



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](#)

서 수 연 교수 지도
석사학위 청구논문

외상을 경험한 악몽장애 환자군과
정상군의 뇌 기능에 대한 탐색적 연구

2021

성신여자대학교 일반대학원
심리학과
박 소 영

외상을 경험한 악몽장애 환자군과
정상군의 뇌 기능에 대한 탐색적 연구

서 수 연 교수 지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2020년 11월

성신여자대학교 일반대학원

심리학과

박 소 영

인 준 서

박소영의 석사학위 논문으로 인준함

2020년 11월

심사위원장.....(서명 또는 인)

심 사 위 원(서명 또는 인)

심 사 위 원(서명 또는 인)

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 임상 증상, 인지 기능 및 수면 관련 지표를 비교하여 살펴보고, 인지적 활동 없이 휴식을 취하고 있는 상태 즉, Default Mode Network (DMN)에서 두 집단의 뇌 기능적 연결성 차이를 알아보았다. 더불어, 개별 연구 대상자들의 뇌 기능적 연결성의 평균 신호값과 임상, 인지 기능 그리고 수면 지표간의 상관관계를 확인하였다. 본 연구에 참여한 연구 대상자는 성인 여성 총 24명으로 온라인 및 오프라인 홍보를 통해 모집하였다. 이들은 구글 질문지 및 구조화된 1:1 면담을 통해 스크리닝 과정을 거쳤으며, DSM-5의 외상후 스트레스 장애 진단기준 A와 악몽장애 진단기준을 충족하는 외상을 경험한 악몽장애 환자군 12명과 외상을 경험하지 않고 1년 내 악몽을 꾸지 않은 정상군 12명의 나이 및 성별을 매칭하였다. 연구 참여자들은 임상 질문지를 작성, 세 가지 인지 기능 평가 (PVT, NBACK, BART) 실시, 휴식 상태에서 기능적 자기공명 영상 촬영 및 일주일간 수면 및 악몽 일지를 수집하였다. 수집된 데이터를 분석한 결과, 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 악몽 심각도, 불면증 심각도, 외상후 스트레스, 우울, 불안, 자살사고가 유의미하게 높은 것으로 나타났으나 인지 기능 지표에 있어 PVT의 부차적인 변수를 제외하고 유의미한 차이를 보이지 않았다. 또한, 기능적 자기공명 영상 촬영으로 획득된 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 기능적 뇌 연결성 지도를 이용하여 two sample t-test를 실시 및 비교하였다. 분석 결과, 외상을 경험한 악몽장애 환자군은 정상군에 비해 좌측 상전두이랑(superior frontal gyrus)의 감소된 기능적 연결성을 확인하였다. 이러한 기능적 연결성과 임상, 인지 기능 및 수면 지표간의

관계를 알아보기 위해 상관분석을 실시하였으며, 외상을 경험한 악몽장애 환자군은 기능적 연결성의 강도와 입면 후 각성 시간 (WASO), NBACK 검사에서의 정확한 반응을 의미하는 변수들 사이에 정적 상관관계가 관찰되었다. 반면, 정상군은 기능적 연결성의 강도와 WASO 사이에 부적 상관관계를 보였으며, BART 정확도 변수와 정적 상관관계를 나타냈다. 즉, 기능적 연결성의 강도가 세질수록 외상을 경험한 악몽장애 환자군은 WASO가 길어지고 더 정확한 NBACK 반응을 하였으나, 정상군은 WASO가 줄어들며 더 정확한 BART 반응을 하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 외상을 경험한 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 좋지 않은 임상적 증상과 인지 기능, 수면 양상에 대해 치료적 개입이 필요함을 시사한다. 더불어, 실제 임상 현장에서 빈번하게 볼 수 있는 외상을 경험한 악몽장애 환자들을 대상으로 인지 기능 및 신경생물학적 접근을 최초로 시도하였다는 점에서 의의가 있다.

주요 단어: 악몽장애, 외상, Default mode network, 뇌 기능적 연결성, 인지 기능 검사

목 차

논문 개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
II. 이론적 배경	6
1. 악몽과 외상	6
1) 악몽장애	6
2. 악몽장애의 신경생물학적 접근	10
1) 악몽장애의 뇌인지적 기제	10
2) 악몽장애 뇌 활성화 영역	12
3) 악몽 및 외상과 Default mode network	19
3. 악몽 관련 뇌 영역과 인지 기능	22
1) 악몽 및 외상 경험으로 인한 인지 기능	22
III. 연구 문제 및 가설	26
IV. 연구 방법	28
1. 연구 대상	28
2. 측정 도구	29

3. 연구 절차	39
4. 분석 방법	42
V. 연구 결과	44
1. 인구통계학적 특성	44
2. 악몽장애 환자군과 정상군의 결과 비교	47
3. 악몽장애 환자군과 정상군의 뇌 기능적 연결성 차이	50
4. 뇌 기능적 연결성 강도와 지표간의 관련성	51
VI. 논의 및 제한점	58
1. 연구 결과에 대한 논의	58
2. 제한점 및 후속 연구를 위한 제언	65

참 고 문 헌

ABSTRACT(영문초록)

부 록

표 목 차

<표 1> DSM-5의 악몽장애 진단 기준	7
<표 2> 주요 수면 및 악몽 지표	30
<표 3> 인구통계학적 특성	45
<표 4> 악몽장애 환자군과 정상군의 수면 지표 비교	46
<표 5> 악몽장애 환자군과 정상군의 임상 질문지 결과 비교	47
<표 6> 악몽장애 환자군과 정상군의 인지 기능 지표 차이 비교 ...	49
<표 7> 악몽장애 환자군과 정상군의 기능적 연결성 차이 비교	50
<표 8> 본 연구와 선행 연구의 결과 비교	62

그 립 목 차

<그림 1> PVT 화면 예시	37
<그림 2> NBACK 화면 예시	38
<그림 3> BART 화면 예시	39
<그림 4> 연구 절차 도식	41
<그림 5> DMN 상태에서 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 기능적 연결성 차이 영역	51
<그림 6> PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 입면 후 각성 시간의 관계	53
<그림 7> PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 NBACK 변수 Correct Matches간의 관계	54
<그림 8> PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 NBACK 변수 Incorrect Matches간의 관계	55
<그림 9> PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 NBACK 변수 Match Sensitivity간의 관계	56
<그림 10> PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 BART 변수 Accuracy Score간의 관계	57

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

정신장애 진단 및 통계 편람(Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders - Fifth edition; DSM-5)에 따르면, 악몽은 일반적으로 길고, 정교하며, 꿈의 영상이 이야기처럼 연결되어 실제처럼 여겨지는 꿈으로 불안, 공포 또는 다른 불쾌한 감정을 유발한다. 악몽은 대개 기상으로 종료되며, 완전한 각성으로 빠르게 돌아오지만 불쾌한 감정이 기상 후에도 지속될 수 있다. 이는 잠에 들기 어렵게 하거나 낮 동안 고통이 지속되게 한다. 악몽은 아동기부터 청소년기 동안 증가하며, 청소년기 후반에서 성인기 초반에 유병률과 심각도가 가장 높다(American Psychiatric Association, 2013; Nielsen & Zadra, 2011). 성인에서 빈번한 악몽의 유병률은 1~2%이나 적어도 한 달에 한 번 이상의 악몽을 꾸다고 응답한 확률은 6%이다(APA, 2013).

악몽은 대부분 급성 또는 만성 심리사회적 스트레스 요인에 노출된 아동에게서 나타나지만 소수에서 빈번한 악몽이 성인기까지 지속되어 장애를 초래하기도 한다(APA, 2013). 또한, 악몽은 외상후 스트레스 장애(Posttraumatic Stress Disorder; PTSD), 기분 장애 등 다양한 장애와 공병률이 높지만 독립적인 정신 또는 수면 장애로 인식하는 경우가 드물다. 특히, 악몽은 수면 개시 및 유지의 어려움과 함께 PTSD 증상 중 하나로 외상과 밀접한 관련이 있다(American Psychiatric Association, 2013; Nadorff et al., 2011). 외상 사건은 전쟁 노출, 위협적이거나 실제적인 신체적 폭력 또는 성폭력, 납치, 인질, 테러 공격, 고문, 전쟁 포로로서 감금, 자연 및 인간으로 인한 재해, 심각한 차량 사고를 포함하지만 이것에만 국

한된 것은 아니다(APA, 2013). 이러한 외상은 여성이 경험할 확률이 남성
에 비해 높고 PTSD로 발전될 확률도 높다(Felmingham et al., 2010). 마
찬가지로 악몽장애 또한 여성이 남성에 비해 2배의 유병률을 보이며, 남녀
모두 연령이 높아짐에 따라 지속적으로 감소하나 성별 차이는 유지된다
(APA, 2013).

외상을 경험한 사람들 중 약 70%는 악몽을 경험하고(Levrier et al.,
2016), 일반 인구의 악몽장애 유병률보다 외상을 경험한 악몽장애 유병률
이 더 높다(Ohayon & Shapiro, 2000). 이는 외상 사건이 다양한 방식으
로 재경험 되며 그 중 흔한 재경험 증상으로 고통스러운 꿈을 꾸는 것으로
나타날 수 있기 때문이다. 또한, 외상 사건 이후 상승된 각성은 적절한 수면
을 취하는 것을 방해한다(APA, 2013). 외상에 대한 증상으로 인해 일반적
으로 외상을 경험한 사람들의 악몽장애 유병률이 일반 인구보다 2배 이상
높게 나타났다(Ohayon & Shapiro, 2000; Kilpatrick et al., 1998). 또한,
이들은 일반 악몽장애 환자들에 비해 악몽에 대한 고통, 우울, PTSD 증상
의 심각도가 유의미하게 높은 것으로 나타났다(Germain & Nielsen,
2003; El-Solh, Adamo, & Kufel, 2018).

최근 fMRI와 같은 뇌 영상 연구를 통해 악몽장애 및 외상 관련 뇌
영역에 대한 연구도 보고되고 있다(Shen et al., 2016; Marquis et al.,
2019; Carrion & Wong, 2012; Koch et al., 2016; Harnett et al.,
2018). 선행 연구에 의하면 악몽의 기체에 대해 공포 이미지 처리와
관련된 뇌 네트워크를 중심으로 뇌인지적 모델을 설명하였다(Nielsen &
Levin, 2007). 연구진들은 꿈을 꾸는 동안 공포와 관련된 이미지의 생성
및 소거에 관여하는 네트워크가 존재하며, 이러한 네트워크의 구조적 및
기능적 결함으로 인해 악몽이 발생하게 된다고 설명한다.

이러한 현상을 통합하여 Nielsen(2017)은 악몽-정서 네트워크 역기능 모델(Nightmare-Affect Network Dysfunction Model; NM-AND Model)을 제안하였다. 이 모델은 공포 소거 기억을 형성하고 유지하기 위한 인지적 요인과 정서 처리를 관여하는 뇌 영역들에 대한 신경적 요인으로 인해 악몽이 형성된다고 설명한다. 인지적 요인은 3가지 단계로 이루어지는데 먼저 꿈을 꾸는 동안 일상적인 기억들이 활성화 된다. 두 번째로 활성화된 기억들과 꿈 이미지는 서로 결합한다. 마지막으로 결합된 기억들은 부정적인 정서를 조절하기 위해 정서적 표현 과정을 거쳐 공포 소거 기억을 새로 형성하게 된다. 신경적 요인은 공포 소거 기능 및 정서적 반응을 조절하기 위해 정서 처리와 관련된 뇌 영역들인 편도체(amygdala), 내측 전전두엽 피질(medial prefrontal cortex; mPFC), 해마(hippocampus), 전대상 피질(anterior cingulate cortex; ACC) 등의 네트워크가 활성화된다. 이 두 가지 요인의 기능적 및 구조적 결함은 공포 소거에 실패하게 되며, 공포 소거 기능의 문제로 인해 악몽이 발생하게 된다.

선행 연구에서 실제 악몽으로 인해 변화된 뇌의 기능적 연결성을 파악하기 위해 NM-AND 모델을 바탕으로 악몽장애의 생리학적 기제를 탐구하였고, 연구 결과 부분적으로 NM-AND 모델을 지지하는 것으로 나타났다(Shen et al., 2016; Marquis et al., 2019). 구체적으로 Shen 외 동료들(2016)의 연구에서 ACC의 증가된 활성화를 관찰하였고, Marquis 외 동료들(2019)의 연구는 악몽 심각도와 ACC, mPFC의 부적 상관을 관찰하여 NM-AND 모델의 신경적 요인과 관련된 뇌 영역들과 부분적으로 중첩되는 것을 확인하였다. 이는 악몽장애 환자들의 정서 조절 뇌 영역간의 기능적 연결성에 이상이 있음을 의미한다. 그러나 관련 선행 연구들은 단독 정신질환, 즉 외상을 경험하거나 정신 질환 증상이 없이

악몽장애만을 가지고 있는 환자들에 대한 생리학적 기제를 탐색하였다는 점에 있어 외상과 관련이 높은 악몽장애의 특성을 반영하지 못했다는 한계가 있다. 또한, 앞서 외상을 경험한 악몽장애 유병률인 19.9%가 일반 인구에서의 악몽장애 유병률인 4.2%보다 높다는 점을 고려하여(Kilpatrick et al., 1998; Neylan et al., 1998; North et al., 1999; Ohayon & Shapiro, 2000; Leskin et al., 2002) 외상을 경험한 악몽장애의 생리학적 기제를 살펴보는 것이 필요할 것으로 사료된다.

실제 임상 현장에서는 정신질환이 단독으로 존재하기보다 공병 또는 공병 증상(comorbid symptom)과 함께 존재하는 경우가 빈번하고 이에 따라 심각도가 달라진다(Soldatos, 1994; Ohayon et al., 1998; Galatzer-Levy et al., 2013; Campbell et al., 2007; Marshall et al., 2001). 이에, 최근 공병이 높은 장애들의 뇌 활성화 영역을 살펴보는 연구들 또한 증가하고 있다(Kennis et al., 2013; Kemp et al., 2007). 선행 연구에 따르면, 우울증 환자들이 호소하는 증상 중 90%의 환자들이 불면증을 함께 호소하며 두 가지를 함께 겪고 있는 환자들과 일반인의 뇌 자기공명 영상(magnetic resonance imaging; MRI)을 통해 비교하기도 하였다(Yu et al., 2018). 또한, 우울증 발병의 위험 요인인 생애 초기 외상을 경험한 우울증 환자와 건강한 대조군의 뇌 기능적 연결성을 fMRI 촬영을 통해 확인하는 연구도 있었다(Grant et al., 2014). 이처럼 외상 사건 또한 악몽장애를 일으킬 수 있는 요인으로 이들의 뇌 기능적 연결성을 확인하여 악몽장애의 기제를 더 심층적으로 탐구할 필요성이 있다. 특히, 실제 임상 현장에서 외상을 경험한 사람들이 빈번하고, 일반 악몽장애만을 경험하는 사람들이 더 적기에 공병 질환을 일으킬 수 있는 외상 경험을 고려하여 악몽장애 환자들을 살펴보아야 할 것이다. 이에, 임상 현장을

반영하고자 악몽장애와 외상을 모두 경험한 사람들을 대상으로 연구할 필요성이 있다.

최근에는 뇌전도(electroencephalography; EEG), 양전자방출 단층촬영(positron emission tomography; PET), 기능적 자기공명 영상(functional magnetic resonance imaging; fMRI)과 같이 객관적인 생리적 지표를 확인할 수 있는 검사들을 통해 정신질환을 살펴보는 연구들이 증가하고 있다(Buchheim et al., 2016; Del Casale et al., 2016; Nicholson et al., 2017; Yang et al., 2020). 많은 연구들에서 주관적인 지표뿐만 아니라 객관적인 지표를 통해 특정 정신 병리의 과학적 기제에 대해 살펴보고, 뇌의 특정한 회로 혹은 활성화된 영역을 확인할 수 있게 되었다. 이는 바이오마커와 같이 특정 정신병리 상태 또는 정상적인 상태를 생체학적 지표를 통해 구분하여 진단에 도움이 될 수 있고, 치료적 개입의 변화를 객관적으로 살펴볼 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 지금까지의 선행 연구들과 달리 임상 현장에서 악몽장애만을 가지고 있는 환자들보다 유병률이 높은 외상을 경험한 악몽장애 환자들에 대해 탐색적으로 살펴보고자 한다. 이에, 실제 임상 현장을 반영한 외상 경험이 있는 악몽장애 환자군과 성별 및 나이를 매칭한 정상군을 대상으로 fMRI를 촬영하여 뇌 기능적 연결성에 어떠한 차이가 있는지 확인할 것이다. 또한, 연구 대상자들의 인지 기능을 측정하여 뇌 기능적 연결성과 어떠한 상관관계가 있는지 알아볼 것이다. 더불어, 각 집단의 신경생물학적 차이와 임상 및 수면 지표와의 관련성도 함께 확인하여, 일반 악몽장애 환자들의 신경생물학적 변화에서 나아가 외상을 경험한 악몽장애 환자군의 어떠한 신경생물학적 차이가 있는지 알아보려고 한다.

II. 이론적 배경

1. 악몽과 외상

1) 악몽장애

악몽은 정신장애 진단 및 통계 편람(Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders - Fifth edition; DSM-5)에 따르면 “생존, 안전, 신체적 온전함에 대한 위협을 피하고자 노력하는 광범위하고 극도로 불쾌하며 생생하게 기억나는 꿈”으로 정의한다(American Psychiatric Association, 2013). 여러 선행 연구에서도 악몽은 불쾌한 정서를 포함하며 생생한 회상을 일으키는 괴로운 꿈(Belicki, 1992)이나 부정적인 정서로 인해 수면 중 각성을 일으키는 꿈(Zadra & Donderi, 2000) 등 유사한 조작적 정의를 통해 연구되어 왔다. 이러한 악몽은 급속안구운동(rapid eye movement; REM) 수면 중에 발생하여 대개 야간 수면 시간 후반부에 주로 나타날 가능성이 높고, 수면 도중 각성을 일으켜 빠르게 지남력을 회복하는 것이 특징이다(APA, 2013). 또한, 악몽은 길고 정교한 이야기처럼 연결되고 실제처럼 느껴지는 공포 및 불안과 같은 불쾌한 감정을 일으킨다. 이러한 불쾌한 감정을 유발하는 내용의 꿈들이 반복적으로 발생하게 되면 기상 후 부정적인 정서가 지속되기도 하고, 다시 수면을 취하기 어렵거나 낮 동안의 기능에 손상을 줄 수 있다. 이렇듯 반복적인 악몽으로 인해 수면 문제를 야기하여 사회적, 직업적 또는 다른 중요한 기능 영역에서 부정적인 영향을 받으면 악몽장애로 진단 가능하며(APA, 2013), 악몽장애의 진단 기준은 표 1과 같다.

표1. DSM-5의 악몽장애 진단 기준

-
- A. 대개 생존, 안전, 신체적 온전함에 대한 위협을 피하고자 노력하는 광범위하고 극도로 불쾌하며 생생하게 기억나는 꿈들의 반복적 발생이 일반적으로 야간 수면 시간의 후기 1/2 동안 일어난다.
-
- B. 불쾌한 꿈으로부터 깨어나면 빠르게 지남력을 회복하고 각성한다.
-
- C. 수면 교란이 사회적, 직업적, 또는 다른 중요한 기능 영역에서 임상적으로 현저한 고통이나 손상을 초래한다.
-
- D. 악몽 증상이 물질(예. 남용약물, 치료약물)의 생리적 효과로 인한 것이 아니다.
-
- E. 불쾌한 꿈에 대한 호소가 공존하는 정신질환과 의학적 장애가 불쾌한 꿈에 대한 호소를 충분히 설명할 수 없다.
-

일반적으로 악몽은 아동기에 빈번하게 나타나는 증상으로 알려져 있으나(Nadorff, Nadorff, & Germain, 2015) 일반 인구를 대상으로 한 연구들에 따르면 성인의 85%가 1년에 한 번 정도의 악몽을 경험하며, 8~29%가 한 달에 1번 이상, 2~6%는 일주일에 1번 이상의 악몽을 꾸는 것으로 연구마다 다양하게 보고되었다(Levin & Fireman, 2002; Miro & Martínez, 2005; Nadorff, Nadorff, & Germain, 2015). DSM-5에서는 특발성과 외상 후 악몽을 구별하지 않고 추정하였을 때, 성인에서 빈번한 악몽의 유병률이 1~2%, 적어도 한 달에 1번 악몽을 경험하는 유병률은 6%로 보고하였다. 특히, 악몽장애 유병률은 여성이 남성에 비해 2배 높은 유병률을 보이며(APA, 2013), 이는 다른 연구에서도 일관되게 보고되었다(Hublin et al., 1999; Levin & Nielsen, 2007; Ohayon, Priest, Guilleminault, & Caulet, 1996; Schredl, 2013; Schredl & Reinhard,

2011). 또한, 성인기 이후 여성들은 20~30대 때 악몽 발생률이 가장 높은 것으로 보고되었다(Nielsen & Zadra, 2011).

반복된 악몽은 수면 문제를 일으켜 다른 수면 장애를 유발할 수 있다. 주로 REM 수면 단계에서 경험하는 악몽은 각성을 유발하여 잠에서 깨도록 만들고 이는 결국 수면 분절을 야기한다(Fisher et al., 1970). 또한, 악몽은 공포, 불안, 슬픔, 짜증, 걱정과 같이 불쾌한 감정을 동반하는 것으로 알려져 있으며(Casement & Swanson, 2012; Krakow et al., 2002), 이러한 감정은 악몽을 꾸는 것에 대한 두려움을 일으켜 수면 개시뿐만 아니라 다시 잠에 드는 것을 어렵게 한다(Krakow, 2006; Lancee et al., 2010; Nadorff, Nazem, & Fiske, 2013). 이렇듯 악몽은 불면증 증상인 수면 개시의 어려움, 수면 유지의 어려움, 조기 기상 후 다시 잠들기 어려운 문제들을 겪게 되어 주간 기능에 고통이나 손상을 줄 수 있다(Lancee & Schrijnemaekers, 2013).

반복적이고 빈번한 악몽은 정신병리와도 관계가 높으며(Berlin et al., 1984; Cernovsky, 1986; Hersen, 1971; Ohayon et al., 1997; Levin, 1998; Tanskanen et al., 2001), 이는 악몽이 정신적 고통과 동반되는 것으로 볼 수 있다(Nielsen, 2017). 악몽은 우울, 불안과 관련 있으며 자살에 대한 위험을 증가시키는 것으로 밝혀졌다(Zadra & Dondori, 2000; Tanskanen et al., 2001; Sjostrom et al., 2007; Sjostrom et al., 2009). 빈번한 악몽을 경험하는 사람일수록 높은 수준의 우울과 불안을 경험하는 것으로 알려져 있으며(Levin & Fireman, 2002), 자살사고 및 행동의 위험이 유의미하게 높은 것으로 나타났다(Malik et al., 2014; Bernert et al., 2015; Littlewood et al., 2016). 또한, 악몽은 정신증적 증상(Sheaves et al., 2015), 조현 스펙트럼 장애(Michels, et al., 2014), 양극성 장애(Ma, et al., 2018), 경계선 성격장애(Semiz et al., 2008),

신경증(Schredl & Grit, 2020) 등의 정신질환과도 유의미한 관련이 있는 것으로 보고되었다. 이러한 악몽은 동반되는 질환과 독립적으로 다양한 정신 장애의 위험성을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Tanskanen et al., 2001; Sheaves et al., 2016).

악몽은 특히 외상(trauma) 경험과도 관련이 높은 것으로 알려져 있으며(Lavie, 2001; Maher, Rego, & Asnis, 2006; Mellman & Hipolito, 2006; Germain, 2013), 여기서 외상이란 실제적이거나 위협적인 죽음, 심각한 부상, 또는 성폭력에의 노출과 같이 충격적인 스트레스 사건을 의미한다(APA, 2013). 악몽은 외상후 스트레스 장애(posttraumatic stress disorder; PTSD)의 진단기준에 포함되는 침습 증상 중 하나에 속하며(APA, 2013), 여러 선행 연구에 따라 PTSD 환자들은 빈번한 악몽을 동반하는 것으로 알려져 있다(Spoormaker, Schredl, & van den Bout, 2006; Levin & Nielsen, 2007). 이처럼 악몽은 PTSD와 높은 공병률을 보이며, PTSD 환자의 약 50~70%가 악몽을 경험한다고 보고하였고 그 중 19.9%가 악몽장애를 충족하는 것으로 나타나 일반 인구의 악몽장애 유병률보다 더 높은 유병률을 확인할 수 있다(Neylan et al., 1998; Ohayon & Shapiro, 2000; Leskin et al., 2002; Kilpatrick et al., 2003). 또한, 외상을 경험하고 악몽을 꾸는 경우 더 심각한 정신적 문제를 지니고 있었으며(El-Solh, Adamo, & Kufel, 2018), 외상 경험 이후 악몽이 잔여 증상으로 남게 되면 PTSD 증상의 악화, 정신 및 신체적 건강에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Keane et al., 1989; Gersons et al., 2000; Clum, Nishith, & Resick, 2001). 이에 악몽장애와 외상을 함께 고려하여 살펴볼 필요가 있다.

2. 악몽장애의 신경생물학적 접근

1) 악몽장애의 뇌인지적 기제

악몽으로 인한 직접적인 뇌 변화에 대해 살펴본 연구는 부족하나 악몽 형성에 대해 신경학적인 모델을 제안한 Nielsen과 Levin(2007)은 기존의 악몽에 대한 이론들과 뇌 영상 연구, 수면 생리학, 공포 기억 생성 및 소거 등 최신 연구들을 함께 개관하며 악몽을 정서 조절 실패의 결과로 설명하였다. 이러한 통합적 모델은 정상적인 꿈 경험이 공포 기억의 소거라는 적응적 기능을 하며, 꿈을 꾸는 동안 공포와 관련된 이미지의 생성 및 소거에 관여하는 일련의 네트워크가 존재한다고 주장하였다. 악몽은 이러한 뇌의 네트워크에 구조적, 기능적 결함으로 인해 REM 수면 도중 공포 기억의 소거에 실패하여 발생한다고 설명한다. 이러한 모델은 신경생리학적 요인과 인지적 요인을 종합하여 설명하였다.

