕구의 영향 외에도 현재 취하고 있는 자세 및 활동으로 인해 졸음의 수준이 달라질 수 있다. 수면-각성 4요인 모델은 그림 2에 제시된 것처럼 크게 각성 욕구와 수면 욕구로 나뉘며 이는 일차적 및 이차적 욕구로 구분된다. 이 모델은 일차적 각성 및 수면 욕구는 주로 중추신경계 내의 서로 다른 신경 세포들의 활동으로 인해 발생하며, 이차적 각성 및 수면 욕구는 항상성, 환경(자세, 빛 등), 행동의 영향으로 발생한다고 가정한다.

각각의 욕구를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 일차적 각성 욕

구는 Borbély(1982) 수면 2요인 모델의 생체리듬과 동일한 것으로 각성을 촉진하는 중추신경계의 내재적 활동에 의해 발생한다. 이 욕구는 보통 저녁 7-9시에 최고점에 달하고 이후 오전 4-5시까지 점차 감소한다. 둘째, 이차적 각성 욕구는 신체적 및 정신적 활동, 자세, 행동, 감각 입력 등의 영향으로 발생한다. 이는 일부지만 자발적인 통제하에 있으며, 특정 시간에 수면 및 각성 여부를 결정하는 가장 중요한 요소이다. 셋째, 일차적 수면 욕구는 비 REM 수면을 촉진하는 중추신경계의 다양한 내재적 활동으로부터 발생한다. 이는 일주기 리듬 및 생체 현상이 매우 짧은 주기부터 0.5-20시간의 주기로 반복되는 울트라디안 리듬을 포함하며, 밤 10시에서 자정 사이에 가장 활발한 활동을 보인다. 그러나 일차적 수면 욕구는 이 모델에서 가장 확실하지 않다. 넷째, 이차적 수면 욕구는 Borbély(1982) 수면 2요인 모델의 수면 욕구에 해당하는 것으로, 깨어있는 동안 점차적으로 증가하고 수면을 취하면 감소한다. 이 모델에서는 전체 각성 욕구가 전체 수면 욕구를 초과하는 경우 깨어있게 되며, 전체 수면 욕구가 전체 각성 욕구를 초과할 경우 수면을 취하게 된다고 설명한다. 즉, 이 모델에 따르면 졸음은 특정 욕구의 절대적 크기가 아닌 전체 수면 욕구와 전체 각성 욕구의 상호작용으로 발생한다.

Johns의 수면-각성 4요인 모델은 졸음의 정의인 수면 성향을 가장 잘 설명할 뿐만 아니라, 다양한 생리적 도구 및 자기 보고식 질문지로 측정된 졸음 또한 잘 설명한다고 알려져 있다. 즉, 졸음을 측정하는 다양한 도구들은 특정 시간과 장소에서 수면 욕구와 각성 욕구 간의 상대적 크기 및 상호작용을 측정하는 것이며, 이는 개인의 상황 및 활동, 자세 등에 따라서도 수면 성향이 달라질 수 있다고 설명한다(Johns, 1991).

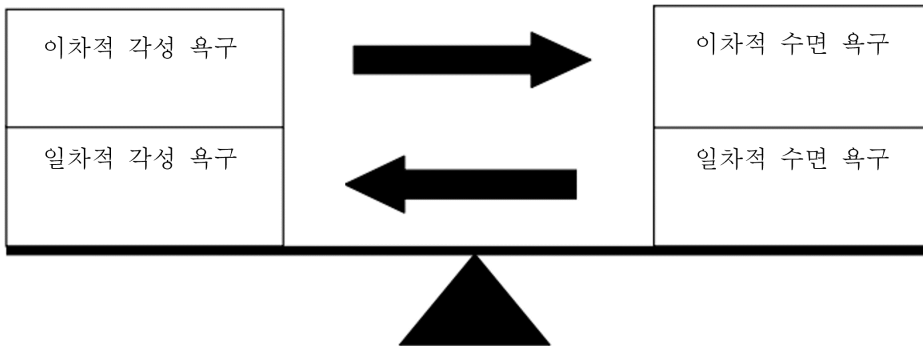


그림 2. 수면-각성 4요인 모델(Johns, 1998)

2. 졸음의 영향

졸음은 현대 사회의 주요한 사회문제로 대두되고 있는데, 이는 다양한 환경에서 졸음이 사고 및 사망에 영향을 미치기 때문이다(Connor et al., 2002; Horne & Reyner, 1995; Maycock, 1996; Stutts et al., 2001). 특히, 운전 시 졸음은 교통사고를 일으키는 중요한 원인이며, 다른 원인에 비해 사망률이 훨씬 높다고 밝혀졌다(Bioulac et al., 2015; Bioulac et al., 2017; Connor et al., 2002; Horne & Reyner, 1999; Philip et al., 2014; Sagaspe et al., 2010). 심각한 사고의 10-30%는 졸음운전이 원인이며, 탑승자의 부상 및 사망 위험률과도 높은 관련성이 보고되었다(Bioulac et al., 2015; Ohayon, 2012). 이러한 위험성으로 인해 운전자의 졸음을 측정하는 것이 중요한 연구 주제로 대두되었으며, 관련하여 많은 연구가 이루어지고 있다(Danisman et al., 2010; Lienhart & Maydt, 2002). 선행 연구에 따르면 다양한 생리적 도구뿐만 아니라 자기 보고식 질문지 또한 운전자의 졸음 상태를 알 수 있는 유용한 도구로 확인되었다(Kaida et al., 2006).

또한 교대근무와 같은 특수한 업무 환경은 수면 부족, 수면의 질 저하로 인해 졸음을 흔하게 경험할 수 있는데(Akerstedt, 1995; Czeisler et al.,

1980), 특히 근무 중 졸음은 실수를 발생시킬 수 있다(Gold et al., 1992; Suzuki et al., 2004). 이외에도 교대근무자는 출근하기 위해서, 혹은 퇴근 후 운전 시에도 졸음을 경험할 수 있으며, 이는 졸음운전의 가능성을 높인다(Kudielka et al., 2004). 이처럼 근무 시 졸음은 사고의 위험성을 높여 산업재해를 발생시킬 수 있는 중요한 요인이므로(Kudielka et al., 2004), 교대근무자 및 업무 환경의 안전성을 확보하기 위해 졸음을 측정하는 것이 필요하다(Durmer & Dinges, 2005; Geiger-Brown et al., 2012; Landrigan, 2010).

3. 졸음의 평가 도구

1) 생리적 도구

(1) 수면잠복기 측정 검사

졸음을 측정하는 생리적 검사로는 다중수면잠복기검사(Multiple Sleep Latency Test, MSLT)와 각성유지검사(Maintenance of Wakefulness Test, MSW)가 있다. 두 검사는 졸릴수록 더 빨리 잠이 들 것이라는 직관적인 접근 방법에 따라 수면잠복기(즉, 잠드는 데까지 걸리는 시간)를 통해 졸음의 정도를 평가한다.

다중수면잠복기검사(MSLT)는 Richardson 등(1978)에 의해 개발되었으며, 가장 유명하고 널리 쓰이는 검사이다. MSLT는 임상적으로나 실험적으로 타당도가 입증되었으며(Roth, 1989; Thorpy, Westbrook, Ferber, & Fredrickson, 1992), 건강한 성인을 대상으로 실시된 연구에서 높은 검사-재검사 신뢰도를 보였다(Zwyghuizen-Doorenbos, Roehrs, Schaefer, & Roth, 1988). 본 검사는 수면을 취할 수 있는 조건을 최대화한 환경(예를 들어, 어두운 방과 침대 위에서) 속에서 얼마나 빨리 입면 하는지 측정하는 검사이다. 검사 실시 전날 밤에는 수면다원검사를 실시하여 전날 수면 상태

및 기타 수면 장애 여부에 대한 정확한 정보를 파악한다. 검사는 낮 시간 동안 2시간 간격으로 총 5회 실시하며, 뇌파, 안전도, 턱 근전도 등을 기록한다. 조용하고 어두운 방에 누워있는 상태에서 잠에 들도록 권장하며, 이를 통해 얻어진 수면잠복기가 졸음의 지표가 된다. 수면잠복기는 불을 끄고 나서부터 수면의 첫 지점까지 경과된 시간을 의미하며 평균 수면잠복기가 10-15분인 경우 일반적 수준의 졸음, 5-10분은 중간 정도의 졸음, 5분 미만인 경우 심각한 또는 병리적 졸음으로 여겨진다(Carskadon, 1986).

MSLT의 변형된 검사인 각성유지검사(MWT)는 Mitler 등(1982)에 의해 개발되었으며, 각성을 유지하도록 하였을 때 각성 유지 능력을 측정하기 위해 만들어졌다. 이러한 이유로 MSLT에서 측정되는 수면잠복기보다는 다소 길게 측정되는 경향이 있다. 본 검사는 MSLT보다 많이 사용되지 않지만, 졸음/각성의 변화를 더 민감하게 측정한다고 알려져 있어 임상적으로나 실험적으로 졸음을 평가하는 최적의 도구로 여겨진다(Sugerman & Walsh, 1989). MWT는 MSLT와 전반적인 실시 절차는 동일하나, 잠에 드는 것이 아니라 깨어 있도록 안내받는다. 평균 수면잠복기가 10.9분 미만일 경우 과도한 졸음으로 여겨진다(Doghramji et al., 1997).

(2) 뇌파 측정 검사

뇌파 측정은 알파파 및 델타파가 졸음과 관련이 있다는 많은 선행 연구들에 근거를 둔 검사 방법이다. 구체적으로 눈을 뜬 상태에서 졸음이 증가하면 알파파와 델타파가 증가하고, 눈을 감은 상태에서 졸음이 증가하면 알파파는 감소하고 델타파가 증가한다(Stampi et al., 1995; Torsvall & Åkerstedt, 1988). 대표적인 검사 방법으로는 알파파 감쇠 검사(Alpha Attenuation Test, AAT)가 있다.

Stampi 등(1995)에 의해 개발된 알파파 감쇠 검사(AAT)는 알파파의 활

동 특성을 통해 졸음을 평가한다. AAT는 실시 전 뇌파 측정을 위해 전극 부착 후, 조명이 켜져 있는 실내에 앉아 있도록 한다. 가장 먼저, 눈을 뜬 상태로 벽을 바라보도록 하며, 이후 눈을 감은 상태를 유지한다. 각 시행은 2분 동안 진행되며, 총 12분 측정 후 검사가 종료된다. 본 검사는 눈을 감았을 때의 알파파 스펙트럼 값을 눈을 떴을 때의 알파파 스펙트럼 값으로 나눈 결과 값을 졸음의 지표로 사용한다. 이를 통해 졸음 수준을 알 수 있으며, 결과 값이 작을수록 졸음이 증가한 것으로 간주한다(Stampi et al., 1995).

(3) 동공측정법

동공측정법은 자율신경계에 의해 동공의 크기가 변화한다는 것에 근거하여 개발되었다(Schmidt, 1982). 동공이 크게 확장되고 크기의 변화가 적은 것은 각성 상태를 의미하며, 동공이 축소되고 크기 변화가 잦은 것은 졸음이 증가한 것으로 여겨진다. 본 검사는 15분간 진행되며, 어두운 방에 앉아 깨어 있는 상태로 벽에 표기된 빨간색 표적을 바라보도록 한 뒤, 적외선 동공계를 통해 동공 직경을 측정한다(McLaren, Hauri, Lin, & Harris, 2002). 동공측정법은 졸음과 관련이 높다고 알려져 있으나(McLaren et al., 2002), 유용성에 대한 연구가 부족하여 임상 장면에서 사용이 제한된다(Shen et al., 2006).

(4) 수행 능력 측정 검사

수행 능력 측정 검사는 졸음 수준이 높을 경우, 다양한 수행 능력의 감소가 일어난다는 연구를 바탕으로 개발되었다(Banks & Dinges, 2007; Bonnet, 1994; Dinges et al., 1997; Goel, Rao, Durmer, & Dinges, 2009; Van Dongen, Baynard, Maislin, & Dinges, 2004). 수행을 측정하는 검사들

은 대부분 수면 장애의 영향 및 치료를 평가하기 위해 개발되었으며 (Terzano, Rossi, Palomba, Smerieri, & Parrino, 2003), 졸음을 직접적으로 측정하지 않는다. 수행 능력 측정 검사는 크게 정신운동성 과제 (psychomotor task)와 인지과제(cognitive task) 등으로 구분되며, 그중 졸음과 관련된 연구에서 가장 많이 사용되는 검사는 정신운동성 검사 (Psychomotor Vigilance Task, PVT)이다. PVT는 지속적 주의력을 측정하며, 반응시간 및 오류 등을 측정 지표로 활용한다(Dinges & Powell, 1985; Doran, Van Dongen, & Dinges, 2001; Lim & Dinges, 2008). 수행 능력을 평가하는 검사들은 취약성과 같은 개인의 특성을 비롯한 다양한 요인 및 검사자의 태도와 동기, 환경 변수 등에 의해서도 영향을 받을 수 있다는 단점이 존재한다(Horne, Anderson, & Wilkinson, 1983; Naitoh, 1983; Van Dongen et al., 2004).

