

고 사회 불안 성인의 위협 자극에 대한 주의 편향 및 전두 영역 Theta-Beta Ratio (TBR) 패턴

Frontal Theta/Beta Ratio Predicts Attentional Bias to Threat In Individuals with
High Social Anxiety

권나연¹ · 김소연^{2†}

Nayun Kwon¹ · So-Yeon Kim^{2†}

Abstract

Individuals with high social anxiety (HSA) exhibit an excessive bias toward socially threatening stimuli. The purpose of this study is to identify attentional bias patterns toward threat stimuli in people with HSA (but not those with social anxiety disorder, SAD). Furthermore, our goal was to investigate neural biomarkers that can predict these attentional bias patterns in people with HSA. We collected and analyzed behavioral data on attentional bias patterns, anxiety levels, social anxiety levels, and the frontal region theta/beta ratio using an electroencephalogram (EEG) from 33 neurotypical female adults. For analysis, we divide participants into two categories: (1) HSA and (2) low social anxiety (LSA). The results showed that both the HSA and LSA groups had an initial attentional bias toward emotional faces, but only the HSA group had a prolonged attentional bias toward angry faces. Furthermore, a significant positive correlation was found between the attentional bias score and the social anxiety score. Additionally, a decreased theta/beta ratio significantly explained the degree of attention bias in the HSA group and was a significant predictor of attentional bias in this group. Overall, this study finds that individuals with HSA exhibit similar patterns of attentional bias to those found in patients with SAD, as identified in previous research. Moreover, the findings suggest that a decreased frontal theta/beta ratio is associated with excessive attentional biases in HSA individuals. These findings contribute to our understanding of the behavioral and neurological pathophysiology associated with high levels of social anxiety, potentially assisting in the development of appropriate evaluation methods and the determination of the effect of the treatment intervention.

Key words: Attentional Bias, EEG, Facial Emotions, Social Anxiety, Theta/Beta Ratio

요약

높은 사회 불안을 보이는 사람들은 사회적으로 위협적인 자극에 대한 과도한 주의 편향을 보이는 특징이 있다. 본 연구에서는 고 사회 불안 성인에게서 특징적으로 나타나는 위협 자극에 대한 주의 편향 패턴을 확인하고, 이러한 주의 편향 패턴을 예측할 수 있는 신경 생체 지표를 확인하고자 하였다. 이를 위해, 33명의 정상 여성 성인을 대상으로 주의 편향 패턴, 기질/상태 불안 수준, 사회 불안 수준, 전두 영역의 세타/베타 비(TBR)를 수집하였으며, 참가자를 고 사회 불안(HSA)과 저 사회 불안(LSA) 집단으로 나누어 분석하였다. 그 결과, HSA와 LSA 모두 정서적 얼굴에

* 이 논문은 제1저자인 권나연의 박사 학위 논문에 사용된 일부자료를 포함하고 있음을 밝힘.

¹ 권나연: 덕성여자대학교 일반대학원 인지 발달 및 발달장애 심리학과 박사과정 졸업

^{2†} (교신저자) 김소연: 덕성여자대학교 심리학과 교수 / E-mail: vicky47syk@ds.ac.kr / TEL: 02-901-8300

대한 유의미한 초기 주의편향을 보였으나, 위협적 얼굴에 대한 지속적인 주의편향은 HSA 집단에서만 나타났다. 또한, 주의 편향 점수와 사회 불안 점수 간의 유의미한 정적 상관관계를 확인하였으며, 감소된 TBR이 HSA 집단의 주의 편향 수준을 유의미하게 설명하는 예측 요인임을 확인하였다. 본 연구의 결과는 고 사회 불안 성인의 높은 사회 불안 수준과 관련된 주의 편향 양상 및 신경 생체 지표를 확인하고, 적절한 평가 방법 개발 및 치료 개입의 효과를 예측하는 등의 병태 생리에 기여할 수 있음을 시사한다.

주제어: 주의 편향, 뇌파, 얼굴 정서, 사회 불안, 세타/베타비

1. 서론

생존을 위해 우리는 분노나 공포와 같은 부정적인 자극에 자동적으로 주의를 기울이는 주의 편향을 보인다. 그러나 위협 자극에 대한 주의 편향의 강도나 지속 시간이 걱정 수준을 초과할 경우, 목표 행동 수행이나 문제 해결에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Parks et al., 2014; Lee & Kim, 2020; Park & Kim, 2024). 특히 불안 수준이 높을수록 위협 자극에 대한 주의 편향은 더욱 강하게 나타나며(Kim, et al., 2022; Kim et al., 2018), 이러한 과도한 주의 편향은 위협 자극에 대한 인식을 높여 결과적으로 불안을 증폭시킨다. 이는 불안 장애에서 흔히 보고되는 현상이다(Dalgleish & Power, 1999).

다양한 불안 장애 중 특히 사회 불안 장애는 특정하지 않은 사회적 상황 및 자극에 광범위한 불안을 느끼며, 이로 인해 대인관계와 사회적 기능 수행에 어려움을 겪는다(Givon-Benjio & Okon-singer, 2020). 사회 불안 장애 집단은 특징적으로 위협과 공포 등 부정적 자극에 대해 왜곡된 주의 편향을 보이며, 이러한 주의 편향은 사회적 상황 및 대인 관계에 대한 두려움을 자극하고 지속시키는 핵심적인 요인이 된다(Bar-Haim et al., 2007; Kim et al., 2018). 따라서, 불안 수준과 주의 편향 간의 관계를 연구하는 것은 사회 불안 장애를 이해하고, 적절한 개입 방안을 고안하기 위해 매우 중요하다.

사회 불안 장애에서 나타나는 특징적인 위협 자극에 대한 주의 편향을 확인하기 위해 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 탐침 과제(Dot-probe task)를 사용한 한 연구에서는, 고 사회 불안 집단이 중립 자극에 비해 부정적 자극에 더 강한 주의 편향을 보이는 것을 확인하였다(Pishyar et al., 2004). 또한, 정서 스트룹 Stroop) 과제를 사용한 연구에서도 사회 불안 점수가 높을수록 얼굴

정서 스트룹 과제에서 위협 자극에 대한 강한 주의 편향을 보이는 것을 확인하였다. 그러나, 정서 단어 스트룹 과제에서는 사회 불안 점수에 따른 주의 편향의 차이가 나타나지 않았다(Agustí et al., 2017; Beall & Herbert, 2008). 후속 연구들에서도 정서적 단어보다 표정과 같은 정서적 시각 자극이 더 자동적인 주의 편향을 유발한다는 것을 확인하였다. 이를 통해, 연구자들은 얼굴 표정이 보다 생물학적이고 사회적인 가치를 포함하고 있으며, 분노와 같은 부정적 표정은 잠재적 위협을 경험하게 하여 더욱 자동적인 주의 편향 반응을 유발할 수 있다고 제안하였다 (Agusti et al., 2019; Beall & Herbert, 2008).

그러나, 위협 자극에 대한 주의 편향을 살펴보기 위해 널리 사용된 탐침 과제와 스트룹 과제는, 특정 위치에 주의를 유지한 후 목표 자극에 대한 반응 속도를 측정하여 주의 편향의 정도를 확인하는 방식이다. 이러한 과제들은 주의가 전환되었다가 다시 같은 위치에 주의를 기울일 때 반응이 느려지는 현상(Inhibition of Return; IOR)을 명확히 파악하기 어렵다. 즉, 위협 자극에 대한 주의를 지속적으로 유지한 것인지, 또는 철회 후 다시 주의를 기울인 것인지 등의 세부적인 주의 패턴을 살펴보는 데 한계가 있다.

이러한 한계를 극복하기 위해, 최근에는 연속 수행 과제(Continuous performance task)를 사용하여 위협 자극에 대한 초기 주의 획득과 이후 주의 유지 반응을 분리하여 분석하는 연구들이 진행되었다. 그 결과, 고 불안 집단은 위협 자극에 대한 초기 주의 획득뿐만 아니라 유의미한 주의 유지를 보이는 것으로 나타난 반면, 저 불안 집단은 위협 자극에 대한 유의미한 초기 주의 획득은 있었으나 주의 유지 효과는 나타나지 않았다(Kim et al., 2022; Kim et al., 2018, Park & Kim, 2024). 이를 통해 자극에 대한 초기 주의 획득은 자연스

러운 현상이지만, 높은 불안 특성을 가진 개인은 위협 자극에 대한 주의 철회가 어려운 과도한 주의 편향 패턴을 보인다는 사실을 밝혔다.