먼저, AMPHAC 네트워크는 편도체(amygdala), 내측 전전두엽 피질(medial prefrontal cortex; mPFC), 해마(hippocampus), 전대상 피질(anterior cingulate cortex; ACC)로 이루어졌으며, 이러한 네트워크 기능에 결함이 생길 경우 공포 기억 소거에 실패할 수 있다. 또 다른 인지적 수준에서 꿈을 꾸는 동안 공포 기억의 소거는 다음과 같은 과정으로 이루어진다. 먼저 일상생활의 생각들을 내포한 기억 요소들이 활성화(element activation)된다. 다음으로 꿈의 이미지와 활성화된 기억 요소들이 서로 결합(element recombination)하는 것이다. 마지막으로 결합된 기억들은 부정적인 정서를 조절하기 위한 감정적 표현 과정(emotional expression)을 거친다. 이 세 가지 단계를 통해 새로운 공포 소거 기억을 형성하며, Levin과 Nielsen(2009)은 세 가지 공포 소거

과정의 마지막 단계인 감정적 표현 과정이 절대적으로 필요하며, 이를 통해 부정적인 정서 각성을 낮추기 위한 신경 구조의 관여를 극대화하기 때문이라고 설명한다.

연구자들이 제시한 인지적 요인을 설명하는 Affective Network Dysfunction(AND) 모델은 정서 부하(affect load)와 정서 고통(affect distress)이라는 개념을 통해 악몽을 설명하였다. 정서 부하는 감정을 효과적으로 조절하는 개인의 능력에 영향을 미치는 스트레스 및 부정적 정서를 일으키는 사건의 지속적인 축적을 의미한다. 정서 고통은 정서적 자극에 대한 반응으로 고조된 고통을 경험하는 기질적인 경향을 의미한다. 특히, 정서 부하는 악몽 발생의 주된 요인으로 꿈을 꾸는 동안 부정적 기억을 활성화하여 악몽을 유발하므로 정서 부하가 증가할수록 악몽을 경험할 확률도 증가한다. 그러나 정서 부하가 증가된 상태만으로 모든 사람이 악몽을 경험하는 것은 아니며, 정서 고통이라는 특질 요인에 따라 달라질 수 있다. 정서 고통이 높은 개인은 상대적으로 낮은 개인에 비해 두렵거나 불안한 시각적 자극에 반응하고, 더 생생한 이미지를 만들어낸다. 이로 인해 현실과 비슷할수록 감정 활성화를 더 크게 촉진하여 악몽의 발생 가능성을 증가시킨다.

이 이론을 바탕으로 Nielsen(2017)은 이전의 모델을 수정하여 NM-AND(Nightmare-Affective Network Dysfunction) 모델을 제시하였다. 구체적으로 NM-AND 모델 또한 이전 모델과 같이 인지적 요인과 신경적 요인으로 구성되어 있으며, 인지적 요인은 앞서 설명한 3단계의 공포 기억 소거 과정을 의미한다. 신경적 요인은 이전 모델과 같이 수면 및 각성 상태에서 정서 처리와 관련된 4개의 뇌 영역들(amygdala, mPFC, hippocampus, ACC)과 높은 관련이 있으며, 해당 뇌 영역들은 공포 소거 기억을 처리하는데 있어 영향을 미치는 영역으로 밝혀졌다. 수정된 모델에

서는 공포 이미지의 생성과 소거 과정에 있어 mPFC 중 복내측 전전두피질 (ventromedial PFC; vmPFC)과 배내측 전전두피질(dorsomedial PFC; dmPFC)의 역할에 대해 추가적으로 설명한다. 먼저, 감각 피질을 경유하여 역동적이고 생생한 이미지가 hippocampus를 통해 amygdala와 mPFC로 전달된다. 이러한 네트워크는 공포 소거 기억(안전 기억)을 유지하고, 공포 기억의 재발(갱신, 자발적 회복)을 방지한다. Amygdala는 자율신경계의 활성화를 불러일으키며, 뇌줄기(brainstem)와 시상하부(hypothalamus)를 자극하여 공포 이미지와 관련 있는 자율신경계(예, 심계 항진)를 활성화시킨다. vmPFC, dmPFC 그리고 ACC는 정서적 및 의사 결정 기능을 위해 amygdala를 조절하여 허용 가능한 수준의 공포를 유지하도록 한다. 그러나 네트워크의 결함으로 인한 공포 기억의 회복은 amygdala가 과도하게 활성화 되었거나 공포 이미지 형성 중 hippocampus와 PFC의 하향조절 때문일 수 있으며, 이는 악몽으로 나타나게 될 수 있다. 결과적으로 NM-AND 모델에 따르면, 악몽은 앞서 설명한 인지 및 신경적 요인의 결함에 의해 공포 소거 기능을 상실하게 되어 악몽이 발생한다고 설명한다.

2) 악몽장애의 뇌 활성화 영역

일반적으로 악몽은 REM 수면 중 나타나며, REM 수면 시 amygdala, anterior cingulate, vmPFC의 강렬한 정서 네트워크 활성화를 일으키는 것으로 나타났다(Desseilles et al., 2011; Maquet et al., 2005; Muzur, Pace-Schott, & Hobson, 2002). 이는 NM-AND 모델의 신경적 요인의 영역과 겹치는 영역이며, 이 모델에 의하면 악몽과 관련 있는 대표적인 뇌 영역으로 amygdala, mPFC, hippocampus, ACC가 있다(Nielsen & Levin 2007; Levin & Nielsen, 2007; Nielsen, 2017).

Amygdala는 공포와 밀접한 관련이 있으며(LeDoux, 2003; Ohman & Mineka, 2001; Phan et al., 2003), 여러 종류의 감정을 반영한 얼굴 표정에 즉각 반응하고(Nelson et al., 2003; Bishop, Duncan, & Lawrence, 2004; Somerville et al., 2004), 무의식적으로 공포스러운 자극에 빠르게 반응할 수 있게 한다(Morris, Ohman, & Dolan, 1998; Whalen et al., 2004; Williams & Mattingley, 2004; Pegna et al., 2005). 또한, amygdala가 활성화되면 정서적으로 강렬한 자극(Kensinger & Corkin, 2004; Medford et al., 2005), 특히 부정적인 자극(Canli et al., 2000)에 대한 기억을 향상시킨다. Amygdala의 과민성은 위협에 대한 민감성이 강화되어 악몽을 꾸는 동안 비정상적인 공포를 심화시킬 수 있다. Amygdala는 공포 기억과 관련성이 높으며, amygdala를 매개한 공포 기억은 정상적인 꿈을 꾸는 동안 제한된 정도로 표현되고 악몽을 꾸는 동안에는 더 많이 표현될 수 있다(Nielsen & Levin 2007). 요약하면, amygdala는 정서적 어려움을 표현하고, 조건화된 공포, 공포 기억, 공포 감지 및 자율신경계 활성화에 있어 중요하다.

mPFC는 amygdala 활동으로 인한 충동적인 정서 표현을 조절하는 것으로 여겨지며(Bonne et al., 2004), 공포 기억의 소거에 있어 필수적이다(Santini et al., 2004). mPFC가 amygdala의 활동을 조절하는 역할을 명확히 하는 해부학적 회로가 설명되었으며(Quirk et al., 2003), 일부 연구에서는 ACC에 의해 mPFC 회로가 조절되는 것을 시사하면서 mPFC가 정서 고통의 조절과 관련이 있음을 보여주었다(Etkin, Egner, & Kalisch, 2011; Bush et al., 2000; Posner et al., 2007; Rudebeck et al., 2008). 꿈을 꾸는 동안 증가된 mPFC 활동은 다른 유형의 부정적인 감정에 반응하여 소거 기억의 유지 및 획득에 기여할 수 있다(Nielsen &

Levin 2007). 요약하면, mPFC는 조건화된 공포를 억제하기 위해 소거 기억을 생성하여 amygdala의 정서적 활동을 하향조절 한다.

Hippocampus의 주된 역할은 삽화 기억을 부호화 및 통합하는 것이며(Eichenbaum, 2001; Squire, 2004), 새로운 맥락에서 발생하는 자극에 대한 기억력을 향상시키는 역할로 잘 알려져 있다(Nyberg, 2005). 여러 인간 및 동물 실험의 결과를 통해 hippocampus가 공포 자극이 발생하는 맥락을 평가하는 것에 따라 공포와 공포 소거 기억의 표현을 조절하는 네트워크가 존재하고 있음을 지지한다(Corcoran & Maren, 2004; Maren, 2005). 또한, 고조된 hippocampus 활동은 실제 깨어 있는 상황, 특히 공포 맥락(상황)을 일관되게 재현하는 인식 방식과 관련이 있다(Revonsuo, 2000). Hippocampus는 공포 기억 맥락을 통제함으로써 amygdala와 mPFC를 통해 조건화된 공포의 소거 및 재표현(reexpression)을 조절한다.

ACC는 정서 고통(affect distress)을 매개하는 역할로 제안되어 악몽 형성과 관련이 있다. 선행 연구에 따르면 ACC를 통증의 신경 회로에 포함시켰으며(de Leeuw et al., 2005; Koyama et al., 2005; Qiu et al., 2006), ACC 활동은 통증에 대한 정서적 동반과 관련이 있고 주로 동반되는 정서는 디스트레스(distress)이다. ACC가 디스트레스 반응에 관련된 몇몇 뇌 영역 중 하나일 수 있으나 주된 역할로 다양한 사회적 및 부모 애착 기능을 매개하며(Hadland et al., 2003; Najib et al., 2004; Gundel et al., 2003; Lorberbaum et al., 2002), 최근 뇌 영상 연구에서는 부정적인 사회적 또는 비사회적 정서적 자극을 주는 동안 ACC 활성화가 일어나는 것을 입증하였다(Britton et al., 2006). 또한, 공포, 걱정 및 부정적인 정서를 특징으로 하는 ACC 관련 성격 스타일은 비정상적인 ACC 활동이 악몽의 고통과 관련이 있다고 제안하며, ACC

형태 및 활동 차이는 여성에게서 악몽의 빈도와 고통이 더 일반적임을 입증하는 결과와 일치한다(Nielsen & Levin 2007). 결론적으로 ACC는 정서적 활성화 동안 표현되는 정서 고통의 정도를 조절하는 역할을 한다.

이후, NM-AND 모델의 악몽 관련 뇌 활성화 영역에 따라 악몽장애 환자들의 실증적인 변화를 살펴본 연구들이 보고되었다. Shen 외 연구진(2016)의 연구에서는 순수 악몽장애 환자와 건강한 대조군 15명의 뇌 기능적 연결성을 fMRI를 통해 지역적 동질성(regional homogeneity; ReHo)을 비교하였으며, ReHo는 쉐달의 신뢰계수를 통해 주변 복셀(voxel) 내 시계열이 얼마나 유사한지 측정하여 지역 차원의 연결성을 확인하는 개념이다(Zang et al., 2004). fMRI 촬영 이후, 연구 대상자들은 악몽 경험 질문지(Nightmare Experience Questionnaire; NEQ)를 작성하였다. 이들은 모두 PTSD, 급성 또는 만성 두부 외상, 뇌 구조 이상, 약물 남용 또는 알코올 의존 등 정신 장애가 현저한 경우 제외되었다. 또한, 최근 3년 내 중요한 생활사건이 발생하였거나 72시간 내 끔찍한 영화 또는 비디오를 시청한 경우 제외되었다. 연구 결과 악몽장애 환자의 경우 좌측 전대상피질(left anterior cingulate cortex)와 우측 하두정소엽(right inferior parietal lobule)에서 ReHo의 증가가 나타났으며, 좌측 상전두이랑(left superior frontal gyri), 좌측 하전두이랑(left inferior frontal gyri) 그리고 양측 중후두이랑(bilateral middle occipital gyri)의 ReHo 감소가 관찰되었다. 또한, 악몽장애 환자군에서는 NEQ의 악몽 경험 이후 신체 건강, 식욕, 기타 일상 활동의 부작용에 대한 점수와 ACC, inferior parietal lobule의 ReHo 값 사이에서 부적 상관관계가 나타났으며, 정상군은 신체 건강 관련 점수와 inferior frontal gyrus의 ReHo 값 사이에서 정적 상관관계가 있었다. 이는 악몽장애 환자군이 건강 및 식욕을 유지하는 것을 포함한 일상생활을 하는데 있어 어려움이 클수록

ACC와 inferior parietal lobule의 활성화가 낮게 나타났다는 것을 의미한다.

앞서 살펴본 Shen 외 연구진(2016)의 연구 결과는 증가한 ACC의 ReHo를 나타내었으며, 이는 일반적으로 악몽이 발생하는 REM 수면 동안 vmPFC, amygdala가 ACC와 함께 활성화되는 것으로 알려진 선행 연구 결과와 일치한다(Desseilles et al., 2006; Maquet et al., 2005; Muzur, Pace-Schott & Hobson, 2002). 또한, NM-AND 모델의 ACC 영역을 부분적으로 지지하는 것으로 나타났다. 선행 연구들과 마찬가지로 Shen 외 연구진(2016) 연구에서 악몽장애 환자군의 ACC 활성화 증가는 악몽과 관련된 정서 고통과 관련 있는 amygdala를 매개하는 신경학적 역할을 할 가능성이 있으며(Levin & Nielsen, 2007; Koenigs & Grafman, 2009), ACC는 악몽의 고통을 조절하는 개인의 능력을 반영하는 뇌 부위일 수 있다. 따라서 악몽장애 환자군은 악몽으로 인한 신체적 부작용이 클수록 ACC ReHo 값이 감소하는 결과를 통해 이들이 악몽의 고통을 조절하는데 어려움이 있을 것으로 사료된다.

Shen 외 연구진(2016)의 연구에서 ACC 뿐만 아니라 inferior parietal lobule에서도 증가된 ReHo를 확인하였다. Parietal lobe은 각성을 조절하는데 관여하며(Heilman, 1997), inferior parietal lobe은 생명을 위협하는 상황에서 생존할 수 있도록 돕는 공간 지각 및 시각 운동 통합과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Andersen, 2011; Bremner et al., 1999). 이러한 Inferior parietal lobe의 과잉활동은 PTSD에서도 발견되었고, 과도한 각성을 유발하는 네트워크의 일부분으로 제안된다(Bremner et al., 1999). 또한, 해당 부위의 병변은 꿈을 중단시킬 수 있다(Solms, 1997). 종합하면, Shen 외 연구진(2016)의 연구에서 inferior parietal lobe 활동의 증가는 악몽장애 환자들의 과각성

수준이 높다는 것을 시사한다. 악몽장애 환자군의 감소된 superior 그리고 inferior frontal gyri의 ReHo 값은 이전의 PTSD, 우울증 및 기타 정신 질환의 frontal 이상에 대한 구조적, 기능적 신경 영상 결과와 일치한다(Broyd et al., 2009). 또한, 악몽장애 환자군의 감소된 middle occipital gyri의 ReHo 값은 학대 받았거나 친밀한 관계 내에서 폭력을 당한 피해자들에게서도 보고되었으며(Tomoda, 2009; Fennema-Notestine et al., 2002), 악몽 보고와 PTSD 환자의 occipital 영역의 부피 사이에 부적 상관관계가 나타난 것에서도 일치하는 결과이다(Kroes et al., 2011). 해당 연구는 악몽장애 환자군의 비정상적인 뇌신경 활동을 살펴본 최초의 뇌영상 연구라는 점에서 의의가 있다.

Marquis 외 연구진(2019)의 연구에서는 일주일에 최소 2번 이상의 악몽을 경험하고, 악몽 외 수면장애, 약물 및 카페인 남용을 보고하지 않았으며 최근 6개월 내 외상 경험을 보고하지 않은 23명의 사람들을 대상으로 각성 상태에서 단일광자 단층촬영(single photon emission computed tomography; SPECT)을 진행하였다. SPECT 촬영 시 참가자들은 중립 조건의 사진 또는 부정적인 사진을 바라보게 된다. 이들 중 DSM-5의 외상후 스트레스 장애 체크리스트에 해당되는 외상 사건을 보고하거나 PTSD에 해당되는 질문지 점수를 얻은 경우 분석에서 제외되었으며, 추가적으로 경미한 우울증에 해당되는 질문지 점수를 얻거나 영상 촬영의 이상이 있는 경우 또한 제외되어 총 18명의 연구 대상자를 분석하였다. 연구 대상자들이 부정적인 사진을 보는 동안 악몽의 심각도와 양측 섬엽(bilateral insula), 전측대상회(anterior cingulate), 우측 내측전두이랑(right medial frontal gyrus), 양측 상측두이랑(bilateral superior temporal gyrus), 우측 하전두이랑 및 중심앞이랑(right inferior frontal and precentral gyri), 양측 조가비핵(bilateral putamen)의

국소대뇌혈류량(regional cerebral blood flow; rCBF)과 부적 상관이 관찰되었다. 연구진은 악몽의 뇌인지 모델(Levin & Nielsen, 2007; Nielsen, 2007)을 바탕으로 limbic prefrontal emotion regulation network를 구성하는 mPFC, ACC, hippocampus, amygdala의 감소된 활동이 악몽의 심각도와 관련이 있을 것이라고 가정하였으나 mPFC 및 ACC와 달리 hippocampus와 amygdala는 관련이 없었다. 이에, Marquis와 동료들의 연구는 악몽의 뇌인지 모델을 부분적으로 지지하였다.

악몽장애의 뇌 활성화 영역에 대해 살펴본 연구가 많지 않으나 최근 연구 동향에 따르면 ACC와 mPFC가 악몽의 빈도와 관련성이 있는 것으로 나타난다(Shen et al., 2016; Marquis et al., 2016). 또한, 일관적으로 악몽을 경험하는 사람들에게서 정서 조절 관련 뇌 영역들의 비정상적인 활동성이 나타나는 결과가 보고되고 있으며, 이는 악몽이 정서 조절의 손상과 관련성이 있을 것으로 사료된다(Marquis et al., 2019).

앞서 살펴본 선행 연구들은 실제 임상 현장에서 접하기 어려운 순수하게 악몽장애만 있는 환자들을 대상으로 연구를 수행하였다는 점에서 한계를 지닌다. 악몽장애의 경우 외상과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났으며(Nadorff, Nazem, & Fiske, 2011), 실제 임상 현장에서 악몽장애만 단독으로 가지고 있는 경우보다 외상을 함께 경험한 악몽장애 유병률이 높기 때문에 본 연구에서는 선행 연구들의 한계점에서 나아가 외상과 함께 악몽장애를 탐색적으로 살펴보고자 한다. 더불어, 최근 연구들에서 우울과 불면, 우울과 생애 초기 외상 경험과 같이 공병이 높은 질환들의 뇌 기능적 연결성을 확인하는 연구들이 증가하고 있다(Yu et al., 2018; Grant et al., 2014; Kennis et al., 2013). 이에, 악몽장애를 외상 경험의 맥락에서 탐색하여 선행 연구의 한계점에서 나아가 실증적인 연구를 진행할 필요성이 있다.

3) 악몽 및 외상과 Default mode network

악몽은 종종 충격적인 사건에 노출된 이후 발생되며(Hasler & Germain, 2009), 깨어있을 때의 가벼운 생활 스트레스 요인도 악몽의 발생을 촉진하는 것으로 밝혀져 있다(Loveland Cook, Caplan, & Wolowitz, 1990). 선행 연구에 따르면, 시험 스트레스, 자연재해, 죽음 및 또 다른 유의미한 사건들과 같이 스트레스를 많이 받는 사건은 더 빈번한 악몽의 원인이 될 수 있다(Loveland Cook, Caplan, & Wolowitz, 1990; Wood et al., 1992; Delorme, Lortie-Lussier, & De Koninck, 2002). 이렇듯 악몽은 외상 경험과 밀접한 관련이 있으며, 일반적으로 외상 경험은 뇌 기능적 연결성의 이상이 있는 것으로 알려져 있다(Klasen et al., 2010). 선행 연구에 따르면 만성 스트레스가 뇌의 기능적 및 구조적 변화를 일으키며, 이러한 변화는 아세틸콜린의 방출을 증가시켜 REM 수면을 유도하고 악몽 유발을 증가하도록 기여한다(Arnsten et al., 2015; Hobson, 1992). 이처럼 외상 경험으로 인한 뇌 기능적 연결성의 변화는 또 다른 수면 문제를 야기할 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이 악몽과 외상 경험은 뇌 기능적 연결성에 변화를 일으키며, 그 중 Default Mode Network(DMN)의 기능적 연결성의 변화에도 영향을 미친다. 여기서 DMN은 외부 자극이나 특정 인지 과제 수행 없이 휴식 상태에서 시간적으로 유사한 BOLD 신호 패턴을 보이는 영역들간의 기능적 연결 네트워크를 의미하며(Friston, Jezzard, & Turner, 1994; Biswal et al., 1995), 해당 영역으로는 후대상피질(posterior cingulate cortex, PCC), 췌기앞소엽(precuneus), mPFC, 복측 전대상피질(ventral anterior cingulate cortex, vACC), bilateral inferior parietal lobules 등이 있다(Spreng, Mar, & Kim,

2009; Raichle, 2015). DMN은 인지 과제 수행과 같이 집중을 요하는 경우 낮은 수준의 신경 활동을 보이는 것과 달리 외부 자극과 관련 없는 사고를 할 때 높은 활성화를 보인다(Gusnard & Raichle, 2001; Koike et al., 2011). 이처럼 인지 과제 수행 중 특정 뇌 영역들에서 비활성화(deactivation)를 보이는 패턴이 발견되어(Friston, Jezzard, & Turner, 1994; Biswal et al., 1995; Raichle, 2010) DMN에 대한 fMRI 연구들이 활발하게 증가하고 있다.

여러 선행 연구를 통해 DMN의 이상이 다양한 정신질환 환자들에게서 보고되었다. 우울, 불안, 조현병 환자들에게서 DMN의 과활성화 또는 비활성화를 관찰하였으며(Zhao et al., 2007; Sylvester et al., 2012; Eyre et al., 2016; McKinnon et al., 2018; ; Sundermann, Olde l tke Beverborg, & Pfliegerer, 2014; Whitfield-Gabrieli & Ford, 2012; Zhang et al., 2015), 특히 PTSD 환자들의 경우 대조군과 비교하였을 때 DMN의 감소된 활성화를 확인하였다(Bluhm et al., 2009). 이와 같이 DMN의 활동 변화를 이용하여 다양한 임상 장애에서 어떠한 차이가 있는지 객관적인 생리적 지표를 통해 확인할 수 있다(Mohan et al., 2016). 또한, DMN은 인지 기능에 관여하는 것으로 알려진 뇌 네트워크로 비정상적인 활성화 및 기능적 연결성 변화는 인지 기능의 저하와 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Anticevic et al., 2012). 이처럼 최근 선행 연구들은 정신 질환 및 스트레스로 인한 인지 기능 저하에 대해 살펴보고자 DMN을 함께 확인하는 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 본 연구에서도 악몽 및 외상 경험과 인지 기능을 객관적 검사 및 DMN과의 연결성 이상을 통해 살펴보고자 한다.

활성화된 DMN의 연결성은 악몽의 뇌인지적 모델과 관련이 있다. 앞서 설명한 NM-AND 모델은 공포 자극에 대한 정서 처리 과정과 관련된

amygdala, mPFC, hippocampal cortex, ACC 등의 영역으로 이루어져 있으며, 외상과 같은 공포 기억의 획득과 소거 과정에 영향을 미친다 (Nielsen & Levin, 2007; Nielsen, 2017). 이러한 신경학적 네트워크의 결합으로 인해 악몽이 형성되고, 이는 DMN의 안전 기억을 학습하는 기능과 유사한 것으로 나타났다(Marstaller, Burianov, & Reutens, 2017). Marstaller 외 동료들(2017)의 연구에 따르면 위험한 신호를 처리하는 과정에서 DMN이 비활성화 되고, 안전한 신호를 처리하는 과정에서 DMN이 활성화됨을 확인하였다. 이처럼 DMN의 활성화를 통해 안전 기억을 학습할 수 있으며, 뿐만 아니라 뇌 영역 또한 NM-AND 네트워크 관련 영역들과 부분적으로 중첩되는 것으로 나타났다(Marstaller, Burianov, & Reutens, 2017; Nielsen, 2017).

또한, 여러 선행 연구들을 통해 외상 경험이 DMN의 기능적 연결성을 변화시키는 것으로 알려져 있다. 외상에 노출된 청소년을 대상으로 DMN의 기능적 연결성을 살펴본 연구에서는 감소된 DMN 내 연결성이 관찰되었다(Sheynin et al., 2020). DiGangi 외 동료들(2016)의 참전 용사들을 대상으로 한 연구에 따르면, PTSD 진단 여부와 상관없이 전쟁 외상을 겪은 퇴역 군인들은 DMN의 감소된 활성화가 나타났다. 이러한 결과는 PTSD의 병리학적 측면보다 외상 경험이 DMN의 변화와 관련이 있음을 시사한다.

이처럼 악몽과 외상 경험은 DMN과 밀접한 관련이 있다. 따라서 본 연구에서는 악몽 및 외상과 DMN의 관련성에 근거하여 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 DMN 상태에서의 기능적 연결성을 비교할 것이다.