위와 같이 제시된 다양한 생리적 도구는 졸음을 측정하는 가장 좋은 방법으로 알려져 있으나(Carskadon & Dement, 1982), 절차가 번거롭고 검사 시간 및 비용이 많이 든다는 한계가 존재한다(Åkerstedt et al., 2014). 이에 졸음을 평가해야 하는 현장과 같은 현실 상황에서 적용하기 어렵다는 단점이 있다.

2) 자기 보고식 질문지

자기 보고식 질문지는 검사 시간, 비용 등의 면에서 경제적이며, 절차 등이 간편하여 생리적 도구보다 사용이 용이하다는 장점이 있다(Cluydts et al., 2002; Shen et al., 2006). 졸음의 자기 보고식 질문지는 크게 특성 관련 졸음(trait sleepiness) 질문지와 상태 관련 졸음(state sleepiness) 질문지로 구분된다. 먼저, 특성 관련 졸음은 졸음을 기질 특성으로 간주하며, 지속적이고 변하지 않는 요인으로 전제한다. 이는 개인에게 비교적 안정적이고 지

속되는 특성으로, 전반적인 수준의 졸음을 의미한다. 상태 관련 졸음은 항상성 과정, 하루 중 시간, 약물, 신체적 활동 수준 등에 의해 하루 중에도 여러 번 변화할 수 있는 단기적인 졸음 상태를 의미한다(Curcio et al., 2001).

(1) 특성 관련 졸음

특성 관련 졸음을 평가하는 대표적인 척도는 Johns(1991)이 개발한 엠피워스 주간 졸림증 질문지(Epworth Sleepiness Scale, ESS)로 우리나라에서는 Cho 등(2011)에 의해 타당화 되었다. ESS는 가장 흔하게 사용되는 평가 도구로, 신뢰도와 타당도가 입증된 척도이다(Johns, 1992; Johns, 1994). 해당 척도는 일상의 다양한 8가지 상황에서 졸음의 정도를 측정하며, 4점 리커트 척도로 평정한다. 점수가 높을수록 일상생활에서 졸음을 많이 경험하는 것을 의미하며, 총점이 11점 이상인 경우 주간 과다 졸림증으로 볼 수 있다.

(2) 상태 관련 졸음

상태 관련 졸음을 측정하는 자기 보고식 설문지는 임상 현장, 연구 및 일상생활 등에서 현재 졸음 상태에 대한 정보를 얻을 수 있는 가장 편한 방법이다(Cluydts et al., 2002; Shen et al., 2006). 또한 문항 작성 시간이 짧아 다른 활동을 방해하지 않으므로 자주 사용할 수 있고 학습 효과가 없다는 장점이 있다(Åkerstedt et al., 2014). 대표적으로 스탠포드 졸음 척도(Stanford Sleepiness Scale, SSS), 졸음 시각 증상 척도(Visual Analogue Scale for sleepiness, VAS), 캐롤린스카 졸음 척도(Karolinska Sleepiness Scale, KSS) 등이 있다.

스탠포드 졸음 척도(SSS)는 Hoddes 등(1973)에 의해 개발되었으며, 주관

적 졸음을 측정하는 데 가장 널리 사용되는 측정 도구이다. SSS는 7점 척도로 각 점수별로 졸음의 정도를 다양하게 기술하고 있으며, 현재 졸음 상태에 가장 가깝고, 잘 설명하고 있는 하나의 상태를 선택하도록 한다. SSS는 수면 손실 및 부분적 회복 수면의 영향을 민감하게 측정하며, 시간의 흐름에 따른 졸음의 변화도 잘 측정한다는 장점이 있다(Hoddes et al., 1973). 그러나, SSS에 제시된 각 단계의 설명은 모호하고 비일관적이며, 수면 성향, 에너지/피로, 인지 수행 등을 설명하는 내용이 혼용되어 사용되고 있다. 이에 대해 요인분석을 실시한 결과, SSS의 문장은 ‘각성/졸음’ 이외에도 ‘통제력 상실’, ‘인지적 요소’ 등 단일 요인이 아닌 다양한 요인이 혼재되어 있다고 밝혀졌다(Maclean et al., 1992). 뿐만 아니라 SSS는 졸음보다는 피곤함 또는 지루함과 관련성이 더 높다는 의견도 제기되었다(Avni et al., 2006).

졸음 시각 증상 척도(VAS)는 Monk(1989)에 의해 개발된 척도로 왼쪽 끝은 ‘전혀 졸리지 않음’, 오른쪽 끝은 ‘매우 졸림’이 기재되어 있는 100mm 직선 위에 현재 자신이 졸린 정도에 해당하는 곳을 표시하도록 하는 검사이다. VAS 척도는 수면 분절(Casagrande, Violani, Curcio, & Bertini, 1997) 및 시간의 변화에 따른 졸음의 변화를 민감하게 측정할 수 있는 도구이며(Åkerstedt & Gillberg, 1990), 명확한 시각적 요소를 제공하여 사용하기 쉽다는 장점이 있다(Curcio et al., 2001). 또한 통계적인 측면에서, 리커트 척도가 아닌 연속 척도가 사용된다는 점에서 다른 척도에 비해 신뢰성이 높다고 볼 수 있다(Curcio et al., 2001). 이러한 장점에도 VAS 척도는 양 극단의 상태만을 제시하므로, 측정하고자 하는 바를 충분히 설명하지 않을 경우 질문지를 통해 얻은 점수가 졸음의 정도를 의미하는지에 대해 모호함이 발생할 수 있다는 비판을 받아왔다(Monk, 1987; Monk 1989).

이외에도 자기 보고식 질문지의 가장 큰 한계점으로 지적되는 것은 측정

대상의 동기 및 의도에 큰 영향을 받는다는 점이다. 이에 생리적 도구에 비해 자기 보고식 질문지로 얻어지는 자료들이 실제 졸음의 수준을 의미하는지에 대한 설득력은 다소 떨어진다(Åkerstedt et al., 2014).

본 연구에서 타당화 하고자 하는 KSS는 Åkerstedt와 Gillberg(1990)에 의해 주관적 졸음을 측정하기 위해 개발된 설문지이다. KSS는 9점 척도로 점수별 졸음 상태에 대한 행동적 기준이 제시되어 있어, 모든 사람이 인지하기 쉽고 동일한 방법으로 사용할 수 있다. KSS는 졸음의 변화에 민감한 척도로 알려져 있으며, 깨어있는 시간의 증가 및 하루 중 시간의 변화와 높은 관련성을 보였다(Åkerstedt & Gillberg, 1990; Kecklund & Åkerstedt, 1993). 또한 KSS는 생리적 지표와 관련성을 입증하여 타당화된 척도로, KSS를 통해 얻어지는 점수가 생리적 도구를 통해 측정된 졸음과 관련이 있음을 밝혔다. 구체적으로, 뇌파를 통해 얻어진 졸음 지표와 KSS 점수의 관련성을 통해 공존 타당도를 입증하였는데, KSS의 점수가 높을수록 개인시 알파파 및 델타파의 밀도가 증가하였고, 폐안시 알파파의 감소가 확인되었다. 또한 주관적 졸음을 측정하는 VAS와 KSS 간 높은 상관을 통해 수렴 타당도가 확인되었으며, KSS 점수 범위에 따라 뇌파, PVT, VAS 등에 차이가 있음을 밝혀 각 점수 범위에 따른 생리적 지표 특성을 확인하였다(Åkerstedt & Gillberg, 1990; Kaida et al., 2006; Putilov & Donskaya, 2013).

KSS는 교대근무(Axelsson et al., 2004; Gillberg, 1998; Härmä et al., 2002; Ingre et al., 2004; Sallinen et al., 2004; Sallinen et al., 2005), 운전 능력(Åkerstedt et al., 2005; Belz et al., 2004; Horne & Baulk, 2004; Kecklund & Åkerstedt, 1993; Otmani et al., 2005; Philip et al., 2005; Reyner & Horne, 1998) 등과 관련된 연구 및 임상적 환경에서(Söderström, Ekstedt, Åkerstedt, Nilsson, & Axelsson, 2004; Schwartz,

2005), 줄음을 신뢰롭게 측정한다고 알려져 있다. 우리나라에서도 줄음을 측정하기 위해 번안된 KSS를 사용하고 있으나(Jeong, Yu, Lee, & Lee, 2019; Jung et al., 2020; Lee et al., 2016; Lee et al., 2017; Son et al., 2008), 타당화는 이루어지지 않았다. 외국어로 개발된 설문지를 사용할 때는 번역 및 타당화가 실시되어야 하는데, 이는 기존 척도의 의미와 의도를 유지하면서 측정하고자 하는 바를 신뢰롭고 타당하게 측정하는지에 대해서도 함께 밝혀야 하기 때문이다(Sperber, 2004). 타당화 되지 않은 도구를 사용하는 경우, 연구의 내적 타당도 및 외적 타당도에 영향을 미칠 수 있다. 즉, 변수 간의 잘못된 관련성을 입증할 수 있으며, 잘못된 일반화를 초래할 수도 있다(Lobiondo-Wood & Haber, 1998). 연구 결과에 대한 해석은 측정 도구의 타당성에 의존하기 때문에 타당화된 척도를 사용하는 것이 중요하다(Zagheri & Yaghmaei, 2006).

이에 본 연구에서는 반복측정을 통해 측정 시점에 따른 KSS 점수 변화 및 신뢰도를 확인하고, 생리적 도구와의 관련성을 입증하여 한국판 KSS를 타당화 하고자 한다. 현재 KSS는 일본어(Kaida et al., 2006)로 타당화 되었으며, 일본판 KSS의 경우 반복측정 및 생리적 도구인 뇌파 및 PVT와 관련성을 밝혀 신뢰도와 타당도를 확보하였다. 본 연구에서는 줄음을 측정할 수 있는 생리적 도구인 수면다원검사와 KSS의 관련성을 통해 타당도를 살펴보고자 하며, KSS의 점수에 따른 생리적 지표의 특성도 함께 확인하고자 한다. 또한 반복측정을 통해 시간의 변화에 따른 줄음의 변화를 KSS가 민감하게 측정하는지 확인하고자 하며, 마지막으로 KSS와 뇌파의 관련성에 대해 탐색적으로 살펴보고자 한다.

III. 연구 문제

본 연구는 졸음을 측정하는 한국판 KSS의 신뢰도와 타당도를 검증하고자 한다. 또한 한국판 KSS와 알파파 간의 상관관계를 탐색해보고자 하였다. 이에 따른 연구 문제는 다음과 같다.

연구 문제 1. 한국판 KSS는 신뢰도가 어떠한가?

1-1. 한국판 KSS의 집단 내 상관은 어떠한가?

연구 문제 2. 한국판 KSS는 타당도가 어떠한가?

2-1. 한국판 KSS와 스탠포드 졸음 척도(SSS)의 수렴 타당도는 어떠한가?

2-2. 한국판 KSS와 수면다원검사를 통해 산출된 수면잠복기의 공존 타당도는 어떠한가?

2-3. 한국판 KSS점수에 따라 구분된 집단 간 수면잠복기의 차이를 통한 공존 타당도는 어떠한가?

연구 문제 3. 한국판 KSS와 알파파간 유의미한 상관을 보이는가?

IV. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 만 20세-70세 성인 27명을 연구대상자로 모집하였다. 자료 수집 시에는 자발적인 참여 의사에 따라 서면으로 동의를 받았으며, 참여에 동의한 연구참여자들은 야간 수면다원검사 실시 전에 설문지 작성 및 뇌파 검사를 실시하였고 이후 야간 수면다원검사가 이루어졌다.

본 연구에서는 일주기 유형이 중간형인 경우 연구에 포함하였으며, 교대 근무자, 임산부, 인지기능에 있어 연구목적 이해하기 어렵거나, 임상적으로 조절되지 않는 심각한 내과적 질환을 가졌거나, 안과적 질환이 있거나, 과거 수면제 복용력이 있거나 현재 수면제 복용 중인 경우 제외하고자 하였으나, 이에 해당하는 연구참여자는 없었다.

2. 측정 도구

1) 자기 보고식 질문지

(1) 수면 검사 기본 정보 및 병력 정보지

연구참여자의 성별, 연령, 학력 등의 인구통계학적 정보를 수집하였다.

