



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](#)

김 명 선 교수 지도
석사학위 청구논문

조현형 성격 성향을 가진 대학생의
의미 위반 인식 결함에 관한 연구
-사건관련전위와 뇌 신호원 분석-

2020

성신여자대학교 대학원
심 리 학 과
박 민 지

조현형 성격 성향을 가진 대학생의
의미 위반 인식 결함에 관한 연구
-사건관련전위와 뇌 신호원 분석-

김 명 선 교수 지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2019년 11월

성신여자대학교 대학원

심 리 학 과

박 민 지

인 준 서

박민지의 석사학위 논문으로 인준함

2019년 11월

심사위원장 _____ (인)

심 사 위 원 _____ (인)

심 사 위 원 _____ (인)

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 조현형 성격 성향을 가진 여자 대학생의 의미 위반 인식 결함을 문장 적합성 판단 과제, 사건관련전위 및 뇌 신호원 국소화 분석을 사용하여 조사하였다. 한국판 조현형 성격장애 척도 점수에 근거하여 정상통제군($n=22$)과 조현형 성격 성향군($n=21$)을 선정하였다. 의미 위반 인식 능력을 측정하기 위해 연구참여자들에게 정상 문장과 의미 위반 문장을 제시한 후 문장의 의미가 자연스러운지 혹은 부자연스러운지 판단하도록 요구하였다. 행동 수행 분석 결과, 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 반응 시간 및 반응 정확률에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면 의미 위반 인식의 전기생리적 지표로 알려진 N400의 경우, 정상통제군은 분석에 포함된 모든 전극에서 정상 문장보다 의미 위반 문장에서 더 큰 N400 진폭을 보였던 반면 조현형 성격 성향군은 좌반구의 전두-중앙 부위, 즉 FC3 전극에서 문장 조건 간의 유의한 N400 진폭 차이를 보이지 않았다. 이에 덧붙여, N400 뇌 신호원 분석에서 정상통제군은 전두 및 측두 영역의 활성화를 보인 반면 조현형 성격 성향군은 측두 영역의 활성화를 보이지 않았고 추정 생성지의 활성화 정도를 분석한 결과 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 좌반구의 중전두회(BA 8/9/46)에서 유의하게 감소된 활성화를 보였다. 좌반구에서 측정된 N400은 문장의 통합적인 의미 처리를 위한 의미 정보와 의미 맥락을 반영하고 중전두회는 문장의 복합적인 구조를 이해하며 언어 정보를 통합하는데 관여하는 것으로 알려져 있다. 비록 조현형 성격 성향군이 행동 수행에서는 정상통제군과 유사한 수행 수준을 보였지만 의미 위반 인식의 신경생리적 지표인 N400의 진폭 및 신호원 활성화의 감소를 보이는 것으로 미루어 이들이 추후 의미 위반 인식의 어려움을 경험할 가능성을 가지는 것으로 추측된다.

주요어: 조현형 성격 성향군, 의미 위반, 사건관련전위, N400, 뇌 신호원
국소화 분석, sLORETA

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 연구 목적	1
II. 이론적 배경	8
1. 의미 위반 인식	8
2. 조현병 환자의 의미 위반 인식 결함	9
3. 의미 위반 인식의 전기생리적 지표인 N400	11
4. 조현형 성격 성향군의 의미 위반 인식 결함	14
III. 연구 문제 및 연구 가설	16
1. 연구 문제 및 가설	16
IV. 연구 방법	17
1. 연구 대상	17
2. 평가 도구	18
3. 실험 절차	20
4. 자료 분석	22
V. 연구 결과	26
1. 인구통계학적 특성	26
2. 문장 적합성 판단 과제의 행동 수행 결과	28
3. 사건관련전위 결과	29

4. 뇌 신호원 국소화 분석 결과	46
VI. 논의 및 제한점	48
1. 논의	48
2. 제한점 및 후속 연구를 위한 제안	55

참 고 문 헌

ABSTRACT(영문 초록)

부 록

<연구 질문지>

<문장 적합성 판단 과제 예시>

표 목 차

<표 1> 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 인구통계학적 특성	27
<표 2> 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 문장 적합성 판단 과제 평균 반응 시간과 반응 정확률	28
<표 3> 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 사건관련전위 분석에 포함된 시행 수	32
<표 4> 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 N400 진폭	35
<표 5> 평균 N400 진폭의 공분산분석 결과	36
<표 6> N400 진폭의 집단별 단순 이원상호작용 분석 결과	37
<표 7> 단순 이원상호작용의 단순 주효과 분석 결과	37
<표 8> 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 N400 잠재기	39
<표 9> 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 평균 N100 진폭	41
<표 10> 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 평균 N100 잠재기	42
<표 11> 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 평균 P200 진폭	44
<표 12> 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 P200 잠재기	45
<표 13> 의미 위반 문장에서 조현형 성격 성향군이 유의하게 감소된 활성화를 보인 뇌 영역들	47

그림 목 차

<그림 1> 문장 적합성 판단 과제에 자극 예시	21
<그림 2> 사건관련전위 분석에 포함된 채널	24
<그림 3> 문장 적합성 판단 과제에서 관찰된 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 전체 평균 사건관련전위	30
<그림 4> 문장 적합성 판단 과제에서 가장 큰 N400 진폭이 관찰된 시간대의 전체 64채널 사건관련전위 분포	31
<그림 5> 전극, 조건 및 집단 상호작용 효과	38
<그림 6> 뇌 신호원의 국소화 분석 결과	47

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

조현병 환자들이 주의, 작업 기억 및 집행 기능 등을 포함한 다양한 인지 기능 영역에서 장애를 가지고 있지만 그 중에서도 언어 장애를 가지고 있음이 비교적 일관되게 보고되어 왔다(Bowie & Harvey, 2005; Crow, 1997; Kuperberg, Sitnikova, Goff, & Holcomb, 2006). 특히 조현병 환자의 언어 장애는 많은 관심을 받아왔는데(DeLisi, 2001; Mitchell & Crow, 2005), 이는 언어 장애가 만성 조현병 환자(DeLisi, 2001; Shilverberg-Shalev, Gordon, Bentin, & Aranson, 1981)뿐만 아니라 초발성 환자(Pawełczyk, Łojek, Żurner, Gawłowska-Sawosz, & Pawełczyk, 2018)와 환자의 건강한 가족(Docherty, Gordinier, Hall, & Dombrowski, 2004; Manschreck, Merrill, Jabbar, Chun, & Delisi, 2012; Pawełczyk et al., 2018; Shedlack et al., 1997)에서도 일관되게 관찰되며(Condray, Steinhauer, Kammen, & Kasperek, 1996) 일탈적인 연상(aberrant associations), 신어조작증(neologism) 및 대화 내용의 빈곤함 등을 포함하는 언어 장애가 조현병의 특성 지표로 여겨지고 있기 때문이다(Wang, Cheung, Gong, & Chan, 2011). 더 나아가, 이러한 언어 장애는 환자의 일상 기능 및 삶의 질에 부정적인 영향을 미치는 것으로 여겨진다(Bowie & Harvey, 2008; Docherty et al., 2012; Kumar & Debruille, 2004; Rempfer, Hamera, Brown, & Cromwell, 2003).

언어는 일반적으로 언어 산출과 언어 이해로 이루어진 통합적인 정보 처리 능력으로 이해된다(Kintsch & van Dijk, 1978). 구체적으로, 언어 산출은

말하기와 쓰기로 구성되는 한편 언어 이해는 듣기와 읽기로 구성된다(홍숙희, 2007; Clifton, Meyer, Wurm, & Treiman, 2012). 이러한 언어 능력은 사회적 상황에서의 다양한 상징과 정보를 처리하고 원활한 의사소통을 위한 필수적인 능력으로 정의된다(고아라, 2013; 홍윤희, 2001). Kuperberg, Delaney-Busch, Faucci와 Blackford(2018)에 따르면, 조현병 환자의 언어 이해 결함, 특히 비정상적인 의미 처리(abnormality of semantics)가 오랫동안 연구되어왔는데, 이는 조현병 환자에서 관찰되는 가장 두드러지는 임상 증상 중 하나인 와해된 언어(disorganized speech)가 비정상적인 의미 처리와 관련되는 것으로 여겨지기 때문이다.

의미 위반(semantic violation)이란 문장을 구성하는 단어 중, 문장의 전체적인 의미와 부합되지 않는 의미를 담고 있는 단어가 포함되는 경우를 뜻한다(Friederici, Rüschemeyer, Hahne, & Fiebach, 2003). 조현병 환자는 특히 문장의 의미 위반을 인식하는 데 어려움을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 즉, 문장의 전체적인 의미와 부합되지 않는 단어가 존재할 경우 이를 인식하고 문장의 맥락에 알맞게 통합하는 것의 결함을 가지는 것으로 보고되고 있다(Kuperberg et al., 2006; Niznikiewicz et al., 1997; Ohta, Uchiyama, Matsushita, & Toru, 1999; Salisbury, Shenton, Nestor, & McCarley, 2002). 조현병 환자의 이러한 의미 위반 인식의 결함과 같은 언어 장애는 언어를 담당하는 전두 영역과 측두 영역을 포함한 뇌 네트워크의 손상과 관련이 있는 것으로 여겨지고 있다(Li, Branch, & DeLisi, 2009).

의미 인식에 관여하는 뇌 영역들을 조사한 뇌 영상 연구들은 조현병 환자에서 관찰되는 의미 위반 인식 결함에 관한 신경학적 근거를 제공한다. 선행 연구들은 전두 및 측두 영역이 의미 인식에 주요한 역할을 한다고 일관되게 보고하고 있다(Bookheimer, 2002; Friederici et al., 2003; Hagoort, Hald, Bastiaansen, & Petersson, 2004; Zempleni, Renken, Hoeks,

Hoogduin, & Stowe, 2007). 예를 들어, 하전전두피질(inferior prefrontal cortex), 내측 전전두피질(medial prefrontal cortex), 상측두회(superior temporal gyrus), 중측두회(middle temporal gyrus), 하측두 영역(inferior temporal region), 해마(hippocampus), 해마주변회(parahippocampal gyrus) 등이 의미 인식에 관여하는 것으로 알려져 있다(Hagoort et al., 2004; Hagoort & Indefrey, 2014; Kuperberg & Heckers, 2000; Kuperberg et al., 2000; Newman, Pancheva, Ozawa, Neville, & Ullman, 2001; Rodd, Vitello, Woollams, & Adank, 2015). 이 영역들의 구조적 이상이 조현병 환자들에서 관찰되는데, 즉 전두엽 및 측두엽의 회백질 부피 감소(Huang et al., 2015; Tang et al., 2012; Vita, De Peri, Deste, & Sacchetti, 2012), 전두엽과 측두엽을 연결하는 백질의 손상과 기저핵의 지나친 부피 증가와 같은 손상이 관찰되고 있다(Sigmundsson et al., 2001). 더 나아가 이러한 뇌의 구조 및 기능적 이상이 조현병 환자의 언어 장애와 관련되어 있음이 비교적 일관적으로 보고되고 있다. 즉, 정상통제군에 비해 조현병 환자군에서 좌반구 하전두회 및 좌반구 상측두회의 국소 대뇌 혈류량(regional cerebral blood flow: rCBF) 감소가 관찰되며, rCBF의 감소는 언어 장애를 포함하는 조현병 증상인 사고장애와 유의한 상관이 있음이 관찰되었다(McGuire et al., 1998). 또한 언어 과제를 수행하는 동안 정상통제군에 비해 조현병 환자군에서 언어와 관련된 뇌 영역 중 좌반구의 전두 영역, 측두 영역 및 두정 영역 등의 활성화가 감소됨이 관찰되었다(Kircher et al., 2001; Koeda et al., 2006). Rajarethinam, DeQuardo, Nalepa와 Tandon(2000)은 조현병 환자군이 정상통제군에 비해 좌반구의 상측두회 부피가 유의하게 감소된 것을 확인하였으며, 이러한 뇌의 구조적 이상이 조현병 환자의 언어 장애에 영향을 미칠 가능성이 있다고 제안하였다.

뇌 영상 연구들은 우수한 공간 해상도(spatial resolution)로 말미암아 의미

인식에 관여하는 뇌 영역들을 밝히는 데 큰 공헌을 해왔지만, 낮은 시간 해상도(temporal resolution)로 인하여 의미 인식에 관여하는 뇌 영역들의 자극에 대한 순차적 활성화에 관한 정보를 제공하지 못한다. 반면 사건관련전위(event-related potentials: ERPs)는 뛰어난 시간 해상도로 말미암아 자극을 제시하는 그 순간부터 자극의 처리 과정까지 밀리초(milliseconds: ms) 수준에서 관찰할 수 있는 장점이 있다. 더욱이 최근 들어 고밀도 뇌파(high-density EEG)의 사용이 보편화됨에 따라 이전보다 공간 해상도가 향상되었기 때문에, 의미 인식과 같이 일련의 순차적 과정으로 이루어지는 인지 기능의 연구에 사건관련전위가 매우 유용하게 사용되고 있다(Luck, 2005). 사건관련전위는 특정 정보를 내포하는 자극의 제시와 관련하여 일정 시간 동안 초래되는 뇌의 전기적 활동을 의미하며, 정보 처리 과정의 각 단계를 반영하는 양전위(positive potential) 혹은 음전위(negative potential)를 띄는 일련의 정점(peak) 및 요소(component)들로 구성된다(Hillyard & Kutas, 1983).

사건관련전위를 사용하여 문장의 의미 이해 과정을 조사한 연구들은 의미 위반 인식과 관련된 요소로 N400을 보고하고 있다(Simos, Basile, & Papanicolaou, 1997). N400은 의미 처리와 관련된 자극 제시 후 약 300~500ms에 전두-중앙(fronto-central)과 중앙-두정(centro-parietal) 영역에서 주로 관찰되는 음전위를 띄는 정점이다(Duncan et al., 2009; Kiehl, Laurens, Bates, & Liddle, 2006; Kutas & Federmeier, 2011; Szűcs, Soltész, Czigler, & Csépe, 2007). 일반적으로 문장 및 담화(discourse)에 의미 위반이 존재할 때, 문맥의 흐름에 맞게 의미 정보를 통합하기 위한 인지적인 노력이 커짐으로 말미암아 N400 진폭도 증가하며 이를 N400 효과라고 한다(Berkum, Hagoort, & Brown, 1999; Lau, Phillips, & Poeppel, 2008). 즉, 정상 문장을 읽을 때보다 의미 위반이 포함된 문장을 읽을 때 N400의

진폭이 증가하기 때문에 N400이 의미 위반 인식과 의미 정보 통합의 전기 생리적 지표로 여겨지고 있다(Hagoort, 2003; Kumar & Debruille, 2004; Lau et al., 2008). 조현병 환자군의 의미 위반 인식 결함을 사건관련전위를 사용하여 조사한 연구들은 조현병 환자군이 정상통제군에 비하여 유의하게 감소된 N400 진폭(Chen et al., 2010; Ohta et al., 1999; Shin, Kang, Choi, Kim, & Kwon, 2008) 혹은 비일반적인 양상의 N400 진폭(Iakimova, Passerieux, Laurent, & Hardy-Bayle, 2005; Niznikiewicz et al., 1997) 및 정상통제군에 비해 지연된 N400 잠재기(latency)를 보임을 관찰하였다(Chen et al., 2010; Niznikiewicz et al., 1997). 이러한 결과는 조현병 환자가 의미 위반 인식의 결함을 가지고 있으며 정상통제군에 비해 부자연스러운 문맥에 대한 민감성이 낮음을 시사한다(Boudewyn et al., 2017; Kumar & Debruille, 2004).

사건관련전위는 우수한 시간 해상도로 말미암아 의미 이해 과정의 순차적 활성화에 관한 정보를 제공한다는 장점을 가진다(Frishkoff, Tucker, Davey, & Scherg, 2004). 반면, 낮은 공간 해상도로 인하여 인지 기능의 결함과 뇌 구조 간의 관련성, 즉 조현병 환자군의 의미 위반 인식 결함을 반영하는 N400 진폭 감소가 어떤 뇌 영역의 구조 및 기능 이상으로 말미암아 초래되는지에 관한 정보는 제공하지 못한다(McCarley, Faux, Shenton, Nestor, & Adams, 1991; Schulz et al., 2008). 뇌 신호원 국소화 기법(source localization)을 사용할 경우 이와 같은 문제를 해결할 수 있다. 즉, N400의 생성지(generators)를 뇌 신호원 국소화 기법을 사용하여 추정하면 조현병 환자의 의미 위반 인식 결함의 신경학적 기제에 관한 이해를 높일 수 있다.

뇌 신호원 국소화 기법은 두피에서 측정된 뇌파를 역추정(inverse solution)하여 신호원의 생성지를 추적하는 기법으로(Bocquillon et al., 2011; Pascual-Marqui, 2002), 외부 자극으로 인하여 활성화된 뇌 영역을 비교적

정확히 확인해줌으로써(Drzazga, Maciejewska, Banasiak, Karpiel, & Giec-Lorenz, 2016), 의미 위반과 관련되어 초래되는 N400의 생성지를 추정하는 것을 가능하게 한다. 비록 제한적이긴 하나, 정상인을 대상으로 N400의 뇌 신호원을 조사한 선행 연구에 따르면 전전두피질(prefrontal cortex), 대상 영역(cingulate regions), 좌반구의 하전두회(inferior frontal gyrus), 좌반구의 상측두회 및 측두피질(temporal cortex)을 포함하는 전두 영역과 측두 영역이 N400의 생성지로 추정되고 있다(Chen & Li, 2013; Frishkoff et al., 2004). 그러나 현재 뇌 신호원 국소화 기법을 사용하여 조현병 환자의 의미 위반 인식 결함을 반영하는 N400 생성지를 추정한 연구는 부재하다.

조현병 환자를 대상으로 연구할 경우 증상의 심각도, 복용 약물, 유병 기간 등을 포함한 다양한 변인들이 연구 결과에 영향을 미칠 수 있다(Siever & Davis, 2004). 조현형 성격 성향군은 조현병과 유전적(Lin et al., 2005; Siever & Davis, 2004), 신경 생리적(Kiang & Kutas, 2005), 신경 심리적(Kim, Oh, Hong, & Choi, 2011) 및 신경 영상학적(Dickey, McCarley, & Shenton, 2002) 이상을 공유한다. 이에 근거하여, 조현형 성격 성향군을 연구 대상으로 하면 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 변인(증상의 심각도, 복용 약물, 유병 기간 등)을 통제하고 방법론적 문제를 최소화할 수 있으며 조현병 환자의 병진 특성도 확인할 수 있다(Jahshan & Sergi, 2007; Rawlings & Goldberg, 2001).

조현병 환자군에서처럼 조현형 성격 성향군에서도 언어에 관여하는 뇌 영역들의 구조적 결함이 관찰된다. 예를 들어, 정상통제군에 비해 조현형 성격 성향군에서 측두엽의 회백질 밀도 감소(Job, Whalley, Johnstone, & Lawrie, 2005)와 하전두 영역, 상측두 영역 및 내측 측두엽(medial temporal lobe)의 회백질 부피 감소가 보고되고 있다(Kawasaki et al., 2004; Moorhead et al., 2009). 또한 조현형 성격 성향군도 다양한 언어 장애를 가지고 있음이 일관

적으로 보고되고 있으며, 이는 조현형 성격 성향군의 좌반구 전두-측두 네트워크 결함과 관련이 있는 것으로 제안되었다(Ettinger et al., 2015). 이에 덧붙여서, 조현형 성격 성향군의 언어 장애가 사건관련전위에도 반영되는 것이 관찰되었는데, 즉 문장을 활용한 이야기 과제 혹은 점화(priming) 과제에서 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 감소된 N400 진폭을 보였으며, 조현형 성격 성향군의 감소된 N400 진폭이 조현형 성격장애 설문지 점수와 유의한 상관을 보임이 관찰되었다(Del Goleto, Kostova, & Blanchet, 2016; Kiang, Prugh, & Kutas, 2010; Kostova, Bohec, & Blanchet, 2014; Prevost et al., 2010).