3. 악몽 관련 뇌 영역과 인지 기능

2) 악몽 및 외상 경험으로 인한 인지 기능

악몽은 수면 분절을 야기하여 수면 부족 및 주간 졸림, 수면의 질 저하, 집중의 어려움 등의 문제를 경험하게 한다. Kelly, W. E.(2018)의 연구에 의하면 악몽 빈도에 따라 주의력 및 타인과 비교했을 때 스스로 지각한 학업 성취도와 유의미한 관련이 있음을 밝혔다. Simor et al(2012)의 연구에서는 악몽을 자주 꾸는 사람들이 대조군에 비해 수면 효율성이 낮고 각성의 증가 및 서파 수면의 감소 등의 특징을 동반하는 손상된 수면 구조를 보고하였다. 또한, 악몽으로 인한 수면 부족은 주간 기능에 영향을 줄 수 있으며, 특히 낮 동안의 주의집중력에 영향을 미칠 수 있다(Lancee & Schrijnemaekers, 2013). 이처럼 수면 부족은 지속적 주의를 저하시키는 것으로 알려져 있으며, 다시 수면을 취하면 회복된다(Hudson et al., 2019). 지속적 주의력은 광범위한 인지적 수행 과제의 주요 구성 요소로 장기간에 걸쳐 드물고 예측할 수 없이 발생하는 자극에 반응할 수 있도록 주의를 기울일 수 있는 능력을 의미하며(Sarter, Givens, & Bruno, 2001), 이를 측정하기 위해 수면 손실에 민감한 검사인 PVT (Psychomotor Vigilance Test)를 사용한다(Dorrian, Rogers, & Dinges, 2005). 악몽뿐만 아니라 PTSD 환자들도 지속적 주의력을 평가하는 과제에 있어 대조군에 비해 덜 숙련된 수행을 보였다(Vasterling et al., 2002). 최근 Werner et al.,(2019) 연구에 따르면, PTSD를 진단받은 여성들이 스스로 보고한 야간 수면 시간은 지속적 주의력의 결핍을 예측하였다. 따라서 악몽과 외상 경험이 지속적 주의력에 영향을 미칠

가능성이 높음에도 불구하고, 국내 연구에서 인지 기능 검사를 통해 악몽장애 환자들의 지속적 주의력을 측정하여 비교한 연구는 부재하다.

앞서 보고한 수면 부족은 지속적 주의력을 포함한 인지 기능의 저하를 유발한다(Dinges & Kribbs, 1991). 지속적 주의력과 함께 작업 기억 또한 수면 부족과 관련이 있으며(Philibert, 2005; Hagedwoud et al., 2010; Drummond & Brown, 2001), 작업 기억이란 언어 이해, 학습, 추론 등 복잡한 인지 기능에 필요한 정보의 일시적인 저장과 조작을 제공하는 두뇌 시스템을 의미한다(Baddeley, A., 1992). Sheaves et al.,(2015)의 연구에 따르면 정신증 동반 악몽장애 환자 40명을 대상으로 악몽과 작업 기억의 관련성에 대해 살펴본 결과, 악몽의 빈도와 작업 기억간의 유의미한 상관은 나타나지 않았으나 탐색적 분석 시 악몽의 고통은 작업 기억과 부적 상관관계를 보고하였다. 수면 부족과 악몽장애뿐만 아니라 심리사회적 스트레스 또한 손상된 작업 기억에 대해 보고하였다(Schoofs, Preuß, & Wolf, 2008). 이들은 작업 기억의 측정을 위해 n-back 검사를 실시하여 유의미하게 느린 반응 시간과 정확한 반응 수가 적음을 통해 확인하였다. 심리사회적 스트레스 이상의 외상 사건을 경험한 PTSD 환자들도 작업 기억의 손상을 보고하였고(Aupperle et al., 2012; Dalton, Pederson, & Ryan, 1989; Uddo et al., 1993), Vasterling 외 연구진(2002)의 연구에 따르면 PTSD를 동반한 베트남 전쟁 참전 용사들의 작업 기억에 있어 지적 능력 및 약물 남용을 통제 한 후에도 유의미한 손상을 확인하였다. 베트남 참전 관련 외상 사건이 아닌 PTSD 환자들에게서도 비슷한 결과를 확인하였다(Jenkins et al., 1998; Stein, Kennedy, & Twamley, 2002). 또한, 외상을 경험한 PTSD 환자들은 악몽 증상과 함께 신체 및 정서적으로 과도하게 각성되어 있는 상태인 과각성(hypervigilance)을 경험하며, Morey 외 연구진(2009)의 연구에서 작업

기억에 영향을 미치는 신경학적 근거와 임상적으로 관찰된 과각성 증상이 일관된 것으로 나타났다. 따라서 악몽 및 외상과 작업 기억은 매우 밀접한 관련이 있을 것으로 사료된다.

마지막으로 수면 부족을 경험하는 개인은 더 많은 보상을 얻고자 하며, 행동적 특징으로 충동성이 나타난다(Krause et al., 2017). 또한 수면 부족으로 인해 충동성이 증가하고 억제 능력이 감소하는 것으로 알려져 있다(Harrison & Horne, 2000). 악몽이 직접적으로 위험감수경향과 충동성에 영향을 주는 것으로 보고된 연구는 없으나, 비정상적 또는 위험한 경험을 추구하는데 높은 점수를 받은 사람들이 더 자주 꿈을 꾸고 의미 있는 꿈을 꾸다고 보고한 연구가 있다(Kroth et al., 2001). Perogamvros 외 연구진(2015)의 연구에 따르면 악몽장애가 속해 있는 사건 수면(parasomnia)을 경험하는 환자군은 대조군에 비해 기질 및 성격 검사에서(Temperament and Character Inventory; TCI) 높은 자극추구 점수와 낮은 자율성 점수를 보고하였으며, 이는 사건 수면 환자군의 보상 민감도와 충동성의 증가를 시사한다. 악몽장애와 유사한 기능적 손상을 일으키는 수면 장애 중 하나인 불면증은 충동성과 관련이 있는 것으로 알려져 있으며(Schmidt, Gay, & Van der Linden, 2008), 수면 손실 및 졸림은 BART(Balloon Analog Risk Task) 검사를 통해 위험감수행동과 관련이 있는 것으로 나타났다(Hisler & Krizan, 2019). 과각성 수준이 높은 PTSD 환자들은 위험 지각에 있어 민감도는 높지만 실제 위험에 대한 인식이 낮을 수 있으며(Orcutt et al., 2002), PTSD 환자들이 공격적인 운전과 같은 위험 행동을 할 가능성이 더 높은 것으로 나타났다(James, Strom, & Leskela, 2014). 또한, PTSD 증상 수준이 심각할수록 높은 충동성을 보였다(Joseph et al., 1997).

이와 같은 인지 기능은 NM-AND 모델의 4가지 주요 영역인 amygdala, mPFC, hippocampus, ACC와 밀접한 관련이 있을 것으로 사료된다. 먼저, 지속적 주의력의 신경 영상 연구 메타 분석과 문헌을 검토하였을 때, 지속적 주의력의 핵심 네트워크를 구성하는 요소 중 뇌 우측 영역의 dorsomedial PFC, midlateral PFC, ventrolateral PFC가 포함되어 있다(Langner & Eickhoff, 2013). 또한, 주의력을 요하는 인지 과제 수행 시 활성화되는 네트워크의 근본적인 구성 요소로 PFC를 강조하였다(Dorrian, Rogers, & Dinges, 2005). 다음으로 작업 기억과 같은 인지 기능에 대한 인간과 원숭이 연구에서도 PFC 역할이 중요하다고 알려져 있다(Fuster, 1984; Goldman-Rakic 1987; Miller et al. 2002). Harms 외 동료들(2013)의 연구에 따르면, dorsal ACC와 left inferior frontal gyrus 간 작업 기억 활동성과 hippocampus의 부피와 상관관계가 있었다. Yoon 외 동료들(2008)의 연구에서도 mPFC와 hippocampus가 작업 기억에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 마지막으로 위험을 감수한 의사결정과 충동성에 있어 영향을 미치는 뇌 영역으로 ACC와 hippocampus, amygdala, right dorsolateral prefrontal cortex 등이 있는 것으로 나타났다(Fishbein et al., 2005; Ernst et al., 2002; Le Berre et al., 2014; Gupta et al., 2011; Kohno et al., 2014).

종합하면 적절한 수면을 취하는 것은 인지 기능에 절대적으로 필수적인 요소임이 분명하다. 특히, 악몽 및 외상 경험은 지속적 주의력, 작업 기억, 위험감수경향 또는 충동성과 같은 인지 기능과 밀접한 관련이 있을 것으로 사료되며, 이러한 인지 기능은 악몽과 관련된 뇌 영역들과도 관련이 있을 것으로 보인다. 이에, 본 연구에서는 활성화된 뇌 영역과 인지 기능과의 관계를 살펴보고, 악몽 경험 유무에 따라 인지 기능의 차이가 어떠한 것인지 확인하고자 한다.

III. 연구 문제 및 가설

본 연구에서는 외상을 경험한 악몽장애 환자들과 정상군의 휴식 상태에서의 fMRI 촬영 영상을 활용하여 뇌 기능적 연결성의 차이를 검증하고자 한다. 인지 기능 검사 및 자기보고식 질문지를 통해 얻은 지표들과 뇌 기능적 연결성의 상관을 확인하고, 각 군의 인지 기능 지표와 수면 관련 척도의 차이를 살펴보고자 한다. 이에 본 연구의 연구 문제와 가설은 다음과 같다.

연구 문제 1. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군은 임상 지표에서 유의미한 차이가 있을 것이다.

가설 1-1. 외상을 경험한 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 임상 질문지 점수 (악몽 심각도, 악몽으로 인한 기능 손상, 불면증 심각도, 외상후 스트레스, 우울, 불안, 자살사고)가 더 높을 것이다.

연구 문제 2. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군은 인지 기능 지표에서 유의미한 차이가 있을 것이다.

가설 2-1. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군은 PVT 에서 유의미한 차이가 나타날 것이다.

가설 2-2. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군은 NBACK 에서 유의미한 차이가 나타날 것이다.

가설 2-3. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군은 BART 에서 유의미한 차이가 나타날 것이다.

연구 문제 3. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군은 DMN에서의 뇌 기능적 연결성에 차이가 있을 것이다.

연구 문제 4. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 뇌 기능적 연결성은 인지 기능 지표, 수면 관련 척도 및 임상 지표와 유의미한 상관이 있을 것이다.

가설 4-1. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 DMN에서의 뇌 기능적 연결성은 인지 기능 지표와 유의미한 상관이 있을 것이다.

가설 4-2. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 DMN에서의 뇌 기능적 연결성은 수면 관련 척도와 유의미한 상관이 있을 것이다.

가설 4-3. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 DMN에서의 뇌 기능적 연결성은 임상 지표와 유의미한 상관이 있을 것이다.

IV. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 외상을 경험한 악몽장애 환자군 12명과 정상군 12명을 대상으로 진행하였다. 외상을 경험한 악몽장애 환자군은 DSM-5의 PTSD 진단기준 A에 해당하는 외상을 겪었으며, DSM-5 악몽장애 진단기준에 모두 충족하는 성인 여성이다. 이와 반대로 정상군은 외상을 경험하지 않았으며, 악몽장애에 해당되지 않는 성인 여성으로 모집하였다. 본 연구는 fMRI 기반 연구의 특성상 연구 대상자간의 동질성을 확보하기 위해 성인 여성만 선정하였으며, 악몽장애 환자군과 정상군의 나이 및 성별을 매칭하였다. 여러 선행 연구에서 성별에 따라 뇌 활성화 영역 및 회로의 차이가 있다고 밝혀져 본 연구에서는 성인 여성을 대상으로 연구를 진행하였다(McRae et al., 2008; Lebron-Milad et al., 2012; Shvil et al., 2014; Felmingham et al., 2010; Hjelmervik et al., 2014).

연구 참여를 위해 온라인 및 오프라인 홍보 게시물과 경기남부해바라기센터를 방문하는 성폭력 피해자들에게 홍보를 진행하였다. 홍보를 통해 자발적으로 연구 참여를 원하는 사람들은 다음과 같은 연구 참여 기준을 통해 스크리닝하였다.

연구 대상자는 1) 만 18세에서 60세 사이의 성인 여성, 2) DSM-5 진단기준에 따라 만들어진 외상 사건 체크리스트(life events checklist for DSM-5; LEC-5)의 외상 사건을 경험, 3) 악몽 심각도 척도(Disturbing Dreams and Nightmare Severity Index; DDNSI) 10점 이상, 4) 반구조화된 악몽장애 면담 도구를 통해 악몽장애로 진단, 5) CAPS-5를 통해 PTSD 진단기준 A 해당, 마지막으로 6) 기능적 자기공명 영상 촬영이

불가능한 요인이 없는 사람들로 모집하였다. 반면, 정상군은 외상 사건을 경험하지 않고 악몽 심각도 척도(DDNSI) 10점 미만에 해당하며, fMRI 촬영이 불가능한 요인이 없는 사람들에게 연구 참여 기회를 주었다. 모든 연구 대상자는 1) 악몽장애를 제외한 수면 관련 장애와 중증 정신 장애에 해당하는 조현병 및 양극성 장애를 진단 받은 과거력, 2) 수면 관련 약물 복용, 3) 인지 기능의 저하 및 신경학적 질환이 있는 경우 연구에서 제외하였다.

이를 통해 최종적으로 선별한 각 군은 나이와 성별을 매칭하였으며, 연구 참여 이전에 본 연구의 목적과 절차에 대해 충분히 설명한 후 서면 동의를 통해 연구 참여에 대한 동의를 얻었다. 본 연구는 윤리심의위원회의 승인을 받고 수행하였다.

2. 측정도구

1) 주관적 측정도구

(1) 수면 및 악몽 일지

본 연구에서는 연구 대상자의 수면 및 악몽 양상을 확인하고자 일주일 동안 매일 기상 직후 수면 및 악몽 일지 작성을 권장하였다. 수면 일지를 통해 측정하는 지표로는 잠자리에 들어간 시간(Bed Time; BT), 잠을 자기 위해 실제로 모든 불을 끈 시간(Light Off; LO), 잠자리에 든 이후 실제로 잠들기까지 걸린 시간(Sleep Onset Latency; SOL), 잠 든 이후 일어나기 전까지 중간에 깬 시간의 총합(Wake time After Sleep Onset; WASO), 잠자는 도중 깬 횟수(Number of Awakenings; NWAK), 최종적으로 잠에서 깬 시간(Wake Time; WT), 잠에서 깬 후 잠자리 밖으로 나온 시간

(Time Out of Bed; TOB), 수면의 질 (Sleep Quality; SQ)이며, 수집한 지표들 기반으로 침대에 누워있는 시간(Time In Bed; TIB), 총 수면 시간 (Total Sleep Time; TST), 수면 효율성 (Sleep Efficiency; SE)이 있으며, 필요한 지표는 아래 표와 같이 계산한다(표 2). 악몽 일지에는 악몽을 끈 횟수 및 악몽으로 인한 고통에 대해 수집하였다. 주요 수면 및 악몽 지표를 정리한 표는 다음과 같다.

표2. 주요 수면 및 악몽 지표

용어	내용	계산방법
Bed Time (BT)	잠자리에 들어간 시각	
Light off(LO)	잠에 들기 위해 모든 불을 끈 시각	
Sleep Onset Latency (SOL)	수면 잠복기	
Wake After Sleep Onset (WASO)	입면 후 각성 시간	수면 일지 문항
Number of Awakenings (NWAk)	입면 후 각성 횟수	
Wake Time (WT)	잠에서 최종적으로 깬 시각	
Time Out of Bed (TOB)	잠자리에서 나온 시간	
Time In Bed (TIB)	잠자리에 누워있는 시간	TOB-BT
Total Sleep Time (TST)	총 수면 시간	TIB- {SOL+WASO +(TOB-WT)}

Sleep Efficiency (SE)	수면 효율성	TST/TIB * 100
Total number of Nightmare (T_NM)	총 악몽을 꾸 횟수	
Nightmare Distress (ND)	악몽으로 인한 고통	

(2) 자기보고식 질문지

① 악몽 심각도 척도(Disturbing Dreams and Nightmare Severity Index; DDNSI)

본 연구에서는 연구 대상자들의 악몽 심각도를 평가하고자 Krakow 외 연구진(2002)이 개발하고, 이루다 외 연구진(2020)이 타당화한 악몽의 고통 및 빈도를 측정하는 DDNSI 질문지를 사용하였다. DDNSI 문항은 악몽 빈도를 측정하기 위해 일주일에 한 번, 한 달에 한 번과 같이 “악몽을 꾸 날” 과 “하룻밤 동안 악몽을 꾸 횟수” 에 대한 두 문항, 악몽으로 인한 각성 여부, 악몽 문제의 심각도, 악몽의 강도에 대해 평가하는 세 문항을 합하여 총 다섯 문항으로 이루어져 있다. 악몽 심각도 점수는 다섯 문항을 합산하여 산출하며, 총점은 0~37점이다. 총점이 10점 이상인 경우 악몽장애 진단과 부합하는 것으로 알려져 있으며(Krakow et al., 2002), 국내 타당화 논문의 DDNSI 내적 일치도는 Cronbach's $\alpha = .920$ 의 높은 수준으로 확인하였다(Lee, Krakow, & Suh, 2020).

② 악몽으로 인한 기능 손상 척도(Nightmare Effects Survey; NES)

악몽으로 인해 주간 동안의 기능 손상 정도를 평가하기 위해 Krakow 외 연구진(2002)이 DDNSI와 함께 개발한 자기보고식 질문지이다. 총 10문항

으로 구성된 질문지이며 4개의 수면 관련 기능 손상 문항과 기분 상태, 정신 건강, 신체 건강, 사회적 활동, 학업 또는 직무, 대인 관계에 대한 부정적 영향에 대해 각각 1개씩 묻는 문항이 포함되어 있다. 총점은 0~33점으로 점수가 높을수록 악몽으로 인한 기능 손상의 정도가 높은 것을 의미한다.

③ 불면증 심각도 척도 (Insomnia Severity Index; ISI)

연구 대상자들의 불면 증상의 심각도를 평가하고자 Morin 외 연구진 (2001)이 개발하고, 조용원 등(2014)이 국내 타당화한 한국판 불면증 심각도 척도를 사용하였다. 총 7문항으로 구성되어 있으며, 최근 2주 동안 불면증이 심하다고 느끼는 정도, 수면 양상에 대한 만족도, 주간 활동의 기능 손상 등 불면증과 관련된 증상을 측정한다. 각 문항은 0~4점 5점 리커트 척도로 평정되며, 총점은 0~28점으로 점수가 높을수록 불면증 심각도 수준이 심하다는 것을 의미한다. 한국판 불면증 심각도 척도의 내적 일치도 (Cronbach's α)는 .92로 확인하였다(Cho, Song, & Morin, 2014).

④ 외상후 스트레스 장애 체크리스트 (The PTSD Checklist for DSM-5; PCL-5)

본 연구에서는 외상후 스트레스 장애 증상 및 진단 가능성을 확인하기 위해 연구 대상자들에게 Weathers 외 연구진 (2013)이 개발한 PCL-5를 번안하여 실시하였다. 총 20문항으로 각 문항은 0~4점 5점 리커트 척도로 평정하며, 총점은 0~80점으로 높을수록 외상후 스트레스 장애 진단 가능성이 높다는 것을 의미한다. 질문지 문항은 외상 사건에 대한 재경험, 회피, 인지 및 기분의 부정적 변화, 과각성을 측정하는 내용을 포함하고 있다. Weathers 등(2013)의 연구에서 내적 일치도 계수(Cronbach's α)는 .95로 나타났다.

⑤ 한국판 Beck 우울 척도(Korean-Beck Depression Inventory-II; K-BDI-II)

연구 대상자들의 우울 증상을 평가하기 위해 K-BDI-II를 사용하였다. 해당 질문지는 지난 2주 동안 겪은 우울 증상의 심각도를 측정하기 위한 자기보고식 질문지이며, 총 21개 문항의 4점 리커트 척도로 평정한다. 총점은 0~63점으로 21개 문항의 점수를 합산하여 높은 점수를 얻을수록 우울 수준이 높다는 것을 의미한다. 국내 K-BDI-II의 내적 일치도 계수(Cronbach's α)는 .94이었다(임선영 외 2011).

⑥ 한국판 Beck 불안 척도(Korean-Beck Anxiety Inventory; K-BAI)

본 연구에서는 연구 대상자들의 불안 증상을 확인하고자 K-BAI를 사용하여 측정하였다. K-BAI는 우울 증상과 구별되는 불안 증상의 심각도를 평가하기 위한 자기보고식 질문지이며, 총 21문항의 4점 리커트 척도로 구성되어 있다. 각 문항은 불안 증상과 관련된 생각, 신체 상태 등의 내용이 포함되어 있으며, 총점은 0~63점의 범위로 문항의 점수를 합산하여 산출한다. 점수가 높을수록 불안 증상의 심각도가 높음을 의미하며, 국내 K-BAI의 내적 일치도 계수(Cronbach's α)는 .91이었다(육성필 & 김종술, 1997).

⑦ 자살사고 척도(Depressive Symptom Inventory-Suicidality Subscale; DSI-SS)

연구 대상자들의 자살사고의 수준을 측정하고자 Hopelessness Depression Symptom Questionnaire(Metalsky & Joiner, 1997)의 하위 척도인 '자살에 대한 생각' 4문항을 서수연 외 연구진(2017)이 국내 대학생을 대상으로 타당화한 한국판 척도를 사용하여 확인하였다. 해당 질문

지는 최근 2주 동안의 자살사고에 대해 평가하며, 총점은 0~12점의 범위로 각 문항은 0~3점 4점 리커트 척도로 평정한다. 총점이 4점 이상인 경우 자살 위험성이 높은 것을 의미하며, 내적 일치도 계수(Cronbach's α)는 .93으로 높은 수준이다(Suh et al., 2017).

2) 객관적 측정도구

(1) 기능적 자기공명 영상

최근 다양한 정신병리의 신경생물학적 변화를 살펴보기 위해 뇌 영상을 촬영하여 분석하는 연구가 증가하고 있다. 뇌 영상 촬영 기법으로는 다양한 방법들이 있으며, 본 연구는 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 휴식 상태에서의 뇌 기능적 연결성 차이를 확인하기 위해 기능적 자기공명 영상(functional magnetic resonance imaging; fMRI)을 사용하였다.

fMRI는 뇌 활동 측정을 위해 자기공명 영상을 이용하여 국지적 뇌활동의 정도를 반영하는 국지적 혈중 산소치(oxygenation) 변화를 측정하는 기법이다(Poldrack, Mumford, & Nichols, 2011). 뇌의 신경세포(neuron)들이 활동을 하면 그 영역을 통과하는 혈류(blood flow)의 양이 증가하며, 이는 국지적 혈중 산소의 상대적 과잉을 발생시킨다. 즉, 활성화된 영역으로 흐르는 혈액의 양이 활동으로 인해 사용된 산소를 보충하는데 필요한 양보다 더 많다는 것을 뜻한다. fMRI에서 측정된 신호는 이러한 산소치의 변화에 의존하며, 이를 혈중 산소치 의존(blood oxygenation level dependent; BOLD) 신호라고 부른다(Poldrack, Mumford, & Nichols, 2011). Ogawa 외 연구진(1992)에 의해 개발된 BOLD 기법은 fMRI를 이용한 영상 획득 방법으로 가장 많이 사용되며, 내·외부적인 자극으로 인해 활성화된 부위의 상대적인 산소 양을

측정함으로써 해당 뇌 영역의 활성 상태를 간접적으로 측정할 수 있다 (Buxton, 2002). 이와 같은 원리를 바탕으로 fMRI는 조영제와 같은 약물 주입 및 방사선 노출 없이 자기장을 이용하여 안전하다는 특징이 있으며, 뇌의 모든 부분의 측정이 가능하고 다른 뇌 영상 촬영 기법들보다 시간 및 공간 해상도가 뛰어나다는 이점을 가지고 있다(Le Bihan & Karni, 1995; Achard & Bullmore, 2007; Smitha et al, 2017).

연구 대상자들은 fMRI 촬영 스캐너 안에 들어가기 전 연구 담당자를 통해 긴장을 풀고 편안한 상태로 눈을 감은 다음 특별한 생각을 하지 않도록 지시를 받는다. 다만, 뇌 영상 촬영 중 수면 상태에 들지 않도록 부탁하였다. fMRI 촬영 전 뇌의 구조적 이상을 확인하기 위해 T1 자기공명 영상을 먼저 촬영하고 이상이 없는 경우 에코평면 이미지(Echoplanar imaging, EPI)를 촬영하였다. EPI는 8개의 channel SENSE head coil을 갖춘 Philips Intera Achieva 3.0 Tesla 스캐너(Philips Healthcare, the Netherlands)를 통해 수행하였다. 전체 뇌의 EPI 시계열 스캔(반복 시간 [time repetition, TR]=3000 ms; 에코 시간 [echo time, TE]=35 ms; 숙임각 [flip angle]=90° ; 35 슬라이스; 매트릭스=128×128; 영상 범위 [field of view, FOV]=220×220 mm² ; 부피소 크기 [acquisition voxel size]=1.72×1.72×4 mm²)은 7.75분 동안 155 volume으로 구성으로 촬영을 진행하였다.

(2) 인지 기능 평가

① PVT(Psychomotor Vigilance Test)

본 연구에서는 정신운동성 각성 검사(PVT)를 통해 연구 대상자들의 지속적 주의력과 각성도의 차이를 확인하였다. PVT 검사는 상자 안에 불규칙적으로 나타나는 시각적 자극에 대한 반응 시간을 기록하는 검사

(Basner, Mollicone, & Dinges, 2011)로 피험자는 화면의 박스 안에 숫자가 나타나면 최대한 빠르게 화면을 터치하되 숫자가 나타나기 전에 먼저 화면을 터치하지 않도록 지시 받았다(그림 1). 연구 대상자들은 자극에 대한 1/1000초 단위의 반응 시간을 기록하게 되며, 해당 검사는 학습효과나 개인의 역량에 의해 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있다 (Basner & Dinges, 2011). 본 연구에서는 아이패드를 이용하여 PVT를 실시하였으며, 연구자의 시연과 짧은 연습 시간을 가진 후 검사를 진행하였다(Joggle Research).

본 연구에서 살펴볼 PVT의 주요 변수는 다음과 같다. 반비례 평균 반응 시간(mean Reciprocal Reaction Time)은 자극이 제시되었을 때 연구 참여자의 반응 속도를 의미하며, 지속적 주의력을 확인할 수 있다. 누락(Lapses)은 자극이 제시된 후 0.5초 이상 반응을 하지 않은 경우를 의미하며, 각성과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Basner et al., 2019). 누락 점수가 높을수록 각성이 낮아 피로가 높다는 것을 의미한다. 부정 출발(False Starts)은 누락과 마찬가지로 각성 및 피로와 관련 있으며, 자극이 제시되기 전후 최대 0.1초 안에 반응하는 것을 말한다(Dinges & Powell, 1985). 이 외 PVT에 최대 반응 시간(Maximum Reaction Time)과 가장 느린 10% 반응 시간들의 표준편차(Standard Deviation Reaction Time Slowest)와 같이 더 많은 지표가 있으나 본 연구에서는 지속적 주의력을 확인하기 위하여 반비례 평균 반응 시간 변수를 위주로 살펴보고자 한다.