행동 연구를 통한 사회 불안 집단의 주의 편향 연구는 대체로 일관적인 결과를 보여주고 있다. 최근에는 이러한 행동 반응에 대한 신경생물학적 근거를 밝히기 위해 다양한 연구가 진행되고 있다. fMRI 연구에 따르면, 사회 불안 장애 환자들은 주의 편향 과제를 수행할 때, 통제 집단에 비해 정서 및 공포 회로의 핵심 역할을 하는 영역인 편도체와 뇌섬엽에서 증가된 활성화를 보인다는 것이 확인되었다(Kim et al., 2018). 뿐만 아니라, 높은 불안 특성을 가진 집단에서는 정서 과제를 수행하지 않는 휴지기 상태에서도 피질 영역(예: 전두 영역)과 피질 하 영역(예: 편도체)의 비정상적인 활성화가 나타나는 것이 밝혀졌다(Modi et al., 2015; Tian et al., 2016; Yuan et al., 2016). 또한, 정량화 뇌파(qEEG)를 사용하여 뇌파 코히런스(coherence) 및 EEG 파워 스펙트럼을 조사한 연구들에서도, fMRI 연구 결과와 유사하게, 높은 불안 특성을 보이는 집단이 정서 과제를 수행할 때와 휴지기 상태 모두에서 증가된 뇌파 비동기화(desynchronization)와 피질 영역 각성을 보인다는 것이 확인되었다(Aftanas et al., 2003; Knyazev et al., 2006; Putman, 2011; Savostyanov et al., 2009).

특히, 휴지기 동안 사회 불안 장애 환자는 베타파 활성화의 증가와 세타파 활성화의 감소로 인한 감소된 세타/베타 비(theta/beta ratio; TBR)가 특징적인 이상 양상으로 나타났다. 이러한 반응은 동기 불균형과 관련된 피질의 주의 통제 및 부정적 정서 조절과 피질 하 영역의 충동 및 접근 반응 간의 불균형을 반영한다(Al-Ezzi et al., 2020; Putman et al., 2010). 즉, 불안 관련 장애에서 특징적으로 나타나는 감소된 TBR 반응은 베타파의 과잉 활성화로 설명되며, 이는 뇌가 변연계의 과도한 활성화를 억제하기 위해 피질의 활성화를 증가시키려는 경향을 반영한다는 설명이 제시되고 있다(Putman et al., 2010; Schutter & van Honk, 2005; Soutar & Longo, 2011). 이러한 전두 영역에서의 특징적인 감소된 TBR 반응은 사회 불안 장애 환자가 경험하는 불안 및 경계, 자기참조 및 자기반성의 과도한 반응을 반영하는 것으로 볼 수 있다.

지금까지의 선행 연구들은, 전두 영역과 피질 하 영

역의 활성화 양상이 불안 관련 장애군, 특히 사회 불안 장애군에서 경험하는 광범위하고 과도한 사회적 불안 및 위협 자극에 대한 과도한 경계 반응을 반영한다는 것을 보여주고 있다. 그런데, 사회 불안 장애는 개인의 일상 기능이 심각하게 저해 될 경우에 진단된다(Dell'Osso et al., 2003; Filho et al., 2010). 그러나, 사회적 상황에서 느끼는 불안의 정도는 한 개인의 심리 사회적 기능을 방해할 정도로 심각하지 않을 경우도 존재한다. 실제로, 사회 불안 장애로 진단되지 않았으나, 심한 불안이나 공포감을 포함하여 사회 불안 증상을 나타내는 사람들의 비율이 25%에 가까운 것으로 보고되고 있으며, 이는 꾸준히 증가하는 추세이다(Merikangas et al., 2002; Wittchen et al., 1999; Lee, 2017). 따라서, 불안의 정도에 따라 다르게 나타나는 위협 자극에 대한 주의 편향의 행동 및 신경학적 특징을 규명하기 위해, 비임상 집단에서 불안 수준에 따라 특징적으로 나타나는 위협 자극에 대한 주의 편향 양상과 휴지기 동안 측정된 전두 영역의 TBR 양상 간의 관계를 살펴보는 것이 필요하다.

1.1. 연구 가설 및 목적

본 연구에서는 연속 수행 과제를 사용하여 사회 불안 장애의 위협 자극에 대한 주의 편향을 확인한 선행 연구(Kim et al., 2018)를 바탕으로, 사회 불안 장애로 진단받지 않았지만 높은 사회 불안을 보고하는 “고 사회 불안 집단”의 주의 편향 양상을 확인하고자 하였다. 또한, 휴지기 뇌파를 측정하여 사회 불안 장애에서 특징적으로 나타나는 생체 지표를 살펴보고자 하였다. 이를 통해, 비임상 집단에서 나타나는 사회 불안 수준에 따른 주의 편향 양상과 특징적인 생체 지표를 확인하고자 하였다. 이러한 연구 결과는 비임상 집단에서 위협에 대한 과도한 주의 편향을 보이는 개인의 병태생리를 이해하고, 조기 개입 및 치료 방안을 제언하는 데에 도움이 될 것으로 기대된다.

본 연구의 가설은 다음과 같다.

첫째, 비임상 집단에서도 사회 불안의 정도와 상관 없이 모든 정서 자극에 대한 주의 획득이 유의미하게 나타나지만, 위협 자극에 대한 주의 유지는 고 사회 불안 집단에서만 유의미하게 나타날 것이다.

둘째, 위협 자극에 대한 주의 편향과 사회 불안 관련

설문 척도는 유의미한 정적 상관을 보일 것이다. 즉, 사회 불안 점수가 높을수록 위협 자극에 대한 과도한 주의 편향을 보일 것이다.

셋째, 고 사회 불안 집단의 휴지기 뇌파는 저 사회 불안 집단보다 전두 영역에서 감소된 TBR을 보일 것이며, 이러한 특징적인 감소된 TBR은 위협 자극에 대한 과도한 주의 편향을 유의미하게 예측할 것이다.

2. 연구방법 및 절차

2.1. 연구대상 및 절차

2.1.1. 연구대상

서울 및 경기도에 거주 중인 18~25세 여성 성인 51명을 대상으로 주의 편향 과제, 자기보고식 설문지, 그리고 휴지기 뇌파 측정을 실시하였다. 모든 참가자는 정신과적 병리를 진단 받았거나 관련 약물을 복용한 적이 없는 자로, 시력(또는 교정시력)에 이상이 없는 오른손잡이로 구성되었다. 전체 참가자를 대상으로 선행연구들(Kim et al., 2018; Park & Kim, 2024)에서 제안한 사회 불안 기준을 기반으로 두 집단으로 할당하였다(고 사회 불안(HSA) 집단: SADS (Social avoidance and distress scale; 사회적 불편감 및 회피 척도) ≥ 100 , SIAS (Social interaction anxiety scale; 사회적 상호작용 불안척도) ≥ 35 , SPS (Social phobia scale; 사회 공포증 척도) ≥ 24 / 저 사회 불안(LSA) 집단: SADS ≤ 80 , SIAS < 34 , SPS < 24).

Table 1. Participants' characteristics

	HSA	LSA	<i>t</i>	<i>p</i>
	(N = 12)	(N = 21)		
	Mean (SD)	Mean (SD)		
Age	22.8 (1.1)	23.2 (1.8)	.913	.368
STAI-X-I	55.5 (8.8)	47 (8.6)	-2.817**	.008
STAI-X-II	60.9 (6.3)	47 (9.3)	-4.728***	.000
SPS	34.2(11.6)	16.6(11.3)	-4.351***	.000
SIAS	53.7(10.5)	28.4(13.5)	-5.747***	.000
SADS	99(3.9)	71.6(8.51)	-10.902***	.000
BDI	15.8(4)	8.5(5.9)	-3.548**	.001

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

STAI-X-I & II= State-trait Anxiety Inventory (I- state & II-Trait); SPS= Social Phobia Scale; SIAS= Social Interaction Anxiety Scale; SADS= Social Avoidance and Distress Scale; BDI= Beck Depression Inventory

각 집단의 참가자 특성은 다음과 같다(Table 1).