따라서 본 연구에서는 조현형 성격 성향을 가지고 있는 대학생을 대상으로 이들의 의미 위반 인식 결함을 문장 적합성 판단 과제, 사건관련전위 및 뇌 신호원 국소화 기법으로 분석하고자 하였다. 즉, 조현병 환자에게서 관찰되는 의미 위반 인식의 결함이 조현형 성격 성향을 가지고 있는 대학생에서도 관찰되는지, 만약 결함을 가지고 있다면 이 결함이 의미 위반 인식과 관련된 것으로 알려진 사건관련전위의 요소인 N400에 반영되는지를 알아보하고자 하였다. 이에 덧붙여 N400의 생성지를 추정하여 조현형 성격 성향군에서 관찰되는 의미 위반 인식 결함의 신경학적 기제를 알아보하고자 하였다. 이를 통해 조현병 환자에서 관찰되는 N400의 진폭 감소와 뇌 구조 및 기능적 이상의 관련성에 대한 정보를 보다 구체적으로 제공할 뿐만 아니라 언어 장애가 조현병의 특성 지표(trait-marker)로써 활용될 수 있는지와 고위험군의 조기 진단에 대한 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 여겨진다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 의미 위반 인식

언어는 말하기와 쓰기로 구성된 언어 산출과 듣기와 읽기로 구성된 언어 이해로 이루어진 통합적인 정보 처리 능력이다(홍숙희, 2007; Clifton et al., 2012; Kintsch & van Dijk, 1978). 이는 사회적 상황에서의 다양한 상징과 정보를 처리하고 원활한 의사소통을 위한 필수적인 능력으로 정의된다(고아라, 2013; 홍윤희, 2001). 특히, 언어 이해는 개인이 가지는 기존 지식과 외부 세계에서 주어진 정보를 통합할 수 있는 중요한 능력으로 여겨진다(Hagoort et al., 2004). 언어 이해에 관한 연구들은 주로 의미 위반이 포함된 문장 적합성 판단 과제(sentence plausibility judgment task)를 사용했는데, 의미 위반이란 문장을 구성하는 단어 중 문장의 전체적인 의미와 부합되지 않는 의미를 담고 있는 단어가 포함되는 경우를 뜻한다(Friederici et al., 2003). 정상 문장과 의미 위반을 포함한 문장에 대한 적합성(plausibility), 즉 자연스러움의 정도를 평가하는 실험 과제를 ‘문장 적합성 판단 과제’라고 하는데(Gahl, 2002), 문장 적합성 판단 과제는 조현병 환자뿐만 아니라 난독증 아동과 주요 우울 장애 환자를 대상으로 한 선행 연구들에서 의미 위반을 타당하게 측정하는 것으로 확인되었다(Adams et al., 1993; Iakimova et al., 2009; Schulz et al., 2008).

의미 위반의 인식에는 주로 전두 영역과 측두 영역이 관여하는 것으로 알려져 있다(Bookheimer, 2002; Friederici, 2009; Hagoort, Baggio, & Willems, 2009; Kuperberg et al., 2003). 예를 들어, 정상인에게 의미 위반이 포함된 문장을 들려주었을 때 상측두회가 특히 활성화되는 것이 혈류역학적

(hemodynamic) 검사를 통해 관찰되었으며, 의미 위반 조건과 통사 위반 (syntactic violation) 조건이 포함된 문장을 비교하였을 때 각각 다른 뇌 영역이 활성화되는 것이 관찰되었다. 의미 위반 조건에서는 상측두회의 중간 영역과 뇌섬엽(insula)이 주로 활성화되는 반면 통사 위반 조건에서는 상측두회의 전측 영역, 좌반구 전두엽의 일부 영역, 및 좌반구 기저핵(basal ganglia)의 미상핵(caudate nucleus)이 활성화되었다. 이와 같은 연구 결과는 의미 위반 인식에 관여하는 뇌 영역들이 다른 언어 기능을 담당하는 뇌 영역들과 구분됨을 시사한다(Friederici et al., 2003).

2. 조현병 환자의 의미 위반 인식 결함

언어 장애는 조현병의 고유한 특성으로 여겨질 정도로 조현병 환자들에서 일관되게 관찰된다(Crow, 1997; Kuperberg et al., 2006). 예를 들어, DeLisi(2001)의 이전 선행 연구들 재분석에 따르면 조현병 환자들이 언어 이해와 의미 이해 및 언어 유창성 등의 결함을 가지고 있음이 비교적 일관되게 관찰되었다. 특히 만성 조현병 환자들은 초발성 환자들보다 어려운 문장을 생성하지 못하고 사용하는 단어 수가 적으며 문맥적으로 적합하지 않은 단어를 사용하는 것이 관찰되었는데, 이러한 연구 결과는 언어 장애가 조현병 환자의 핵심적인 결함이며 유병 기간이 길수록 환자의 언어 장애가 악화됨을 시사한다(Morice & Ingram, 1983; Thomas & Leudar, 1995). 이에 덧붙여 조현병 환자에서 관찰되는 언어 장애가 조현병 환자의 건강한 가족 및 친척에서도 관찰되었다(Docherty et al., 2004; Pawełczyk et al., 2018). 이는 언어 장애가 조현병의 고유한 특성 지표임을 시사한다.

조현병 환자는 언어를 구성하는 요소인 음운, 통사, 의미 등을 활용하는데

결함이 있을 뿐만 아니라, 언어의 산출 및 단어의 인식과 같은 언어의 다양한 기능적인 측면에서도 결함이 있음이 일관적으로 보고되고 있다(Condray, 2005; Stephane, Kuskowski, & Gundel, 2014). 이 중에서도, 조현병 환자의 언어 장애에 관한 선행 연구들은 주로 의미 이해에 초점을 맞추어서 진행됐는데, 이는 조현병 증상인 와해된 언어 및 사고장애가 조현병 환자의 의미 이해 결함, 즉 비정상적인 의미 처리로 말미암아 초래되는 것으로 여겨지기 때문이다(Kuperberg et al., 2018).

조현병 환자는 특히 문장의 의미 위반을 인식하는 데 어려움을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Adams, Faux, McCarley, Marcy, & Shenton, 1989; Kuperberg et al., 2006; Niznikiewicz et al., 1997; Ohta et al., 1999; Salisbury et al., 2002). 조현병 환자군의 의미 위반 인식 결함과 이러한 의미 정보 통합의 결함은 모호한 단어 혹은 동형이의어(Salisbury et al., 2002), 관용구(Strandburg et al., 1997), 은유적 표현(Iakimova et al., 2005) 및 과거 시제 문장 만들기(Walenski, Weickert, Maloof, & Ullman, 2010) 등의 다양한 실험 과제를 사용하여 연구됐다. 그 중, 흔히 사용되는 실험 과제 중 하나가 문장 적합성 판단 과제이다. 문장 적합성 판단 과제를 사용하여 조현병 환자군의 의미 위반 인식 결함을 조사한 연구에서 조현병 환자군이 정상통제군에 비하여 더 높은 오류율(Kuperberg et al., 2006) 혹은 더 느린 반응 시간을 보임이 관찰되었으며(Ohta et al., 1999; Ruchow et al., 2003), 이는 조현병 환자가 의미 위반 인식의 결함을 가지고 있음을 시사한다.

뇌 영상 연구들은 조현병 환자에서 관찰되는 언어 장애를 지지하는 뇌 구조 및 기능에 관한 근거를 제공한다(Huang et al., 2015; Tang et al., 2012; Vita et al., 2012). 조현병 환자는 특히 의미 위반 인식에 관여하는 전두엽과 측두엽의 구조적 결함을 가지고 있는 것이 관찰되었다. 예를 들어, 자기

공명영상(magnetic resonance imaging: MRI) 연구에서 조현병 환자군이 정상통제군에 비해 좌반구 상측두회, 뇌섬엽 피질, 내측 측두엽, 내측 전두회 (medial frontal gyrus)의 회백질 부피의 감소세를 보임이 관찰되었다 (Sigmundsson et al., 2001). 이에 더하여, 뇌의 기능적 이상도 조현병 환자의 언어 장애에 대한 근거를 제공한다. 예를 들어, 단어 과제를 수행하는 동안 만성 조현병 환자군이 전두엽과 측두엽의 국소 대뇌 혈류량(regional cerebral blood flow: rCBF)에서 정상통제군과 다른 양상을 보임이 관찰되었다(Jennings, McIntosh, Kapur, Zipursky, & Houle, 1998). 즉, 의미 과제 (semantic task)를 수행하는 동안 조현병 환자군은 정상통제군에 비해 우반구의 브로드만 영역 7, 10, 19, 22번과 좌반구의 시상(thalamus), 브로드만 영역 18, 19번의 rCBF가 감소되어 있는 것이 관찰되었다(Jennings et al., 1998). 특히 측두엽의 상측두회는 언어에 관여하는 주요 구조로, 상측두회의 부피 감소는 조현병 환자의 언어 장애와 유의한 관련이 있음을 시사한다 (Rajarethinam et al., 2000).

3. 의미 위반 인식의 전기생리적 지표인 N400

사건관련전위를 사용하여 의미 위반 인식을 조사한 연구들은 의미 위반에 대한 전기생리적 지표로 N400을 보고하고 있다(Niznikiewicz et al., 1997; Hagoort, Brown, & Groothusen, 1993). N400은 자극 제시 후 300~500ms에 전두-중앙과 중앙-두정 영역에서 관찰되는 음전위로(Kiehl et al., 2006; Kutas & Federmeier, 2011), 주로 하전두회(inferior frontal gyrus), 좌반구의 상측두회 및 중측두회에서 발생하는 것으로 알려져 있으며(Frishkoff et al., 2004; Schulz et al., 2008), 문장을 구성하는 요소들의 의미를 통합하여

이해하는 것에 대한 전기생리적인 지표로 여겨지고 있다(Huang, Wang, Jia, Mo, & Chen, 2013; Robichon, Besson, & Habib, 2002; Service, Helenius, Maury, & Salmelin, 2007). 이는 정상 문장을 읽을 때보다 의미 위반이 포함된 문장을 읽을 때 N400의 진폭이 증가하는 N400 효과 때문이다(Hagoort, 2003; Lau et al., 2008).

문장에 나타나는 위반 조건에는 의미 위반 외에도 통사 위반과 형태 위반(morphological violation)이 있다. 통사 위반이란, 문장을 구성하는 문법에 오류가 존재하는 것을 뜻하며, 형태 위반이란 문장을 구성하는 단어의 어형이 변화한(inflected word form) 오류를 뜻한다(Rodriguez-Fornells, Clahsen, Lleo, Zaake, & Münte, 2001). 의미 위반(예: 호화 유람선이 태풍에 근무한다.)을 제외한 통사 위반(예: 침엽수는 어떻게 추위에 견뎛니다.)과 형태 위반(예: 나무 그림자가 수면에 비치는다.)에서도 각 위반 조건에 해당하는 고유의 파형이 나타난다. 그러나, 통사 및 형태 위반 조건에서 나타나는 파형은 의미 위반과 다른 시간대에 등장하는 것으로 알려져 있다. 구체적으로, 의미 위반 조건에서는 약 400ms에서 나타나는 음전위가 관찰되지만 통사 및 형태 위반에서는 약 500~700ms에서 나타나는 양전위가 관찰되는 것으로 알려져 있다(Angrilli et al., 2002; De Vincenzi et al., 2003; Rodriguez-Fornells et al., 2001). 또한 N400은 전측 전극보다 후측 전극에서 두드러지게 관찰되는 반면 통사 및 형태 위반에서 나타나는 P600은 주로 전측 전극에서 후측 전극까지 분포되어 나타나는 것으로 여겨진다(Angrilli et al., 2002; Hagoort & Brown, 2000). 이는 N400이 의미 위반 인식을 나타내는 고유의 전기생리적 지표임을 시사한다. 사건관련전위를 사용하여 조현병 환자군의 의미 위반 인식 결함을 조사한 연구들은 정상통제군에 비해 환자군에서 N400의 진폭이 유의하게 감소되거나 (Adams et al., 1993; Ohta et al., 1999) 더 지연된 N400 잠재기가 나타나는 것을 관찰하였

다(Adams et al., 1993; Niznikiewicz et al., 1997). 이에 덧붙여서, 조현병 환자와 유사한 유전적 취약성(genetic vulnerability)을 가진 것으로 알려진 조현형 성격장애군이 문장 적합성 판단 과제에서 정상통제군과 다른 양상을 보임이 관찰되었다(Niznikiewicz et al., 2004; Niznikiewicz et al., 1999). 즉 조현형 성격장애군이 정상통제군에 비해 정상 문장에서 더 큰 N400 진폭과 더 작은 차이 파형(difference waves) 및 더 지연된 N400 잠재기를 보임이 관찰되었다(Niznikiewicz et al., 2004; Niznikiewicz et al., 1999). 이와 같은 결과는 조현병 스펙트럼 장애군이 의미 위반 인식의 결함을 가지고 있음을 시사한다.

사건관련전위는 우수한 시간 해상도를 가지고 있기에 의미 이해 과정의 순차적 활성화를 제공해준다는 장점을 가지지만(Frishkoff et al., 2004), 낮은 공간 해상도로 말미암아 의미 위반 인식 결함을 반영하는 N400 진폭의 감소가 어떤 뇌 영역의 구조 이상과 관련되어 있는가에 관한 정보를 제공하지 못한다(McCarley et al., 1991; Schulz et al., 2008). 그러나 뇌 신호원 국소화 기법은 두피에서 측정된 사건관련전위를 역추정하여 의미 위반 인식에 관여하는 뇌 영역들의 활성화 정보, 즉 의미 위반 인식에 관여하는 뇌 신호원의 정보를 제공할 수 있으므로 사건관련전위의 생성지에 관한 정보를 분석하기에 적합한 방법으로 알려져 있다(Bocquillon et al., 2011; Dankers, 2012; Wassenberg, 2008; Jung, 2012에서 재인용; Pascual-Marqui, 2002).

이러한 뇌 신호원 국소화 기법에는 다양한 방법들이 제안되고 있다. 그 중 사건관련전위의 신호원이 여러 개로 구해지는 오류를 감소시키고, 인접한 신경원 집단의 최대 동기화를 보이는 활성 영역을 3차원 분포로 나타내는 장점이 있는 Standardized low resolution brain electromagnetic tomography(sLORETA)가 널리 사용되고 있다. sLORETA는 두피에서 측정된 전류밀도 분포의 신뢰도를 측정하여 통계적으로 유의하게 활성화된 영역

을 도표화 하는 기법이다(Wassenberg, 2008; Jung, 2012에서 재인용). sLORETA를 사용하여 얻은 도표는 MRI 데이터와 높은 정확도로 일치하며, 뇌의 깊은 곳에 있는 영역도 탐지하기 때문에 뇌 신호원의 편향(localization bias) 없이 역추정 문제를 해결할 수 있다(Bluschke, Gohil, Petzold, Roessner, & Beste, 2018; Lorenzo-Lopez, Amenedo, Pascual-Marqui, & Cadaveira, 2008; Pascual-Marqui, 2002).

현재 사건관련전위와 문장 자극을 사용하여 측정된 N400의 뇌 신호원 국소화 분석 연구는 매우 제한적으로 이루어져 있다(e.g., Chen & Li, 2013; Frishkoff et al., 2004). 그러나 사건관련전위와 유사하게 뇌파를 측정하는 기법인 뇌자도(magnetoencephalography)를 사용하여 측정된 신호원의 생성지 추정을 통해서 사건관련전위 N400의 생성지를 추정해 볼 수 있다. 뇌자도와 문장 자극을 사용하여 추정되는 N400의 신호원으로는 하전두회와 좌반구의 상측두피질(superior temporal cortex)과 같은 전두 영역과 측두 영역이 보고되고 있다(Maess, Hermann, Hahne, Nakamura, & Friederici, 2006; Service et al., 2007).

4. 조현형 성격 성향군의 의미 위반 인식 결함

조현병 환자에서 관찰되는 언어 장애가 조현형 성격 성향군에서도 관찰된다(Ettinger et al., 2015). 예를 들어, 조현형 성격 성향군이 기이한(idiosyncratic) 단어 사용 및 비논리적인 연상을 하는 것이 관찰되었다(Kiang, 2010). 또한 조현형 성격 성향군이 조현병 환자와 마찬가지로 언어 이해와 해석의 결함을 가지고 있는 것이 관찰되었다(Ettinger et al., 2015). 구체적으로, 문맥에 적절한 은유 및 반어적 표현을 인식할 때, 정상통제군에

비해 조현형 성격 성향군이 더 낮은 행동 수행 결과를 보임이 관찰되었다 (Langdon & Coltheart, 2004).

의미 인식 능력을 측정하는 단어 점화 과제를 사용한 연구에서 조현형 성격장애 점수가 높을수록 의미 연관성(semantic association)이 큰 단어와 적은 단어 모두에서 느린 반응 시간을 보이는 것이 관찰되었는데, 이는 조현형 성격 성향군이 단어 의미의 연관성을 인식하는데 결함을 가지고 있음을 시사한다(Kiang et al., 2010). 또한 조현형 성격 성향군이 조현병 환자처럼 N400 진폭의 감소가 비교적 일관되게 관찰되는데, 즉 반어적 표현 문장(Del Goleto et al., 2016)과 단어(Kostova et al., 2014) 및 문장(Kimble et al., 2000; de Loye, Beaucousin, Bohec, Blanchet, & Kostova, 2013)을 사용한 연구에서 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 감소된 N400 진폭, 비일반적인 N400의 양상 및 N400 효과의 부재를 보임이 관찰되었다.

의미 인식에 관여하는 뇌 영역들을 조사한 뇌 영상 연구들이 조현형 성격 성향군에서 관찰되는 의미 위반 인식 결함에 관한 신경학적 근거를 제공한다. 예를 들어, 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging: fMRI)과 MRI에서 조현형 성격 성향군이 조현병 환자군과 유사하게 측두 영역의 밀도 및 부피의 감소를 보임이 관찰되었다(Job et al., 2005; Kawasaki et al., 2004; Moorhead et al., 2009). 이러한 선행 연구들의 결과는 조현형 성격 성향군이 언어 장애를 가지고 있고, 더 나아가서 언어 장애가 조현병의 특성 지표(trait-marker)로 활용될 수 있음을 시사한다.

Ⅲ. 연구 문제 및 연구 가설

연구 문제 1. 조현형 성격 성향군과 정상통제군은 문장 적합성 판단 과제의 수행에서 차이를 보일 것인가?

가설 1-1. 조현형 성격 성향군이 정상통제군보다 문장 적합성 판단 과제에서 더 높은 오류율과 더 긴 반응 시간을 보일 것이다.

연구 문제 2. 조현형 성격 성향군과 정상통제군이 사건관련전위에서 차이를 보일 것인가?