그림 1. PVT 화면 예시

② NBACK

연구 대상자들의 작업 기억 수준을 평가하기 위해 NBACK 검사를 실시하였다. NBACK 검사란 화면에 하나의 이미지 자극이 연속적으로 제시되며 현재 제시된 이미지가 n번째 이전 이미지와 일치하였을 때 반응을 하도록 요구된다(Kirchner, 1958). 피험자는 n번째 전 이미지와 현재 제시된 이미지가 일치하는지 여부를 비교하기 위해 자극을 순차적으로 기억해야 한다. 본 연구에서는 Fractal 2-back을 사용하여 현재 제시된 이미지로부터 2번째 이전에 제시된 이미지가 동일한 경우 화면을 터치하는 반응을 하도록 지시 받았다(그림 2). 연구 대상자들은 과제에 대한 설명을 들은 후 1번의 연습을 통해 잘못된 반응을 하거나(incorrect), 반응을 놓치거나(miss), 제대로 반응하였을 때(correct)를 확인하고, 총 62개의 이미지 자극으로 이루어진 검사를 실시하였다.

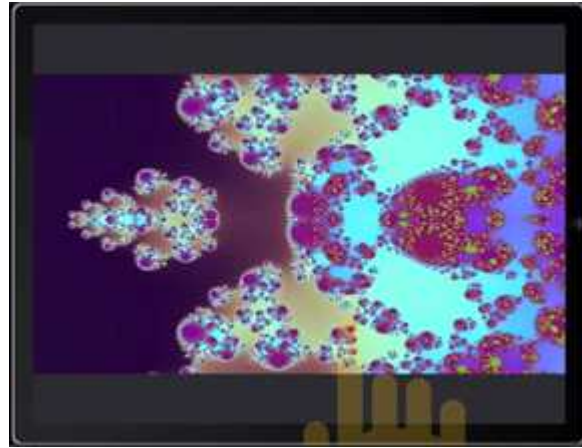


그림 2. NBACK 화면 예시

③ BART(Balloon Analog Risk Task)

BART 검사는 위험감수경향, 감각 추구, 충동성과 같은 위험 행동을 측정하는 도구이며(Lejuez et al., 2002), 연구 대상자들의 위험에 대한 인지 능력과 충동성을 살펴보기 위해 실시하였다. 해당 검사는 화면에 파란색 풍선과 두 개의 버튼(inflate, collect), 현재 풍선의 보상금(reward for balloon), 총 보상금(total winnings)이 제시되어 있다. 피험자는 풍선을 Inflate 버튼을 통해 부풀릴 수 있으며, 풍선을 많이 부풀리고 Collect 버튼을 클릭할수록 높은 보상금을 얻을 수 있다. 그러나 풍선은 한 번의 Inflate 버튼 클릭에서 128번의 클릭까지 다양한 확률에서 터지게 된다(Lejuez et al., 2002). 풍선이 터지는 경우 피험자는 풍선을 부풀려서 얻은 현재 풍선의 보상금은 얻을 수 없으나 이전에 Collect 버튼을 통해 얻은 총 보상금은 유지된 채 새로운 풍선이 나타난다. 따라서 연구 대상자들은 최대한 풍선을 터뜨리지 않고 가능한 많은 총 보상금을 얻도록 지시 받은 후 총 30개의 풍선 과제를 수행하였다(그림 3).

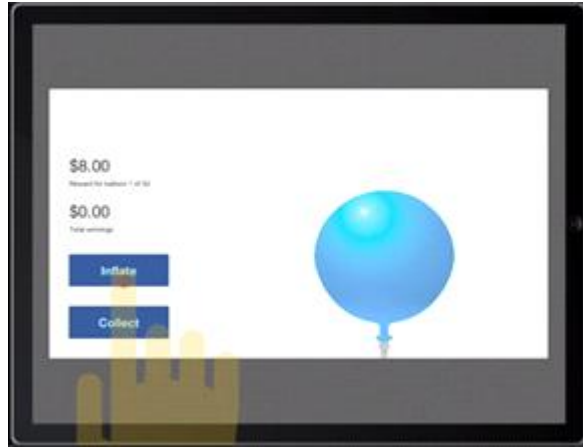


그림 3. BART 화면 예시

3. 연구 절차

본 연구는 연구 참여자 모집을 위해 온라인 및 오프라인 홍보를 진행하였다. 대학생 커뮤니티 사이트 또는 맘카페와 같이 성인 여성들이 주로 이용하는 인터넷 게시판과 경기남부해바라기센터에 연구 소개, 참여/제외 기준을 명시한 연구 홍보 게시물과 참여 신청 링크를 첨부하여 홍보하였다.

참여 신청 응답을 통해 1차적으로 연구 참여자를 선별한 후, 우선 연결을 시도하여 연구 참여 동의 및 구조화된 면담을 위한 방문 일정을 잡았다. 방문 일정에 맞춰 약 2시간 가량의 1:1 구조화된 면담을 진행하였으며, DSM-IV의 제I축 장애의 구조화된 임상적 면담 연구자용(Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis 1 Disorders, Research Version; SCID- I)을 통해 정신증적 증상의 유무와 물질 관련 사용장애 및 기타 수면 장애 유무를 확인하였다. 연구 대상자의 인지 기능을 평가하기 위해

MMSE (Mini-Mental State Examination)를 사용하였으며, 악몽장애 진단을 위한 반구조화된 임상 면담 도구를 통해 악몽장애 진단 여부에 대해 평가를 진행하였다. 마지막 순서로 CAPS-5(Clinician-administered PTSD Scale for DSM-5)를 실시하여 PTSD 진단기준 A에 해당하는 외상을 경험하였는지 살펴본 후 최종 연구 참여자를 선정하였다. 최종적으로 선정된 연구 참여자들은 간단한 연구 안내를 받은 후 fMRI 촬영을 위한 삼성서울병원 방문 일정을 정하였다. 해당 연구 참여 일자에 연구 대상자들은 삼성서울병원 내부 수면센터로 방문하였고, 연구자는 연구 대상자에게 연구 절차에 대해 다시 한 번 안내하고 동의를 구한 다음 임상지표 수집 및 세가지의 인지 기능 검사(PVT, NBACK, BART)를 실시하였다. 이후, 방문한 날짜 다음 날부터 작성하게 될 수면 및 악몽일지에 대해 소개 및 시연을 마치고 fMRI 촬영을 진행하였다. 방문 다음 날부터 7일간 수면 및 악몽일지 제출을 확인하였고, 수집 기간이 끝난 후 연구 대상자에게 임상 및 수면 지표와 뇌 영상 촬영의 이상 여부를 포함한 결과 보고서를 메일로 송부하였다.

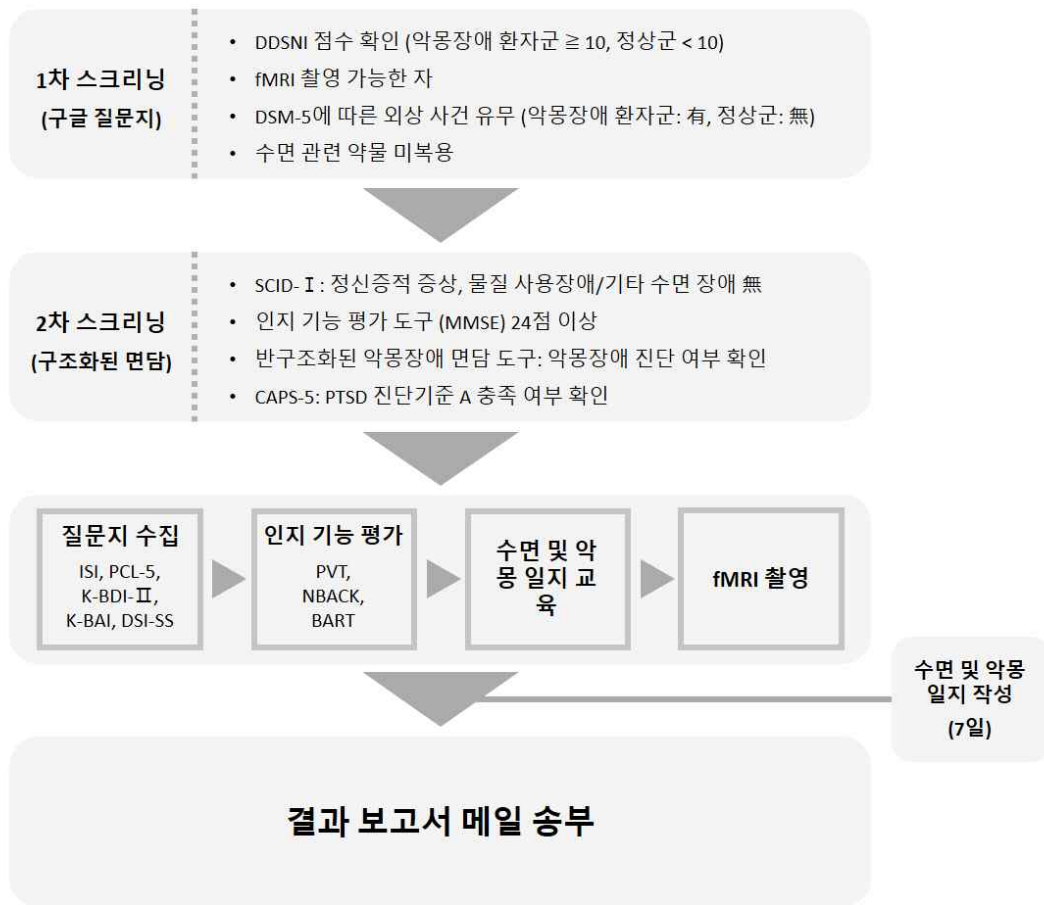


그림 4. 연구 절차 도식

4. 분석 방법

본 연구에서 수집된 기능적 자기공명 영상 분석을 위해 FMRIB Software Library(FSL; Oxford Center for Functional Magnetic Resonance Imaging of the Brain, <http://www.fmrib.ox.ac.uk>) 및 Analysis of Functional Neuroimages(AFNI; <http://afni.nimh.nih.gov>) software를 사용하였다.

먼저, 데이터 분석 이전에 전처리(preprocessing) 작업을 진행하였다. 전처리 과정으로 영상 획득 시간 차이를 보정하기 위해 각 일련의 스캔에서 첫 번째, 4개의 볼륨을 측정에서 제외하는 Slice-timing 과정을 거쳤다. 이후, 연구대상자 헤드 움직임 보정을 위해 3D rigid-body를 보정하였고, band-pass filtering 기법을 통해 BOLD 신호의 변동을 줄였고 특정 주파수 영역(0.009 Hz-0.08 Hz)의 신호를 추출하였다. 다음으로 공간적 편평화(spatial smoothing)를 위해 5mm 반치전폭(full width at half maximum; FWHM)의 가우시안 필터(Gaussian filter)를 사용하였다. 공간적 표준화(spatial normalization)를 시행하기 전 두뇌의 회백질, 백질, 뇌척수액(CSF)과 같은 서로 다른 조직 유형으로 뇌를 분할(Segmentation) 단계를 진행하였다. 이후, AFNI 소프트웨어에서 제공하는 152T1 템플릿을 이용하여 각 영상의 해부학적 개인차를 줄이고 평균치를 산출함을 통해 공간적 표준화 작업을 진행하였다.

공간적 표준화된 공간에서 선행 연구에 따라 DMN 영역의 주요 영역으로 알려진 PCC를 seed로 정의하였다. 이후, 해당 영역에 포함된 모든 부피소의 신호값을 추출하여 평균값을 얻었고, 이를 연구대상자의 참조 신호(reference signal)로 지정하였다. 전체 뇌 영역과 참조 신호간의 상관 분석을 실시하여 상관계수를 산출하였고, 그 값을 뇌 이미지에 영상화

(mapping)하여 기능적 뇌 연결성 지도(functional connectivity map)을 구하였다. 각 연구 대상자의 기능적 연결성 지도를 활용하여 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 통계적인 차이를 확인하고자 two-sample t-test를 $p < .05$ 수준에서 검증하였다.

다음으로 SPSS 21.0 version(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 뇌 기능적 연결성 정도와 인지 기능, 수면, 임상 지표 간에 어떠한 관계가 있는지 살펴보기 위해 상관 분석을 실시하였고, 각 집단 간의 지표들의 차이를 확인하기 위해 비모수 통계 검정(non-parametric statistical test)을 실시하였다. 분석의 순서를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 휴식 상태에서의 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 뇌 기능적 연결성의 차이를 확인하기 위해 AFNI 프로그램을 활용하여 기능적 뇌 연결성 지도를 추출하고, 각 집단의 연결성 강도 비교를 위해 two-sample t-test를 시행하여 뇌 기능적 연결성의 차이에 대한 지도를 살펴보았다.

둘째, 앞서 획득한 뇌 기능적 연결성 강도와 인지 기능 지표, 수면 지표, 임상 지표간의 관련성을 살펴보기 위해 상관 분석을 실시하였다.

셋째, 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 인지 기능 지표 및 수면 지표간의 차이를 비교하기 위해 비모수 통계 검정 방법 중 하나인 Mann-Whitney U test를 시행하였다.

V. 연구 결과

1. 인구통계학적 특성

본 연구는 성인 여성 중 외상을 경험하고 악몽장애 진단이 가능한 악몽장애 환자군 12명과 최근 1년 이내의 기간 동안 악몽을 꾸지 않은 연령이 매치된 정상군 12명을 대상으로 분석하였다. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 인구통계학적 자료를 분석한 결과는 표 3에 제시하였다.

악몽장애 환자군의 평균 연령은 28.42(\pm 8.44)세로 20대의 연령 집단 비율이 가장 빈도가 높았다. 교육 수준은 대학 중퇴 및 재학의 비율이 가장 많았으며(33.3%), 다음으로 고등학교 졸업 및 4년제 대학 졸업이 동일하였다(25.0%). 정상군의 경우, 평균 연령은 28.08(\pm 8.20)세로 악몽장애 환자군과 마찬가지로 20대 비율이 가장 빈번하였다. 또한, 교육 수준은 대학 중퇴 및 재학의 비율이 41.7%로 가장 많았으며, 다음으로 4년제 대학 졸업(33.3%)이 많았다. 결혼 상태는 악몽장애 환자군과 정상군 모두 미혼(75.0%)이 기혼 및 동거(25.0%)보다 더 빈번한 것으로 나타났다.

악몽장애 환자군과 정상군의 인구통계학적 특성간의 교차분석을 실시한 결과, 연령, 교육 수준, 결혼 상태에 있어 두 집단 간의 차이가 유의하지 않았다(표 3).

표 3. 인구통계학적 특성 (N=24)

		악몽군		정상군		<i>p</i> -value
		n(%)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	n(%)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	
성별	여성	12(100)		12(100)		
연령	10대	1(8.3)		0(0.0)		.783
	20대	6(50.0)	28.42 (8.44)	7(58.3)	28.08 (8.20)	
	30대	4(33.3)		4(33.3)		
	40대	1(8.3)		1(8.3)		
교육수준	고등학교 졸업	3(25.0)				0(0.0)
	대학 중퇴 및 재학	4(33.3)		5(41.7)		
	2년제 대학 졸업	1(8.3)		0(0.0)		
	4년제 대학 졸업	3(25.0)		4(33.3)		
	대학원 중퇴 및 재학	1(8.3)		1(8.3)		
	대학원 졸업	0(0.0)		2(16.7)		
결혼상태	기혼 및 동거	3(25.0)		3(25.0)		1.00 ^a
	미혼	9(75.0)		9(75.0)		

^a Fisher's exact test

또한, 악몽장애 환자군과 정상군이 타당하게 모집되었는지 확인하기 위해 일주일간 수면 및 악몽 일지를 수집하였으며, 두 집단의 수면 및 악몽의 차이는 표 4와 같다.

집단 간 수면 지표를 비교한 결과, 총 수면 시간을 제외하고 모든 지표에

서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 구체적으로 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 수면잠복기($p=.018$) 및 입면 후 각성 시간($p<.001$)이 길었으며, 입면 후 각성 횟수($p=.005$)가 더 빈번하였다. 또한, 정상군이 악몽장애 환자군보다 수면 효율성($p<.001$)이 높았으며, 총 악몽 횟수($p=.001$)는 적었다(표 4). 따라서 본 연구의 연구 대상자들이 타당하게 모집되었다는 것을 알 수 있다.

표 4. 악몽장애 환자군과 정상군의 수면 지표 비교 (N=24)

	악몽군		정상군		<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
수면잠복기 (SOL)	84.78	90.64	32.77	19.99	.018*
입면 후 각성 시간 (WASO)	25.60	16.36	4.11	3.28	<.001***
입면 후 각성 횟수 (NWAK)	2.41	1.13	1.01	0.98	.005**
총 수면 시간 (TST)	377.24	86.13	431.57	61.49	.099
수면 효율성 (SE)	72.15	15.96	89.3	4.83	<.001***
총 악몽 횟수 (T_NM)	2.90	2.03	0.00	0.00	.001**

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

Note. SOL=Sleep Onset Latency, WASO=Wake After Sleep Onset, NWAK=Number of Awakenings, TST=Total Sleep Time, SE=Sleep Efficiency, T_NM=Total number of Nightmare

2. 악몽장애 환자군과 정상군의 결과 비교

1) 집단 간 심리적 특성 차이

본 연구에서는 악몽장애 환자군과 정상군의 심리적 특성의 차이를 확인하기 위해 자기보고식 질문지를 이용하여 임상 지표를 수집하였다. 두 집단 간의 차이는 표 5에 기술하였다.

악몽장애 환자군과 정상군의 임상 지표를 비교한 결과, 악몽 심각도 ($p<.001$)에 있어 두 집단 간의 유의미한 차이가 있음을 확인하였다. 악몽으로 인한 기능 손상의 경우, 악몽 심각도 점수에 있어 주 1회 이상의 악몽을 꾸지 않는 경우 수집되지 않아 정상군은 따로 측정하지 않았다. 또한, 불면증 심각도 ($p<.001$), 외상후 스트레스 ($p<.001$), 우울 ($p<.001$), 불안 ($p<.001$), 자살사고 ($p<.001$)에 있어서도 통계적으로 유의미한 차이가 있었다(표 5).

표 5. 악몽장애 환자군과 정상군의 임상 질문지 결과 비교(N=24)

	악몽군		정상군		<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
악몽 심각도 (DDNSI)	17.69	4.66	0.01	0.03	<.001***
악몽으로 인한 기능 손상 (NES)	17.83	4.90	-	-	-
불면증 심각도 (ISI)	19.33	4.12	3.92	2.84	<.001***
외상후 스트레스 (PCL-5)	48.67	13.05	2.08	1.83	<.001***

우울 (K-BDI-II)	29.33	11.87	4.08	3.58	<.001***
불안 (K-BAI)	23.75	9.77	2.58	1.98	<.001***
자살사고 (DSI-SS)	4.17	2.79	0.25	0.87	<.001***

*** $p < .001$

Note. DDNSI=Disturbing Dreams and Nightmare Severity Index, NES=Nightmare Effects Survey, ISI=Insomnia Severity Index, PCL-5=The PTSD Checklist for DSM-5, K-BDI-II=Korean-Beck Depression Inventory-II, K-BAI=Korean-Beck Anxiety Inventory, DSI-SS=Depressive Symptom Inventory-Suicidality Subscale

2) 집단 간 인지 기능 차이

악몽장애 환자군과 정상군의 인지 기능을 객관적으로 측정하고자 세 가지 인지 기능 검사(PVT, NBACK, BART)를 실시하였으며, 이에 대한 두 집단 간의 차이는 표 6과 같다.

PVT, NBACK, BART 검사에서 주로 살펴보는 변수들은 악몽장애 환자군과 정상군 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았으며, 따라서 연구 문제 2는 기각되었다. 다만 PVT 검사의 경우, 자극이 제시된 후 0.5초 이상 반응을 하지 않은 누락(Lapses), 지속적 주의력을 확인하는 반비례 평균 반응 시간(mean Reciprocal Reaction Time), 각성 및 피로와 관련 있는 부정 출발(False Starts)과 같은 주요 변수 외에 최대 반응 시간(Maximum Reaction Time)과 가장 느린 10% 반응 시간의 표준편차(Standard Deviation Reaction Time Slowest)에 있어 두 집단 간의 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(표 6).

표 6. 악몽장애 환자군과 정상군의 인지 기능 지표 차이 비교(N=24)

		악몽군		정상군		<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
PVT	누락	6.83	4.97	7.75	9.28	.794
	부정 출발	0.33	0.89	0.25	0.62	.965
	반비례 평균 반응 시간	3.52	0.29	3.71	0.51	.119
	최대 반응 시간	722.02	484.29	473.79	113.28	.021*
	가장 느린 10% 반응 시간의 표준편차	143.84	204.59	43.23	38.13	.024*
NBACK	정확도 점수	512.00	254.40	580.58	234.53	.525
	평균 반응 시간	657.36	67.35	614.07	93.83	.126
	일치 민감도	0.57	0.25	0.64	0.25	.399
BART	정확도 점수	791.08	169.10	853.75	191.93	.175
	펌프 버튼을 누른 평균 반응 시간	550.77	432.46	692.41	293.85	.133

**p*<.05

3. 악몽장애 환자군과 정상군의 뇌 기능적 연결성 차이

본 연구에서는 두 집단의 DMN에서 기능적 연결성의 차이를 살펴보고자 악몽장애 환자군 12명과 정상군 12명으로부터 얻은 기능적 연결성 지도를 통해 two-sample t-test를 시행하였다. 분석 결과, 표 7에서 확인할 수 있듯이 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 left superior frontal gyrus 영역에서 저하된 DMN 내의 기능적 연결성 ($p < 0.05$)을 관찰하였다(표 7, 그림 5).

표 7. 악몽장애 환자군과 정상군의 기능적 연결성 차이 비교

영역	좌/우	브로드만 영역	좌표			Cluster size (voxel)	z
			x	y	z		
악몽군 (n=12) < 정상군 (n=12)							
Superior frontal gyrus	좌	10	8	-64	20	103	-5.09

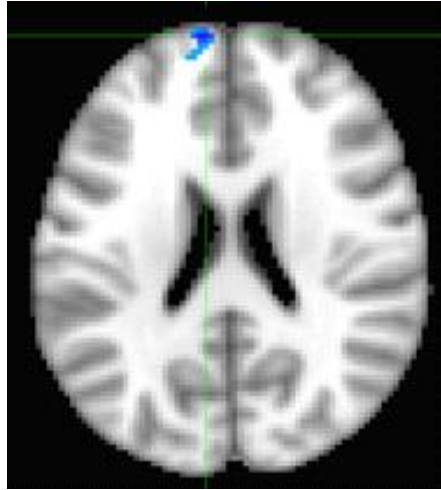


그림 5. DMN 상태에서 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 기능적 연결성 차이 영역

4. 뇌 기능적 연결성 강도와 지표간의 관련성

악몽장애 환자군과 정상군의 DMN 내의 기능적 연결성에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 영역인 left superior frontal gyrus를 관심 영역(region of interest; ROI)으로 설정하여 해당 ROI의 기능적 연결성의 평균 신호값과 인지 기능, 수면 및 임상 지표와의 상관관계를 탐색하였다.

DMN 영역인 PCC와 left superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 입면 후 각성 시간에 있어 악몽장애 환자군은 정적 상관관계($r=.722$, $p=.018$), 정상군은 부적 상관관계($r=-.711$, $p=.009$)를 관찰하였다(그림 6). 이 외 수면 지표 및 임상 지표에서는 유의한 상관관계를 확인할 수 없었다.

다음으로 악몽장애 환자군과 정상군의 뇌 기능적 연결성 정도와 인지 기능 지표와의 상관관계를 살펴보았다. 악몽장애 환자군은 기능적 연결성의 세기와 NBACK 검사의 변수들과 유의한 상관관계를 확인하였다. 구체적으로 뇌 기능적 연결성 정도와 NBACK 검사에서 현재 제시된 이미지 자극과 두 번째 전에 제시된 이미지 자극이 일치하는 상황에서 화면을 터치한 반응의 수(Correct Matches)와 전체 일치하는 반응 중 얼마나 일치 반응을 발견하는 비율을 의미하는 일치 민감도(Match Sensitivity) 변수에서 정적 상관관계($r=.587, p=.045$; $r=.587, p=.045$)를 확인하였다(그림 7, 그림 9). 이와 반대로 현재 제시된 이미지 자극과 두 번째 전에 제시된 이미지 자극이 일치하는 상황에서 화면을 터치하지 않은 반응의 수(Incorrect Matches)는 부적 상관관계($r=-.587, p=.045$)가 나타났다(그림 8). 정상군의 경우, 기능적 연결성의 세기와 BART 검사의 반응의 정확도에 따른 점수(Accuracy Score)의 정적 상관관계($r=.603, p=.038$)를 관찰하였다(그림 10).