총 51명의 참가자 중 자료 수집의 결함(1명), 참가자 개인 컨디션 저조(1명), 사회 불안 점수가 HSA 집단과 LSA 집단 기준 모두에 해당하지 않음(16명)으로 인해 총 18명의 참가자를 제외하고, 최종적으로 33명이 분석에 포함되었다. 최종 참가자는 HSA 집단 12명과 LSA 집단 21명으로 할당되었다. 본 연구의 모든 절차는 대학의 생명윤리위원회의 연구 승인을 받아 진행되었다(승인번호 : 2021-001-003-A).

2.1.2. 연구절차

본 연구의 절차는 다음과 같다. 먼저, 온라인 커뮤니티 및 홍보물을 사용하여 자발적 참여를 희망하는 참가자들을 대상으로 연구 동의서를 작성한 후 연구를 진행하였다. 모든 참가자는 자기보고식 설문지를 작성한 후, 주의 과제와 휴지기 뇌파 측정 연구에 참가하였다. 주의 과제 시행과 뇌파 측정의 순서는 참가자 간 역균형화하였다. 주의 과제는 약 30분이 소요되었으며, 휴지기 뇌파 측정의 경우 장비 설치 등을 포함하여 약 30분 정도 소요되었다.

2.2. 측정 도구 및 과제

2.2.1. 주의 과제

본 연구에서는 선행연구(Kim et al., 2018)에서 사회 불안 장애 성인들의 주의 편향 기제를 연구하기 위해 사용된 Continuous Performance Task 패러다임을 수정하여 사용하였다. 과제의 방해 자극으로는 분노 얼굴과 중립 얼굴이 흑백 처리되어 사용되었다. 얼굴 자극은 연세대학교에서 개발한 Korean facial Expressions of Emotion (Parks et al., 2014)에서 성별 균형을 맞추어 선별된 8명(남자 4명, 여자 4명)의 자극을 사용하였다(각 얼굴 당 두 가지 정서; 총 16개의 자극).

실험은 자극노출과정(Passive viewing), 연습 시행, 4블록의 본 시행으로 구성되었다. 본 시행은 블록 당 204시행이 포함되어 총 816시행으로 구성되었다. Passive viewing에서는 친숙하지 않은 자극이 주의를 주는 영향을 최소화하도록, 방해 자극으로 사용되는 모든 사진이 각각 두 번씩, 총 2분 동안 제시되었으며, 이 과제에서

참가자들에게는 아무런 행동 반응이 요구되지 않았다. 연습 시행은 약 2분이 소요되었으며, 본 시행은 약 20분이 소요되어 총 실험 시간은 약 30분이 소요되었다.

주의 과제에서는 화면 중앙에 고정점 (“+”)이 나타나며, 참가자들은 과제가 진행되는 동안 고정점을 계속 바라보도록 지시받았다. 고정점이 나타남과 동시에 화면 중앙에는 분노 얼굴 혹은 중립 얼굴의 방해 자극이 등장하여 총 4초 동안 유지된 후 사라졌다. 화면의 우측 상단에는 목표 자극인 빨간색 “T”가 제시되었다. 목표 자극 “T”는 실험 블록 동안 사라지지 않았으며, 매 초마다 무작위로 방향이 바뀌어 제시되었다. 참가자들은 고정점을 응시한 채 방해 자극을 최대한 무시하고, 목표 자극인 빨간색 “T”의 방향에 따라 최대한 빠르고 정확하게 반응하도록 지시받았다(Fig. 1).

본 과제에서는 자극의 유형 조건과 시간 조건의 두 조건이 있으며, 자극의 유형 조건은 분노 얼굴 자극과 중립 얼굴 자극의 두 수준으로 나뉘었다, 시간 조건은 목표 자극이 제시된 시간에 따라 T1, T2, T3, T4, TB (TBaseline)의 다섯 수준으로 분류되었다. T1은 방해 자극이 처음 제시될 때 나타나는 1000ms 동안의 목표 자극 조건으로 정의하였으며, 이후 매 초가 더해질 때마다 T2, T3, T4로 정의하였다. T5에서는 목표 자극만 제시되고 방해 자극은 사라진다. TB는 방해 자극 없이 목표 자극만 제시되는 시행들을 의미하며, 3000~6000ms의 네 가지 간격으로 무작위로 제시된다.

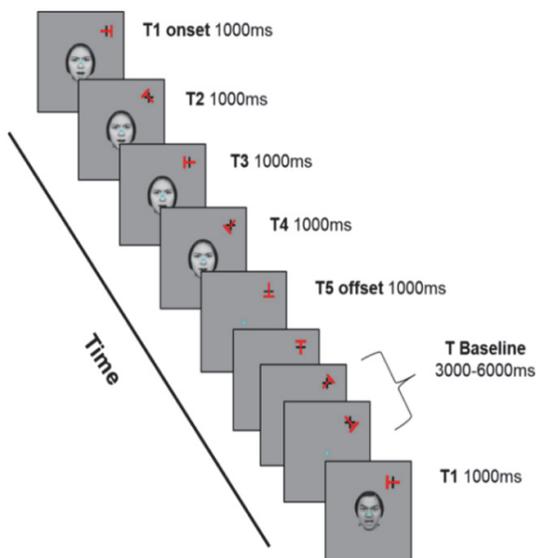


Fig. 1. Continuous performance task paradigm

선행 연구(Parks et al., 2014; Kim et al., 2018)들과 같이, T1에서 목표 자극에 대한 반응 시간이 느려지는 현상을 초기 주의 획득(attentional capture)이라고 정의하였으며, T2부터 T4까지에서 목표 자극에 대한 반응 시간이 지속적으로 느려지는 현상을 주의 유지(attentional holding)로 정의하였다.

2.2.2. 사회 불안 및 우울 척도

본 연구에서는 참가자의 불안을 측정하기 위해 상태-특성 불안 척도, 한국판 사회 공포증 척도(K-SPS), 한국판 사회적 상호작용 불안척도(K-SIAS), 한국판 사회적 회피 및 불편감 척도(K-SADS)를 실시하였으며, 참가자의 우울을 측정하기 위해 한국판 벡 우울척도 2판(K-BDI-2)을 실시하였다. 각 척도에 대한 설명은 다음과 같다.

a. 상태-특성 불안 척도(STAI-X-1 & II): STAI-X-1은 상태 불안을, STAI-X-II는 특성 불안을 측정하기 위한 검사로, 각각 20문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 1-4 점 척도로, 점수가 높을수록 상태 불안 또는 특성 불안이 높은 것으로 해석한다. 일반적으로는 20-40점이 평균 범위이며 40점 이상은 높은 수준의 불안으로 평가된다.

b. 한국판 사회 공포증 척도(K-SPS): Mattick & Clarke (1998)가 개발하고 Kim(2001)이 번안한 척도로, K-SIAS와 함께 실시하도록 고안되었다. 이 척도는 다양한 수행 관련 상황에서 경험하는 불안을 측정하며, 20문항으로 구성된 5점 척도이다. 총점의 범위는 0점에서 80점까지로 점수가 높을수록 불안 수준이 높음을 의미한다. 대상에 따라 기준점이 다를 수 있으나, 일반적으로 21점 이상은 사회적 상황에 대한 높은 불안과 회피가 존재하는 것으로 본다.

c. 한국판 사회적 상호작용 불안척도 (K-SIAS): Mattick & Clarke(1998)가 개발한 19문항에서 Choi(2007)가 번안한 1문항을 더해 총 20문항으로 구성되었다. 이 척도는 사회적 상호작용 상황에서의 불안을 측정한다. 점수가 높을수록 불안 수준이 높음을 의미하며 일반적으로 31점 이상은 높은 수준의 사회적 상호작용 불안을 나타낼 수 있다.

d. 한국판 사회적 회피 및 불편감 척도 (K-SADS): Watson & Friend(1969)의 SADS를 Lee & Choi(1997)가 번안한 척도로, 28문항으로 구성된 5 점 척도이다.