(2) 아침형-저녁형 설문지 (Morningness-Eveningness Questionnaire, MEQ)

연구참여자의 일주기 유형을 확인하기 위해 Horne와 Östberg(1976)가 개발하고 박영만과 서유진(1996)이 타당화한 아침형-저녁형 설문지를 사용하였다. 총 19문항으로 5항목은 5점 리커트 척도, 14항목은 4점 리커트 척도로 구성되어 있다. 총점의 범위는 16-68점으로, 16-41점인 경우 저녁형, 42-58점은 중간형, 59-68점은 아침형으로 구분한다.

(3) 캐롤린스카 졸음 척도 (Karolinska Sleepiness Scale, KSS)

본 연구에서 타당화하고자 하는 질문지인 KSS 척도는 Åkerstedt와 Gillberg(1990)가 주관적 졸음을 측정하기 위해 개발한 질문지이다. KSS는 단일척도로 현재 졸음 정도를 1-9점으로 평가한다. 점수가 높을수록 현재 졸음 수준이 높다는 것을 의미한다. 선행 연구에서는 각 점수의 빈도 차이를 고려하여 KSS 점수에 따라 5-6개 집단으로 구분하여 집단 간 차이를 입증하였다. 그 결과 KSS가 3, 4, 5점인 집단과 8점인 집단에서 졸음과 관련된 지표의 차이가 유의미하게 나타났고(Kaida et al., 2006), Putilov & Donskaya(2013) 연구에서는 1-3점 집단과 6, 7, 8-9점 집단 간의 차이가 유의미하게 나타났다. 이를 토대로 본 연구에서는 5점을 기준으로 하여 높은 수준의 졸음 집단(KSS>5)과 낮은 수준 및 보통 수준의 졸음 집단(KSS ≤5)으로 구분하였다.

(4) 스탠포드 졸음 척도 (Stanford Sleepiness Scale, SSS)

주관적 졸음을 측정하기 위해 Hoddes 등(1973)이 개발한 스탠포드 졸음 척도를 사용하였다. 본 척도는 단일 문항으로 현재 연구참여자가 느끼는 졸음의 수준을 1-7점 척도로 평정한다. 점수가 높을수록 현재 졸음의 정도가 높다는 것을 의미한다.

2) 생리적 도구

(1) 야간 수면다원검사 (Polysomnography, PSG)

본 연구에서 졸음의 생리적 지표로 볼 수 있는 수면잠복기 및 기타 수면 관련 변수를 측정하기 위해 수면다원검사를 실시하였다. 수면다원검사는 자는 동안에 나타나는 뇌파, 안전도, 턱 및 다리 근전도, 호흡 기류, 호흡 노력, 산소포화도, 심전도, 자세, 코골이 등 다양한 생체신호들을 감지하여 수

면 단계분포, 수면 분절 및 수면 중 각성 정도를 측정한다. 본 연구에서는 Embla N 7000 기종(Medcare-Embla, Reykjavik, Iceland)을 이용하였으며, 수면의 단계와 각성 빈도 측정을 위한 6채널의 뇌파(C3-A2, C4-A1, F3-A2, F4-A1, O1-A2, O2-A1)와 4채널의 안전위도(electro-oculogram), 1채널의 턱 근전도(chin electromyogram)를 기록하였다. 또한, 호흡 관련 측정을 위해 온도감지센서와 압력센서를 이용하여 공기흐름과 비강 공기압을 동시에 측정하였으며, 호흡 노력 및 호흡 움직임을 보기 위해 흉곽과 복부 벨트를 이용하였다. 추가적으로 맥박산소측정기(pulse oximetry)를 이용하여 검지손가락에서 산소포화도를 측정하였고, 소리 센서로 코골이 강도를 기록하였다. 마지막으로 다리 움직임을 보기 위해 2채널의 양측 전경골근(anterior tibialis)의 근전도를 측정하였으며, 수면 자세를 확인하는 체위 센서와 심전도 및 비디오투를 기록하여 수면 중 행동장애나 자세를 파악하였다.

이를 통해 얻어진 수면다원검사 평가는 American Academy of Sleep Medicine Manual에 따라 판독하였으며, 총 수면시간(Total Sleep Time, TST), 수면잠복기(Sleep Onset Latency, SOL), 수면효율성(Sleep Efficiency, SE), 입면 후 각성시간(Wake After Sleep Onset, WASO) 등을 산출하였다. 주요 수면 지표는 표 1과 같다.

표 1. 수면다원검사의 수면 지표

용어	내용	산출방법
Light off	잠에 들기 위해 불을 끈 시간 (소등)	
Sleep Onset Latency (SOL)	소등 후 실제로 잠드는 데까지 걸린 시간	
Wake After Sleep Onset (WASO)	소등 후 일어날 때까지 중간에 깨어있는 시간	
Stage R latency	소등 후 렘수면까지 도달한 시간	
Time in each stage	각 수면 단계의 기간	
Light on	잠에서 깨어 불을 켜진 시간 (점등)	
Total Sleep Time (TST)	총 수면시간	
Total Recording Time (TRT)	소등에서 점등까지의 시간	Light off - Light on
Sleep Efficiency (SE)	수면 효율성 (총 수면시간을 총 기록시간으로 나눈 값)	$(TST / TRT) \times 100$
Percent of TST in each stage	총 수면시간에 대한 각 수면 단계의 비율	$(\text{Time in each stage} / TST) \times 100$

(2) 뇌파 (Electroencephalogram, EEG)

연구 시작 시에 야간 수면다원검사에서 사용되는 센서를 모두 부착하였으며, 이를 통해 얻어진 뇌파를 분석에 이용하였다. 6채널의 뇌파는 10-20 국제 전극 배치법(Harner & Sannit, 1974)에 따라 C3, C4, F3, F4, O1, O2에 부착하였다. 뇌파는 별도의 필터 없이 연속 측정하였으며, 표본율

(sampling rate)은 200Hz로 설정하였다. 본 연구에서는 과제가 주어지지 않고 측정되었으며, KSS 실시 전 눈을 뜬 상태에서 측정된 5분간의 뇌파를 분석에 사용하였다. 0.3-30Hz 주파수폭(bandpass)으로 측정된 뇌파를 디지털 필터링(digital filtering) 하였고, 본 연구에서 사용한 전극의 평균인 평균 기준점(average reference)을 분석 시 재-기준점(re-reference)으로 설정하였다. 수집된 뇌파는 에포크(epoch)를 2초로 설정하였으며 아티팩트(artifacts)를 제거하는 전처리 과정을 거쳤다. 이후 주파수를 계산하기 위해 스펙트럼 분석(spectrum analysis)을 실시하였으며 본 연구에서는 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 사용하여 절대파워(Absolute Power)를 계산하였다. 주파수 대역은 델타(Delta, 0.5-3.9Hz), 세타(Theta, 4-7.9Hz), 알파(Alpha, 8-13.9Hz), 베타(Beta, 14-30Hz)로 구분하였으며, 이 중 졸음과 관련성이 높은 알파파를 분석에 이용하였다(Stampi et al., 1995; Torsvall & Åkerstedt, 1988). 졸음과 알파파의 관련성을 분석한 연구에서는 좌측 후두 영역(O1)에서 얻어진 뇌파를 분석에 주로 이용하였으며(Li, Lee, & Chung, 2015; Lin et al., 2014; Zhang et al., 2017; Zhang et al., 2016), 이외에도 좌측 중심 영역(C3) 및 좌측 전두 영역(F3)에서 얻어진 뇌파를 분석에 이용하였다(Cajochen, Brunner, Kräuchi, Graw, & Wirz-Justice, 2000; Cajochen et al., 1996; Camfferman, Moseley, Gertz, Pettet, & Jensen, 2017; Kaida et al., 2006; Marzano et al., 2007; Putilov & Donskaya, 2013). 이에 본 연구에서도 좌측 후두 영역(O1), 좌측 중심 영역(C3) 및 좌측 전두 영역(F3)에서 얻어진 뇌파를 분석에 이용하였다. 뇌파 분석을 위해 Matlab R2021b(The Mathworks, Inc., USA)를 사용하였으며, 전처리 및 스펙트럼 분석은 EEGLAB을 이용하였다(Delorme & Makeig, 2004).

3. 연구 절차

1) 자료 수집 절차

KSS는 한국어와 영어를 사용하는 임상심리전문가와 수면의학 전문가가 독립적으로 번역과 역번역을 실시한 후, 임상심리전문가 1인과 수면의학 전문의 1인의 검토를 통해 내용타당도를 확인하였다. 본 연구는 KSS의 타당도를 알아보기 위해 뇌파 및 야간 수면다원검사를 실시할 수 있는 서울 소재의 대학병원에서 진행하였으며, 검사 실시 전 서면 동의를 구하였다. 야간 수면다원검사 실시를 위해 1박 2일로 연구가 진행되었으며, 모든 연구참여자는 당일 16시까지 연구실로 방문하여 설문지 작성 및 야간 수면다원검사를 위한 뇌파, 안전도, 턱 근전도, 호흡센서, 가슴-배 호흡센서, 산소포화도, 소리, 체위 등의 센서 부착 후 저녁 식사 및 휴식을 취하였다. 이후 그림 3에 제시된 것처럼 18시부터 24시까지 뇌파를 측정하였고, 2시간에 한번씩 KSS를 작성하였다. 이 때 연구참여자가 수면을 취하지 않도록 하였다. 24시에 취침 전 KSS 작성 후 야간 수면다원검사가 실시되었으며 다음날 기상까지 진행되었다. 기상 후(오전 7시) KSS 설문지를 작성하였고 모든 센서 제거 후에 연구 참여가 종료되었다. 전체 연구 절차는 그림 4와 같다. 본 연구는 성신여대 윤리심의위원회의 승인을 받고 수행하였다 (SSWUIRB-2021-065).

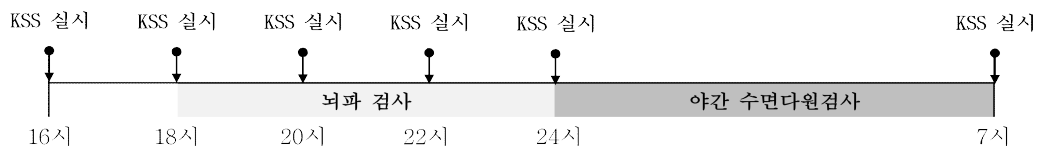


그림 3. 연구 진행 시간표(n=27)

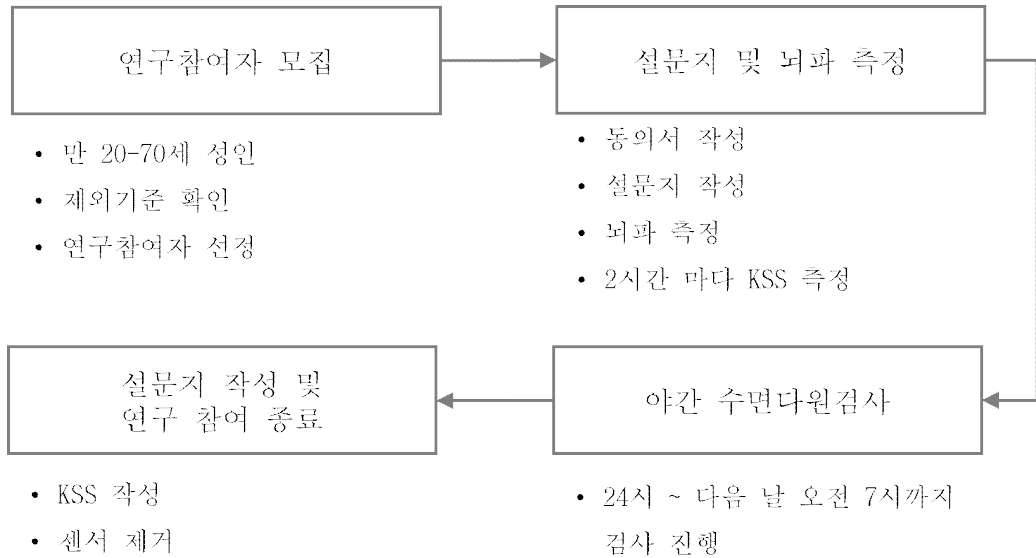


그림 4. 전체 연구 절차 도식

4. 분석 방법

본 연구의 자료 분석은 SPSS 21.0 version(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 다음과 같이 분석하였다.

첫째, 연구참여자의 인구통계학적 특성과 측정 변수들의 평균 및 표준편차를 알아보기 위해 기술통계 및 빈도분석을 실시하였다.

둘째, 시간의 흐름에 따른 KSS 점수의 변화를 알아보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다.