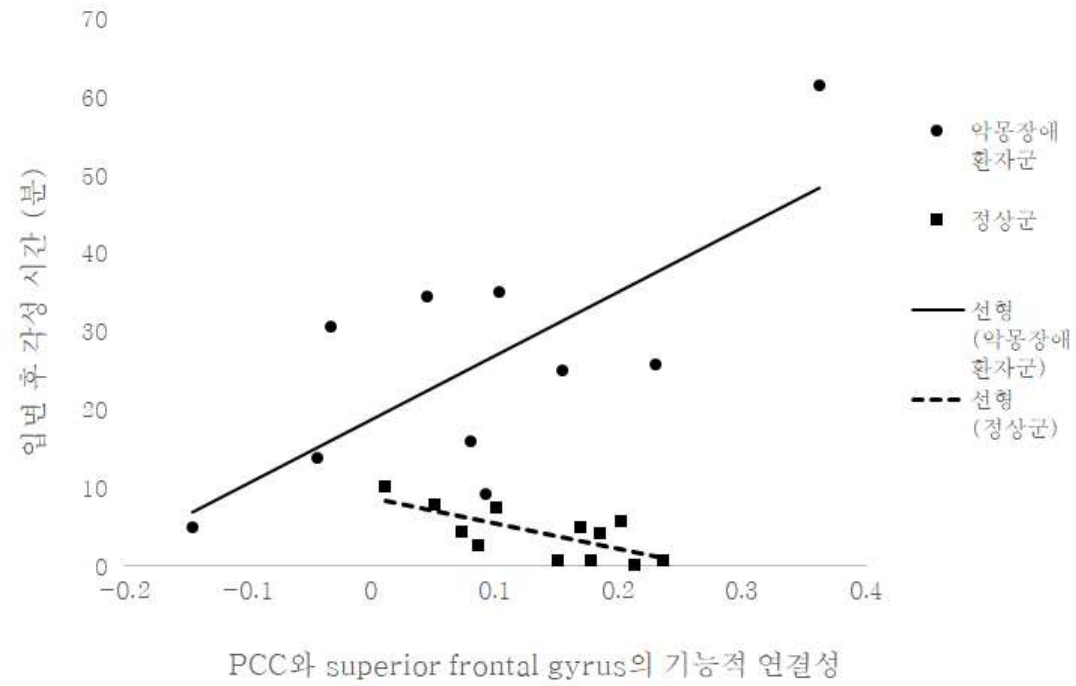


그림 6. PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 입면 후 각성 시간의 관계

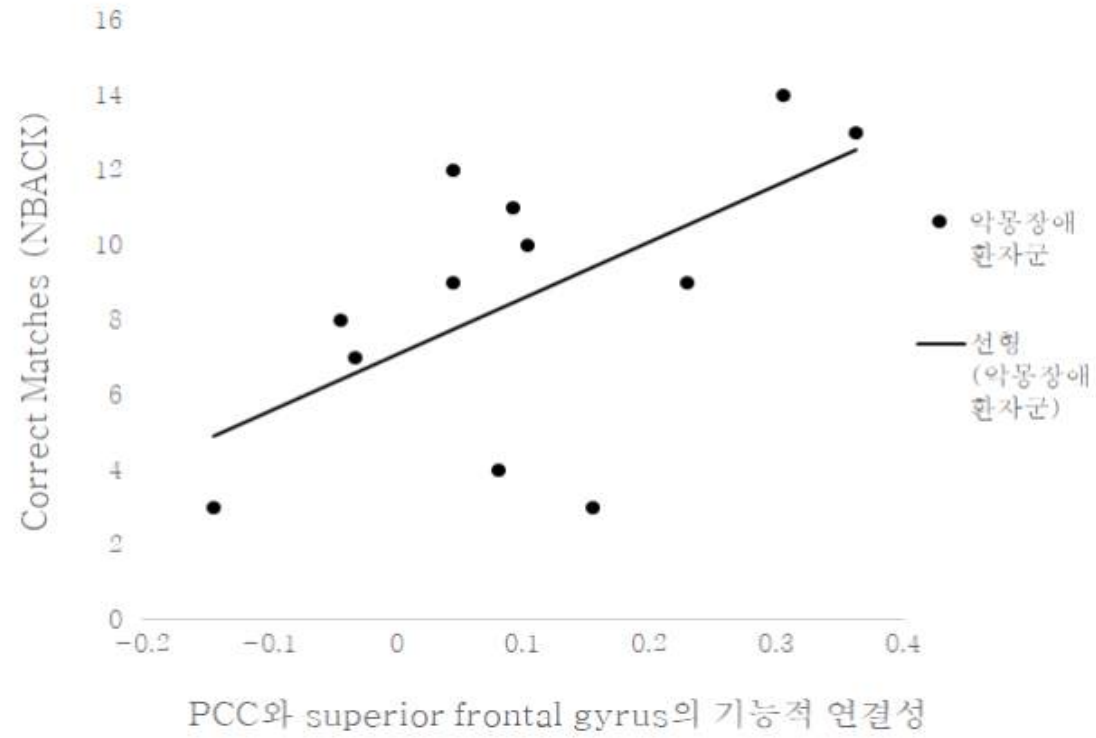


그림 7. PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 NBACK 변수 Correct Matches간의 관계

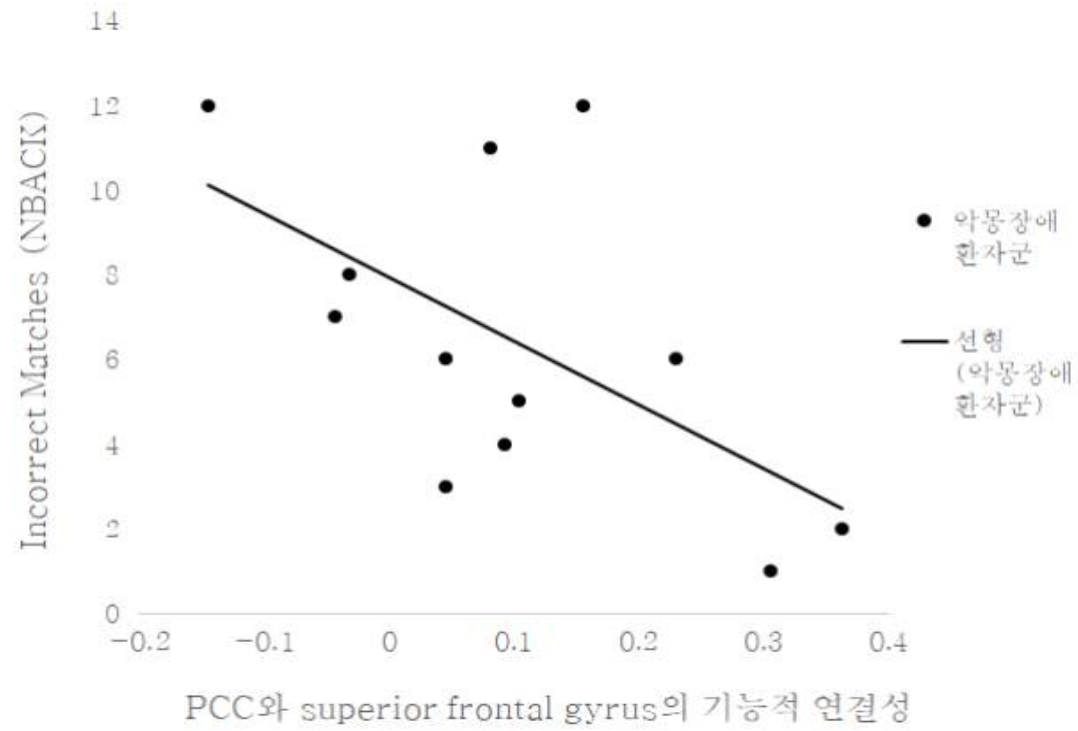


그림 8. PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 NBACK 변수 Incorrect Matches간의 관계

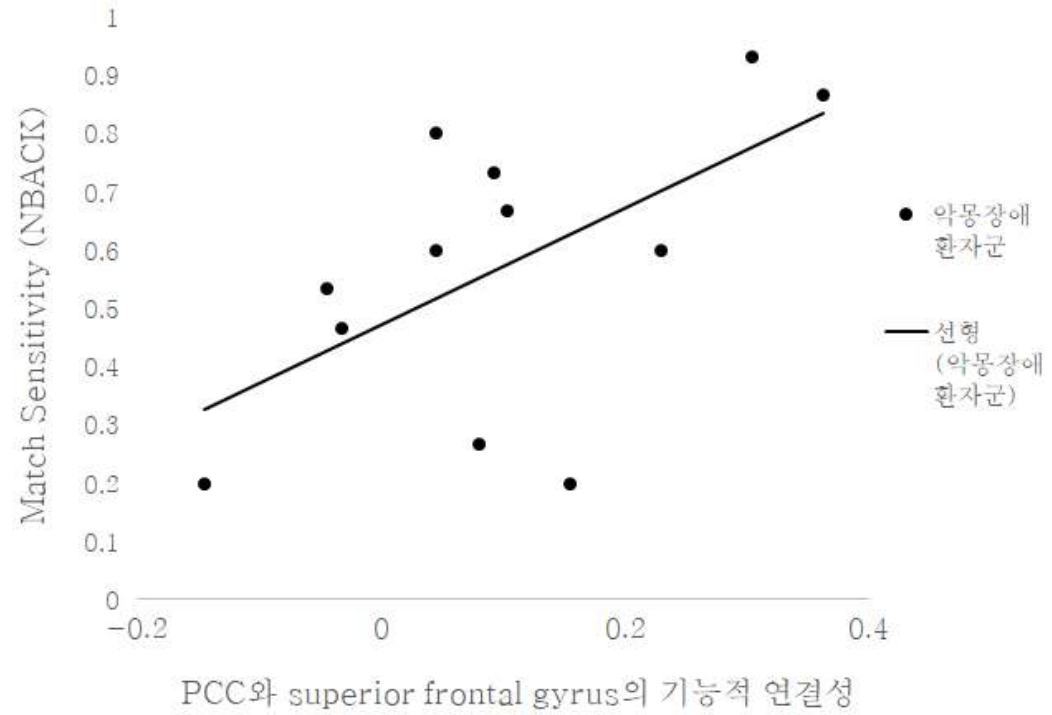


그림 9. PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 NBACIK 변수 Match Sensitivity간의 관계

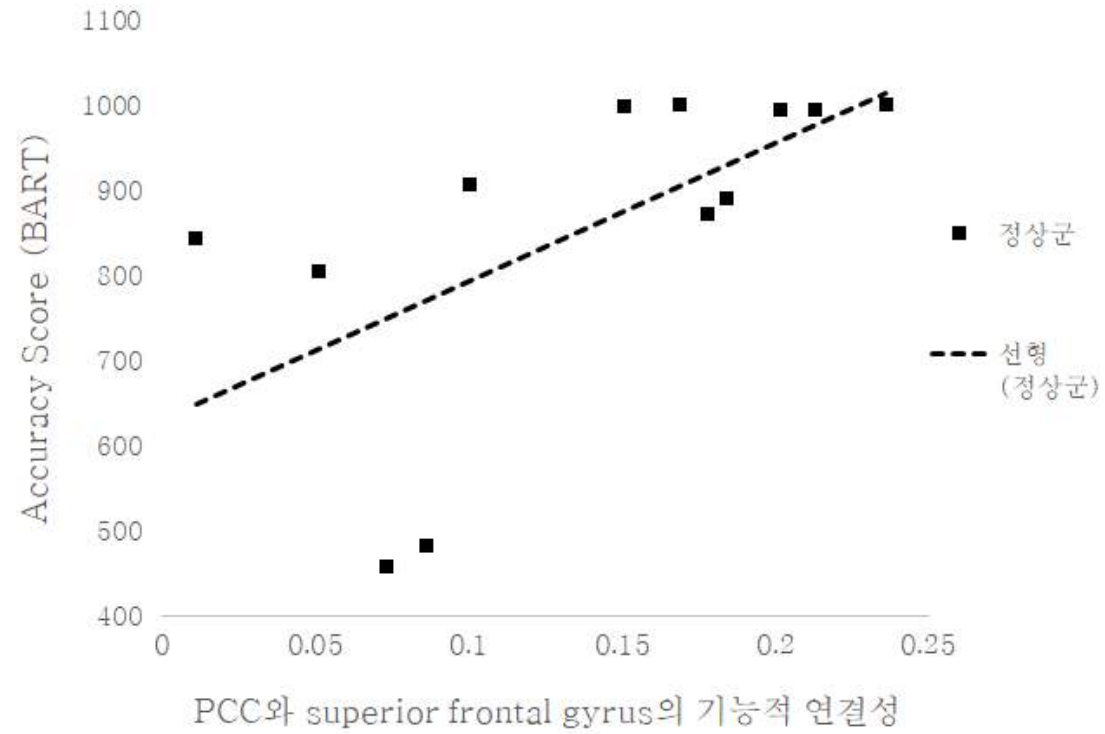


그림 10. PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도와 BART 변수 Accuracy Score간의 관계

VI. 논의 및 제한점

1. 연구 결과에 대한 논의

본 연구는 나이와 성별을 짝지어 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군 24명을 대상으로 인지 기능, 심리적 특징, 수면 양상에 대해 파악하고, 휴식 상태에서의 뇌 기능적 연결성을 비교하였다. 또한, 앞서 확인한 뇌 기능적 연결성의 강도와 인지 기능, 임상 및 수면 지표와 어떠한 관련성을 확인하였다. 이에 따른 주요 연구 결과 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 심리적 특성에 있어 두 집단 간의 차이를 확인한 결과, 악몽 심각도, 외상후 스트레스 증상, 불면증 심각도, 우울 및 불안 증상들에 있어 두 집단 간의 유의미한 차이가 나타났다. 외상을 경험한 악몽장애 환자군은 정상군에 비해 더 심각한 임상 증상을 보였으며, 이는 연구 문제 1의 가설을 검증하였다. 외상을 경험한 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 높은 수준의 임상적 증상들을 호소하고 있는 결과는 지속적이고 빈번한 악몽을 경험할수록 일반 인구에 비해 높은 수준의 불면 및 외상후 스트레스 증상(Standards of Practice Committee et al., 2010), 우울 및 불안(Levin & Fireman, 2002), 자살사고(Tanskanen et al., 2001)를 보고한 선행 연구들을 뒷받침한다. 더불어 정상군에 비해 외상을 경험한 악몽장애 환자들은 임상 증상에 대한 개입이 필요할 것으로 시사된다. 해외의 경우, 악몽에 대한 심리적 개입을 통해 임상 증상을 완화시키고 이러한 개입의 중요성을 인지하고 강조한다(Cranston et al., 2011; Morgenthaler et al., 2018; Gieselmann et al., 2019). 특히, Gieselmann 외 연구진(2019)의 선행 연구에서는 PTSD 관련 악몽 또는

악몽장애의 치료법으로 Krakow 외 연구진(2006)이 개발한 심상시연치료 (Imagery Rehearsal Therapy; IRT)를 권장하였다. IRT는 직접 외상 사건을 다루지 않고 학습된 악몽을 심상을 통해 새로운 꿈으로 재구성하여 이전의 악몽을 감소시키는 치료이다. 현재 IRT는 해외에서 많은 선행 연구를 통해 다양한 외상을 경험한 악몽장애 환자군에서 효과성이 검증된 심리적 치료이며(Casement & Swanson, 2012; Hansen et al., 2013), 최근 인터넷 또는 전화 기반 IRT를 포함하여 다양한 임상 장면 및 대상에게 적용할 수 있도록 활발히 연구되고 있다(Putois et al., 2019; Lancee, Effting, & Kunze, 2020). 반면, 국내 악몽에 대한 근거기반 치료적 개입은 해외에 비해 매우 부족한 실정이다. 따라서 국내에서도 악몽에 대한 치료적 개입이 필요하며, 근거기반 치료를 제공할 수 있는 전문가를 양성할 필요가 있다. 특히 본 연구는 실제 임상 현장에서 빈번히 볼 수 있는 외상을 경험한 악몽장애 환자들을 살펴보았으며, 이들은 PTSD 증상이 완화되더라도 악몽이 잔여 증상으로 남는 경우가 많아 악몽을 위한 치료적 개입이 더욱 필요하다는 시사점을 지닌다.

둘째, 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 인지 기능에 있어 어떠한 차이가 있는지 살펴보려고 PVT, NBACK, BART를 실시하였다. 본 연구에서는 두 집단 간 지속적 주의력, 작업 기억, 위험감수경향과 같은 인지 기능의 차이를 확인하고자 하였고, 각 인지 기능 검사의 주요 변수에 있어서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 연구문제 2는 기각되었다. 다만, 지속적 주의력과 각성 및 피로도를 살펴볼 수 있는 PVT의 최대 반응 시간과 가장 느린 10% 반응 시간의 표준편차에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 많은 선행 연구에 따르면 악몽과 수면 부족이 인지 기능을 떨어뜨리는 것으로 알려져 있으며(Simor et al., 2012; Drummond, Paulus, & Tapert, 2006; Lancee & Schrijnemaekers, 2013; Sheaves

et al., 2015; Krause et al., 2017), 본 연구의 주요 변수에서는 통계적으로 유의하지는 않았으나 부분적으로 연구 문제 2를 검증하였다. 이는 본 연구에서 통계적으로 유의하지는 않았지만 인지 기능 검사들의 주요 변수에 있어 악몽장애 환자군이 정상군보다 수행 평균이 더 낮은 양상을 미루어 보았을 때, 개별 집단의 표본 수가 12명이라는 다소 작은 표본으로 수행되어 나타난 결과일 가능성이 있다. 또한, 본 연구에 참여한 연구 대상자들의 대부분이 20-30대에 해당하는 젊은 연령으로 여러 선행 연구들의 결과와 같이 인지 기능의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았을 가능성이 있다(Vasterling et al., 1998). 또는 실제 인지 기능에 있어 차이가 없음에도 불구하고 실제 이들의 주관적인 생활에 있어 주의집중 또는 기억력 저하를 호소하였거나 검사 진행 시 인지 기능을 검사하는데 있어 최대의 수행을 낼 수 있는 환경 조건에서 수행되어 차이가 나타나지 않았을 수 있다 (Crowell et al., 2002). 정확한 결과를 알기 위해 추후 연구에서는 인지 기능의 차이를 확인할 수 있는 연령대를 선별하거나 다양한 장소에서 실시하여 확인할 필요성이 있다. 그럼에도 불구하고, 본 연구의 대상자들 중 상당수의 사람들이 주관적으로 일상생활 도중 집중의 어려움 등 호소가 잦았으며, 이는 이들을 위한 치료적 개입이 필요함을 시사한다.

셋째, 비록 연구문제에서 확인하지는 않았지만 연구 대상자들이 타당하게 모였는지 확인하고자 일주일간 작성한 수면 및 악몽 일지에서 얻은 수면 지표들을 통해 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 차이를 확인하였다. 정상군에 비해 악몽장애 환자군은 좋지 않은 수면 양상을 보였다. 즉, 두 집단 간 수면 지표에 있어 총 수면 시간을 제외하고 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 Simor 외 연구진(2012, 2013)의 연구에서 정상군에 비해 악몽장애 환자군의 낮은

수면 효율성과 높은 입면 후 각성 시간 및 횟수와 일치하는 결과이며, 특히 본 연구에서는 수면 지표 중 입면 후 각성 시간과 통계적으로 가장 유의한 차이를 보였다. 더불어, ‘총 수면 시간’을 ‘잠자리에 누워있는 시간’으로 나눠 백분율로 산출하는 수면 효율성 또한 두 집단 간 가장 통계적으로 유의한 차이를 확인하였다. 외상을 경험한 악몽장애 환자군의 경우 수면 도중 악몽이 과각성을 일으켜 깨어 있는 시간이 길어지게 된다. 이로 인해 수면 시간은 줄어들고 잠자리에 머물러 있는 시간이 길어지게 됨으로써 수면 효율성이 낮아지게 된다. 이러한 점으로 미루어볼 때, 외상을 경험한 악몽장애 환자군의 치료적 개입에 있어 각성을 다루는 것이 중요할 것으로 사료된다.

넷째, 휴식 상태에서 연구 대상자들의 fMRI 촬영을 통해 얻은 뇌 영상 데이터를 분석하여 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군의 뇌 기능적 연결성을 비교하였다. 분석 결과, 정상군에 비해 악몽장애 환자군의 PCC와 left superior frontal gyrus 의 기능적 연결성의 저하를 관찰하였다. 이는 Shen 외 연구진(2016)의 left superior frontal gyri의 감소된 ReHo 결과와 일치하며, superior frontal gyri에서 rCBF와 과거 관련 불쾌한 꿈(retrospective dysphoric dreams) 사이에 부적 상관을 확인한 Marquis 외 연구진(2019)의 연구 결과와도 일치한다. 종합하면, 외상 경험 유무에 상관없이 악몽장애 환자들이 공통적으로 PCC와 left superior frontal gyrus간의 감소된 기능적 연결성을 나타내는 것을 의미한다. 또한, PET를 이용하여 악몽을 꾸는 참가자의 포도당 대사를 살펴보았을 때 superior frontal cortex의 활성화 상태가 저하되었으며, 과거 동물 실험 결과와도 일치하였다는 점에 있어 본 연구의 결과가 맥락을 잇는 것으로 볼 수 있다(Heiss et al., 1985). 선행 논문에 따르면 superior frontal gyrus는 운동 활동과 관련된 기능적 네트워크에 관여하며(Nakamura,

Sakai, & Hikosaka, 1998; Martino et al., 2011), 상위 인지 기능 중 특히 작업 기억에 관여하는 것으로 알려져 있다(Rowe et al., 2000; Boisgueheneuc et al., 2006). 또한, DMN과 인지 실행 및 조절 네트워크와도 상관관계가 있는 것으로 밝혀져 있다(Niendam et al., 2012; Li et al., 2013; Andrews-Hanna, Smallwood, & Spreng, 2014). 특히 left superior frontal gyrus는 인지 기능과 DMN 을 통제하고 있는 영역 중 하나이며, 앞서 살펴본 선행 연구 및 본 연구의 결과들을 바탕으로 외상을 경험한 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 인지 기능을 관리하는데 있어 어려움을 보일 가능성이 시사된다.

앞서 확인한 Shen 외 연구진(2016)의 연구는 외상 경험이 없는 순수 악몽장애 환자들과 정상군을 비교한 연구로 본 연구의 left superior frontal gyrus의 저하와 더불어 다른 뇌 영역들의 기능적 연결성 차이가 나타났다(표 8). 본 연구에서는 연구 대상자 선정에 있어 임상 현장 반영을 위해 외상을 경험한 악몽장애 환자들을 선별하였고, 이로 인해 선행 연구의 결과와 다르게 나왔을 가능성이 있다. 따라서 정확한 반복 검증을 위해 외상 경험이 없는 악몽장애 환자군을 추가하여 추후 살펴보아야 할 필요성이 있다.

표 8. 본 연구와 선행 연구의 결과 비교

연구	영역	좌/우	브로드만 영역	좌표			Cluster size (voxel)	z/ T-value
				x	y	z		
악몽군 (n=12) < 정상군 (n=12)								
본 연구	Superior frontal gyrus	좌	10	8	-64	20	103	-5.09
악몽군 (n=15) > 정상군 (n=15)								

	Anterior cingulate cortex	좌	32	-12	33	24	20	3.96
	Inferior parietal lobule	우	48	45	-36	24	27	4.78
악몽군 (n=15) < 정상군 (n=15)								
Shen et al., (2016)	Superior frontal gyrus	좌	10	-30	66	12	24	-4.57
	Inferior frontal gyrus	좌	47	-42	30	-12	24	-3.87
	Middle occipital gyrus	좌	19	-45	-81	3	21	-4.87
	Middle occipital gyrus	우	19	39	-81	3	16	-3.41

다섯째, 앞서 기능적 연결성의 저하를 확인한 superior frontal gyrus를 ROI 영역으로 설정하여 추출한 평균값과 임상, 수면 및 인지 기능 지표간의 상관 분석을 실시하였다. 외상을 경험한 악몽장애 환자군은 뇌 기능적 연결성과 입면 후 각성 시간, NBACK 검사의 일치하는 자극에 일치 또는 불일치 반응을 의미하는 변수 및 일치 민감도 변수와 유의미한 상관관계가 나타났다. 즉, 외상을 경험한 악몽장애 환자군의 기능적 연결성의 강도가 세질수록 입면 후 각성 시간이 길어졌으며, NBACK 검사에 있어서도 더 정확한 반응을 하는 것으로 밝혀졌다. 이를 통해 외상을 경험한 악몽장애 환자군의 PCC와 superior frontal gyrus 간 뇌 기능적 연결성과 각성이 관련 있을 것으로 보인다. 이러한 각성은 과제를 수행하는데 있어 정확도를 높이는 것으로 알려져 있다(Chen, Katdare, & Lucas, 2006). 따라서 악몽장애 환자군의 기능적 연결성과 작업 기억 수행

과제의 정확성을 나타낸 변수 사이에 유의한 상관을 보여준 결과는 각성과 연관 있을 것으로 사료된다.

반면, 정상군은 PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도가 세질수록 입면 후 각성 시간이 감소하는 양상을 보였다. 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 반대의 결과를 나타냄을 통해 PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성은 수면 중 각성에 영향을 줄 것으로 파악된다. 또한, 기능적 연결성의 강도와 보상을 획득하는데 성공한 풍선을 누른 평균 횟수와 반응 속도를 고려하여 측정한 정확도 점수(accuracy Score)간 정적 상관을 확인하였다. 정확도 점수는 위험감수경향, 위험행동 및 충동성을 나타내는 지표로 정상군의 PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성 강도가 세질수록 위험 행동을 할 가능성이 높아짐을 의미한다. 선행 연구에서 PET 및 fMRI 촬영 중 monetary incentive delay(MID) 검사를 실시하여 예측되는 보상이 있을 때, 빠른 반응을 보이는 충동성을 확인하였고, 이 때 방출되는 도파민 영역과 left superior frontal cortex 활성화간 정적 상관을 발견하였다(Weiland et al., 2014). 따라서 일반적으로 예측되는 보상이 있을 때 충동성을 보일 수 있으며, 본 연구의 정상군 또한 PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성의 강도가 세질수록 충동성을 보일 가능성이 있다. 반면, 악몽과 외상 경험은 뇌 기능적 연결성에 변화를 일으킬 수 있으며(Klasen et al., 2010), 이로 인해 외상을 경험한 악몽장애 환자군이 정상군과 다른 결과를 나타내었을 것으로 사료된다. 다만, 수면 부족이 충동성과 관련 있음을 보여준 선행 연구 결과들(Harrison & Horne, 2000; Telzer et al., 2013; Dahl & Lewin, 2002)도 있어 추후 연구가 더 필요하다.

2. 제한점 및 후속 연구를 위한 제언

본 연구의 제한점 및 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군은 총 24명으로, 각 집단 당 12명이라는 비교적 적은 수의 연구 대상자를 모집하였다. 이에, 본 연구의 악몽장애 환자군과 정상군의 인지 기능, 임상 및 수면 지표를 비교한 결과를 일반화하기에 다소 한계가 있다. 또한, 본 연구의 집단 간 기능적 연결성의 차이를 비교하여 휴식 상태에서의 PCC와 superior frontal gyrus의 기능적 연결성의 감소가 관찰되었으나 이러한 기능적 연결성 정도와 측정된 임상 지표, 주요 인지 기능 검사 변수들과의 상관관계가 관찰되지 않은 부분에 있어 표본의 수가 영향을 주었을 가능성이 있다. 따라서 추후 연구에서는 보다 더 많은 표본 수를 확보하여 연구 결과를 다시 한 번 검증할 필요성이 있다.