이 척도는 사회적 상황에서의 불안 경험과 혐오적 사회적 상황에 대한 회피 경향을 측정한다. 28점에서 140점까지 점수 범위이며, 점수가 높을수록 사회적 회피 및 불편감의 정도가 높음을 반영한다.

e. 한국판 벡 우울척도 2판(K-Beck Depression Inventory, K-BDI-2): Beck(1967)의 BDI를 Lee & Song(1991)이 번안하여 신뢰도와 타당도를 확인한 척도이다. 이 척도는 우울증의 인지적, 정서적, 동기적, 신체적 증상을 평가하는 21문항으로 구성되어 있다. 점수는 최대 63점으로 구성되어 있으며 점수가 높을수록 우울이 심각함을 의미한다. 29점 이상의 경우, 심한 우울을 반영한다.

2.2.3. 휴지기 뇌파 측정

휴지기 뇌파 측정은 참가자가 긴장을 풀 상태에서 편안한 마음으로 진행할 수 있도록 충분한 사전 준비 시간을 제공한 뒤, 소음을 차단해주며 빛이 조절된 분리된 실험실에서 진행하였다.

본 연구에서 사용된 뇌파 기기는 Neuronics 32이며 (Neuronics 32, Intermed engineering, Korea), 32개의 습식 전극이 부착되어 있는 캡(cap)을 착용하여 측정하였다. 이를 사용하여 10/20 system에 따라 배치한 30개의 전극(Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FT7, FC3, FCz, FC4, FT8, T7, C3, Cz, C4, T8, TP7, CP3, CPz, CP4, TP8, P7, P3, Pz, P4, P8, O1, Oz, O2)과 양 귓볼에 부착한 A1, A2 참조 전극으로부터 EEG 신호를 컴퓨터로 받아 추후 분석하였다. 뇌파는 1초를 한 에폭(epoch)으로 하여, 각 에폭 당 얻는 sampling의 개수는 256으로 설정하고, 높은 임피던스를 가진 전극은 뇌파 기록을 오염시킬 수 있어, 임피던스는 10 k Ω 이하로 설정하였다. EEG 측정은 4분 동안 눈을 뜨고(Eye-open: EO) 측정하고, 4분 동안 눈을 감고(Eye-closed: EC) 측정하는 두 조건으로 총 8분 가량의 측정을 진행하였다. EO 조건과 EC 조건의 순서는 참가자 간 역균형화 되어 실시되었다.

2.3. 분석 방법

2.3.1. 행동 데이터 분석

수집된 자료는 SPSS 18 버전을 사용하여 분석하였다. 주의 과제 분석 시, 150ms 이하의 빠른 반응이나, 1150ms

이상의 느린 반응은 분석에서 제외되었다. 각 집단의 반응 차이를 확인하기 위해, 2(정서가; 분노/중립) \times 5(시간; T1/T2/T3/T4/TB) \times 2(집단; HSA/LSA)의 반복측정 분산 분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 이 때, 데이터의 정규성을 평가하기 위해 Shapiro-Wilk 검정을 수행하였으며 그 결과, 모든 시간 순서에 따른 반응은 정규성 가정을 충족하는 것으로 확인되었다 (all $p_s > .05$). 방해 자극의 정서가에 따른 주의 획득과 주의 유지 현상을 살펴보기 위해 방해 자극이 나타나지 않는 TB의 반응 시간과 T1부터 T4까지의 반응시간을 비교하여 주의편향 점수를 측정하여 (주의 편향 점수 = Tn의 반응시간 - TB의 반응시간) 대응 표본 t 검정을 통한 사후 분석을 실시하였다. 이때, 다중 비교로 인한 1종 오류 확률을 줄이기 위해 Benjamini-Hochberg 보정을 함께 적용하였다 (Benjamini & Hochberg, 1995).

2.3.2. 휴지기 뇌파 전처리 및 분석

휴지기 뇌파 신호는 전처리 과정을 거친 후, Matlab toolbox인 EEGLAB 12.0.6을 사용하여 세 가지 유형의 필터링을 실시하였다. 첫째, 저주파 필터(low pass filter)는 0.5Hz 이상으로 설정하고, 둘째, 고주파 필터(high pass filter)는 60Hz 이상으로 설정하였으며, 마지막으로 노치 필터(notch filter)는 60Hz로 설정하여 진행하였다. 이후, 독립요인분석(Independent Component Analysis; ICA)을 사용하여 근육의 움직임이나 눈 깜박임과 같은 신체적 움직임으로 인해 오염된 성분들을 제거한 최종 데이터를 추후 분석에 사용하였다.

주파수 분석을 위해 뇌파의 시간 영역 신호를 주파수 영역으로 변환하는 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform; FFT)을 이용한 스펙트럼 분석(EEG spectrum Analysis) 방법을 사용하여 뇌파의 주파수 성분에 따른 고유 반응을 얻고자 하였다. 각각의 주파수 스펙트럼은 delta (1~4Hz), theta (4~8Hz), alpha (8~13Hz), beta (14~30Hz)로 분류하여 분석하였다. 이때, 32개의 채널 중, 안구 운동 측정용 두 개의 채널을 제외한 총 30개의 채널에 대한 결과만을 최종 분석에 사용하였다.

각 참가자의 데이터에서 1초를 한 에폭으로 하여, 각 에폭 당 샘플링 수는 256로 하였다. 이 때, 오염 성분(artifact)을 제거하여 보편적으로 20~30초 정도의 뇌

파를 사용한 선행 연구를 기반으로 본 연구에서는 최종적으로 한 참가자당 120개의 에폭 즉, 약 30.72초의 자료를 사용하였다(Min et al., 1997; Seo et al., 2015). 모든 데이터는 가장자리 효과(edge-effect)를 줄이기 위해 10% 해밍 윈도우(10% Hamming window)를 적용한 후, 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 통해 파워 스펙트럼을 추출하였다.

본 연구에서는 TBR을 계산하기 위해, 전체 주파수 대역에 해당하는 절대 파워 값을 산출한 후, 자연로그 변형 기법을 적용하여 파워 값을 계산하였다. 이후 전두 영역의 TBR을 살펴보기 위해 잡음 및 오염 성분을 최소화 하기 위해 표준화 된 방법인 채널간 평균화를 실시하여(F3, F4 & Fz의 평균화) 전두 영역의 각 주파수 대역 별 평균 값을 추출하였다. 개인의 TBR은 서파인 세타파를 속파인 베타파로 나누어 계산하였다. 이렇게 얻어진 값들의 크기를 대응 표본 *t* 검정을 통하여 비교하였다.

3. 연구 결과

3.1. 주의 편향 분석 결과

본 연구에서는 방해 자극의 정서가와 제시 시간 반응 시간 차이를 분석하기 위해, 2(정서가; 분노/중립) × 5(시간 순서; T1/T2/T3/T4/TB) × 2(집단; HSA/LSA)의 반복측정 분산분석을 실시하였다.

반복측정 분산분석 결과는 Table 2에 제시된 것과 같다. Mauchly의 구형성 검정 결과, 시간 순서와 정서 ×

시간 순서의 경우에 구형성 가정이 충족되지 않아(시간 순서: Mauchly's $W = 0.190, p < .001$; 정서 x 시간 순서: Mauchly's $W = 0.467, p < .01$), Greenhouse-Geisser 조정된 자유도를 사용하여 F 통계량을 계산하였다. 분산분석 결과, 시간 순서는 유의미한 주효과를 보였으며 ($F(2.38, 73.78) = 26.886, p < .001, \eta^2 = 0.46$), 시간 순서 x 집단의 유의미한 상호작용 효과가 나타났다($F(4, 124) = 4.918, p < .05, \eta^2 = .137$). 또한, 정서 × 시간 순서 × 집단 간의 유의미한 삼원 상호작용 효과가 나타났다 ($F(4,124) = 4.765, p < .05$). 이에 따라, 각 집단의 시간 순서에 따른 주의 편향 양상을 더욱 자세히 살펴보기 위해 정서가에 따라 T1부터 T4까지의 반응시간이 TB 반응시간과 비교하여 어떠한 차이가 있는지 확인하고자 Benjamini-Hochberg 보정을 이용한 사후 분석을 진행하였다(Benjamini & Hochberg, 1995; Kim et al., 2018).