셋째, 한국판 KSS의 신뢰도를 검증하기 위해, 집단 내 상관(Intra-Class Correlation, ICC) 분석을 실시하였다. 단일 문항인 KSS의 반복측정을 통해 종단적 성격을 가지는 다층자료로 분석할 수 있다. 이때 다층자료에서 신뢰도는 개인 간 분산을 총 분산(개인 간 분산과 개인 내 분산의 합)으로 나눈 값으로 나타낼 수 있으며, 이는 집단 내 상관(ICC)이라고도 불린다. ICC는 한 사람에게 반복측정된 단일 문항 측정치에서 개인의 영향으로 인한 유사

성을 알려주며, 이를 단일 문항의 신뢰도로 적용할 수 있다(McGraw & Wong, 1996; Shrout & Fleiss, 1979; Weir, 2005).

<집단 내 상관(ICC)>

$$ICC = \frac{var(r_{0i})}{var(r_{0i}) + var(e_{ii})} = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2}$$

$var(r_{0i}) = \tau_{00} =$ 개인 간 분산

$var(e_{ii}) = \sigma^2 =$ 개인 내 분산

넷째, 한국판 KSS의 수렴 타당도를 검증하기 위해 동일한 시점에 측정된 KSS와 스탠포드 졸음 척도(SSS)간의 Pearson 상관분석을 실시하였다.

다섯째, 한국판 KSS의 공존 타당도를 검증하기 위해 취침 전 작성한 KSS와 수면다원검사를 통해 산출된 수면잠복기 간의 Pearson 상관분석을 실시하였다.

여섯째, 한국판 KSS의 공존 타당도를 검증하기 위해 KSS의 점수에 따라 집단을 구분하고, 수면잠복기의 차이를 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다.

일곱째, 한국판 KSS와 알파파 간의 관련성을 살펴보기 위해 뇌파 측정 시 작성한 KSS와 뇌파 검사를 통해 산출된 알파파 간의 Pearson 상관분석을 실시하였다.

여덟째, 한국판 KSS와 알파파 간의 관련성을 살펴보기 위해 3개의 시점에서 측정된 KSS와 뇌파의 시점 간 차이 점수(d)를 산출하고 KSS의 차이 점수와 알파파 차이 간의 Pearson 상관분석을 실시하였다.

V. 연구 결과

1. 인구통계학적 특성

연구에 참여한 연구참여자는 총 27명으로, 이들의 평균 연령은 40.5(±7.7)세였고, 남성 비율은 81.5%(n=22)였다. 연구대상자의 인구통계학적 특성과 수면 지표의 평균 및 표준편차를 표 2에 제시하였다.

표 2. 연구대상자의 인구통계학적 특성 및 수면 지표 특성(n=27)

	빈도 (%)	평균 (표준편차)
연령		40.52 (7.68)
성별		
남성	22 (81.5)	
여성	5 (18.5)	
학력		
고등학교 졸업	1 (3.7)	
대학교 졸업	14 (51.9)	
대학원 졸업	11 (40.7)	
무응답	1 (3.7)	
생리적 도구		
수면다원검사		
수면잠복기 (min)		5.52 (4.60)
총 수면시간 (min)		317.15 (36.04)
수면 효율성 (%)		89.59 (9.42)

2. 측정 시점에 따른 KSS 점수의 변화

먼저, 각 측정 시점의 KSS 점수를 그림 5에 제시하였다. 구체적으로 깨어있는 시간이 증가할수록 KSS 점수가 상승하였으며, 24시에 가장 높은 점수를 보였다. 수면을 취한 이후(7:00)에 측정하였을 때 수면 전(24:00)보다 감소한 것을 확인할 수 있었다.

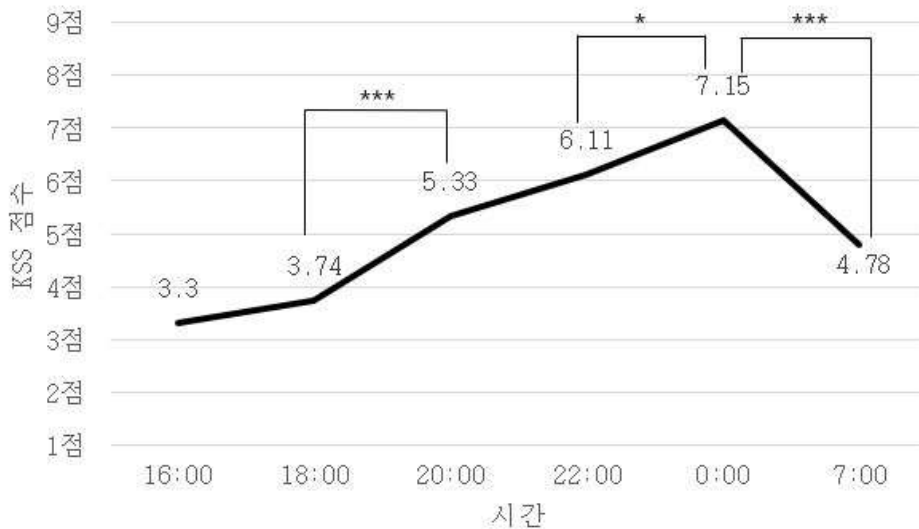


그림 5. 측정 시점에 따른 KSS 점수 변화(n=27)

측정 시점에 따른 KSS 점수의 변화를 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 먼저, 반복측정 분산분석의 기본 가정인 구형성 검정을 위반하여($W=.23$, $\chi^2=35.11$, $p<.01$), Greenhouse-Geisser ϵ 을 적용하여 분석을 실시하였다. 그 결과, 측정 시점에 따라 KSS 점수의 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($F(5,130)=29.54$, $p<.001$, $\eta^2=.53$). 구체적으로 살펴보면, 20시에 측정된 점수는 18시에 측정된 점수보다 높았으며($p<.001$), 24시에 측정된 점수는 22시에 측정된 점수보다 높았다($p<.05$). 또한 취침 후 측정된 KSS 점수는 취침 전 측정된 KSS에 비해 유의미한 감소를 보였다

($p < .001$). 다만, 16시와 18시 및 20시와 22시에 측정된 점수의 차이는 유의미하지 않았다($p = ns$). 구체적인 분석 결과는 표 3에 제시하였다.

표 3. 측정 시점에 따른 KSS 점수 차이($n=27$)

	M	SD	<i>F</i>	Bonferroni
16:00(1)	3.30	0.27		
18:00(2)	3.74	0.23		
20:00(3)	5.33	0.28	29.54***	5>3=4=6>1; 5>3=4>2
22:00(4)	6.11	0.36		
24:00(5)	7.15	0.33		
7:00(6)	4.78	0.30		

*** $p < .001$

3. 한국판 KSS의 신뢰도

1) 한국판 KSS의 집단 내 상관

한국판 KSS의 신뢰도를 검증하기 위해 집단 내 상관 분석을 실시하였다. 분석 결과, KSS의 ICC는 .423으로 나타났다(표 4). 집단 내 상관은 0-1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 일치도가 높음을 의미한다. 일반적으로 0.4 이상일 때 수용 가능할 수 있는 수준으로 해석할 수 있다(Cicchetti, 1994; Hallgren, 2012).

표 4. 한국판 KSS의 집단 내 상관($n=27$)

	집단 내 상관(ICC)
KSS	.423

KSS: Karolinska Sleepiness Scale

4. 한국판 KSS의 타당도

1) 한국판 KSS의 수렴 타당도

한국판 KSS의 수렴 타당도를 검증하기 위해 같은 시점에 측정된 KSS와 주관적 졸음을 측정하는 또 다른 졸음 질문지인 SSS의 Pearson 상관분석을 실시하였다. 그 결과, 한국판 KSS와 SSS 간에 유의미한 정적 상관관계가 관찰되었다($r=.775$, $p<.01$; 표 5).

표 5. 한국판 KSS의 수렴 타당도(n=27)

	KSS	SSS
KSS	1	
SSS	.775**	1
M	3.30	2.26
SD	1.41	0.53

** $p<.01$, KSS: Karolinska Sleepiness Scale, SSS: Stanford Sleepiness Scale

2) 한국판 KSS의 공존 타당도

(1) 한국판 KSS와 수면다원검사

한국판 KSS의 공존 타당도를 검증하기 위해 취침 전 실시한 KSS와 수면다원검사 통해 산출된 수면잠복기 간의 Pearson 상관분석을 실시하였다. 그 결과, 한국판 KSS와 수면다원검사의 수면잠복기는 유의미한 부적 상관을 보였으며, 이는 졸음 수준이 높을수록 실제 잠드는 데까지 걸리는 시간이 짧아짐을 의미한다($r=-.488$, $p<.01$; 표 6).

표 6. 한국판 KSS의 공준 타당도(n=27)

	KSS_취침 전	수면잠복기(SOL)
KSS_취침 전	1	
수면잠복기(SOL)	-.488**	1
M	7.15	5.52
SD	1.70	4.60

** $p < .01$, KSS: Karolinska Sleepiness Scale

(2) 졸음 수준에 따른 집단 간 수면잠복기 차이

선행 연구에 따라, KSS 5점을 기준으로 졸음 수준이 높은 집단(n=16)과 낮거나 보통인 집단(n=11)으로 구분하였다. 졸음 수준에 따른 수면잠복기의 차이를 살펴보기 위해 집단 간 차이 검증을 실시하였으며 그 결과는 표 7과 같다.

졸음 수준이 높은 집단은 졸음 수준이 낮거나 보통인 집단에 비해 수면잠복기가 경계선상에서 유의미하게 더 낮은 것으로 나타났다($Z = -1.984$, $p = .05$).

표 7. 졸음 수준에 따른 수면잠복기 비교(n=27)

	높은 졸음 집단 (n=16)		낮음 및 보통 졸음 집단 (n=11)		Z	p-value
	M	SD	M	SD		
수면잠복기	3.72	2.73	8.14	5.59	-1.984	.05

5. 한국판 KSS와 알파파의 상관관계

한국판 KSS와 알파파의 관련성을 살펴보기 위해 KSS와 KSS 작성 전 측정된 5분간의 알파파를 분석에 이용하였다. 이에 20시, 22시, 24시에 측정된 KSS와 알파파가 분석에 이용되었으며, 뇌파 측정 중 오류가 발생한 3개의 데이터를 제외하고 총 78개의 뇌파 데이터가 사용되었다. 이때 KSS와 알파파는 개인 내 평균을 산출하여 분석을 실시하였다.

또한 측정 시점에 따른 KSS 및 알파파의 차이 점수(d) 간의 관련성을 살펴보고자 20시와 22시, 22시와 24시에 측정된 KSS와 알파파의 차이 점수(d)를 각각 산출하였으며 측정 오류로 인해 차이 점수 산출이 불가능한 1명의 데이터는 제외되었다. 차이 점수(d) 또한 개인 내 평균을 산출하여 분석을 실시하였다.

1) 한국판 KSS와 알파파의 상관분석

한국판 KSS와 알파파 간의 관련성을 살펴보기 위해 KSS와 3개의 영역에서 측정된 알파파 간의 Pearson 상관분석을 실시하였다. 그 결과, 한국판 KSS와 좌측 후두 영역(O1), 좌측 전두 영역(F3), 좌측 중앙 영역(C3)에서 측정된 알파파 간의 유의미한 상관이 관찰되지 않았다(각 $r=.139$, $p=.489$; $r=.320$, $p=.103$; $r=.018$, $p=.929$; 표 8).

표 8. 한국판 KSS와 알파파 간의 상관분석(n=27)

	KSS	α(O1)	α(F3)	α(C3)
KSS	1			
α(O1)	.139	1		
α(F3)	.320	.760**	1	
α(C3)	.018	.867**	.727**	1
M	6.20	5.95	5.36	2.62
SD	1.35	3.12	2.85	1.67

** $p < .01$, KSS: Karolinska Sleepiness Scale

2) KSS 및 알파파 차이 점수(d) 간 상관분석

KSS의 차이 점수와 알파파 차이 간의 Pearson 상관분석을 실시하였다. 분석 결과는 표 9에 제시하였으며, KSS 차이 점수와 각 영역에서 측정된 알파파 차이 간의 유의미한 상관이 관찰되지 않았다(각 $r = .113$, $p = .582$; $r = .117$, $p = .571$; $r = .040$, $p = .848$).