둘째, 본 연구는 fMRI 를 이용한 연구로 집단의 동질성을 위해 연구 대상자를 여성으로만 모집하였다. 이는 전체 인구로 일반화하는데 어려움이 있으므로 추후 연구에서는 남성을 대상으로 모집하여 재검증을 통해 성별의 차이가 있을지에 대해 살펴볼 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 실제 임상 현장에서 자주 접하는 외상을 경험한 악몽장애 환자들을 살펴보기 위해 정상군과의 뇌 기능적 연결성을 탐색적으로 비교하고자 하였다. 다만, 선행 연구를 통해 알 수 있듯이 악몽과 외상 경험은 강한 상관관계가 있을 것으로 사료되며, Shen 외 연구진(2016)의 연구 결과에 나타난 추가 뇌 영역들의 기능적 연결성을 반복 검증할 필요가 있다. 뿐만 아니라 뇌 기능적 연결성을 통해 악몽장애의 뇌 기제를 탐색하기 위해서는 외상을 경험하지 않은 순수한 악몽장애 환자들을 모집하여 비교할 필요가 있다. 따라서 추후 연구에서는

외상을 경험한 악몽장애 환자군과 외상을 경험하지 않은 악몽장애 환자군을 비교하여 외상 경험의 유무에 따라 뇌 기능적 연결성의 차이를 비교하는 연구를 진행할 필요성이 있다.

넷째, 본 연구에서는 외상을 경험한 악몽장애 환자군이 정상군에 비해 심각한 임상 지표 결과를 확인하였다. 이에 대한 결과 해석에 있어 외상 경험으로 인한 효과인지 악몽으로 인한 효과인지 구분할 수 없다는 점에서 한계가 있다. 추후 연구에서는 외상을 경험하지 않은 악몽장애 환자군 및 외상을 경험한 비악몽장애군을 추가하여 네 집단을 비교한 결과를 확인할 필요가 있다.

이러한 한계가 있음에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 의의를 지닌다. 본 연구는 국내에서 빈번히 다뤄지지 않는 주제인 악몽장애에 대해 연구하였다. 특히, 외상을 경험한 악몽장애 환자군과 정상군을 객관적인 검사를 통해 비교 연구한 국내외 최초의 연구이다. 또한, 주관적인 지표뿐만 아니라 객관적인 지표를 통해 악몽장애에 대한 신경생물학적 접근을 시도함에 있어 의의가 있다. 최근 국내외 심리학 연구들의 동향에 발맞춰 fMRI와 같은 생리적 지표를 통해 뇌 기능적 연결성을 확인하였으며, 이는 외상을 경험한 악몽장애의 과학적 기제에 도움이 될 것으로 사료된다. 더불어, 악몽장애 환자의 인지 기능을 국내 최초로 관찰하고 정상군과 비교한 연구이다. 마지막으로 본 연구는 외상을 경험한 악몽장애 환자들을 대상으로 하였다는 점에 있어 실제 임상 현장에 도움이 될 것으로 사료된다. 많은 정신 질환에 대한 신경생물학적 선행 연구들은 공병을 제외하여 기제만을 확인하고자 하였으나 본 연구는 실제 임상 현장을 반영하기 위해 외상 경험이 있는 악몽장애 환자들을 대상으로 선정하여 탐색적으로 주관적 및 객관적 지표들을 살펴본 점에 의의가 있다.

참 고 문 헌

- 육성필 & 김종술. (1997). 한국판 Beck Anxiety Inventory의 임상적 연구: 환자군과 비환자군의 비교. *한국임상심리학회지*, 16(1), 185-97.
- 임선영, 이은정, 정성원, 김희철, 정철호, 전태연, ... & 김정범. (2011). 한국판 백 우울 척도 2 판의 타당화 연구. *대한불안학회지*, 7(1), 48-53.
- Achard, S., & Bullmore, E. (2007). Efficiency and cost of economical brain functional networks. *PLoS Comput Biol*, 3(2), e17.
- American Psychiatric Association (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. *BMC Med*, 17, 133-137.
- Andersen, R. A. (2011). Inferior parietal lobule function in spatial perception and visuomotor integration. *Comprehensive physiology*, 483-518.
- Andrews-Hanna, J. R., Smallwood, J., & Spreng, R. N. (2014). The default network and self-generated thought: component processes, dynamic control, and clinical relevance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1316(1), 29.
- Anticevic, A., Cole, M. W., Murray, J. D., Corlett, P. R., Wang, X. J., & Krystal, J. H. (2012). The role of default network deactivation in cognition and disease. *Trends in cognitive sciences*, 16(12), 584-592.
- Arnsten, A. F., Raskind, M. A., Taylor, F. B., & Connor, D. F. (2015). The effects of stress exposure on prefrontal cortex: Translating basic research into successful treatments for post-traumatic stress disorder. *Neurobiology of stress*, 1, 89-99.

- Aupperle, R. L., Melrose, A. J., Stein, M. B., & Paulus, M. P. (2012). Executive function and PTSD: Disengaging from trauma. *Neuropharmacology*, *62*(2), 686–694.
- Baddeley, A. (1992). Working memory: The interface between memory and cognition. *Journal of cognitive neuroscience*, *4*(3), 281–288.
- Basner, M., Asch, D. A., Shea, J. A., Bellini, L. M., Carlin, M., Ecker, A. J., ... & Shade, D. M. (2019). Sleep and alertness in a duty-hour flexibility trial in internal medicine. *New England journal of medicine*, *380*(10), 915–923.
- Basner, M., & Dinges, D. F. (2011). Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*, *34*(5), 581–591.
- Basner, M., Mollicone, D., & Dinges, D. F. (2011). Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation. *Acta astronautica*, *69*(11–12), 949–959.
- Bastien, C. H., Vallières, A., & Morin, C. M. (2001). Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep medicine*, *2*(4), 297–307.
- Belicki, K. (1992). The relationship of nightmare frequency to nightmare suffering with implications for treatment and research. *Dreaming*, *2*(3), 143.
- Berlin, R. M., Litovitz, G. L., Diaz, M. A., & Ahmed, S. W. (1984). Sleep disorders on a psychiatric consultation service. *The American journal of psychiatry*. *141*(4), 582–584.
- Bernert, R. A., Kim, J. S., Iwata, N. G., & Perlis, M. L. (2015). Sleep disturbances as an evidence-based suicide risk factor. *Current psychiatry reports*, *17*(3), 15.

- Bishop, S. J., Duncan, J., & Lawrence, A. D. (2004). State anxiety modulation of the amygdala response to unattended threat-related stimuli. *Journal of Neuroscience*, *24*(46), 10364–10368.
- Biswal, B., Zerrin Yetkin, F., Haughton, V. M., & Hyde, J. S. (1995). Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI. *Magnetic resonance in medicine*, *34*(4), 537–541.
- Bluhm, R., Williamson, P., Lanius, R., Thøberge, J., Densmore, M., Bartha, R., . . . Osuch, E. (2009). Resting state default-mode network connectivity in early depression using a seed region-of-interest analysis: Decreased connectivity with caudate nucleus. *Psychiatry and clinical neurosciences*, *63*(6), 754–761.
- Boisgueheneuc, F. D., Levy, R., Volle, E., Seassau, M., Duffau, H., Kinkingnehun, S., ... & Dubois, B. (2006). Functions of the left superior frontal gyrus in humans: a lesion study. *Brain*, *129*(12), 3315–3328.
- Bonne, O., Grillon, C., Vythilingam, M., Neumeister, A., & Charney, D. S. (2004). Adaptive and maladaptive psychobiological responses to severe psychological stress: implications for the discovery of novel pharmacotherapy. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *28*(1), 65–94.
- Bremner, J. D., Staib, L. H., Kaloupek, D., Southwick, S. M., Soufer, R., & Charney, D. S. (1999). Neural correlates of exposure to traumatic pictures and sound in Vietnam combat veterans with and without posttraumatic stress disorder: a positron emission tomography study. *Biological psychiatry*, *45*(7), 806–816.

- Britton, J. C., Phan, K. L., Taylor, S. F., Welsh, R. C., Berridge, K. C., & Liberzon, I. (2006). Neural correlates of social and nonsocial emotions: An fMRI study. *Neuroimage*, *31*(1), 397–409.
- Broyd, S. J., Demanuele, C., Debener, S., Helps, S. K., James, C. J., & Sonuga-Barke, E. J. (2009). Default-mode brain dysfunction in mental disorders: a systematic review. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, *33*(3), 279–296.
- Buchheim, A., Erk, S., George, C., Kächele, H., Martius, P., Pokorny, D., ... & Walter, H. (2016). Neural response during the activation of the attachment system in patients with borderline personality disorder: An fMRI study. *Frontiers in human neuroscience*, *10*, 389.
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in cognitive sciences*, *4*(6), 215–222.
- Buxton, R. B. (2009). *Introduction to functional magnetic resonance imaging: principles and techniques*. Cambridge university press.
- Campbell, D. G., Felker, B. L., Liu, C. F., Yano, E. M., Kirchner, J. E., Chan, D., ... & Chaney, E. F. (2007). Prevalence of depression-PTSD comorbidity: Implications for clinical practice guidelines and primary care-based interventions. *Journal of general internal medicine*, *22*(6), 711–718.
- Canli, T., Zhao, Z., Brewer, J., Gabrieli, J. D., & Cahill, L. (2000). Event-related activation in the human amygdala associates with later memory for individual emotional experience. *Journal of neuroscience*, *20*(19), RC99–RC99.
- Carrion, V. G., & Wong, S. S. (2012). Can traumatic stress alter the brain? Understanding the implications of early trauma on brain

- development and learning. *Journal of adolescent health, 51*(2), S23–S28.
- Casement, M. D., & Swanson, L. M. (2012). A meta-analysis of imagery rehearsal for post-trauma nightmares: effects on nightmare frequency, sleep quality, and posttraumatic stress. *Clinical psychology review, 32*(6), 566–574.
- Cernovsky, Z. Z. (1986). MMPI and nightmare reports in women addicted to alcohol and other drugs. *Perceptual and Motor Skills, 62*(3), 717–718.
- Chen, D., Katdare, A., & Lucas, N. (2006). Chemosignals of fear enhance cognitive performance in humans. *Chemical senses, 31*(5), 415–423.
- Cho, Y. W., Song, M. L., & Morin, C. M. (2014). Validation of a Korean version of the insomnia severity index. *Journal of clinical neurology, 10*(3), 210–215.
- Clum, G. A., Nishith, P., & Resick, P. A. (2001). Trauma-related sleep disturbance and self-reported physical health symptoms in treatment-seeking female rape victims. *The Journal of nervous and mental disease, 189*(9), 618.
- Corcoran, K. A., & Maren, S. (2004). Factors regulating the effects of hippocampal inactivation on renewal of conditional fear after extinction. *Learning & Memory, 11*(5), 598–603.
- Cranston, C. C., Davis, J. L., Rhudy, J. L., & Favorite, T. K. (2011). Replication and expansion of “best practice guide for the treatment of nightmare disorder in adults” . *Journal of Clinical Sleep Medicine, 7*(5), 549–553.

- Crowell, T. A., Kieffer, K. M., Siders, C. A., & Vanderploeg, R. D. (2002). Neuropsychological findings in combat-related posttraumatic stress disorder. *The Clinical Neuropsychologist*, 16(3), 310–321.
- Dahl, R. E. & Lewin, D. S.(2002). Pathways to adolescent health sleep regulation and behavior. *Journal of adolescent health*, 31(6), 175–184.
- Dalton, J. E., Pederson, S. L., & Ryan, J. J. (1989). Effects of post-traumatic stress disorder on neuropsychological test performance. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 11(3), 121–124.
- de Leeuw, R., Albuquerque, R., Okeson, J., & Carlson, C. (2005). The contribution of neuroimaging techniques to the understanding of supraspinal pain circuits: implications for orofacial pain. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 100(3), 308–314.
- Del Casale, A., Rapinesi, C., Kotzalidis, G. D., De Rossi, P., Curto, M., Janiri, D., ... & Sani, G. (2016). Executive functions in obsessive-compulsive disorder: an activation likelihood estimate meta-analysis of fMRI studies. *The World Journal of Biological Psychiatry*, 17(5), 378–393.
- Delorme, M. A., Lortie-Lussier, M., & De Koninck, J. (2002). Stress and coping in the waking and dreaming states during an examination period. *Dreaming*, 12(4), 171–183.
- Desseilles, M., Dang-Vu, T. T., Sterpenich, V., & Schwartz, S. (2011). Cognitive and emotional processes during dreaming: a neuroimaging view. *Consciousness and cognition*, 20(4), 998–1008.
- Desseilles, M., Vu, T. D., Laureys, S., Peigneux, P., Degueldre, C., Phillips, C., & Maquet, P. (2006). A prominent role for amygdaloid

- complexes in the Variability in Heart Rate (VHR) during Rapid Eye Movement (REM) sleep relative to wakefulness. *Neuroimage*, *32*(3), 1008–1015.
- DiGangi, J. A., Tadayyon, A., Fitzgerald, D. A., Rabinak, C. A., Kennedy, A., Klumpp, H., ... & Phan, K. L. (2016). Reduced default mode network connectivity following combat trauma. *Neuroscience letters*, *615*, 37–43.
- Dinges, D. F., & Kribbs, N. B. (1991). Performing while sleepy: effects of experimentally-induced sleepiness. *Sleep, sleepiness and performance*, John Wiley & Sons, 97-128
- 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.
- Dorrian, J., Rogers, N. L., & Dinges, D. F. (2005). *Psychomotor vigilance performance: Neurocognitive assay sensitive to sleep loss* (Doctoral dissertation, Marcel Dekker).
- Drummond, S. P., & Brown, G. G. (2001). The effects of total sleep deprivation on cerebral responses to cognitive performance. *Neuropsychopharmacology*, *25*(5), S68–S73.
- Drummond, S. P., Paulus, M. P., & Tapert, S. F. (2006). Effects of two nights sleep deprivation and two nights recovery sleep on response inhibition. *Journal of sleep research*, *15*(3), 261–265.
- Eichenbaum, H. (2001). The hippocampus and declarative memory: cognitive mechanisms and neural codes. *Behavioural brain research*, *127*(1–2), 199–207.

- El-Solh, A. A., Adamo, D., & Kufel, T. (2018). Comorbid insomnia and sleep apnea in veterans with post-traumatic stress disorder. *Sleep and Breathing, 22*(1), 23–31.
- Ernst, M., Bolla, K., Mouratidis, M., Contoreggi, C., Matochik, J. A., Kurian, V., ... & London, E. D. (2002). Decision-making in a risk-taking task: a PET study. *Neuropsychopharmacology, 26*(5), 682–691.
- Etkin, A., Egner, T., & Kalisch, R. (2011). Emotional processing in anterior cingulate and medial prefrontal cortex. *Trends in cognitive sciences, 15*(2), 85–93.
- Eyre, H. A., Yang, H., Leaver, A. M., Van Dyk, K., Siddarth, P., Cyr, N. S., . . . Lavretsky, H. (2016). Altered resting-state functional connectivity in late-life depression: a cross-sectional study. *Journal of affective disorders, 189*, 126–133.
- Felmingham, K., Williams, L. M., Kemp, A. H., Liddell, B., Falconer, E., Peduto, A., & Bryant, R. (2010). Neural responses to masked fear faces: sex differences and trauma exposure in posttraumatic stress disorder. *Journal of abnormal psychology, 119*(1), 241.
- Fennema-Notestine, C., Stein, M. B., Kennedy, C. M., Archibald, S. L., & Jernigan, T. L. (2002). Brain morphometry in female victims of intimate partner violence with and without posttraumatic stress disorder. *Biological psychiatry, 52*(11), 1089–1101.
- Fishbein, D. H., Eldreth, D. L., Hyde, C., Matochik, J. A., London, E. D., Contoreggi, C., ... & Grant, S. (2005). Risky decision making and the anterior cingulate cortex in abstinent drug abusers and nonusers. *Cognitive Brain Research, 23*(1), 119–136.
- Fisher, C., Byrne, J., Edwards, A., & Kahn, E. (1970). A psychophysiological study of nightmares. *Journal of the American Psychoanalytic Association, 18*(4), 747–782.

- Friston, K. J., Jezzard, P., & Turner, R. (1994). Analysis of functional MRI time-series. *Human brain mapping, 1*(2), 153–171.
- Fuster, J. M. (1984). Behavioral electrophysiology of the prefrontal cortex. *Trends in neurosciences, 7*(11), 408–414.
- Galatzer-Levy, I. R., Nickerson, A., Litz, B. T., & Marmar, C. R. (2013). Patterns of lifetime PTSD comorbidity: A latent class analysis. *Depression and Anxiety, 30*(5), 489–496.
- Germain, A. (2013). Sleep disturbances as the hallmark of PTSD: where are we now? *American Journal of Psychiatry, 170*(4), 372–382.
- Germain, A., & Nielsen, T. A. (2003). Sleep pathophysiology in posttraumatic stress disorder and idiopathic nightmare sufferers. *Biological psychiatry, 54*(10), 1092–1098.
- Gersons, B. P., Carlier, I. V., Lamberts, R. D., & van der Kolk, B. A. (2000). Randomized clinical trial of brief eclectic psychotherapy for police officers with posttraumatic stress disorder. *Journal of traumatic stress, 13*(2), 333–347.
- Gieselmann, A., Ait Aoudia, M., Carr, M., Germain, A., Gorzka, R., Holzinger, B., ... & Nadorff, M. R. (2019). Aetiology and treatment of nightmare disorder: State of the art and future perspectives. *Journal of sleep research, 28*(4), e12820.
- Goldman-Rakic, P. S. (1987). Development of cortical circuitry and cognitive function. *Child development, 60*1–622.
- Grant, M. M., White, D., Hadley, J., Hutcheson, N., Shelton, R., Sreenivasan, K., & Deshpande, G. (2014). Early life trauma and directional brain connectivity within major depression. *Human brain mapping, 35*(9), 4815–4826.

- Gundel, H., O' Connor, M. F., Littrell, L., Fort, C., & Lane, R. D. (2003). Functional neuroanatomy of grief: an fMRI study. *American Journal of Psychiatry*, *160*(11), 1946–1953.
- Gupta, R., Kosciak, T. R., Bechara, A., & Tranel, D. (2011). The amygdala and decision-making. *Neuropsychologia*, *49*(4), 760–766.
- Gusnard, D. A., & Raichle, M. E. (2001). Searching for a baseline: functional imaging and the resting human brain. *Nature reviews neuroscience*, *2*(10), 685.
- Hadland, K. A., Rushworth, M. F., Gaffan, D., & Passingham, R. E. (2003). The effect of cingulate lesions on social behaviour and emotion. *Neuropsychologia*, *41*(8), 919–931.
- Hagewoud, R., Havekes, R., Novati, A., Keijser, J. N., Van der Zee, E. A., & Meerlo, P. (2010). Sleep deprivation impairs spatial working memory and reduces hippocampal AMPA receptor phosphorylation. *Journal of sleep research*, *19*(2), 280–288.
- Hansen, K., Hoffling, V., Krüner-Borowik, T., Stangier, U., & Steil, R. (2013). Efficacy of psychological interventions aiming to reduce chronic nightmares: a meta-analysis. *Clinical psychology review*, *33*(1), 146–155.
- Harms, M. P., Wang, L., Csernansky, J. G., & Barch, D. M. (2013). Structure-function relationship of working memory activity with hippocampal and prefrontal cortex volumes. *Brain Structure and Function*, *218*(1), 173–186.
- Harnett, N. G., Ference III, E. W., Wood, K. H., Wheelock, M. D., Knight, A. J., & Knight, D. C. (2018). Trauma exposure acutely alters neural function during Pavlovian fear conditioning. *Cortex*, *109*, 1–13.

- Harrison, Y., & Horne, J. A. (2000). The impact of sleep deprivation on decision making: a review. *Journal of experimental psychology: Applied*, *6*(3), 236.
- Hasler, B. P., & Germain, A. (2009). Correlates and treatments of nightmares in adults. *Sleep medicine clinics*, *4*(4), 507–517.
- Heilman, K. H. (1997). The neurobiology of emotional experience. *The neuropsychiatry of limbic and subcortical disorders*, 133–142.
- Heiss, W. D., Pawlik, G., Herholz, K., Wagner, R., & Wienhard, K. (1985). Regional cerebral glucose metabolism in man during wakefulness, sleep, and dreaming. *Brain Research*, *327*(1–2), 362–366.
- Hersen, M. (1971). Personality characteristics of nightmare sufferers. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *153*(1), 27–31
- Hjelmervik, H., Hausmann, M., Osnes, B., Westerhausen, R., & Specht, K. (2014). Resting states are resting traits—an fMRI study of sex differences and menstrual cycle effects in resting state cognitive control networks. *PloS one*, *9*(7), e103492.
- Hisler, G., & Krizan, Z. (2019). Sleepiness and behavioral risk-taking: do sleepy people take more or less risk?. *Behavioral sleep medicine*, *17*(3), 364–377.
- Hobson, J. A. (1992). Sleep and dreaming: induction and mediation of REM sleep by cholinergic mechanisms. *Current opinion in neurobiology*, *2*(6), 759–763.
- Hublin, C., Kaprio, J., Partinen, M., & Koskenvuo, M. (1999). Nightmares: familial aggregation and association with psychiatric disorders in a nationwide twin cohort. *American journal of medical genetics*, *88*(4), 329–336.

- Hudson, A. N., Van Dongen, H. P., & Honn, K. A. (2020). Sleep deprivation, vigilant attention, and brain function: a review. *Neuropsychopharmacology, 45*(1), 21–30.
- James, L. M., Strom, T. Q., & Leskela, J. (2014). Risk-taking behaviors and impulsivity among veterans with and without PTSD and mild TBI. *Military medicine, 179*(4), 357–363.
- Jenkins, M. A., Langlais, P. J., Delis, D., & Cohen, R. (1998). Learning and memory in rape victims with posttraumatic stress disorder. *American Journal of Psychiatry, 155*(2), 278–279.
- Joseph, S., Dalgleish, T., Thrasher, S., & Yule, W. (1997). Impulsivity and post-traumatic stress. *Personality and Individual Differences, 22*(2), 279–281.
- Keane, T. M., Fairbank, J. A., Caddell, J. M., & Zimering, R. T. (1989). Implosive (flooding) therapy reduces symptoms of PTSD in Vietnam combat veterans. *Behavior therapy, 20*(2), 245–260.
- Kelly, W. E. (2018). Academic performance, attention, and nightmare frequency among college students: A preliminary investigation. *International Journal of Dream Research, 62*–65.
- Kennis, M., Rademaker, A. R., van Rooij, S. J., Kahn, R. S., & Geuze, E. (2013). Altered functional connectivity in posttraumatic stress disorder with versus without comorbid major depressive disorder: a resting state fMRI study. *F1000Research, 2*.
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2004). Two routes to emotional memory: Distinct neural processes for valence and arousal. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 101*(9), 3310–3315.
- Kemp, A. H., Felmingham, K., Das, P., Hughes, G., Peduto, A. S., Bryant, R. A., & Williams, L. M. (2007). Influence of comorbid depression

- on fear in posttraumatic stress disorder: an fMRI study. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *155*(3), 265–269.
- Kilpatrick, D. G., Resnick, H. S., Freedy, J. R., Pelcovitz, D., Resick, P., Roth, S., & van der Kolk, B. (1998). The posttraumatic stress disorder field trial: Evaluation of the PTSD construct: Criteria A through E. *DSM-IV sourcebook*, *4*, 803–844.
- Kilpatrick, D. G., Ruggiero, K. J., Acierno, R., Saunders, B. E., Resnick, H. S., & Best, C. L. (2003). Violence and risk of PTSD, major depression, substance abuse/dependence, and comorbidity: results from the National Survey of Adolescents. *Journal of consulting and clinical psychology*, *71*(4), 692.
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of experimental psychology*, *55*(4), 352.
- Klasen, F., Oettingen, G., Daniels, J., Post, M., Hoyer, C., & Adam, H. (2010). Posttraumatic resilience in former Ugandan child soldiers. *Child development*, *81*(4), 1096–1113.
- Koch, S. B., van Zuiden, M., Nawijn, L., Frijling, J. L., Veltman, D. J., & Olf, M. (2016). Aberrant resting-state brain activity in posttraumatic stress disorder: A meta-analysis and systematic review. *Depression and anxiety*, *33*(7), 592–605.
- Koenigs M., & Grafman, J. (2009), Posttraumatic stress disorder: The role of medial prefrontal cortex and amygdala. *The Neuroscientist*, *15*(5), 540–548.
- Kohno, M., Morales, A. M., Ghahremani, D. G., Helleman, G., & London, E. D. (2014). Risky decision making, prefrontal cortex, and mesocorticolimbic functional connectivity in methamphetamine dependence. *JAMA psychiatry*, *71*(7), 812–820.