가설 2-1. 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 감소된 N400 진폭 혹은 더 지연된 N400 잠재기를 보일 것이다.

연구 문제 3. 조현형 성격 성향군이 정상통제군은 의미 위반 인식에 관여하는 뇌 신호원의 차이를 보일 것인가?

가설 3-1. 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 의미 위반 인식에 관여하는 뇌 신호원의 활성화 감소를 보일 것이다.

IV. 연구 방법

1. 연구 대상

웹하드를 통하여 수도권에 재학 중인 대학생들을 대상으로 조현형 성격 설문지(Schizotypal Personality Questionnaire: SPQ, 문희옥, 양익홍, 이흥표, 김묘은, 함웅, 1997)를 실시하여 상위 5%(36점 이상)를 받은 학생들을 조현형 성격 성향군($n=21$)으로, 14~23점을 받은 학생들을 정상통제군($n=22$)으로 선정하였다. 또한, 언어 능력에서 남성과 여성의 유의한 차이가 보고되고 있고(Kramer, Delis, & Daniel, 1988), 특히 의미 처리에서의 성차가 보고된 점을 고려하여(Kramer et al., 1988; Wirth et al., 2006) 여자대학생들이 연구에 참여하였다. SPQ의 절단점(cut-off) 기준은 600명의 대학생들을 대상으로 한 연구에서 평균점수(± 1 표준편차)가 14~23점이고, 36점 이상이 상위 5%였던 것을 근거로 하였다(전춘수, 김명선, 2010; Kim et al., 2011; Raine, 1991).

구조화된 임상 면담(Structured Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient: SCID-NP, First, Spitzer, Gibbon, & Williams, 1996)을 실시하여 연구참여자들이 정신 장애, 신경과 질환, 약물 및 알코올 중독 관련 병력을 보이지 않는 경우에만 연구에 포함하였으며, 양손잡이와 왼손잡이인 사람도 제외하였다. 또한 실험대상으로 선정된 모든 연구참여자는 우울 척도와 상태-특성 불안 척도를 실시하였다. 우울과 불안은 다양한 인지 기능을 감소시키는 것으로 여겨진다(Gulpers et al., 2016; Ravnkilde et al., 2002). 따라서, 집단 간의 우울 및 불안 수준의 차이를 알아보고 유의한 우울 및 불안 수준이 나타나면 공변인으로 제거하였다.

연구참여자들에게는 사전에 동의를 구하였으며, 실험이 종료된 후 소정의 참가비를 지급하였고, IRB 승인(SSWUIRB 2018-048)을 받은 후 진행되었다.

2. 평가 도구

2.1. 조현형 성격장애 척도

2.1.1. 조현형 성격 질문지 (Schizotypal personality questionnaire: SPQ)

SPQ는 조현형 성격장애의 정도를 평가하기 위해 사용되는 자기 보고식의 질문지이다(문희옥 등, 1997; Raine, 1991). SPQ의 문항은 네(=1) 혹은 아니오(=0)로 대답하도록 구성되어 있고, 총 74개 문항으로 총점은 0~74점이다(Raine, 1991). 본 연구에서 사용된 SPQ는 문희옥 등(1997)이 번안한 한국어판을 사용하였다. SPQ 문항의 내적 합치도 계수(Cronbach's α)는 .92이었다.

2.2. 임상 척도

2.2.1. DSM-IV I 축 장애를 위한 구조화된 임상 면담 (Structured Clinical Interview for DSM-IV-Non Patient: SCID-NP)

DSM-IV 진단 기준에 따른 I 축 장애를 진단하기 위해 반구조화된 면담 도구인 SCID-NP(First et al., 1996)를 사용하였다. SCID-NP는 검사자가 증상의 유무를 질문하여 피검자의 응답 내용에 따라서 다음 장애군의 증상 질문으로 넘어가는 진단결정분기도(decision making tree)를 사용하였으며,

각 문항 당 1(없음 혹은 해당 안 됨), 2(역치 미만), 3(역치 또는 해당됨)으로 기록하였다. 본 연구에서는 한오수 등(2000)이 번안한 것을 사용하였다.

2.2.2. 우울척도 (Self-Rating Depression Scale: SDS)

SDS(Zung, Richards, & Short, 1965)는 우울 정서, 심리적 증상, 생리적 증상 정도를 평가하는 자기 보고식 척도이다. 이 척도는 각 문항이 4점 리커트 척도이며, 총 20문항으로 구성되어 있다. 20문항 중 10문항은 역채점하도록 되어있으며, 본 연구에서는 이영호와 송중용(1991)이 번안한 도구를 사용하여 집단 간의 우울 차이를 알아보고, 유의한 우울 수준이 나타나면 공변인으로 제거하기 위해서 우울을 측정하였다. 분석 결과, SDS 문항의 내적 합치도 계수는 .85이었다.

2.2.3. 상태-특성 불안 척도(Spielberger's State-Trait Anxiety Inventory: STAI)

STAI(Spielberger, 1970)는 불안 정도를 평가하기 위해 개발된 자기 보고식 척도이다. 이 척도는 각 문항이 4점 리커트 척도로 상태 불안을 측정하는 20문항과 특성 불안을 측정하는 20문항, 총 40문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 김정택과 신동균(1978)이 번안한 도구를 사용하여 집단 간의 불안 차이를 알아보고, 유의한 불안 수준이 나타나면 공변인으로 제거하기 위해서 불안을 측정하였다. 분석 결과, STAI-상태의 내적 합치도 계수는 .92, STAI-특성의 내적 합치도 계수는 .91이었다.

3. 실험 절차

3.1. 문장 적합성 판단 과제

본 연구에서는 의미 위반 인식 능력을 측정하기 위해 김충명(2002)의 문장 적합성 판단 과제를 수정하여 사용하였다. 문장은 김충명(2002)에 의해 표준화된 두 가지 조건(정상 문장, 의미 위반 문장)으로 구성되며, 본 연구의 예비 실험 단계에서 80% 이상의 정확률을 보이는 문장들만 사용하였다. 문장 적합성 판단 과제에 최종적으로 사용된 문장은 총 255개로서, 정상 문장 150개, 의미 위반 문장 105개로 구성되어 있다. 과제는 사건관련전위 분석을 위해 블록별 85 시행씩 무작위로 제시되었으며, 총 3블록으로 구성되어 있다. 한 번 제시된 문장은 다시 제시되지 않았으며, 연습 시행 16 시행을 포함하여 총 271 시행이 실시되었다.

과제의 자극은 E-Prime version 2.0(Psychology software Tools) 프로그램을 사용하여 검은 바탕으로 된 컴퓨터 화면 중앙에 제시되었으며, 각 조건은 한 블록 내에서 무작위로 제시되었다. 연구참여자에게는 화면에 제시되는 지시문에 따라 해당하는 버튼을 눌러 반응할 것을 요구하였다. 과제 진행 절차는 그림 1과 같다. 문장이 시작된 후, “+” 모양의 고정점이 300ms 동안 제시되었으며 문장을 구성하는 네 개의 단어는 차례로 500ms 동안 제시되었다. 또한, 모든 단어가 지나가면 반응 버튼을 누르기 전에 500ms의 빈 화면이 제시되었다. 연구참여자는 마지막 단어를 읽고 문장 적합성을 판단하여 해당하는 버튼을 누르도록 지시받았다. 연구참여자가 반응할 수 있는 시간은 1000ms 주어지며 반응을 하지 않더라도 다음 문장이 제시되도록 설계되었다.

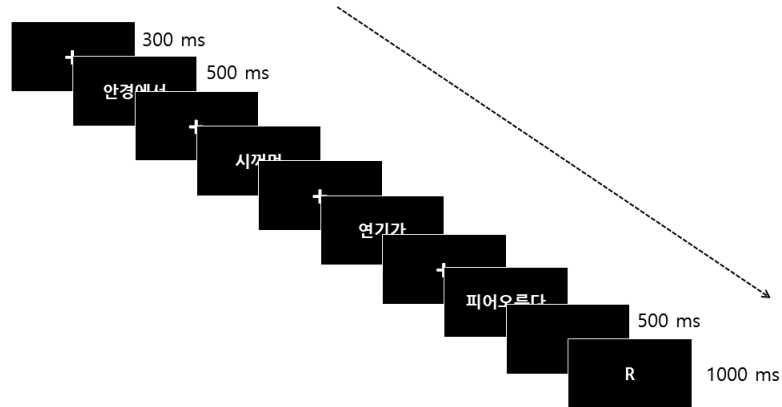


그림 1. 문장 적합성 판단 과제의 자극 예시

3.2. 사건관련전위 측정

뇌파는 절연과 방음 시설이 갖추어진 실험실에서 64채널의 Geodesic Sensor Net을 사용하여 측정하였다. 뇌파 측정 시 기준위치(reference)는 Cz이며, 각 채널의 impedance는 50K Ω 이하를 유지하도록 하였다(Tucker, 1993). 뇌파 측정 시 0.3~100Hz bandpass로 연속 측정하였으며, 표본율(sampling rate)은 500Hz로 설정하였다. 측정된 뇌파는 0.1~30Hz bandpass로 digital filtering을 적용하였다. 분석 시 재-기준점(re-reference)은 전체 전극의 평균인 average reference이다. 연속적으로 측정된 뇌파를 700ms(반응 전 100ms부터 반응 후 600ms까지)의 epoch로 구분하였다. 또한 눈 깜박임 등의 잡파(artifact)를 제거하기 위하여 눈 깜박임을 민감하게 탐지하

기 위한 전극(eye channels: 1번, 5번, 10번, 17번)에서 측정된 뇌파가 $\pm 70 \mu V$ 를 넘을 경우, 그 시행을 분석에서 제외하였다. 파형은 정상 문장 조건에 따라 분리하여 평균 파형(averaged waveform)을 계산하여 산출하였다.

4. 자료 분석

4.1. 인구통계학적 특성

조현형 성격 성향군과 정상통제군의 인구통계학적 변인과 SPQ 점수, 우울, 불안 수준을 독립표본 t -검정(independent sample t -test)을 사용하여 분석하였다.

4.2. 행동 자료

조현형 성격 성향군과 정상통제군이 SDS와 STAI에서 유의한 차이를 보였기 때문에 두 집단의 문장 적합성 판단 과제의 행동 자료를 혼합설계 공분산분석(mixed-design analysis of covariance: ANCOVA)으로 분석하였다. 이때 피험자 내 요인(within-subject factor)은 문장 조건(정상 문장, 의미 위반 문장), 피험자 간 요인(between-subject factor)은 집단(조현형 성격 성향군과 정상통제군)으로 설정하였다.

4.3. 사건관련전위

그림 2에는 분석에 포함된 전극 위치가 표시되어 있다. 분석한 사건관련전위 요소와 시간 영역(time window)은 연구참여자들의 전체 평균 사건관련전위(grand average ERPs) 파형과 각 연구참여자들의 ERP 파형에 근거하여 설정하였다.

N400의 진폭과 잠재기를 각각 혼합설계 공분산분석으로 분석하였다. N400은 자극 제시 후 300~500ms에서 가장 크게 나타나는 부적 정점으로 정의하였고, 전극 위치(FC3, FC4, C3, C4, P3, P4)와 문장 조건이 피험자 내 요인이었으며 피험자 간 요인은 집단이었다. 좌반구 전두-중양(F3), 중앙(C3)과 두정(P3) 영역과 우반구 전두-중양(FC4), 중앙(C4)과 두정(P4) 영역을 분석에 포함한 것은 좌우반구의 언어 편재화를 분석하기 위해서였다. 이에 덧붙여 전체 평균 사건관련전위의 파형에서 N100과 P200이 관찰되었기 때문에 이 정점들의 진폭과 잠재기도 분석에 포함하였으며, N100과 P200의 진폭과 잠재기를 각각 혼합설계 공분산분석으로 분석하였다. 각각 측정치 간의 분산차로 인해 구형성 가정이 위배될 경우 Greenhouse-Geisser correction을 적용하였다.

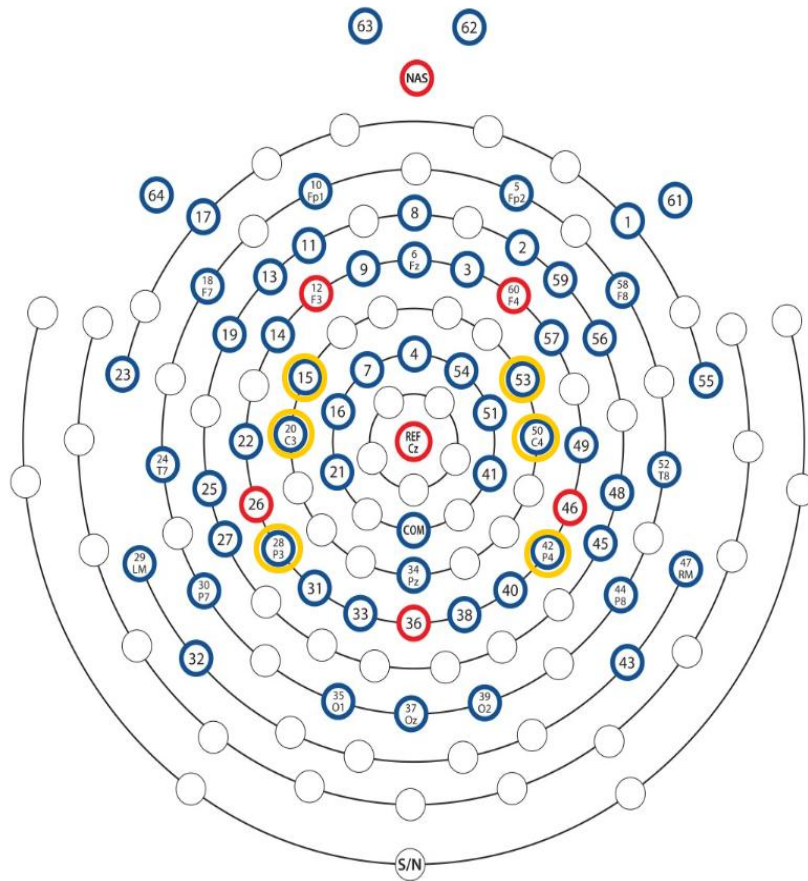


그림 2. 사건 관련전위 분석에 포함된 채널(노란색 원)

4.4 뇌 신호원

N400의 뇌 신호원은 CURRY V6.0 소프트웨어의 Standardized low solution brain electromagnetic tomography(sLORETA)를 사용하여 분석하였다. 사용된 두부 모형(head model)은 CURRY에 내재된 기본 모델이며, EGI(Electrical Geodesics, Inc)에서 제공하는 표준화된 64채널 전극 위치 정보를 사용하여 분석에 사용될 이미지의 전극 위치를 결정하였다. 뇌의 용적 전도체(volume conductor) 계산에는 경계요소기법(boundary element method: BEM)을 적용하였다. 이때 뇌, 두개골, 두피는 각각 6/8/9mm로 설정하였으며, 두피, 두개골, 뇌척수액의 전도도는 각각 0.33/0.0042/0.33mm이었다. 전류밀도(current density)는 자극 제시 후 300~500ms에서 나타나는 사건관련전위, 전체 평균 사건관련전위, 차이 파형을 참고하여 MGFP(mean global filed power)의 정점을 이루는 시점으로 계산하였다. CURRY에서 획득한 전류밀도 영상의 전처리에는 SPM(statistical parametric mapping)8을 사용하였다. SPM8에서 전류밀도 영상의 잡파를 제거하기 위해 재정렬(realigning)한 이미지를 구조적 MRI 영상과 상호보정(coregistering)하였다. 상호보정된 이미지를 SPM8에서 제공하는 템플릿에 맞추는 정규화(normalizing) 후에, 잡파를 억제하는 편평화(smoothing)를 차례로 거쳤다. 마지막으로, 뇌 신호원의 통계처리에는 편평화된 이미지가 사용되었다. 또한 국소화 분석에서의 SNR(signal to noise rate) 범위는 정상 문장에서는 (4~11.6), 의미 위반 조건 문장에서는 (4~9.2)이었다.

V. 연구 결과

1. 인구통계학적 특성

정상통제군과 조현형 성격 성향군의 인구통계학적 특성에 따른 결과가 표 1에 기술되어 있다. 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 평균 연령과 교육 연한서 유의한 차이가 관찰되지 않았다, $t(41)=.70$, *ns*; $t(41)=1.60$, *ns*. 반면 SPQ, SDS, STAI-상태 및 STAI-특성 점수들에서 두 집단 간의 유의한 차이가 나타났다, $t(41)=-16.17$, $p<.001$; $t(41)=-3.63$, $p<.01$; $t(41)=-3.28$, $p<.01$; $t(41)=-3.34$, $p<.01$. 즉, 정상통제군에 비해 조현형 성격 성향군이 유의하게 높은 SPQ 점수와 우울, 불안 수준을 보였다.

표 1. 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 인구통계학적 특성

	정상통제군 (<i>n</i> =22)	조현형 성격 성향군 (<i>n</i> =21)	<i>t</i>	<i>p</i>
	평균 (표준편차)	평균 (표준편차)		
평균연령 (년)	20.55 (1.77)	20.14 (2.03)	.70	.49
교육연한 (년)	14.50 (1.19)	13.90 (1.26)	1.60	.12
SPQ	18.73 (1.61)	42.81 (6.79)	-16.17***	.00
SDS	42.41 (5.84)	50.52 (8.63)	-3.63**	.00
STAI-상태	39.23 (7.64)	48.00 (9.82)	-3.28**	.00
STAI-특성	42.68 (8.98)	53.11 (11.44)	-3.34**	.00

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

SPQ = Schizotypal Personality Questionnaire; SDS = Self-Rating Depression Scale; STAI = Spielberger's State-Trait Anxiety Inventory.

p*<.01, *p*<.001.

2. 문장 적합성 판단 과제의 행동 수행 결과

정상통제군과 조현형 성격 성향군의 문장 적합성 판단 과제에서의 행동 수행 결과가 표 2에 기술되어 있다. 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 반응 시간에서 문장 조건과 집단 간의 상호작용 효과를 보이지 않았다, $F(1,38)=.03$, *ns*. 또한, 문장 조건과 집단의 주효과도 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.02$, *ns*; $F(1,38)=4.07$, *ns*.

이에 덧붙여서, 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 반응 정확률에서도 문장 조건과 집단 간의 유의한 차이를 보이지 않았다, $F(1,38)=.18$, *ns*. 반면, 문장 조건의 주효과가 관찰되었다, $F(1,38)=9.92$, $p<.01$. 즉, 정상통제군과 조현형 성격 성향군 모두 정상 문장에 비해 의미 위반 문장에서 더 높은 정확률을 보였다. 그러나 집단의 주효과는 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.04$, *ns*. 이러한 결과는 가설 1-1을 지지하지 않는다.