사후 분석 결과, Fig. 2와 3에 제시된 바와 같이, HSA 집단과 LSA 집단 모두, 자극이 처음 나타난 T1에서의 반응속도가 유의미하게 느려지는 초기 주의 편향이 관

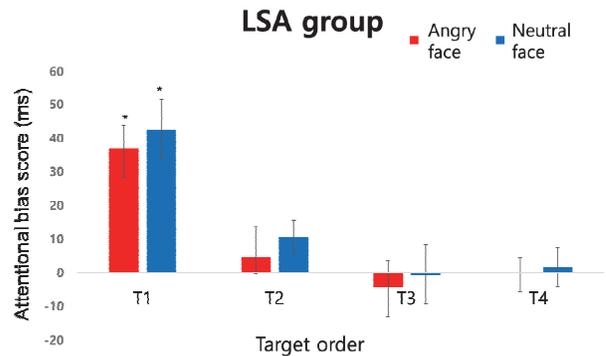


Fig. 2. Attentional bias effects in low social anxiety group
Note. * = significant differences between TB & Tn

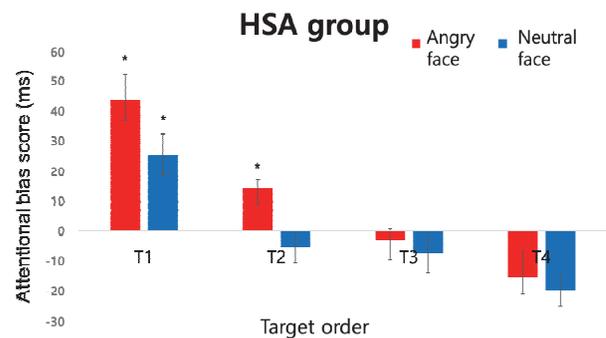


Fig. 3. Attentional bias effects in high social anxiety group
Note. * = significant differences between TB & Tn

Table 2. Repeated measure ANOVA

	<i>F</i>	<i>p</i>	ηp^2
Stim x Order x Group	$F(4, 124)=4.77^*$	.037	.133
Stim x Group	$F(1, 31)=.58$	.451	.018
Stim x Order	$F(2.79, 86.35)=1.37$	.251	.042
Order x Group	$F(4, 124)=4.918^*$	.034	.137
Stim	$F(1, 31)=.014$	.905	.000
Order	$F(2.38, 73.78)=26.89^{***}$	<.001	.464
Group	$F(1, 31)=.60$	.443	.019

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$
Stim(정서) - Angry, Neutral / Order (시간 순서) - T1, T2, T3, T4, TB / Group (집단) - HSA, LSA

찰되었다(HSA 집단: 분노 T1 $t(12) = 4.17, p < .01$, 중립 T1 $t(12) = 3.05, p < .05$; LSA 집단: 분노 T1 $t(21) = 4.44, p < .001$, 중립 T1 $t(21) = 5.19, p < .001$). 그러나, 지속적으로 주의가 유지되는 주의 유지 효과는 HSA 집단에서만 분노 얼굴 자극에 대해서 유의미하게 나타났다 ($t(12) = 3.92, p < .01$).

3.2. 사회 불안 척도와 주의 편향 간의 상관 분석 결과

위협 자극에 대한 주의 편향 양상과 불안 관련 심리 척도 점수 간의 관계를 규명하기 위해, 주의 편향 점수와 불안 관련 설문 척도 점수 간의 상관 분석을 실시하였다. 그 결과, 중립 자극에 대한 주의 편향 반응과 설문 척도 점수 간에는 유의미한 상관이 나타나지 않았으나(all $ps > .05$), 위협 자극에 대한 T1 반응과 상태 불안(STAI-X-1; $r = .84, p < .001$), 사회 공포증(K-SPS; $r = .46, p < .01$), 그리고 사회적 상호작용 불안 척도(K-SIAS; $r = .37, p < .05$) 간에는 유의미한 정적 상관이 나타났다. 또한, 위협 자극에 대한 T2 반응과 사회 공포증(K-SPS; $r = .39, p < .05$) 사회적 상호작용 불안 척도(K-SIAS; $r = .36, p < .05$) 간에도 유의미한 정적 상관이 나타났다. 즉, 개인의 상태 불안과 사회 공포증, 그리고 사회적 상호작용 불안 점수가 높을수록 위협 자극에 대한 주의가 더 많이 편향되는 것으로 확인되었다.

3.3. 설문 척도와 휴지기 뇌파 간의 상관 분석 결과

불안 관련 심리 척도 점수와 TBR 간의 관계를 규명하기 위해, 전체 집단을 대상으로 TBR과 유의미한 상관을 보이는 설문 척도를 탐색하였다. 그 결과, TBR과 상태 불안(STAI-X-1; $r = .06, p > .05$), 특성불안(STAI-X-2; $r = -.07, p > .05$), 사회 공포증(K-SPS; $r = -.08, p > .05$), 사회적 상호작용 불안 척도(K-SIAS; $r = -.07, p > .05$), 그리고 사회적 회피 및 불편감 척도(K-SADS; $r = -.08, p > .05$) 간에는 모두 유의미한 상관이 나타나지 않았다. 추가적으로, 낮은 사회 불안 집단과 높은 사회 불안 집단 각각에서도 모든 사회 불안 관련 척도와 TBR 간의 유의미한 상관이 나타나지 않았다(all $ps > .05$).

3.4. 주의 편향과 휴지기 뇌파 간의 상관 분석 결과

고 사회 불안 집단의 평균 TBR은 .616이었으며, 저 사회불안 집단의 평균 TBR은 .702로 두 집단 간의 평균 차는 유의미하지 않았다($t(33) = 1.09; p > .05$). 각 집단의 주의 편향 점수와 TBR간의 관계를 살펴본 결과, 저 사회 불안 집단에서는 중립 자극에 대한 T1 반응과 TBR 간의 정적인 상관이 유의미한 것으로 나타났으며($r = .57, p < .01$), 위협 자극에 대한 T1반응과 TBR 간의 정적인 상관이 유의미한 수준에 근접한 것으로 나타났다($r = .42, p = .055$). 반면, 고 사회 불안 집단에서는, 중립 자극에 대한 T1 반응과 TBR 간의 부적 상관이 유의미하게 나타났다($r = -.629, p < .05$). 또한, 위협 자극에 대한 초기 주의 획득(T1)과 주의 유지(T2) 반응은 모두 TBR과 유의미한 부적 상관을 보이는 것으로 나타났다(T1: $r = -.65, p < .05$; T2: $r = -.60, p < .05$). 그 외의 주의 반응 결과와 TBR 간에는 유의미한 상관이 확인되지 않았다. 즉, 저 사회 불안 집단에서는 TBR이 높을수록 중립 및 위협 자극에 대한 초기 주의 획득이 더 많이 이루어지며, 반면 고 사회 불안 집단에서는 TBR이 낮을수록 위협 자극에 대한 초기 주의 획득과 이후 T2에서의 주의 유지 효과가 더 크게 나타난다는 것을 확인하였다.

3.5. 주의 편향과 휴지기 뇌파 간의 회귀 분석 결과

고 사회 불안 집단에서 주의 편향 점수와 TBR 간에 유의미한 상관을 보인 결과(T1와 T2)를 바탕으로, 주의 편향 양상이 TBR을 예측하는 설명력을 확인하기 위하여 회귀 분석을 실시하였다. LSA 집단의 경우 주의 편향은 두 얼굴 자극 조건 모두에서 T1에서의 주의 획득으로 나타났고, HSA 집단의 경우 주의 편향은 두 얼굴 자극 조건 모두에서 T1에서의 주의 획득과 분노 얼굴 조건에서 T2에 대한 주의 유지로 확인되었다. 이에 따라, 회귀 모델에서는 각 집단별 주의 편향 점수를 독립 변수로, TBR을 종속 변수로 설정하였다.