- Koike, T., Kan, S., Misaki, M., & Miyauchi, S. (2011). Connectivity pattern changes in default-mode network with deep non-REM and REM sleep. *Neuroscience research*, *69*(4), 322–330.
- Koyama, T., McHaffie, J. G., Laurienti, P. J., & Coghill, R. C. (2005). The subjective experience of pain: where expectations become reality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*(36), 12950–12955.
- Krakov, B. (2006). Nightmare complaints in treatment-seeking patients in clinical sleep medicine settings: diagnostic and treatment implications. *Sleep*, *29*(10), 1313–1319.
- Krakov, B. J., Melendrez, D. C., Johnston, L. G., Clark, J. O., Santana, E. M., Warner, T. D., . . . Lee, S. A. (2002). Sleep dynamic therapy for Cerro Grande Fire evacuees with posttraumatic stress symptoms: A preliminary report. *The Journal of Clinical Psychiatry*, *63*(8), 673–684.
- Krakov, B., Schrader, R., Tandberg, D., Hollifield, M., Koss, M. P., Yau, C. L., & Cheng, D. T. (2002). Nightmare frequency in sexual assault survivors with PTSD. *Journal of Anxiety Disorders*, *16*(2), 175–190.
- Krakov, B., & Zadra, A. (2006). Clinical management of chronic nightmares: imagery rehearsal therapy. *Behavioral sleep medicine*, *4*(1), 45–70.
- Krause, A. J., Simon, E. B., Mander, B. A., Greer, S. M., Saletin, J. M., Goldstein-Piekarski, A. N., & Walker, M. P. (2017). The sleep-deprived human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *18*(7), 404.
- Kroes, M. C. W., Whalley, M. G., Rugg, M. D., & Brewin, C. R. (2011). Association between flashbacks and structural brain abnormalities in

- posttraumatic stress disorder. *European Psychiatry*, 26(8), 525–531.
- Kroth, J., McDavid, J., Brendlen, C., Patel, A., & Zwiener, L. (2001). Risk-taking, death anxiety, and dreaming. *Psychological Reports*, 88(2), 514–516.
- Lancee, J., Effting, M., & Kunze, A. E. (2020). Telephone-guided imagery rehearsal therapy for nightmares: Efficacy and mediator of change. *Journal of sleep research*, e13123.
- Lancee, J., & Schrijnemaekers, N. C. (2013). The association between nightmares and daily distress. *Sleep and Biological Rhythms*, 11(1), 14–19.
- Lancee, J., Spormaker, V. I., & Van Den Bout, J. (2010). Nightmare frequency is associated with subjective sleep quality but not with psychopathology. *Sleep and Biological Rhythms*, 8(3), 187–193.
- Langner, R., & Eickhoff, S. B. (2013). Sustaining attention to simple tasks: a meta-analytic review of the neural mechanisms of vigilant attention. *Psychological bulletin*, 139(4), 870.
- Lavie, P. (2001). Sleep disturbances in the wake of traumatic events. *New England Journal of Medicine*, 345(25), 1825–1832.
- Le Berre, A. P., Rauchs, G., La Joie, R., Mezenge, F., Boudehent, C., Vabret, F., ... & Pitel, A. L. (2014). Impaired decision-making and brain shrinkage in alcoholism. *European psychiatry*, 29(3), 125–133.
- Le Bihan, D., & Karni, A. (1995). Applications of magnetic resonance imaging to the study of human brain function. *Current opinion in neurobiology*, 5(2), 231–237.
- Lebron-Milad, K., Abbs, B., Milad, M. R., Linnman, C., Rougemont-Bucking, A., Zeidan, M. A., ... & Goldstein, J. M.

- (2012). Sex differences in the neurobiology of fear conditioning and extinction: a preliminary fMRI study of shared sex differences with stress–arousal circuitry. *Biology of Mood & Anxiety Disorders*, *2*(1), 1–10.
- LeDoux, J. (2003). The emotional brain, fear, and the amygdala. *Cellular and molecular neurobiology*, *23*(4–5), 727–738.
- Lee, R., Krakow, B., & Suh, S. (2020). Psychometric properties of the Disturbing Dream and Nightmare Severity Index–Korean version. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, jcsm–8974.
- Lejuez, C. W., Read, J. P., Kahler, C. W., Richards, J. B., Ramsey, S. E., Stuart, G. L., ... & Brown, R. A. (2002). Evaluation of a behavioral measure of risk taking: the Balloon Analogue Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *8*(2), 75.
- Leskin, G. A., Woodward, S. H., Young, H. E., & Sheikh, J. I. (2002). Effects of comorbid diagnoses on sleep disturbance in PTSD. *Journal of Psychiatric Research*, *36*(6), 449–452.
- Levin, R. (1998). Nightmares and schizotypy. *Psychiatry*, *61*(3), 206–216.
- Levin, R., & Fireman, G. (2002). Nightmare prevalence, nightmare distress, and self–reported psychological disturbance. *Sleep*, *25*(2), 205–212.
- Levin, R., & Nielsen, T. A. (2007). Disturbed dreaming, posttraumatic stress disorder, and affect distress: A review and neurocognitive model. *Psychological bulletin*, *133*(3), 482.
- Levin, R., & Nielsen, T. (2009). Nightmares, bad dreams, and emotion dysregulation: A review and new neurocognitive model of dreaming. *Current Directions in psychological science*, *18*(2), 84–88.
- Levrier, K., Marchand, A., Belleville, G., Dominic, B. P., & Guay, S. (2016). Nightmare frequency, nightmare distress and the efficiency

- of trauma-focused cognitive behavioral therapy for post-traumatic stress disorder. *Archives of trauma research*, 5(3).
- Li, W., Qin, W., Liu, H., Fan, L., Wang, J., Jiang, T., & Yu, C. (2013). Subregions of the human superior frontal gyrus and their connections. *Neuroimage*, 78, 46–58.
- Littlewood, D. L., Gooding, P. A., Panagioti, M., & Kyle, S. D. (2016). Nightmares and suicide in posttraumatic stress disorder: the mediating role of defeat, entrapment, and hopelessness. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 12(03), 393–399.
- Lorberbaum, J. P., Newman, J. D., Horwitz, A. R., Dubno, J. R., Lydiard, R. B., Hamner, M. B., ... & George, M. S. (2002). A potential role for thalamocingulate circuitry in human maternal behavior. *Biological psychiatry*, 51(6), 431–445.
- Loveland Cook, C. A., Caplan, R. D., & Wolowitz, H. (1990). Nonwaking Responses to Waking Stressors: Dreams and Nightmares 1. *Journal of Applied Social Psychology*, 20(3), 199–226.
- Ma, G., Ma, K., Zhu, Q., Shen, C., Wang, C., Wang, J., ... & Wang, W. (2018). Nightmare experience in bipolar I and II disorders. *Dreaming*, 28(1), 33.
- Maher, M. J., Rego, S. A., & Asnis, G. M. (2006). Sleep disturbances in patients with post-traumatic stress disorder: epidemiology, impact and approaches to management. *CNS drugs*, 20(7), 567–591.
- Malik, A., Bissinger, R., Calabrò, S., Faggio, C., Jilani, K., & Lang, F. (2014). Aristolochic acid induced suicidal erythrocyte death. *Kidney and Blood Pressure Research*, 39(5), 408–419.
- Maquet, P., Ruby, P., Maudoux, A., Albouy, G., Sterpenich, V., Dang-Vu, T., ... & Laureys, S. (2005). Human cognition during REM sleep and the activity profile within frontal and parietal cortices: a

- reappraisal of functional neuroimaging data. *Progress in brain research*, *150*, 219–595.
- Maren, S. (2005). Building and burying fear memories in the brain. *The Neuroscientist*, *11*(1), 89–99.
- Marquis, L.–P., Julien, S.–H., Baril, A.–A., Blanchette–Carriere, C., Paquette, T., Carr, M., . . . Nielsen, T. (2019). Nightmare severity is inversely related to frontal brain activity during waking state picture viewing. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *15*(02), 253–264.
- Marshall, R. D., Olfson, M., Hellman, F., Blanco, C., Guardino, M., & Struening, E. L. (2001). Comorbidity, impairment, and suicidality in subthreshold PTSD. *American Journal of Psychiatry*, *158*(9), 1467–1473.
- Marstaller, L., Burianov, H., & Reutens, D. C. (2017). Adaptive contextualization: A new role for the default mode network in affective learning. *Human brain mapping*, *38*(2), 1082–1091.
- Martino, J., Gabarrs, A., Deus, J., Juncadella, M., Acebes, J. J., Torres, A., & Pujol, J. (2011). Intrasurgical mapping of complex motor function in the superior frontal gyrus. *Neuroscience*, *179*, 131–142.
- Medford, N., Phillips, M. L., Brierley, B., Brammer, M., Bullmore, E. T., & David, A. S. (2005). Emotional memory: Separating content and context. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *138*(3), 247–258.
- Mellman, T. A., & Hipolito, M. M. S. (2006). Sleep disturbances in the aftermath of trauma and posttraumatic stress disorder. *CNS spectrums*, *11*(8), 611–615.
- Metalsky, G. I., & Joiner, T. E. (1997). The hopelessness depression symptom questionnaire. *Cognitive Therapy and Research*, *21*(3), 359–384.

- McKinnon, A. C., Hickie, I. B., Scott, J., Duffy, S. L., Norrie, L., Terpening, Z., . . . Lewis, S. J. (2018). Current sleep disturbance in older people with a lifetime history of depression is associated with increased connectivity in the Default Mode Network. *Journal of affective disorders, 229*, 85–94.
- McRae, K., Ochsner, K. N., Mauss, I. B., Gabrieli, J. J., & Gross, J. J. (2008). Gender differences in emotion regulation: An fMRI study of cognitive reappraisal. *Group processes & intergroup relations, 11*(2), 143–162.
- Michels, F., Schilling, C., Rausch, F., Eifler, S., Zink, M., Meyer-Lindenberg, A., & Schredl, M. (2014). Nightmare frequency in schizophrenic patients, healthy relatives of schizophrenic patients, patients at high risk states for psychosis, and healthy controls. *International Journal of Dream Research, 7*(1), 9–13.
- Miller, E. K., Freedman, D. J., & Wallis, J. D. (2002). The prefrontal cortex: categories, concepts and cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 357*(1424), 1123–1136.
- Miro, E., & Martínez, M. (2005). Affective and Personality Characteristics in Function of Nightmare Prevalence, Nightmare Distress, and Interference Due to Nightmares. *Dreaming, 15*(2), 89.
- Mohan, Roberto, A. J., Mohan, A., Lorenzo, A., Jones, K., Carney, M. J., . . . Lapidus, K. A. (2016). Focus: the aging brain: the significance of the default mode network (DMN) in neurological and neuropsychiatric disorders: a review. *The Yale journal of biology and medicine, 89*(1), 49.
- Morey, R. A., Dolcos, F., Petty, C. M., Cooper, D. A., Hayes, J. P., LaBar, K. S., & McCarthy, G. (2009). The role of trauma-related

- distractors on neural systems for working memory and emotion processing in posttraumatic stress disorder. *Journal of psychiatric research*, 43(8), 809–817.
- Morgenthaler, T. I., Auerbach, S., Casey, K. R., Kristo, D., Maganti, R., Ramar, K., ... & Kartje, R. (2018). Position paper for the treatment of nightmare disorder in adults: an American Academy of Sleep Medicine position paper. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 14(6), 1041–1055.
- Morris, J. S., Ohman, A., & Dolan, R. J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, 393(6684), 467–470.
- Muzur, A., Pace-Schott, E. F., & Hobson, J. A. (2002). The prefrontal cortex in sleep. *Trends in cognitive sciences*, 6(11), 475–481.
- Nadorff, M. R., Nadorff, D. K., & Germain, A. (2015). Nightmares: under-reported, undetected, and therefore untreated. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 11(07), 747–750.
- Nadorff, M. R., Nazem, S., & Fiske, A. (2011). Insomnia symptoms, nightmares, and suicidal ideation in a college student sample. *Sleep*, 34(1), 93–98.
- Nadorff, M. R., Nazem, S., & Fiske, A. (2013). Insomnia symptoms, nightmares, and suicide risk: duration of sleep disturbance matters. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 43(2), 139–149.
- Najib, A., Lorberbaum, J. P., Kose, S., Bohning, D. E., & George, M. S. (2004). Regional brain activity in women grieving a romantic relationship breakup. *American Journal of Psychiatry*, 161(12), 2245–2256.

- Nakamura, K., Sakai, K., & Hikosaka, O. (1998). Neuronal activity in medial frontal cortex during learning of sequential procedures. *Journal of neurophysiology*, *80*(5), 2671–2687.
- Nelson, E. E., McClure, E. B., Monk, C. S., Zarah, E., Leibenluft, E., Pine, D. S., & Ernst, M. (2003). Developmental differences in neuronal engagement during implicit encoding of emotional faces: An event-related fMRI study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *44*(7), 1015–1024.
- Neylan, T. C., Marmar, C. R., Metzler, T. J., Weiss, D. S., Zatzick, D. F., Delucchi, K. L., . . . Schoenfeld, F. B. (1998). Sleep disturbances in the Vietnam generation: findings from a nationally representative sample of male Vietnam veterans. *American Journal of Psychiatry*, *155*(7), 929–933.
- Nicholson, A. A., Rabellino, D., Densmore, M., Frewen, P. A., Paret, C., Kluetsch, R., ... & Reiss, J. (2017). The neurobiology of emotion regulation in posttraumatic stress disorder: amygdala downregulation via real-time fMRI neurofeedback. *Human Brain Mapping*, *38*(1), 541–560.
- Nielsen, T. (2017). The stress acceleration hypothesis of nightmares. *Frontiers in neurology*, *8*, 201.
- Nielsen, T., & Levin, R. (2007). Nightmares: a new neurocognitive model. *Sleep medicine reviews*, *11*(4), 295–310.
- Nielsen, & Zadra. (2011). Idiopathic nightmares and dream disturbances associated with sleep–wake transitions. *Principles and practice of sleep medicine, 5th ed. Philadelphia: Saunders*, 1106–1115.
- Niendam, T. A., Laird, A. R., Ray, K. L., Dean, Y. M., Glahn, D. C., & Carter, C. S. (2012). Meta-analytic evidence for a superordinate

- cognitive control network subserving diverse executive functions. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *12*(2), 241–268.
- North, C. S., Nixon, S. J., Shariat, S., Mallonee, S., McMillen, J. C., Spitznagel, E. L., & Smith, E. M. (1999). Psychiatric disorders among survivors of the Oklahoma City bombing. *Jama*, *282*(8), 755–762.
- Nyberg, L. (2005). Any novelty in hippocampal formation and memory?. *Current opinion in neurology*, *18*(4), 424–428.
- Ogawa, S., Tank, D. W., Menon, R., Ellermann, J. M., Kim, S. G., Merkle, H., & Ugurbil, K. (1992). Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation: functional brain mapping with magnetic resonance imaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *89*(13), 5951–5955.
- Ohayon, M. M., Caulet, M., & Lemoine, P. (1998). Comorbidity of mental and insomnia disorders in the general population. *Comprehensive psychiatry*, *39*(4), 185–197.
- Ohayon, M. M., Morselli, P. L., & Guilleminault, C. (1997). Prevalence of nightmares and their relationship to psychopathology and daytime functioning in insomnia subjects. *Sleep*, *20*(5), 340–348.
- Ohayon, M. M., Priest, R. G., Guilleminault, C., & Caulet, M. (1996). Nightmares: their relationships with mental disorders and sleep disorders. *European Neuropsychopharmacology*, *6*(3), 136–137.
- Ohayon, M. M., & Shapiro, C. M. (2000). Posttraumatic Stress Disorder in the General Population. *Comprehensive psychiatry*, *41*(6), 469–478.
- Ohman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological review*, *108*(3), 483.

- Orcutt, H. K., Erickson, D. J., & Wolfe, J. (2002). A prospective analysis of trauma exposure: The mediating role of PTSD symptomatology. *Journal of Traumatic Stress: Official Publication of The International Society for Traumatic Stress Studies*, *15*(3), 259–266.
- Pegna, A. J., Khateb, A., Lazeyras, F., & Seghier, M. L. (2005). Discriminating emotional faces without primary visual cortices involves the right amygdala. *Nature neuroscience*, *8*(1), 24–25.
- Perogamvros, L., Aberg, K., Gex–Fabry, M., Perrig, S., Cloninger, C. R., & Schwartz, S. (2015). Increased reward–related behaviors during sleep and wakefulness in sleepwalking and idiopathic nightmares. *PLoS One*, *10*(8), e0134504.
- Phan, K. L., Taylor, S. F., Welsh, R. C., Decker, L. R., Noll, D. C., Nichols, T. E., ... & Liberzon, I. (2003). Activation of the medial prefrontal cortex and extended amygdala by individual ratings of emotional arousal: a fMRI study. *Biological psychiatry*, *53*(3), 211–215.
- Philibert, I. (2005). Sleep loss and performance in residents and nonphysicians: a meta–analytic examination. *Sleep*, *28*(11), 1392–1402.
- Poldrack, R. A., Mumford, J. A., & Nichols, T. E. (2011). *Handbook of functional MRI data analysis*. Cambridge University Press.
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., Sheese, B. E., & Tang, Y. (2007). The anterior cingulate gyrus and the mechanism of self–regulation. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *7*(4), 391–395.
- Putois, B., Peter–Derex, L., Leslie, W., Braboszcz, C., El–Hage, W., & Bastuji, H. (2019). Internet–Based Intervention for Posttraumatic Stress Disorder: Using Remote Imagery Rehearsal Therapy to Treat Nightmares. *Psychotherapy and psychosomatics*, *88*(5), 315–317.

- Qiu, Y., Noguchi, Y., Honda, M., Nakata, H., Tamura, Y., Tanaka, S., ... & Kakigi, R. (2006). Brain processing of the signals ascending through unmyelinated C fibers in humans: an event-related functional magnetic resonance imaging study. *Cerebral cortex*, *16*(9), 1289–1295.
- Quirk, G. J., Likhtik, E., Pelletier, J. G., & Par , D. (2003). Stimulation of medial prefrontal cortex decreases the responsiveness of central amygdala output neurons. *Journal of Neuroscience*, *23*(25), 8800–8807.
- Raichle, M. E. (2010). Two views of brain function. *Trends in cognitive sciences*, *14*(4), 180–190.
- Raichle, M. E. (2015). The brain's default mode network. *Annual review of neuroscience*, *38*, 433–447.
- Revonsuo, A. (2000). The reinterpretation of dreams: An evolutionary hypothesis of the function of dreaming. *Behavioral and Brain Sciences*, *23*(6), 877–901.
- Rowe, J. B., Toni, I., Josephs, O., Frackowiak, R. S., & Passingham, R. E. (2000). The prefrontal cortex: response selection or maintenance within working memory?. *Science*, *288*(5471), 1656–1660.
- Rudebeck, P. H., Bannerman, D. M., & Rushworth, M. F. S. (2008). The contribution of distinct subregions of the ventromedial frontal cortex to emotion, social behavior, and decision making. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *8*(4), 485–497.
- Santini, E., Ge, H., Ren, K., de Ortiz, S. P., & Quirk, G. J. (2004). Consolidation of fear extinction requires protein synthesis in the medial prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, *24*(25), 5704–5710.

- Sarter, M., Givens, B., & Bruno, J. P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. *Brain research reviews*, *35*(2), 146–160.
- Schmidt, R. E., Gay, P., & Van der Linden, M. (2008). Facets of impulsivity are differentially linked to insomnia: Evidence from an exploratory study. *Behavioral sleep medicine*, *6*(3), 178–192.
- Schoofs, D., Preuß, D., & Wolf, O. T. (2008). Psychosocial stress induces working memory impairments in an n-back paradigm. *Psychoneuroendocrinology*, *33*(5), 643–653.
- Schredl, M. (2013). Nightmare frequency in a representative German sample. *International Journal of Dream Research*, *6*(2), 119–122.
- Schredl, M., & Gritz, A. S. (2020). Stability of nightmare frequency and its relation to neuroticism: A longitudinal study. *Journal of Sleep Research*, e13126.
- Schredl, M., & Reinhard, I. (2011). Gender differences in nightmare frequency: A meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, *15*(2), 115–121.
- Semiz, U. B., Basoglu, C., Ebrinc, S., & Cetin, M. (2008). Nightmare disorder, dream anxiety, and subjective sleep quality in patients with borderline personality disorder. *Psychiatry and clinical neurosciences*, *62*(1), 48–55.
- Sheaves, B., Onwumere, J., Keen, N., Stahl, D., & Kuipers, E. (2015). Nightmares in patients with psychosis: the relation with sleep, psychotic, affective, and cognitive symptoms. *The Canadian Journal of Psychiatry*, *60*(8), 354–361.
- Sheaves, B., Porcheret, K., Tsanas, A., Espie, C. A., Foster, R. G., Freeman, D., ... & Goodwin, G. M. (2016). Insomnia, nightmares,

- and chronotype as markers of risk for severe mental illness: results from a student population. *Sleep*, *39*(1), 173–181.
- Shen, C., Wang, J., Ma, G., Zhu, Q., He, H., Ding, Q., . . . Wang, W. (2016). Waking-hour cerebral activations in nightmare disorder: A resting-state functional magnetic resonance imaging study. *Psychiatry and clinical neurosciences*, *70*(12), 573–581.
- Sheynin, J., Duval, E. R., Lokshina, Y., Scott, J. C., Angstadt, M., Kessler, D., ... & Liberzon, I. (2020). Altered resting-state functional connectivity in adolescents is associated with PTSD symptoms and trauma exposure. *NeuroImage: Clinical*, 102215.
- Shvil, E., Sullivan, G. M., Schafer, S., Markowitz, J. C., Campeas, M., Wager, T. D., ... & Neria, Y. (2014). Sex differences in extinction recall in posttraumatic stress disorder: a pilot fMRI study. *Neurobiology of learning and memory*, *113*, 101–108.
- Simor, P., Horváth, K., Gombos, F., Takács, K. P., & Bódizs, R. (2012). Disturbed dreaming and sleep quality: altered sleep architecture in subjects with frequent nightmares. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, *262*(8), 687–696.
- Simor, P., Horváth, K., Ujma, P. P., Gombos, F., & Bódizs, R. (2013). Fluctuations between sleep and wakefulness: Wake-like features indicated by increased EEG alpha power during different sleep stages in nightmare disorder. *Biological psychology*, *94*(3), 592–600.
- Sjostrom, N., Hetta, J., & Waern, M. (2009). Persistent nightmares are associated with repeat suicide attempt: a prospective study. *Psychiatry research*, *170*(2–3), 208–211.

- Sjostrom, N., Waern, M., & Hetta, J. (2007). Nightmares and sleep disturbances in relation to suicidality in suicide attempters. *Sleep*, *30*(1), 91–95.
- Smitha, K. A., Akhil Raja, K., Arun, K. M., Rajesh, P. G., Thomas, B., Kapilamoorthy, T. R., & Kesavadas, C. (2017). Resting state fMRI: A review on methods in resting state connectivity analysis and resting state networks. *The neuroradiology journal*, *30*(4), 305–317.
- Soldatos, C. R. (1994). Insomnia in relation to depression and anxiety: epidemiologic considerations. *Journal of Psychosomatic Research*, *38*, 3–8.
- Solms, M. (2014). *The neuropsychology of dreams: A clinico-anatomical study*. Psychology Press.
- Somerville, L. H., Kim, H., Johnstone, T., Alexander, A. L., & Whalen, P. J. (2004). Human amygdala responses during presentation of happy and neutral faces: correlations with state anxiety. *Biological psychiatry*, *55*(9), 897–903.
- Spoormaker, V. I., Schredl, M., & van den Bout, J. (2006). Nightmares: from anxiety symptom to sleep disorder. *Sleep medicine reviews*, *10*(1), 19–31.
- Spreng, R. N., Mar, R. A., & Kim, A. S. (2009). The common neural basis of autobiographical memory, prospection, navigation, theory of mind, and the default mode: a quantitative meta-analysis. *Journal of cognitive neuroscience*, *21*(3), 489–510.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of learning and memory*, *82*(3), 171–177.

- Standards of Practice Committee, Aurora, R. N., Zak, R. S., Auerbach, S. H., Casey, K. R., Chowdhuri, S., ... & Bista, S. R. (2010). Best practice guide for the treatment of nightmare disorder in adults. *Journal of clinical sleep medicine*, 6(4), 389–401.
- Stein, M. B., Kennedy, C. M., & Twamley, E. W. (2002). Neuropsychological function in female victims of intimate partner violence with and without posttraumatic stress disorder. *Biological psychiatry*, 52(11), 1079–1088.
- Suh, S., Ryu, H., Chu, C., Hom, M., Rogers, M. L., & Joiner, T. (2017). Validation of the Korean Depressive Symptom Inventory–Suicidality Subscale. *Psychiatry investigation*, 14(5), 577.
- Sundermann, B., Olde l tke Beverborg, M., & Pfliederer, B. (2014). Toward literature–based feature selection for diagnostic classification: a meta–analysis of resting–state fMRI in depression. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 692.
- Sylvester, C. M., Corbetta, M., Raichle, M., Rodebaugh, T., Schlaggar, B., Sheline, Y., . . . Lenze, E. (2012). Functional network dysfunction in anxiety and anxiety disorders. *Trends in neurosciences*, 35(9), 527–535.
- Tanskanen, A., Tuomilehto, J., Viinam ki, H., Vartiainen, E., Lehtonen, J., & Puska, P. (2001). Nightmares as predictors of suicide. *Sleep*, 24(7), 845–848.
- Telzer, E. H., Fuligni, A. J., Lieberman, M. D., & Galv  i n, A. (2013). The effects of poor quality sleep on brain function and risk taking in adolescence. *Neuroimage*, 71, 275–283.
- Tomoda, A., Suzuki, H., Rabi, K., Sheu, Y. S., Polcari, A., & Teicher, M. H. (2009). Reduced prefrontal cortical gray matter volume in young

- adults exposed to harsh corporal punishment. *Neuroimage*, 47, T66–T71.
- Uddo, M., Vasterling, J. J., Brailey, K., & Sutker, P. B. (1993). Memory and attention in combat-related post-traumatic stress disorder (PTSD). *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 15(1), 43–52.
- Vasterling, J. J., Brailey, K., Constans, J. I., & Sutker, P. B. (1998). Attention and memory dysfunction in posttraumatic stress disorder. *Neuropsychology*, 12(1), 125–133.
- Vasterling, J. J., Duke, L. M., Brailey, K., Constans, J. I., Allain Jr, A. N., & Sutker, P. B. (2002). Attention, learning, and memory performances and intellectual resources in Vietnam veterans: PTSD and no disorder comparisons. *Neuropsychology*, 16(1), 5.
- Weathers, F. W., Litz, B. T., Keane, T. M., Palmieri, P. A., Marx, B. P., & Schnurr, P. P. (2013). The ptsd checklist for dsm-5 (pcl-5). *Scale available from the National Center for PTSD at www.ptsd.va.gov*, 10.
- Weiland, B. J., Heitzeg, M. M., Zald, D., Cummiford, C., Love, T., Zucker, R. A., & Zubieta, J. K. (2014). Relationship between impulsivity, prefrontal anticipatory activation, and striatal dopamine release during rewarded task performance. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 223(3), 244–252.
- Werner, K. B., Arditte Hall, K. A., Griffin, M. G., & Galovski, T. E. (2019). Predicting attentional impairment in women with posttraumatic stress disorder using self-reported and objective measures of sleep. *Journal of clinical sleep medicine*, 15(9), 1329–1336.