표 2. 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 문장 적합성 판단 과제 평균 반응 시간과 반응 정확률

	정상통제군 (<i>n</i> =22)		조현형 성격 성향군 (<i>n</i> =21)	
	정상 문장	의미 위반 문장	정상 문장	의미 위반 문장
반응시간 (ms)	373.65 (90.45)	374.57 (98.22)	321.76 (82.64)	319.20 (96.84)
정확률 (%)	89.27 (0.04)	92.86 (0.05)	88.86 (0.06)	91.48 (0.06)

주, 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

3. 사건관련전위 결과

그림 3은 문장 적합성 판단 과제를 수행하는 동안 FC3, FC4, C3, C4, P3 및 P4에서 측정된 사건관련전위를 전체 평균(grand average)한 파형이다. 정상통제군과 조현형 성격 성향군 모두 중앙 영역에서 가장 큰 N400 진폭을 보였다. 또한 그림 4는 N400의 최대 진폭이 관찰된 시점에서 전체 64채널의 진폭 분포(topographical distribution)를 보여준다. 의미 위반 조건에서 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 전두-중앙 영역에서 더 작은 N400 진폭 분포를 보임이 관찰된다. 이에 덧붙여서, 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 사건관련전위 분석에 포함된 시행 수가 표 3에 기술되어 있다. 사건관련전위 분석에 포함된 정상 문장과 의미 위반 문장의 평균 시행 수에서 두 집단은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다, $t(41)=-.68, ns$; $t(41)=-.67, ns$.

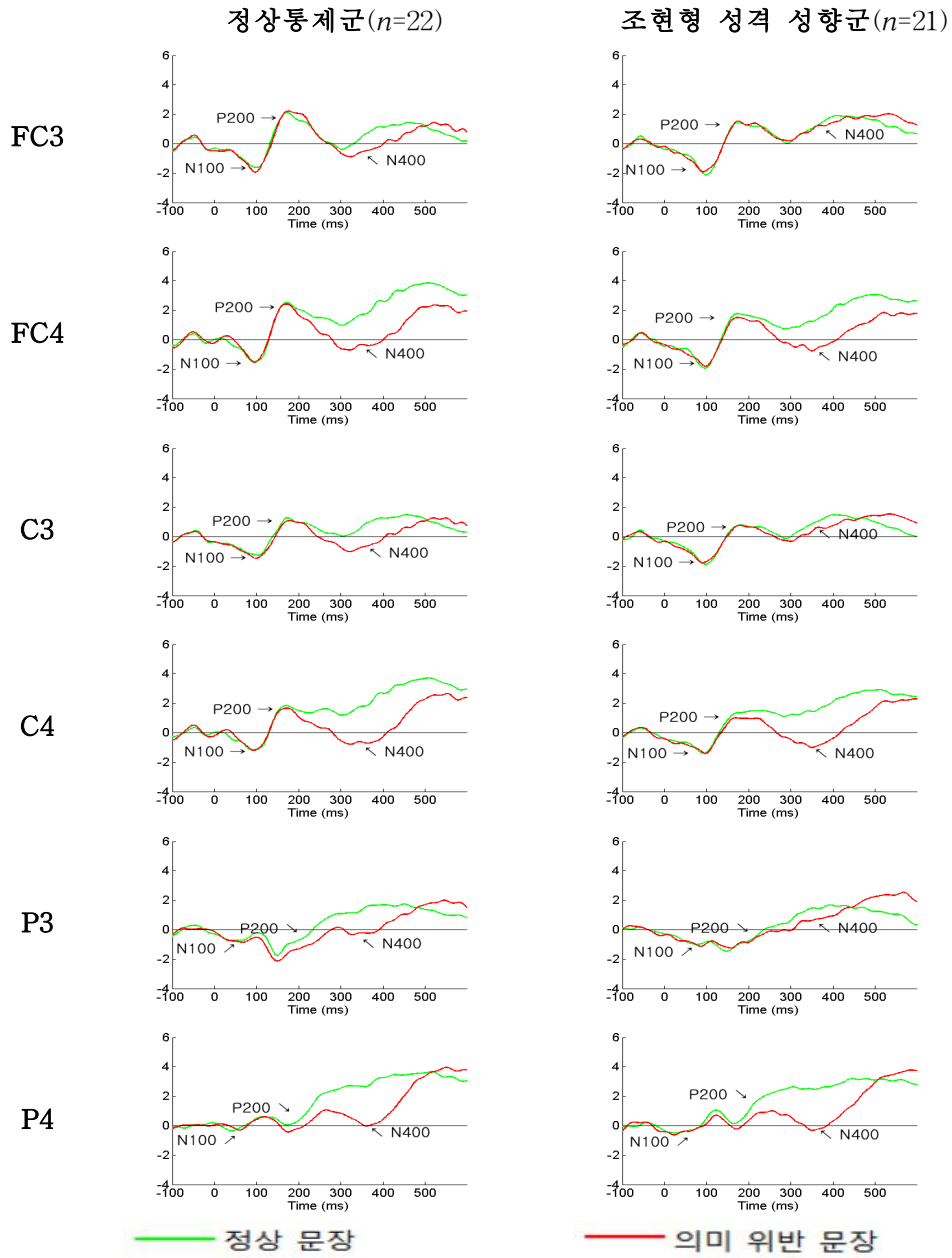


그림 3. 문장 적합성 판단 과제에서 관찰된 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 전체 평균 사건관련전위

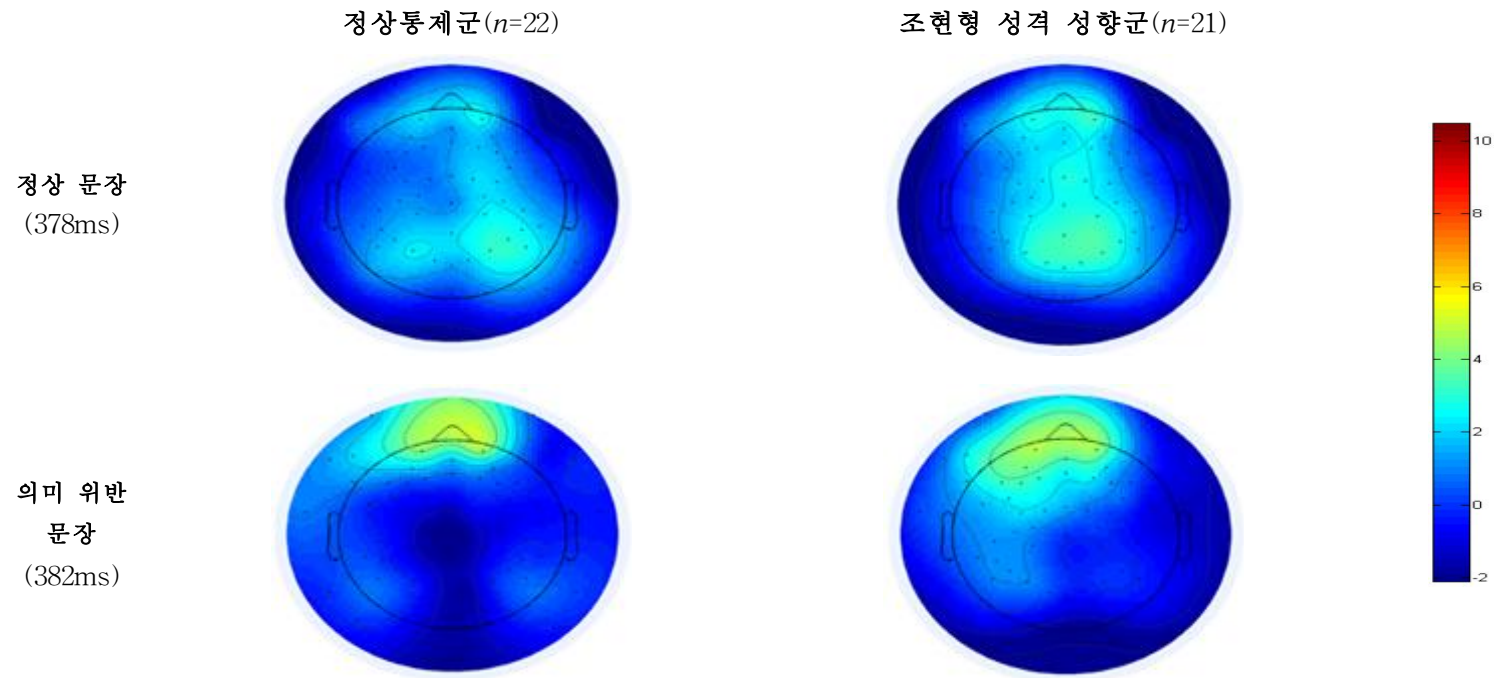


그림 4. 문장 적합성 판단 과제에서 가장 큰 N400 진폭이 관찰된 시간대의 전체 64채널 사건관련전위 분포(단위: μV)

표 3. 정상통제군과 조현형 성격 성향군의 사건관련전위 분석에 포함된 시행 수

	정상통제군(n=22)	조현형 성격 성향군(n=21)	t
정상 문장	106.55 (19.27)	109.76 (10.84)	-.68
의미 위반 문장	77.27 (13.30)	79.62 (9.44)	-.67

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

3.1. N400

본 연구에서는 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 의미 위반 인식에서 차이를 보이는지, 더 나아가서 문장의 의미 처리에 관여하는 반구의 편재화에서 집단 간의 차이가 나타나는지 알아보고자 하였다. 따라서 좌우반구의 전두-중양(FC3, FC4), 중양(C3, C4), 및 두정(P3, P4) 영역을 포함한 여섯 개 전극의 N400 진폭을 분석하였다. 정상통제군과 조현형 성격 성향군에서 관찰된 문장 적합성 판단 과제의 조건별 N400 진폭의 분석 결과가 표 4에 제시되어 있으며, N400 진폭의 공분산분석 결과가 표 5에 제시되어 있다.

분석 결과, 문장 조건, 집단 및 전극 위치 간의 유의한 상호작용 효과가 확인되었다, $F(2.93,111.19)=2.88, p<.05$. 상호작용 효과에 대한 사후분석 결과가 표 6에 제시되어 있으며, 그림 5에는 문장 조건, 집단 및 전극 위치 간의 상호작용 효과를 가시화한 이미지가 제시되어 있다. 먼저, 상호작용 효과를 더 구체적으로 알아보기 위해 집단별로 나누어서 전극과 조건의 단순 이원상호작용을 확인한 결과, 정상통제군과 조현형 성격 성향군에서 각각 문장 조건과 전극 위치의 상호작용 효과가 관찰되었다, $F(3.15,56.67)=4.21, p<.01$; $F(2.07,35.19)=17.76, p<.001$. 따라서 두 집단의 단순 이원상호작용의

단순 주효과를 확인하였다. 단순 이원상호작용의 단순 주효과 분석 결과는 표 7에 제시되어 있다. 분석 결과, 정상통제군은 모든 전극에서 정상 문장 조건보다 의미 위반 문장 조건에서 유의하게 더 큰 N400 진폭이 나타난 반면, 조현형 성격 성향군은 FC3에서 조건 간의 유의한 N400 진폭 차이가 관찰되지 않았다, $F(1,18)=3.00$, *ns*. 즉, 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 좌반구의 전두-중앙 영역의 전극인 FC3에서만 유의한 집단 간 차이를 보였다. 이러한 결과는 가설 2-1을 부분적으로 지지한다.

문장 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 관찰되지 않았으나 전극 위치와 문장 조건의 상호작용 효과가 확인되었다, $F(1,38)=1.92$, *ns*; $F(2.93,119.19)=17.95$, $p<.001$. 상호작용 효과를 보다 구체적으로 살펴보기 위해 각 전극에 따라 문장 조건 간 진폭차를 살펴본 결과, 분석에 포함된 모든 전극(FC3, FC4, C3, C4, P3, P4)이 정상 문장에 비해 의미 위반 문장에서 유의하게 큰 N400 진폭을 보임이 관찰되었다, $F(1,39)=15.91$, $p<.001$; $F(1,39)=128.30$, $p<.001$; $F(1,39)=31.60$, $p<.001$; $F(1,39)=152.39$, $p<.001$; $F(1,39)=30.26$, $p<.001$; $F(1,39)=151.92$, $p<.001$.

이에 더하여, 문장 조건의 주효과가 관찰되었다, $F(1,38)=175.86$, $p<.001$. 즉 두 집단 모두 정상 문장보다 의미 위반 문장에서 더 큰 N400 진폭을 보였다. 반면, 집단과 전극 위치에서는 유의한 주효과가 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.63$, *ns*; $F(2.71,102.83)=2.65$, *ns*.

정상통제군과 조현형 성격 성향군에서 관찰된 문장 적합성 판단 과제의 조건별 N400 잠재기의 분석 결과가 표 8에 제시되어 있다. 잠재기의 경우, 문장 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 관찰되지 않았으나, 문장 조건에서 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었다, $F(1,38)=.40$, *ns*; $F(1,38)=11.94$, $p<.01$. 즉, 두 집단 모두 의미 위반 문장에 비해 정상 문장에서 유의하게 더 빠른 잠재기를 보였다. 반면, 집단과 전극 위치의 주효과는 관찰되지 않았

다, $F(1,38)=.45$, ns ; $F(2.26,85.98)=1.92$ ns .

표 4. 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건
별 N400 진폭(μV)

전극 위치 (번호)	정상통제군($n=22$)		조현형 성격 성향군($n=21$)	
	정상 문장	의미 위반 문장	정상 문장	의미 위반 문장
FC3 (15)	0.44 (2.05)	-1.06 (1.67)	0.97 (1.64)	0.40 (2.45)
FC4 (53)	1.59 (1.98)	-0.95 (1.82)	1.27 (1.73)	-1.05 (1.92)
C3 (20)	0.67 (1.43)	-0.99 (1.25)	0.65 (1.50)	-0.04 (1.95)
C4 (50)	1.78 (2.03)	-1.00 (1.42)	1.43 (1.60)	-1.24 (1.59)
P3 (28)	1.18 (1.31)	-0.60 (1.76)	1.18 (1.79)	0.27 (2.04)
P4 (42)	2.43 (1.35)	-0.33 (1.65)	2.04 (1.88)	-0.76 (1.66)

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

표 5. 평균 N400 진폭의 공분산분석 결과

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2_p	<i>p</i>
<u>집단간</u>				
집단	1	.63	.02	.43
오차	38	(18.33)		
<u>집단내</u>				
전극	2.71	2.65	.07	.06
전극x집단	2.71	1.46	.04	.23
전극내 오차	102.83	(4.99)		
조건	1	175.86***	.82	.00
조건x집단	1	1.92	.05	.17
조건내 오차	38	(2.71)		
전극x조건	2.93	17.95***	.32	.00
전극x조건x집단	2.93	2.88*	.07	.04
전극x조건내 오차	111.19	(1.31)		

주. 괄호안의 수치는 오차제곱평균(MSE)을 나타냄.
p*<.05, **p*<.001.

표 6. N400 진폭의 집단별 단순 이원상호작용 분석 결과

변산원	<i>df</i>	<i>F</i>	η^2_p	<i>p</i>
<u>정상통제군</u>				
조건x전극	3.15	4.21**	.19	.00
조건x전극내 오차	56.67	(1.43)		
<u>조현형 성격 성향군</u>				
조건x전극	2.07	17.76***	.51	.00
조건x전극내 오차	35.19	(1.56)		

주. 괄호안의 수치는 오차제곱평균(MSE)을 나타냄.
 ** $p < .01$, *** $p < .001$.

표 7. 단순 이원상호작용의 단순 주효과 분석 결과

전극 위치 (번호)	정상통제군 ($n=22$)		조현형 성격 성향군 ($n=21$)	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
FC3 (15)	14.62**	.00	3.00	.10
FC4 (53)	63.38***	.00	80.00***	.00
C3 (20)	35.04***	.00	5.78*	.03
C4 (50)	71.82***	.00	73.89***	.00
P3 (28)	21.40***	.00	10.02**	.00
P4 (42)	64.35***	.00	99.92***	.00

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

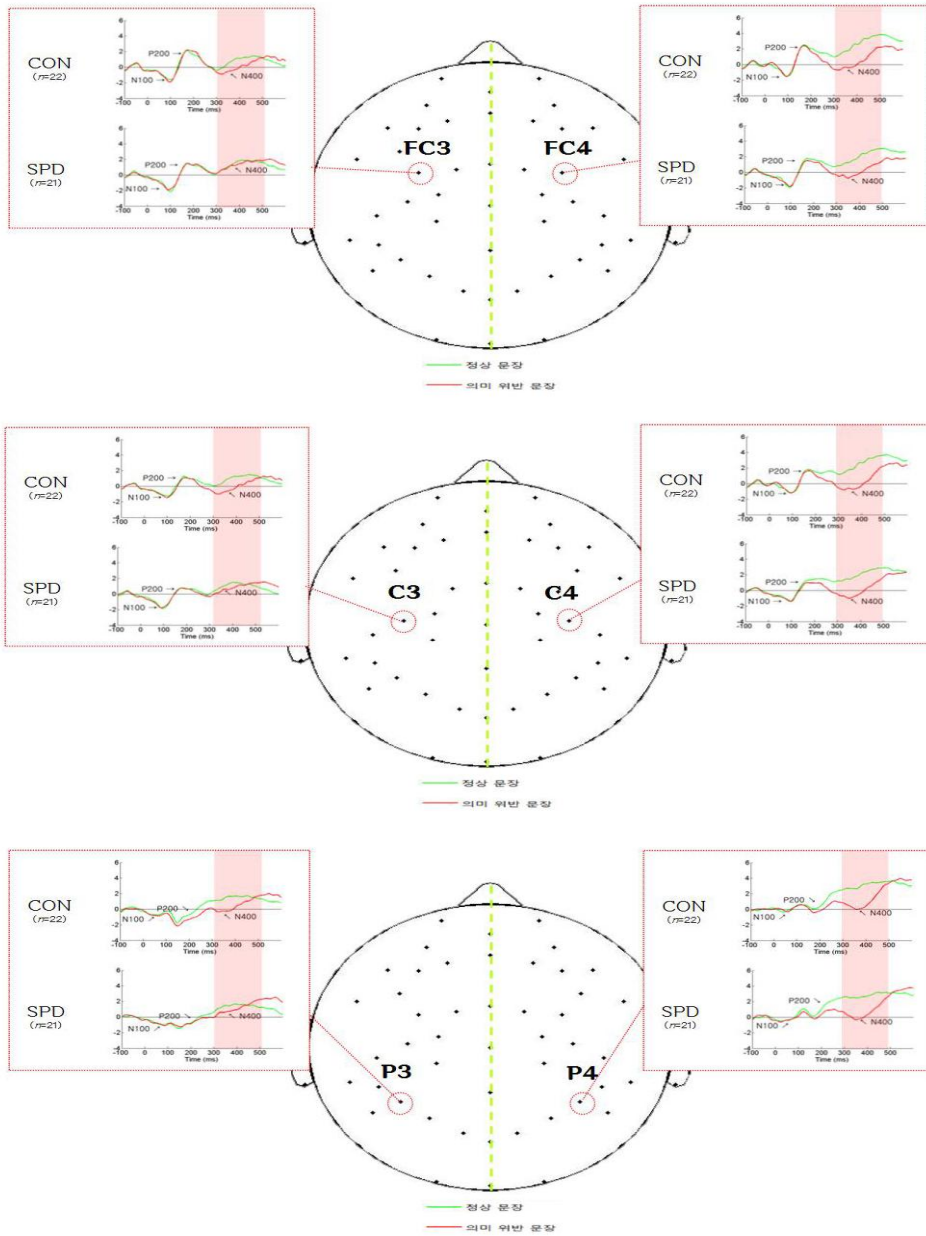


그림 5. 전극, 조건 및 집단의 상호작용 효과

표 8. 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건
별 N400 잠재기(ms)

전극 위치 (번호)	정상통제군(n=22)		조현형 성격 성향군(n=21)	
	정상 문장	의미 위반 문장	정상 문장	의미 위반 문장
FC3 (15)	376.64	379.91	374.57	378.19
	(44.82)	(43.30)	(32.42)	(31.92)
FC4 (53)	380.27	383.09	380.86	385.71
	(42.16)	(39.85)	(21.91)	(25.64)
C3 (20)	377.18	376.09	376.48	378.95
	(44.76)	(43.44)	(32.64)	(33.38)
C4 (50)	379.09	382.45	381.81	385.52
	(42.63)	(40.74)	(25.95)	(25.02)
P3 (28)	383.45	381.64	389.90	390.95
	(27.93)	(25.02)	(27.27)	(28.44)
P4 (42)	372.09	373.36	369.05	374.19
	(20.73)	(18.42)	(26.90)	(25.49)

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

3.2. N100

정상통제군과 조현형 성격 성향군에서 관찰된 문장 적합성 판단 과제의 조건별 N100 진폭이 표 9에 제시되어 있다. 문장 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다, $F(1,38)=.38$, *ns*. 반면, 전극 위치에서 주효과가 관찰되었다, $F(2.50,94.87)=12.32$, $p<.001$. 즉 P3에서 가장 큰 진폭($-9.79\mu V$) 이, P4에서 가장 작은 진폭($2.16\mu V$)이 관찰되었다. 집단과 문장 조건의 주효과는 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.66$, *ns*; $F(1,38)=.25$, *ns*.