표 9. 한국판 KSS 및 알파파의 차이 점수 간 상관분석(n=26)

	d (KSS)	d (O1a)	d (F3a)	d (C3a)
d (KSS)	1			
d (O1a)	.113	1		
d (F3a)	.117	.733**	1	
d (C3a)	.040	.424*	.596**	1
M	0.91	-0.11	-0.29	-0.24
SD	1.01	1.16	1.43	0.92

** $p < .01$, * $p < .05$, KSS: Karolinska Sleepiness Scale

VI. 논의

1. 연구 결과에 대한 논의

본 연구는 20-70대 성인을 대상으로 한국판 케롤린스카 졸음 척도에 대한 신뢰도 및 타당도를 확인하였다. 한국판 KSS는 졸음을 측정하는 다양한 도구 중 유일하게 생리적 지표와의 관련성을 입증하여 타당화된 도구임에도 불구하고 국내에서 타당화가 이루어지지 않아, 생리적 도구 및 자기 보고식 척도와의 관련성 입증은 통해 한국판 KSS가 타당한 도구인지 검증하고자 실시되었다. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

먼저, 시간의 흐름에 따른 KSS 점수의 변화를 살펴보았다. 깨어있는 시간이 증가할수록 KSS 점수는 상승하는 경향을 보였으며, 구체적으로 분석한 결과 18시-20시, 22시-24시, 24시-다음날 7시에 측정된 KSS 점수에서 유의미한 차이를 보였다. 이는 하루 중 깨어있는 시간이 증가하면서 졸음의 수준이 증가하고, 수면을 취한 이후 졸음 수준이 감소한다는 선행 연구들과 유사한 결과이다(Akerstedt, 1995; Borbély, 1982). 또한 졸음의 전형적인 패턴을 살펴본 연구에 따르면 졸음은 오전에 상대적으로 높은 수준을 보였다가 이후 감소를 보이고 저녁 시간 이후에 졸음이 증가하여 잠자기 전에 가장 높은 수준에 이른다고 밝혔다(Bjorvatn, Kecklund, & Åkerstedt, 1998; Ekstedt, Söderström, & Åkerstedt, 2009; Eriksen et al., 2005). 이는 KSS를 이용한 대규모 연구에서도 동일한 졸음 패턴이 확인되었다(Åkerstedt, Hallvig, & Kecklund, 2017). 이러한 결과는 본 연구에서도 일관되게 확인되었으며, 비교적 적은 표본임에도 불구하고 KSS를 이용하여 실시된 대규모 연구와 동일한 연구 결과를 보였다. 이를 통해 KSS가 졸음의 변화를 민감하게 측정하는 도구임을 확인하였다는 데 의의가 있다.

다음으로, 한국판 KSS의 신뢰도를 확인하였다. 집단 내 상관(ICC) 계수를 확인한 결과, ICC가 .423으로 확인되었다. ICC의 해석 기준은 아직 명확하게 정립되지 않았으나, 0.4-0.6인 경우 보통, 0.6-0.75는 좋음, 0.75-1.0은 매우 좋음으로 여겨진다(Cicchetti, 1994; Hallgren, 2012). 이를 통해 한국판 KSS의 신뢰도가 보통 수준임을 알 수 있었다. 하지만 ICC의 값이 높은 편은 아니었는데 이는 개인 내 분산의 영향과 함께 이해할 필요가 있다. ICC 산출 공식 내에는 개인 내 분산이 포함되어 있어, 개인 내 분산이 높아질수록 ICC 값이 낮아지게 된다. 본 연구에서 측정하는 졸음은 하루 중에도 다양하게 변화하는 특성이 있어(Eriksen et al., 2005), 개인 내 분산이 클 가능성이 존재한다. 이에 KSS 신뢰도 해석 시에 주의가 필요하다. 그럼에도 불구하고 기존의 KSS 타당화 연구에서 밝혀지지 않았던 KSS의 신뢰도를 처음으로 밝혔다는 데 의의가 있다.

셋째, 한국판 KSS의 수면 타당도를 검증하기 위해 졸음을 측정하는 또 다른 질문지인 SSS와 KSS의 관련성을 확인하였다. 연구 결과, 한국판 KSS의 점수가 높을수록 SSS의 점수도 높아지는 것으로 나타났다. 이에 한국판 KSS가 졸음을 측정하는 도구로 타당함이 입증되었다.

넷째, 한국판 KSS의 공준 타당도를 검증하기 위해 생리적 도구와의 관련성을 확인하였다. 수면다원검사(PSG)를 통해 산출된 수면잠복기와 KSS의 상관관계를 확인한 결과, 한국판 KSS와 수면잠복기 간의 유의미한 부적 상관이 존재하는 것으로 나타났다. 수면다원검사(PSG)는 졸음 평가의 가장 좋은 검사 도구로 알려져 있으며, 특히 수면다원검사를 통해 산출되는 다양한 수면 지표 중 수면잠복기가 졸음의 지표로 사용되고 있다. 객관적 졸음은 잠을 잘 수 있는 환경에서 얼마나 빨리 잠이 들 수 있는가로 조작적 정의가 되어 있으며, 이는 수면잠복기로 파악이 가능하다. 즉, 졸릴수록 수면잠복기는 짧아지고 덜 졸릴수록 수면잠복기가 길어진다는

것이다. 이러한 수면잠복기는 알파파 및 델타파 등 졸음과 관련이 있는 뇌파와도 관련성이 입증되어 졸음의 객관적 측정 방법으로 여겨지고 있으며(Carskadon & Dement, 1982), 주관적 졸음과도 관련성이 확인되었다(Danker-Hopfe et al., 2001; Short, Lack, & Wright, 2010). 기존의 KSS 타당화 연구는 뇌파, 정신운동성검사(PVT) 등과 같은 생리적 지표들과의 관련성을 입증하여 타당성을 확보하였는데(Åkerstedt & Gillberg, 1990; Kaida et al., 2006; Putilov & Donskaya, 2013), 본 연구에서는 졸음을 측정하는 또 다른 생리적 지표인 수면다원검사와의 관련성을 입증하여 타당도를 확보하였다는 데 의의가 있다. 이에 한국판 KSS는 생리적 도구인 수면다원검사와의 공존 타당도를 입증함으로써 졸음을 측정하는 도구로서 타당함이 확인되었다.

다섯째, 공존 타당도를 입증하기 위해 KSS 점수에 따른 집단 간 차이를 살펴보았다. 그 결과, 졸음 수준이 낮거나 또는 보통인 집단($KSS \leq 5$)에 비해 졸음 수준이 높은 집단($KSS > 5$)에서 수면잠복기가 더 짧은 것으로 나타났다. 선행 연구에서는 KSS 점수에 따라 5-6개의 집단으로 구분하였으며, 각 집단 간 알파파 및 PVT 반응 속도 등에서 유의미한 차이가 있음을 밝혔다(Kaida et al., 2006; Putilov & Donskaya, 2013). 본 연구에서는 사례 수가 충분하지 않아 2개의 집단으로만 나누어 살펴보았으나, KSS 점수에 따른 수면잠복기의 차이를 처음으로 확인하였으며 집단 간 차이 입증은 통해 공존 타당도를 검증하였다는 데 의의가 있다.

마지막으로, 한국판 KSS와 알파파 간의 관련성을 탐색적으로 살펴본 결과 KSS 점수와 알파파 간의 상관이 유의미하지 않았으며, 측정 시점에 따른 KSS 및 알파파의 차이 점수(d) 간 상관관계도 유의미하지 않았다. 뇌파 중 알파파는 편안한 상태에서 주로 나타나는 주파수 대역으로 졸음과

관련이 있다고 알려져 있으며 특히, 개안시의 알파파 증가 및 폐안시 알파파 감소와 졸음의 증가 간에 관련성이 입증되었다(Horne & Baulk, 2004; Kecklund & Åkerstedt, 1993; Otmani et al., 2005; Stampi et al., 1995; Strijkstra, Beersma, Drayer, Halbesma, & Daan, 2003; Torsvall & Åkerstedt, 1988). 다만, 알파파는 몇몇 상황, 특히 시각적 자극, 청각 및 체성감각적(눈, 귀 등의 감각기 이외의 감각) 자극 노출 및 복잡한 과제 수행 시에 알파파의 감소가 발생하는데 이는 ‘알파파 차단(alpha blocking)’ 현상으로 알려져 있다(Berger, 1930, 1932; Niedermeyer, 1997). 또한 시청각적 자극 노출과 알파파 간의 관련성을 밝힌 선행 연구에 따르면 시청각적 자극 제공 시 측정된 알파파가 무자극 상태에서 측정된 알파파에 비해 감소하는 경향이 있다고 밝혔다(Reeves et al., 1985; Simons, Detenber, Cuthbert, Schwartz, & Reiss, 2003; Smith & Gevins, 2004; 김용호, 2006; 전환성, 2006). 기존의 KSS 타당화 연구에서는 알파파 감쇠 검사(AAT) 및 캐롤린스카 졸음 검사(Karolinska Drowsiness Test, KDT) 등과 같은 정형화된 검사를 사용하여 졸음과 알파파 간의 상관관계를 밝혔다(Åkerstedt & Gillberg, 1990; Kaida et al., 2006; Putilov & Donskaya, 2013). 이와 달리 본 연구에서는 TV를 시청 중인 상황에서 뇌파를 측정하였는데 이때 TV의 시각 및 청각적 자극으로 인해 ‘알파파 차단’ 현상 및 알파파 감소 현상이 발생하였을 가능성이 크다. 이에 본 연구 설계상, 알파파와 KSS 점수 간의 관련성이 확인되지 않았을 가능성이 존재하므로 결과 해석에 있어 주의가 필요하며, 향후 정형화된 뇌파 검사를 활용하여 재검증할 필요성이 존재한다.

2. 제한점 및 후속 연구를 위한 제언

본 연구의 제한점 및 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구참여자 수가 많지 않다는 점에서 본 연구 결과의 일반화에 한계가 존재한다. 이에 후속 연구에서는 연구참여자 수를 충분히 확보하여 추가로 검증할 필요성이 제기된다.

둘째, 본 연구참여자의 81.5%(22명)가 남성으로 구성되어 있다는 점에서 본 연구 결과의 일반화에 한계가 존재한다. 따라서 후속 연구에서는 여성 표본을 확보하여 추가적으로 검증할 필요가 있다.

셋째, KSS와 또 다른 졸음 질문지인 SSS 점수 간의 유의한 정적 상관관계가 있었으나 SSS 또한 타당화되지 않은 설문지라는 점을 고려하여 본 연구의 수렴 타당도 결과를 해석할 필요성이 제기된다.

넷째, KSS의 수렴 타당도는 검증하였으나, 변별 타당도는 검증하지 않았다는 점에서 구성 타당도 검증에 한계점이 존재한다. 따라서 보다 다양한 척도와의 상관관계를 분석하여 한국판 KSS의 타당도에 대한 추가 검증을 실시할 필요가 있다.

다섯째, 본 연구에서 6번의 반복측정을 통해 수집된 KSS를 분석에 사용하였다. 그러나 이는 기존 선행 연구에서 12-25번의 반복측정 데이터를 얻은 것에 비해 적은 편이었으며(Kaida et al., 2006; Putilov & Donskaya, 2013), 각 연구참여자가 응답한 KSS 점수가 다양하지 않아 KSS 점수에 따른 집단 간 차이 및 KSS 점수의 생리적 지표 특성을 파악하기에 한계가 존재하였다. 이에 선행 연구와 같이 더 많은 반복측정을 통해 KSS 점수에 따른 수면 관련 지표의 차이를 입증하여 공존 타당도를 검증하고 각 점수의 생리적 지표 특성을 추가적으로 확인할 필요가 있다.

마지막으로, KSS 타당화 연구를 실시한 선행 연구에서는 알파파와의 관련성을 입증하기 위해 가장 널리 사용되고 있는 알파파 감쇠 검사(AAT)

및 캐롤린스카 졸음 검사(KDT) 등을 사용하였다. 그러나 본 연구에서는 TV 시청과 같이 외부 자극이 제시된 상황에서 측정된 뇌파를 분석에 이용하였다. 이에 향후 연구에서는 한국판 KSS와 알파파 간의 관련성을 확인하기 위해서 알파파 감쇠 검사 등과 같은 정형화된 방법을 사용할 필요성이 제기된다.