- Whalen, P. J., Kagan, J., Cook, R. G., Davis, F. C., Kim, H., Polis, S., ... & Johnstone, T. (2004). Human amygdala responsivity to masked fearful eye whites. *Science*, *306*(5704), 2061–2061.
- Whitfield–Gabrieli, S., & Ford, J. M. (2012). Default mode network activity and connectivity in psychopathology. *Annual review of clinical psychology*, *8*, 49–76.
- Williams, M. A., & Mattingley, J. B. (2004). Unconscious perception of non-threatening facial emotion in parietal extinction. *Experimental Brain Research*, *154*(4), 403–406.
- Wood, J. M., Bootzin, R. R., Rosenhan, D., Nolen–Hoeksema, S., & Jourden, F. (1992). Effects of the 1989 San Francisco earthquake on frequency and content of nightmares. *Journal of Abnormal Psychology*, *101*(2), 219.
- Yang, Y., Lueken, U., Richter, J., Hamm, A., Wittmann, A., Konrad, C., ... & Lotze, M. (2020). Effect of CBT on biased semantic network in panic disorder: a multicenter fMRI study using semantic priming. *American Journal of Psychiatry*, *177*(3), 254–264.
- Yoon, T., Okada, J., Jung, M. W., & Kim, J. J. (2008). Prefrontal cortex and hippocampus subserve different components of working memory in rats. *Learning & memory*, *15*(3), 97–105.
- Yu, S., Shen, Z., Lai, R., Feng, F., Guo, B., Wang, Z., ... & Gong, L. (2018). The orbitofrontal cortex gray matter is associated with the interaction between insomnia and depression. *Frontiers in psychiatry*, *9*, 651.
- Zadra, A., & Donderi, D. (2000). Nightmares and bad dreams: their prevalence and relationship to well-being. *Journal of abnormal psychology*, *109*(2), 273.

- Zang, Y., Jiang, T., Lu, Y., He, Y., & Tian, L. (2004). Regional homogeneity approach to fMRI data analysis. *Neuroimage*, *22*(1), 394–400.
- Zhang, H., Hao, Y., Manor, B., Novak, P., Milberg, W., Zhang, J., . . . Novak, V. (2015). Intranasal insulin enhanced resting-state functional connectivity of hippocampal regions in type 2 diabetes. *Diabetes*, *64*(3), 1025–1034.
- Zhao, X.-H., Wang, P.-J., Li, C.-B., Hu, Z.-H., Xi, Q., Wu, W.-Y., & Tang, X.-W. (2007). Altered default mode network activity in patient with anxiety disorders: an fMRI study. *European journal of radiology*, *63*(3), 373–378.

ABSTRACT

An exploratory study on the brain function of
nightmare disorder patients with exposure to trauma
and healthy controls

Soyeong Park
Department of Psychology
Graduate School of
Sungshin Women's University

This paper compared clinical symptoms, cognitive function and sleep indicators in the nightmare disorder patient group and healthy control group, then researched differences in the brain functional connections of the two groups in the Default Mode Network (DMN), rest without cognitive activity, and also studied the correlation between average signal values and clinical, cognitive function, and sleep indicators of the brain function connectivity of each study subject.

We recruited 24 adult women through on-off promotion as a research subject. They were screened by Google questionnaire and structured 1:1 interviews. And the age and sex of the two groups matched: 12 patient groups that are the subject of the

post-traumatic stress disorder diagnosis A of DSM-5 or have experienced trauma that meets the diagnostic criteria for nightmare disorder. Healthy control group that did not experience trauma and did not experience nightmares for a year. Research participants involved in various activities including preparation of clinical questionnaire, evaluation of three cognitive functions (PVT, NBACK, BART), functional magnetic resonance imaging at rest, collection of sleep and nightmare journals for a week.

The analysis result of the collected data shows that the group of nightmare disorder patients showed significantly higher levels of nightmare severity, insomnia severity, post-traumatic stress, depression, anxiety, and suicide cases than healthy control group. However, they did not show any significant difference in the cognitive function indicator, except in secondary PVT cases. Also, two sample t-tests were conducted and compared, using the functional brain connectivity map of the nightmare disorder patient group and healthy control group with the functional magnetic resonance imaging.

Analysis results showed that the functional connectivity of the left superior frontal gyrus was decreased in the group of nightmare disorder patients who experienced trauma than healthy control group. A correlation analysis was conducted to research the relationship between these functional connections and clinical, cognitive function and sleep indicators. The trauma-experienced nightmare disorder patient group showed a positive correlation

among the variables that mean the correct response in the NBACK test and awakening time(WASO) after sleep and the strength of functional connectivity. On the other hand, healthy control group showed a negative correlation between the strength of functional connectivity and WASO, and showed a positive correlation with the accuracy variable of BART. In other words, when the strength of functional connectivity increases, patient group with traumatic nightmare disorder showed longer WASO and more accurate NBACK response, but healthy control group showed reduced WASO and more accurate BART response.

The results of the study show that a group of patients with nightmare disorder who experienced trauma showed worse clinical symptoms, cognitive function, and sleep patterns compared to healthy control group, which shows that therapeutic intervention is required for the patient group. It is meaningful that this study is the first to attempt a cognitive function and neurobiological approach for patients with nightmare disorder who experienced trauma.

Keywords: nightmare disorder, trauma, default mode network, brain functional connectivity, cognitive tasks

부 록

부록 순서

1. 수면 및 악몽 일지
2. 악몽 심각도 척도(Disturbing Dreams and Nightmare Severity Index; DDNSI) 및 악몽으로 인한 기능 손상 척도(Nightmare Effects Survey; NES)
3. 불면증 심각도 척도(Insomnia Severity Index; ISI)
4. 외상 후 스트레스 체크리스트(The PTSD Checklist-5; PCL-5)
5. 한국판 Beck 우울 척도(Korean-Beck Depression Inventory-II; K-BDI-II)
6. 한국판 Beck 불안 척도(Korean-Beck Anxiety Inventory; K-BAI)
7. 자살사고 척도(Depressive Symptom Inventory-Suicidality Subscale; DSI-SS)

1. 수면 및 악몽 일지

- 1) 지난 밤, 불을 끈 시각이 언제입니까?
- 2) 지난 밤, 잠자리에 들어간 시각이 언제입니까?
- 3) 잠들기 전 잠자리에서 독서, TV 시청, 모바일 기기 (스마트폰, 태블릿 PC 등)를 사용하셨습니까?
a. 예 (독서) b. 예 (TV 시청) c. 예 (모바일 기기) d. 아니오
- 4) 지난 밤, 잠자리에 든 이후에 실제로 잠들기까지 걸린 시간이 몇 분입니까?
- 5) 지난 밤, 잠에 든 시각이 언제입니까?
- 6) 완전히 기상한 것을 제외하고, 잠자는 도중에 총 몇 번 깼습니까?
- 7) 지난 밤, 잠자는 도중에 깨어있던 시간을 모두 합산하면 몇 분입니까?
- 8) 오늘 예정보다 일찍 일어났습니까?
1. 예 2. 아니오
[1로 응답한 경우] 8-1) 얼마나 일찍 일어났습니까?
- 9) 오늘 잠에서 깬 시각이 언제입니까?
- 10) 오늘 침대 밖으로 나온 시각이 언제입니까?
- 11) 지난 밤, 총 수면 시간이 몇 시간입니까? (예: 7시간 30분)
- 12) 오늘 수면의 질은 어떠합니까?

1. 매우 별로 2. 별로 3. 보통 4. 좋음 5. 매우 좋음

13) 오늘 자고 일어난 뒤의 상쾌함이나 개운함은 어떠합니까?

1. 매우 피곤 2. 피곤한 편 3. 보통 4. 개운한 편 5. 매우 개운

14) 지난 밤 악몽을 꾸셨습니까?

1. 예 2. 아니오

[1로 응답한 경우]

15) 지난 밤, 악몽을 몇 회 꾸셨습니까?

1. 1회 2. 2회 3. 3회 4. 4회 5. 5회 6. 6회 이상

[각 응답한 횟수마다]

16) 첫 번째 악몽으로 인해 얼마나 고통스러우셨습니까?

(1-10 응답)

[각 응답 마지막에]

16-n) 모든 악몽을 통틀어 얼마나 고통스러우셨습니까?

(1-10 응답)

17) 지난 밤, 치료하고자 하는 악몽을 꾸셨습니까?

1. 예 2. 아니오

18) 악몽으로 인해 자다가 깨셨습니까?

1. 예 2. 아니오

[1로 응답한 경우] 18-1) 악몽으로 인해 몇 번 깨셨습니까?

18-2) 악몽으로 인해 깨어 있었던 시간이 몇 분입니까?

2. 악몽 심각도 척도(Disturbing Dreams and Nightmare Severity Index, DDNSI)
 및 악몽으로 인한 기능 손상 척도(Nightmare Effects Survey, NES)

괴로운 꿈 및 악몽 심각도 및 악몽으로 인한 기능 손상 척도
 (Disturbing Dream and Nightmare Severity Index & Nightmare Effects Survey)

1. 얼마나 자주 괴로운 꿈이나 악몽을 꾸십니까?

- 1. 전혀 꾸지 않는다. (27 페이지로 이동)
- 2. 매년 꼰다. (1-1번 문항으로 이동)
- 3. 매달 꼰다. (1-2번 문항으로 이동)
- 4. 매주 꼰다. (1-3번 문항으로 이동)

1-1. 매년 괴로운 꿈이나 악몽을 꼰다. (응답 후 27 페이지로 이동)

괴로운 꿈이나 악몽을 꼰 날이 일년에 며칠 입니까? (11일 이상인 경우, 최대 '11'로 작성)	_____ 일
괴로운 꿈이나 악몽을 꼰 횟수가 일년에 몇 회 입니까? (하루 밤에 최대 2번까지, 따라서 최대 횟수는 22회)	_____ 회

1-2. 매달 괴로운 꿈이나 악몽을 꼰다. (응답 후 2번 문항으로 이동)

괴로운 꿈이나 악몽을 꼰 날이 한 달에 며칠 입니까? (3일 이상인 경우, 최대 '3'으로 작성)	_____ 일
괴로운 꿈이나 악몽을 꼰 횟수가 한 달에 몇 회 입니까? (하루 밤에 최대 2번까지, 따라서 최대 횟수는 6회)	_____ 회

1-3. 매주 괴로운 꿈이나 악몽을 꼰다. (응답 후 2번 문항으로 이동)

괴로운 꿈이나 악몽을 꼰 날이 일주일에 며칠 입니까? (최대 7로 작성)	_____ 일
괴로운 꿈이나 악몽을 꼰 횟수가 일주일에 몇 회 입니까? (하루 밤에 최대 2번까지, 따라서 최대 횟수는 14회)	_____ 회

2. 괴로운 꿈이나 악몽으로 고통 받은 기간을 '년'과 '월' 단위로 써주십시오.

_____ 년 _____ 개월

3. 악몽을 꾸면 보통 잠에서 깨십니까?

전혀/거의 아님	가끔씩	때때로	자주	항상
0	1	2	3	4

4. 괴로운 꿈이나 악몽을 꼰 문제의 심각도가 어느 정도입니까?

문제 없음	미미한 수준	약간	보통	심각	매우 심각	극도로 심각
0	1	2	3	4	5	6

5. 괴로운 꿈과 악몽의 강도는 어느 정도입니까?

문제 없음	미미한 수준	약간	보통	심각	매우 심각	극도로 심각
0	1	2	3	4	5	6

6. 괴로운 꿈이나 악몽 때문에 수면 부족을 느낀다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

7. 괴로운 꿈이나 악몽 때문에 잠에 들기 어렵다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

8. 괴로운 꿈이나 악몽이 수면의 질에 영향을 끼친다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

9. 괴로운 꿈이나 악몽 때문에 밤에 숙면을 취하기 어렵다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

10. 괴로운 꿈이나 악몽이 기분에 영향을 끼친다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

11. 괴로운 꿈이나 악몽은 나의 정신건강에 영향을 끼친다

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

12. 괴로운 꿈이나 악몽은 나의 신체적 건강에 영향을 끼친다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

13. 괴로운 꿈이나 악몽은 사회적, 사교적 활동에 영향을 끼친다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

14. 괴로운 꿈이나 악몽은 나의 학업이나 직무에 영향을 끼친다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

15. 괴로운 꿈이나 악몽은 나의 인간관계에 영향을 끼친다.

전혀/거의아님	약간	많이	아주 많이
0	1	2	3

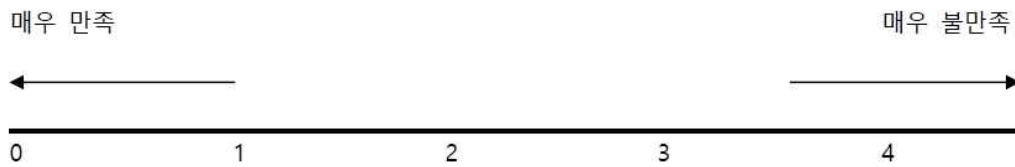
3. 불면증 심각도 척도 (Insomnia Severity Index; ISI)

**불면증 심각도 척도
(Insomnia Severity Index)**

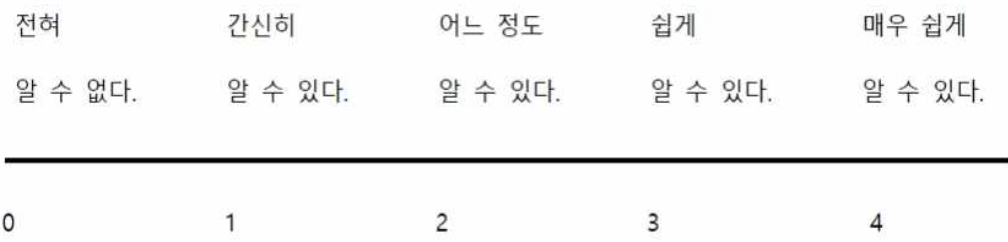
1. 최근 2주 동안에 당신의 불면증의 **심한 정도**를 아래에 표시하십시오.

	전혀	약간	보통	심한	매우 심한
a. 잠들기 어려움	0	1	2	3	4
b. 수면유지가 어려움 (자주 깬)	0	1	2	3	4
c. 새벽에 너무 일찍 잠에서 깬	0	1	2	3	4

2. 당신의 현재 수면 패턴에 얼마나 **만족**하십니까?



3. 당신의 수면 문제가 당신의 삶의 질에 영향을 미치고 있다는 것을 남들이 얼마나 **알아챌 수 있다고** 생각하십니까?



4. 당신의 현재 수면 문제에 대하여 얼마나 **걱정**하고 고통 받으십니까?

전혀 걱정 하지 않는다	조금 걱정한다	약간 걱정한다	많이 걱정한다.	매우 많이 걱정한다
-----------------	------------	------------	-------------	---------------

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

5. 당신의 수면 문제가 일상생활에 어느 정도 **방해**가 되십니까? (예: 낮 동안 피곤함, 직장 또는 일상생활 수행 능력, 집중력, 기억력, 기분, 등)

전혀 방해되지 않는다	조금 방해된다	어느 정도 방해된다	많이 방해된다	무척 많이 방해된다
----------------	------------	---------------	------------	---------------

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

4. 외상 후 스트레스 체크리스트(The PTSD Checklist-5; PCL-5)

PCL – 5 (The PTSD Checklist-5)
생명에 위협이 되는 상황을 실제로 경험했거나, 간접적으로 보았거나, 주변 사람에게 생긴 적이 있습니까? 예를 들어, 사고 화재, 자연재해, 태풍, 지진, 신체적으로 폭행 당했거나 성폭행 당하거나, 살인 사건 혹은 자살 목격이 이에 해당됩니다.

	전혀 그렇지 않다	약간 그렇다	보통 이다	꽤 그렇다	매우 그렇다
1. 스트레스 사건에 대한 원하지 않는 기억이 반복적이며 고통스럽게 떠오릅니까?	0	1	2	3	4
2. 스트레스 사건에 대한 꿈이 반복적이며 고통스럽게 나타납니까?	0	1	2	3	4
3. 갑작스럽게 스트레스 사건이 다시 발생한 것처럼 (실제로 과거 경험을 다시 겪는 것처럼) 느끼거나 행동한 경우가 있습니까?	0	1	2	3	4
4. 스트레스 사건에 대한 단서가 떠오르면서 매우 속상했던 적이 있습니까?	0	1	2	3	4
5. 스트레스 사건이 떠오르면 심장 두근거림, 숨쉬기 어려움, 땀이 나는 것과 같은 강한 신체적 반응이 나타납니까?	0	1	2	3	4
6. 스트레스 사건과 관련된 기억, 생각, 혹은 느낌을 피합니까?	0	1	2	3	4
7. 스트레스 사건을 떠오르게 하는 사람, 장소, 대화, 활동, 물건, 상황과 같은 외부적인 단서들을 피합니까?	0	1	2	3	4
8. 스트레스 사건의 중요한 부분들이 잘 기억나지 않습니까?	0	1	2	3	4
9. 자신, 타인, 혹은 세상에 대해 강한 부정적인 생각이 듭니까? (예를 들어, 나는 나쁘다, 나에게 분명히 문제가 있다, 아무도 믿을 수 없다, 세상은 절대적으로 위험하다.)	0	1	2	3	4
10. 스트레스 사건이나 그 후에 일어난 일에 대하여 스스로 자책하거나 다른 사람을 탓한	0	1	2	3	4

경우가 있습니까?					
11. 공포, 분노, 죄책감, 수치심과 같은 강한 부정적인 감정이 듭니까?	0	1	2	3	4
12. 평소에 즐기던 활동에 흥미를 잃었습니까?	0	1	2	3	4
13. 다른 사람으로부터 단절되었거나 멀어졌다는 느낌이 듭니까?	0	1	2	3	4
14. 긍정적인 감정을 느끼는 것이 어렵습니까? (예를 들어, 행복을 느낄 수 없거나, 가까운 사람에게 사랑을 느낄 수 없는 것.)	0	1	2	3	4
15. 갑자기 화가 치밀어 오르거나, 예민하여 짜증스럽게 행동을 하거나 공격적으로 행동한 경우가 있습니까?	0	1	2	3	4
16. 많은 위험을 감수하려고 하거나 스스로에게 해가 될만한 일을 합니까?	0	1	2	3	4
17. 과도하게 예민하거나 경계합니까?	0	1	2	3	4
18. 안절부절 못하는 느낌이 들거나 쉽게 놀람니까?	0	1	2	3	4
19. 집중하는 것이 어렵습니까?	0	1	2	3	4
20. 잠드는 것이 어렵거나, 깨지 않고 잠을 유지하는 것이 어렵습니까?	0	1	2	3	4

5. 한국판 Beck 우울 척도 (Korean-Beck Depression Inventory - II ; K-BDI - II)

BDI	
<p>아래의 질문은 우울증에 있어서 인지치료의 전문가인 아론 벡이 제안한 우울증 진단척도입니다. 다음 문항을 읽고 지난주부터 오늘까지 자신의 상태를 가장 잘 나타냈다고 생각되는 항목을 한 가지 골라 체크해 보시기 바랍니다.</p>	
<p>0) 나는 슬프지 않다. 1) 나는 슬프다. 2) 나는 항상 슬프고 기운을 낼 수 없다. 3) 나는 너무나 슬프고 불행해서 도저히 견딜 수가 없다.</p>	<p>0) 나는 다른 사람들에 대한 관심을 잃지 않고 있다. 1) 나는 전보다 사람들에 대한 관심이 줄었다. 2) 나는 사람들에 대한 관심이 거의 없어졌다. 3) 나는 사람들에 대한 관심이 완전히 없어졌다.</p>
<p>0) 나는 앞날에 대해서 별로 낙담하지 않는다. 1) 나는 앞날에 대한 용기가 나지 않는다. 2) 나는 앞날에 대해 기대할 것이 아무것도 없다고 느낀다. 3) 나의 앞날은 아주 절망적이고 나아질 가망이 없다고 느낀다.</p>	<p>0) 나는 평소처럼 결정을 잘 내린다. 1) 나는 결정을 미루는 때가 전보다 많다. 2) 나는 전에 비해 결정을 내리는데 큰 어려움을 느낀다. 3) 나는 더 이상 아무 결정도 내릴 수 없다.</p>
<p>0) 나는 실패자라고 느끼지 않는다. 1) 나는 보통 사람들보다 더 많이 실패한 것 같다. 2) 내가 살아온 과거를 뒤돌아보면 실패투성이인 것 같다. 3) 나는 인간으로서 완전한 실패자라고 느낀다.</p>	<p>0) 나는 전보다 내 모습이 나빠졌다고 느끼지 않는다. 1) 나는 매력 없어 보일까 걱정한다. 2) 나는 내 모습이 매력 없이 변해버린 것 같은 느낌이 든다. 3) 나는 내가 추하게 보인다고 느낀다</p>
<p>0) 나는 전과 같이 일상생활에 만족하고 있다. 1) 나의 일상생활은 예전처럼 즐겁지 않다. 2) 나는 요즘에는 어떤 것에도 별로 만족을 얻지 못한다. 3) 나는 모든 것이 다 불만스럽고 싫증이 난다.</p>	<p>0) 나는 전처럼 일을 할 수 있다. 1) 어떤 일을 시작하는데 전보다 많은 노력이 든다. 2) 무슨 일이든 하려면 나 자신을 매우 심하게 채찍질해야만 한다. 3) 나는 전혀 아무 일도 할 수가 없다.</p>

<p>0) 나는 특별히 죄책감을 느끼지 않는다. 1) 나는 죄책감을 느낄 때가 많다. 2) 나는 죄책감을 느낄 때가 아주 많다. 3) 나는 항상 죄책감에 시달리고 있다.</p>	<p>0) 나는 평소처럼 잠을 잘 수 있다. 1) 나는 전만큼 잠을 자지는 못한다. 2) 나는 전보다 일찍 깨고 다시 잠들기 어렵다. 3) 나는 평소보다 몇 시간이나 일찍 깨고 한 번 깨면 다시 잠들 수 없다.</p>
<p>0) 나는 별을 받고 있다고 느끼지 않는다. 1) 나는 어쩌면 별을 받을 지도 모른다는 느낌이 든다. 2) 나는 별을 받을 것 같다. 3) 나는 지금 별을 받고 있다고 느낀다.</p>	<p>0) 나는 평소보다 더 피곤하지는 않다. 1) 나는 전보다 더 쉽게 피곤해진다. 2) 나는 무엇을 해도 피곤해진다. 3) 나는 너무나 피곤해서 아무 일도 할 수 없다.</p>
<p>0) 나는 나 자신에게 실망하지 않는다. 1) 나는 나 자신에게 실망하고 있다. 2) 나는 나 자신에게 화가 난다. 3) 나는 나 자신을 증오한다.</p>	<p>0) 내 식욕은 평소와 다름 없다. 1) 나는 요즘 전보다 식욕이 좋지 않다. 2) 나는 요즘 식욕이 많이 떨어졌다. 3) 요즘에는 전혀 식욕이 없다.</p>
<p>0) 내가 다른 사람보다 못한 것 같지는 않다. 1) 나는 나의 약점이나 실수에 대해서 나 자신을 탓하는 편이다. 2) 내가 한일이 잘못 되었을 때는 언제나 나를 탓한다. 3) 일어나는 모든 나쁜 일들은 모두 내 탓이다.</p>	<p>0) 요즘 체중이 별로 줄지 않았다. 1) 전보다 몸무게가 2Kg가량 줄었다. 2) 전보다 몸무게가 5Kg가량 줄었다. 3) 전보다 몸무게가 7Kg가량 줄었다.</p>
<p>0) 나는 자살 같은 것은 생각하지 않는다. 1) 나는 자살할 생각을 가끔 하지만 실제로 하지는 않을 것이다. 2) 자살하고 싶은 생각이 자주 든다. 3) 나는 기회가 있으면 자살하겠다.</p>	<p>0) 나는 건강에 대해 전보다 더 염려하고 있지는 않다. 1) 나는 여러 가지 통증, 소화불량, 변비 등과 같은 신체적 문제로 걱정하고 있다. 2) 나는 건강이 너무 염려되어 다른 일을 생각하기 힘들다. 3) 나는 건강이 너무 염려되어 다른 일은 아무것도 생각할 수 없다.</p>

7. 자살사고 척도 (Depressive Symptom Inventory – Suicidality Subscale; DSI-SS)

자살사고 척도
(Depressive symptom Inventory-Suicidality Subscale; DSI-SS)

지시사항: 이 설문지는 다양한 질문들로 구성되어 있습니다. 각 질문에 해당하는 모든 항목을 읽고 질문에 답을 하십시오. 지난 2주동안의 자신의 모습을 가장 잘 나타내는 항목을 골라 표시하시기 바랍니다. 만약 두 개 이상의 항목이 자신에게 적합하다고 생각되는 경우에는 더 큰 숫자의 항목을 고르십시오. 반드시 각 질문에 해당되는 모든 항목을 읽고 표시하시길 바랍니다.

(A)

- 0 나는 자살 생각을 하지 않는다.
- 1 나는 가끔씩 자살 생각을 한다.
- 2 나는 자주 자살 생각을 한다.
- 3 나는 항상 자살 생각을 한다.

(B)

- 0 나는 자살 생각을 하지 않는다
- 1 나는 자살 생각을 하지만, 구체적인 계획을 세우지 않았다
- 2 나는 자살 생각을 하고, 실현 가능한 방법을 생각하고 있다
- 3 나는 자살 생각을 하고 있고, 확실한 방법을 생각해놓았다.

(C)

- 0 나는 자살 생각을 하지 않는다
- 1 나는 자살 생각을 하지만 이런 생각들을 확실히 통제할 수 있다.
- 2 나는 자살 생각을 하고 있고, 이런 생각들을 약간 통제할 수 있다
- 3 나는 자살 생각을 하고 있고, 이런 생각들을 거의 통제할 수 없다.

(D)

- 0 나는 자살 충동이 들지 않는다.
- 1 나는 가끔씩 자살 충동이 든다.
- 2 나는 자주 자살 충동이 든다.
- 3 나는 항상 자살 충동이 든다.