그 결과, Fig. 4에 제시된 바와 같이, 고 사회 불안 집단에서는 위협 자극에 대한 초기 주의 획득 반응이 TBR의 감소를 유의미하게 예측하였으며($F(1,11) = 7.96, p < .05$), 위협 자극에 대한 T1 증가 반응이 TBR

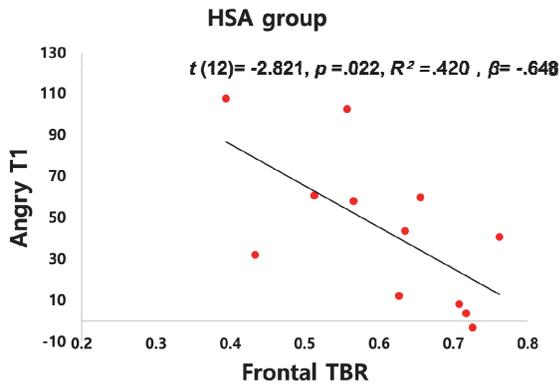


Fig. 4. Correlation between attentional bias towards angry T1 and average TBR in HSA group

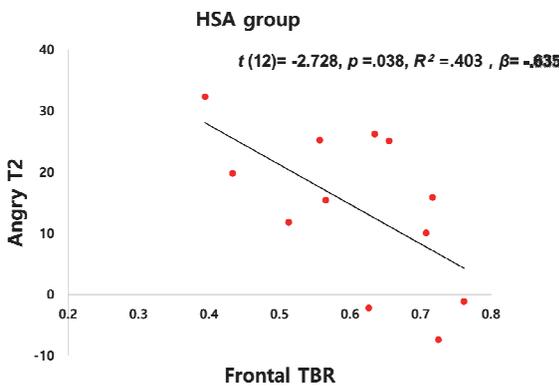


Fig. 5. Correlation between attentional bias towards angry T2 and average TBR in HSA group

의 감소를 설명하는 설명력은 전체 변량의 42%인 것으로 나타났다($t(12) = -2.82, p < .05, R^2 = .420, \beta = -.65$). 또한, Fig. 5에 제시된 것과 같이, 위협 자극에 대한 T2의 증가 반응은 TBR의 감소를 유의미하게 예측하였으며($F(1,11) = 7.44, p < .05$), 위협 자극에 대한 주의 유지 편향에 의해 높은 사회불안 집단의 TBR의 감소가 설명되는 설명력은 전체 변량의 40.3%로 나타났다($t(12) = -2.73, p < .05, R^2 = .403, \beta = -.64$).

4. 논의 및 결론

4.1. 연구의 결과 및 의의

본 연구는 고 사회 불안 집단과 저 사회 불안 집단에서 나타나는 위협 자극에 대한 주의 편향 양상과 주의 및 정서 조절과 관련된 특징적인 생체지표를 확인하고

자 하였다. 그 결과, 저 사회 불안 집단과 고 사회 불안 집단 모두 정서와 관계없이 모든 방해 자극에 대한 유의미한 초기 주의 획득을 보인다는 것을 확인했다. 이러한 결과는 선행 연구와 유사한 결과로, 개인의 불안 수준과 상관없이 갑자기 나타난 방해 자극에 대해 초기 주의 획득 반응이 자동적이며 자연스러운 현상임을 의미한다(Kim et al., 2022; Kim et al., 2018; Park & Kim, 2024). 반면, 고 사회 불안 집단에서는 위협 자극에 대한 주의가 지속적으로 철회되지 않는 주의 유지 효과가 유의미하게 나타났다. 이는 위협 자극에 대한 주의 철회의 어려움으로 인한 과도한 주의 지속이 사회 불안과 관련된 특징적인 주의 편향 양상임을 비 임상군인 고 사회불안 집단에서 반복 검증하는 결과이다(Kim et al., 2018).

위협 자극에 대한 초기 주의 획득과 유의미한 정적 상관을 보인 척도로는 상태 불안, 사회공포증 척도, 그리고 사회적 상호작용 불안 척도가 확인되었다. 위협 자극에 대한 주의 유지 효과 역시 사회공포증 척도와 사회적 상호작용 불안 척도와 유의미한 상관을 보였다. 이는 개인이 호소하는 사회 불안 정도가 높을수록 위협 자극에 대한 초기 주의 획득뿐만 아니라 주의 유지 효과도 나타난다는 것을 재확인하는 결과이다(Kim et al., 2018; Park & Kim, 2024).

이와 같이, 본 연구의 결과는 저 사회 불안 집단이 목표와 관련 없는 위협 자극으로부터 주의를 철회할 수 있는 효율적인 인지 통제를 보이는 반면, 고 사회불안 집단은 위협 자극이 방해 자극으로 제시될 때 주의 철회의 어려움을 겪어 과도하게 주의가 편향되는 역기능적인 인지 통제를 보여준다는 것을 시사한다.

본 연구에서는, 개인의 불안 수준과 TBR 간의 관계가 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 불안은 가벼운 긴장감부터 심각한 불안 장애까지 다양한 스펙트럼으로 나타날 수 있다. 그러나 사회 불안 장애는 경험하는 불안의 강도가 비정상적으로 높거나 일상 기능을 심각하게 저해하는 경우에 진단된다. 따라서, 사회 불안을 측정하는 도구들도 불안 장애가 일상생활을 저해하는 정도에 초점이 맞추어져 있다(Dell'Osso et al., 2003; Filho et al., 2010). 본 연구는 임상 현장에서 사회 불안 장애로 진단 받지 않은 사회 불안 고 위험군 성인을

대상으로 진행되었기 때문에, 참가자들의 설문 반응은 특정 상황에서의 불안이나, 사회 불안 증상 중 일부만 보고했을 가능성이 있다. 따라서, 사회 불안 장애군에서 나타나는 특징적인 신경학적 결과와 유사한 상관 결과를 보이지 않았으며, 이는 설문 척도를 통해 사회 불안의 정도를 정의하는데 따른 한계에서 기인할 수 있음을 시사한다.

행동 지표인 주의 편향 과제에서의 개인의 반응과 신경학적 지표인 휴지기 전두 영역의 TBR 간의 관계는 유의미한 상관을 보이는 것으로 나타났다. 저 사회 불안 집단의 경우, 위협 자극에 대한 주의 편향이 낮을수록 TBR도 낮은 유의미한 정적인 상관이 나타났다. 반면, 고 사회 불안 집단에서는 위협 자극에 대한 주의 편향이 높을수록 TBR이 낮아지는 유의미한 부적 상관이 관찰되었다. 또한, 저 사회 불안 집단에서는 위협 자극에 대한 초기 주의 편향의 증가가 TBR의 증가를 설명하는 설명력이 유의미한 경향성을 보였다. 이는, 비 임상 집단의 경우 TBR이 낮을수록 속파가 서파에 비해 활성화되어 인지 통제의 주요 기제인 효율적인 정서 조절이 가능하며, 위협 자극에 대한 반응 억제가 잘 이루어진다는 것을 시사한다(Angelidis et al., 2016; Putman et al., 2014). 따라서, 본 연구의 저 사회 불안 집단에서 나타난 위협 자극에 대한 주의 편향과 TBR 간의 정적 상관 결과는, TBR이 낮을수록 즉각적인 정서 조절이 잘 이루어지고, 유연한 의사 결정과 같은 효율적 인지 처리와 관련된다는 선행 연구를 지지하는 결과이다(Angelidis et al., 2018; Bar-Haim et al., 2007).

흥미롭게도, 저 사회 불안 집단과 상반되게, 고 사회 불안 집단에서는 위협 자극에 대한 초기 주의 편향과 주의 유지 효과의 증가가 TBR의 감소를 유의미하게 예측하는 양상이 나타났다. 감소된 TBR은 속파에 비해 서파가 활성화 되는 것으로, 이러한 전두 영역의 베타파 과잉 활성화는 스트레스, 불안감, 공포감과 같은 부정적인 정서 상태와 관련이 있다(Friel, 2007; Perlis et al., 2007; Kim et al., 2017). 최근 Al-Ezzi et al.(2020)의 연구에서도, 정상 성인 집단에서는 휴지기 동안 측정된 TBR이 높을수록 더 높은 불안을 보고한 반면, 사회 불안 장애 집단에서는 휴지기의 TBR이 높을수록

더 낮은 불안을 보고했다. 또한, 신체적, 심리적 및 피질 활동의 증대를 포함하는 과다 각성 장애로 규정되는 불면증 연구에서도, 휴지기 동안 뇌파에서 고주파 진폭인 베타파가 정상 집단에 비해 증가하고 서파가 감소하는 특성이 나타났다(Perlis et al., 1997; Perlis et al., 2007).