각 집단의 N100 잠재기가 표 10에 제시되어 있다. 문장 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다, $F(1,38)=.01$, *ns*. 이에 덧붙여서, 집단, 전극 위치 및 문장 조건에서 주효과가 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.21$, *ns*; $F(2.33,88.51)=.85$, *ns*; $F(1,38)=.06$, *ns*.

표 9. 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건
 별 평균 N100 진폭(μV)

전극 위치 (번호)	정상통제군($n=22$)		조현형 성격 성향군($n=21$)	
	정상 문장	의미 위반 문장	정상 문장	의미 위반 문장
FC3 (15)	-2.00 (1.82)	-2.32 (1.87)	-2.60 (0.98)	-2.32 (1.17)
FC4 (53)	-2.01 (1.22)	-1.83 (1.14)	-2.30 (1.34)	-2.31 (1.23)
C3 (20)	-1.68 (1.25)	-1.83 (1.41)	-2.32 (0.92)	-2.20 (1.27)
C4 (50)	-1.56 (1.07)	-1.55 (1.13)	-1.81 (1.20)	-1.82 (1.14)
P3 (28)	-2.13 (2.15)	-2.42 (2.13)	-1.91 (1.14)	-1.92 (1.63)
P4 (42)	-0.83 (1.20)	-1.04 (1.70)	-0.74 (1.14)	-0.82 (1.18)

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

표 10. 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 평균 N100 잠재기(ms)

전극 위치 (번호)	정상통제군(n=22)		조현형 성격 성향군(n=21)	
	정상 문장	의미 위반 문장	정상 문장	의미 위반 문장
FC3 (15)	99.09	99.64	102.29	100.86
	(10.36)	(12.49)	(12.73)	(13.66)
FC4 (53)	97.73	95.45	102.48	103.43
	(13.27)	(13.50)	(12.70)	(13.37)
C3 (20)	97.09	100.91	102.95	101.43
	(14.34)	(13.87)	(11.76)	(14.27)
C4 (50)	97.73	96.45	99.71	99.81
	(13.67)	(13.71)	(14.17)	(13.17)
P3 (28)	110.09	107.09	101.14	99.05
	(27.79)	(29.87)	(21.96)	(24.46)
P4 (42)	101.27	103.55	90.86	94.00
	(25.68)	(29.98)	(24.19)	(27.42)

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

3.3. P200

정상통제군과 조현형 성격 성향군에서 관찰된 문장 적합성 판단 과제 조건별 P200 진폭이 표 11에 제시되어 있다. P200 진폭을 분석한 결과, 문장 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다, $F(1,38)=.49$, *ns*. 반면, 문장 조건과 전극 위치 간의 상호작용 효과가 관찰되었다, $F(2.97,112.78)=5.58$, $p<.01$. 각 전극에 따라 문장 조건 간 진폭차를 살펴본 결과, P4에서만 조건 간의 유의한 진폭 차이를 관찰되었다, $F(1,39)=21.64$, $p<.001$. 즉 P4에서는 의미 위반 문장에 비해 정상 문장에서 더 큰 P200 진폭이 관찰되었다. 이에 덧붙여, 전극 위치와 문장 조건에서 주효과가 관찰되었다, $F(2.15,81.80)=25.50$, $p<.001$; $F(1,38)=4.50$, $p<.05$. 즉 FC3에서 가장 큰 진폭($7.86\mu V$)이 관찰된 반면 P4에서는 가장 작은 진폭($-2.99\mu V$)이 관찰되었다. 또한, 두 집단 모두 의미 위반 문장에 비해 정상 문장에서 유의하게 더 큰 P200 진폭을 보였다. 반면, 집단의 주효과는 관찰되지 않았다, $F(1,38)=.00$, *ns*.

각 집단의 P200 잠재기가 표 12에 제시되어 있다. 문장 조건과 집단 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다, $F(1,38)=2.67$, *ns*. 반면, 전극 위치에서 유의한 주효과가 관찰되었다, $F(2.99,113.76)=15.46$, $p<.001$. 구체적으로, P4에서 가장 빠른 잠재기(140ms)가 관찰되었으며 P3에서 가장 느린 잠재기(260ms)가 관찰되었다. 집단과 문장 조건의 주효과는 관찰되지 않았다, $F(1,38)=1.96$, *ns*; $F(1,38)=3.26$, *ns*.

표 11. 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 평균 P200 진폭(μV)

전극 위치 (번호)	정상통제군($n=22$)		조현형 성격 성향군($n=21$)	
	정상 문장	의미 위반 문장	정상 문장	의미 위반 문장
FC3 (15)	2.53 (1.74)	2.86 (1.19)	1.95 (1.47)	2.03 (2.06)
FC4 (53)	2.83 (1.82)	2.69 (1.77)	2.12 (1.60)	2.06 (1.81)
C3 (20)	1.56 (1.31)	1.45 (0.95)	1.27 (1.40)	1.25 (1.88)
C4 (50)	2.15 (1.43)	1.96 (1.18)	1.97 (1.56)	1.69 (1.46)
P3 (28)	0.11 (1.33)	-0.40 (1.43)	0.34 (2.11)	0.28 (2.25)
P4 (42)	1.89 (1.63)	0.92 (1.82)	1.94 (2.10)	1.22 (1.72)

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

표 12. 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 문장 적합성 판단 과제에서 보인 조건별 P200 잠재기(ms)

전극 위치 (번호)	정상통제군(n=22)		조현형 성격 성향군(n=21)	
	정상 문장	의미 위반 문장	정상 문장	의미 위반 문장
FC3 (15)	183.27	184.82	189.05	184.86
	(19.65)	(21.05)	(24.57)	(20.82)
FC4 (53)	180.64	180.27	186.76	185.33
	(16.42)	(20.04)	(21.65)	(23.27)
C3 (20)	184.09	181.18	187.90	184.48
	(19.39)	(19.52)	(22.34)	(20.99)
C4 (50)	181.91	180.82	190.76	188.67
	(18.23)	(18.43)	(23.81)	(23.43)
P3 (28)	209.00	210.45	213.62	212.19
	(31.37)	(30.58)	(24.39)	(26.50)
P4 (42)	213.73	212.82	212.67	209.24
	(39.32)	(36.18)	(25.44)	(30.21)

주. 괄호안의 수치는 표준편차를 나타냄.

4. 뇌 신호원 국소화 분석 결과

그림 6은 문장 적합성 판단 과제에 의미 위반 조건에서 관찰된 집단 간의 뇌 활성화 영역을 보여준다. N400의 뇌 신호원 분석 결과 정상통제군에서는 전두 영역, 측두 영역, 변연엽 및 후두 영역의 활성화가 관찰된 반면 조현형 성격 성향군에서는 전두 영역, 변연엽 및 두정엽의 활성화만 관찰되었다.

구체적으로, 의미 위반 문장에서 정상통제군의 전류밀도는 우반구의 전두엽(전전두회), 변연엽(전대상), 좌반구의 전두엽(중심전회, 중전두회), 측두엽(횡측두회, 상측두회), 변연엽(전대상), 및 후두엽(설상엽)에 분포되어 있는 것으로 관찰되었다($t=2.83$, $p<.005$ uncorrected, extent $k=50$, voxel size: 2.0 mm x 2.0 mm x 2.0 mm). 반면, 조현형 성격 성향군의 전류밀도는 우반구의 전두엽(내측 전두회), 변연엽(후대상), 좌반구의 전두엽(중심전회, 내측 전두회, 중전두회), 변연엽(대상회), 두정엽(중심후회, 하두정소엽)에 분포되어 있는 것으로 관찰되었다($t=2.85$, $p<.005$ uncorrected, extent $k=50$, voxel size: 2.0 mm x 2.0 mm x 2.0 mm). 즉 정상통제군과 달리 조현형 성격 성향군에서는 측두엽의 유의한 활성화가 관찰되지 않았다.

정상통제군과 조현형 성격 성향군의 뇌 신호원 국소화 분석에 따른 집단 간 차이가 표 13에 기술되어 있다. 조현형 성격 성향군과 정상통제군의 전류밀도 차이를 분석한 결과, 의미 위반 문장에서 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 좌반구의 중전두회(brodmann area: BA, 8/9/46)에서 유의하게 감소된 활성화를 보였다($t=1.70$, $p<.05$ uncorrected, extent $k=50$, voxel size: 2.0 mm x 2.0 mm x 2.0 mm). 반면, 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 증가된 활성화를 보인 뇌 영역들은 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 가설 3-1을 지지한다.

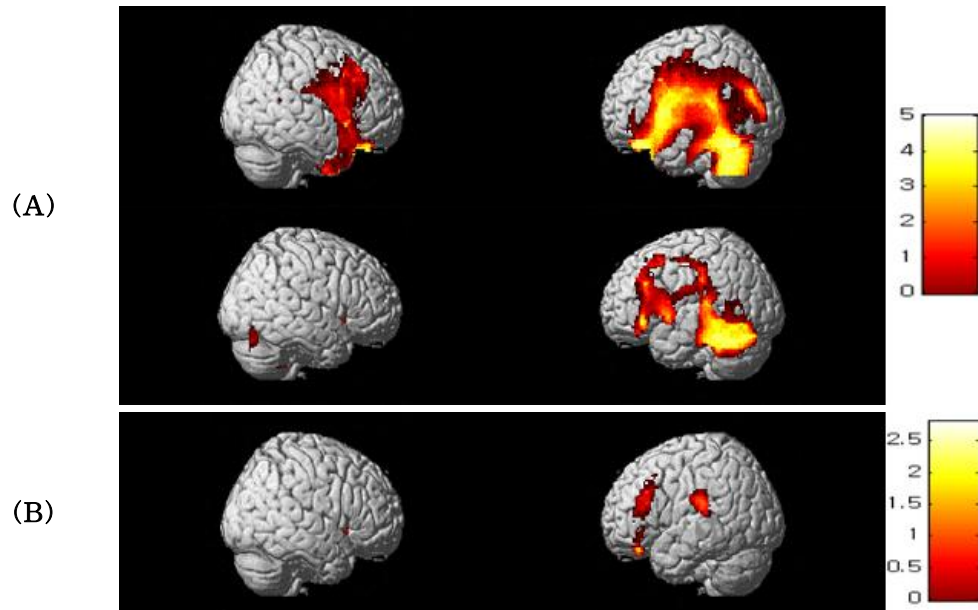


그림 6. (A): 의미 위반 문장에서 관찰된 정상통제군(위)과 조현형 성격 성향군(아래)의 활성화된 뇌 영역들, (B): 의미 위반 문장에서 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 감소된 활성화를 보인 뇌 영역들.

표 13. 의미 위반 문장에서 조현형 성격 성향군이 유의하게 감소된 활성화를 보인 뇌 영역들

뇌 영역	BA	MNI 좌표			Talairach 좌표			t
		X	Y	Z	X	Y	Z	
중전두회	8	-20	36	34	-19.84	28.91	37.31	2.27*
중전두회	9	-24	38	30	-23.49	31.14	33.86	2.43**
중전두회	46	-42	32	22	-40.07	26.33	25.91	2.10*

주. BA: Brodmann Area
* $p < .05$, ** $p < .01$.

VI. 논의 및 제한점

1. 논의

본 연구는 조현형 성격 성향을 가진 대학생의 의미 위반 인식 결함을 사건관련전위와 뇌 신호원 분석을 사용하여 알아보고자 하였다. 즉 조현형 성격 성향을 가지는 대학생이 의미 위반 인식 결함을 가지고 있는지, 만약 의미 위반 인식의 결함을 가지고 있다면 그 결함과 관련된 신경학적 기제를 알아보고자 하였다.

문장 적합성 판단 과제의 행동 수행을 분석한 결과, 정상통제군과 조현형 성격 성향군이 반응 시간과 반응 정확률에서 유의한 차이를 보이지 않았으며, 따라서 가설 1-1은 지지되지 않았다. 비록 일부 연구들에서 조현병 환자군(Ohta et al., 1999; Ruchow et al., 2003) 혹은 조현형 성격 성향군(Kimble et al., 2000)과 정상통제군이 문장 적합성 판단 과제를 실시할 때 반응 시간 혹은 반응 정확률에서 수행 차이를 보이지 않음이 관찰되었으나, 대부분의 선행 연구들은 조현병 환자들이 정상통제군에 비해 유의하게 느린 반응 시간 혹은 낮은 반응 정확률을 보임을 비교적 일관되게 보고하고 있으며, 이는 조현병 환자들이 의미 위반을 인식하는 것의 결함을 가지고 있음을 시사한다고 제안하고 있다(Adams et al., 1993; Kuperberg et al., 2006; Ohta et al., 1999; Ruschow et al., 2003). 본 연구와 선행 연구 결과 사이의 불일치는 연구에 참여한 연구참여자들과 연구에 사용된 실험 방안 등의 차이로 인해 초래된 것으로 여겨진다.

먼저, 연구참여자의 연령과 조현병 증상의 심각도에서 차이가 있다. 조현병 환자의 언어 장애는 유병기간이 길수록, 즉 만성 조현병 환자일수록 더 심각한 것으로 알려져 있는데(Morice & Ingram, 1983; Paulsen et al., 1996;

Thomas & Leudar, 1995), 본 연구의 참여자는 평균 연령 20대 초반의 초기 성인기로, 초발성 조현병 환자의 평균 발병 시기와 유사하다(Li, Branch, & DeLisi, 2009; Rajji, Ismail, & Mulsant, 2009). 따라서 본 연구의 참여자들은 조현병으로 진단받지 않은 비임상 집단이므로 임상 증상의 정도가 경미하기 때문에 의미 위반 인식의 결함을 포함한 심각한 언어 장애를 가지고 있지 않으며, 이로 말미암아 문장 적합성 판단 과제에서 두 집단 간의 유의한 차이가 관찰되지 않았을 가능성이 있다. 추후 유병기간이 길거나 높은 연령의 조현형 성격 성향군을 대상으로 연구할 필요가 있을 것으로 여겨진다.

이에 덧붙여, 본 연구에서 사용된 과제의 자극 제시 시차(stimulus-onset asynchrony: SOA)가 과제 수행에 일부 영향을 주었을 가능성이 있다. 예를 들어, Tanner, Grey와 van Hell(2017)이 정상인을 대상으로 통사 위반 문장들을 읽고 판단하는데 SOA가 영향을 미치는가를 조사하였다. 실험 결과, SOA가 빠를수록 연구참여자들이 더 낮은 정확률을 보임이 관찰되었다(Tanner et al., 2017). 이는 SOA가 길수록 문장 이해에 대한 부담이 감소되는 것을 시사한다. 또한 Kiang과 Kutas(2005)는 정상통제군과 조현형 성격 성향군을 대상으로 범주-검증(category-verification task) 과제를 사용하여 의미 처리를 조사하였다. 연구 결과, 반응 시간과 반응 정확률에서 집단 간의 유의한 차이가 관찰되지 않았는데, 연구자들은 이를 SOA의 영향으로 설명하였다. 즉, 긴 SOA로 말미암아 연구참여자들이 단어를 읽고 분류할 수 있는 충분한 시간을 가졌기에 과제 수행에서 집단 간의 유의한 차이가 나타나지 않았을 가능성이 있음을 제안하였다(Kiang & Kutas, 2005). 반면, 짧은 SOA의 언어 과제를 사용한 선행 연구에서 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 낮은 수행을 보임이 관찰되었다(Morgan, Bedford, O'Regan, & Rossell, 2009). 구체적으로, 점화 과제인 의

미 범주화(semantic categorization) 과제에서 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 유의하게 저하된 수행을 보임이 관찰되었다(Morgan et al., 2009). Morgan 등(2009)은 Kiang과 Kutas(2005)의 연구와 달리 짧은 SOA를 사용하였으며, 연구참여자에게 가능한 한 빠르고 정확한 반응을 하도록 요구하였기에 조현형 성격 성향군이 인지적인 부담을 크게 느꼈고 이로 인해 수행 저하를 보였다고 추측하였다. 이러한 결과들은 SOA가 언어 기능을 측정하는 과제의 결과에 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 반면 본 연구에서 문장을 이루는 단어 자극 간 SOA는 800ms로 선행 연구들에 비해 상대적으로 긴 편에 속한다. 또한 마지막 단어가 제시된 후 반응을 요구하는 슬라이드가 나타날 때까지 500ms의 빈 화면이 지속적으로 나타났으며, 이로 말미암아 연구참여자들이 문장의 적합성을 즉시 판단하지 않고 다시 한번 문장을 이해할 충분한 시간을 가졌을 것으로 여겨지며, 이로 인해 집단 간의 유의한 차이가 관찰되지 않은 것으로 보인다.

본 연구에서 조현형 성격 성향군과 정상통제군은 행동 수행 결과의 유의한 차이를 보이지 않은 반면, 사건관련전위 분석 결과가 조현형 성격 성향군이 추후 의미 위반 인식의 결함을 가질 가능성에 관한 근거를 제공한다. 행동 과제는 오직 행동 수행의 최종적인 결과만 반영하지만 사건관련전위는 행동 수행의 기저에서 작용하는 근본적인 신경 기체에 대한 정보도 제공한다. 즉, 자극에 대한 행동 반응(psychophysical responses)인 행동 수행 결과에 비해 사건관련전위와 같은 신경생리학적 반응(neurophysiological responses)이 인지 기능의 결함을 훨씬 더 민감하게 측정할 수 있을 것으로 여겨진다(Stoodley, Hill, Stein, & Bishop, 2006). 예를 들어, 조현형 성격 성향군을 대상으로 이루어진 사건관련전위 연구에서는 조현형 성격 성향군이 행동 수행 결과에서 정상통제군과 유의한 차이를 보이지 않은 반면 사건관련전위에서 유의한 차이를 보인

것은 행동 수행 수준에서의 결함이 나타나기 이전에 신경 회로(neural network)에서 이미 기능 장애가 선행하는 것으로 제안하였다(Lee & Kim, 2012). 즉, 본 연구의 행동 수행 결과에서 관찰되지 않은 조현형 성격 성향군의 의미 위반 인식 결함이 신경학적 기제에서는 이미 선행되고 있을 가능성이 시사된다.