앞서 살펴본 것처럼, KSS는 생리적 지표와의 관련성을 입증하여 타당화된 척도라는 점에서 다른 졸음 설문지에 비해 장점이 있지만, 우리나라에서는 타당화되지 않은 채 사용되어왔다. 이에 연구자는 KSS의 신뢰도와 타당도에 대한 검증의 필요성을 제기하였다. 본 연구에서는 한국판 KSS의 신뢰도 및 졸음을 측정하는 자기 보고식 척도(SSS)와의 높은 수렴 타당도가 확인되었다. 또한 졸음을 측정하는 생리적 지표인 수면다원검사와의 관련성을 밝혀 한국판 KSS의 공존 타당도를 입증하였다. 이에 더해 반복측정된 KSS 점수 변화를 살펴보았고, 깨어있는 시간이 증가할수록 KSS 점수가 증가하는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 통해 한국판 KSS가 졸음을 측정하기에 신뢰롭고 타당한 도구임을 입증하였으며 뿐만 아니라 졸음의 변화를 민감하게 측정하는 유용한 수단을 제공하였다는 데 의의가 있다. KSS는 단일 문항으로 매우 짧은 시간 안에 현재 졸음의 정도를 측정할 수 있다는 점에서 임상 장면뿐만 아니라 졸음 측정이 필요한 다양한 현장에서도 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 김용호. (2006). 뇌파측정기술 (EEG) 을 이용한 TV 영상 감성반응의 실험 연구. *한국방송학보*, 20(1), 7-49.
- 박영만, & 서유진. (1996). 한국어판 아침-저녁형 질문지 및 수면습관과의 연관성에 대한 연구 (The Morningness-Eveningness Questionnaire in Korean Version and Its Relations with Sleep-Wake Habits). *대한인간공학회지*, 15(2), 37-49.
- 이규일, 김정란, 왕성근, & 신석철. (2001). 수면 박탈이 주간 졸음 및 피로감과 집중력에 미치는 영향. *생물치료정신의학*, 7(2), 244-250.
- 전환성. (2006). 매체의 종류와 내용에 따른 인지적 특성연구: 뇌파 (EEG) 분석을 중심으로. *한국사회과학연구*.
- Akerstedt, T. (1995). Work hours and sleepiness. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 25(6), 367-375.
- Åkerstedt, T., Anund, A., Axelsson, J., & Kecklund, G. (2014). Subjective sleepiness is a sensitive indicator of insufficient sleep and impaired waking function. *Journal of sleep research*, 23(3), 242-254.
- Åkerstedt, T., & Gillberg, M. (1990). Subjective and objective sleepiness in the active individual. *International Journal of Neuroscience*, 52(1-2), 29-37.
- Åkerstedt, T., Hallvig, D., & Kecklund, G. (2017). Normative data on the diurnal pattern of the Karolinska Sleepiness Scale ratings and its relation to age, sex, work, stress, sleep quality and sickness absence/illness in a large sample of daytime workers. *Journal of sleep research*, 26(5), 559-566.

- Åkerstedt, T., Peters, B., Anund, A., & Kecklund, G. (2005). Impaired alertness and performance driving home from the night shift: a driving simulator study. *Journal of sleep research*, 14(1), 17-20.
- American Academy of Sleep Medicine. (2005). International classification of sleep disorders. *Diagnostic and coding manual*, 51-55.
- Avni, N., Avni, I., Barenboim, E., Azaria, B., Zadok, D., Kohen-raz, R., & Morad, Y. (2006). Brief posturographic test as an indicator of fatigue. *Psychiatry and clinical neurosciences*, 60(3), 340-346.
- Axelsson, J., Åkerstedt, T., Kecklund, G., & Lowden, A. (2004). Tolerance to shift work—how does it relate to sleep and wakefulness? *International archives of occupational and environmental health*, 77(2), 121-129.
- Banks, S., & Dinges, D. F. (2007). Behavioral and physiological consequences of sleep restriction. *Journal of clinical sleep medicine*, 3(5), 519-528.
- Belz, S. M., Robinson, G. S., & Casali, J. G. (2004). Temporal separation and self-rating of alertness as indicators of driver fatigue in commercial motor vehicle operators. *Human factors*, 46(1), 154-169.
- Berger, H. (1930). Ueber das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Journal für Psychologie und Neurologie*.
- Berger, H. (1932). über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 97(1), 6-26.
- Bioulac, S., Chaufton, C., Taillard, J., Claret, A., Sagaspe, P., Fabrigoule, C., & Philip, P. (2015). Excessive daytime sleepiness in adult patients with ADHD as measured by the Maintenance of Wakefulness Test,

- an electrophysiologic measure. *The Journal of clinical psychiatry*, 76(7), 0-0.
- Bioulac, S., Franchi, J.-A. M., Arnaud, M., Sagaspe, P., Moore, N., Salvo, F., & Philip, P. (2017). Risk of motor vehicle accidents related to sleepiness at the wheel: a systematic review and meta-analysis. *Sleep*, 40(10).
- Bixler, E. O., Vgontzas, A. N., Lin, H.-M., Calhoun, S. L., Vela-Bueno, A., & Kales, A. (2005). Excessive daytime sleepiness in a general population sample: the role of sleep apnea, age, obesity, diabetes, and depression. *The Journal of clinical endocrinology & metabolism*, 90(8), 4510-4515.
- Bjorvatn, B., Kecklund, G., & Åkerstedt, T. (1998). Rapid adaptation to night work at an oil platform, but slow readaptation after returning home. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 40(7), 601-608.
- Bonnet, M. H. (1986). Performance and sleepiness as a function of frequency and placement of sleep disruption. *Psychophysiology*, 23(3), 263-271.
- Bonnet, M. H. (1994). Sleep deprivation. *Principles and practice of sleep medicine*, 50-67.
- Bonnet, M. H., & Arand, D. L. (2000). Activity, arousal, and the MSLT in patients with insomnia. *Sleep*, 23(2), 205-212.
- Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Hum neurobiol*, 1(3), 195-204.
- Brendel, D. H., Reynolds III, C., Jennings, J., Hoch, C., Monk, T., Berman,

- S., . . . Kupfer, D. (1990). Sleep stage physiology, mood, and vigilance responses to total sleep deprivation in healthy 80 year olds and 20 year olds. *Psychophysiology*, 27(6), 677-685.
- Breslau, N., Roth, T., Rosenthal, L., & Andreski, P. (1996). Sleep disturbance and psychiatric disorders: a longitudinal epidemiological study of young adults. *Biological Psychiatry*, 39(6), 411-418.
- Broughton, R. (1989). Sleep attacks, naps, and sleepiness in medical sleep disorders. *Sleep and Alertness: Chronobiological, Behavioral and Medical Aspects of Napping*. Raven Press, New York, 267-298.
- Cajochen, C., Brunner, D. P., Kräuchi, K., Graw, P., & Wirz-Justice, A. (2000). EEG and subjective sleepiness during extended wakefulness in seasonal affective disorder: circadian and homeostatic influences. *Biological Psychiatry*, 47(7), 610-617.
- Cajochen, C., Kräuchi, K., von Arx, M.A., Möri, D., Graw, P., & Wirz-Justice, A. (1996). Daytime melatonin administration enhances sleepiness and theta/alpha activity in the waking EEG. *Neuroscience letters*, 207(3), 209-213.
- Camfferman, D., Moseley, G. L., Gertz, K., Pettet, M. W., & Jensen, M. P. (2017). Waking EEG cortical markers of chronic pain and sleepiness. *Pain Medicine*, 18(10), 1921-1931.
- Carskadon, M. A. (1986). Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT): a standard measure of sleepiness. *Sleep*, 9(4), 519-524.
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (1979). Effects of total sleep loss on sleep tendency. *Perceptual and motor skills*, 48(2), 495-506.
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (1982). The multiple sleep latency

- test: what does it measure. *Sleep*, 5(Suppl 2), S67-72.
- Casagrande, M., Violani, C., Curcio, G., & Bertini, M. (1997). Assessing vigilance through a brief pencil and paper letter cancellation task (LCT): effects of one night of sleep deprivation and of the time of day. *Ergonomics*, 40(6), 613-630.
- Cho, Y. W., Lee, J. H., Son, H. K., Lee, S. H., Shin, C., & Johns, M. W. (2011). The reliability and validity of the Korean version of the Epworth sleepiness scale. *Sleep and Breathing*, 15(3), 377-384.
- Chokroverty, S. (1996). Sleep and degenerative neurologic disorders. *Neurologic clinics*, 14(4), 807-826.
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological assessment*, 6(4), 284.
- Cluydts, R., De Valck, E., Verstraeten, E., & Theys, P. (2002). Daytime sleepiness and its evaluation. *Sleep medicine reviews*, 6(2), 83-96.
- Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., Robinson, E., Civil, I., Dunn, R., . . . Jackson, R. (2002). Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population based case control study. *Bmj*, 324(7346), 1125.
- Curcio, G., Casagrande, M., & Bertini, M. (2001). Sleepiness: evaluating and quantifying methods. *International journal of psychophysiology*, 41(3), 251-263.
- Czeisler, C. A., Weitzman, E. D., Moore-Ede, M. C., Zimmerman, J. C., & Knauer, R. S. (1980). Human sleep: its duration and organization depend on its circadian phase. *Science*, 210(4475), 1264-1267.

- Danisman, T., Bilasco, I. M., Djeraba, C., & Ihaddadene, N. (2010). Drowsy driver detection system using eye blink patterns. *Paper presented at the 2010 International Conference on Machine and Web Intelligence.*
- Danker-Hopfe, H., Kraemer, S., Dorn, H., Schmidt, A., Ehlert, I., & Herrmann, W. M. (2001). Time-of-day variations in different measures of sleepiness (MSLT, pupillography, and SSS) and their interrelations. *Psychophysiology*, 38(5), 828-835.
- De Valck, E., & Cluydts, R. (2003). Sleepiness as a state - trait phenomenon, comprising both a sleep drive and a wake drive. *Medical Hypotheses*, 60(4), 509-512.
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods*, 134(1), 9-21.
- Dement, W. C., & Carskadon, M. A. (1982). Current perspectives on daytime sleepiness: the issues. *Sleep*, 5(2), S56-S66.
- Dinges, D. F. (2004). Sleep debt and scientific evidence. *Sleep*, 27(6), 1050-1052.
- Dinges, D. F., Pack, F., Williams, K., Gillen, K. A., Powell, J. W., Ott, G. E., . . . Pack, A. I. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4 - 5 hours per night. *Sleep*, 20(4), 267-277.
- Dinges, D. F., & Powell, J. W. (1985). Microcomputer analyses of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behavior research methods, instruments, & computers*,

- 17(6), 652–655.
- Doghramji, K., Mitler, M. M., Sangal, R. B., Shapiro, C., Taylor, S., Walsleben, J., . . . Hosn, R. (1997). A normative study of the maintenance of wakefulness test (MWT). *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 103(5), 554–562.
- Doran, S. M., Van Dongen, H. P., & Dinges, D. F. (2001). Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. *Archives italiennes de biologie*, 139(3), 253–267.
- Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2005). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Paper presented at the Seminars in neurology*.
- Ekstedt, M., Söderström, M., & Åkerstedt, T. (2009). Sleep physiology in recovery from burnout. *Biological psychology*, 82(3), 267–273.
- Eriksen, C. A., Åkerstedt, T., Kecklund, G., & Åkerstedt, A. (2005). Comment on short-term variation in subjective sleepiness. *Perceptual and motor skills*, 101(3), 943–948.
- Ford, D. E., & Kamerow, D. B. (1989). Epidemiologic study of sleep disturbances and psychiatric disorders: an opportunity for prevention? *Jama*, 262(11), 1479–1484.
- Geiger-Brown, J. M., Lee, C. J., & Trinkoff, A. M. (2012). The role of work schedules in occupational health and safety. In *Handbook of occupational health and wellness* (pp. 297–322). Springer, Boston, MA
- Gillberg, M. (1998). Subjective alertness and sleep quality in connection with permanent 12-hour day and night shifts. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 76–80.

- Gillberg, M., Kecklund, G., & Åkerstedt, T. (1994). Relations between performance and subjective ratings of sleepiness during a night awake. *Sleep*, 17(3), 236-241.
- Gillberg, M., Kecklund, G., & Åkerstedt, T. (1996). Sleepiness and performance of professional drivers in a truck simulator – comparisons between day and night driving. *Journal of sleep research*, 5(1), 12-15.
- Goel, N., Rao, H., Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2009). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Paper presented at the Seminars in neurology*.
- Gold, D. R., Rogacz, S., Bock, N., Tosteson, T. D., Baum, T. M., Speizer, F. E., & Czeisler, C. A. (1992). Rotating shift work, sleep, and accidents related to sleepiness in hospital nurses. *American journal of public health*, 82(7), 1011-1014.
- Härmä, M., Sallinen, M., Ranta, R., Mutanen, P., & Müller, K. (2002). The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers. *Journal of sleep research*, 11(2), 141-151.
- Hallgren, K. A. (2012). Computing inter-rater reliability for observational data: an overview and tutorial. *Tutorials in quantitative methods for psychology*, 8(1), 23.
- Harner, P., & Sannit, T. (1974). A review of the international ten-twenty system of electrode placement: *Grass Instrument Company*.
- Hoddes, E., Zarcone, V., Smythe, H., Phillips, R., & Dement, W. C. (1973). Quantification of sleepiness: a new approach. *Psychophysiology*,