본 연구에서, 위협 자극에 대한 과도한 주의 편향을 보이는 고 사회 불안 집단은 선행 연구와 유사하게 휴지기 동안 서파(세타파)에 비해 속파(베타파)가 과잉 활성화되어 감소된 TBR을 보였으며, 이는 사회 불안이 높을수록 휴지기 동안에도 잠재적 위협 관련 자극을 감지하기 위해 과도한 주의 자원을 할당하고 상황을 통제하려는 과도한 경계 경향성을 반영하는 것이라고 할 수 있다(Imperator et al., 2019; Savostyanov et al., 2009). 이러한 결과는 감소된 TBR이 실제 임상적 진단을 받은 사회 불안 장애군 뿐만 아니라 진단을 받지 않았으나 높은 사회 불안 성향을 보고하는 고 위험군 집단에서도 위협 자극에 대한 과도한 주의 편향을 예측하는 중요한 생체지표일 수 있음을 시사한다.

4.2. 연구의 제한점

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저, 참가자가 여성으로만 구성되었다는 점이다. 본 연구는, 성차가 TBR 및 위협 자극에 대한 주의 편향 특성에 혼합요인으로 작용할 수 있을 가능성을 통제하기 위해, 비 임상적인 집단에서 높은 사회 불안을 경험하는 확률이 남성보다 여성에서 높다는 특성을 고려하였다(APA, 2013). 그러나, 추후 연구에서는 남성과 여성 모두를 포함하여 성차가 주의 편향 및 TBR 양상에 미치는 영향을 탐색할 필요가 있을 것이다.

또한, 본 연구 참가자의 전체 참가자 중 약 63%가 LSA, 약 36%가 HSA로 집단 간 참가자 수의 편차가 나타났다. 이와 같은 편차가 검증력의 차이로 인해 연구 결과에 영향을 줄 가능성을 배제할 수는 없으나, 분산분석과 상관 및 회귀분석 결과, 더 작은 샘플 사이즈 집단인 HSA 집단에서만 유의미한 위협 자극에 대한 유의미한 주의 유지 양상이 확인되었고, 뇌파와 주의 편향 양상 간의 유의미한 관계가 발견되었다. 따라서, 본 연구

에서 나타난 집단 간 결과 차이는 샘플 사이즈의 차이로 인한 검증력의 차이로 인해 나타난 것으로 보기 어렵다. 그러나, 추후 연구에서 각 집단의 참가자 수를 동일하게 매치하여 결과를 재현해 볼 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 연구에서는 방해 자극으로 중립 얼굴과 화난 얼굴 두 자극만 사용하였기 때문에, 정서가에 대한 주의 편향 양상을 일반화하기 어려운 제한점이 있다. 특히, 사회 불안 장애의 경우 정서가를 평정할 때 중립 얼굴 자극에 대해 부정적으로 편향된 평가를 보인다는 주장도 있다(Gilboa-Schechtman et al., 1999; Baek & Lee, 2013). 따라서 추후 연구에서는 다양한 정서가(예: 기쁨, 놀람, 슬픔 등)를 사용하거나, 얼굴 자극 이외의 위협 자극을 사용하여 다양한 정서에 대한 주의 편향 양상을 보다 명확히 할 필요가 있다.

그럼에도 불구하고, 본 연구는 사회 불안 장애로 진단받지 않은 사회 불안 고위험군을 대상으로 위협 자극에 대한 초기 주의 획득뿐 아니라 주의 유지효과를 확인함으로써, 사회 불안 장애를 대상으로 한 선행 연구의 결과를 반복 검증하고 확장했다는 점에서 의의가 있다. 이는 위협으로부터 주의를 철회하는 어려움이 사회 불안 관련 증상을 유지하는 데 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 즉, 위협 자극에서 벗어나 긍정적인 자극에 주의를 기울이도록 주의 편향을 수정하는 훈련이 환자의 일상생활에서 사회적 불안 증상을 감소시키는 데 필요할 수 있다. 따라서, 본 연구에서 사용한 연속 수행 과제 패러다임이 효과적인 주의 편향 수정 훈련 프로그램을 개발하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 제안한다.

또한, 본 연구는 휴지기 동안 전두 영역 TBR의 감소가 사회 불안 고위험군에서 특징적으로 나타나는 위협 자극에 대한 과도한 주의 편향 양상과 관련된 유의미한 생체지표임을 밝힌 연구라는 점에서도 의의가 있다. 이러한 결과는 이후 사회 불안 고위험군을 대상으로 뉴로피드백 훈련과 같은 치료적 개입을 고안하는 데 중요한 기반을 제공할 수 있다. 종합적으로, 본 연구의 결과는 사회 불안 병리를 앓고 있는 임상 집단뿐만 아니라 고위험군 집단에 대한 조기 개입 방향, 적절한 평가 방법 개발 및 치료 개입에 대한 학문적 기반에 기여할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Aftanas, L. I., Pavlov, S. V., Reva, N. V., & Varlamov, A. A. (2003). Trait anxiety impact on the EEG theta band power changes during appraisal of threatening and pleasant visual stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 50(3), 205-212. DOI: 10.1016/S0167-8760(03)00156-9
- Agustí, A. I., Satorres, E., Pitarque, A., & Meléndez, J. C. (2017). An emotional Stroop task with faces and words. A comparison of young and older adults. *Consciousness and cognition*, 53, 99-104. DOI: 10.1016/j.concog.2017.06.010
- Agusti, A. I., Satorres, E., Pitarque, A., & Meléndez, J. C. (2019). Effects of SOA and age on the inhibition of return in a localization task. *Current Psychology*, 38, 1304-1309. DOI: 10.1007/s12144-017-9683-8
- Al-Ezzi, A., Kamel, N., Faye, I., & Gunaseli, E. (2020). Review of EEG, ERP, and brain connectivity estimators as predictive biomarkers of social anxiety disorder. *Frontiers in Psychology*, 11, 730. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.00730.
- American Psychiatric Association, D. S. M. T. F., & American psychiatric Association D. S. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5*(Vol. 5, No. 5). Washington, DC: American psychiatric association.
- Angelidis, A., Hagenars, M., van Son, D., van der Does, W., & Putman, P. (2018). Do not look away! Spontaneous frontal EEG theta/beta ratio as a marker for cognitive control over attention to mild and high threat. *Biological Psychology*, 135, 8-17. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2018.03.002.
- Angelidis, A., van der Does, W., Schakel, L., & Putman, P. (2016). Frontal EEG theta/beta ratio as an electrophysiological marker for attentional control and its test-retest reliability. *Biological Psychology*, 121(Pt A), 49-52. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2016.09.008.
- Baek, Y. M., & Lee, D. H. (2013) Interpretation biases in processing of the facial expression emotional stimuli of the social anxiety group. *Korean Journal*