사건관련전위 요소인 N400의 경우, 비록 집단 간의 유의한 진폭 차이와 집단과 문장 조건 간의 상호작용 효과가 관찰되지 않았지만 집단, 조건 및 전극 위치의 상호작용 효과가 관찰되었기에 가설 2-1은 부분적으로 지지되었다. 구체적으로, 정상통제군은 모든 전극 위치에서 정상 문장에 비해 의미 위반 문장에서 유의하게 큰 N400 진폭을 보인 반면, 조현형 성격 성향군은 FC3, 즉 좌반구의 전두-중앙 영역에서 의미 위반 문장과 정상 문장 간의 유의한 N400 진폭차를 보이지 않았다.

N400은 의미 정보 통합을 반영하는 사건관련전위 요소로 여겨지며 (Molinaro, Conrad, Barber, & Carreiras, 2010), 특히 좌반구에서 관찰된 N400은 단어의 뜻을 떠올리기 위한 의미 기억(semantic memory)과 문장에서 사용된 단어들 사이의 관계를 이해하기 위한 의미적 맥락(semantic context)을 반영하는 것으로 이해된다(de Loye et al., 2013). 또한 문장의 맥락을 파악할 때 전두-중앙 영역이 유의하게 활성화되는 것이 보고되고 있다 (Willems, Özyürek, & Hagoort, 2008). 따라서 조현형 성격 성향군이 좌반구 전두-중앙 영역에서 정상 문장과 의미 위반 문장 간의 유의한 N400 진폭차를 보이지 않은 것은 이들이 문장을 구성하는 단어들 사이의 관계, 즉 잘못된 의미 정보를 인식하고 문장으로 통합하는 능력의 결함을 가지고 있음을 시사한다고 여길 수 있다.

이러한 해석은 N400의 신호원 추정과 활성화 분석에 의해 지지를 받는다. 즉, 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 의미 위반 문장에서 전두 영

역의 중전두회(BA 8/9/46)에서 유의하게 감소된 활성화를 보임이 관찰되었다. 이는 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 감소된 뇌 신호원 활성화를 보일 것이라는 가설 3-1을 지지하는 결과이다. 또한, 정상통제군에서 N400의 신호원으로 추정되는 상측두회와 중전두회의 활성화가 관찰되었는데, 이는 선행연구에서 추정된 N400의 생성지와 부분적으로 일치하는 결과이다(Chen & Li, 2013; Frishkoff et al., 2004). 예를 들어, 선행 연구들은 N400의 생성지로 좌반구 하전두회, 하측두피질(inferior temporal cortex) 및 상측두회와 우반구의 하두정소엽(inferior parietal lobule)으로 보고하고 있다(Chen & Li, 2013; Frishkoff et al., 2004).

비록 의미 위반 적합성 판단 과제를 사용한 N400의 뇌 신호원 국소화 분석은 비교적 제한적으로 이루어져 왔음에도 불구하고(e.g., Chen & Li, 2013; Frishkoff et al., 2004), 위상 동기화, fMRI 및 뇌자도 연구에서 추정된 N400 생성지는 사건관련전위의 뇌 신호원 국소화 분석 결과와 비교적 일치한다(Halgren et al., 2002; Kuperberg et al., 2003; Maess et al., 2006; Meyer et al., 2005; Simos et al., 1997). 즉 N400의 생성지로 전두 영역과 측두 영역이 일관적으로 보고되고 있다(Meyer et al., 2005). 따라서 본 연구에서 관찰된 정상통제군의 N400 생성지는 선행연구들의 결과와 부분적으로 일치하는 것으로 여겨진다.

반면 조현형 성격 성향군은 의미 위반 문장 조건에서 측두 영역의 유의한 활성화가 관찰되지 않았다. 측두 영역, 특히 상측두회는 회화(speech)와 의사소통에 매우 중요한 역할을 하며 조현병 환자가 상측두회의 구조적 및 기능적 이상을 보임이 비교적 일관되게 보고되어 왔다(Rajarethinam et al., 2000). 예를 들어, MRI 연구에서 만성 조현병 환자군, 초발성 조현병 환자군 및 조현형 성격장애군 모두 정상통제군에 비해 감소된 상측두회 부피를 보임이 관찰되었으며(Anderson et al., 2002; Downhill et al., 2001; Takahashi

et al., 2010), 휴지기 상태(resting state)에서 조현병 환자군이 정상통제군에 비해 상측두회와 브로카 영역을 포함한 언어 네트워크의 감소된 뇌 연결성(connectivity)을 보임이 fMRI에서 관찰되고 있다(Liemburg et al., 2012). 이러한 상측두회의 결함이 조현병 스펙트럼 장애의 신경생물학적인 취약성(susceptibility)으로 제안되고 있다(Goldstein et al., 2009; Rajarethinam, Sahni, Rosenberg, & Keshavan, 2004; Takahashi et al., 2010). 따라서 본 연구에서 관찰된 조현형 성격 성향군의 상측두회 활성화 감소는 본 연구에 참여한 조현형 성격 성향을 가지는 대학생들이 상측두회의 구조 및 기능적 이상을 가지고 있을 가능성을 시사한다.

의미 위반 문장 조건에서 측정된 N400 신호원 활성화 차이를 분석한 결과, 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 좌반구 중전두회(BA 8/9/46)에서 유의하게 감소된 활성화를 보임이 관찰되었다. 중전두회는 단순한 단어 처리보다 복잡한 문장 처리에 관여하는 것으로 여겨진다(Dronkers, Wilkins, Van Valin Jr, Redfern, & Jaeger, 2004). 예를 들어, VLSM(voxel-based lesion symptom mapping) 기법을 사용하여 뇌손상 환자를 대상으로 문장 이해 능력을 측정하는 CYCLE-R(Curtiss-Yamada Comprehensive Language Evaluation - Receptive) 과제를 실시한 결과, 중측두회에 결함이 있는 환자군은 단어 처리에서부터 어려움을 보인 반면 좌반구 전두 영역, 특히 브로드만 46, 47번 영역이 손상된 환자군이 문장 처리에서 어려움을 보임이 관찰되었으며(Dronkers et al., 2004), 이는 중전두회가 단어 처리보다 문장 처리에 관여하는 것을 시사한다. 따라서 조현형 성격 성향군이 좌반구 중전두회의 활성화 감소를 보인 것은 이들이 문장의 복잡한 구조를 이해하고 언어 정보를 통합하는 것의 어려움을 가지고 있을 가능성을 시사한다.

반면, N100과 P200에서는 집단 간 유의한 진폭차가 관찰되지 않았다. 언

어 과제 수행 시에 나타나는 N100과 P200은 어휘-의미(lexico-semantic)와 관련된 단어 및 철자 인식을 반영하고(Penolazzi, Hauk, & Pulvermüller, 2007; Meng, Tian, Jian, & Zhou, 2007; Sereno, Brewer, & O'Donnell, 2003), 더 나아가 문장을 통합하기 위해 단어를 인식하고 단어의 의미를 이해하기 위해 주의를 기울이는 것을 반영하는 사건관련전위 요소로 여겨진다(Malaia, Wilbur, & Weber-Fox, 2009). 따라서 N400 진폭과 활성화에서 관찰된 두 집단 간의 차이가 철자와 단어를 인식하고 주의를 주는 능력의 차이 때문에 초래된 것은 아니라고 여겨진다.

본 연구의 결과를 종합하면 다음과 같다. 조현형 성격 성향군과 정상통제군이 문장 적합성 판단 과제에서 유의한 행동 수행의 차이를 보이지 않았으나, N400 진폭과 N400의 생성지 및 활성화에서 유의한 차이를 보였다. 즉 정상통제군은 N400 진폭 분석에 포함된 모든 전극 영역에서 정상 문장에 비해 의미 위반 문장에서 유의하게 더 큰 N400 진폭을 보였다. 반면, 조현형 성격 성향군은 좌반구의 전두-중앙 영역에서 문장 조건에 따른 N400 진폭차를 보이지 않았다. 이에 덧붙여서, N400의 신호원 국소화 분석 결과, 정상통제군과 달리 조현형 성격 성향군에서 상측두회의 활성화가 관찰되지 않았다. 또한 조현형 성격 성향군이 정상통제군에 비해 중전두회(BA 8/9/46)에서 유의하게 감소된 N400 신호원의 활성화를 보였다. 본 연구의 이러한 결과는 다음을 시사하는데, 비록 조현형 성격 성향군이 행동 수행에서는 정상통제군과 유사한 수준을 보였지만 의미 위반 인식의 신경생리적 지표인 N400의 진폭 및 신호원 활성화의 감소를 보이는 것으로 미루어 이들이 추후 의미 위반 인식의 어려움을 경험할 가능성을 시사한다.

2. 제한점 및 후속연구를 위한 제안

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가진다.

첫째, 연구참여자의 수가 적고 여자 대학생만을 대상으로 연구가 이루어졌기 때문에 본 연구 결과를 전체 성인을 대상으로 일반화하기에는 어려움이 있다.

둘째, 본 연구에서 조현형 성격 성향군과 정상통제군이 문장 적합성 판단 과제에서 유의한 차이를 보이지 않은 것이 긴 SOA와 반응 전 제시된 빈 화면으로 초래된 것으로 추측된다. 따라서 추후 연구에서 짧은 SOA를 사용하고 연구참여자에게 즉각적인 문장 적합성의 판단을 지시한다면 조현형 성격 성향군의 의미 위반 인식 결함을 관찰할 수 있을 것으로 여겨진다.

셋째, 뇌 신호원 분석에 낮은 SNR이 포함될 경우 분석 결과의 정확도가 감소될 수 있으므로 높은 SNR을 가진 데이터를 분석에 사용하는 것이 권고된다(Dümpelmann, Ball, & Schulze-Bonhage, 2012; Huppertz et al., 2001). 그러나 분석에 사용 가능한 SNR의 명확한 기준이 없어 본 연구에는 낮은 SNR을 가진 데이터가 일부 포함되었다. 추후 연구에서 높은 SNR을 가진 데이터만을 분석한다면 조현병의 뇌 신호원 위치와 활성화 정도에 대해 보다 정확한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

넷째, 뇌 신호원 분석에 CURRY V6.0에 내재된 기본 두부 모형이 사용되었는데 각 연구참여자의 실제 두부 모형(realistic head model)을 사용하는 것에 비해 뇌 신호원 위치의 정확성이 감소될 수 있다. 추후 연구에서 연구참여자의 개인 두부 모형을 사용한다면 N400 생성지의 보다 정확한 위치 정보를 제공할 수 있을 것으로 여겨진다.

참 고 문 헌

- 고아라 (2013). 고기능 자폐 아동의 집행기능과 언어 이해 능력과의 관계. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 김정택, 신동균 (1978). STAI 의 한국표준화에 관한 연구. **최신의학**, 21, 1223-1229.
- 김충명 (2002). 한국어 문장 이해과정에서의 통사 및 의미 처리특성 연구 : 신경생리학적 지표로서의 ERP를 이용하여. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 문희옥, 양익홍, 이홍표, 김묘은, 함웅 (1997). 한국판 분열형 성격척도의 타당화 예비연구. **신경정신의학**, 36, 329-343.
- 이영호, 송종용 (1991). BDI, SDS, MMPI-D 척도의 신뢰도 및 타당도에 대한 연구. **한국심리학회지**, 10, 98-113.
- 전춘수, 김명선 (2010). 분열형 인격성향과 강박성향을 가진 여자대학생의 신경심리 프로파일 비교. **한국심리학회지: 임상**, 29, 387-405.
- 한오수, 안준호, 송선희, 조맹제, 김장규, 배재남, 조성진, 정범수, 서동우, 한봉진, 이동우, 박종익, 홍진표 (2000). 한국어 판 구조화 임상면담도 구 개발: 신뢰도 연구. **신경정신의학**, 39, 362-372.
- 홍숙희 (2007). 언어 기능의 통합 지도가 초등 영어 학습에 미치는 영향 : 3학년을 중심으로. 광주교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 홍윤희 (2001). 단순언어장애 아동과 정상 아동의 은유 이해능력 비교 : 지각적 은유와 심리적 은유를 중심으로. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- Adams, J., Faux, S., McCarley, R. W., Marcy, B., & Shenton, M. (1989).

The N400 and language processing in schizophrenia. In: *Proceedings of The 9th International Conference on Event Related Potentials of The Brain*, 12-13.

Adams, J., Faux, S. F., Nestor, P. G., Shenton, M., Marcy, B., Smith, S., & McCarley, R. W. (1993). ERP abnormalities during semantic processing in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *10*, 247-257.

Anderson, J. E., Wible, C. G., McCarley, R. W., Jakab, M., Kasai, K., & Shenton, M. E. (2002). An MRI study of temporal lobe abnormalities and negative symptoms in chronic schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *58*, 123-134.

Angrilli, A., Penolazzi, B., Vespignani, F., De Vincenzi, M., Job, R., Ciccarelli, L., ... & Stegagno, L. (2002). Cortical brain responses to semantic incongruity and syntactic violation in Italian language: an event-related potential study. *Neuroscience Letters*, *322*, 5-8.

Berkum, J. J. V., Hagoort, P., & Brown, C. M. (1999). Semantic integration in sentences and discourse: Evidence from the N400. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11*, 657-671.

Bluschke, A., Gohil, K., Petzold, M., Roessner, V., & Beste, C. (2018). Neural mechanisms underlying successful and deficient multi-component behavior in early adolescent ADHD. *NeuroImage: Clinical*, *18*, 533-542.

Bocquillon, P., Bourriez, J. L., Palmero-Soler, E., Betrouni, N., Houdayer, E., Derambure, P., & Dujardin, K. (2011). Use of swLORETA to localize the cortical sources of target-and distracter-elicited P300 components. *Clinical Neurophysiology*, *122*, 1991-2002.

- Bookheimer, S. (2002). Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annual Review of Neuroscience, 25*, 151-188.
- Boudewyn, M. A., Carter, C. S., Long, D. L., Traxler, M. J., Lesh, T. A., Mangun, G. R., & Swaab, T. Y. (2017). Language context processing deficits in schizophrenia: The role of attentional engagement. *Neuropsychologia, 96*, 262-273.
- Bowie, C. R., & Harvey, P. D. (2005). Cognition in schizophrenia: impairments, determinants, and functional importance. *Psychiatric Clinics, 28*, 613-633.
- Bowie, C. R., & Harvey, P. D. (2008). Communication abnormalities predict functional outcomes in chronic schizophrenia: differential associations with social and adaptive functions. *Schizophrenia Research, 103*, 240-247.
- Chen, L., & Li, L. (2013). Context modulates neural activity of N400 and P600 to visual words. *Journal of Neurolinguistics, 26*, 490-509.
- Chen, X. S., Tang, Y. X., Xu, Y. F., Xiao, Z. P., Wang, J. J., Zhang, M. D., ... & Chen, C. (2010). N400 changes elicited by Chinese sentences in first episode schizophrenia. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 90*, 2026-2029.
- Clifton Jr, C., Meyer, A. S., Wurm, L. H., & Treiman, R. (2012). Language comprehension and production. *Handbook of Psychology, Second Edition, 4*.
- Condray, R. (2005). Language disorder in schizophrenia as a developmental learning disorder. *Schizophrenia Research, 73*, 5-20.

- Condray, R., Steinhauer, S. R., van Kammen, D. P., & Kasperek, A. (1996). Working memory capacity predicts language comprehension in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, *20*, 1-13.
- Crow, T. J. (1997). Schizophrenia as failure of hemispheric dominance for language. *Trends in Neurosciences*, *20*, 339-343.
- Dankers, F. (2012). *EEG analysis in full-term neonates: Medication effects & 3D source localization* (Doctoral dissertation, Master's thesis, Eindhoven University of Technology).
- Del Goletto, S., Kostova, M., & Blanchet, A. (2016). Impaired context processing during irony comprehension in schizotypy: An ERPs study. *International Journal of Psychophysiology*, *105*, 17-25.
- DeLisi, L. E. (2001). Speech disorder in schizophrenia: review of the literature and exploration of its relation to the uniquely human capacity for language. *Schizophrenia Bulletin*, *27*, 481-496.
- De Loye, C., Beaucousin, V., Bohec, A. L., Blanchet, A., & Kostova, M. (2013). An event-related potential study of predictive and integrative semantic context processing in subjects with schizotypal traits. *Psychophysiology*, *50*, 1109-1119.
- De Vincenzi, M., Job, R., Di Matteo, R., Angrilli, A., Penolazzi, B., Ciccarelli, L., & Vespignani, F. (2003). Differences in the perception and time course of syntactic and semantic violations. *Brain and Language*, *85*, 280-296.
- Dickey, C. C., McCarley, R. W., & Shenton, M. E. (2002). The brain in schizotypal personality disorder: a review of structural MRI and

- CT findings. *Harvard Review of Psychiatry*, 10, 1-15.
- Docherty, N. M., Gordinier, S. W., Hall, M. J., & Dombrowski, M. E. (2004). Referential communication disturbances in the speech of nonschizophrenic siblings of schizophrenia patients. *Journal of Abnormal Psychology*, 113, 399.
- Docherty, N. M., McCleery, A., Divilbiss, M., Schumann, E. B., Moe, A., & Shakeel, M. K. (2012). Effects of social cognitive impairment on speech disorder in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 39, 608-616.
- Downhill Jr, J. E., Buchsbaum, M. S., Hazlett, E. A., Barth, S., Roitman, S. L., Nunn, M., ... & Silverman, J. (2001). Temporal lobe volume determined by magnetic resonance imaging in schizotypal personality disorder and schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 48, 187-199.
- Dronkers, N. F., Wilkins, D. P., Van Valin Jr, R. D., Redfern, B. B., & Jaeger, J. J. (2004). Lesion analysis of the brain areas involved in language comprehension. *Cognition*, 92, 145-177.
- Drzazga, Z., Maciejewska, K., Banasiak, K., Karpiel, I., & Giec-Lorenz, A. (2016). Visual language task in EEG source localization analysis and functional MRI. In *2016 9th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics*, 974-978.
- Dümpelmann, M., Ball, T., & Schulze Bonhage, A. (2012). sLORETA allows reliable distributed source reconstruction based on subdural strip and grid recordings. *Human Brain Mapping*, 33, 1172-1188.

- Duncan, C. C., Barry, R. J., Connolly, J. F., Fischer, C., Michie, P. T., Naatanen, R., ... & Van Petten, C. (2009). Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clinical Neurophysiology*, *120*, 1883-1908.
- Ettinger, U., Mohr, C., Gooding, D. C., Cohen, A. S., Rapp, A., Haenschel, C., & Park, S. (2015). Cognition and brain function in schizotypy: a selective review. *Schizophrenia Bulletin*, *41*, (suppl_2), S417-S426.
- First, M. B., Spitzer, R. L., Gibbon, M., & Williams, J. B. W. (1996). Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis I Disorders, Non-Patient Edition (SCID-NP). *Biometrics Research Department, New York State Psychiatric Institute*.
- Friederici, A. D. (2009). Pathways to language: fiber tracts in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*, 175-181.
- Friederici, A. D., Rueschemeyer, S. A., Hahne, A., & Fiebach, C. J. (2003). The role of left inferior frontal and superior temporal cortex in sentence comprehension: localizing syntactic and semantic processes. *Cerebral Cortex*, *13*, 170-177.
- Frishkoff, G. A., Tucker, D. M., Davey, C., & Scherg, M. (2004). Frontal and posterior sources of event-related potentials in semantic comprehension. *Cognitive Brain Research*, *20*, 329-354.
- Gahl, S. (2002). Lexical biases in aphasic sentence comprehension: An experimental and corpus linguistic study. *Aphasiology*, *16*, 1173-1198.