- 10(4), 431-436.
- Horne, J., Anderson, N., & Wilkinson, R. (1983). Effects of sleep deprivation on signal detection measures of vigilance: implications for sleep function. *Sleep*, 6(4), 347-358.
- Horne, J. A., & Östberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International journal of chronobiology*.
- Horne, J., & Reyner, L. (1999). Vehicle accidents related to sleep: a review. *Occupational and environmental medicine*, 56(5), 289-294.
- Horne, J. A., & Baulk, S. D. (2004). Awareness of sleepiness when driving. *Psychophysiology*, 41(1), 161-165.
- Horne, J. A., & Reyner, L. A. (1995). Sleep related vehicle accidents. *Bmj*, 310(6979), 565-567.
- Hublin, C., Kaprio, J., Partinen, M., Heikkilä, K., & Koskenvuo, M. (1996). Daytime sleepiness in an adult, Finnish population. *Journal of internal medicine*, 239(5), 417-423.
- Ingre, M., Kecklund, G., Åkerstedt, T., & Kecklund, L. (2004). Variation in sleepiness during early morning shifts: a mixed model approach to an experimental field study of train drivers. *Chronobiology International*, 21(6), 973-990.
- Itoi, A., Cilveti, R., Voth, M., Dantz, B., Hyde, P., Gupta, A., & Dement, W. C. (1993). Can drivers avoid falling asleep at the wheel? Relationship between awareness of sleepiness and ability to predict sleep onset.
- Jeong, J.-H., Yu, B.-W., Lee, D.-H., & Lee, S.-W. (2019). Classification of

- drowsiness levels based on a deep spatio-temporal convolutional bidirectional LSTM network using electroencephalography signals. *Brain sciences*, 9(12), 348.
- Johns, M. (1998). Rethinking the assessment of sleepiness. *Sleep medicine reviews*, 2(1), 3-15.
- Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14(6), 540-545.
- Johns, M. W. (1992). Reliability and factor analysis of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, 15(4), 376-381.
- Johns, M. W. (1993). Daytime sleepiness, snoring, and obstructive sleep apnea: the Epworth Sleepiness Scale. *Chest*, 103(1), 30-36.
- Johns, M. W. (1994). Sleepiness in different situations measured by the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, 17(8), 703-710.
- Johns, M. W. (2008). Appendix I: the subjective measurement of excessive daytime sleepiness. *Sleep Disorders* (pp. 663-677): CRC Press.
- Jung, J.-Y., Cho, H.-Y., & Kang, C.-K. (2020). Brain activity during a working memory task in different postures: An EEG study. *Ergonomics*, 63(11), 1359-1370.
- Kaida, K., Takahashi, M., Åkerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T., & Fukasawa, K. (2006). Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology*, 117(7), 1574-1581.
- Kaplan, H. I., & Sadock, B. J. (1988). *Synopsis of psychiatry: Behavioral sciences clinical psychiatry*. Williams & Wilkins Co.
- Kecklund, G., & Åkerstedt, T. (1993). Sleepiness in long distance truck

- driving: an ambulatory EEG study of night driving. *Ergonomics*, 36(9), 1007-1017.
- Kudielka, B. M., von Känel, R., Gander, M.-L., & Fischer, J. E. (2004). The interrelationship of psychosocial risk factors for coronary artery disease in a working population: do we measure distinct or overlapping psychological concepts? *Behavioral Medicine*, 30(1), 35-44.
- Landrigan, C. (2010). Effect of lack of sleep on medical errors. *Sleep, Health, and Society. From Aetiology to Public Health*, 382.
- Lee, B.L., Lee, B.G., & Chung, W.Y. (2016). Standalone wearable driver drowsiness detection system in a smartwatch. *IEEE Sensors journal*, 16(13), 5444-5451.
- Lee, S., Kim, H.R., Byun, J., & Jang, T. (2017). Sleepiness while driving and shiftwork patterns among Korean bus drivers. *Annals of occupational and environmental medicine*, 29(1), 1-8.
- Li, G., Lee, B.L., & Chung, W.Y. (2015). Smartwatch-based wearable EEG system for driver drowsiness detection. *IEEE Sensors journal*, 15(12), 7169-7180.
- Lienhart, R., & Maydt, J. (2002). An extended set of haar-like features for rapid object detection. *Paper presented at the Proceedings. international conference on image processing*.
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2008). Sleep deprivation and vigilant attention.
- Lin, C.T., Chuang, C.H., Huang, C.S., Tsai, S.F., Lu, S.W., Chen, Y.H., & Ko, L.W. (2014). Wireless and wearable EEG system for evaluating driver vigilance. *IEEE Transactions on biomedical circuits and*

- systems*, 8(2), 165–176.
- Liu, X., Uchiyama, M., Kim, K., Okawa, M., Shibui, K., Kudo, Y., & Ogihara, R. (2000). Sleep loss and daytime sleepiness in the general adult population of Japan. *Psychiatry research*, 93(1), 1–11.
- Lobiondo-Wood, G., & Haber, J. (1998). Pesquisa em enfermagem: Metodos, avaliacao critica e utilizacao.
- Maclean, A. W., Fekken, G. C., Saskin, P., & Knowles, J. B. (1992). Psychometric evaluation of the Stanford sleepiness scale. *Journal of sleep research*, 1(1), 35–39.
- Marzano, C., Fratello, F., Moroni, F., Concetta Pellicciari, M., Curcio, G., Ferrara, M., & De Gennaro, L. (2007). Slow eye movements and subjective estimates of sleepiness predict EEG power changes during sleep deprivation. *Sleep*, 30(5), 610–616.
- Maycock, G. (1996). Sleepiness and driving: the experience of UK car drivers. *Journal of sleep research*, 5(4), 229–231.
- McGraw, K. O., & Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological methods*, 1(1), 30.
- McLaren, J. W., Hauri, P. J., Lin, S.-C., & Harris, C. D. (2002). Pupillometry in clinically sleepy patients. *Sleep medicine*, 3(4), 347–352.
- Mitler, M. M., Gujavarty, K. S., & Browman, C. P. (1982). Maintenance of wakefulness test: a polysomnographic technique for evaluating treatment efficacy in patients with excessive somnolence. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 53(6), 658–661.
- Monk, T. H. (1987). Subjective ratings of sleepiness—the underlying

- circadian mechanisms. *Sleep*, 10(4), 343-353.
- Monk, T. H. (1989). A visual analogue scale technique to measure global vigor and affect. *Psychiatry research*, 27(1), 89-99.
- Naitoh, P. (1983). Signal detection theory as applied to vigilance performance of sleep-deprived subjects. *Sleep*, 6(4), 359-361.
- Niedermeyer, E. (1997). Alpha rhythms as physiological and abnormal phenomena. *International journal of psychophysiology*, 26(1-3), 31-49.
- Nugent, A., Gleadhill, I., McCrum, E., Patterson, C., Evans, A., & MacMahon, J. (2001). Sleep complaints and risk factors for excessive daytime sleepiness in adult males in Northern Ireland. *Journal of sleep research*, 10(1), 69-74.
- Ohayon, M. M. (2012). Determining the level of sleepiness in the American population and its correlates. *Journal of psychiatric research*, 46(4), 422-427.
- Ohayon, M. M., Caulet, M., Philip, P., Guilleminault, C., & Priest, R. G. (1997). How sleep and mental disorders are related to complaints of daytime sleepiness. *Archives of internal medicine*, 157(22), 2645-2652.
- Otmani, S., Pebayle, T., Roge, J., & Muzet, A. (2005). Effect of driving duration and partial sleep deprivation on subsequent alertness and performance of car drivers. *Physiology & behavior*, 84(5), 715-724.
- Philip, P., Chaufton, C., Orriols, L., Lagarde, E., Amoros, E., Laumon, B., . . . Sagaspe, P. (2014). Complaints of poor sleep and risk of traffic accidents: a population-based case-control study. *PloS one*, 9(12), e114102.

- Philip, P., Sagaspe, P., Moore, N., Taillard, J., Charles, A., Guilleminault, C., & Bioulac, B. (2005). Fatigue, sleep restriction and driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 37(3), 473-478.
- Pigeon, W. R., Sateia, M. J., & Ferguson, R. J. (2003). Distinguishing between excessive daytime sleepiness and fatigue: toward improved detection and treatment. *Journal of psychosomatic research*, 54(1), 61-69.
- Putilov, A. A., & Donskaya, O. G. (2013). Construction and validation of the EEG analogues of the Karolinska sleepiness scale based on the Karolinska drowsiness test. *Clinical Neurophysiology*, 124(7), 1346-1352.
- Reeves, B., Thorson, E., Rothschild, M. L., McDonald, D., Hirsch, J., & Goldstein, R. (1985). Attention to television: Intrastimulus effects of movement and scene changes on alpha variation over time. *International Journal of Neuroscience*, 27(3-4), 241-255.
- Reyner, L., & Horne, J. A. (1998). Falling asleep whilst driving: are drivers aware of prior sleepiness? *International journal of legal medicine*, 111(3), 120-123.
- Richardson, G. S., Carskadon, M. A., Flagg, W., Van den Hoed, J., Dement, W. C., & Mitler, M. M. (1978). Excessive daytime sleepiness in man: multiple sleep latency measurement in narcoleptic and control subjects. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 45(5), 621-627.
- Roth, T. (1989). Daytime sleepiness and alertness. *Principles and practice of sleep medicine*, 14-23.

- Söderström, M., Ekstedt, M., Åkerstedt, T., Nilsson, J., & Axelsson, J. (2004). Sleep and sleepiness in young individuals with high burnout scores. *Sleep*, 27(7), 1369–1377.
- Sagaspe, P., Taillard, J., Bayon, V., Lagarde, E., Moore, N., Boussuge, J., . . . Philip, P. (2010). Sleepiness, near misses and driving accidents among a representative population of French drivers. *Journal of sleep research*, 19(4), 578–584.
- Sallinen, M., Härmä, M., Akila, R., Holm, A., Luukkonen, R., Mikola, H., & Virkkala, J. (2004). The effects of sleep debt and monotonous work on sleepiness and performance during a 12 h dayshift. *Journal of sleep research*, 13(4), 285–294.
- Sallinen, M., Härmä, M., Mutanen, P., Ranta, R., Virkkala, J., & Müller, K. (2005). Sleepiness in various shift combinations of irregular shift systems. *Industrial health*, 43(1), 114–122.
- Schmidt, H. S. (1982). Pupillometric assessment of disorders of arousal. *Sleep: Journal of Sleep Research & Sleep Medicine*.
- Schwartz, J. R. (2005). Modafinil: new indications for wake promotion. *Expert opinion on pharmacotherapy*, 6(1), 115–129.
- Shen, J., Barbera, J., & Shapiro, C. M. (2006). Distinguishing sleepiness and fatigue: focus on definition and measurement. *Sleep medicine reviews*, 10(1), 63–76.
- Short, M., Lack, L., & Wright, H. (2010). Does subjective sleepiness predict objective sleep propensity? *Sleep*, 33(1), 123–129.
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological bulletin*, 86(2), 420.

- Simons, R. F., Detenber, B. H., Cuthbert, B. N., Schwartz, D. D., & Reiss, J. E. (2003). Attention to television: Alpha power and its relationship to image motion and emotional content. *Media Psychology*, 5(3), 283-301.
- Smith, M. E., & Gevins, A. (2004). Attention and brain activity while watching television: Components of viewer engagement. *Media Psychology*, 6(3), 285-305.
- Son, M., Kong, J. O., Koh, S. B., Kim, J., & Härmä, M. (2008). Effects of long working hours and the night shift on severe sleepiness among workers with 12 hour shift systems for 5 to 7 consecutive days in the automobile factories of Korea. *Journal of sleep research*, 17(4), 385-394.
- Sperber, A. D. (2004). Translation and validation of study instruments for cross-cultural research. *Gastroenterology*, 126, S124-S128.
- Stampi, C., Stone, P., & Michimori, A. (1995). A new quantitative method for assessing sleepiness: the Alpha Attenuation Test. *Work & Stress*, 9(2-3), 368-376.
- Stepanski, E., Zorick, F., Roehrs, T., & Roth, T. (2000). Effects of sleep deprivation on daytime sleepiness in primary insomnia. *Sleep*, 23(2), 215-219.
- Strijkstra, A. M., Beersma, D. G., Drayer, B., Halbesma, N., & Daan, S. (2003). Subjective sleepiness correlates negatively with global alpha (8 - 12 Hz) and positively with central frontal theta (4 - 8 Hz) frequencies in the human resting awake electroencephalogram. *Neuroscience letters*, 340(1), 17-20.