- of Psychology: Clinical*, 32(1), 243-257.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., & Van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, 133(1), 1. DOI: 10.1037/0033-2909.133.1.1.
- Beall, P. M., & Herbert, A. M. (2008). The face wins: Stronger automatic processing of affect in facial expressions than words in a modified Stroop task. *Cognition and Emotion*, 22(8), 1613-1642. DOI: 10.1080/02699930801940370
- Beck, A. T. (1967). Depression: Clinical, experimental, and theoretical aspects. Harper & Row google schola, 2, 103-113.
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal statistical society: series B (Methodological)*, 57(1), 289-300. DOI: 10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x
- Choi, B. H. (2007). Cognitive-Behavioral Group Therapy for Social Phobia: Basic Mechanisms and Clinical Strategies. Seoul: Sigma press
- Dalgleish, T., & Power, M. J. (1999). Cognition and emotion: Future directions. *Handbook of Cognition and Emotion*, 799-805.
- Dell'Osso, L., Rucci, P., Ducci, F., Ciapparelli, A., Vivarelli, L., Carlini, M., ... & Cassano, G. B. (2003). Social anxiety spectrum. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 253, 286-291. DOI: 10.1007/s00406-003-0442-5
- Filho, A. S., Hetem, L. A., Ferrari, M. C., Trzesniak, C., Martín-Santos, R., Borduqui, T., ... & Crippa, J. A. D. S. (2010). Social anxiety disorder: what are we losing with the current diagnostic criteria?. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 121(3), 216-226. DOI: 10.1111/j.1600-0447.2009.01459.
- Friel, P. N. (2007). EEG biofeedback in the treatment of attention deficit/hyperactivity disorder. *Alternative Medicine Review*, 12(2), 146-151.
- Gilboa-Schechtman, E., Foa, E. B., & Amir, N. (1999). Attentional biases for facial expressions in social phobia: The face-in-the-crowd paradigm. *Cognition & Emotion*, 13(3), 305-318. DOI: 10.1080/026999399379294.
- Givon-Benjio, N., & Okon-Singer, H. (2020). Biased estimations of interpersonal distance in non-clinical social anxiety. *Journal of Anxiety Disorders*, 69, 102171. DOI: 10.1016/j.janxdis.2019.102171.
- Imperatori, C., Farina, B., Adenzato, M., Valenti, E. M., Murgia, C., Della Marca, G., ... & Ardito, R. B. (2019). Default mode network alterations in individuals with high-trait-anxiety: an EEG functional connectivity study. *Journal of Affective Disorders*, 246, 611-618. DOI: 10.1016/j.jad.2018.12.071.
- Kim, H. S. (2001). Memory bias in subtypes of social phobia (Unpublished master's thesis). Seoul National University, Seoul, Republic of Korea. Retrieved from <http://www.riss.kr/>
- Kim, M. H., Kim, J., & Kim, S. Y. (2022). Attentional bias to emotional stimuli and effects of anxiety on the bias in neurotypical adults and adolescents. *Science of Emotion and Sensibility*, 25(4), 107-118. DOI: 10.14695/KJSOS.2022.25.4.107
- Kim, S. W., Kwon, Y. N., & Choi, S. W. (2017). The effect of beta neurofeedback training on the quality of sleep. *Korean Health Psychological Association: Health*, 22(3), 511-530.
- Kim, S. Y., Shin, J. E., Lee Y. I., Kim, H., Jo, H. J. & Choi S. H. (2018). Neural evidence for persistent attentional bias to threats in patients with social anxiety disorder. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 13(12), 1327-1336. DOI: 10.1093/scan/nsy101.
- Knyazev, G. G. (2007). Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31(3), 377-395. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2006.10.004.
- Lee, S. E. (2017). Risk factors for suicidal ideation across the life cycle among Korean adults: Korean psycho-social anxiety survey. *Korean Journal of Adult Nursing*, 29(2), 109-118. DOI: 10.7475/kjan.2017.29.2.109
- Lee, J. Y., & Choi, C. H. (1997). A study of the reliability and the validity of the Korean version of social phobia scales(K-SAD, K-FNE). *The Korean Journal*

- of Clinical Psychology*, 16(2), 251-264. Retrieved from <https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=154321>
- Lee, M. J., & Kim, S. Y. (2020). Effects of cognitive reappraisal and expressive suppression on negative emotion in female college students. *Science of Emotion and Sensibility*, 23(1), 89-102. DOI: 10.14695/KJSOS.2020.23.1.89
- Lee, Y. H., & Song, J. Y. (1991). A Study on the Reliability and Validity of BDI, SDS, and MMPI-D Scale. *Korean Journal of Psychology: Clinical*, 10(1), 98-113
- Mattick, R. P., & Clarke, J. C. (1998). Development and validation of measures of social phobia scrutiny fear and social interaction anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 36(4), 455-470.
- Merikangas, K. R., Avenevoli, S., Acharyya, S., Zhang, H., & Angst, J. (2002). The spectrum of social phobia in the Zurich cohort study of young adults. *Biological Psychiatry*, 51(1), 81-91. DOI: 10.1016/S0006-3223(01)01309-9
- Min, S. K., Jon, D. I., Lee, S. H., Ahn, C. B., & Yoo, S. K. (1997). Clinical validity of the domestic EEG and EP mapping system (Neuronic). *Sleep Medicine and Psychophysiology*, 4(1), 96-106.
- Modi, S., Kumar, M., Kumar, P., Khushu, S. (2015). Aberrant functional connectivity of resting state networks associated with trait anxiety. *Psychiatry Research*, 234(1), 25-34. DOI: 10.1016/j.psychres.2015.07.006
- Park, J. A., & Kim, S. Y. (2024). Attention and memory bias to threatened stimuli in individuals with high social anxiety. *Science of Emotion and Sensibility*, 27(2) 113-126. DOI: 10.14695/KJSOS.2024.27.2.113
- Parks, E. L., Kim, S. Y., & Hopfinger, J. B. (2014). The persistence of distraction: A study of attentional biases by fear, faces, and context. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21(6), 1501-1508. DOI: 10.3758/s13423-014-0615-4.
- Perlis, M. L., Giles, D. E., Mendelson, W. B., Bootzin, R. R., & Wyatt, J. K. (1997). Psychophysiological insomnia: the behavioural model and a neurocognitive perspective. *Journal of Sleep Research*, 6(3), 179-188. DOI: 10.1046/j.1365-2869.1997.00045.x
- Perlis, M. L., Pigeon, W. R., & Drummond, S. P. A. (2007). Neurobiology of insomnia. *Neurobiology of Disease*, 735-744. DOI: 10.1016/B978-012088592-3/50070-0
- Pishyar, R. Harris, L. M., & Menzies, R. G. (2004). Attentional bias for words and faces in social anxiety. *Anxiety, Stress & Coping*, 17(1), 23-36. DOI: 10.1080/10615800310001601458
- Putman, P. (2011). Resting state EEG delta-beta coherence in relation to anxiety, behavioral inhibition, and selective attentional processing of threatening stimuli. *International journal of Psychophysiology*, 80(1), 63-68. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2011.01.011.
- Putman, P., van Peer, J., Maimari, I., & van der Werff, S. (2010). EEG theta/beta ratio in relation to fear-modulated response-inhibition, attentional control, and affective traits. *Biological Psychology*, 83(2), 73-78. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2009.10.008
- Putman, P., Verkuil, B., Arias-Garcia, E., Pantazi, I., & van Schie, C. (2014). EEG theta/beta ratio as a potential biomarker for attentional control and resilience against deleterious effects of stress on attention. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 14(2), 782-791. DOI: 10.3758/s13415-013-0238-7.
- Savostyanov, A. N., Tsai, A. C., Liou, M., Levin, E. A., Lee, J. D., Yurganov, A. V., & Knyazev, G. G. (2009). EEG-correlates of trait anxiety in the stop-signal paradigm. *Neuroscience Letters*, 449(2), 112-116. DOI: 10.1016/j.neulet.2008.10.084.
- Schutter, D. J., & Van Honk, J. (2005). Electrophysiological ratio markers for the balance between reward and punishment. *Cognitive Brain Research*, 24(3), 685-690. DOI: 10.1016/j.cogbrainres.2005.04.002.
- Seo, S., Im, S., Lee, S. G., & Shin, C. J. (2015). Electroencephalographic Characteristics of Alcohol Dependent Patients: 3-Dimensional Source Localization. *Korean Journal of Biological Psychiatry*, 22(2), 87-94.
- Soutar, R. G., & Longo, R. E. (2011). *Doing neurofeedback: An introduction*. ISNR Research Foundation.
- Tian, X., Wei, D., Du, X., Wang, K., Yang, J., Liu, W., ... & Qiu, J. (2016). Assessment of trait anxiety and

- prediction of changes in state anxiety using functional brain imaging: A test-retest study. *Neuroimage*, 133, 408-416. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2016.03.024.
- Watson, D., & Friend, R. (1969). Measurement of social-evaluative anxiety. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 33(4), 448. DOI: 10.1037/h0027806
- Wittchen, H. U., Stein, M. B., & Kessler, R. C. (1999). Social fears and social phobia in a community sample of adolescents and young adults: prevalence, risk factors and co-morbidity. *Psychological Medicine*, 29(2), 309-323. DOI: 10.1017/S0033291798008174
- Yuan, M., Zhu, H., Qiu, C., Meng, Y., Zhang, Y., Shang, J., ... & Lui, S. (2016). Group cognitive behavioral therapy modulates the resting-state functional connectivity of amygdala-related network in patients with generalized social anxiety disorder. *BMC Psychiatry*, 16, 1-9. DOI: 10.1186/s12888-016-0904-8.
- 원고접수: 2024.08.10
수정접수: 2024.08.31
게재확정: 2024.09.02