- Goldstein, K. E., Hazlett, E. A., New, A. S., Haznedar, M. M., Newmark, R. E., Zelmanova, Y., ... & Tang, C. Y. (2009). Smaller superior temporal gyrus volume specificity in schizotypal personality disorder. *Schizophrenia Research*, *112*, 14-23.
- Gulpers, B., Ramakers, I., Hamel, R., Köhler, S., Voshaar, R. O., & Verhey, F. (2016). Anxiety as a predictor for cognitive decline and dementia: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, *24*, 823-842.
- Hagoort, P. (2003). Interplay between syntax and semantics during sentence comprehension: ERP effects of combining syntactic and semantic violations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*, 883-899.
- Hagoort, P., Baggio, G., & Willems, R. M. (2009). Semantic unification. In *The cognitive neurosciences, 4th ed.* (pp. 819-836). MIT press.
- Hagoort, P., & Brown, C. M. (2000). ERP effects of listening to speech compared to reading: the P600/SPS to syntactic violations in spoken sentences and rapid serial visual presentation. *Neuropsychologia*, *38*, 1531-1549.
- Hagoort, P., Brown, C., & Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, *8*, 439-483.
- Hagoort, P., Hald, L., Bastiaansen, M., & Petersson, K. M. (2004). Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension. *Science*, *304*, 438-441.
- Hagoort, P., & Indefrey, P. (2014). The neurobiology of language beyond

- single words. *Annual Review of Neuroscience*, *37*, 347–362.
- Halgren, E., Dhond, R. P., Christensen, N., Van Petten, C., Marinkovic, K., Lewine, J. D., & Dale, A. M. (2002). N400-like magnetoencephalography responses modulated by semantic context, word frequency, and lexical class in sentences. *Neuroimage*, *17*, 1101–1116.
- Hillyard, S. A., & Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, *34*, 33–61.
- Huang, J., Wang, S., Jia, S., Mo, D., & Chen, H. C. (2013). Cortical dynamics of semantic processing during sentence comprehension: Evidence from event-related optical signals. *PloS One*, *8*, e70671.
- Huang, P., Xi, Y., Lu, Z. L., Chen, Y., Li, X., Li, W., ... & Li, C. (2015). Decreased bilateral thalamic gray matter volume in first-episode schizophrenia with prominent hallucinatory symptoms: A volumetric MRI study. *Scientific Reports*, *5*, 14505.
- Huppertz, H. J., Hoegg, S., Sick, C., Lücking, C. H., Zentner, J., Schulze-Bonhage, A., & Kristeva-Feige, R. (2001). Cortical current density reconstruction of interictal epileptiform activity in temporal lobe epilepsy. *Clinical Neurophysiology*, *112*, 1761–1772.
- Iakimova, G., Passerieux, C., Foynard, M., Fiori, N., Besche, C., Laurent, J. P., & Hardy-Bayle, M. C. (2009). Behavioral measures and event-related potentials reveal different aspects of sentence processing and comprehension in patients with major depression. *Journal of Affective Disorders*, *113*, 188–194.
- Iakimova, G., Passerieux, C., Laurent, J. P., & Hardy Bayle, M. C.

- (2005). ERPs of metaphoric, literal, and incongruous semantic processing in schizophrenia. *Psychophysiology*, *42*, 380-390.
- Jahshan, C. S., & Sergi, M. J. (2007). Theory of mind, neurocognition, and functional status in schizotypy. *Schizophrenia Research*, *89*, 278-286.
- Jennings, J. M., McIntosh, A. R., Kapur, S., Zipursky, R. B., & Houle, S. (1998). Functional network differences in schizophrenia: a rCBF study of semantic processing. *Neuroreport*, *9*, 1697-1700.
- Job, D. E., Whalley, H. C., Johnstone, E. C., & Lawrie, S. M. (2005). Grey matter changes over time in high risk subjects developing schizophrenia. *Neuroimage*, *25*, 1023-1030.
- Jung, E. (2012). *P300-based Guilty Knowledge Test Using Sentences: Cortical Source Localization Study*. (Master's thesis), Kyunggi University, Seoul, South Korea.
- Kawasaki, Y., Suzuki, M., Nohara, S., Hagino, H., Takahashi, T., Matsui, M., ... & Kurachi, M. (2004). Structural brain differences in patients with schizophrenia and schizotypal disorder demonstrated by voxel - based morphometry. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, *254*, 406-414.
- Kiang, M. (2010). Schizotypy and language: A review. *Journal of Neurolinguistics*, *23*, 193-203.
- Kiang, M., & Kutas, M. (2005). Association of schizotypy with semantic processing differences: an event-related brain potential study. *Schizophrenia Research*, *77*, 329-342.
- Kiang, M., Prugh, J., & Kutas, M. (2010). An event-related brain

- potential study of schizotypal personality and associative semantic processing. *International Journal of Psychophysiology*, *75*, 119-126.
- Kiehl, K. A., Laurens, K. R., Bates, A. T., & Liddle, P. F. (2006). Psychopathy and semantic processing: An examination of the N400. *Personality and Individual Differences*, *40*, 293-304.
- Kim, M. S., Oh, S. H., Hong, M. H., & Choi, D. B. (2011). Neuropsychologic profile of college students with schizotypal traits. *Comprehensive Psychiatry*, *52*, 511-516.
- Kimble, M., Lyons, M., O'Donnell, B., Nestor, P., Niznikiewicz, M., & Toomey, R. (2000). The effect of family status and schizotypy on electrophysiologic measures of attention and semantic processing. *Biological Psychiatry*, *47*, 402-412.
- Kintsch, W., & Van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, *85*, 363.
- Kircher, T. T., Bulimore, E. T., Brammer, M. J., Williams, S. C., Broome, M. R., Murray, R. M., & McGuire, P. K. (2001). Differential activation of temporal cortex during sentence completion in schizophrenic patients with and without formal thought disorder. *Schizophrenia Research*, *50*, 27-40.
- Koeda, M., Takahashi, H., Yahata, N., Matsuura, M., Asai, K., Okubo, Y., & Tanaka, H. (2006). Language processing and human voice perception in schizophrenia: a functional magnetic resonance imaging study. *Biological Psychiatry*, *59*, 948-957.
- Kostova, M., Bohec, A. L., & Blanchet, A. (2014). Event-related brain

- potential study of expectancy and semantic matching in schizotypy. *International Journal of Psychophysiology*, *92*, 67-73.
- Kramer, J. H., Delis, D. C., & Daniel, M. (1988). Sex differences in verbal learning. *Journal of Clinical Psychology*, *44*, 907-915.
- Kumar, N., & Debrulle, J. B. (2004). Semantics and N400: insights for schizophrenia. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, *29*, 89.
- Kuperberg, G. R., Holcomb, P. J., Sitnikova, T., Greve, D., Dale, A. M., & Caplan, D. (2003). Distinct patterns of neural modulation during the processing of conceptual and syntactic anomalies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*, 272-293.
- Kuperberg, G. R., Sitnikova, T., Goff, D., & Holcomb, P. J. (2006). Making sense of sentences in schizophrenia: Electrophysiological evidence for abnormal interactions between semantic and syntactic processing. *Journal of Abnormal Psychology*, *115*, 251.
- Kuperberg, G. R., McGuire, P. K., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Rabe-Hesketh, S., Wright, I. C., ... & David, A. S. (2000). Common and distinct neural substrates for pragmatic, semantic, and syntactic processing of spoken sentences: an fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*, 321-341.
- Kuperberg, G., & Heckers, S. (2000). Schizophrenia and cognitive function. *Current Opinion in Neurobiology*, *10*, 205-210.
- Kuperberg, G. R., Delaney-Busch, N., Fanucci, K., & Blackford, T. (2018). Priming production: Neural evidence for enhanced automatic semantic activity preceding language production in schizophrenia. *NeuroImage: Clinical*, *18*, 74-85.

- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual Review of Psychology, 62*, 621-647.
- Langdon, R., & Coltheart, M. (2004). Recognition of metaphor and irony in young adults: the impact of schizotypal personality traits. *Psychiatry Research, 125*, 9-20.
- Lau, E. F., Phillips, C., & Poeppel, D. (2008). A cortical network for semantics:(de) constructing the N400. *Nature Reviews Neuroscience, 9*, 920.
- Lee, J. Y., Hedrick, M. S., & Harkrider, A. W. (2019). Event-Related Potentials and Behavioral Responses to CV Stimuli Straddling Category Boundary. *Communication Sciences & Disorders, 24*, 129-140.
- Lee, J. H., & Kim, M. S. (2012). Behavioral inhibition in female college students with schizotypal traits: An event-related potential study. *Open Journal of Psychiatry, 2*, 362.
- Liemburg, E. J., Vercammen, A., Ter Horst, G. J., Curcic-Blake, B., Knegtering, H., & Aleman, A. (2012). Abnormal connectivity between attentional, language and auditory networks in schizophrenia. *Schizophrenia Research, 135*, 15-22.
- Li, X., Branch, C. A., & DeLisi, L. E. (2009). Language pathway abnormalities in schizophrenia: a review of fMRI and other imaging studies. *Current Opinion in Psychiatry, 22*, 131-139.
- Lin, H. F., Liu, Y. L., Liu, C. M., Hung, S. I., Hwu, H. G., & Chen, W. J. (2005). Neuregulin 1 gene and variations in perceptual

- aberration of schizotypal personality in adolescents. *Psychological Medicine*, *35*, 1589-1598.
- Lorenzo-Lopez, L., Amenedo, E., Pascual-Marqui, R. D., & Cadaveira, F. (2008). Neural correlates of age-related visual search decline: a combined ERP and sLORETA study. *Neuroimage*, *41*, 511-524.
- Luck, S. J. (2005). Ten simple rules for designing ERP experiments. *Event-related potentials: A Methods Handbook*, 262083337.
- Maess, B., Herrmann, C. S., Hahne, A., Nakamura, A., & Friederici, A. D. (2006). Localizing the distributed language network responsible for the N400 measured by MEG during auditory sentence processing. *Brain Research*, *1096*, 163-172.
- Malaia, E., Wilbur, R. B., & Weber-Fox, C. (2009). ERP evidence for telicity effects on syntactic processing in garden-path sentences. *Brain and Language*, *108*, 145-158.
- Manschreck, T. C., Merrill, A. M., Jabbar, G., Chun, J., & Delisi, L. E. (2012). Frequency of normative word associations in the speech of individuals at familial high-risk for schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *140*, 99-103.
- McCarley, R. W., Faux, S. F., Shenton, M. E., Nestor, P. G., & Adams, J. (1991). Event-related potentials in schizophrenia: their biological and clinical correlates and new model of schizophrenic pathophysiology. *Schizophrenia Research*, *4*, 209-231.
- McGuire, P., Quested, D., Spence, S., Murray, R., Frith, C., & Liddle, P. (1998). Pathophysiology of 'positive' thought disorder in schizophrenia. *The British Journal of Psychiatry*, *173*, 231-235.

- Meng, X., Tian, X., Jian, J., & Zhou, X. (2007). Orthographic and phonological processing in Chinese dyslexic children: an ERP study on sentence reading. *Brain Research, 1179*, 119-130.
- Meyer, P., Mecklinger, A., Grunwald, T., Fell, J., Elger, C. E., & Friederici, A. D. (2005). Language processing within the human medial temporal lobe. *Hippocampus, 15*, 451-459.
- Mitchell, R. L., & Crow, T. J. (2005). Right hemisphere language functions and schizophrenia: the forgotten hemisphere?. *Brain, 128*, 963-978.
- Morgan, C. J., Bedford, N. J., O'Regan, A., & Rossell, S. L. (2009). Is semantic processing impaired in individuals with high schizotypy?. *The Journal of Nervous and Mental disease, 197*, 232-238.
- Molinaro, N., Conrad, M., Barber, H. A., & Carreiras, M. (2010). On the functional nature of the N400: Contrasting effects related to visual word recognition and contextual semantic integration. *Cognitive Neuroscience, 1*, 1-7.
- Moorhead, T. W. J., Stanfield, A., Spencer, M., Hall, J., McIntosh, A., Owens, D. C., ... & Johnstone, E. (2009). Progressive temporal lobe grey matter loss in adolescents with schizotypal traits and mild intellectual impairment. *Psychiatry Research: Neuroimaging, 174*, 105-109.
- Morice, R. D., & Ingram, J. C. (1983). Language complexity and age of onset of schizophrenia. *Psychiatry Research, 9*, 233-242.
- Newman, A. J., Pancheva, R., Ozawa, K., Neville, H. J., & Ullman, M. T. (2001). An event-related fMRI study of syntactic and semantic

- violations. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30, 339-364.
- Niznikiewicz, M. A., Friedman, M., Shenton, M. E., Voglmaier, M., Nestor, P. G., Frumin, M., ... & McCarley, R. W. (2004). Processing sentence context in women with schizotypal personality disorder: an ERP study. *Psychophysiology*, 41, 367-371.
- Niznikiewicz, M. A., O'donnell, B. F., Nestor, P. G., Smith, L., Law, S., Karapellou, M., ... & McCarley, R. W. (1997). ERP assessment of visual and auditory language processing in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, 106, 85.
- Niznikiewicz, M. A., Voglmaier, M., Shenton, M. E., Seidman, L. J., Dickey, C. C., Rhoads, R., ... & McCarley, R. W. (1999). Electrophysiological correlates of language processing in schizotypal personality disorder. *American Journal of Psychiatry*, 156, 1052-1058.
- Ohta, K., Uchiyama, M., Matsushima, E., & Toru, M. (1999). An event-related potential study in schizophrenia using Japanese sentences. *Schizophrenia Research*, 40, 159-170.
- Pascual-Marqui, R. D. (2002). Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details. *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*, 24, 5-12.
- Paulsen, J. S., Romero, R., Chan, A., Davis, A. V., Heaton, R. K., & Jeste, D. V. (1996). Impairment of the semantic network in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 63, 109-121.

- Pawełczyk, A., Łojek, E., Żurner, N., Gawłowska-Sawosz, M., & Pawełczyk, T. (2018). Higher-order language dysfunctions as a possible neurolinguistic endophenotype for schizophrenia: Evidence from patients and their unaffected first degree relatives. *Psychiatry Research, 267*, 63-72.
- Penolazzi, B., Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2007). Early semantic context integration and lexical access as revealed by event-related brain potentials. *Biological Psychology, 74*, 374-388.
- Prevost, M., Rodier, M., Renoult, L., Kwann, Y., Dionne-Dostie, E., Chapleau, I., ... & Debruille, J. B. (2010). Schizotypal traits and N400 in healthy subjects. *Psychophysiology, 47*, 1047-1056.
- Raine, A. (1991). The SPQ: a scale for the assessment of schizotypal personality based on DSM-III-R criteria. *Schizophrenia Bulletin, 17*, 555-564.
- Rajarethinam, R. P., DeQuardo, J. R., Nalepa, R., & Tandon, R. (2000). Superior temporal gyrus in schizophrenia: a volumetric magnetic resonance imaging study. *Schizophrenia Research, 41*, 303-312.
- Rajarethinam, R., Sahni, S., Rosenberg, D. R., & Keshavan, M. S. (2004). Reduced superior temporal gyrus volume in young offspring of patients with schizophrenia. *American Journal of Psychiatry, 161*, 1121-1124.
- Rajji, T. K., Ismail, Z., & Mulsant, B. H. (2009). Age at onset and cognition in schizophrenia: meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry, 195*, 286-293.
- Ravnkilde, B., Videbech, P., Clemmensen, K., Egander, A., Rasmussen,

- N. A., & Rosenberg, R. (2002). Cognitive deficits in major depression. *Scandinavian Journal of Psychology*, *43*, 239-251.
- Rawlings, D., & Goldberg, M. (2001). Correlating a measure of sustained attention with a multi-dimensional measure of schizotypal traits. *Personality and Individual Differences*, *31*, 421-431.
- Rempfer, M. V., Hamera, E. K., Brown, C. E., & Cromwell, R. L. (2003). The relations between cognition and the independent living skill of shopping in people with schizophrenia. *Psychiatry Research*, *117*, 103-112.
- Robichon, F., Besson, M., & Habib, M. (2002). An electrophysiological study of dyslexic and control adults in a sentence reading task. *Biological Psychology*, *59*, 29-53.
- Rodd, J. M., Vitello, S., Woollams, A. M., & Adank, P. (2015). Localising semantic and syntactic processing in spoken and written language comprehension: an activation likelihood estimation meta-analysis. *Brain and Language*, *141*, 89-102.
- Rodriguez-Fornells, A., Clahsen, H., Lleo, C., Zaake, W., & Münte, T. F. (2001). Event-related brain responses to morphological violations in Catalan. *Cognitive Brain Research*, *11*, 47-58.
- Ruchsow, M., Trippel, N., Groen, G., Spitzer, M., & Kiefer, M. (2003). Semantic and syntactic processes during sentence comprehension in patients with schizophrenia: evidence from event-related potentials. *Schizophrenia Research*, *64*, 147-156.
- Salisbury, D. F., Shenton, M. E., Nestor, P. G., & McCarley, R. W. (2002). Semantic bias, homograph comprehension, and

- event-related potentials in schizophrenia. *Clinical Neurophysiology*, *113*, 383-395.
- Schulz, E., Maurer, U., van der Mark, S., Bucher, K., Brem, S., Martin, E., & Brandeis, D. (2008). Impaired semantic processing during sentence reading in children with dyslexia: combined fMRI and ERP evidence. *Neuroimage*, *41*, 153-168.
- Sereno, S. C., Brewer, C. C., & O'Donnell, P. J. (2003). Context effects in word recognition: Evidence for early interactive processing. *Psychological Science*, *14*, 328-333.
- Service, E., Helenius, P., Maury, S., & Salmelin, R. (2007). Localization of syntactic and semantic brain responses using magnetoencephalography. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 1193-1205.
- Shedlack, K., Lee, G., Sakuma, M., Xie, S. H., Kusnner, M., Pepple, J., ... & DeLisi, L. E. (1997). Language processing and memory in ill and well siblings from multiplex families affected with schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *25*, 43-52.
- Shin, K. S., Kang, D. H., Choi, J. S., Kim, Y. Y., & Kwon, J. S. (2008). Neuropsychological correlates of N400 anomalies in patients with schizophrenia: A preliminary report. *Neuroscience Letters*, *448*, 226-230.
- Siever, L. J., & Davis, K. L. (2004). The pathophysiology of schizophrenia disorders: perspectives from the spectrum. *American Journal of Psychiatry*, *161*, 398-413.
- Sigmundsson, T., Suckling, J., Maier, M., Williams, S. C., Bullmore, E.