- Stutts, J. C., Reinfurt, D. W., Staplin, L., & Rodgman, E. (2001). The role of driver distraction in traffic crashes.
- Sugerman, J. L., & Walsh, J. K. (1989). Physiological sleep tendency and ability to maintain alertness at night. *Sleep*, 12(2), 106-112.
- Suhner, A., Schlagenhauf, P., Johnson, R., Tschopp, A., & Steffen, R. (1998). Comparative study to determine the optimal melatonin dosage form for the alleviation of jet lag. *Chronobiology International*, 15(6), 655-666.
- Suzuki, K., Ohida, T., Kaneita, Y., Yokoyama, E., Miyake, T., Harano, S., . . . Tsutsui, T. (2004). Mental health status, shift work, and occupational accidents among hospital nurses in Japan. *Journal of occupational health*, 46(6), 448-454.
- Terzano, M. G., Rossi, M., Palomba, V., Smerieri, A., & Parrino, L. (2003). New Drugs for Insomnia. *Drug safety*, 26(4), 261-282.
- Thorpy, M. J., Westbrook, P., Ferber, R., & Fredrickson, P. (1992). The clinical use of the multiple sleep latency test. *Sleep: Journal of Sleep Research & Sleep Medicine*.
- Torsvall, L., & Åkerstedt, T. (1988). Extreme sleepiness: quantification of EOG and spectral EEG parameters. *International Journal of Neuroscience*, 38(3-4), 435-441.
- Van Dongen, P., Baynard, M. D., Maislin, G., & Dinges, D. F. (2004). Systematic interindividual differences in neurobehavioral impairment from sleep loss: evidence of trait-like differential vulnerability. *Sleep*, 27(3), 423-433.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass

- correlation coefficient and the SEM. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 231-240.
- Zagheri, T. M., & Yaghmaei, F. (2006). Factor analysis of construct validity. *A review of nursing articles*.
- Zhang, X., Li, J., Liu, Y., Zhang, Z., Wang, Z., Luo, D., . . . Hu, G. (2017). Design of a fatigue detection system for high-speed trains based on driver vigilance using a wireless wearable EEG. *Sensors*, 17(3), 486.
- Zhang, Z., Luo, D., Rasim, Y., Li, Y., Meng, G., Xu, J., & Wang, C. (2016). A vehicle active safety model: Vehicle speed control based on driver vigilance detection using wearable EEG and sparse representation. *Sensors*, 16(2), 242.
- Zwyghuizen-Doorenbos, A., Roehrs, T., Schaefer, M., & Roth, T. (1988). Test-retest reliability of the MSLT. *Sleep*, 11(6), 562-565.

ABSTRACT

Validation of Korean version of Karolinska Sleepiness Scale

Sujin Lee

Department of Psychology

Graduate School of

Sungshin University

This study aimed to validate the Karolinska Sleepiness Scale (KSS) for adults aged between 20 and 70 and to explore the relationship between KSS and alpha power. For this purpose, all participants completed KSS, Stanford Sleepiness Scale (SSS), polysomnography (PSG) and electroencephalogram (EEG). Twenty-seven individuals (mean age 40.5 ± 7.7 , 81.5% male) participated in the study. First, the differences in KSS score depending on the measurement time was confirmed. The KSS score increased as the waking time increased and showed the highest score before bedtime. As a result of examining the difference in KSS score through repeated measurement analysis of variance, it was confirmed that the change in KSS score was significant at a specific point in time. Intra-Class Correlation (ICC) was evaluated for the total sample. As a result, ICC was .423 which was an acceptable level of reliability. The KSS

was verified for convergent validity by correlating KSS with Stanford Sleepiness Scale ($r=.775$, $p<.01$). For concurrent validity, the correlation between the KSS score and sleep onset latency from polysomnography was $-.488$, indicating a significantly negative correlation ($p<.05$). Also, a group comparison was conducted to verify the concurrent validity and examine the difference in objective measurement. As a result, the sleep onset latency (SOL) was shorter in the group with a high level of sleepiness ($KSS>5$). As a result of the relationship between KSS and alpha power from electroencephalogram was not significant. In addition, the difference score between the measurement time points of KSS and alpha power obtained through three repeated measurements was calculated, and there was no significant correlation between the KSS score difference and alpha power difference. The above results indicate that the KSS can be a reliable and valid measure of sleepiness through further research in the future, and the KSS is sensitive tool to measure changes in sleepiness. Based on the above results, we discussed the implications and limitations of the study.

Keyword: sleepiness, polysomnography, electroencephalogram, sleep onset latency, alpha power

부 록

부록 순서

1. 케롤린스카 졸음 척도 (Karolinska Sleepiness Scale, KSS)
2. 스탠포드 졸음 척도 (Stanford Sleepiness Scale, SSS)
3. 아침형-저녁형 설문지 (Morningness-Eveningness Questionnaire, MEQ)

부록 1

1. 캐롤린스카 졸음 척도(Karolinska Sleepiness Scale, KSS)

아래에는 당신이 지금 얼마나 각성되어 있는지 또는 졸린지에 대한 몇가지 설명이 적혀져 있습니다. 내용을 주의깊게 읽고, 현재 본인의 느낌과 가장 가까운 번호에 1개만 동그라미를 하십시오.

- ① 극히 정신이 또렷한 상태
- ② 매우 정신이 또렷한 상태
- ③ 정신이 또렷한 상태
- ④ 비교적 정신이 또렷한 상태
- ⑤ 정신이 또렷하지도, 졸리지도 않은 상태
- ⑥ 약간 졸린 징후를 보이는 상태
- ⑦ 졸리지만, 깨어 있기 위해 노력하지 않는 상태
- ⑧ 졸리지만, 깨어 있기 위해 약간 노력하는 상태
- ⑨ 매우 졸려서, 깨어 있기 위해 꽤 노력하는, 잠과 싸우는 상태

부록 2

2. 스탠포드 졸음 척도(Stanford Sleepiness Scale, SSS)

당신은 지금 얼마나 졸린다고 생각합니까? 다음 중 당신의 현재 느낌과 가장 가까운 번호에 1개만 동그라미를 하십시오.

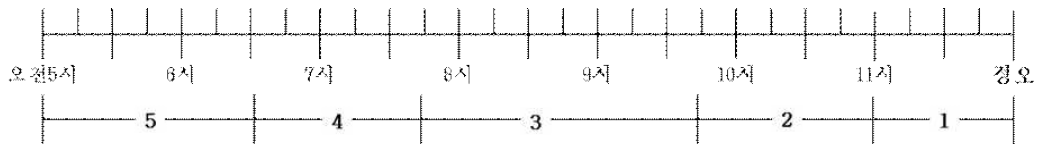
- ① 전혀 졸리지 않고, 정신이 맑고 활기참을 느낀다.
- ② 최상의 상태는 아니지만 집중해서 일을 할 수 있다.
- ③ 정신을 차리고는 있지만 다소 나른해진 상태이다.
- ④ 약간 정신이 몽롱하고 기운이 없다.
- ⑤ 몽롱해서 정신을 집중할 수가 없고, 정신을 계속 차리고 있기가 힘들다.
- ⑥ 졸리고 멍한 상태이며, 눕고 싶다.
- ⑦ 눈은 뜨고 있지만 깨어 있을 수가 없다. 금세 잠들 것 같다.

부록 3

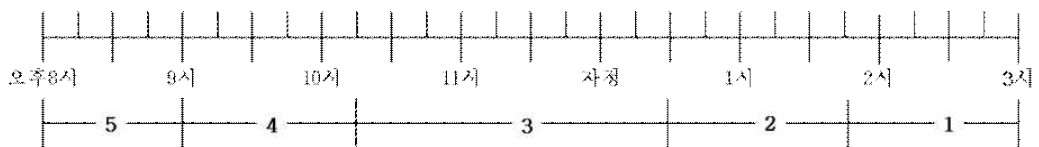
3. 아침형-저녁형 설문지(Morningness-Eveningness Questionnaire, MEQ)

- 1. 답을 하기 전에 각 질문 내용을 주의 깊게 읽어 주십시오.
- 2. 전체 문항에 대해서 빠짐없이 순서대로 답하여 주십시오.
- 3. 각 문항은 다른 문항과는 관계없이 답하여 주십시오. 한번 답한 것을 검토 후 수정하지 마십시오.
- 4. 각 문항에 대한 답은 하나만 선택해서 V 표를 해주십시오. 일부 문항은 답을 선택하는 대신 척도를 이용하고 있습니다. 그 경우 척도의 적절한 곳에 V 표를 해주십시오.

1. 자유롭게 당신의 하루 일정을 결정할 수 있다면, 몇 시에 기상하겠습니까?



2. 당신의 생활리듬만을 고려하여 자유롭게 당신의 하루 일정을 정한다면, 몇 시에 취침하겠습니까?



3. 아침에 당신이 정해진 시간에 일어나야만 하는 경우 알람 시계에 어느 정도 의존합니까?

- 1) 전혀 의존하지 않는다..... 4
- 2) 약간 의존한다..... 3
- 3) 꽤 의존한다..... 2
- 4) 완전 의존한다.....1

4. 당신은 아침에 얼마나 쉽게 일어날 수 있습니까?

- 1) 전혀 쉽지 않다 1
- 2) 약간 쉽다 2
- 3) 꽤 쉽다 3
- 4) 매우 쉽다 4

5. 아침에 기상 후 30분 동안, 당신은 얼마나 확실하게 깨어 있습니까?

- 1) 전혀 그렇지 않다 1
- 2) 약간 그렇다 2
- 3) 꽤 분명히 깨어있다 3
- 4) 매우 분명히 깨어있다4

6. 아침에 기상 후 30분 동안, 당신의 식욕은 어떠합니까?

- 1) 아주 안 좋다 1
- 2) 조금 안 좋다 2
- 3) 조금 좋다 3
- 4) 아주 좋다 4

7. 아침에 기상 후 30분 동안, 당신은 어느 정도 피로를 느낍니까?

- 1) 아주 피곤하다 1
- 2) 조금 피곤하다 2
- 3) 조금 상쾌하다 3
- 4) 아주 상쾌하다 4

8. 다음날 일이 없는 경우 당신은 평소의 취침시간과 비교하여 어떠합니까?

- 1) 거의 비슷하다 4
- 2) 1시간 정도 늦다 3
- 3) 1-2시간 늦다 2
- 4) 2시간 이상 늦다 1

3) 평소처럼 일어나지만 다시 잔다...2

4) 평소보다 늦잠 잔다...1

14. 만약 당신이 야간 당직을 위해 새벽 4-6시 사이에 깨어있고 다음날 아무 일도 없다면, 다음 중 당신에게 가장 잘 맞는 행동은 어느 것입니까?

1) 당직을 마칠 때까지 자지 않는다...1

2) 당직 전에 졸다가 당직을 마친 후 잔다...2

3) 당직 전에 자고 당직을 마친 후 잔다...3

4) 당직 전에 충분히 다 잔다... 4

15. 당신은 육체적인 중노동을 2시간 해야 하는 경우 본인의 하루 계획을 아주 자유롭게 정할 수 있고 단지 당신의 생활리듬만을 고려한다면 어느 시간대를 선택하겠습니까?

1) 오전 8-11시 4

2) 오전 11시 - 오후 1시 3

3) 오후 3-5시 2

4) 오후 7-9시 1

16. 당신은 심한 육체적 운동을 하려고 합니다. 친구가 이 운동을 1주일에 1시간씩 2번, 아침 10-11시에 하자고 합니다. 당신의 생활리듬만을 고려한다면, 당신은 어떻게 할 것이라고 생각합니까?

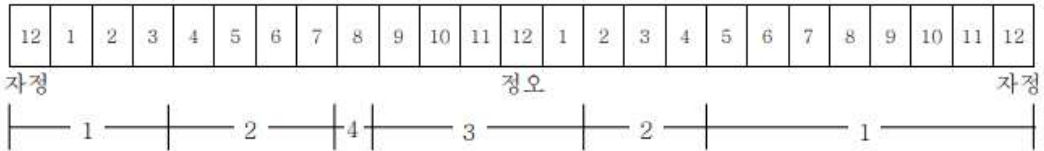
1) 한다 1

2) 거의 할 것이다 2

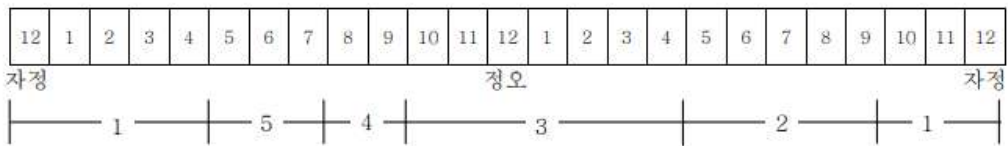
3) 어려움이 있다 3

4) 안 한다 4

17. 근무시간을 본인이 정할 수 있다고 가정합니다. 근무시간은 하루 5시간(휴식시간 포함)이며, 일 자체는 흥미롭고, 일의 결과에 따라 급료를 받는다면, 어느 시간에 시작하고 싶습니까?



18. 당신이 쾌적감을 최고로 느끼는 시점은 하루 중 어느 시간입니까?



19. 아침활동형과 저녁활동형의 사람이 있다고 합니다. 당신 자신은 어느 형에 가깝다고 생각합니까?

- 1) 확실한 아침 활동형……6
- 2) 아침 활동형에 가깝다 ……4
- 3) 저녁 활동형에 가깝다 ……3
- 4) 확실한 저녁 활동형……4