- T., Greenwood, K. E., ... & Toone, B. K. (2001). Structural abnormalities in frontal, temporal, and limbic regions and interconnecting white matter tracts in schizophrenic patients with prominent negative symptoms. *American Journal of Psychiatry*, *158*, 234-243.
- Silverberg-Shalev, R., Gordon, H. W., Bentin, S., & Aranson, A. (1981). Selective language deterioration in chronic schizophrenia. *Journal of Neurology: Neurosurgery & Psychiatry*, *44*, 547-551.
- Simos, P. G., Basile, L. F., & Papanicolaou, A. C. (1997). Source localization of the N400 response in a sentence-reading paradigm using evoked magnetic fields and magnetic resonance imaging. *Brain Research*, *762*, 29-39.
- Spielberger, C. D. (1970). STAI manual for the state-trait anxiety inventory. *Self-Evaluation Questionnaire*, 1-24.
- Stephane, M., Kuskowski, M., & Gundel, J. (2014). Abnormal dynamics of language in schizophrenia. *Psychiatry Research*, *216*, 320-324.
- Stoodley, C. J., Hill, P. R., Stein, J. F., & Bishop, D. V. (2006). Auditory event-related potentials differ in dyslexics even when auditory psychophysical performance is normal. *Brain Research*, *1121*, 190-199.
- Strandburg, R. J., Marsh, J. T., Brown, W. S., Asarnow, R. F., Guthrie, D., Harper, R., ... & Nuechterlein, K. H. (1997). Event-related potential correlates of linguistic information processing in schizophrenics. *Biological Psychiatry*, *42*, 596-608.
- Szűcs, D., Soltész, F., Czigler, I., & Csépe, V. (2007).

Electroencephalography effects to semantic and non-semantic mismatch in properties of visually presented single-characters: the N2b and the N400. *Neuroscience Letters*, 412, 18-23.

Takahashi, T., Suzuki, M., Zhou, S. Y., Tanino, R., Nakamura, K., Kawasaki, Y., ... & Kurachi, M. (2010). A follow-up MRI study of the superior temporal subregions in schizotypal disorder and first-episode schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 119, 65-74.

Tang, J., Liao, Y., Zhou, B., Tan, C., Liu, W., Wang, D., ... & Chen, X. (2012). Decrease in temporal gyrus gray matter volume in first-episode, early onset schizophrenia: an MRI study. *PloS One*, 7, e40247.

Tanner, D., Grey, S., & van Hell, J. G. (2017). Dissociating retrieval interference and reanalysis in the P600 during sentence comprehension. *Psychophysiology*, 54, 248-259.

Thomas, P. H. I. L. I. P., & Leudar, I. V. A. N. (1995). Syntactic processing and communication disorder in first-onset schizophrenia. *Speech and Language Disorders in Psychiatry. London: Gaskell*, 96-112.

Tucker, D. M. (1993). Spatial sampling of head electrical fields: the geodesic sensor net. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 87, 154-163.

Vita, A., De Peri, L., Deste, G., & Sacchetti, E. (2012). Progressive loss of cortical gray matter in schizophrenia: a meta-analysis and meta-regression of longitudinal MRI studies. *Translational Psychiatry*, 2, e190.

- Walenski, M., Weickert, T. W., Maloof, C. J., & Ullman, M. T. (2010). Grammatical processing in schizophrenia: Evidence from morphology. *Neuropsychologia*, *48*, 262-269.
- Wang, K., Cheung, E. F., Gong, Q. Y., & Chan, R. C. (2011). Semantic processing disturbance in patients with schizophrenia: a meta-analysis of the N400 component. *PLoS One*, *6*, e25435.
- Willems, R. M., Özyürek, A., & Hagoort, P. (2008). Seeing and hearing meaning: ERP and fMRI evidence of word versus picture integration into a sentence context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*, 1235-1249.
- Wirth, M., Horn, H., König, T., Stein, M., Federspiel, A., Meier, B., ... & Strik, W. (2006). Sex differences in semantic processing: event-related brain potentials distinguish between lower and higher order semantic analysis during word reading. *Cerebral Cortex*, *17*, 1987-1997.
- Zempleni, M. Z., Renken, R., Hoeks, J. C., Hoogduin, J. M., & Stowe, L. A. (2007). Semantic ambiguity processing in sentence context: Evidence from event-related fMRI. *Neuroimage*, *34*, 1270-1279.
- Zung, W. W., Richards, C. B., & Short, M. J. (1965). Self-rating depression scale in an outpatient clinic: further validation of the SDS. *Archives of General Psychiatry*, *13*, 508-515.

ABSTRACT

Deficits of Semantic Violation Recognition in College Students with Schizotypal Traits : Event-Related Potential & Source Localization Analysis

Minji Park

Department of Psychology

Graduate School of

Sungshin University

This study investigated deficits of semantic violation recognition in college students with schizotypal traits using sentence plausibility judgment task, event-related potentials, and source localization. The normal control ($n=22$) and the schizotypal trait ($n=21$) groups were selected based on the scores of the Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ). Participants' abilities of the semantic violation recognition were evaluated with sentence plausibility task, in which participants were required to judge the plausibility of the sentences including semantic violation or not. The behavioral results of the sentence plausibility judgment task showed that the normal control and schizotypal trait groups didn't differ in terms of error rate and response

time. However, there were significant differences between the two groups in terms of N400 amplitude, generators of the N400 and the activations of the estimated generators of the N400. The control group exhibited significantly greater N400 amplitudes in response to sentences with semantic violation than in response to the normal sentences at all electrode sites included in the analysis, whereas the schizotypal trait group showed no differences in N400 amplitudes between the two types of sentences at left fronto-central site (FC3). The frontal and temporal areas were estimated as N400 generators for the control group, whereas only frontal areas were estimated as N400 generators for schizotypal trait group. In addition, the schizotypal trait group exhibited significantly reduced activations in the left middle frontal gyrus (BA 8/9/46). Although schizotypal trait and control groups exhibit comparable behavioral performances, the schizotypal trait group would experience difficulties of semantic violation recognition in future, and these difficulties may be related with dysfunctions of left frontal and temporal areas involved in semantic processing.

Keywords: schizotypal traits, semantic violation, event-related potentials, N400, source localization, sLORETA

부 록

부록 1. 연구 질문지

부록 1-1. 조현형 성격장애 척도

부록 1-2. 우울척도

부록 1-3. 상태-특성 불안척도

부록 2. 문장 적합성 판단 과제 예시

부록 1-1. 조현형 성격장애 척도

이 질문지는 여러분이 일상생활에서 경험할 수 있는 내용들로 구성되어 있습니다. 각 문항을 읽고 자신에게 해당되는 내용이면 “예”, 자신에게 해당되지 않으면 “아니오”에 표시하십시오.

질 문	예	아니오
1. TV에서 본 것이나 라디오에서 들은 것이 때때로 당신에게 특별한 의미가 있다고 느껴집니까?		
2. 나는 때때로 불안 때문에 많은 사람이 있는 자리에 가는 것을 피한다.		
3. 초자연적인 경험을 해 본 적이 있습니까?		
4. 당신은 종종 사물이나 그림자를 사람으로, 잡음을 목소리로 잘못 인식합니까?		
5. 다른 사람들은 나를 약간 이상하다고(특이하다고) 본다.		
6. 나는 다른 사람들과 친해지는데 흥미가 거의 없다.		
7. 사람들은 때로 내가 말한 것을 이해하기 어려워 한다.		
8. 사람들은 때로 내가 멀리 외떨어져 있다고 생각한다.		
9. 내 등 뒤에서 나에게 관한 이야기를 하고 있음이 분명하다		
10. 내가 외식을 하거나 영화를 보러 나가면 사람들이 나를 주목하고 있음을 의식한다.		
11. 나는 정중한 대화에선 매우 초조해진다.		
12. 텔레파시를 믿습니까? (독심술)		

13. 보이지 않지만 어떤 사람 혹은 힘이 당신 주변에 있음을
느껴 본 적이 있습니까?

14. 사람들은 가끔 나의 특이한 습관에 대해 말을 한다.

15. 나는 남에게 나 자신에 대한 것을 보여주고 싶지 않다.

16. 나는 때로 이야기 중에 불쑥 다른 이야기를 꺼내곤 한다.

17. 내 표현 방식으로는 나의 진짜 감정을 표현하는데 익숙치
못하다.

18. 사람들은 나에게 원한을 품고 있다.

19. 사람들이 가끔 당신에게 암시나 이중적인 의미의 말을
합니까?

20. 당신이 걷고 있을 때 뒤에 누군가가 있으면
초조해집니까?

21. 나는 때로 남들이 내가 생각하는 것을 알고 있다고
확신한다.

22. 남들을 쳐다보거나 자신을 거울에 비춰볼 때 얼굴이
바뀌는 것을 경험한 적이 있습니까?

23. 사람들은 때로 내가 좀 이상하다고 생각한다

24. 사람들과 있을 때 나는 거의 말이 없다.

25. 가끔 나는 무슨 말을 하려 했는지 잊어버린다.

26. 나는 거의 웃을 때가 없다.

27. 친구나 동료를 진짜로 믿을 수는 없다고 염려할 때가
있다

28. 평범한 일이나 물건이 당신에게 특별한 의미가 있음을
느낀 적이 있습니까?

29. 나는 처음 보는 사람 앞에서는 좀 초조해진다

30. 당신은 예언이란 것을 믿습니까?

31. 나는 종종 어떤 목소리가 내 생각을 크게 말하는 것을 듣는다

32. 어떤 사람들은 나를 매우 괴상하다고 생각한다

33. 나는 다른 사람들과 매우 가깝다고 느끼기 힘들다.

34. 나는 말할 때 종종 지나치게 오래 지껄이곤 한다.

35. 나의 비언어적 의사소통수단(대화 중 미소 혹은 고개를 끄덕임)은 신통치 않다.

36. 친구와 있을 때조차 나는 경계심을 늦추지 말아야 한다고 느낀다.

37. 당신은 때로 선전문구, 상징 진열대 혹은 당신 주변에 놓인 것들에서 특별한 의미를 느낍니까?

38. 낯선 사람들의 무리에 끼여 있을 때 종종 초조합니까?

39. 다른 사람들이 그 자리에 없더라도 당신의 느낌을 알 수 있습니까?

40. 다른 사람이 못 보는 것을 당신은 본 적이 있습니까?

41. 당신의 가까운 가족 이외에 믿고 자신의 문제를 이야기할 수 있는 사람이 없다고 느낍니까?

42. 어떤 사람들은 내가 대화 중에 다소 요점이 없고 빛나가는 말을 한다고 생각한다.

43. 나는 사람들에게 예의에 대한 답례를 하는데 미숙하다.

44. 당신은 사람들이 말하는 것에서 숨은 위협이나 압력을 종종 느낍니까?

45. 시장에 가면 남이 당신을 쳐다보는 느낌을 받습니까?

46. 낯선 사람이 있는 모임에서는 나는 매우 불편하다.

47. 미래나 UFO를 본다든지, 점성술이나 육감 같은 것을 경험해 본 적이 있습니까?

48. 일상적인 것들이 이상하게 크거나 작게 보입니까?

49. 친구에게 편지 쓰는 것은 그만한 가치가 없다.

50. 나는 때때로 이상한 방식으로 단어들을 사용한다

51. 다른 사람과 대화 중에 시선을 맞추기 어렵다.

52. 다른 사람들이 당신에 대해 너무 많은 것을 알지 않는 것이 낫다고 생각합니까?

53. 남들이 서로 이야기하는 것을 보면 당신에 관한 것이 아닐까 의심이 들곤 합니까?

54. 대중 앞에서 연설한다면 매우 초조할 것이다.

55. 텔레파시로 다른 사람과 이야기해 본 적이 있습니까?

56. 당신의 후각이 때로 이상하게 강해집니까?

57. 나는 여럿이 모인 자리에서 뒷전이 경향이 있다

58. 당신은 대화 중 주제에서 벗어나는 말을 하는 경향이 있습니까?

59. 나는 종종 다른 사람이 나에게 원한을 품었다고 느낀다.

60. 때로 남들이 당신을 쳐다본다고 느낍니까?

61. 평소에는 느끼지 못하던 먼거리 소리 때문에 갑자기 주의집중이 안됩니까?

62. 친한 친구를 갖는 것에 중요성을 부여하지 않는다.

63. 때로 남들이 당신에 관한 이야기를 한다고 느낍니까?

64. 당신의 생각이 너무 강해서 거의 그것을 들을 수 있습니까?

65. 다른 사람들이 당신을 이용하지 못하게 경계하곤 합니까?

66. 당신은 사람들과 친해질 수 없다고 느낍니까?

67. 나는 이상하고 특이한 사람이다.

68. 나는 말을 할 때 생동감 있게 표현하지 못한다.

69. 나는 내가 말하고자 하는 것을 명확히 전달하기가 어렵다.

70. 나는 이상한 습관이 약간 있다.

71. 잘 알지 못하는 사람과 이야기하는 것은 매우 불편하다.

72. 사람들은 때로 나의 이야기가 혼란스럽다고 한다.

73. 나는 내 감정을 숨기는 경향이 있다.

74. 나의 이상한 차림새 때문에 때로 사람들의 주목을 받는다.

부록 1-2. 우울척도

다음은 기분이나 감정에 관계되는 문장들입니다. 각 문장을 잘 읽으신 후 당신의 최근 감정이나 기분을 가장 잘 나타낸다고 생각되는 칸에 표시해 주십시오.

질문	거의 그렇지 않다	약간 그렇다	대체로 그렇다	매우 그렇다
1. 나는 의욕이 없고 우울하거나 슬프다.	1	2	3	4
2. 나는 하루 중 아침에 가장 기분이 좋다	1	2	3	4
3. 나는 갑자기 울고 싶거나 눈물이 난다	1	2	3	4
4. 나는 밤에 잠을 설치거나 아침에 일찍 깬다.	1	2	3	4
5. 나는 전과 다름없이 식욕이 있다.	1	2	3	4
6. 나는 이성과 이야기하고 함께 있기를 좋아한다.	1	2	3	4
7. 나는 체중이 준 거 같다.	1	2	3	4
8. 나는 변비가 있다.	1	2	3	4
9. 나는 심장이 두근거린다.	1	2	3	4
10. 나는 별 이유 없이 몸이 나른하고 피곤하다.	1	2	3	4
11. 내 머리는 한결같이 맑다.	1	2	3	4
12. 나는 어떤 일이든 전처럼 쉽게 처리한다.	1	2	3	4

13.	나는 안절부절못해서 진정할 수가 없다.	1	2	3	4
14.	나의 장래는 희망적이라고 생각한다.	1	2	3	4
15.	나는 전보다 더 신경질(짜증)이 난다.	1	2	3	4
16.	나는 매사에 결단력이 있다고 생각한다.	1	2	3	4
17.	나는 사회에 유익한 사람이라고 생각한다.	1	2	3	4
18.	나는 삶의 의미를 느낀다.	1	2	3	4
19.	내가 죽어야 남들이 편할 것 같다.	1	2	3	4
20.	나는 전과 다름없이 만족하게 일한다.	1	2	3	4

부록 1-3. 상태-특성 불안척도

다음은 사람들이 자신을 표현하는데 사용하는 문장들입니다. 각 문장을 잘 읽으신 후 각 문장의 오른쪽에 있는 네 개의 항목 중에서 당신이 지금 이 순간에 느끼고 있는 상태를 가장 잘 나타내주는 칸에 표시해 주십시오.

질문사항	거의 그렇지 않다	약간 그렇다	대체로 그렇다	매우 그렇다
1. 나는 마음이 차분하다.	1	2	3	4
2. 나는 마음이 든든하다.	1	2	3	4
3. 나는 긴장되어 있다.	1	2	3	4
4. 나는 후회스럽고 서운하다.	1	2	3	4
5. 나는 마음이 편하다.	1	2	3	4
6. 나는 당황해서 어찌할 바를 모르겠다.	1	2	3	4
7. 나는 앞으로 불행이 있을까 걱정하고 있다.	1	2	3	4
8. 나는 마음이 놓인다.	1	2	3	4
9. 나는 불안하다.	1	2	3	4
10. 나는 편안하게 느낀다.	1	2	3	4
11. 나는 자신감이 있다.	1	2	3	4
12. 나는 짜증스럽다.	1	2	3	4
13. 나는 마음이 조마조마하다.	1	2	3	4
14. 나는 극도로 긴장되어 있다.	1	2	3	4

15.	내 마음은 긴장이 풀려 푸근하다.	1	2	3	4
16.	나는 만족스럽다.	1	2	3	4
17.	나는 걱정하고 있다.	1	2	3	4
18.	나는 흥분되어 어쩔 줄 모른다.	1	2	3	4
19.	나는 즐겁다.	1	2	3	4
20.	나는 기분이 좋다.	1	2	3	4

다음은 사람들이 자신을 표현하는데 사용하는 문장들입니다. 각 문장을 잘 읽으신 후 각 문장의 오른쪽에 있는 네 개의 항목 중에서 당신이 일반적으로 느끼고 있는 상태를 가장 잘 나타내주는 칸에 표시해 주십시오.

	질문사항	거의 그렇지 않다	약간 그렇다	대체로 그렇다	매우 그렇다
1.	나는 기분이 좋다.	1	2	3	4
2.	나는 쉽게 피로해진다.	1	2	3	4
3.	나는 울고 싶은 심정이다.	1	2	3	4
4.	나도 다른 사람들처럼 행복했으면 한다.	1	2	3	4
5.	나는 마음을 빨리 정하지 못해서 실패를 한다.	1	2	3	4
6.	나는 마음이 놓인다.	1	2	3	4
7.	나는 차분하고 침착하다.	1	2	3	4
8.	나는 너무 많은 문제가 밀어닥쳐서 극복할 수 없을 것 같다.	1	2	3	4

9.	나는 하찮은 일에 너무 걱정을 한다.	1	2	3	4
10.	나는 행복하다.	1	2	3	4
11.	나는 무슨 일이건 힘들게 생각한다.	1	2	3	4
12.	나는 자신감이 부족하다.	1	2	3	4
13.	나는 마음이 든든하다.	1	2	3	4
14.	나는 위기나 어려움을 피하려고 애쓴다.	1	2	3	4
15.	나는 울적하다.	1	2	3	4
16.	나는 만족스럽다.	1	2	3	4
17.	사소한 생각이 나를 괴롭힌다.	1	2	3	4
18.	나는 실망을 지나치게 예민하게 받아들이기 때문에 머리 속에서 지워버릴 수가 없다.	1	2	3	4
19.	나는 착실한 사람이다.	1	2	3	4
20.	나는 요즈음의 걱정이나 관심거리를 생각하면 긴장되거나 어찌할 바를 모른다.	1	2	3	4

부록 2. 문장 적합성 판단 과제 예시

<정상 문장>

가로수가 비바람에 꺾여 넘어졌다.
결재서류가 드디어 사장에게 올라갔다.
그 여자는 자네에게 어울리지 않아.
그 영화의 결말은 기대에 못 미쳤다.
그 녀석의 행동은 도리에 어긋났다.
내일이면 나는 군대에 가게 된다.
나비 한 마리가 손등에 내려앉았다.
노총각은 그녀의 매력에 녹아났다.
눈이 올 때는 빙판운전에 주의하시오.
아기가 달려와 엄마 품에 안겼다.

<의미 위반 문장>

그 선수의 행동은 남대문에 어긋난다.
내가 책가방을 바늘에 두고 왔다.
엄청난 보물이 손톱에 묻혀있단다.
아버지가 지금 가방에 들어가신다.
수험생 전원이 세금에 합격했다.
급하게 먹은 떡이 목에 넘어졌다.
그 녀석의 행동은 도리에 시달린다.
나비 한 마리가 손등에 잠겼다.
산중턱의 마을이 안개에 다쳤다.
상당한 양의 보물이 바다에 가입했다.